



**COMUNE DI  
PLESIO  
PROVINCIA DI COMO**



**ALLEGATO NORME TECNICHE  
PIANO DEI SERVIZI - PIANO DELLE REGOLE**

Dott. Arch. Marielena Sgroi

**INGEGNERIA NATURALISTICA - art. 27.6**

Dott. Arch. Marielena Sgroi - Lambrugo (CO) - v. Roma, 3 - tel 031/3590232 - fax 031/3592139 - cell 338/7128010 - Mail: elena@studiosgroi.it

## TIPOLOGIA DI INTERVENTO : SEMINE

### DESCRIZIONE DELL'OPERA E FUNZIONI PRINCIPALI

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

Vengono seminate essenze vegetali con diverse tecniche al fine di aumentare la protezione del suolo dall'erosione e rendere più efficaci gli altri interventi previsti (Fig.1). Con tale operazione vengono migliorati il bilancio termico ed idrico e viene promossa l'attivazione biologica del terreno.

Tipologie principali:

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

### CAMPI DI APPLICAZIONE

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

- 1. Semina a spaglio:** rinverdimento per favorire la protezione dall'erosione idrica ed eolica a breve termine o per prevenire il disseccamento del terreno. Si utilizza su scarpate poco acclivi o su superfici piane, oppure come coltura preparatoria o semina intermedia nei rimboschimenti o come sovescio;
- 2. Semina con fiorume:** come per la semina a spaglio;
- 3. Semina con coltre protettiva con paglia e bitume:** si utilizza per il rivestimento di superfici povere di sostanza organica e con pendenze elevate. Si sfruttano i vantaggi della tecnica per consolidare in superficie rapidamente le aree minacciate da fenomeni erosivi e per la rinaturalizzazione delle aree di intervento quali: discariche e macereti provenienti dalla costruzione di gallerie, ecc. La mescolanza alla miscela di sementi di essenze legnose permette il rimboschimento di pendii rocciosi o sassosi altrimenti poco recuperabili;

## Campi di applicazione

**4. Idrosemia:** adatta per quasi tutte le situazioni. Potendo variare a piacere i componenti della miscela, questa tecnica è idonea a coprire grandi e medie superfici, anche a forte pendenza, terreni grezzi e scarpate con limitata copertura sciolta. Offre il vantaggio di poter distribuire contemporaneamente sul terreno numerose sostanze essenziali per il successo dell'intervento. Con il termine *mulch* si intendono anche quei materiali che, aggiunti alla miscela, conferiscono una

maggiore resistenza meccanica e capacità di ritenzione idrica. Mediamente si opera con l'idrosemia semplice fino a 20°, con l'idrosemia con mulch fino a 35° e con l'idrosemia con mulch a fibre legate fino a 50° ÷ 60°;

**5. Idrosemia a spessore:** come nel caso precedente, ma con ripetute irrorazioni al fine di formare strati sovrapposti in modo da garantire una omogenea copertura dell'area da rinverdire. E' adatta per condizioni di forte pendenza;

**6. Semina a strato con terriccio:** idonea per il rivestimento di scarpate, substrati rocciosi privi di copertura organica, strutture in terra rinforzata su inclinazione fino al verticale.

## FATTIBILITÀ

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

1. **Semina a spaglio:** non ha un effetto immediato. Il consolidamento del terreno e la copertura avverrà in modo graduale a seguito della germinazione delle specie vegetali impiegate. E' una tecnica semplice, veloce (quella meccanica) ed a buon mercato;

2. **Semina con fiorume:** i semi risultano particolarmente idonei ai terreni da rinverdire, poiché provenienti dalla fienagione di prati stabili naturali della zona. La principale difficoltà è derivata dal reperimento del volume di fieno necessario per produrre la quantità di semi sufficienti per il rinverdimento;

3. **Semina con coltre protettiva con paglia e bitume:** è un metodo particolarmente efficace per difficili condizioni del terreno e per stazioni ostili alla vegetazione. Ad eccezione della bitumazione, tutte le altre operazioni possono essere eseguite a mano. Non deve essere impiegata su scarpate esposte ad intenso e prolungato irraggiamento solare. Questa tecnica è anche conosciuta con il nome di "nero-verde" ed è stata brevettata dal Prof. H.M.Schiechl;

4. **Idrosemia:** di facile applicazione in quanto la miscela è costituita da seme fertilizzante e collante. La composizione della miscela varia in funzione delle caratteristiche pedologiche, microclimatiche e di esposizione dell'area di intervento. L'irrorazione crea un letto di germinazione idoneo per varie tipologie di terreno;

5. **Idrosemia a spessore:** è un'idrosemia ricca di materiale organico e mulch di fibra di legno, per cui risulta adatta alle situazioni in cui il substrato è particolarmente povero, sassoso o roccioso. In condizioni di forte pendenza o sulle terre rinforzate, si miscela della paglia tritata da aggiungere all'ultimo passaggio per la formazione di una copertura che dovrà avere uno spessore variabile da 2 a 4 cm a seconda della quantità di materiale organico;

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

### Materiali impiegati

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

1. **Semina a spaglio:** per colture preparatorie si utilizzano leguminose e graminacee in miscugli variabili in funzione delle caratteristiche della stazione nella quantità di 30 ÷ 60 gr/m<sup>2</sup>;

2. **Semina con fiorume:** sementi provenienti dalla fienagione di aree limitrofe nella quantità minima di 30 ÷ 60 gr/m<sup>2</sup>;
3. **Semina con coltre protettiva con paglia e bitume:** sementi di foraggiere e di piante rustiche nella quantità di 30 ÷ 40 gr/m<sup>2</sup>, paglia di cereali o di fieno 0,3 ÷ 1 Kg/m<sup>2</sup>, concime minerale o organico 50 ÷ 150 gr/m<sup>2</sup>, emulsione idrobituminosa stabile 700 gr/m<sup>2</sup> per il fissaggio della paglia e dei semi;
4. **Idrosemina:** sementi di foraggiere e di piante rustiche nella quantità di 30 ÷ 40 gr/m<sup>2</sup>, concime minerale o organico 50 ÷ 150 gr/m<sup>2</sup>, collanti 80 ÷ 100 gr/m<sup>2</sup>, sostanze miglioratrici del terreno, quali argilla, torba, ecc., fitoregolatori atti a stimolare la radicazione ed acqua in quantità sufficiente a fungere da veicolo per l'irrorazione;
5. **Idrosemina a spessore:** sementi di foraggiere e di piante rustiche nella quantità di 30 gr/m<sup>2</sup>, mulch – fibra organica di paglia, torba, sfarinati ecc. – nella quantità di 200 ÷ 500 gr/ m<sup>2</sup>, collante in quantità idonea, concime organico e/o inorganico in quantità idonea e acqua;
6. **Semina a strato con terriccio:** terriccio a matrice sabbiosa, fibra organica, ritentori idrici, concime organico e/o inorganico, collanti e miscuglio di sementi foraggiere e di piante rustiche nella quantità minima di 50 gr/ m<sup>2</sup>.

### **MODALITÀ DI ESECUZIONE**

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

#### **Interventi collegati**

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

#### **Periodo di intervento**

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

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

Adacquamento, concimazione e sfalcio, se ritenuti essenziali.





COMUNE DI PLESIO

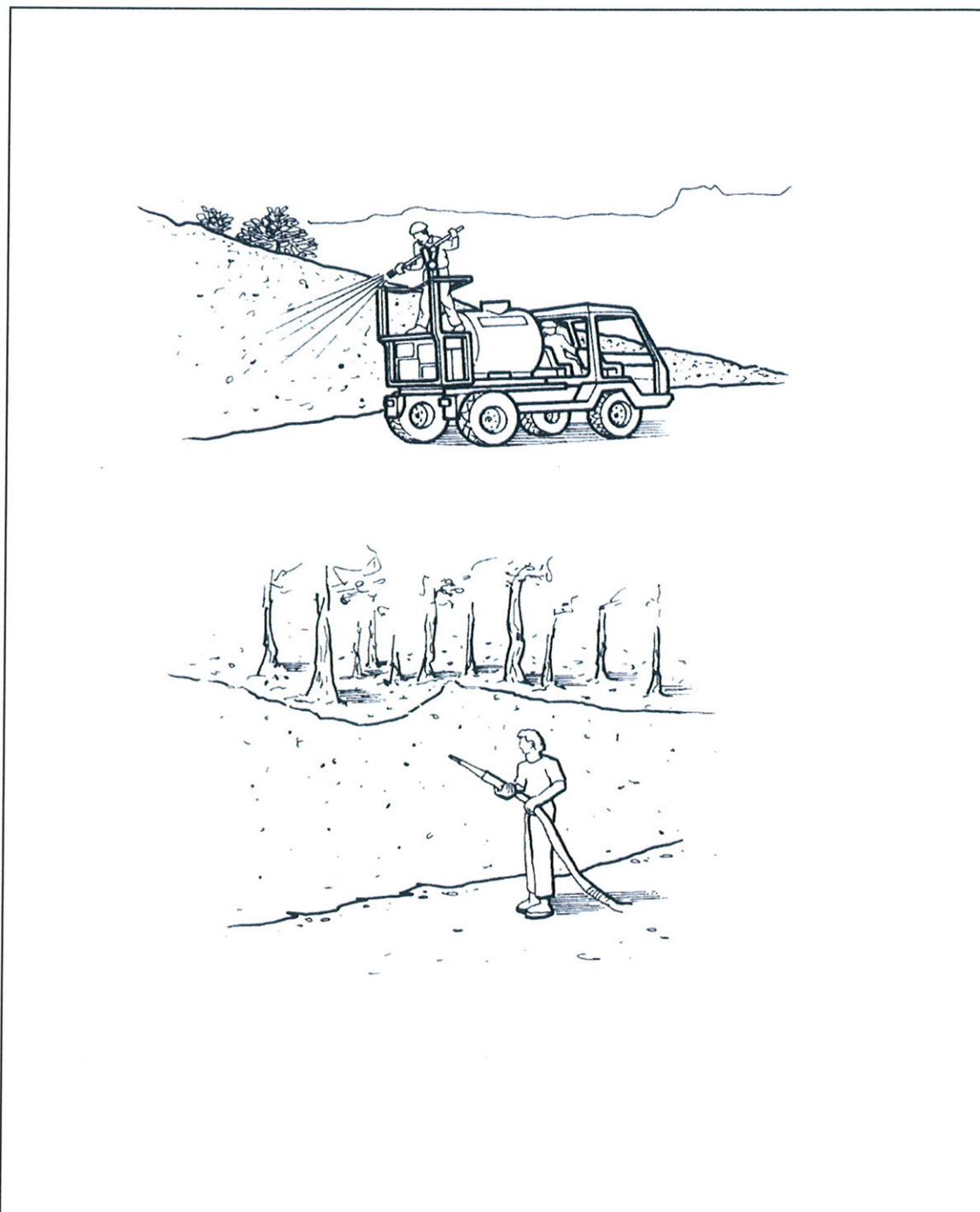
PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

SEMINE

Fig. 1





## **TIPOLOGIA DI INTERVENTO PLANTUMAZIONI**

### **DESCRIZIONE DELL'OPERA E FUNZIONI PRINCIPALI**

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

### **CAMPI DI APPLICAZIONE**

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

### **FATTIBILITÀ**

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

### **MATERIALI IMPIEGATI**

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

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

Materiali vari: terricci, concimi, idroritettori, pacciamanti.

### **MODALITÀ DI ESECUZIONE**

Negli interventi di ingegneria naturalistica si usa prevalentemente la tecnica di impianto in buche strettamente legate alle dimensioni dell'apparato radicale delle piantine e alla natura del suolo. L'operazione di scavo si esegue a mano con pale o con piccole trivelle. Il materiale detritico di scavo va conservato per le operazioni successive: drenaggi, riempimenti ecc. Si pone quindi la piantina all'interno della buca, avendo cura di non danneggiarne le radici, se esse sono nude, o eliminando i contenitori non biodegradabili per le fitocelle.

La buca viene riempita con il materiale accantonato in fase di scavo, fino al colletto della pianta, provvedendo al compattamento del terreno; per verificare la corretta messa a dimora della piantina la stessa dovrà opporre una certa resistenza all'estrazione (Fig. 1).

### **MODALITÀ DI ESECUZIONE**

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

## **INTERVENTI COLLEGATI**

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

## **PERIODO DI INTERVENTO**

In presenza di piantine con radici nude si opera solo nel periodo di riposo vegetativo.

Per gli elementi in zolla, contenitore o fitocella, il trapianto può essere fatto anche in altri periodi, evitando quelli aridi estivi o di gelo invernale.

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

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

Potature mirate. Irrigazione di sostegno (se necessaria).



# COMUNE DI PLESIO

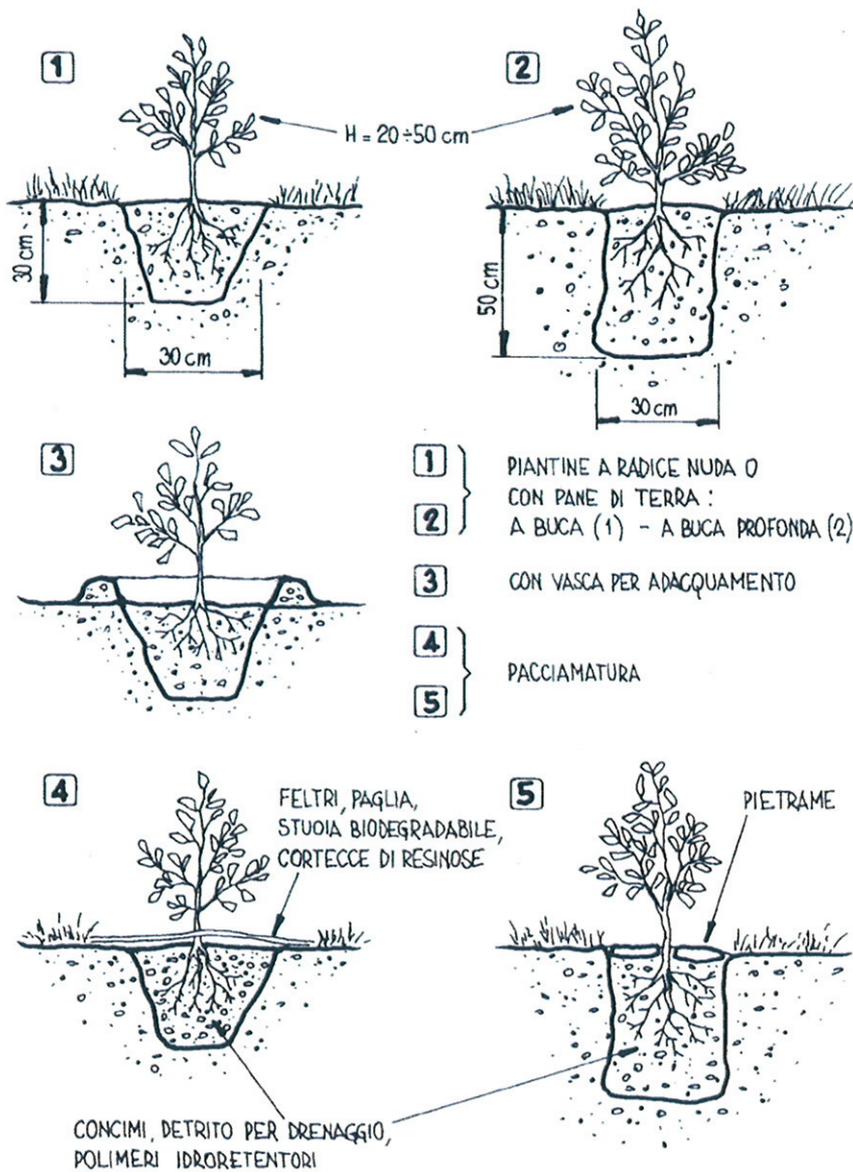
PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

PIANTUMAZIONI

Fig. 1





## TIPOLOGIA DI INTERVENTO RINVERDIMENTI

### DESCRIZIONE DELL'OPERA E FUNZIONI PRINCIPALI

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

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

### CAMPI DI APPLICAZIONE

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

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

### FATTIBILITÀ

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

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

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

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

### MATERIALI IMPIEGATI

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

### MODALITÀ DI ESECUZIONE

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

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

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

### **INTERVENTI COLLEGATI**

Dipendono dalla tipologia di intervento antropico da mitigare:

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

### **PERIODO DI INTERVENTO**

Sarebbe meglio eseguire questi interventi nel periodo di riposo vegetativo.

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

### **MANUTENZIONE E DURATA DELL'OPERA**

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

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

## TIPOLOGIA DI INTERVENTO RETI/STUOIE

### DESCRIZIONE DELL'OPERA E FUNZIONI PRINCIPALI

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

L'opera consiste nel posizionamento e fissaggio di un elemento antierosivo bidimensionale o tridimensionale naturale, sintetico, misto o metallico su di una scarpata allo scopo di impedire l'erosione dovuta all'impatto delle gocce di pioggia, al ruscellamento ed ai piccoli scivolamenti superficiali del terreno. I materiali a base naturale in genere hanno anche la capacità di trattenere acqua e di schermare i raggi del sole e fornire materiale organico alle piante decomponendosi. All'elemento steso sul pendio e fissato al terreno con dei picchetti, viene associata un'operazione di semina o idrosemina al fine di consolidare e proteggere le superfici instabili ed incoerenti per contenere eventuali distacchi di piccole coltri superficiali.

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

### CAMPI DI APPLICAZIONE

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

### FATTIBILITÀ

Ampio ventaglio di campi di utilizzazione.

### MATERIALI IMPIEGATI

- biofiltro in paglia (biostuoia);
- biofiltro in cocco;
- biofiltro in cocco e paglia;
- biofiltro in fibre miste;
- biofiltro in trucioli di legno;
- stuoia biodegradabile di cocco;
- georete biodegradabile di cocco;
- geostuoia tridimensionale biodegradabile di cocco;
- geostuoia tridimensionale in materiale sintetico;
- geostuoia tridimensionale in materiale sintetico bitumata in opera a freddo;
- geostuoia tridimensionale in materiale sintetico prebitumata industrialmente a caldo;

### MATERIALI IMPIEGATI

- geocelle a nido d'ape in materiale sintetico;
- rete metallica a doppia torsione;
- rivestimento vegetativo in rete metallica a doppia torsione zincata e biofiltri;
- rivestimento vegetativo in rete metallica a doppia torsione zincata e biofiltri;
- rivestimento vegetativo in rete metallica a doppia torsione zincata con georete e biofiltri;
- rivestimento vegetativo in materasso in rete metallica a doppia torsione zincata e diaframmi con "nontessuto", terriccio e biofiltro o geostuoia tridimensionale;
- rivestimento vegetativo a tasche in rete zincata e "nontessuto" o geostuoia

sintetica;

- rivestimento in griglia metallica ancorata, geotessuto e terriccio.

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

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

### **MODALITÀ DI ESECUZIONE**

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

### **INTERVENTI COLLEGATI**

Scoronamento;disgaggio;rimodellamento del pendio;canalette in terra inerbite;semina o idrosemina.

### **PERIODO DI INTERVENTO**

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

### **MANUTENZIONE E DURATA DELL'OPERA**

- concimazione;
- irrigazione;

La durata varia in funzione del tipo di elemento utilizzato.



# COMUNE DI PLESIO

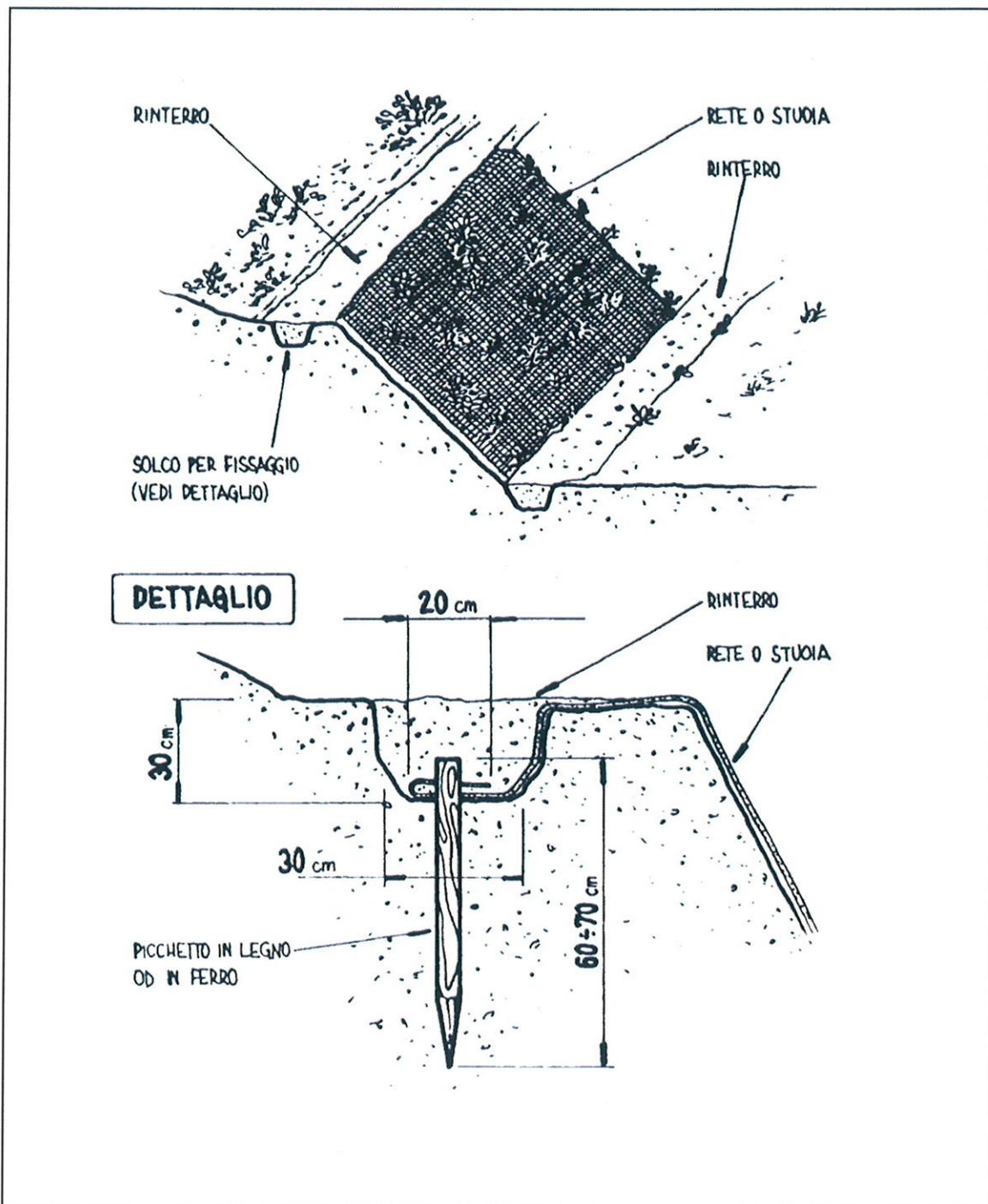
PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

RETI / STUOIE

Fig. 1





COMUNE DI PLESIO

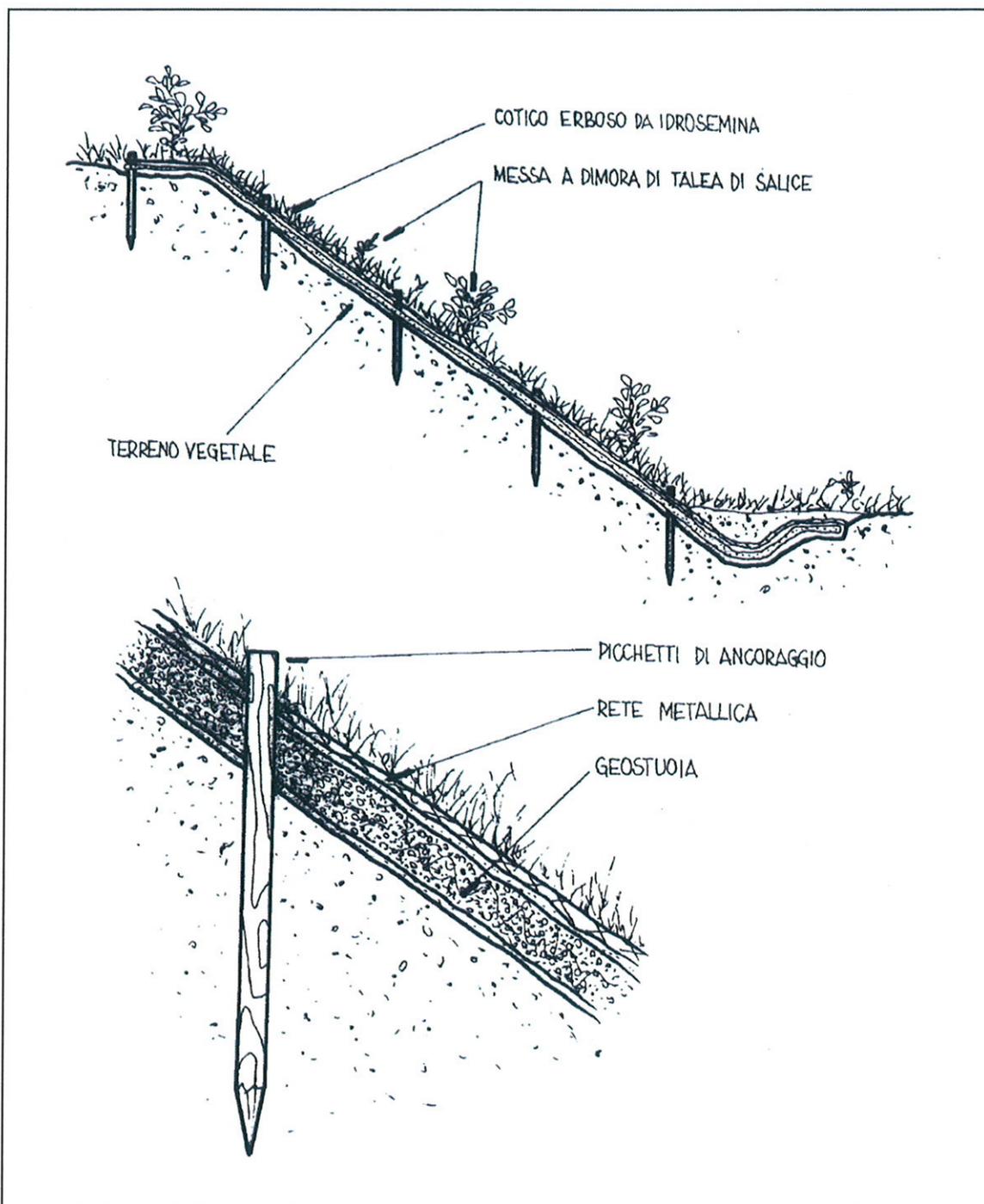
PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

RETI / STUOIE

Fig. 2





COMUNE DI PLESIO

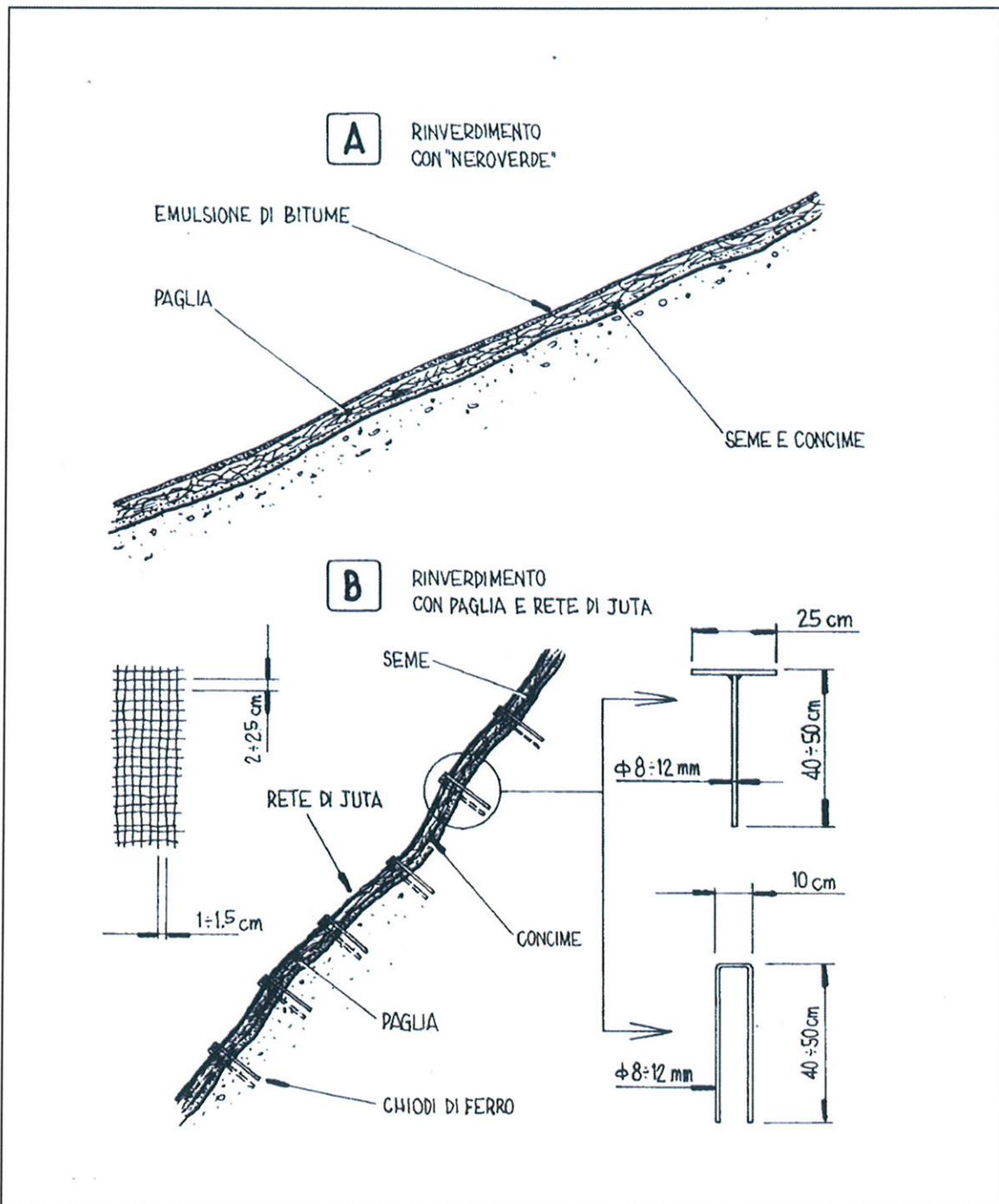
PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

RETI / STUOIE

Fig. 3





# COMUNE DI PLESIO

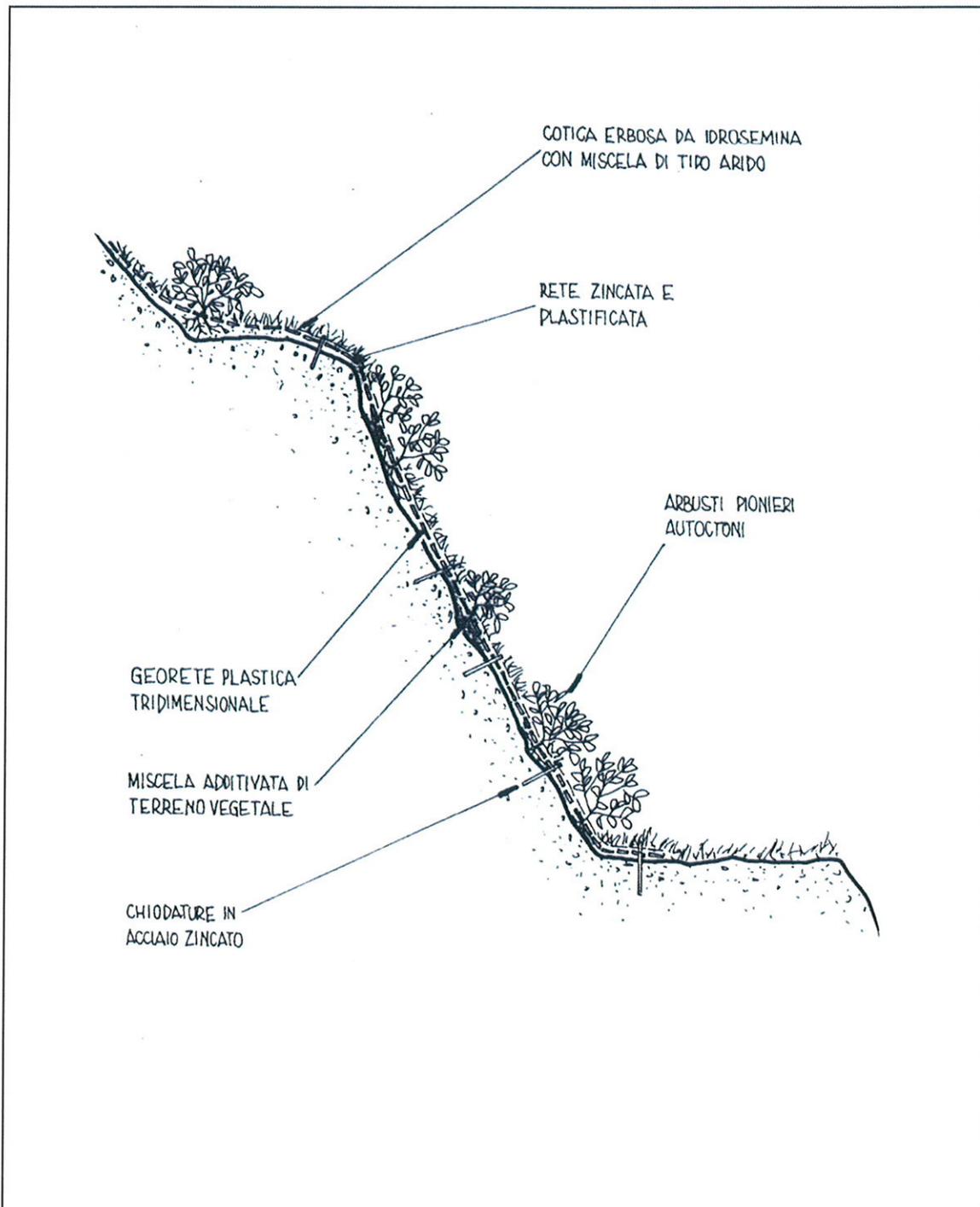
PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

RETI / STUOIE

Fig. 4





# COMUNE DI PLESIO

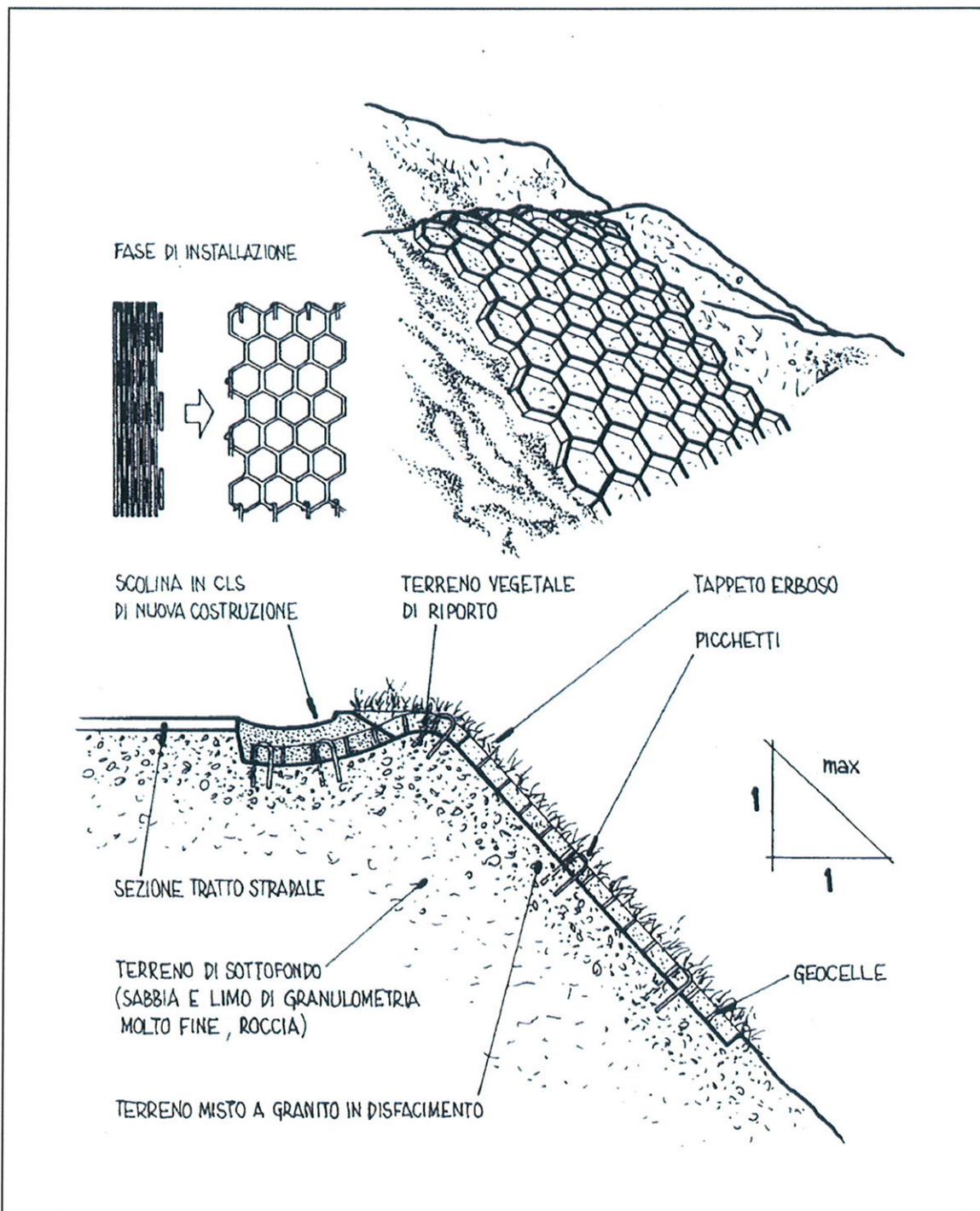
PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

RETI / STUOIE

Fig. 5





## TIPOLOGIA DI INTERVENTO GRADONATE VIVE

### DESCRIZIONE DELL'OPERA E FUNZIONI PRINCIPALI

E' un'opera che prevede la realizzazione di banchine orizzontali o suborizzontali, costituite da uno scavo inclinato a reggipoggio di circa  $5 \div 10^\circ$ , nel quale viene posto a dimora materiale vegetale vivo. Ha una funzione di stabilizzazione di tipo meccanico del pendio ed inoltre interrompe il deflusso superficiale delle acque meteoriche. L'impiego di alcune specie vegetali (salici, frassini ecc..) favorisce la diminuzione del contenuto d'acqua nel terreno rendendolo più stabile.

Normalmente vengono realizzate tre diverse tipologie di gradonate:

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

### CAMPI DI APPLICAZIONE

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

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

### FATTIBILITÀ

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

### MATERIALI IMPIEGATI

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

## **MODALITÀ DI ESECUZIONE**

Lungo le curve di livello vengono scavate delle banchine di profondità compresa tra 50 e 100 cm, con una contropendenza di circa 10°. Alla base della trincea viene disposto un letto di talee a pettine (gradonate con talee), che vengono interrate per  $\frac{3}{4}$  della loro lunghezza; in alternativa si possono mettere a dimora piantine di 2 ÷ 3 anni (gradonata con piantine) oppure talee e piantine contemporaneamente (gradonata mista con talee e piantine) (Fig. 4 e 5).

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

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

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

## **INTERVENTI COLLEGATI**

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

## **PERIODO DI INTERVENTO**

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

## **MANUTENZIONE E DURATA DELL'OPERA**

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



# COMUNE DI PLESIO

PROVINCIA DI COMO

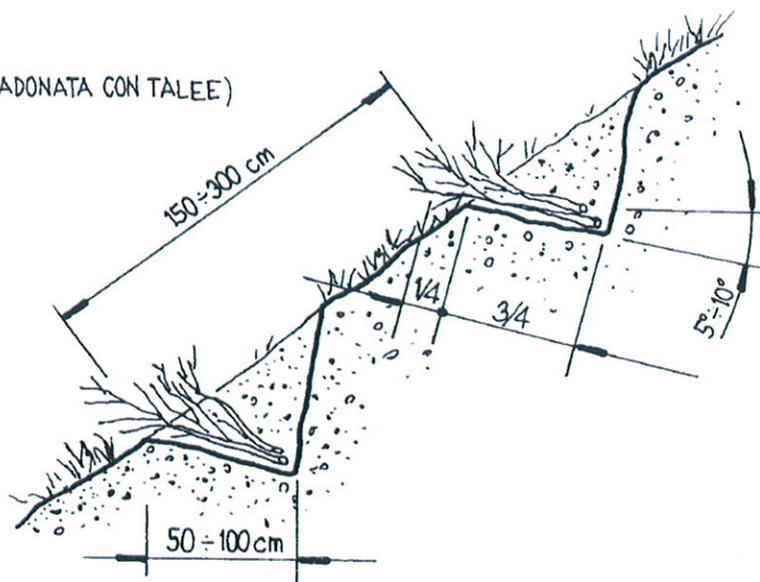


PARTE SPECIALE

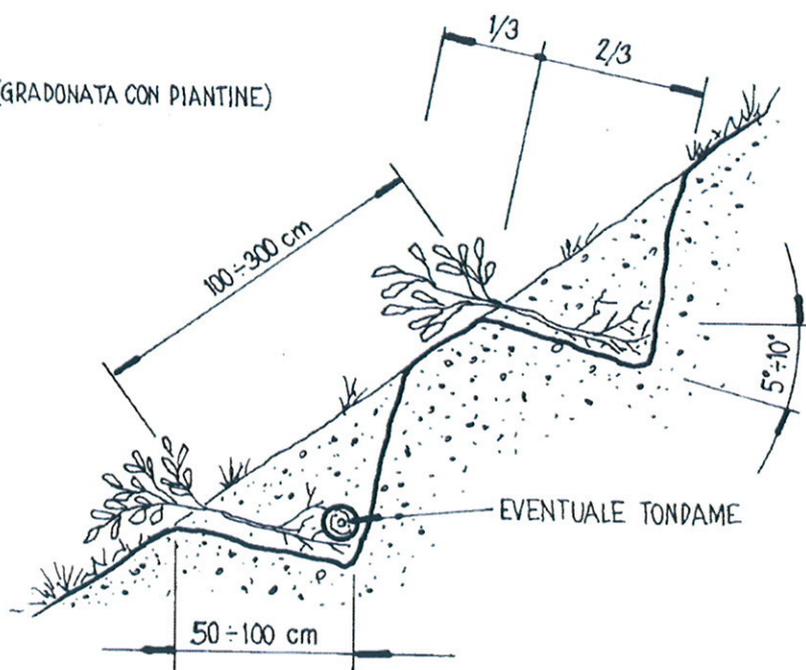
GRADONATE VIVE

Fig. 1

**A** (GRADONATA CON TALEE)



**B** (GRADONATA CON PIANTINE)





COMUNE DI PLESIO

PROVINCIA DI COMO



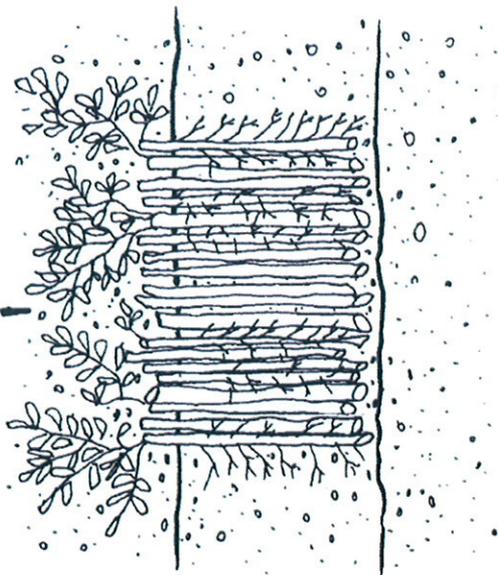
PARTE SPECIALE

GRADONATE VIVE

Fig. 2

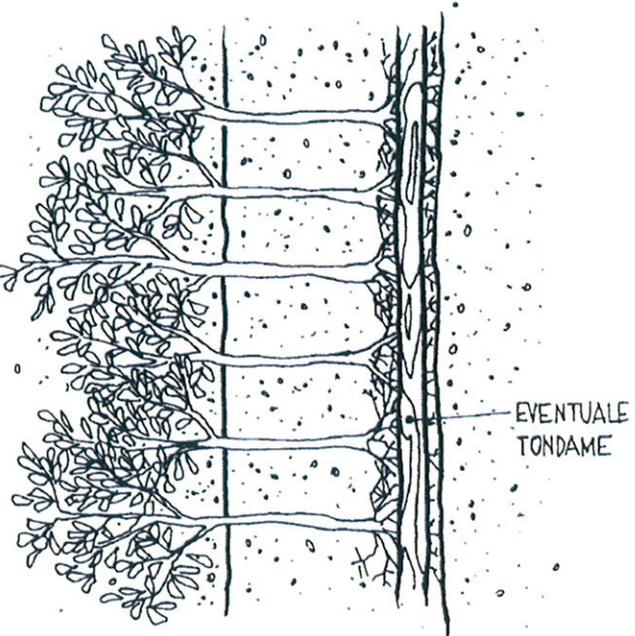
GRADONATA CON TALEE  
(PIANTA)

10 ÷ 15 TALEE/m



GRADONATA CON PIANTINE  
(PIANTA)

4 ÷ 5 PIANTINE/m





# COMUNE DI PLESIO

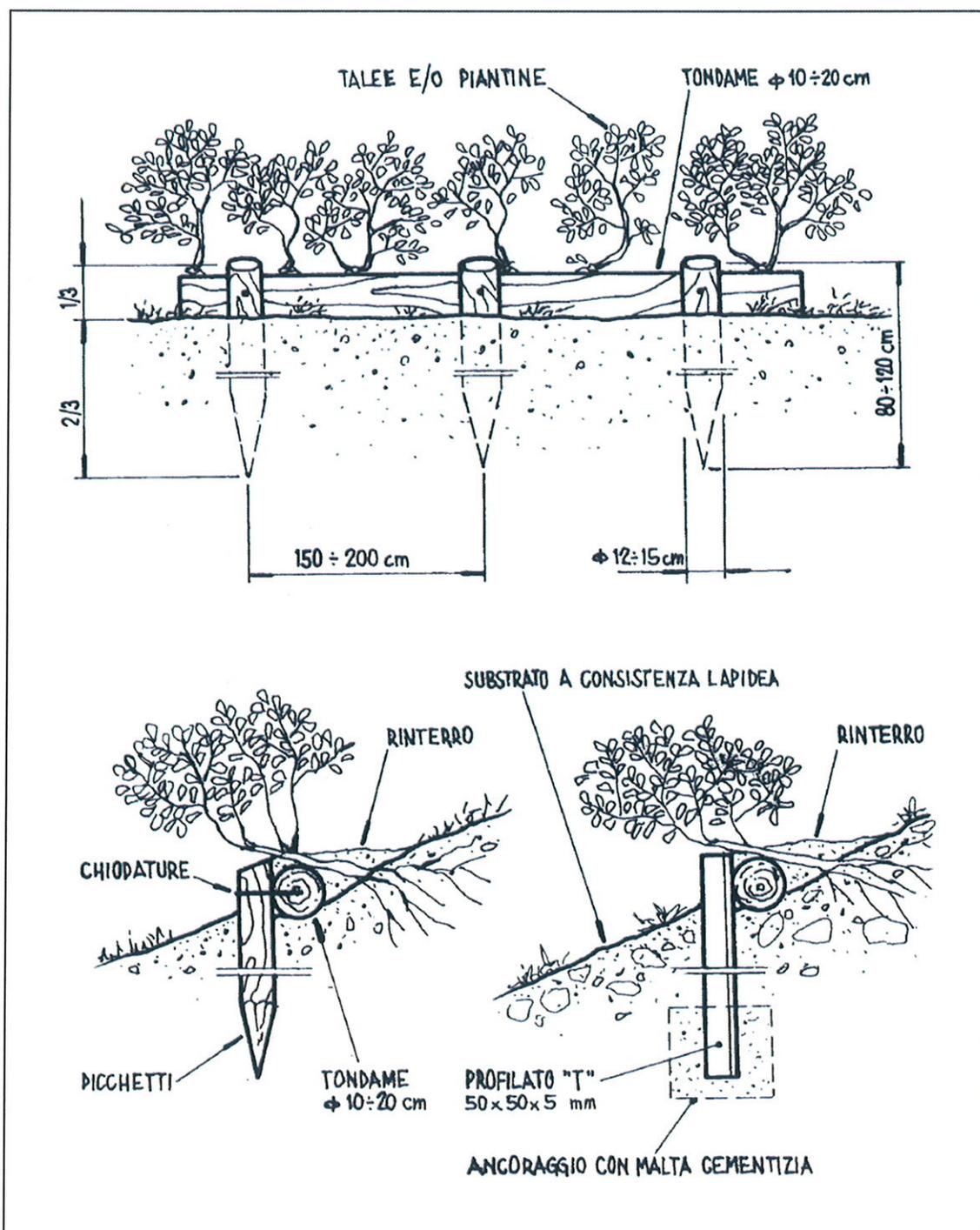
PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

GRADONATE VIVE

Fig. 3





COMUNE DI PLESIO

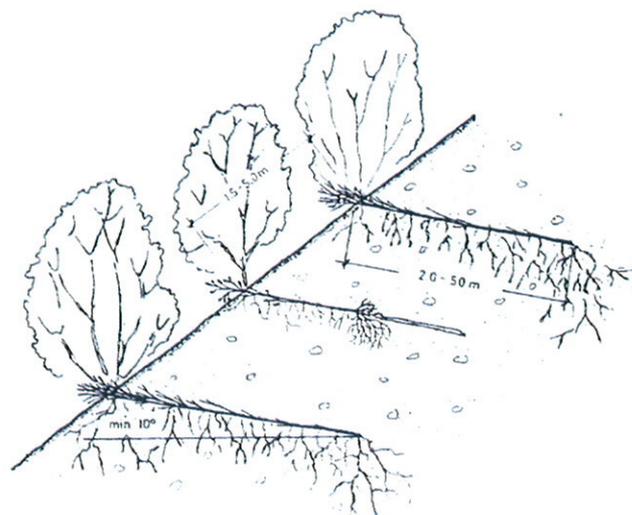
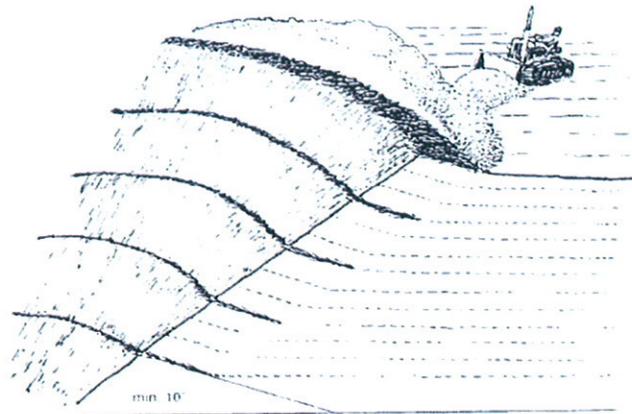
PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

GRADONATE VIVE

Fig. 4





COMUNE DI PLESIO

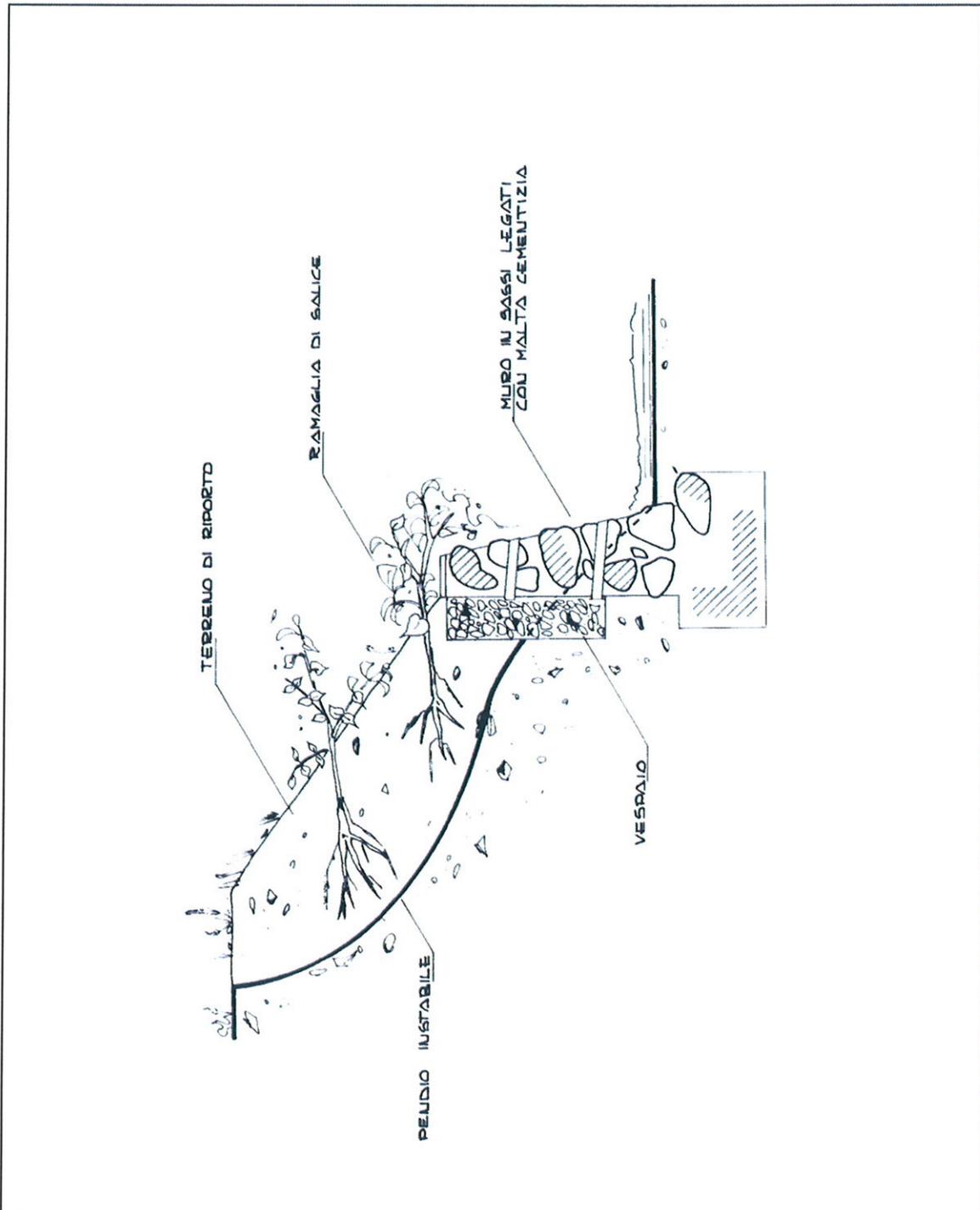
PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

GRADONATE VIVE

Fig. 5





## TIPOLOGIA DI INTERVENTO CORDONATE VIVE

### DESCRIZIONE DELL'OPERA E FUNZIONI PRINCIPALI

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

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

Esistono due tipi di cordonate:

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

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

### CAMPI DI APPLICAZIONE

Utile per la stabilizzazione superficiale di scarpate naturali e artificiali, di rilevati e accumuli di materiale sciolto, di zone in erosione, di terreni con la marcata tendenza allo smottamento. Adatta anche in condizioni pedologiche difficili, poiché migliora la struttura del suolo ed aumenta l'apporto di sostanza organica; migliora anche il drenaggio in terreni umidi, argillosi o marnosi.

### FATTIBILITÀ

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

### MATERIALI IMPIEGATI

**Cordonata secondo Couturier:**

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

**Cordonata secondo Praxl:**

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

### MODALITÀ DI ESECUZIONE

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

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

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

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

Nella variante con piloti, lo stangame longitudinale viene fissato con i piloti di ferro o legno, che vengono infissi nel terreno per almeno 80÷120 cm (Fig. 3).

### **INTERVENTI COLLEGATI**

Tecniche di stabilizzazione del pendio.

### **PERIODO DI INTERVENTO**

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

### **MANUTENZIONE E DURATA DELL'OPERA**

Sfalcio ed interventi sulle fallanze.

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



# COMUNE DI PLESIO

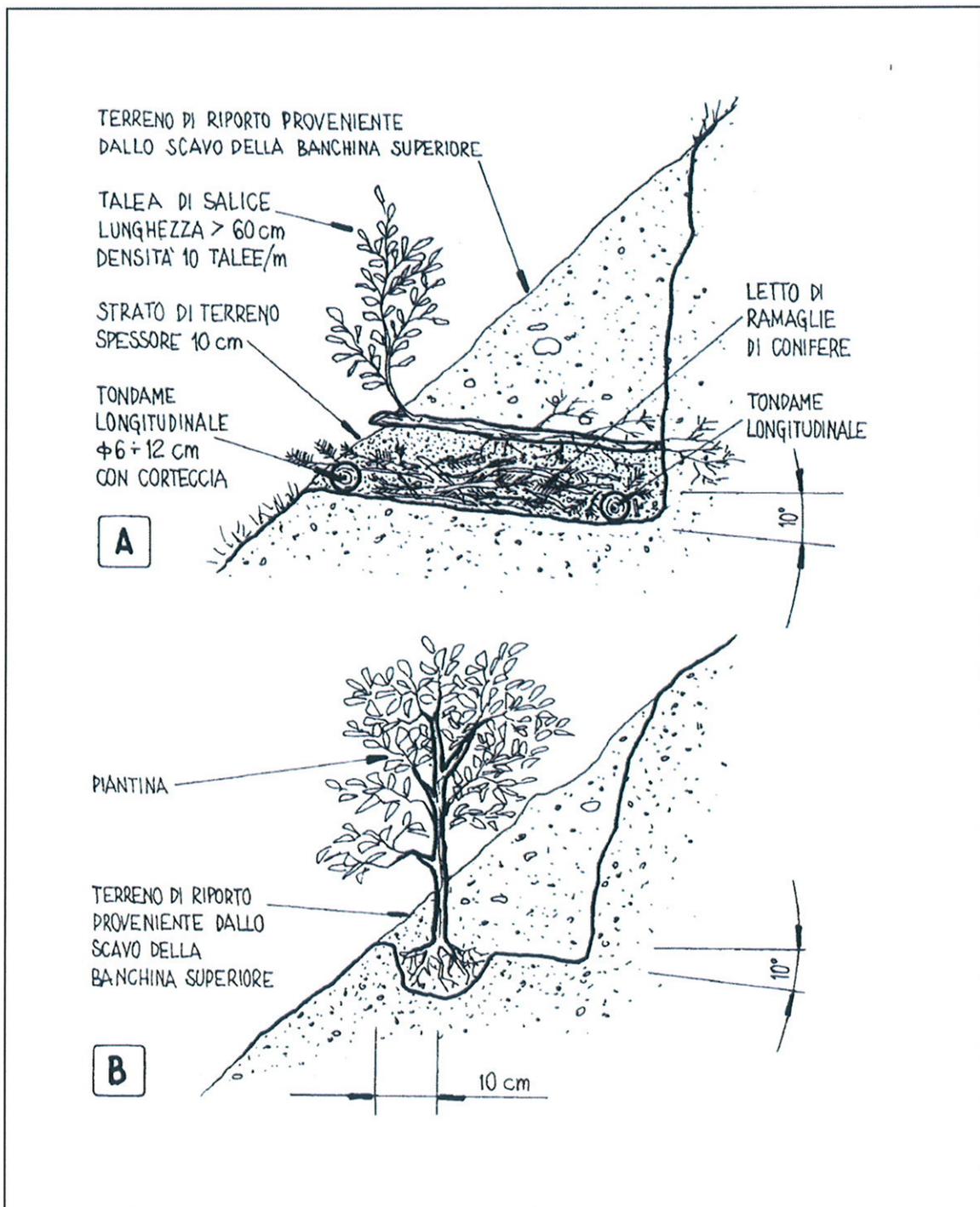
PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

CORDONATE VIVE

Fig. 1





COMUNE DI PLESIO

PROVINCIA DI COMO

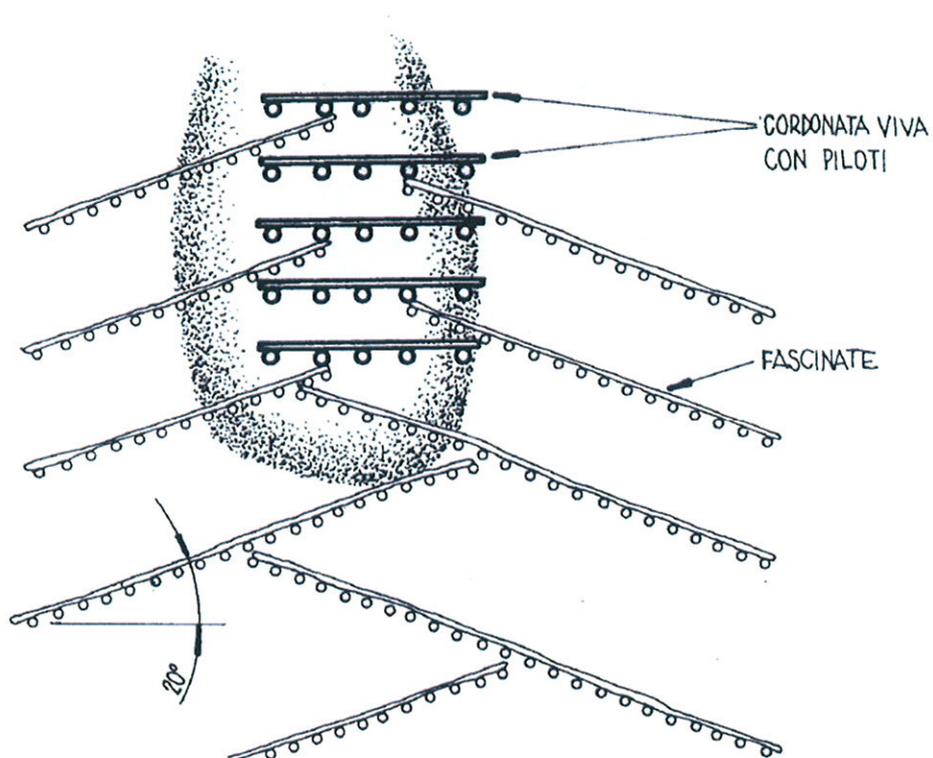


PARTE SPECIALE

CORDONATE VIVE

Fig. 2

SCHEMA





COMUNE DI PLESIO

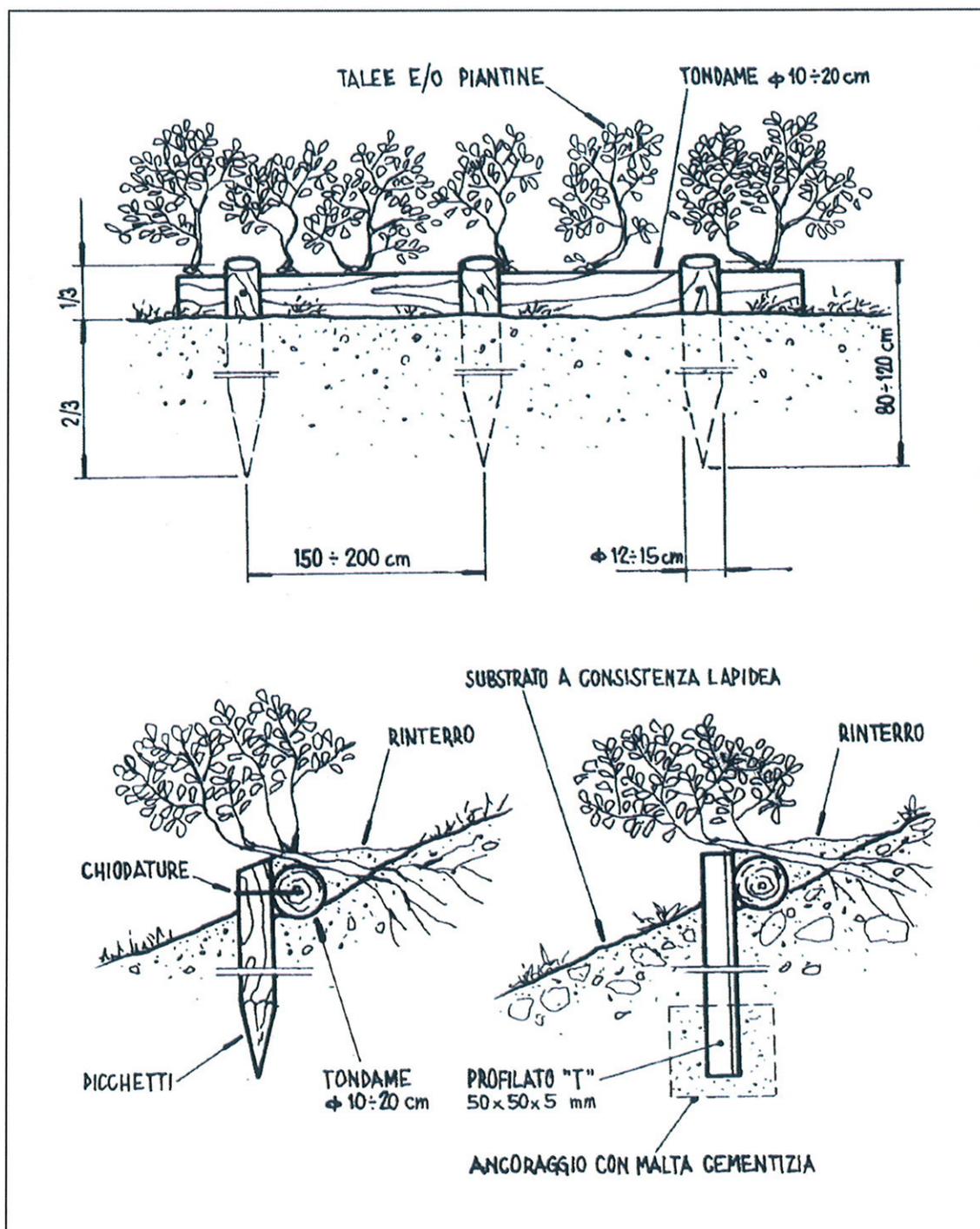
PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

CORDONATE VIVE

Fig. 3





## **TIPOLOGIA DI INTERVENTO PALIFICATE VIVE**

### **DESCRIZIONE DELL'OPERA E FUNZIONI PRINCIPALI**

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

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

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

### **CAMPI DI APPLICAZIONE**

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

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

### **FATTIBILITÀ**

Semplice realizzazione e rapido consolidamento dell'area interessata. L'effetto stabilizzante della struttura in legno, una volta marcita, sarà sostituito dallo sviluppo dell'apparato radicale. L'altezza di una palificata a parete semplice è in genere modesta (1 ÷ 1,5 m); per altezze maggiori si usano palificate a parete doppia. Queste ultime, se costituiscono opere con funzione permanente, non devono superare i 2 ÷ 2,5 m di altezza, poiché la capacità consolidante delle piante si limita a 2 ÷ 3 m di profondità.

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

### **MATERIALI IMPIEGATI**

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

### **MODALITÀ DI ESECUZIONE**

Si realizza dapprima il piano di posa, a reggipoggio con inclinazione di circa 10° verso monte. Si posa quindi la prima fila di legname parallelamente al pendio (corrente), controllandone il posizionamento in bolla e realizzando gli appoggi e i fissaggi con tondini in ferro tra legni successivi. Si posa in seguito la seconda fila di tondame in senso ortogonale alla prima (trasverso), fissandola alla sottostante tramite tondini in ferro.

## **MODALITÀ DI ESECUZIONE**

Nel caso della palificata a parete semplice si mette in opera una sola fila orizzontale esterna di "correnti" ed i "traversi" sono appuntiti ed infissi nel pendio; nel caso della palificata a parete doppia si posano due file di "correnti", all'interno ed all'esterno dello scavo, mentre i "traversi" sono privi di punta.

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

Gli strati successivi di legname vengono messi in posto ripetendo lo schema su descritto, posizionando però i diversi ordini di correnti in posizione più arretrata rispetto al sottostante, in modo da conferire al fronte una inclinazione di 20+30° per garantire la migliore crescita delle piante. I diversi ordini di legname trasverso devono essere collocati in posizione sfalsata tra di loro. Il posizionamento sfalsato dei traversi è a favore della stabilità. Una volta messi in opera 2 o 4 ordini di legname si procede al riempimento della struttura con inerti, provenienti dallo scavo, e terreno vegetale, opportunamente compattato. Le talee vengono messe in posto negli interstizi tra i tondami orizzontali, generalmente in posizione coricata; esse devono sporgere di ca. 25 cm dal fronte della palificata e raggiungere il terreno naturale nella parte posteriore della struttura (Fig. 2). Nel caso in cui quest'opera venga utilizzata come difesa spondale, è opportuno porre una fila di massi al piede della palificata, al contatto con l'acqua ed ulteriormente fissati con piloti in legno o in profilato metallico di lunghezza di 2 m, infissi nel fondo per almeno  $\frac{3}{4}$  della lunghezza. Gli interstizi tra i tondami vengono riempiti con sassi e terreno vegetale (Fig. 3 e 4).

Drenaggio: poiché il piano di posa viene fatto a reggipoggio, in alcuni casi è opportuno evitare che le acque si accumulino lungo di esso, appesantendo il terreno sottostante.

In tal caso si consigliano elementi drenanti longitudinali, posti alla quota più bassa sul retro del piano di posa, collegati con elementi ortogonali con pendenza verso valle.

Generalmente non si usano filtri in geotessile; qualora fosse strettamente necessario bisogna perforarli, infiggendo le talee nel terreno retrostante al fine di consentire lo sviluppo dell'apparato radicale.

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

## **INTERVENTI COLLEGATI**

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

## **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.

## **MANUTENZIONE E DURATA DELL'OPERA**

Nel corso del primo anno si consiglia una sorveglianza costante per evitare lo scalzamento dell'opera. Se si verifica una forte crescita è utile eseguire il taglio delle piante a livello del terreno, in modo da favorire la formazione delle radici.

La durata dell'opera dipende dal tipo di legname utilizzato per realizzare la struttura: se si usa legname di larice la durata è di 20+40 anni, mentre è maggiore per legname di castagno.



# COMUNE DI PLESIO

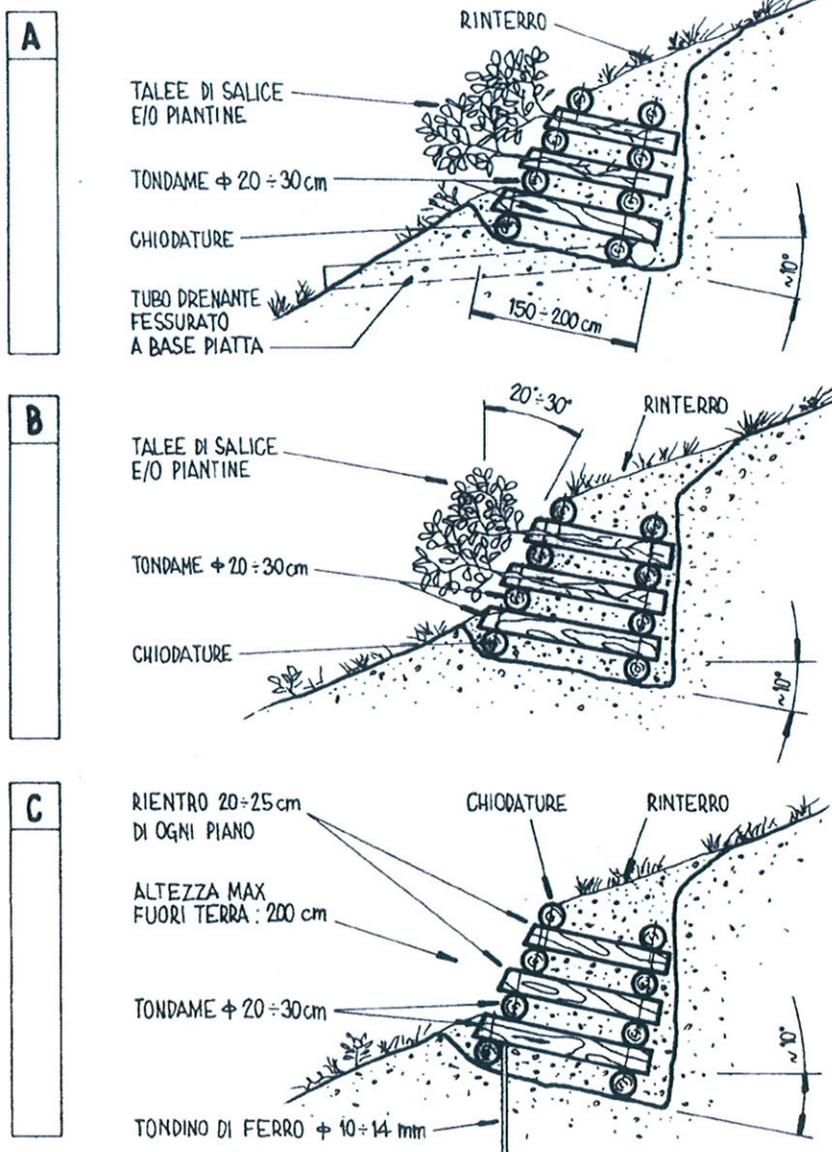
PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

PALIFICATE VIVE

Fig. 1





# COMUNE DI PLESIO

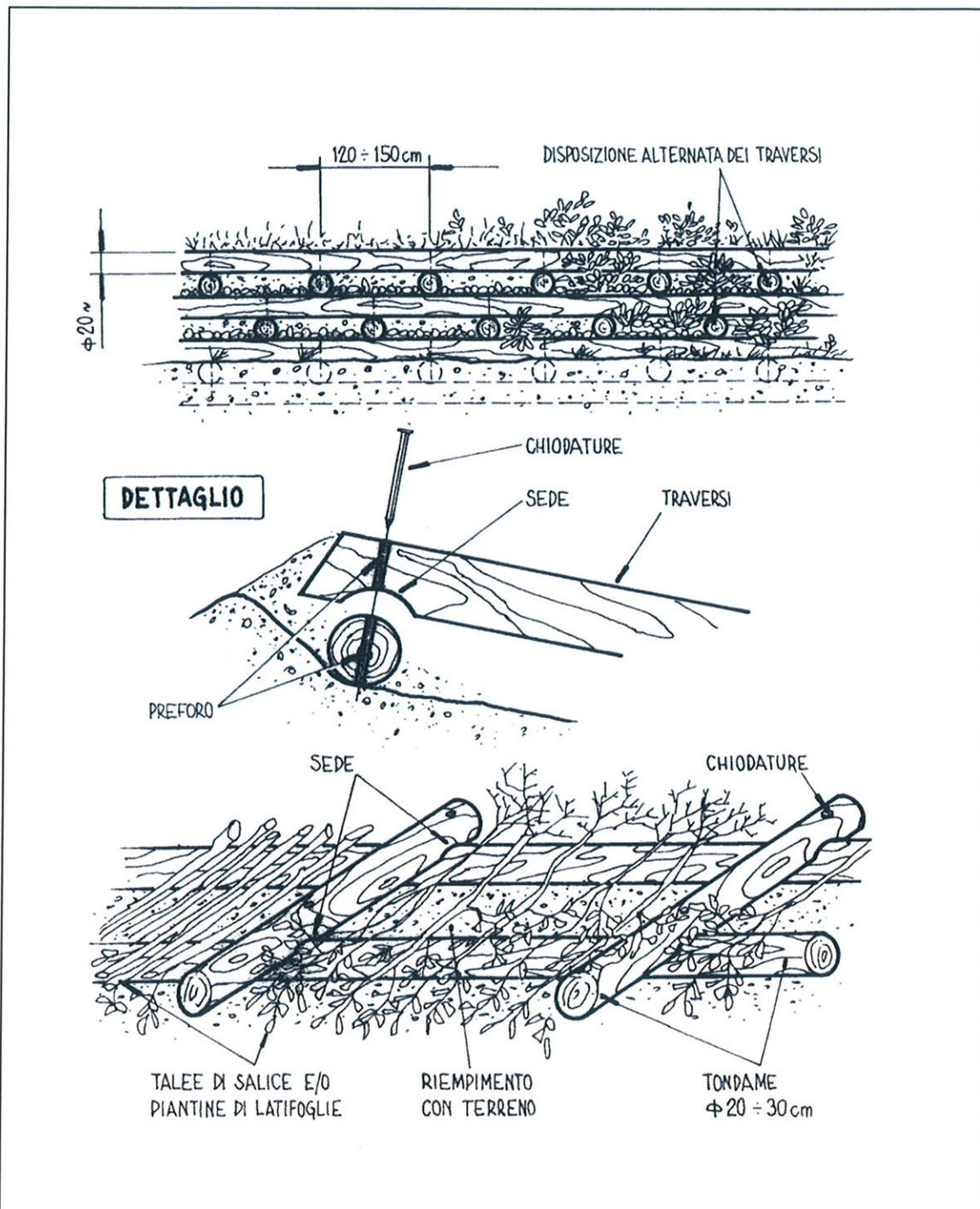
PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

PALIFICATE VIVE

Fig. 2





COMUNE DI PLESIO

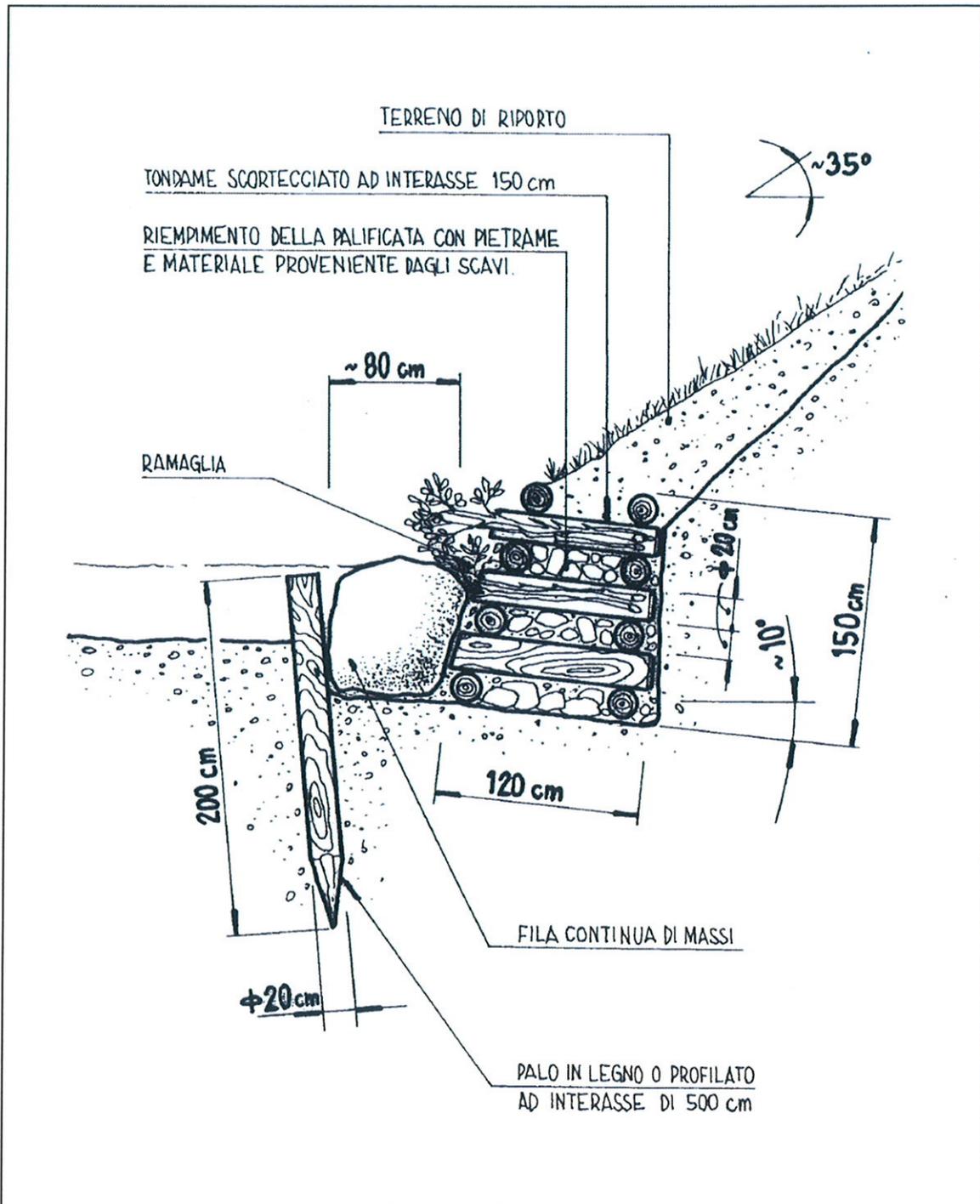
PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

PALIFICATE VIVE

Fig. 3





COMUNE DI PLESIO

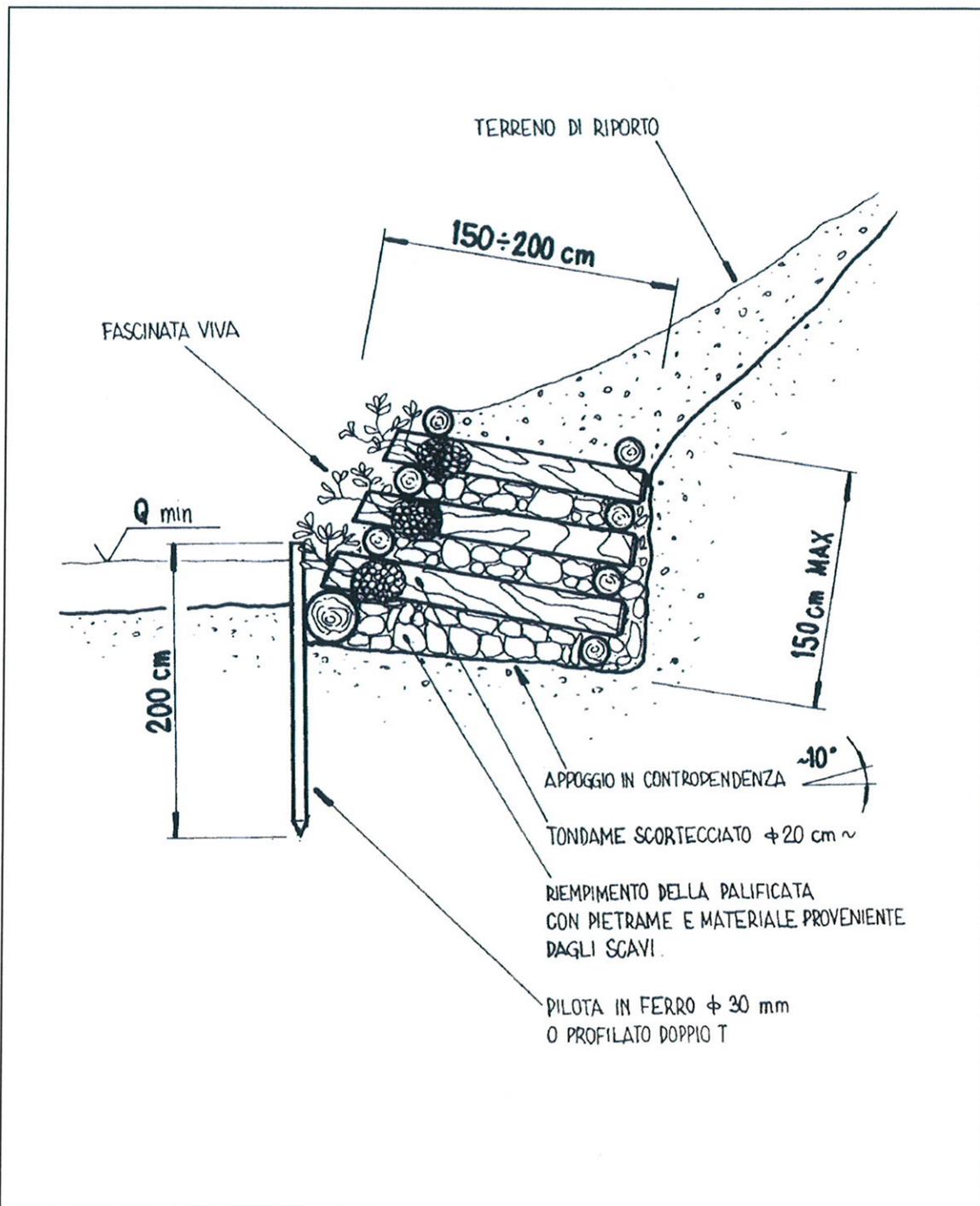
PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

PALIFICATE VIVE

Fig. 4



## **TIPOLOGIA DI INTERVENTO CANALETTE IN LEGNAME E PIETRAMI**

### **DESCRIZIONE DELL'OPERA E FUNZIONI PRINCIPALI**

L'opera consiste nella realizzazione di canali di ridotte dimensioni per la raccolta delle acque superficiali, con sezione generalmente trapezia utilizzando materiali quali legname e pietrame. Tale intervento, realizzato in modo che il tracciato del canale non sia eccessivamente rettificato, ben si inserisce nell'ambiente naturale senza apportarvi danni di natura estetica ed idraulica (Fig. 1,2, 3 e 4).

Qualora l'opera realizzata sia mista (pietrame e legname) le travature lignee sono poste sia longitudinalmente sia trasversalmente al fosso e costituiscono l'armatura che impedisce lo scalzamento dei sassi posti in opera a secco con funzione di rivestimento del fondo e delle sponde del fosso.

I fossi in pietrame e legname sono degli elementi di regimazione idraulica che possono talvolta essere considerati opere preparatorie e spesso necessarie per favorire l'attecchimento delle specie vegetali utilizzate per il consolidamento del versante.

### **CAMPI DI APPLICAZIONE**

Fenomeni di ruscellamento superficiale.

Regimazione di piccoli corsi d'acqua di natura torrentizia.

Allontanamento delle acque da versanti instabili e corpi di frana.

### **FATTIBILITÀ**

Sono utilizzabili solo in presenza di portate non elevate.

### **MATERIALI IMPIEGATI**

Pali o assi in legname di castagno o larice scortecciati. Qualora la pendenza della canaletta fosse elevata, sul fondo potrà essere posizionato del pietrame spigoloso e sporgente allo scopo di aumentare la scabrezza e quindi diminuire la velocità dell'acqua.

Picchetti: pali scortecciati in legname di castagno, larice o altre resinose, eventualmente trattati a fuoco ( $\varnothing = 10 \div 20$  cm,  $l = 80 \div 200$  cm) con parte inferiore sagomata a punta. In presenza di un terreno a consistenza lapidea in alternativa al palo in legno, potrà essere utilizzato un profilato in acciaio a T 50x50 mm spessore = 5 mm,  $l = 80 \div 200$  cm.

Pali longitudinali: tondame e/o mezzi tronchi scortecciato di castagno, larice o altre resinose con  $\varnothing = 10 \div 20$  cm,  $l = 200 \div 300$  cm.

Filo di ferro zincato  $\varnothing > 2$  mm, chiodi

Pietrame di dimensioni adeguate allo scavo.

### **MODALITÀ DI ESECUZIONE**

- scavo e riprofilatura di forma trapezia;
- infissione dei picchetti nel terreno per almeno 2/3 della lunghezza (al fine di evitarne l'eventuale ribaltamento lungo i lati obliqui), con leggera contropendenza verso monte. I picchetti vanno posti a distanza pari a 150 ÷ 200 cm. Eventualmente si procede con il posizionamento del pietrame sul fondo; si mette in opera il tondame longitudinale appoggiato al fondo chiodandolo ai picchetti, si posiziona quindi il pietrame lungo le sponde. Si prosegue con il posizionamento del tondame longitudinale superiore chiodandolo ai relativi picchetti. L'eventuale irrigidimento della struttura sarà possibile con la messa in opera di un traverso in tondame nella parte sommitale della canaletta;
- è possibile prevedere la costruzione di briglie di salto limitato (30 cm) o di soglie in legname nel caso si volesse proteggere il fondo dall'erosione.

### **INTERVENTI COLLEGATI**

Briglie in legname.

### **PERIODO DI INTERVENTO**

Sempre.

### **MANUTENZIONE E DURATA DELL'OPERA**

Se l'opera è realizzata correttamente con tutti gli accorgimenti descritti essa può durare fino a 30÷40 anni ed oltre, in quanto il legname scortecciato è difficilmente putrescibile, inoltre con il passare degli anni l'opera si stabilizza e ritrova un equilibrio con l'ambiente circostante.



COMUNE DI PLESIO

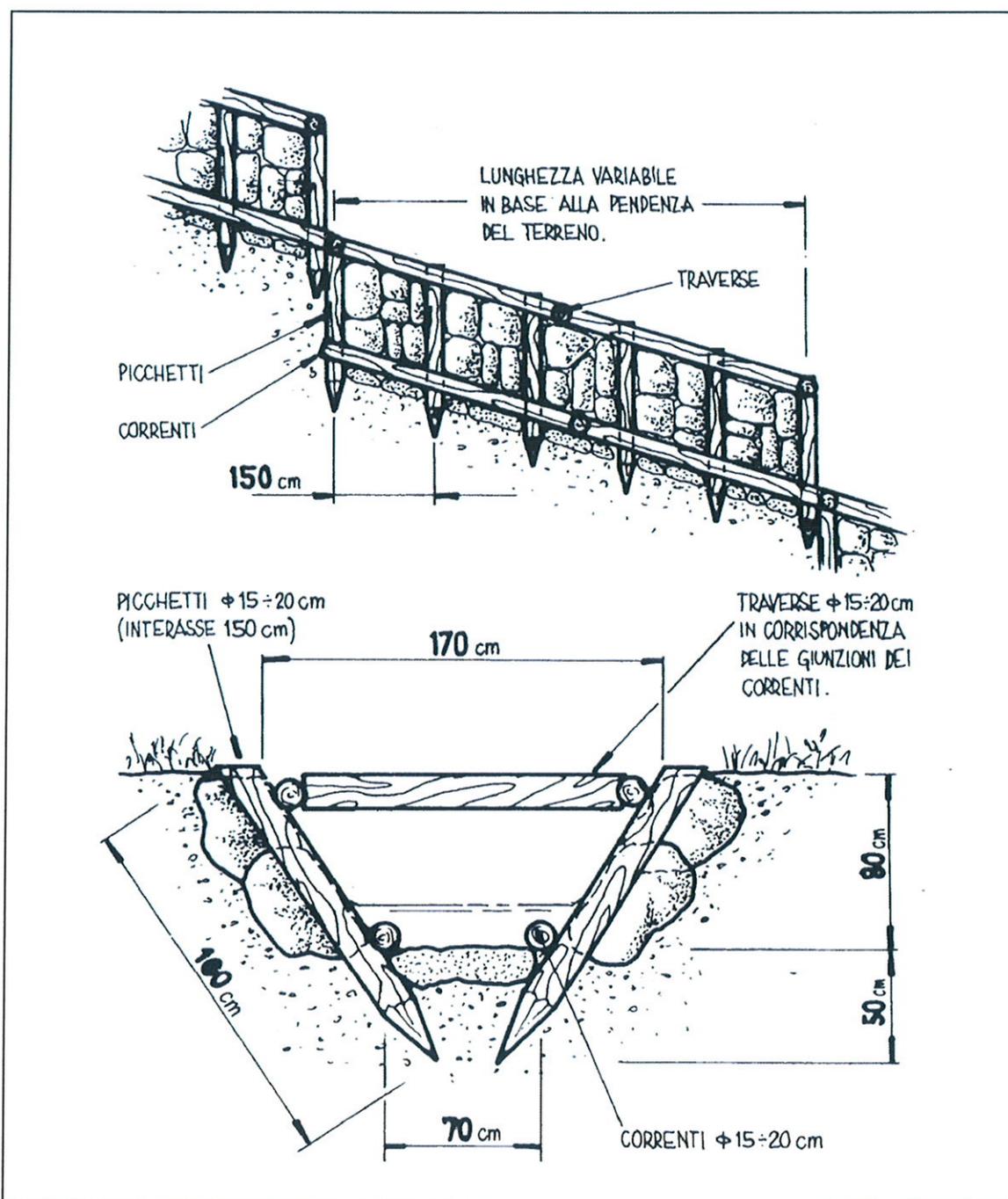
PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

CANALETTE IN  
LEGNAME E PIETrame

Fig. 1





COMUNE DI PLESIO

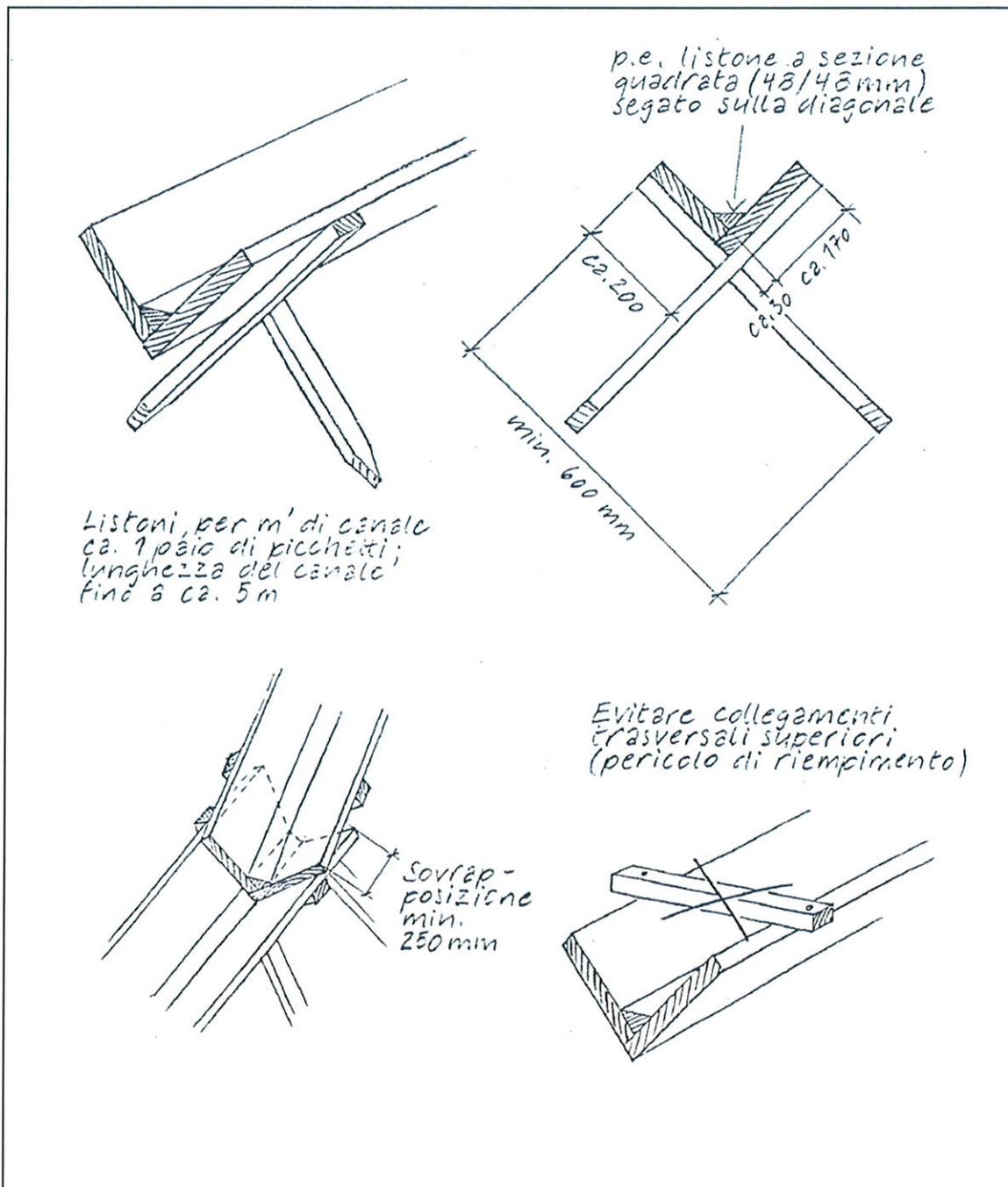
PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

CANALETTE IN  
LEGNAME E PIETRAMME

Fig. 2





COMUNE DI PLESIO

PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

CANALETTE IN  
LEGNAME E PIETrame

Fig. 3





COMUNE DI PLESIO

PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

CANALETTE IN  
LEGNAME E PIETrame

Fig. 4



## **TIPOLOGIA DI INTERVENTO PROTEZIONI DI SPONDA COPERTURE DIFFUSE CON ASTONI**

### **DESCRIZIONE DELL'OPERA E FUNZIONI PRINCIPALI**

L'opera consiste nella realizzazione di un rivestimento di sponda, precedentemente rimodellata, mediante la messa a dimora di astoni con capacità di propagazione vegetativa. Con tale intervento si protegge la superficie del terreno dall'azione delle forze meccaniche (piogge, erosione fluviale, ecc.). Viene inoltre migliorato il bilancio idrico e termico e viene favorito lo sviluppo della vita vegetale nel terreno e nello strato aereo vicino al terreno (Fig. 1).

### **CAMPI DI APPLICAZIONE**

E' una protezione particolarmente efficace della superficie delle scarpate spondali minacciate dall'acqua corrente e dal moto ondoso. Si può intervenire sia nel caso di nuove costruzioni sia per risanamento di rotture spondali.

Allo scopo di fornire maggiore protezione del piede della scarpata si può eventualmente realizzare una copertura diffusa con astoni del tipo "armata": confronta specifica descrizione.

### **FATTIBILITÀ**

Intervento di tipo intensivo che richiede un notevole impiego di materiale.

L'azione in profondità esercitata dall'apparato radicale fa sì che sin dalla prima stagione vegetativa si abbia un considerevole consolidamento del terreno. La grande proliferazione del materiale vegetale crea una densa fascia elastica durevole nel tempo.

La protezione data dalla parte aerea può favorire il rapido insediarsi di vegetazione ripariale integrativa in carattere con la stazione.

La radicazione degli astoni nel terreno tende a svilupparsi in profondità in caso di aridità del materiale.

### **MATERIALI IMPIEGATI**

A – **semplice**:

- paleria di larice o di castagno: l = 80 cm e  $\varnothing = 5 \div 7$  cm;
- astoni di salice e altre essenze con capacità di propagazione vegetativa: l = 300 ÷ 400 cm e  $\varnothing = 3 \div 10$  cm;
- pietrame: pezzatura > 0.20 mc;
- ghiaia: pezzatura = 30 ÷ 160 mm;
- filo di ferro zincato:  $\varnothing = 3$  mm;
- terreno vegetale.

B – **armata** (in aggiunta):

- paleria di larice o di castagno: l = 150 ÷ 200 cm e  $\varnothing = 20$  cm;
- fune di acciaio:  $\varnothing = 16$  mm;

### **MATERIALI IMPIEGATI**

- tondini di ferro: l > 60 cm e  $\varnothing = 16 \div 20$  mm;
- morsetto serrafune:  $\varnothing = 16 \div 22$  mm;
- malta cementizia antiritiro.

## **MODALITÀ DI ESECUZIONE**

**A – copertura diffusa con astoni** di salice su sponda. Si deve procedere come di seguito:

- modellamento della sponda del fiume con l'ausilio di un escavatore;
- eventuale realizzazione di un fosso al piede della sponda (larghezza: 40 cm, profondità: 30 cm);
- messa in opera di 3 o più file di paletti di castagno o di larice, infissi nel terreno non riportato per 60 cm sporgenti per 20 cm; le file di paletti vanno poste nel senso della corrente del fiume con un interasse di 1 m; la distanza fra i paletti può variare da 1 a 3 m max, a seconda della pressione idraulica;
- posa di uno strato continuo di astoni di salice in senso trasversale alla direzione della corrente e con il diametro maggiore conficcato nel terreno o nel fosso a contatto con l'acqua. In caso di messa a dimora di due ordini di astoni, la parte superiore dell'ordine più basso dovrà sormontare di almeno 30 cm l'ordine più alto;
- ancoraggio degli astoni ai paletti mediante fissaggio con il filo di ferro zincato e copertura degli astoni con un sottile strato di terreno vegetale (spessore  $\leq 3$  cm);
- copertura della base del fosso con uno strato di ciottoli di piccola dimensione o ghiaia in modo da favorire l'afflusso di acqua agli astoni;
- per una protezione al piede della scarpata viene realizzata una difesa in pietrame (pezzatura  $> 0.2$  mc) in uno o due ordini sopra i ciottoli (Fig. 2 e 3). Per garantire una maggiore stabilità della difesa è possibile procedere alla messa in opera di pali di larice o di castagno (scortecciati) infissi alla base del pietrame. Il pietrame può essere eventualmente sostituito con tronchi longitudinali scortecciati e trattenuti da piloti in ferro infissi in alveo (Fig. 4).

**B – copertura armata:** l'armatura consiste nel legare il pietrame con una fune d'acciaio. Si procede come nel caso precedente e poi si provvede a:

- forare i massi per consentire l'inserimento di una barra di acciaio ad aderenza migliorata (o con tassello ad espansione) munita di un'asola e fissare con malta cementizia antiritiro;
- fissare la fune ai pali di legno, o in alternativa alle travi di acciaio infisse nell'alveo per  $150 \div 200$  cm e ad una distanza variabile da 2 a 5 m a seconda delle esigenze al fine di rendere più stabile la difesa spondale pur mantenendo una certa elasticità (Fig. 5 e 6).

## **INTERVENTI COLLEGATI**

Diverse opere di difesa spondale. La copertura diffusa con astoni può essere anche elemento integrativo di una scogliera in pietrame.

## **PERIODO DI INTERVENTO**

Questo tipo di intervento è da effettuarsi solo durante il periodo del riposo vegetativo. Il periodo migliore è il tardo autunno.

## **MANUTENZIONE E DURATA DELL'OPERA**

La manutenzione dei rivestimenti con astoni si limita alla potatura selettiva per mantenere l'elasticità ed è finalizzata anche all'ottenimento di nuovo materiale di propagazione (astoni) da utilizzare per la realizzazione di altre opere.

Modalità:

- fra novembre e marzo si effettua un taglio degli astoni al di sopra del livello del suolo;
- si può fare un taglio dell'intero soprassuolo ogni  $2 \div 4$  anni oppure a strisce annuali (larghe  $3 \div 5$  metri) per ottenere una stratificazione;
- ove la crescita dei salici non impedisca il deflusso si può trattare a ceduo con tagli ogni  $7 \div 10$  anni.



COMUNE DI PLESIO

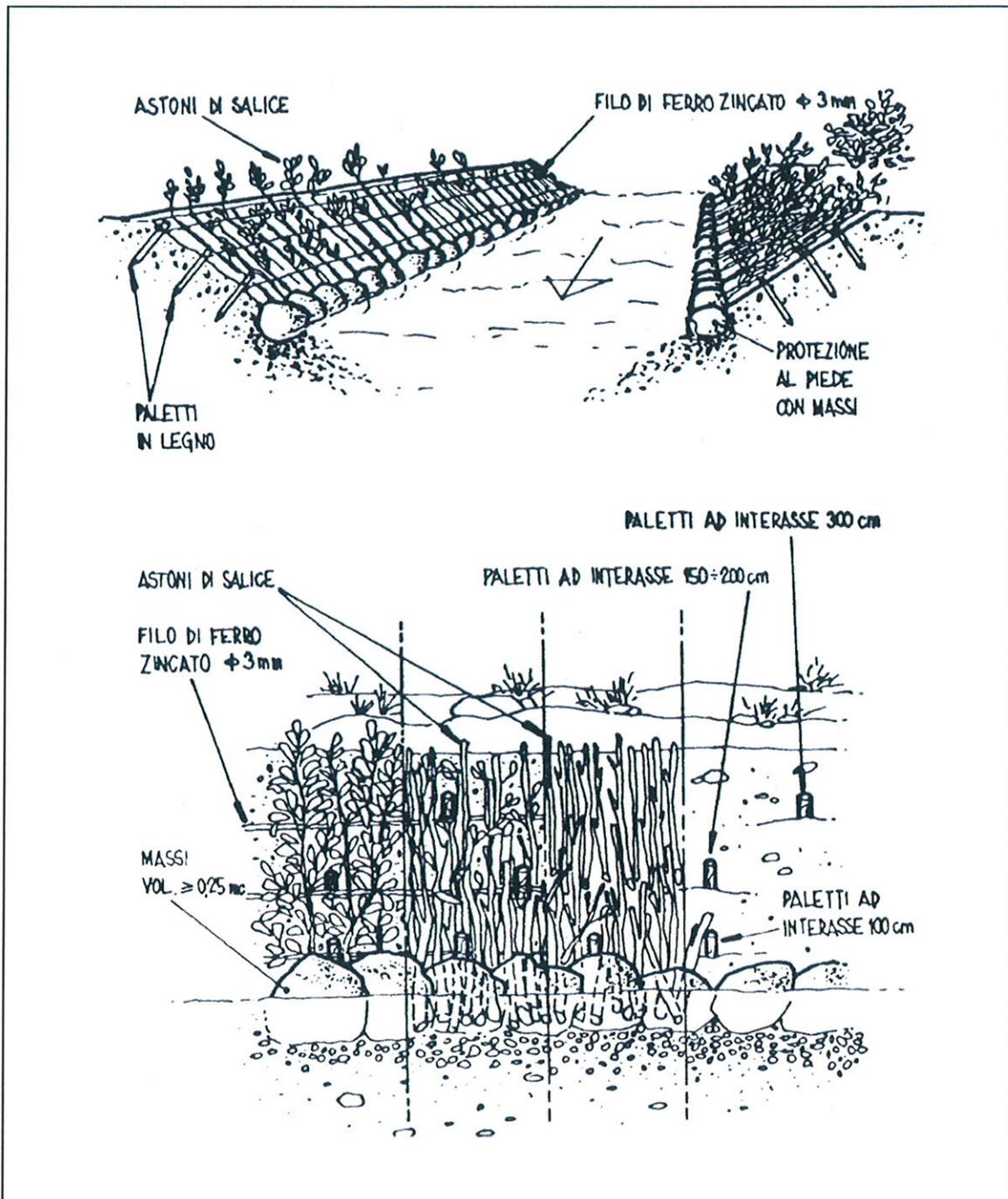
PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

PROTEZIONE DI SPONDA  
COPERTURE DIFFUSE  
CON ASTONI

Fig. 1





COMUNE DI PLESIO

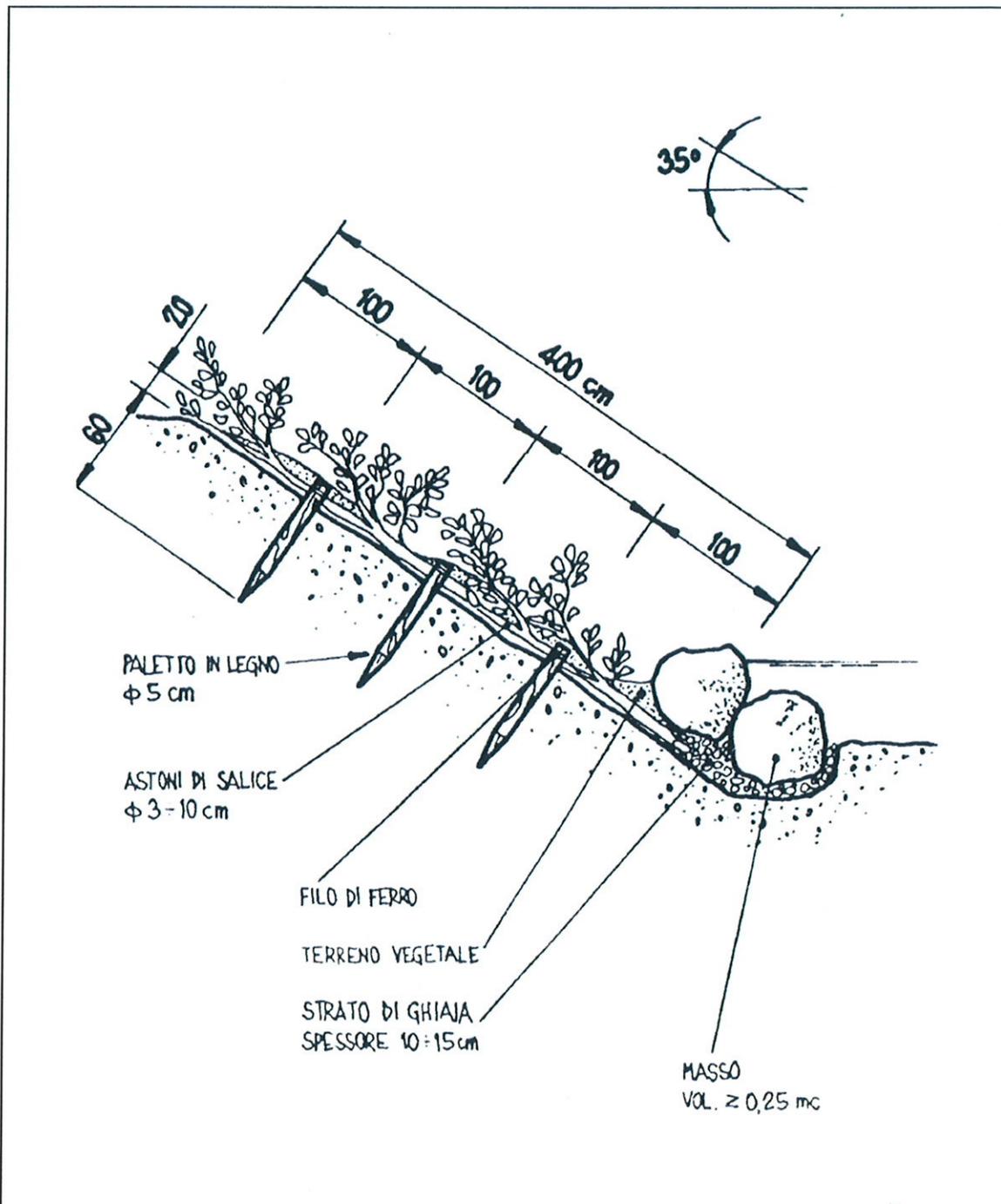
PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

PROTEZIONE DI SPONDA  
COPERTURE DIFFUSE  
CON ASTONI

Fig. 2





COMUNE DI PLESIO

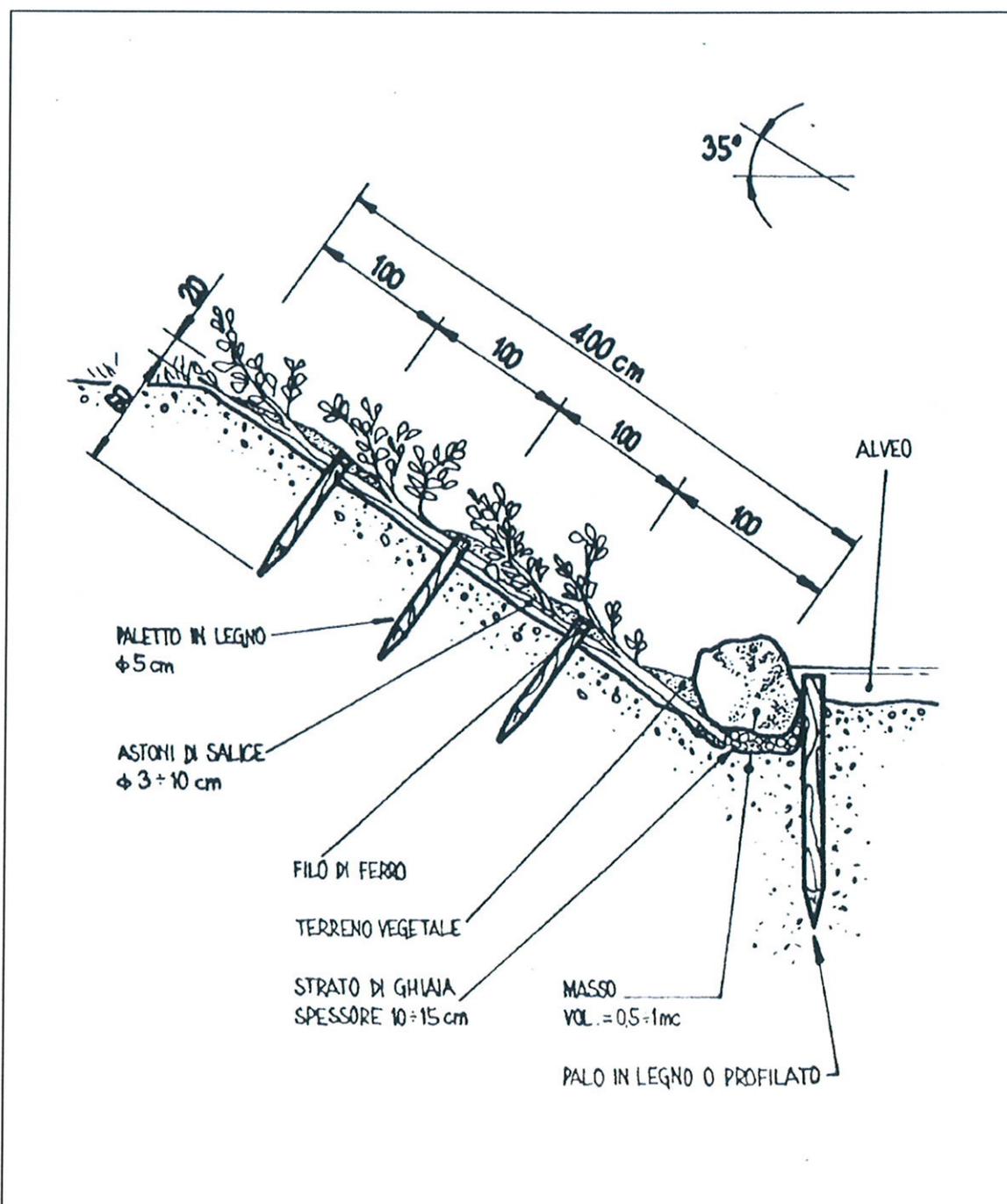
PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

PROTEZIONE DI SPONDA  
COPERTURE DIFFUSE  
CON ASTONI

Fig. 3





COMUNE DI PLESIO

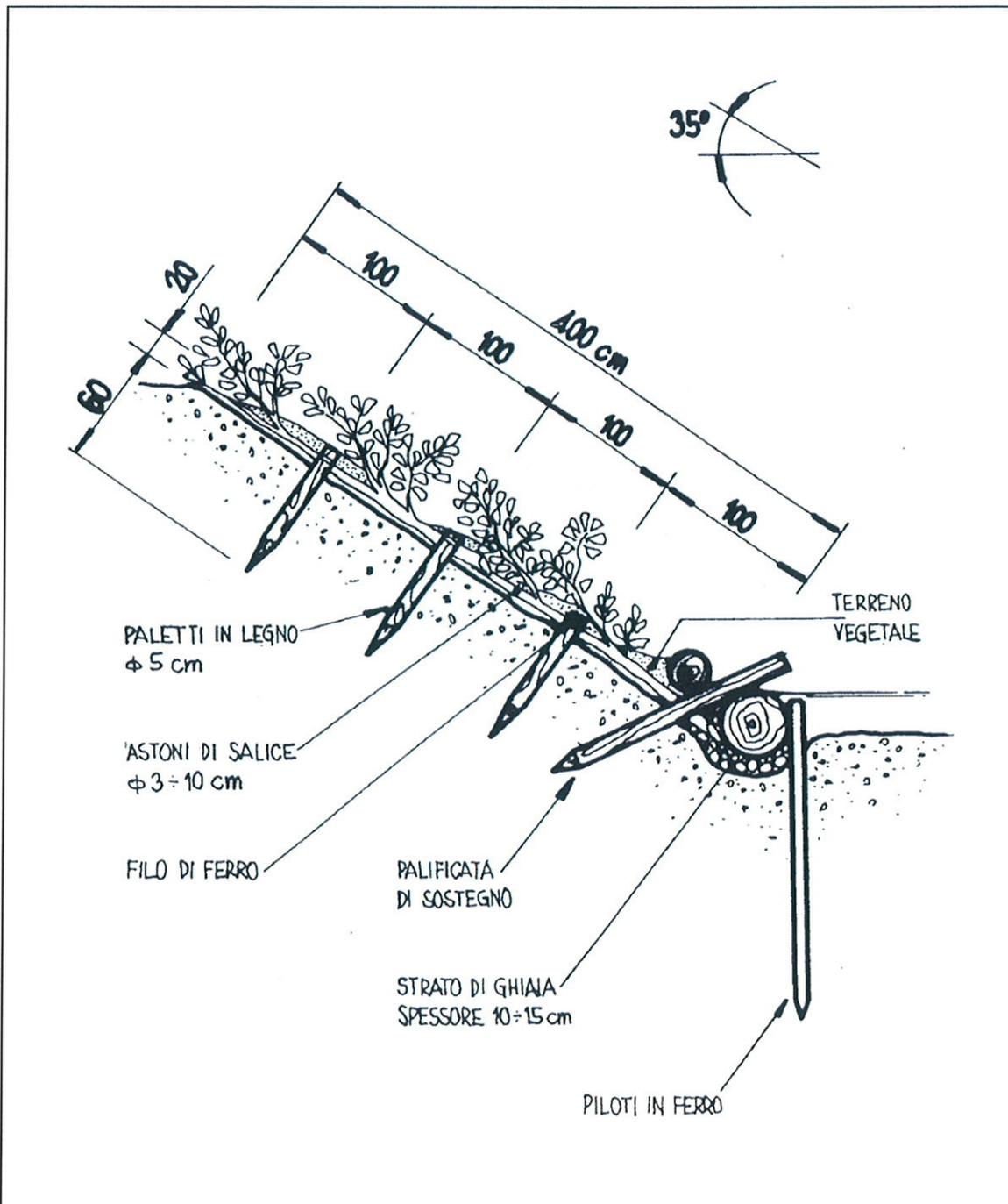
PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

PROTEZIONE DI SPONDA  
COPERTURE DIFFUSE  
CON ASTONI

Fig. 4





COMUNE DI PLESIO

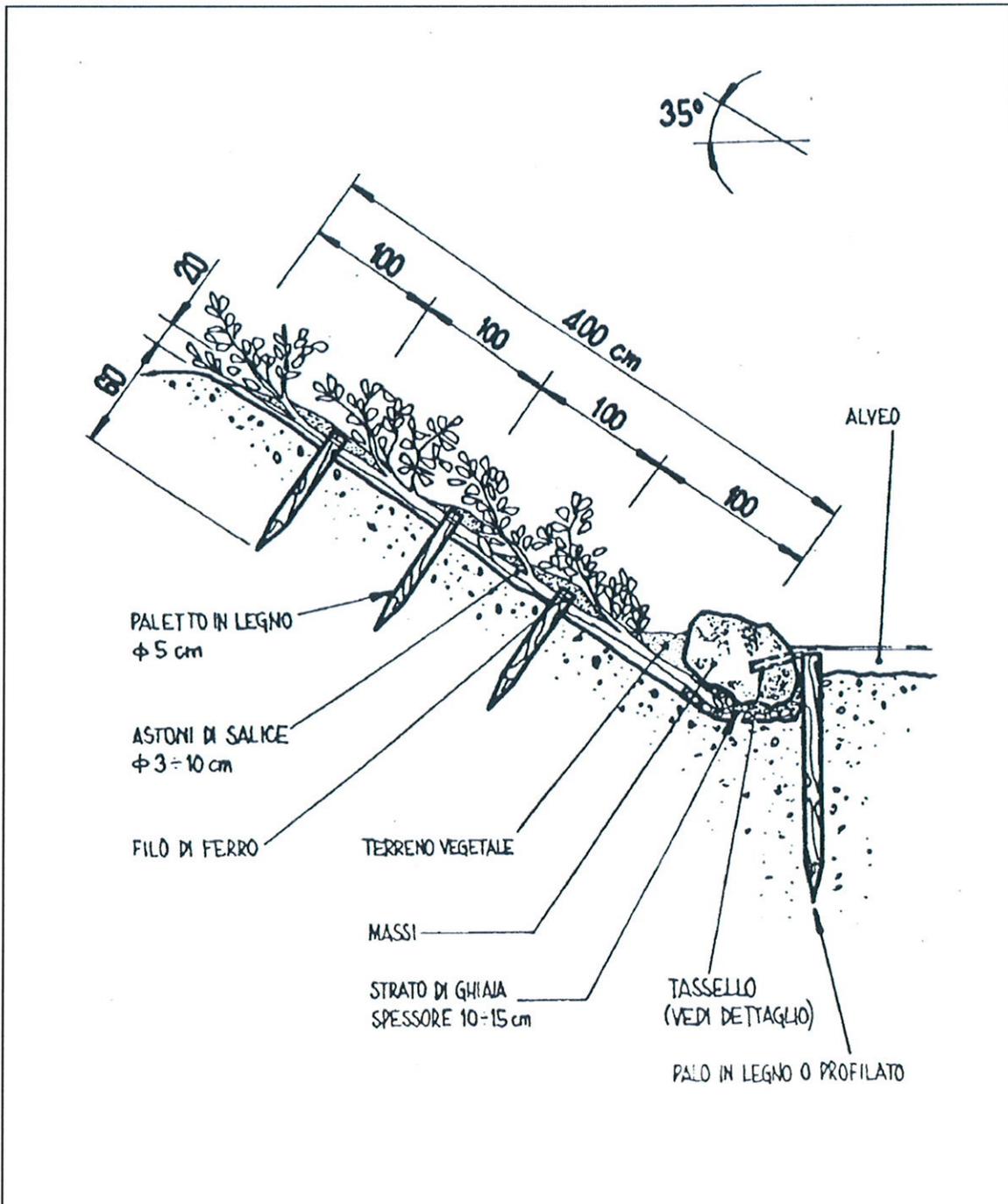
PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

PROTEZIONE DI SPONDA  
COPERTURE DIFFUSE  
CON ASTONI

Fig. 5





COMUNE DI PLESIO

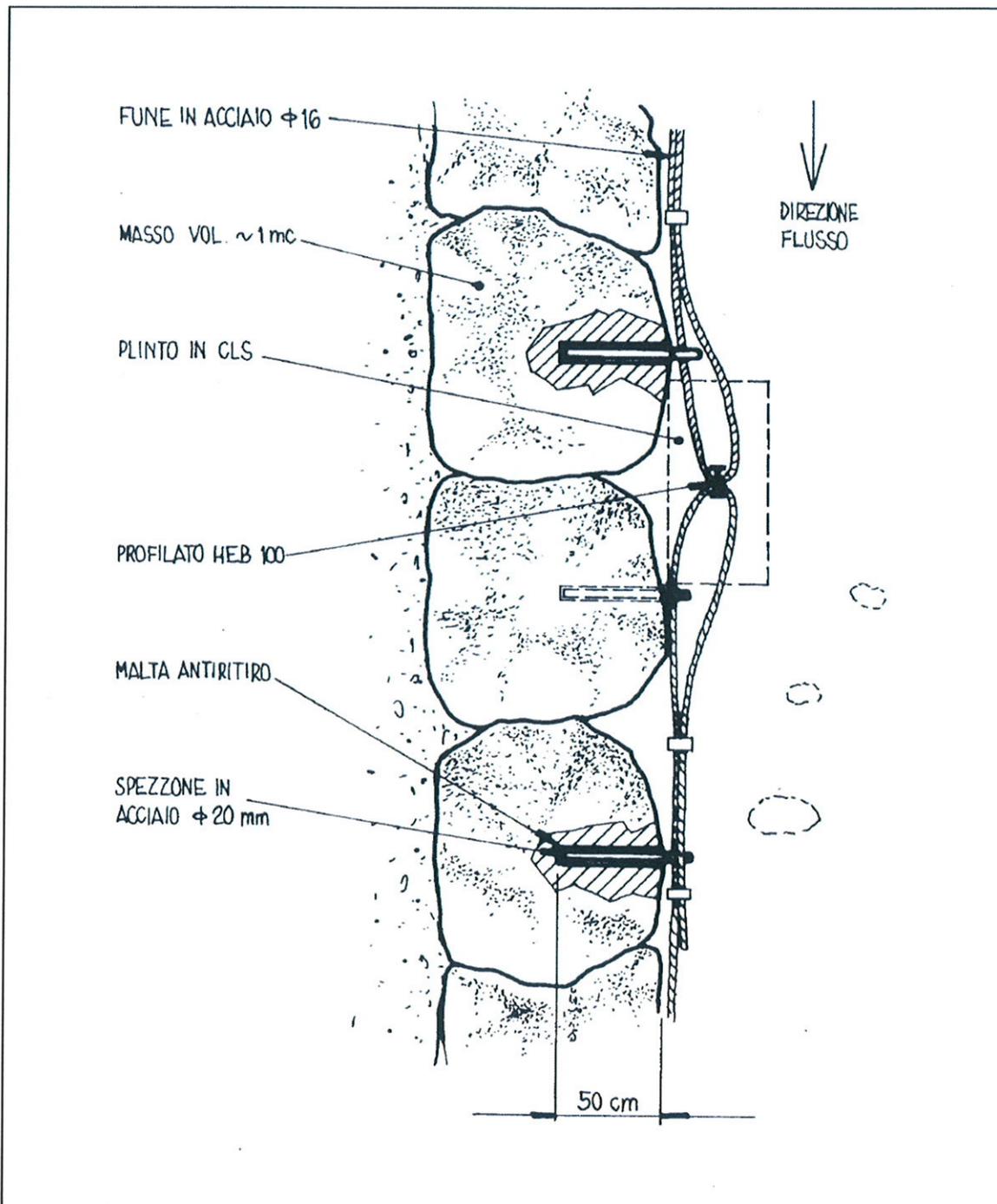
PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

PROTEZIONE DI SPONDA  
COPERTURE DIFFUSE  
CON ASTONI

Fig. 6





COMUNE DI PLESIO

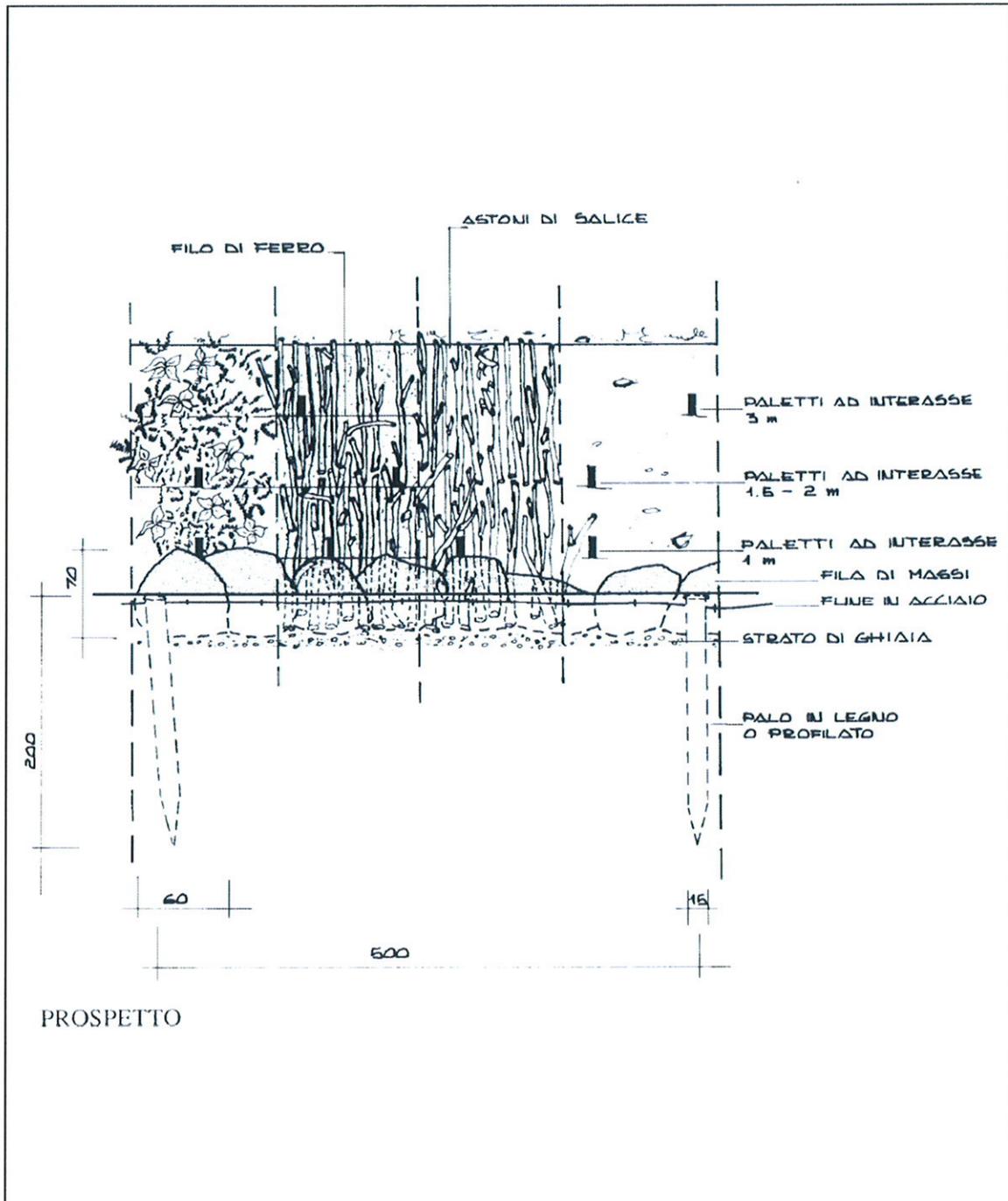
PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

PROTEZIONE DI SPONDA  
COPERTURE DIFFUSE  
CON ASTONI

Fig. 7





## TIPOLOGIA DI INTERVENTO PROTEZIONI DI SPONDA SCOGLIERE IN MASSI RINVERDITE

### **Descrizione dell'opera e funzioni principali**

La scogliera in massi, rinverdita, è un'opera di difesa spondale longitudinale realizzata con grossi massi e disposta quindi parallelamente al corso della corrente con la superficie lato fiume inclinata in modo tale da conferire all'alveo una sezione a forma trapezia. Negli spazi tra masso e masso vengono inseriti astoni di salice o di altre specie dotate di analoghe capacità biotecniche che, radicando, permettono la stabilizzazione della struttura arginale. Devono possedere fondazioni profonde per evitare che la forza della corrente in prossimità del piede possa scaltarle alla base (Fig. 1, 2, 3 e 4).

### **Campi di applicazione**

Viene utilizzata in alvei torrentizi e fluviali per la protezione di sponda dall'erosione della corrente, per ampliamento delle sezioni idriche, per ridurre il rischio di esondazione e anche come difesa al piede di riprofilature e ricariche di versante.

### **Fattibilità**

La scogliera è da realizzarsi preferibilmente utilizzando materiali reperiti in loco.

### **Materiali impiegati**

- massi ciclopici di volume compreso tra  $0.5 \div 1 \text{ m}^3$ ;
- eventuali funi di acciaio e tasselli di ancoraggio opportunamente dimensionati in funzione delle caratteristiche idrodinamiche della corrente e della forza di trascinarsi;
- talee e piantine di specie riparie arbustive ed arboree (in particolare salici a portamento arbustivo e ridotto sviluppo).

### **Modalità di esecuzione**

- realizzazione della fondazione mediante la posa di massi ciclopici oppure con un taglione in calcestruzzo di profondità idonea al fine di evitare lo scalzamento da parte della corrente e la rimobilizzazione del pietrame costituente il corpo in elevazione;
- messa in opera dei massi posizionando in basso quelli di dimensione maggiore. massi possono essere ancorati tra loro mediante funi di acciaio e fissati alle sponde (se in roccia) oppure a piloti infissi nell'alveo. I punti di ancoraggio sui massi si realizzano mediante perforazione e posa di tasselli o barre con occhiello. Il dimensionamento dei tasselli e delle funi è da calcolarsi in base alle sollecitazioni attese per eventi di massima piena;

### **Modalità di esecuzione**

- inserimento di talee e piantine tra gli elementi della scogliera. La quantità da inserire per  $m^2$  è in funzione delle dimensioni dei massi utilizzati (orientativamente  $2 \div 10$  talee  $m^2$ ): se i massi sono di piccola dimensione si dovrà utilizzare una quantità maggiore di talee.

L'inserimento delle talee e delle piantine tra i massi va realizzato preferibilmente in contemporanea alla costruzione della scogliera. In questo modo si possono utilizzare talee od astoni di maggiore lunghezza ( $200 \div 250 \text{ cm}$ ) che potranno radicare in profondità a tergo della scogliera (scogliera di tipo chiuso).

E' possibile inserire le talee o le piantine successivamente alla formazione della scogliera mediante operazioni manuali di intasamento con terra dei vuoti presenti tra i massi (scogliera di tipo aperto). Le talee, tagliate obliquamente in basso, devono essere messe a dimora nel verso di crescita (in basso la parte inferiore più grossa) e con disposizione perpendicolare al piano scarpata. Le talee vengono infisse nel terreno con una mazza di legno o con copritesta in legno. Nei terreni molto compatti i fori vengono praticati in precedenza.

Le talee devono sporgere al massimo per un quarto della loro lunghezza adottando, se necessario, un taglio netto di potatura dopo l'infissione.

La realizzazione di scogliera di tipo chiuso preserva eventuali sradicamenti del materiale messo a dimora da eventi eccezionali di piena immediatamente successivi alla posa. Per prevenire lo sradicamento nei manufatti di tipo aperto è consigliabile la posa di fasci di talee che permettono una maggiore resistenza.

**Interventi collegati**

Tutti gli interventi di ingegneria naturalistica relativi alla protezione dei versanti ed alla profilatura e stabilizzazione dell'alveo.

**Periodo di intervento**

Il materiale vegetale va di preferenza posato durante il periodo di riposo vegetativo, quando le percentuali di attecchimento sono alte. L'attecchimento fuori stagione (da evitare) dipende dal microclima (su scogliere assolate è intorno al 10%, mentre in alvei incisi e freschi è attorno al 50%) e dalle modalità di riempimento con terreno dei vuoti tra i massi.

**Manutenzione e durata dell'opera**

Controllo periodico, per almeno due stagioni vegetative, dell'attecchimento della vegetazione e sostituzione delle fallanze.



COMUNE DI PLESIO

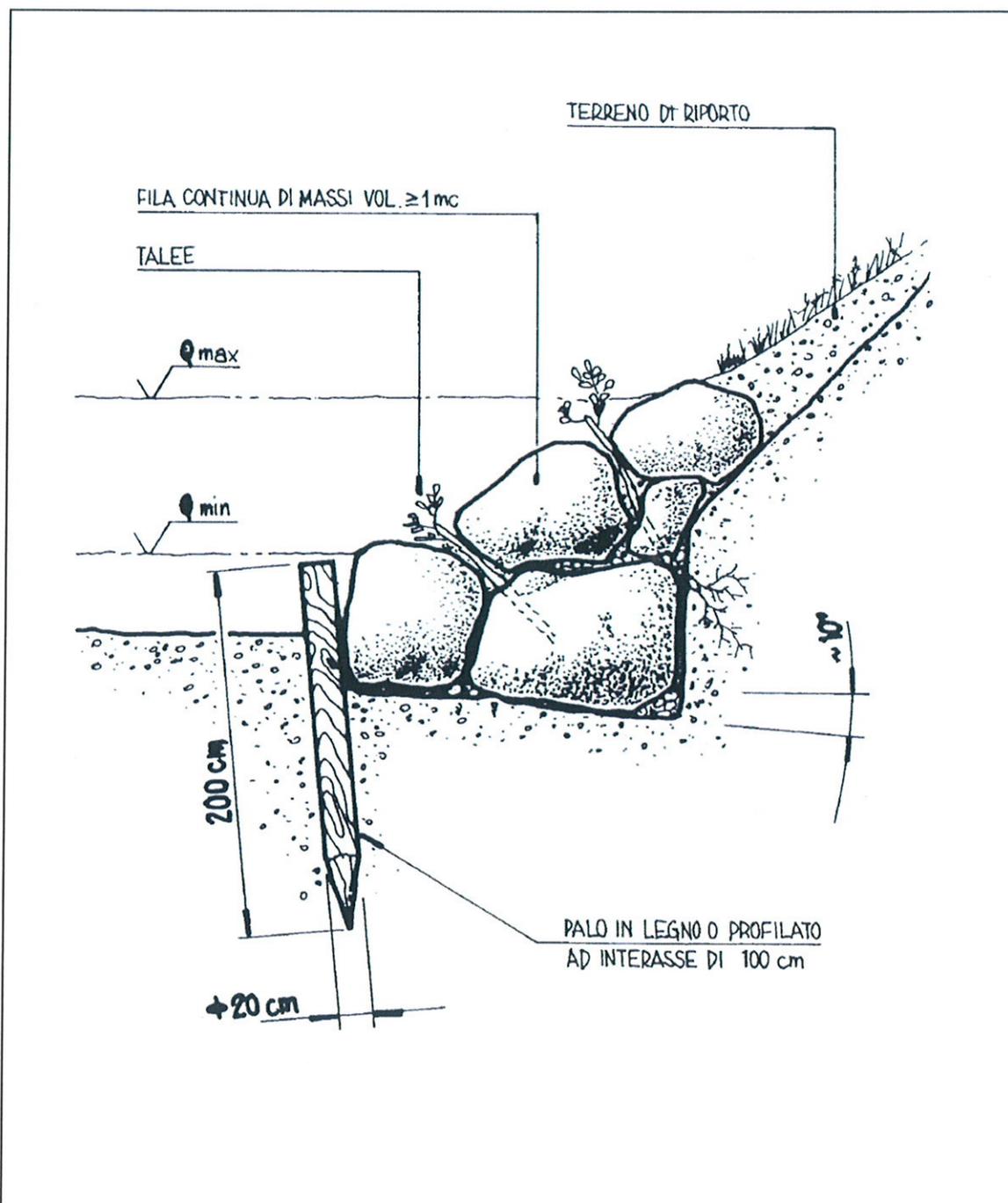
PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

PROTEZIONE DI SPONDA  
SCOGLIERE IN MASSI  
RINVERDITE

Fig. 1





COMUNE DI PLESIO

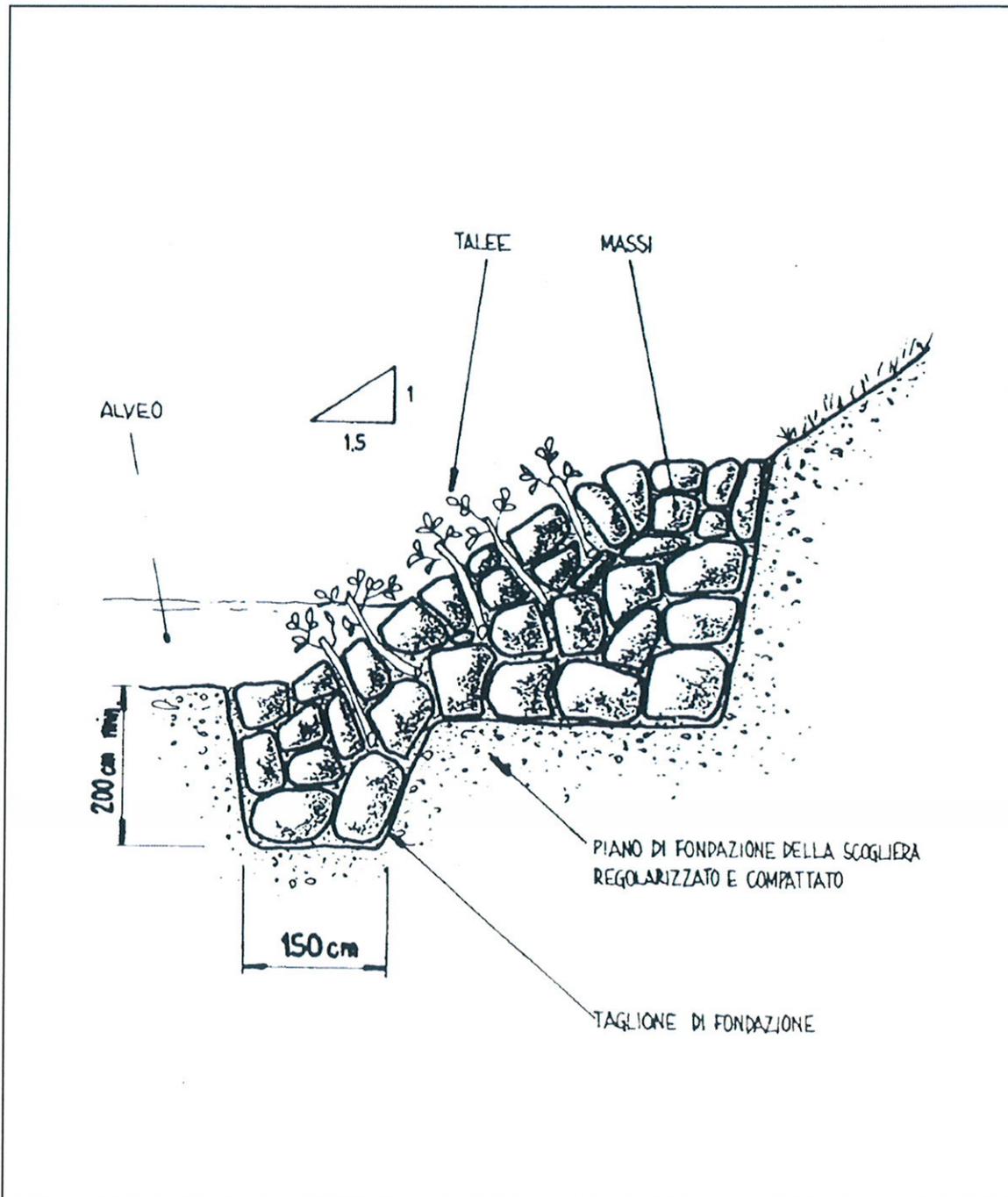
PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

PROTEZIONE DI SPONDA  
SCOGLIERE IN MASSI  
RINVERDITE

Fig. 2





COMUNE DI PLESIO

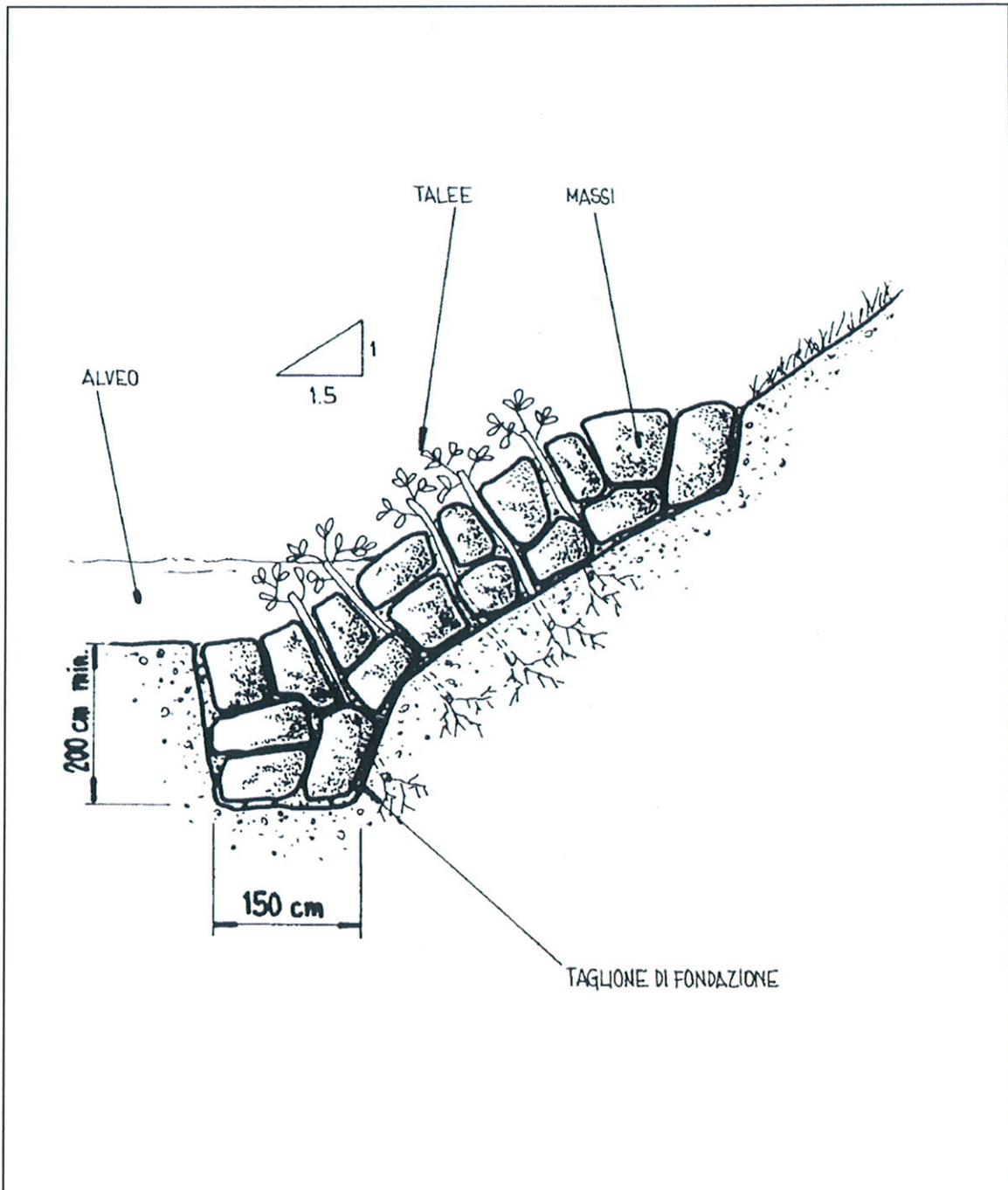
PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

PROTEZIONE DI SPONDA  
SCOGLIERE IN MASSI  
RINVERDITE

Fig. 3





COMUNE DI PLESIO

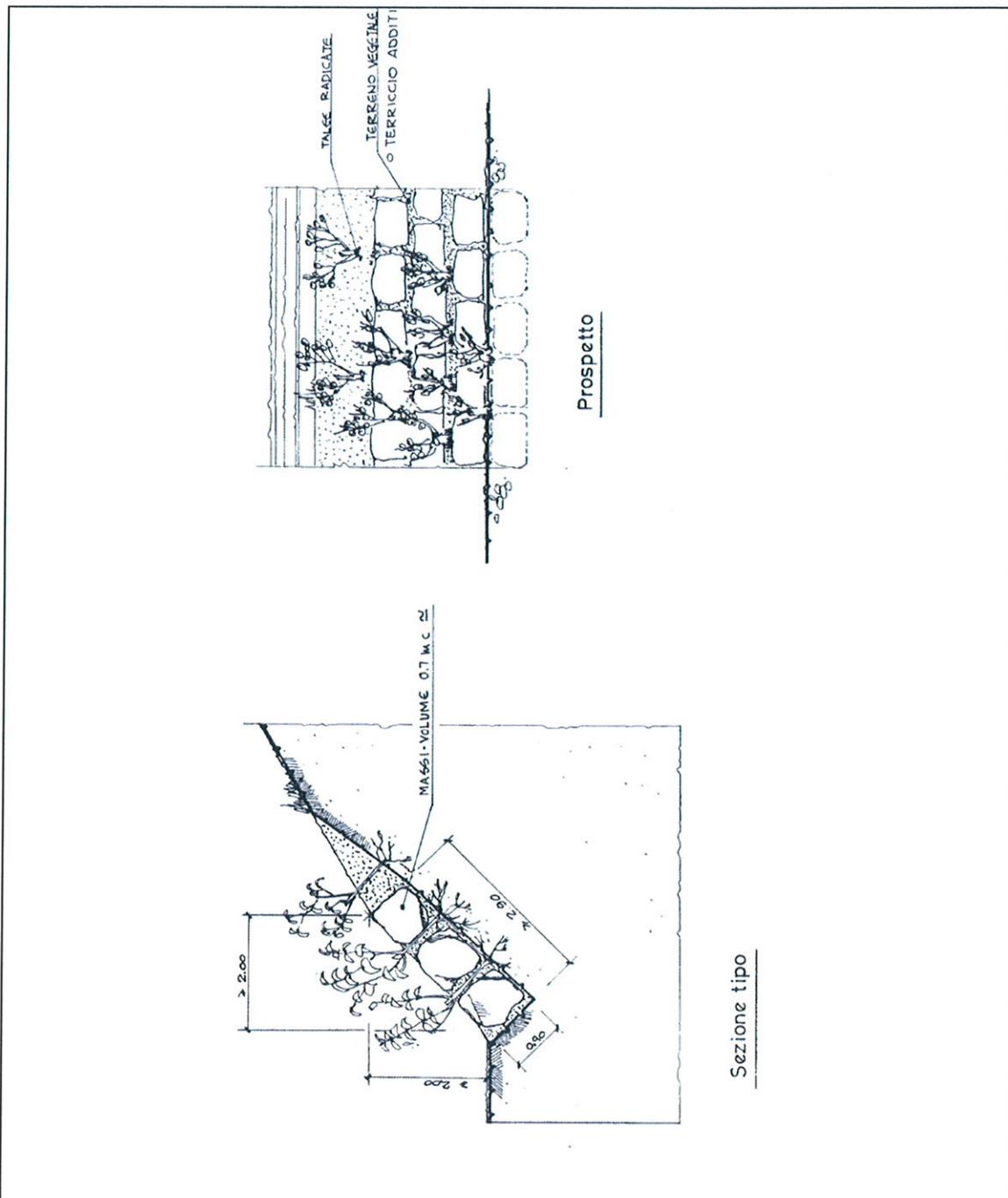
PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

PROTEZIONE DI SPONDA  
SCOGLIERE IN MASSI  
RINVERDITE

Fig. 4



## TIPOLOGIA DI INTERVENTO OPERE TRASVERSALI OPERE TRASVERSALI IN PIETRAMI

### **Descrizione dell'opera e funzioni principali**

Le rampe a blocchi sono opere di sistemazione idraulica che utilizzano come materiale costruttivo pietrame di diversa pezzatura.

Tali opere assolvono a diverse funzioni quale la modifica della pendenza e la stabilizzazione del fondo dell'alveo mantenendo la continuità morfologica. Permettono la connessione tra gli ecosistemi a valle e a monte dell'opera e favoriscono la mobilità dei pesci e di altra fauna acquatica.

A fini idraulici il processo di dissipazione dell'energia è legato alla scabrezza e irregolarità della rampa in pietrame; da ciò deriva la necessità di dimensionare le rampe e il pietrame utilizzato in funzione della portata del corpo idrico oggetto di sistemazione fluviale. La rampa è sostitutiva delle briglie e delle soglie in calcestruzzo.

L'irregolarità della rampa crea una positiva alternanza tra zone a corrente rapida e zone dove la velocità dell'acqua è modesta. Tale situazione permette il verificarsi delle migliori condizioni per la risalita dell'ittiofauna, per la diversificazione dei microhabitat fluviali e quindi per l'incremento della biodiversità.

### **Campi di applicazione**

Tali opere possono essere realizzate quando l'obiettivo della sistemazione idraulica è la riduzione della pendenza dell'alveo e della velocità della corrente mantenendo nel contempo la continuità morfologica ed ecologica.

Risultano efficaci le rampe in pietrame di modesta altezza ( $h < 2$  m), con pendenza inferiore a 1:10 e con scabrezza della struttura pari a  $0,3 \div 0,5$  del diametro della sfera equivalente del pietrame.

Deve essere evitato l'anne-gamento del pietrame nel calcestruzzo al fine di favorire la diversificazione morfologica.

Nei corsi d'acqua di larghezza superiore a 10 m, allo scopo di ridurre le erosioni di sponda, è opportuno concentrare il deflusso lungo l'asse principale dell'alveo attraverso la realizzazione di una lieve depressione al centro della rampa raccordando la stessa alle sponde.

Le rampe in pietrame possono essere realizzate non solo all'interno di nuove progettazioni di sistemazione idraulica, ma anche successivamente ad opere idrauliche tradizionali (briglie e soglie) ormai realizzate, nell'obiettivo di ripristinare la continuità morfologica ed ecologica del corso d'acqua.

In alcuni casi, per superare una preesistente briglia in calcestruzzo o altro sbarramento trasversale, è necessario realizzare una rampa posizionata lateralmente all'opera esistente. In tal caso si collocano i massi in modo da creare diversi piccoli bacini a vari livelli, oppure in modo da formare dei veri e propri ruscelli laterali pseudonaturali, al fine di consentire a tutta la fauna ittica di superare l'ostacolo. La pendenza non deve comunque superare il rapporto 1:10 ed il dislivello fra bacini contigui non dovrà essere superiore a  $20 \div 25$  cm. I bacini andranno riempiti di pietrisco e ghiaia di diametro massimo di  $20 \div 30$  cm.

### **Fattibilità**

La rampa in pietrame, per le sue caratteristiche costruttive di elevata adattabilità ai siti di intervento, è facilmente impiegabile per diverse tipologie di corpi idrici superficiali. Accorgimenti progettuali e costruttivi dovranno, però, essere adottati dove le pendenze risultino elevate. In tali casi sarà opportuno ricorrere a rampe in pietrame a bacini successivi per riuscire a ridurre le pendenze al 10% od al massimo al 15%.

### **Materiali impiegati**

- pietrame di diversa pezzatura e/o massi di diametro da 0.4 a 1.0 m o più in funzione dei parametri idraulici;
- ghiaia e pietrisco;
- pali di legno e/o ferro;
- funi di acciaio.

### **Modalità di esecuzione**

Il manufatto va realizzato posizionando i massi sopra ad uno strato di ghiaia e pietrisco a fini drenanti e sistemati partendo da valle e procedendo verso monte. In diversi casi è necessario legare tra loro i massi ciclopici con una fune di acciaio del diametro di 16 mm legata a barre di acciaio infisse nell'alveo per una profondità di 150+200 cm, con interasse di 2.0 m ed emergenti dal piano di posa della soglia, ma non dal letto del corso d'acqua. La fune verrà collegata, ad una estremità, alle barre di acciaio ed all'altra estremità ad un occhiello di un tassello ad espansione infisso nel masso.

Si dovrà evitare, per quanto possibile, l'annegamento del pietrame nel calcestruzzo; tale modalità di realizzazione diminuisce infatti la possibilità che si instaurino biocenosi acquatiche importanti a fini autodepurativi e per l'incremento della biodiversità dell'ambiente acquatico.

Nella scelta del pietrame va attentamente sfruttato l'effetto protettivo dallo scalzamento che i massi più grossi emergenti possono offrire a quelli di ridotte dimensioni. Questa modalità costruttiva consente di suddividere in rivoli la lama d'acqua e realizzare condizioni favorevoli alla fauna ittica.

Nelle rampe in pietrame esistono numerose modalità di disposizione dei massi. Al fine di individuare la soluzione migliore è indispensabile una conoscenza delle dimensioni del trasporto solido e delle caratteristiche morfologiche del corpo idrico in esame e di quelli limitrofi con caratteristiche similari.

Non da ultimo dovrà essere effettuato uno studio specifico della fauna ittica presente e potenziale (Fig. 1, 2, 3, 4, 5 e 6).

### **Interventi collegati**

Protezioni spondali.

### **Periodo di intervento**

E' auspicabile che tali opere siano realizzate nei periodi in cui le interferenze con la fauna ittica, soprattutto durante il periodo riproduttivo, siano ridotte al minimo.

Nelle acque a Salmonidi dovrà essere evitato il periodo da novembre a febbraio; in quelle a Ciprinidi invece dovrà essere evitato il periodo da marzo a luglio, compatibilmente con le condizioni di portata del corso d'acqua.

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

E' un'opera in grado di autosostenersi e autopulirsi, ma in situazioni idrologiche particolari potrà essere necessaria una manutenzione al fine di ripulire la rampa dal materiale grossolano depositato e controllare la stabilità dei massi. Particolare attenzione dovrà essere posta al pietrame ubicato a monte e a valle, nonché a quello di raccordo con le sponde fluviali.



COMUNE DI PLESIO

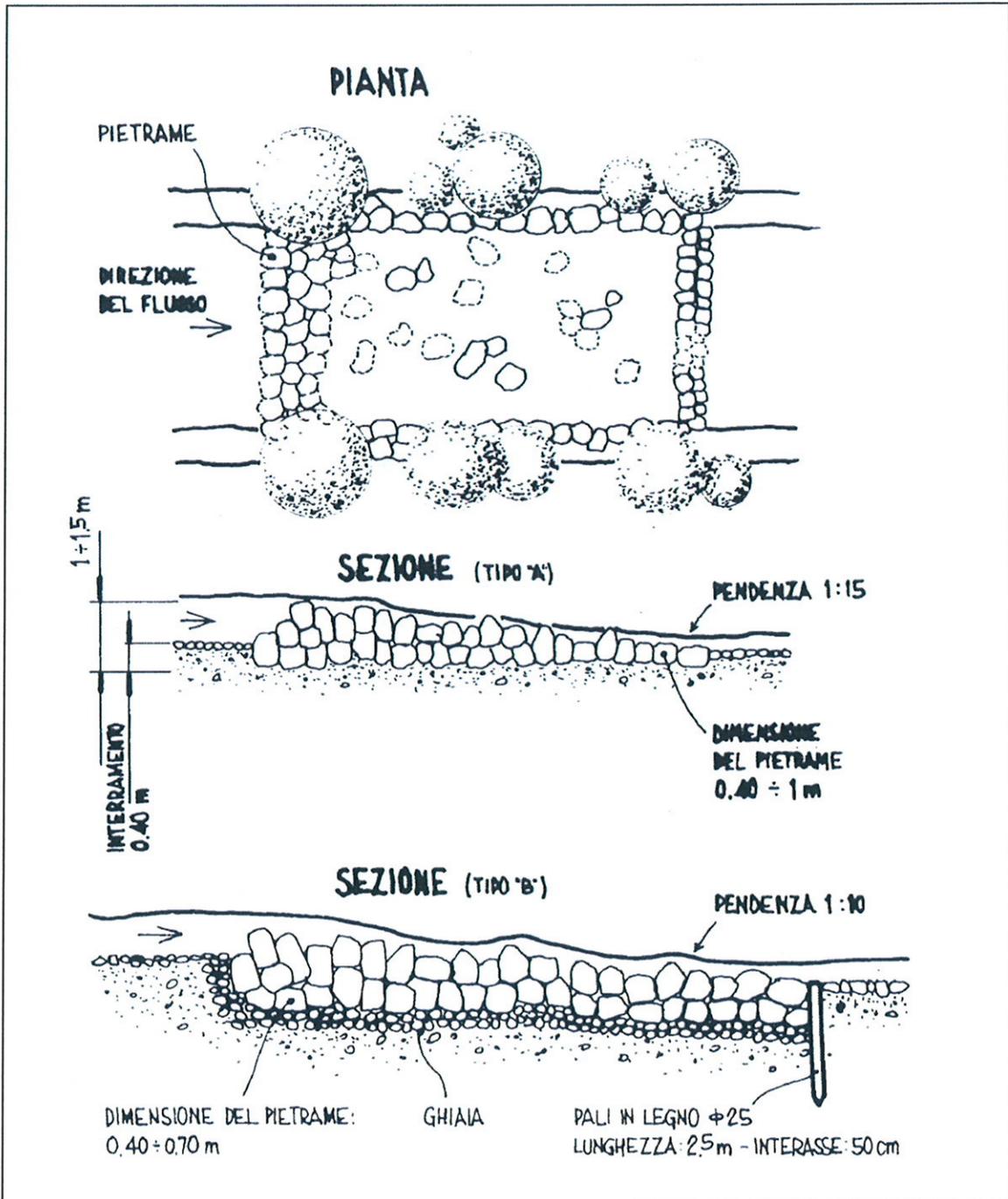
PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

OPERE TRASVERSALI  
OPERE TRASVERSALI  
IN PIETRAME

Fig. 1





COMUNE DI PLESIO

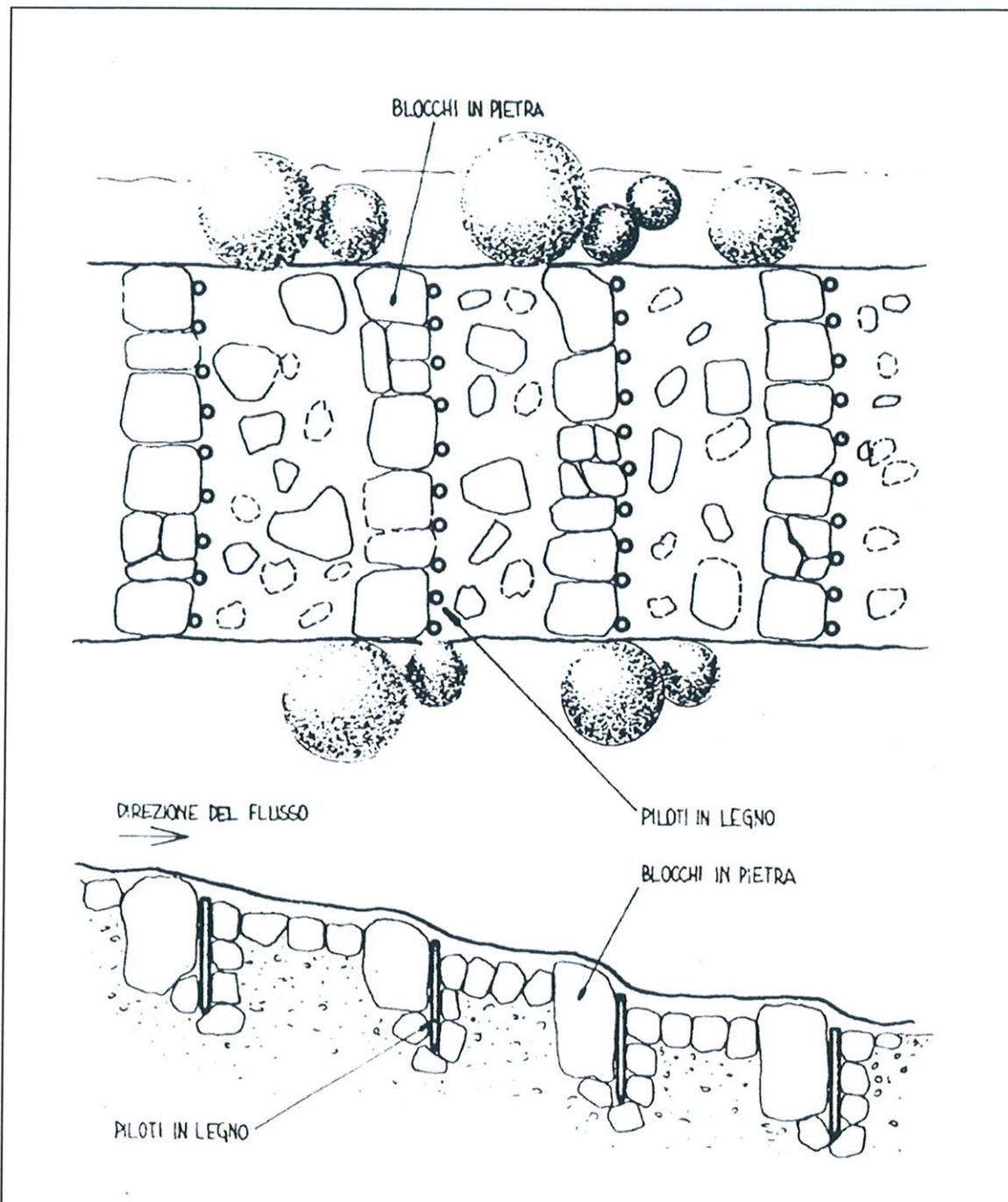
PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

OPERE TRASVERSALI  
OPERE TRASVERSALI  
IN PIETREME

Fig. 2





COMUNE DI PLESIO

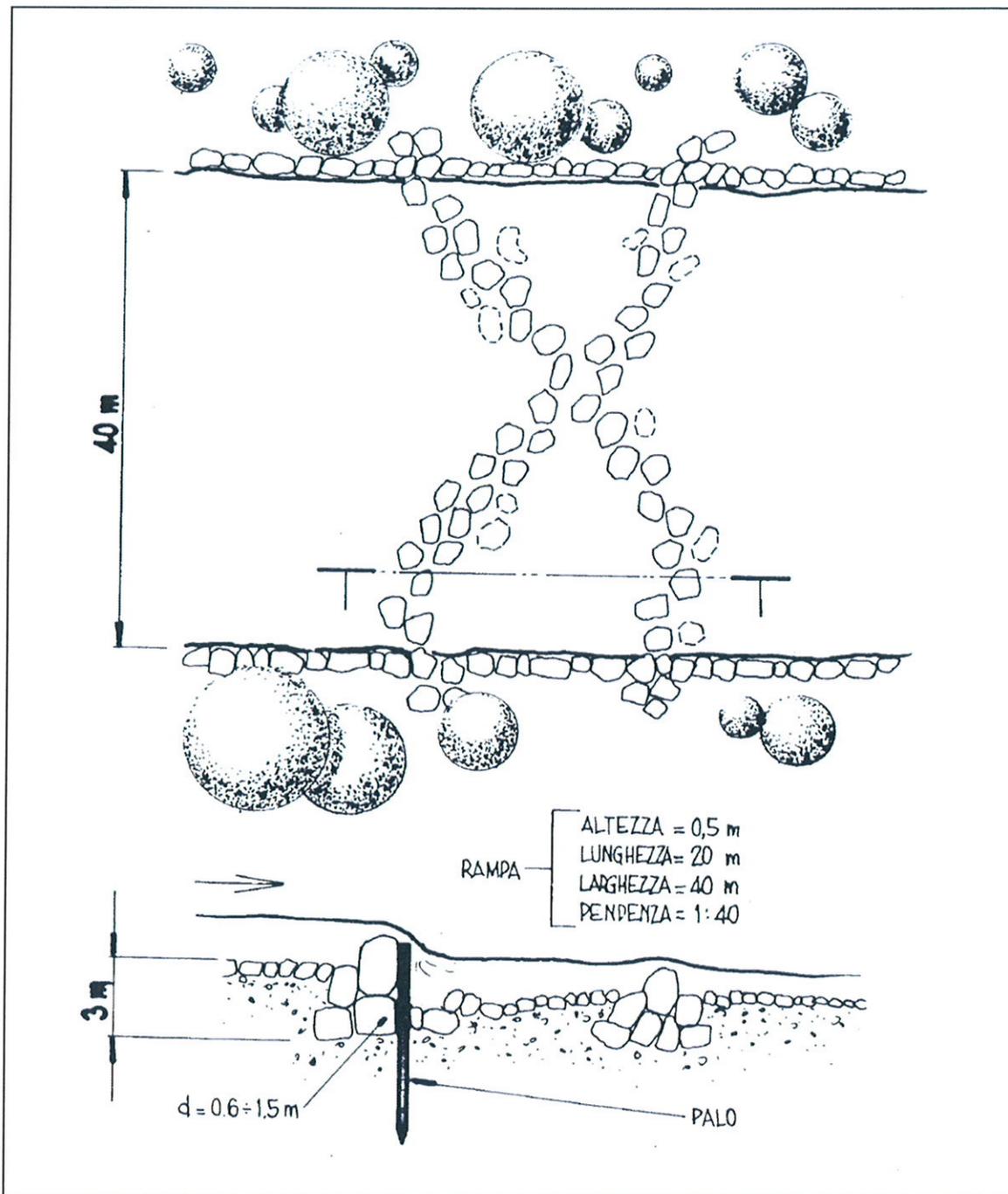
PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

OPERE TRASVERSALI  
OPERE TRASVERSALI  
IN PIETrame

Fig. 3





COMUNE DI PLESIO

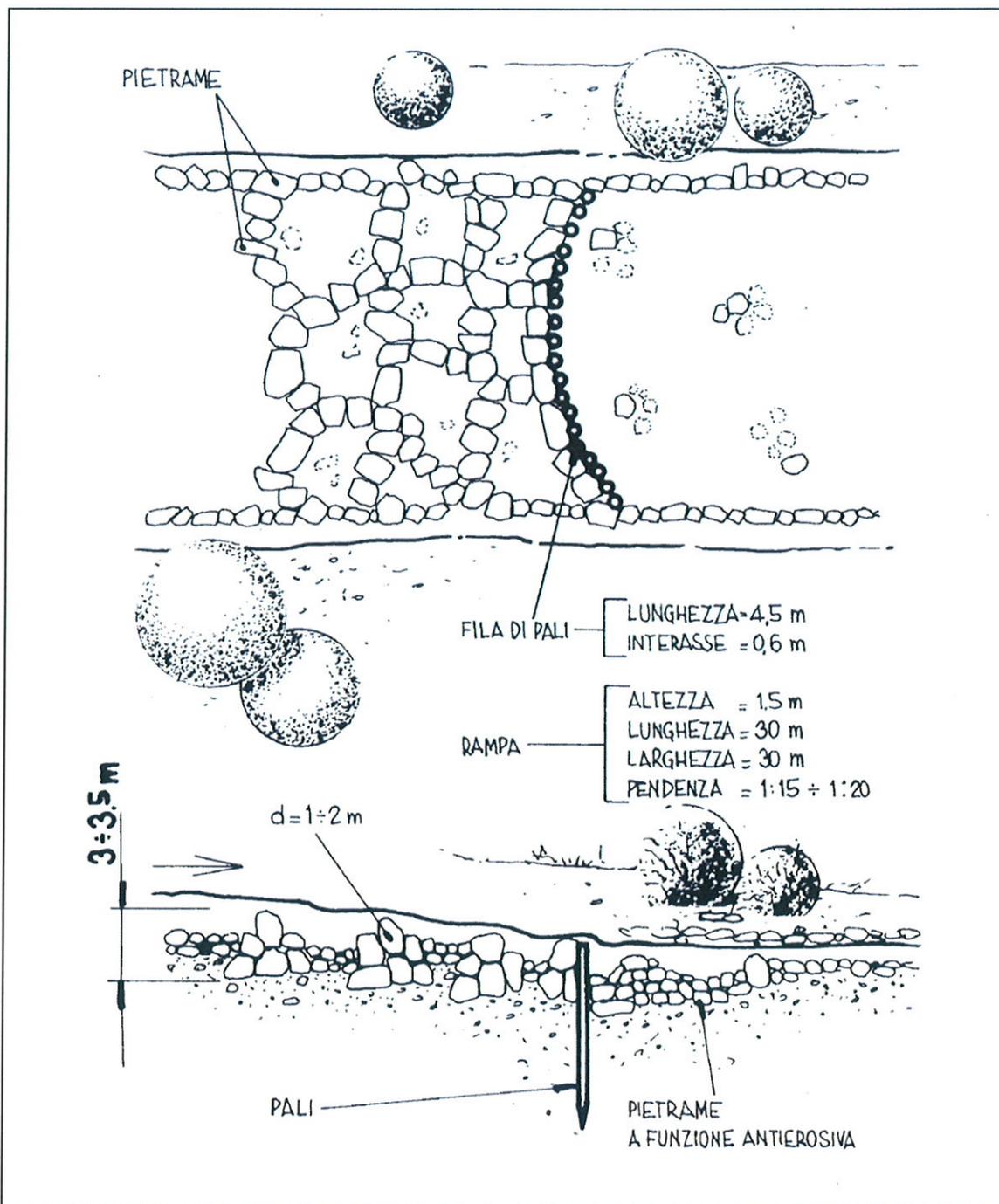
PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

OPERE TRASVERSALI  
OPERE TRASVERSALI  
IN PIETRAME

Fig. 4





COMUNE DI PLESIO

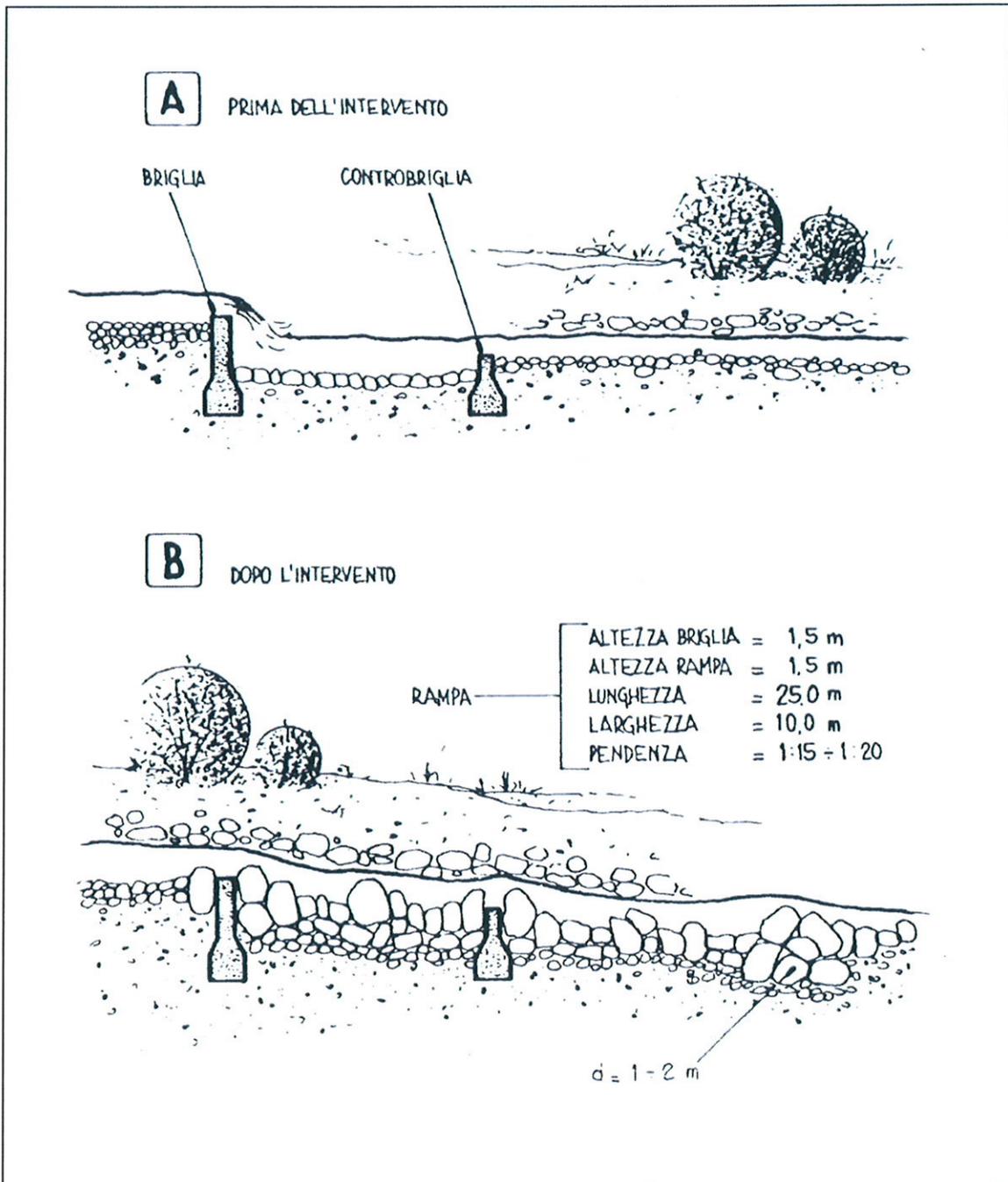
PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

OPERE TRASVERSALI  
OPERE TRASVERSALI  
IN PIETREME

Fig. 5





COMUNE DI PLESIO

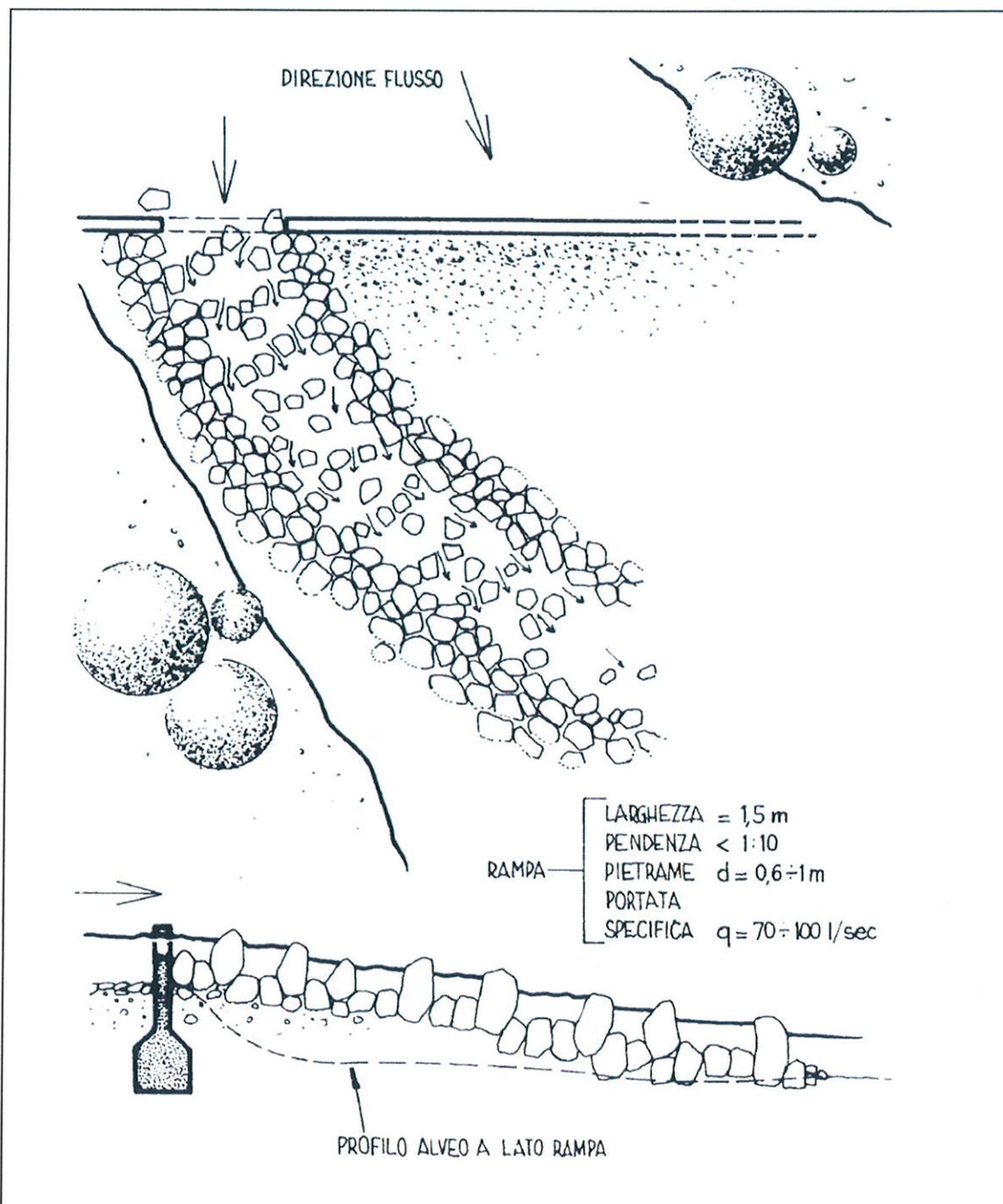
PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

OPERE TRASVERSALI  
OPERE TRASVERSALI  
IN PIETrame

Fig. 6



## TIPOLOGIA DI INTERVENTO OPERE TRASVERSALI BRIGLIE IN LEGNAME E PIETrame

### **Descrizione dell'opera e funzioni principali**

Le briglie in legname o in legname e pietrame sono opere trasversali di consolidamento di modeste dimensioni che vengono utilizzate per la regolarizzazione dell'alveo. Hanno la funzione di contrastare l'erosione del letto dei corsi d'acqua, riducendone la pendenza, e di contribuire alla stabilizzazione delle sponde (Fig. 1).

### **Campi di applicazione**

Vengono generalmente utilizzate dove non esistono problemi di sovralluvionamento e di esondazione, nei tratti più ripidi e stretti degli alvei torrentizi dove il trasporto solido è limitato (come portata e dimensioni).

### **Fattibilità**

La fattibilità è legata alle caratteristiche dei tratti d'alveo in cui si interviene, all'ubicazione, alla pendenza, all'accessibilità ed anche alla possibilità di reperimento dei materiali in loco. Solitamente presentano modeste dimensioni trasversali e altezza non superiore a 2 metri. Sono da evitare dove esiste la possibilità di distacchi e rotolamenti di elementi lapidei di dimensioni tali da provocare la rottura delle strutture in legno.

Costituiscono un ostacolo insormontabile per la fauna ittica ma hanno una elevata valenza estetico – paesaggistica.

### **Materiali impiegati**

- tronchi di larice, o di abete (rosso o bianco), o di pino o di castagno, scortecciati ed eventualmente trattati,  $\varnothing = 20 \div 40$  cm,  $l = 200 \div 400$  cm;
- pietrame;
- chiodi.

### **Modalità di esecuzione**

Si realizzano in alveo le opere relative alla formazione della platea di posa (generalmente in pietrame) della briglia. Quando esiste la possibilità di scalzamento al piede e' necessario prolungare la base verso valle. Si procede poi mediante la costruzione del cassone di contenimento, mediante incastro e incastellatura dei pali in legno che vengono tra loro fissati con chiodi, con modalità analoghe a quelle relative alla palificata doppia.

Per garantire stabilità alla struttura, le spalle (o ali) della briglia dovranno essere abbondantemente inserite in profondità nelle sponde dell'alveo.

A) Se la briglia viene realizzata in solo legname, i pali trasversali vengono sistemati accostandoli l'uno all'altro (Fig. 2);

### **Modalità di esecuzione**

B) Se la briglia viene realizzata in legname e pietrame, i pali trasversali vengono sistemati con interasse di circa 100÷150 cm. Una volta realizzata la struttura portante, si procederà al riempimento degli spazi con l'impiego di pietrame, ben assestato a mano, di pezzatura pari a 20÷30 cm (Fig. 3, 4, 5 e 6).

La gaveta viene rivestita con tondelli in legname, interi o tagliati a metà, disposti in senso longitudinale.

### **Interventi collegati**

A questo intervento si possono associare tutte le tecniche di ingegneria naturalistica relative al consolidamento delle sponde.

### **Periodo di intervento**

Nei periodi di magra o di secca.

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

Questo tipo di intervento non necessita di particolare manutenzione ordinaria. Sono necessari interventi di manutenzione straordinaria in caso di danneggiamento.

La durata dell'opera può raggiungere i 30 ÷ 40 anni se il corso d'acqua è caratterizzato da un deflusso minimo costante, che possa evitare cicli di disseccamento/imbibizione.





**COMUNE DI PLESIO**

PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

**OPERE TRASVERSALI IN  
LEGNAME E PIETRAMÈ**

Fig. 1





COMUNE DI PLESIO

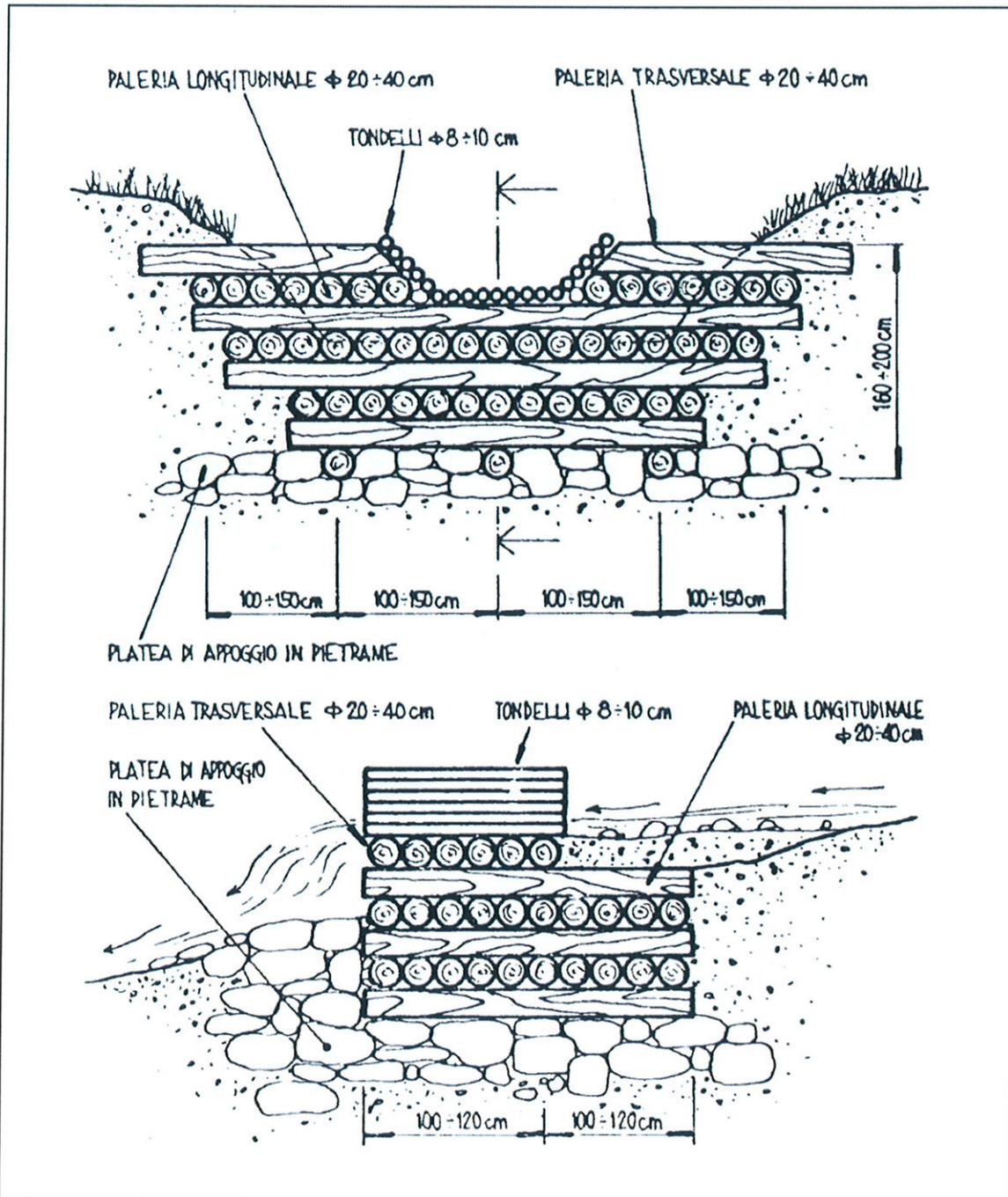
PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

OPERE TRASVERSALI IN  
LEGNAME E PIETrame

Fig. 2





COMUNE DI PLESIO

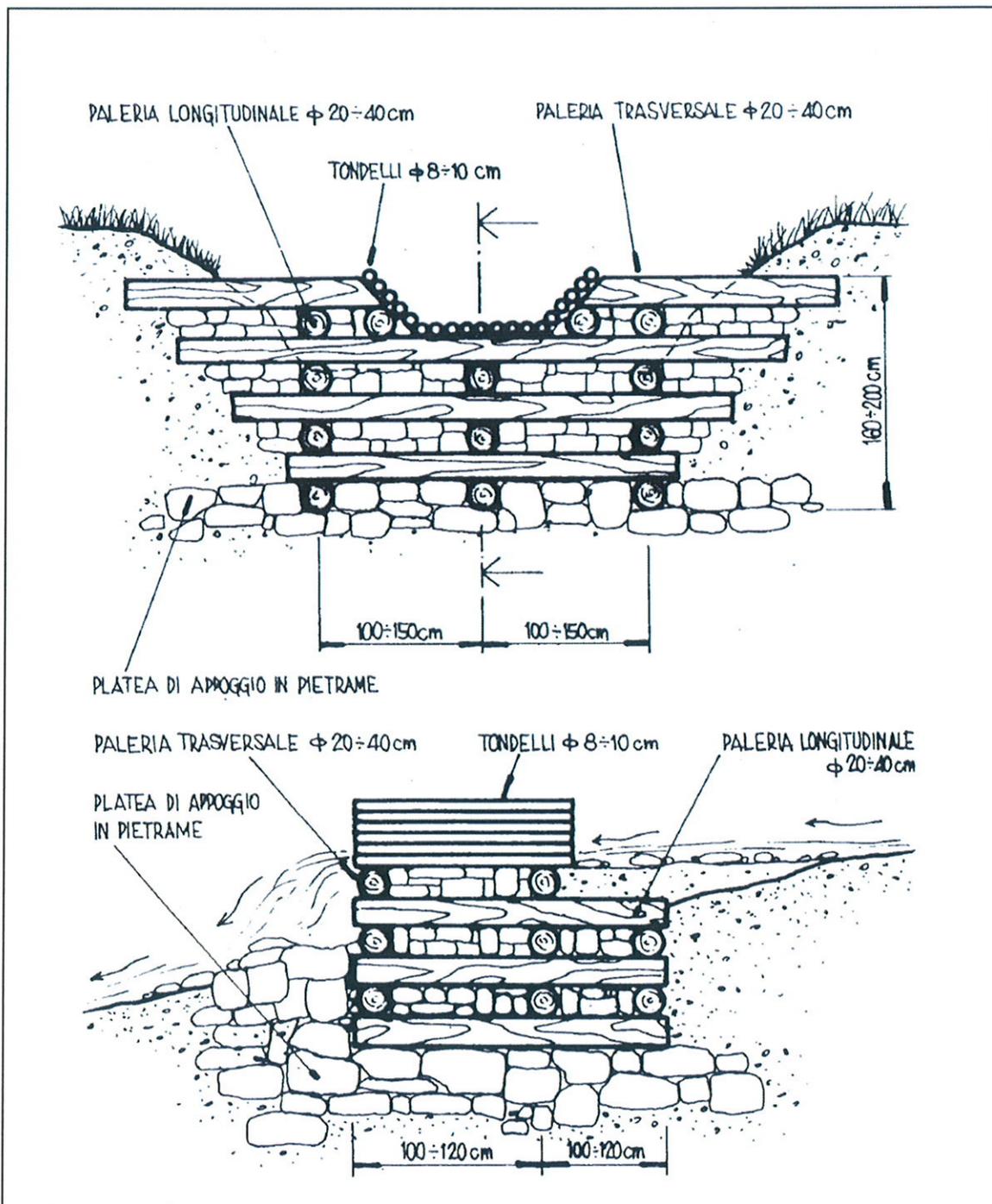
PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

OPERE TRASVERSALI IN  
LEGNAME E PIETRAMÈ

Fig. 3





COMUNE DI PLESIO

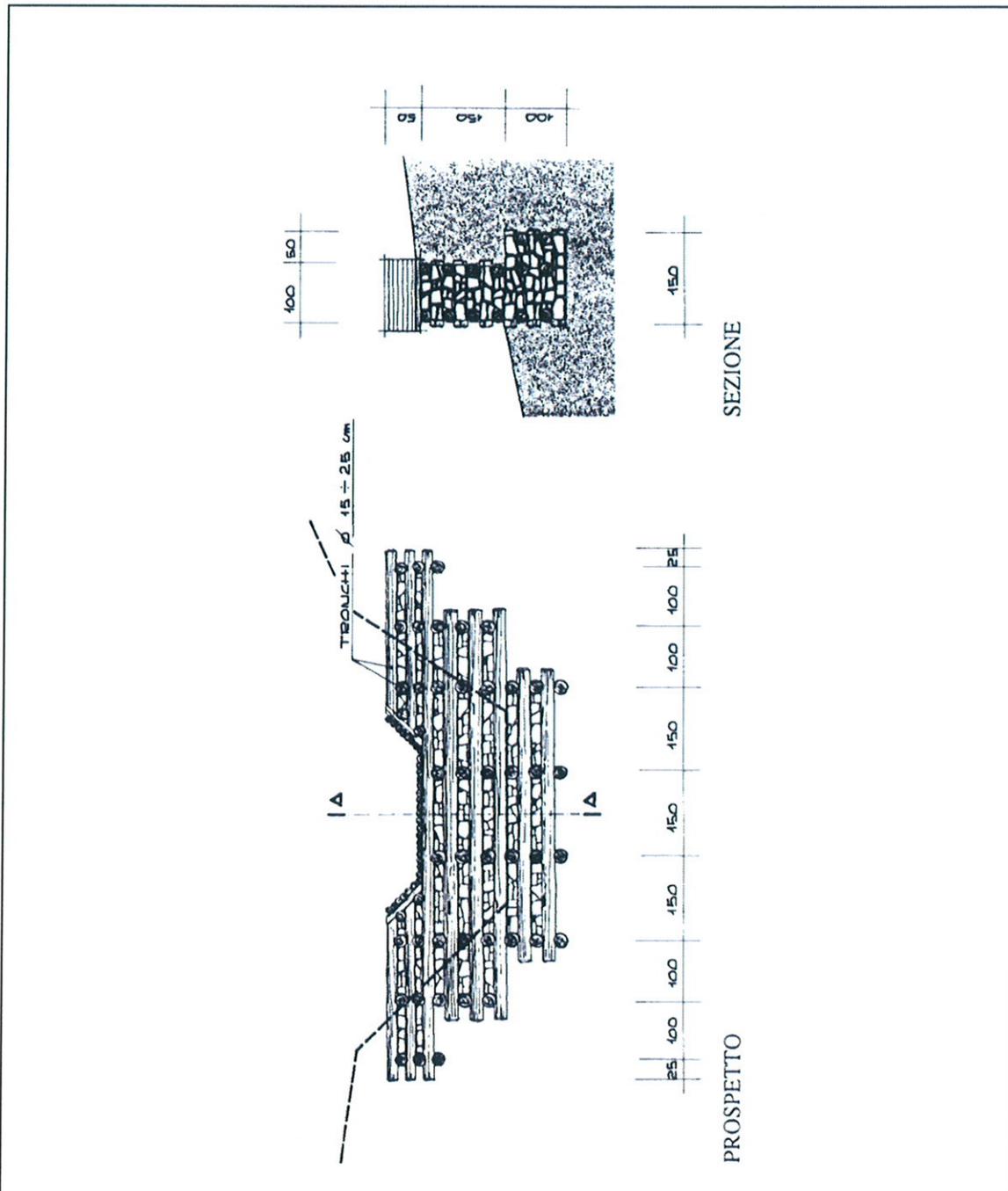
PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

OPERE TRASVERSALI IN  
LEGNAME E PIETREME

Fig. 4





COMUNE DI PLESIO

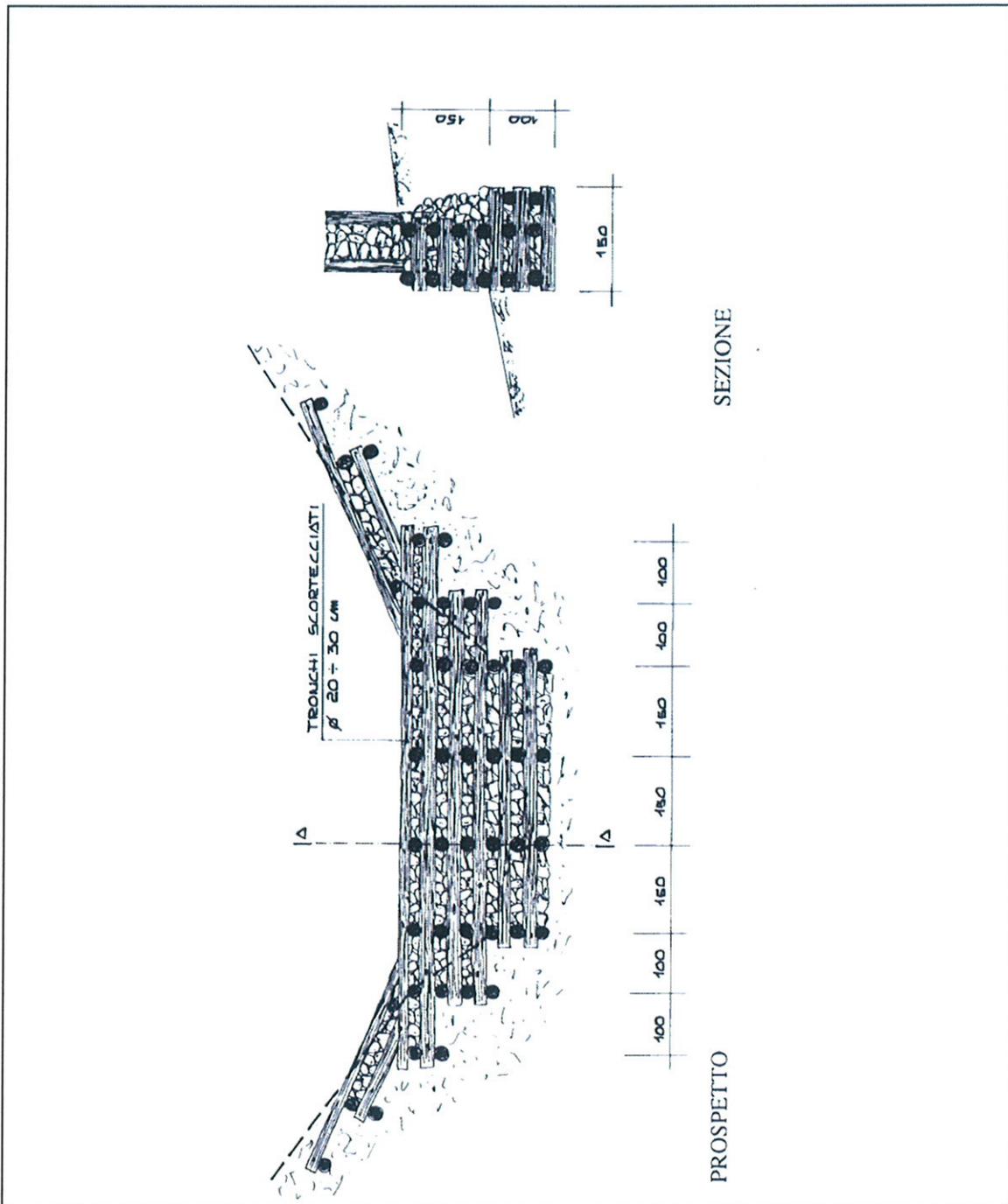
PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

OPERE TRASVERSALI IN  
LEGNAME E PIETREME

Fig. 5





COMUNE DI PLESIO

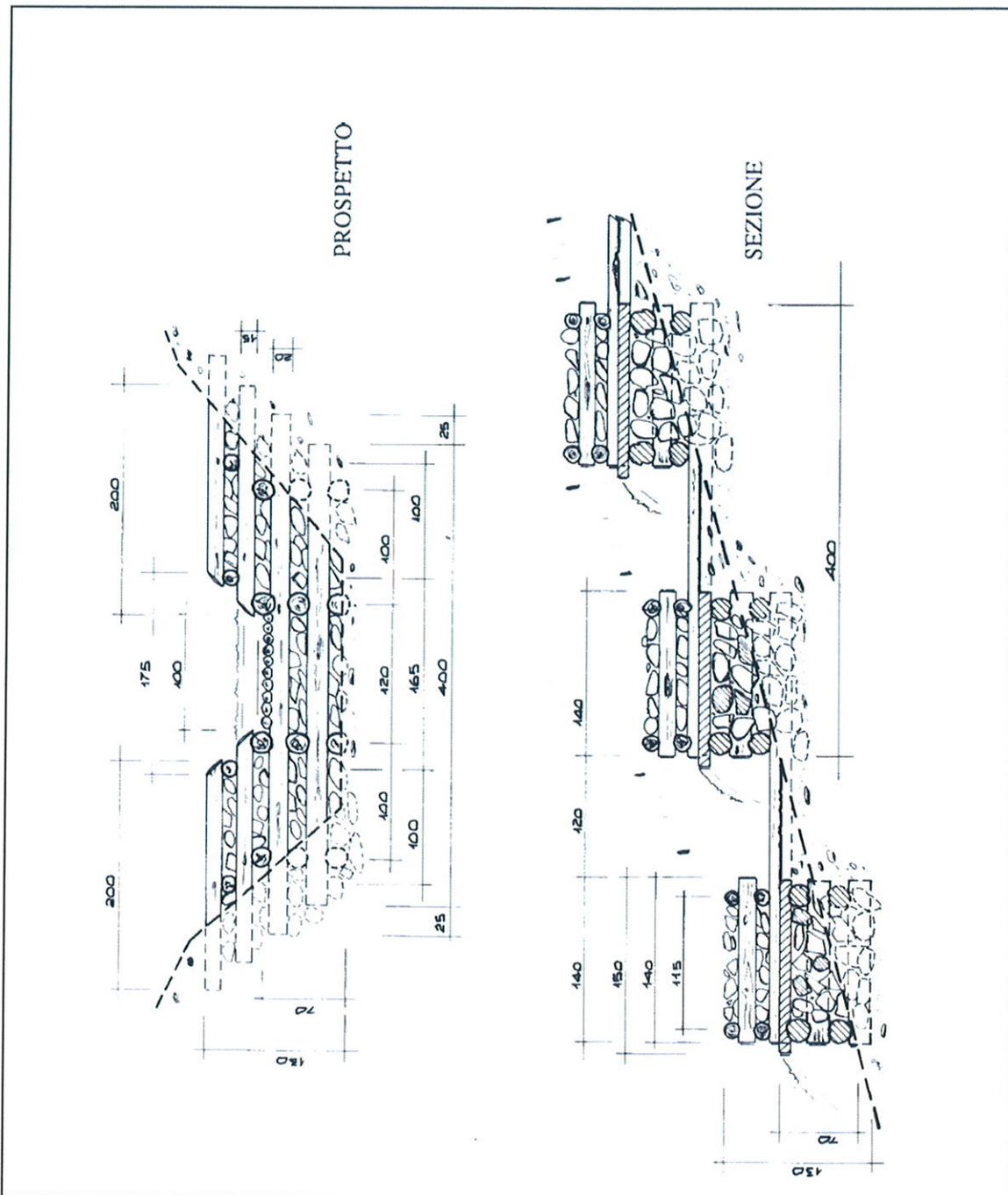
PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

OPERE TRASVERSALI IN  
LEGNAME E PIETRAMÈ

Fig. 6



## INTERVENTI SULLA SENTIERISTICA STACCIONATE

### **Descrizione dell'opera e funzioni principali**

Si tratta di staccionate semplici o doppie in legno, alte 110 cm fuori terra, costituite da pali verticali, con fondazione, raccordati con pali orizzontali (due per le staccionate semplici, tre per quelle doppie - Fig. 1 e 2). L'interasse tra i montanti verticali è di 150 cm. Vanno previste contropinte di 1 metro di lunghezza, costituite dello stesso materiale, per interventi su strade dove è necessario garantire una maggiore stabilità.

### **Campi di applicazione**

Hanno la funzione di delimitare le proprietà o le aree dove è vietato o sconsigliato il transito. Sostituiscono quindi le reti metalliche, laddove non è indispensabile garantire l'assoluta impossibilità di transito. Consentono il passaggio della fauna. Le funzioni sono: Delimitazione di proprietà private; uso obbligatorio, laddove di intenda recintare, in aree rurali, boschive e prative, facoltativo in aree urbane.

Delimitazione di aree in cui si vuole sconsigliare il transito (ad esempio, limitazione di aree con pericolo di cadute in cavità carsiche, pareti, vallette).

### **Fattibilità**

Non vi sono limitazioni alla fattibilità, anche se la realizzazione è più difficoltosa in aree con substrato roccioso affiorante.

### **Materiali impiegati**

- tronchi di larice o di abete, o di pino, scortecciati e trattati, diametro 10-11 cm;
- bicchieri in acciaio, diametro interno 11 cm, spessore 3 mm, con foro per spia, 2 staffe laterali;
- calcestruzzo;
- spie e chiodi.

### **Modalità di esecuzione**

Vanno predisposti i fori di fondazione, profondi almeno 30 cm. All'interno di questi vanno posizionati i bicchieri in acciaio, quindi i pali e le spie. Le fondazioni vanno ammorsate in calcestruzzo, ricoperto poi con terriccio per uno spessore di almeno 5 cm.

I montanti vanno collegati con pali trasversali, eventualmente tagliati a metà, in numero di 2 (staccionate semplici) o 3 (staccionate doppie), utili per rendere più difficoltoso il passaggio di bambini.

### **Interventi collegati**

Per mitigare l'impatto visivo è possibile posizionare rampicanti in corrispondenza dei pali montanti.

### **Periodo di intervento**

Tutto l'anno.

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

Questo tipo di intervento non necessita di particolare manutenzione.





COMUNE DI PLESIO

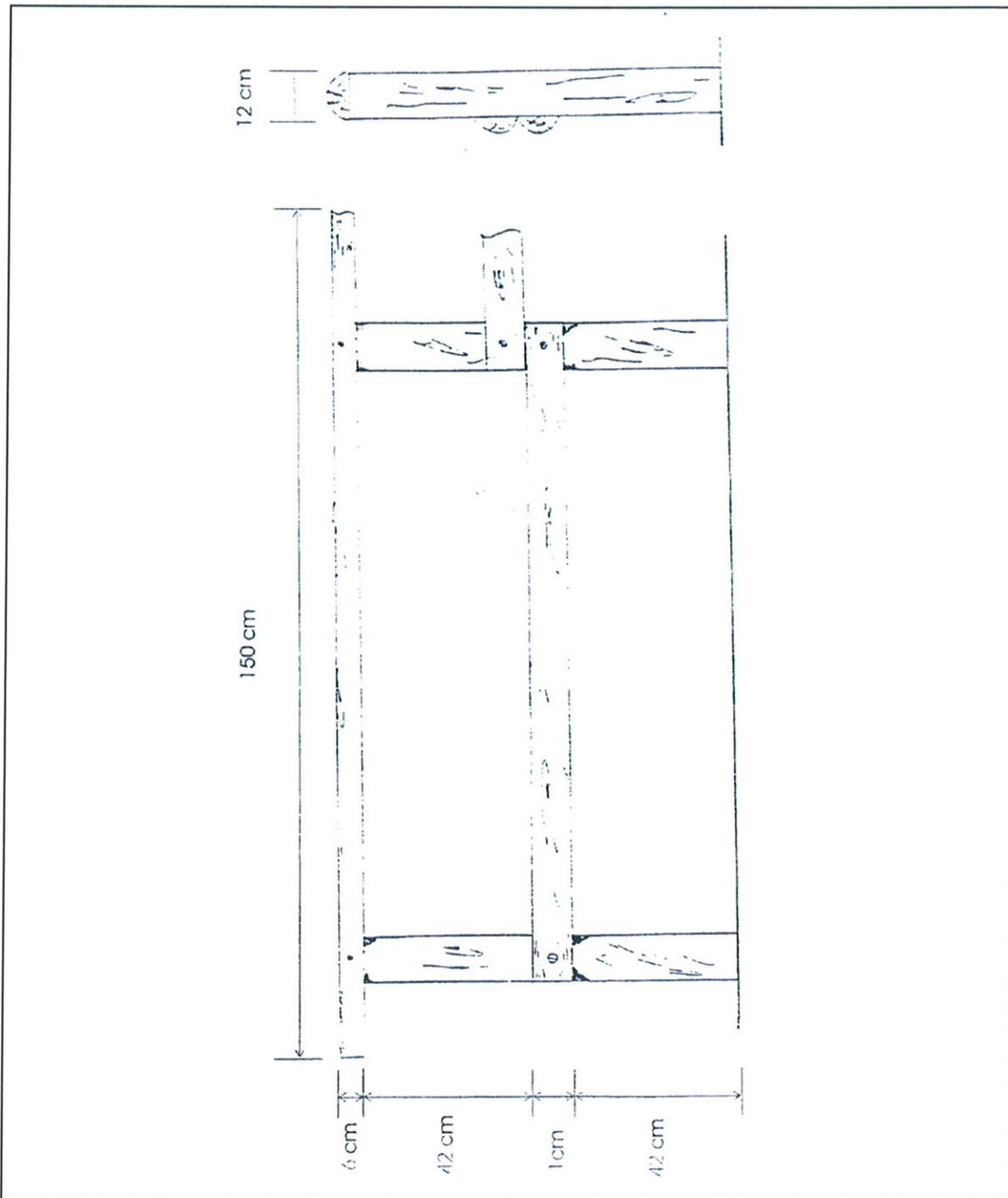
PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

INTERVENTI SULLA  
SENTIERISTICA  
STACCIONATE SEMPLICI

Fig. 1





COMUNE DI PLESIO

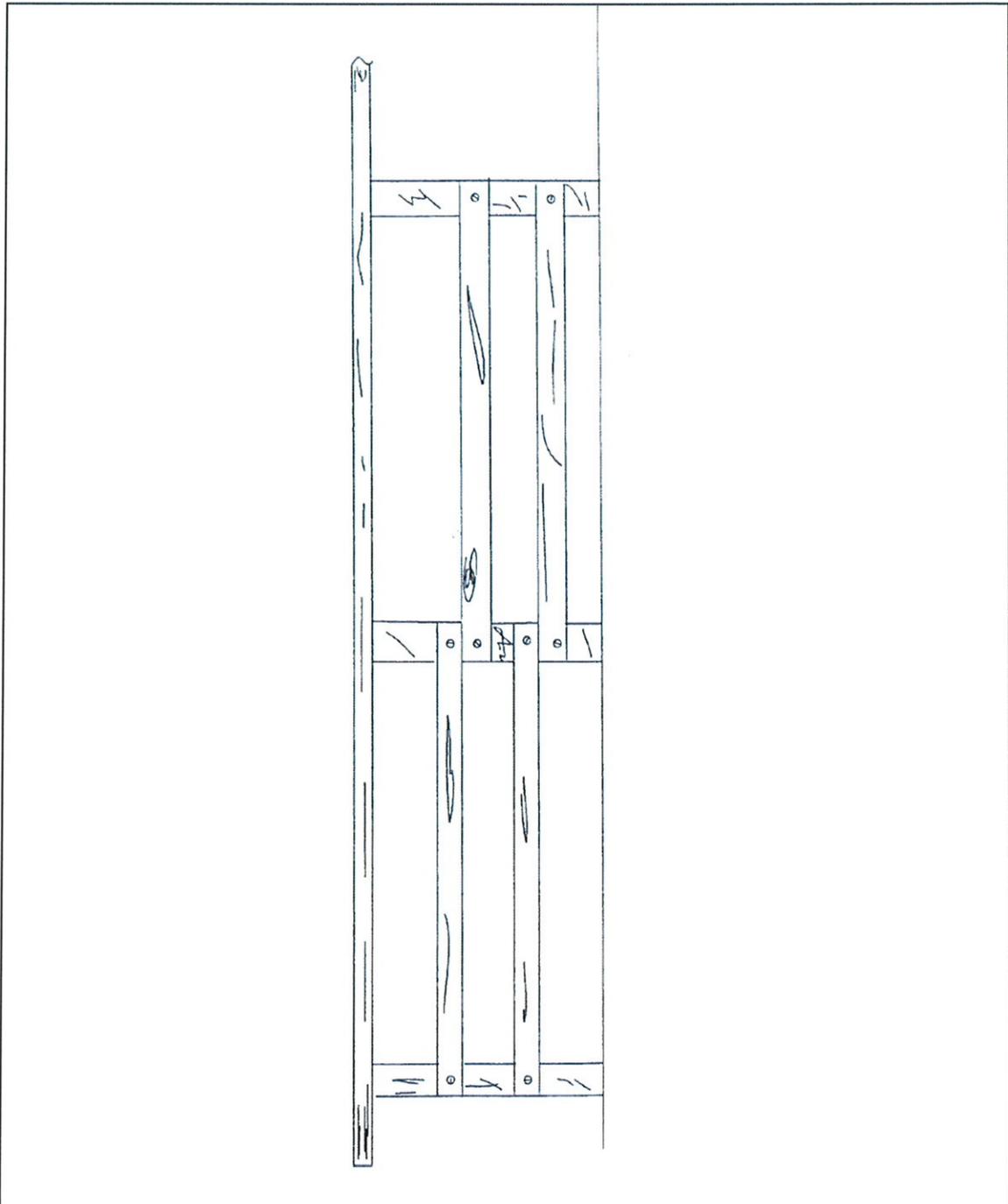
PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

INTERVENTI SULLA  
SENTIERISTICA  
STACCIONATE DOPPIE

Fig. 2



## INTERVENTI SULLA SENTIERISTICA CANALETTE

### **Descrizione dell'opera e funzioni principali**

Semplici deviatori d'acqua o canalette hanno il compito di raccogliere parallelamente ed evacuare trasversalmente l'acqua che scorre lungo il sentiero (Fig. 1). L'acqua di superficie proveniente dalle scarpate viene raccolta nelle deviazioni laterali ed evacuata verso valle tramite canalette o tubi di scarico.

### **Campi di applicazione**

Ideali non solo nei dintorni del sentiero ma anche sul sentiero stesso al fine di proteggerlo contro importanti assestamenti e contro l'asportazione del materiale.

Nei terreni sabbiosi o argillosi e poco permeabili (es. Flysch), un'evacuazione difettosa delle acque rischia di provocare importanti fenomeni d'erosione. In questi casi l'acqua deve essere deviata per mezzo di fossati o canali in legno verso un vicino torrente, un avvallamento o un terreno resistente all'erosione.

### **Fattibilità**

La pendenza del sentiero consigliata per queste opere è data dal rapporto h/l che deve essere circa pari al 5%.

Particolarmente sfavorevoli risultano essere i sentieri ripidi, dove può avvenire un'asportazione di materiale avendo deviatori troppo inclinati, e i sentieri pianeggianti, dove potrebbe accadere il superamento del deviatore a seguito della pendenza ridotta (Fig. 2).

### **Materiali impiegati**

Le canalette possono essere realizzate in legname e pietrame e in calcestruzzo e legname

Per le prime in genere si utilizzano delle tavole di legno impregnate sostenute lateralmente da tondini d'armatura. Si possono altresì utilizzare dei tondelli di circa 100 mm di diametro accompagnati da tondelli di 60-80 mm di diametro e lunghezza minima di 0,5 m (Fig. 3, 4 e 5).

Le seconde vengono costruite annegando in una soletta di calcestruzzo armato pietrame di varia pezzatura. I lavori meglio eseguiti non presentano fughe che mettano a vista il calcestruzzo.

### **Modalità di esecuzione**

Canalette in legname:

si procede alla realizzazione di uno scavo di forma o quadrata o trapezoidale. Sul fondo viene sistemato del legname o del pietrame. Il tondame di legname che viene utilizzato ha una lunghezza pari a circa 100 cm e un diametro di 8-12 cm. Il legname viene appoggiato al pendio in modo da essere perpendicolare rispetto alla linea di massima pendenza. L'opera è inoltre sostenuta verso valle da altro tondame, posizionato parallelamente alla linea di massima pendenza.

Canaletta in calcestruzzo:

dopo l'apertura dello scavo si procede alla regolarizzazione del fondo, al suo compattamento e alla colata con l'eventuale ausilio di casseforme di calcestruzzo di tipologia idonea al sito armato con tondini di metallo o rete. Sulla superficie della canaletta viene posto il pietrame in pezzame non squadrato, di varia dimensione, di provenienza locale o comunque il più possibile simile a quello affiorante in loco. (Fig. 6)

### **Interventi collegati**

Nel caso di pendenze medie si consiglia di rivestire il canale con erba da tagliare regolarmente; per forti pendenze il rivestimento più adeguato è del pietrame adatto che risulta anche parzialmente autopulente. I canali rivestiti di pietrame sono dotati di picchetti, posizionati nel numero di uno-due circa per ogni metro, che tendono ad aumentare la resistenza all'erosione (Fig. 7).

### **Periodo di intervento**

Tutto l'anno.

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

La manutenzione fondamentale per queste opere è la periodica pulitura delle canalette stesse.





COMUNE DI PLESIO

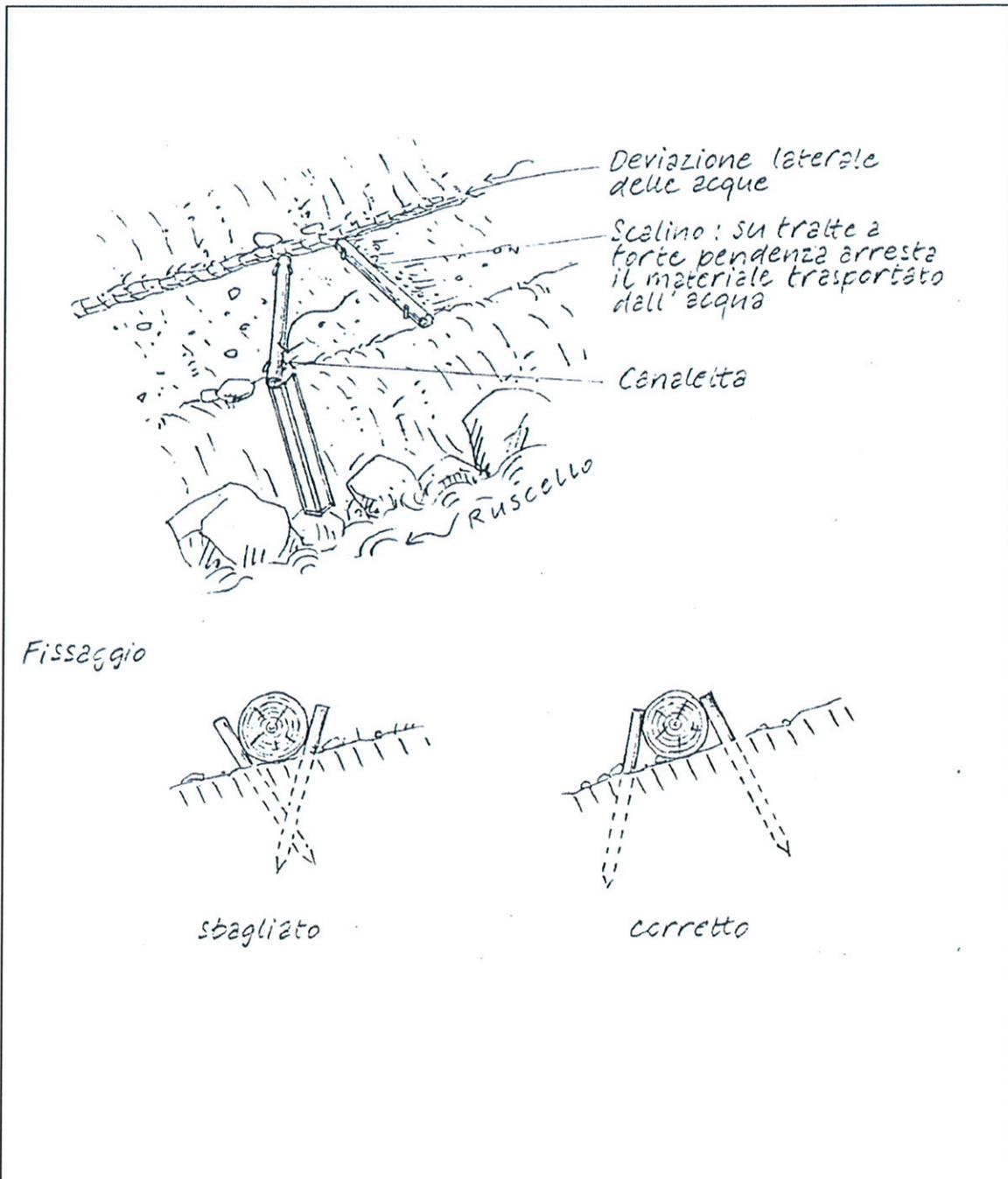
PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

INTERVENTI SULLA  
SENTIERISTICA  
CANALETTE

Fig. 1





COMUNE DI PLESIO

PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

INTERVENTI SULLA  
SENTIERISTICA  
CANALETTE

Fig. 2

Pendenza consigliata (↙)  
 $s = h/l = \text{ca. } 5\%$



Particolarmente sfavorevoli sono :

su sentieri ripidi

su sentieri pianeggianti



Asportazione di materiale  
con deviatori troppo  
inclinati



Superamento del deviatore  
a seguito della sua pendenza  
ridotta



COMUNE DI PLESIO

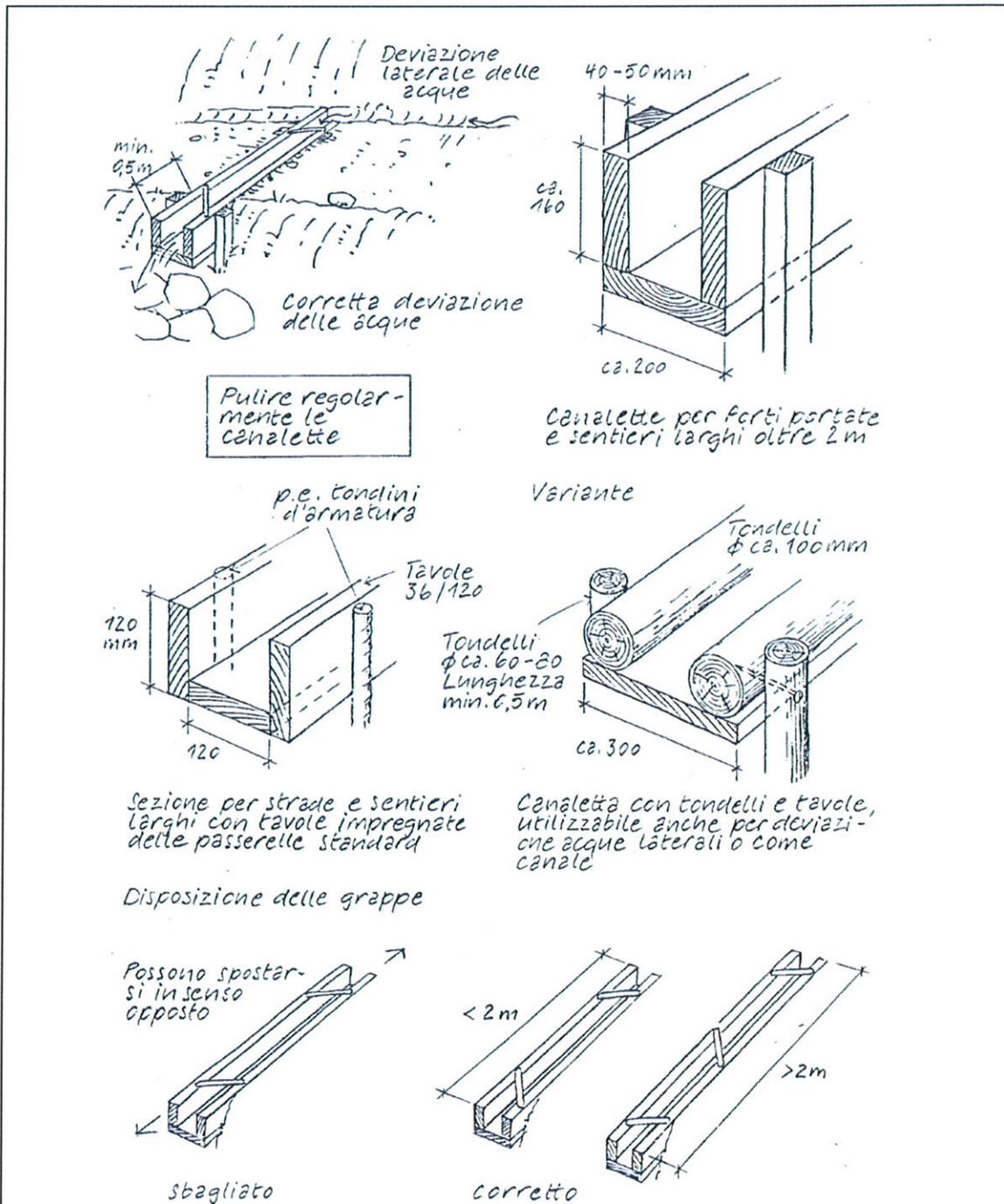
PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

INTERVENTI SULLA  
SENTIERISTICA  
CANALETTE

Fig. 3





COMUNE DI PLESIO

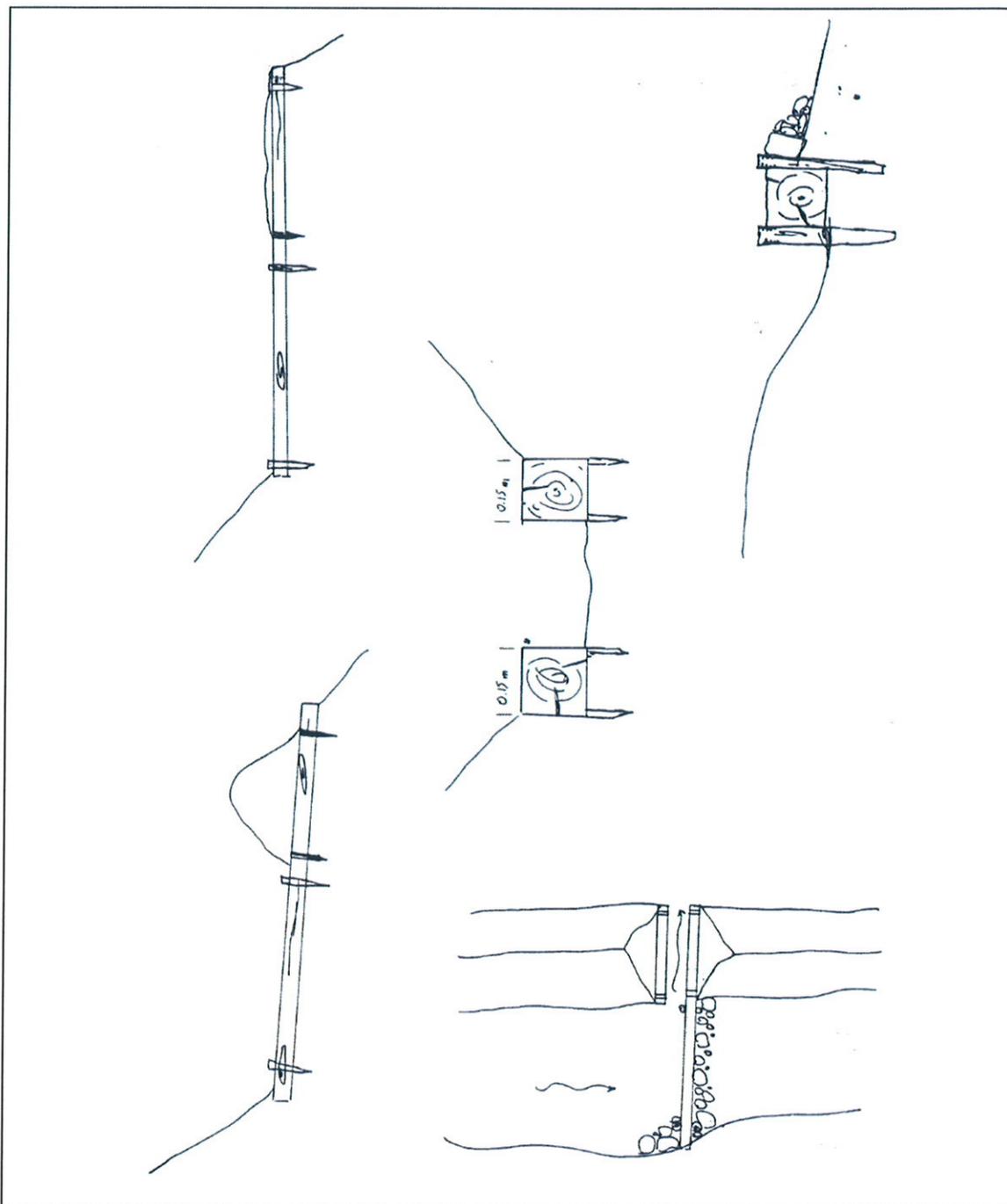
PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

INTERVENTI SULLA  
SENTIERISTICA  
CANALETTE

Fig. 4





COMUNE DI PLESIO

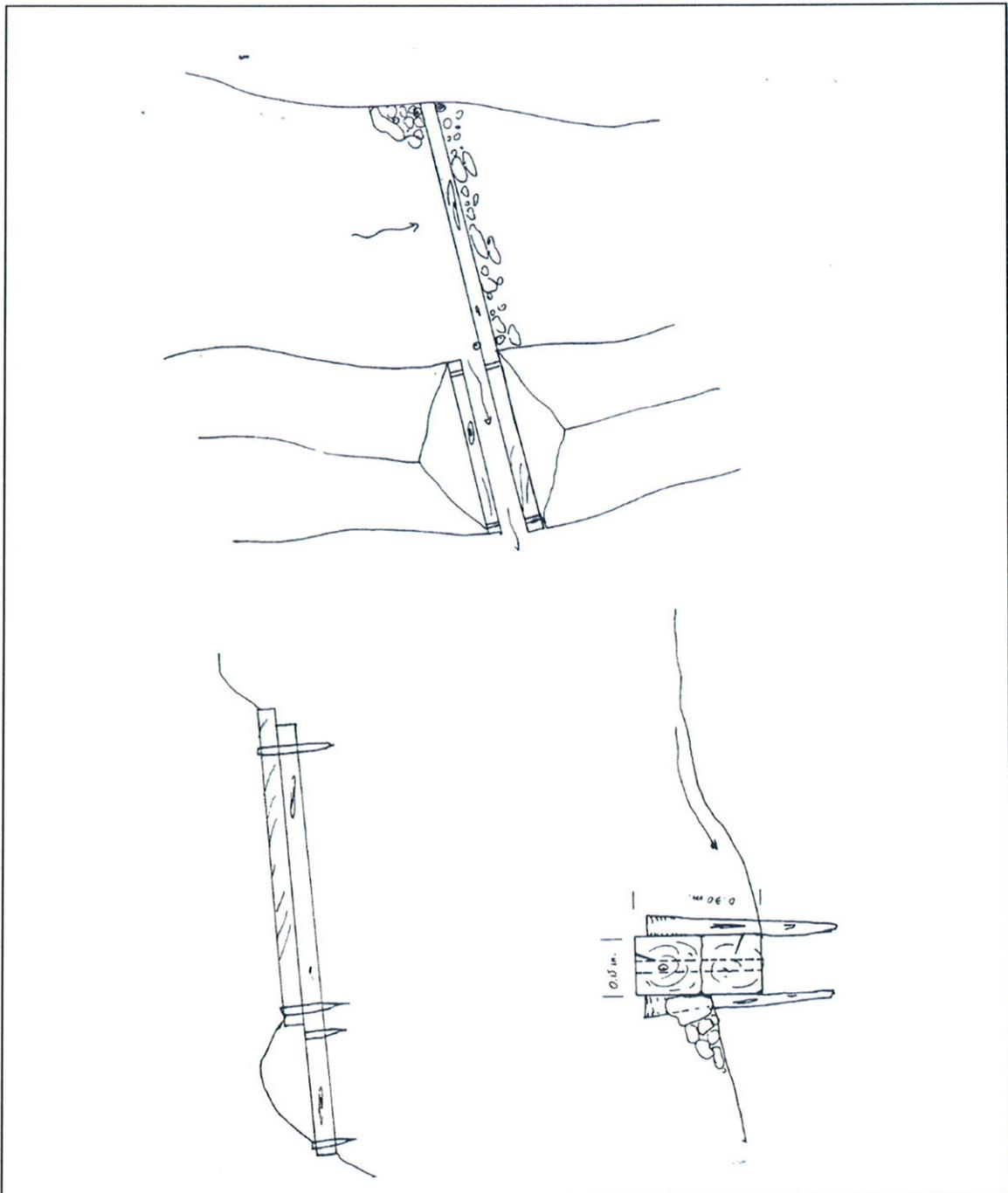
PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

INTERVENTI SULLA  
SENTIERISTICA  
CANALETTE

Fig. 5





COMUNE DI PLESIO

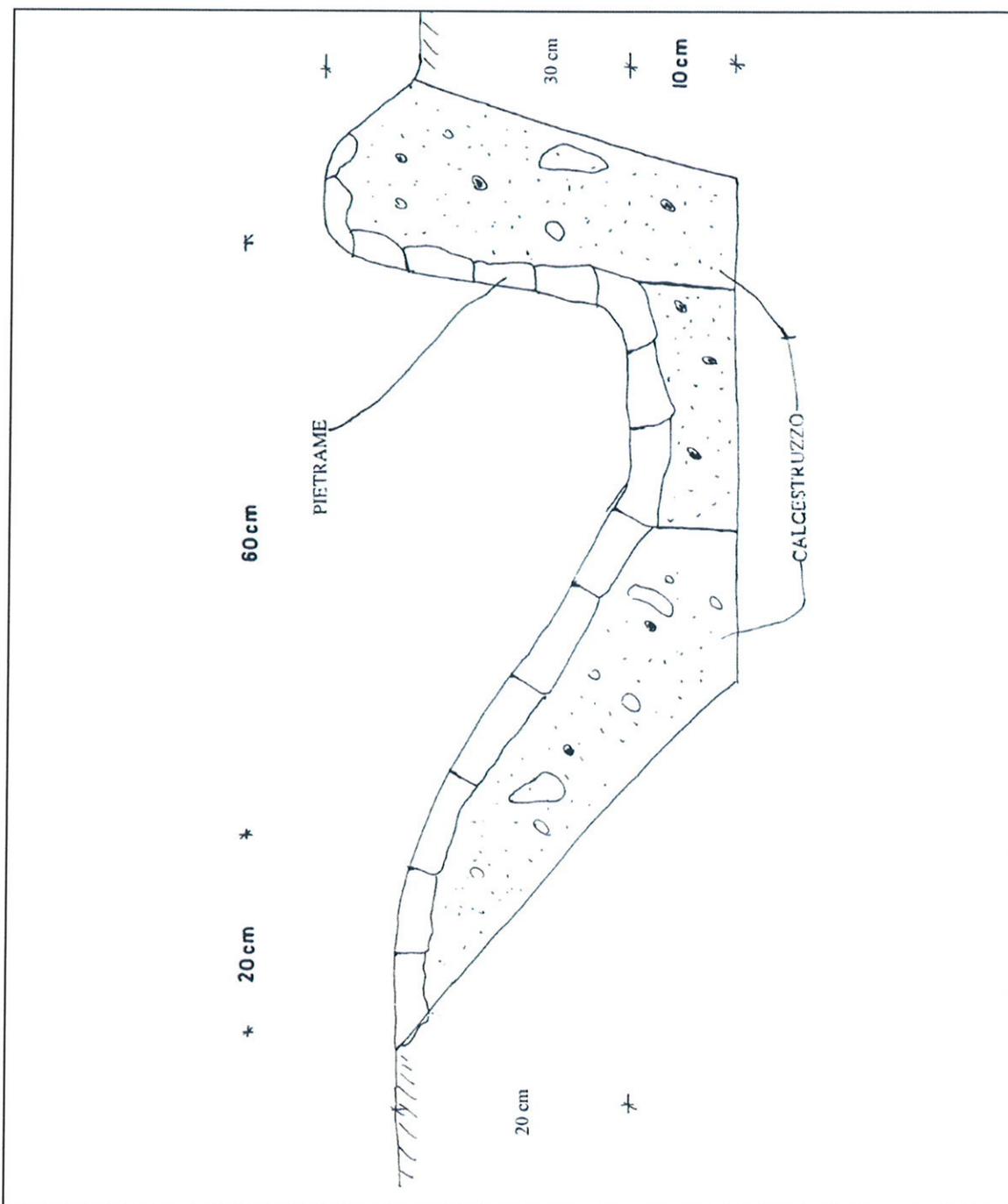
PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

INTERVENTI SULLA  
SENTIERISTICA  
CANALETTE

Fig. 6





COMUNE DI PLESIO

PROVINCIA DI COMO

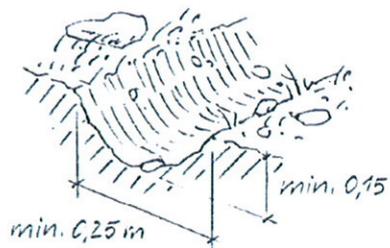


PARTE SPECIALE

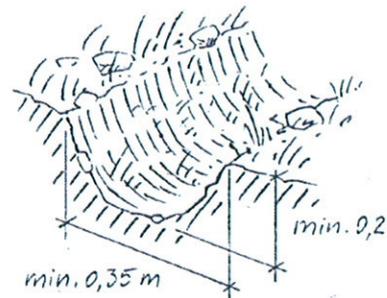
INTERVENTI SULLA  
SENTIERISTICA  
CANALETTE

Fig. 7

*Pendenza ridotta*

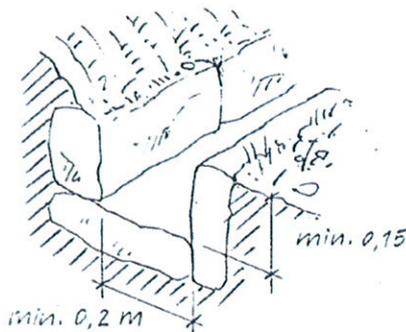


*Pendenza media*



*Canale rivestito d'erba, da tagliare periodicamente*

*Forte pendenza*



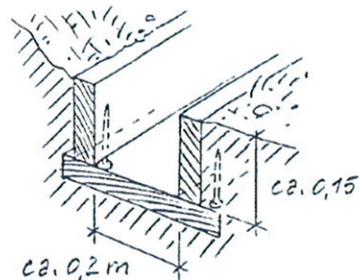
*Rivestimento con  
pietrame adatto  
(risulta parzialmente  
autopulente)*

*Variante 1: Canale rivestito  
con pietrame*



*Picchetti (ca.  
1-2 pezzi / m')  
Aumenta la  
resistenza all'  
erosione*

*Variante 2: Canali in  
legno*





## INTERVENTI SULLA SENTIERISTICA PASSERELLE

### **Descrizione dell'opera e funzioni principali**

La costruzione di ponti e passerelle necessita di molto lavoro e materiale. E' particolarmente importante studiare e progettare l'opera con accuratezza e in seguito eseguirla impeccabilmente.

### **Campi di applicazione**

La qualità di un ponte dipende dalla categoria del sentiero e dall'equipaggiamento dei fruitori. Ad eccezione di tratte molto frequentate, per i sentieri sono sufficienti ponti e passerelle a una via (Fig. 1 e 2). Per i percorsi pedonali sono più adatte delle costruzioni larghe.

Nell'ambito della sistemazione dei sentieri si utilizzano soprattutto delle strutture portanti semplici quali semplici appoggi pedonali costituiti da blocchi di pietra o tondame, ma si ricorre anche a sistemi più complessi quali travature lamellari, a cavalletto o travature reticolari.

### **Fattibilità**

I limiti alla realizzazione delle passerelle sono i seguenti:

- presenza di adeguati punti di appoggio;
- elevato trasporto solido;
- creazione di impedimento al naturale deflusso delle acque: a tale scopo è talvolta necessario prevedere la realizzazione di passerelle e passaggi tracimabili e inondabili, fruibili dal pubblico solo periodicamente (magre).

### **Materiali impiegati**

In genere si utilizza legname impregnato o durevole. Al legno si associa l'utilizzo di acciaio zincato a fuoco, di calcestruzzo (Fig. 3 e 4).

Gli appoggi possono essere costituiti da tondame, da blocchi, da calcestruzzo o da palificazioni (Fig. 5).

### **Modalità di esecuzione**

Per evitare che i fruitori delle passerelle scivolino, la rugosità del piano di transito può essere migliorata attraverso adeguate misure (Fig. 6 e 7):

- rendere ruvida la superficie della passerella con la motosega ed eventualmente spargere del ghiaietto fissato con bitume;
- applicare delle strisce di metallo stirato, della rete metallica diagonale o delle reti d'armatura solidamente fissate con graffes;
- coprire integralmente con telo impermeabile al bitume polimero e riempire con materiale ghiaioso;
- posizionare uno strato di copertura con un miscuglio legante sabbia-ghiaia.

### **Periodo di intervento**

Tutto l'anno.

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

Bisogna proteggere il legno utilizzato da eventuali danni provocati dal clima, da attacchi fungini e d'insetti, dall'usura e dalle sollecitazioni meccaniche. Per prevenirne il deterioramento, la manutenzione e i controlli devono essere effettuati con una certa periodicità.





COMUNE DI PLESIO

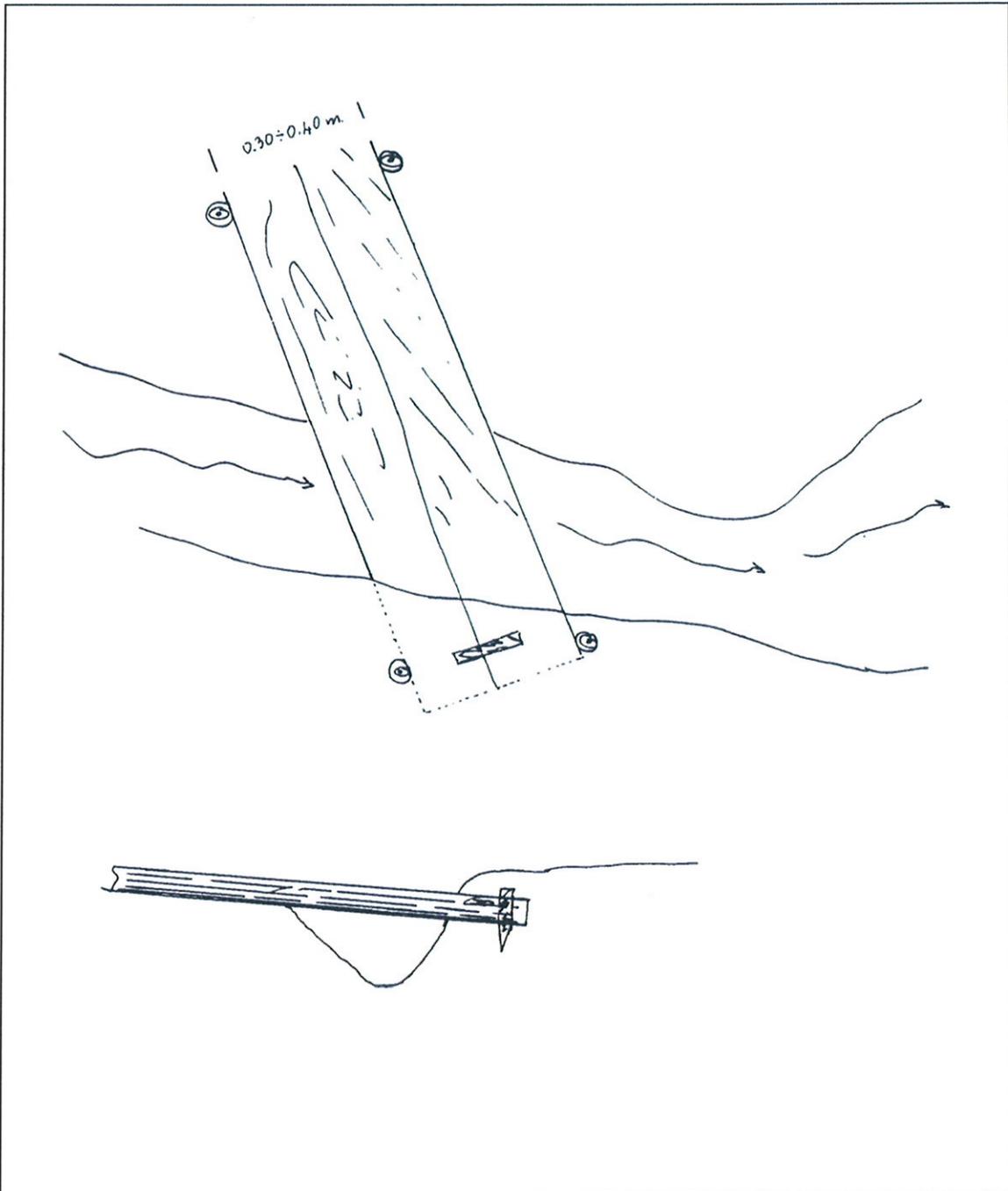
PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

INTERVENTI SULLA  
SENTIERISCA  
PASSERELLE

Fig. 1





COMUNE DI PLESIO

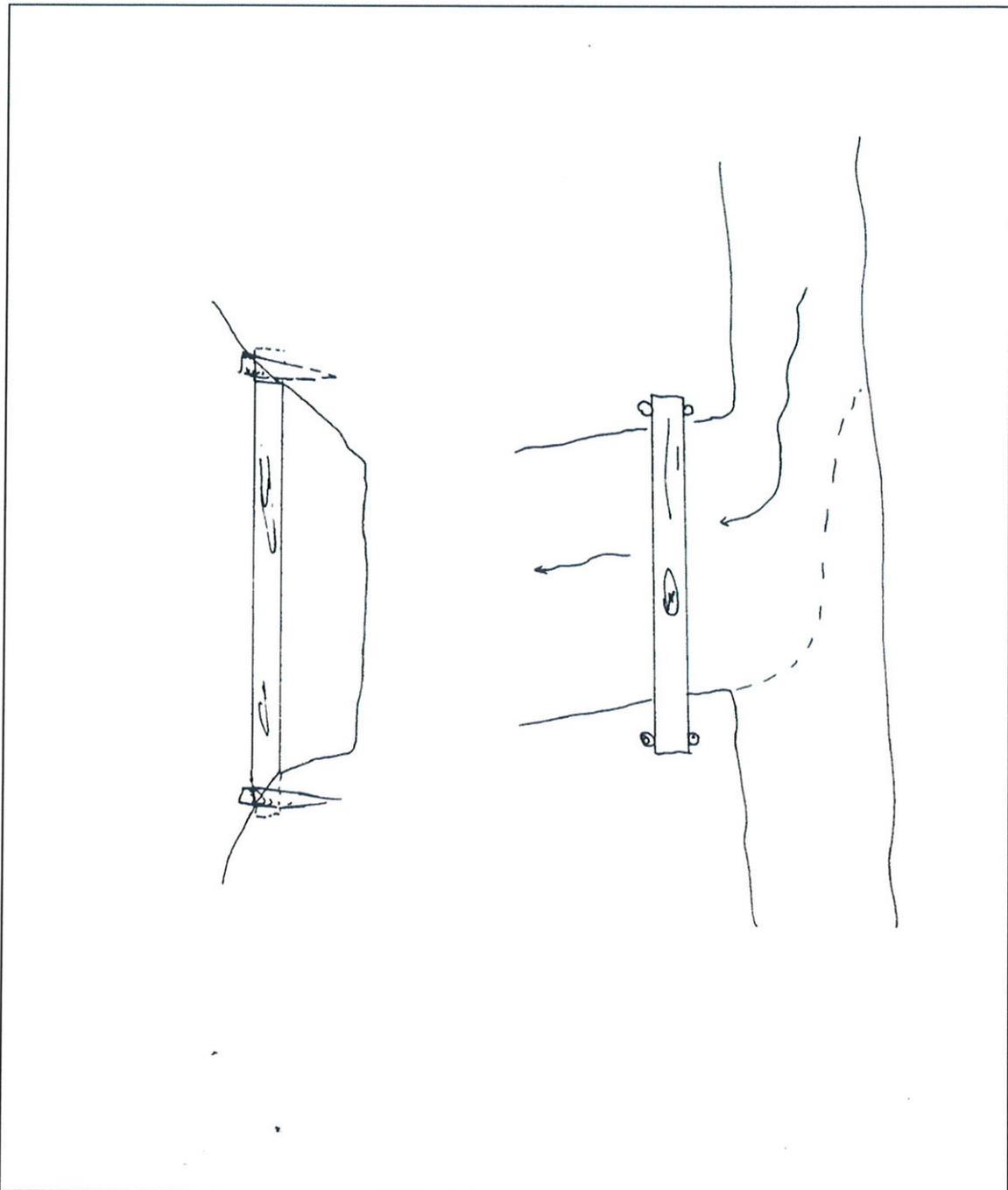
PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

INTERVENTI SULLA  
SENTIERISCA  
PASSERELLE

Fig. 2





# COMUNE DI PLESIO

PROVINCIA DI COMO

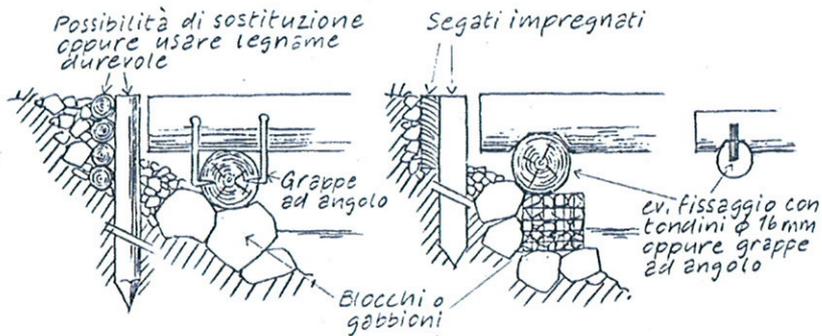


PARTE SPECIALE

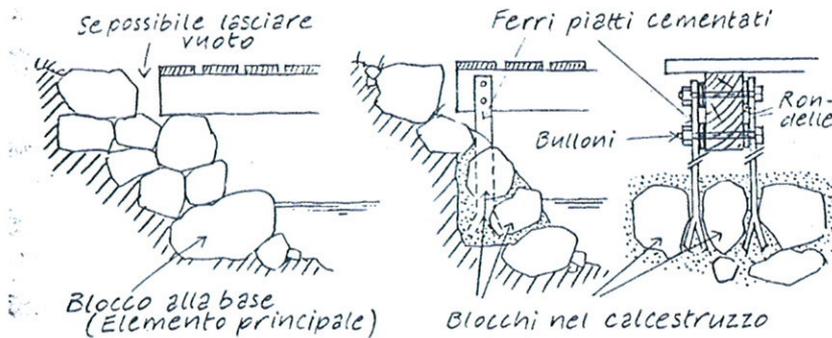
## INTERVENTI SULLA SENTIERISCA PASSERELLE

Fig. 3

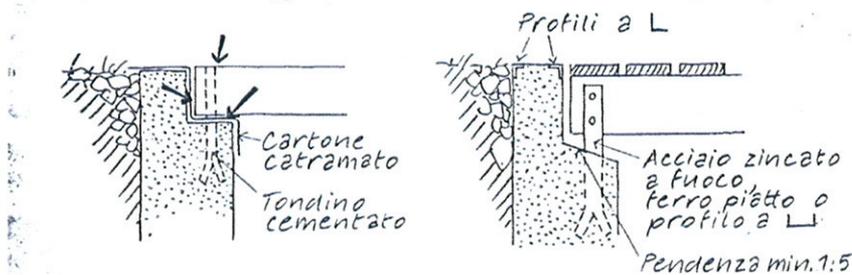
### • Tondame (Esecuzione tipo B)



### • Blocchi (Tipo A o B)



### • Calcestruzzo (generalmente costruzioni di tipo A)



Stagliato: le frecce ( $\blacktriangledown$ ) indicano zone esposte all'umidità

corretto



# COMUNE DI PLESIO

PROVINCIA DI COMO

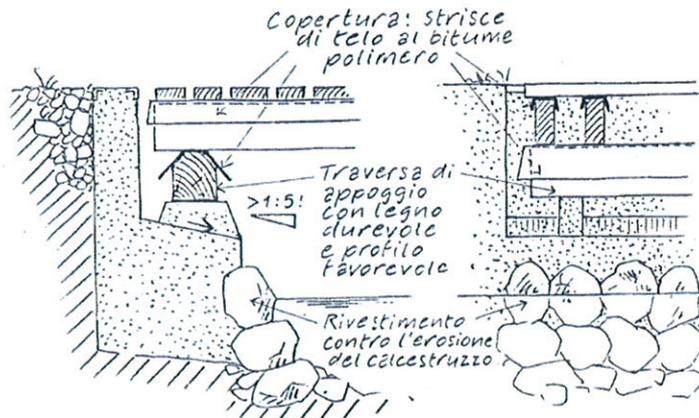
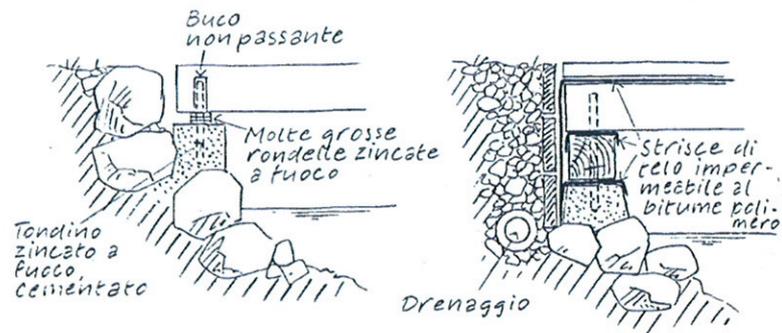


PARTE SPECIALE

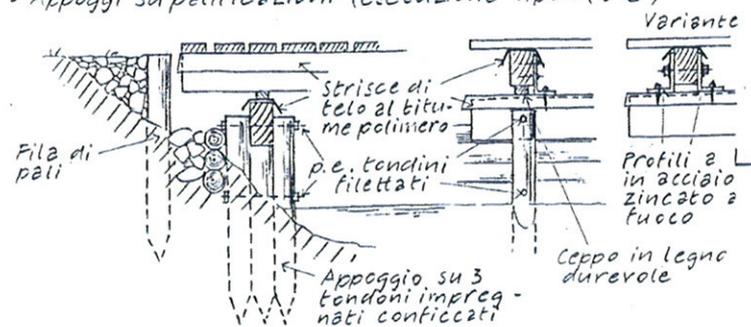
## INTERVENTI SULLA SENTIERISCA PASSERELLE

Fig. 4

### Calcestruzzo (2)



### Appoggi su palificazioni (esecuzione tipo A o B)





# COMUNE DI PLESIO

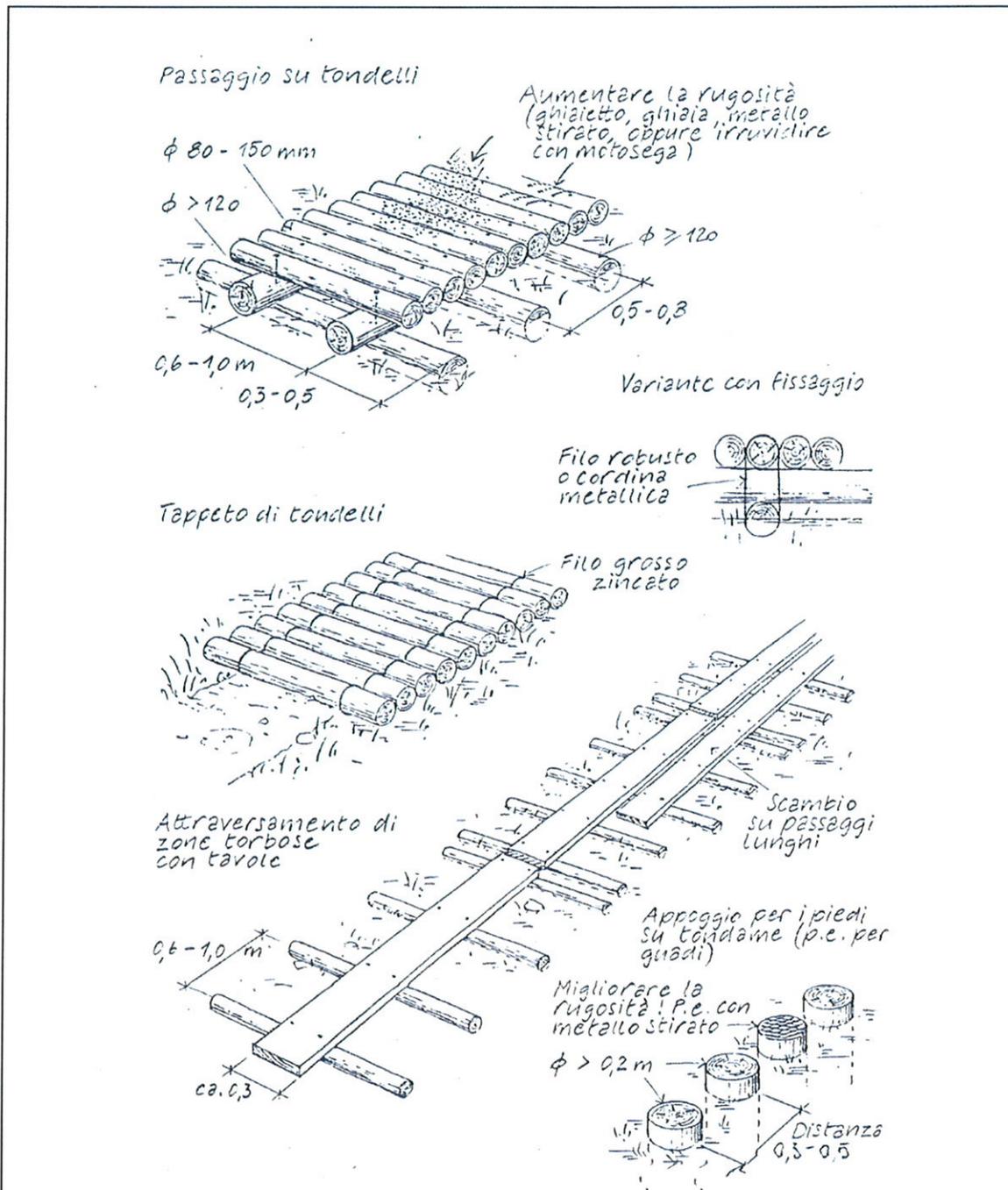
PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

## INTERVENTI SULLA SENTIERISCA PASSERELLE

Fig. 5





COMUNE DI PLESIO

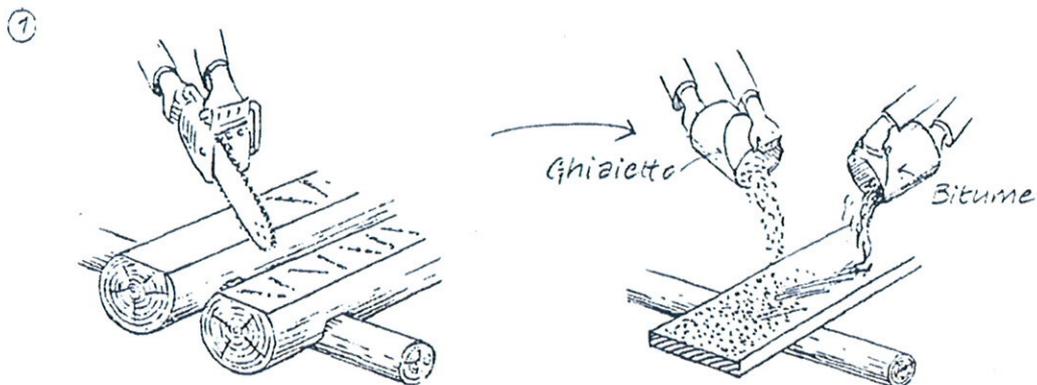
PROVINCIA DI COMO



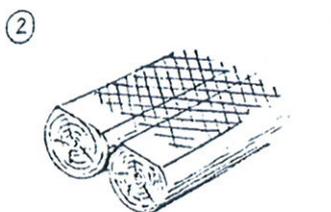
PARTE SPECIALE

INTERVENTI SULLA  
SENTIERISCA  
PASSERELLE

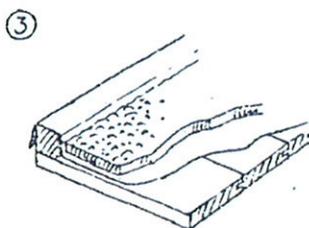
Fig. 6



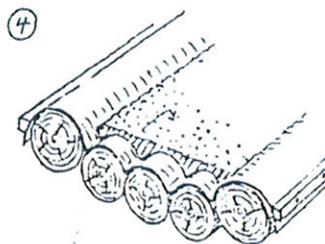
*Rendere ruvida la superficie con la motosega, ev. spargere ghiaietto fissato con bitume (variante: miscela di ghiaietto o sabbia e resine epossidiche)*



*Strisce di metallo stirato, rete metallica diagonale o reti d'armatura solidamente fissate con graffes*



*Coprire integralmente con telo impermeabile al bitume polimero, riempire con materiale ghiaioso*



*Scrato di copertura con miscuglio legante sabbia-ghiaia*



COMUNE DI  
CASNATE CON  
BERNATE

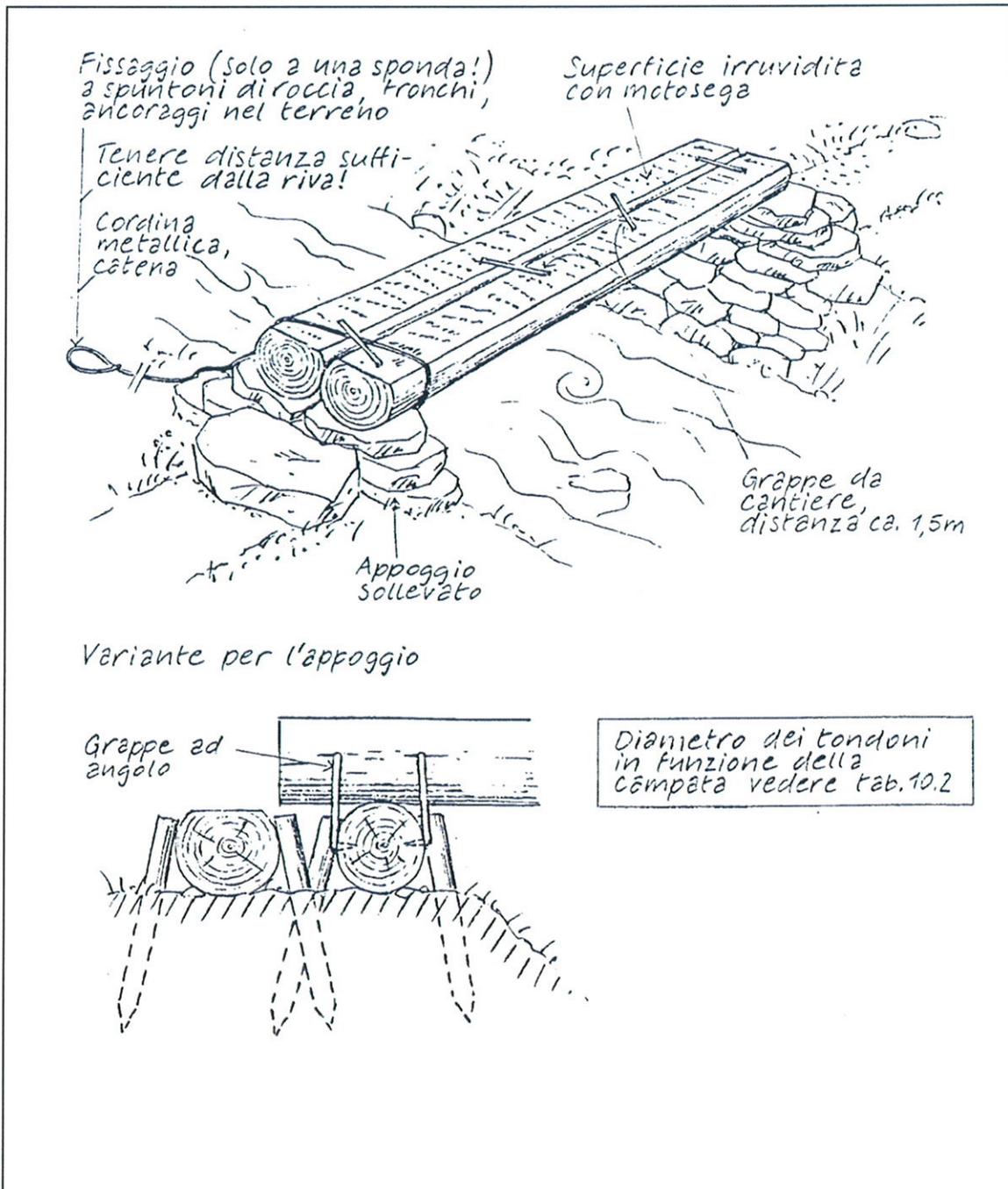
PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

INTERVENTI SULLA  
SENTIERISCA  
PASSERELLE

Fig. 7





## INTERVENTI SULLA SENTIERISTICA SCALE

### Descrizione dell'opera e funzioni principali

Le tipologie di scale sono:

#### ▣ Scale nel terreno

Sono particolarmente esposte all'umidità del suolo. Per garantire la durabilità di questi manufatti è fondamentale l'attuazione di efficaci misure di protezione del legno.

I rischi legati all'uso delle scale nel terreno sono di regola minimi. Nella maggior parte dei casi si può rinunciare al parapetto e a un allargamento del sentiero (Fig. 1).

#### ▣ Scale libere

Dal profilo della loro portata e delle misure di protezione del legno le scale libere sono delle costruzioni simili ai ponti. I loro appoggi sono dunque dei punti critici. Se la scala è sollevata di poco rispetto al terreno e presenta una larghezza di almeno 80 cm si può rinunciare al parapetto. Nel caso di scale libere a una via è sufficiente di regola un parapetto su un unico lato. (Fig. 2, 3)

#### Campi di applicazione

Le scale facilitano il superamento di tratti a forte declività.

Grazie ai gradini e alle fiancate le scale sul terreno impediscono l'erosione del materiale terroso.

Le scale libere danneggiano il terreno naturale e la vegetazione solo nei punti d'appoggio e diminuiscono così il pericolo d'erosione.

#### Fattibilità

Le scale a pioli sono sconsigliate per i sentieri perché presentano dei punti di debolezza difficilmente controllabili che potrebbero causare degli incidenti (Fig. 4). Sui sentieri alpini si deve scegliere di preferenza scale in acciaio.

La scelta del tracciato sentieristico deve anche considerare che un percorso più lungo e tortuoso può offrire una migliore sicurezza in quanto permette di costruire scale meno ripide.

#### Materiali impiegati

Importante è utilizzare legname durevole e zincare a fuoco tutti gli elementi in acciaio.

Per le scale nel terreno (Fig. 1) si può impregnare il legno (nel caso di esecuzioni di tipo A) oppure utilizzare elementi di legno non impregnato (nel caso di esecuzioni di tipo B) (Fig. 5). I gradini, oltre che essere costituiti da tavole di legno, possono avere come variante la messa in opera di tondelli con la pedata da intagliare. Il fissaggio laterale delle fiancate e quello frontale dei gradini stessi può essere ottenuto o con picchetti in legname durevole o con dell'acciaio d'armatura di 14-16 mm di diametro.

Per le scale libere l'appoggio a terra può essere ottenuto utilizzando o del legname durevole o delle pietre sopraelevate. I chiodi per raccordare le varie parti della struttura devono essere in acciaio INOX oppure zincati. Inoltre nelle scale libere di tipo A sovente è l'utilizzo di bulloni di carpenteria M12 (lunghezza di circa 260 mm), di rondelle, di caviglie a pressione e di ferri piatti cementati. Inoltre spesso gli scalini sono elementi sostituibili (Fig. 2 e 3).

#### Modalità di esecuzione

Le alzate e le pedate delle scale per i sentieri sono da calcolare analogamente alle scale degli edifici.

Se pendenza > 1:3  $2h + t \cong 63 \text{ cm}$  ( $h_{\max} \cong 25 \text{ cm}$ )

Se pendenza < 1:3  $2h + t \cong 75 \text{ cm}$

dove h = alzata; t = pedata

All'aperto le scale sono sovente meno inclinate di modo che le formule sopradescritte non sono sempre applicabili. L'alzata (h) e la pedata (t) vengono determinate sul terreno. Una minor pendenza del terreno comporta una minore alzata, ma essa non dovrebbe essere inferiore a 10 cm. Se le rampe sono lunghe si dovrebbero intercalare, a seconda delle possibilità, ad un pianerottolo ogni 10-15 gradini.

**Interventi collegati**

Per le scale nel terreno si possono costruire delle canalette rivestite in legno o pietrame per deviare l'acqua contro la montagna.

**Periodo di intervento**

Tutto l'anno.

**Manutenzione e durata dell'opera**

Controllare periodicamente lo stato di conservazione del legname utilizzato e la stabilità dei punti di appoggio e ancoraggio.



# COMUNE DI PLESIO

PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

## INTERVENTI SULLA SENTIERISCA SCALE

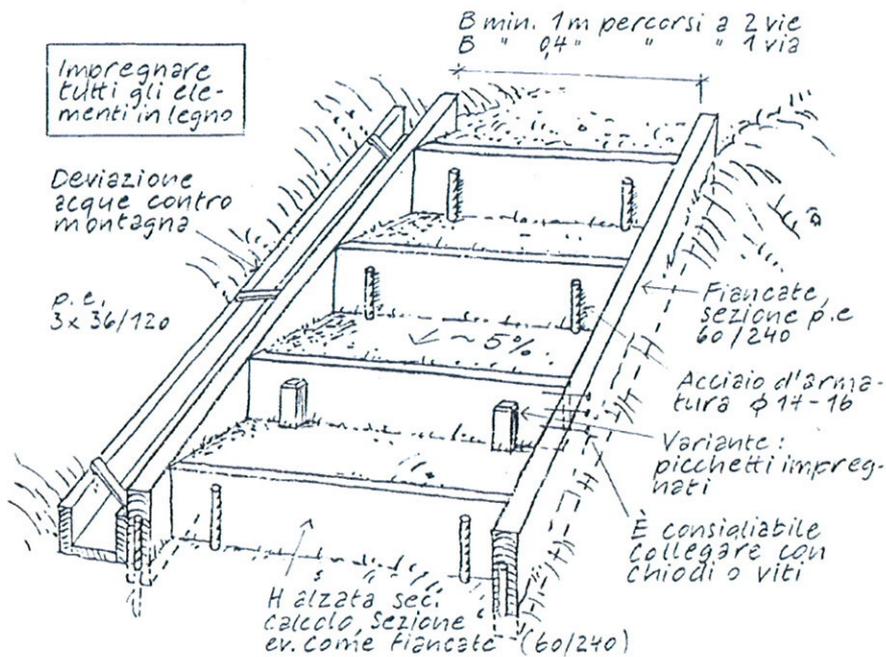
Fig. 1

Esempio esecuzione tipo A

Impregnare tutti gli elementi in legno

Deviazione acque contro montagna

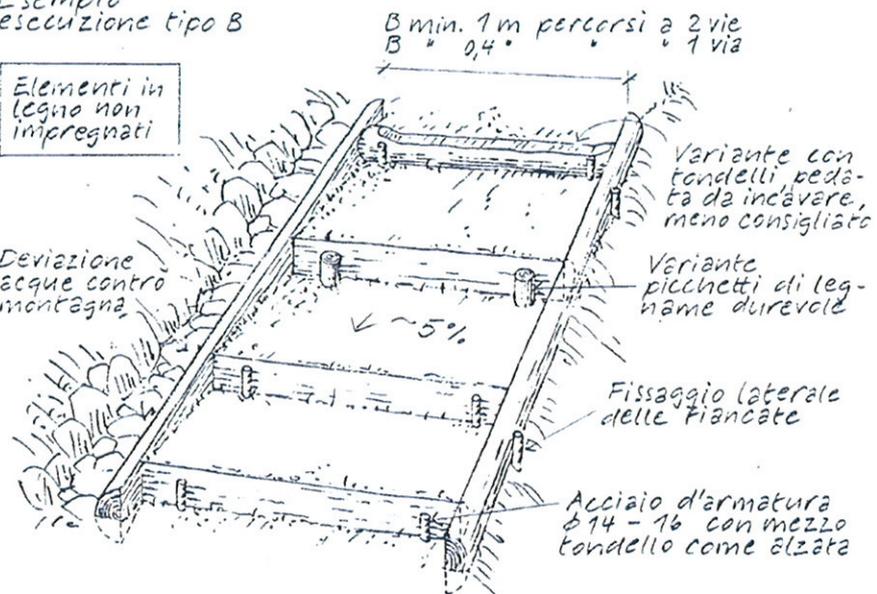
p.e. 3x36/120



Esempio esecuzione tipo B

Elementi in legno non impregnati

Deviazione acque contro montagna





COMUNE DI PLESIO

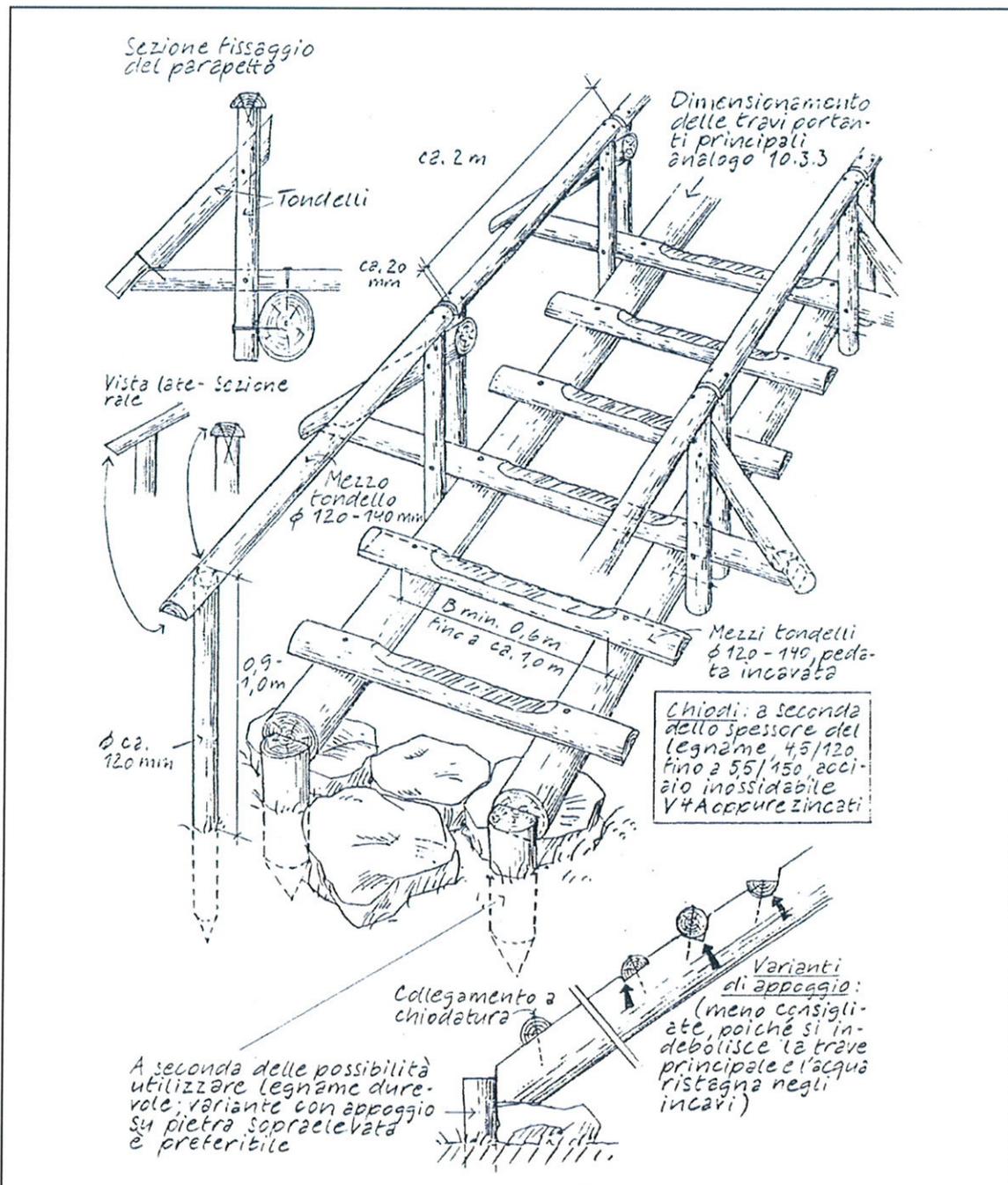
PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

INTERVENTI SULLA  
SENTIERISCA SCALE

Fig. 2





# COMUNE DI PLESIO

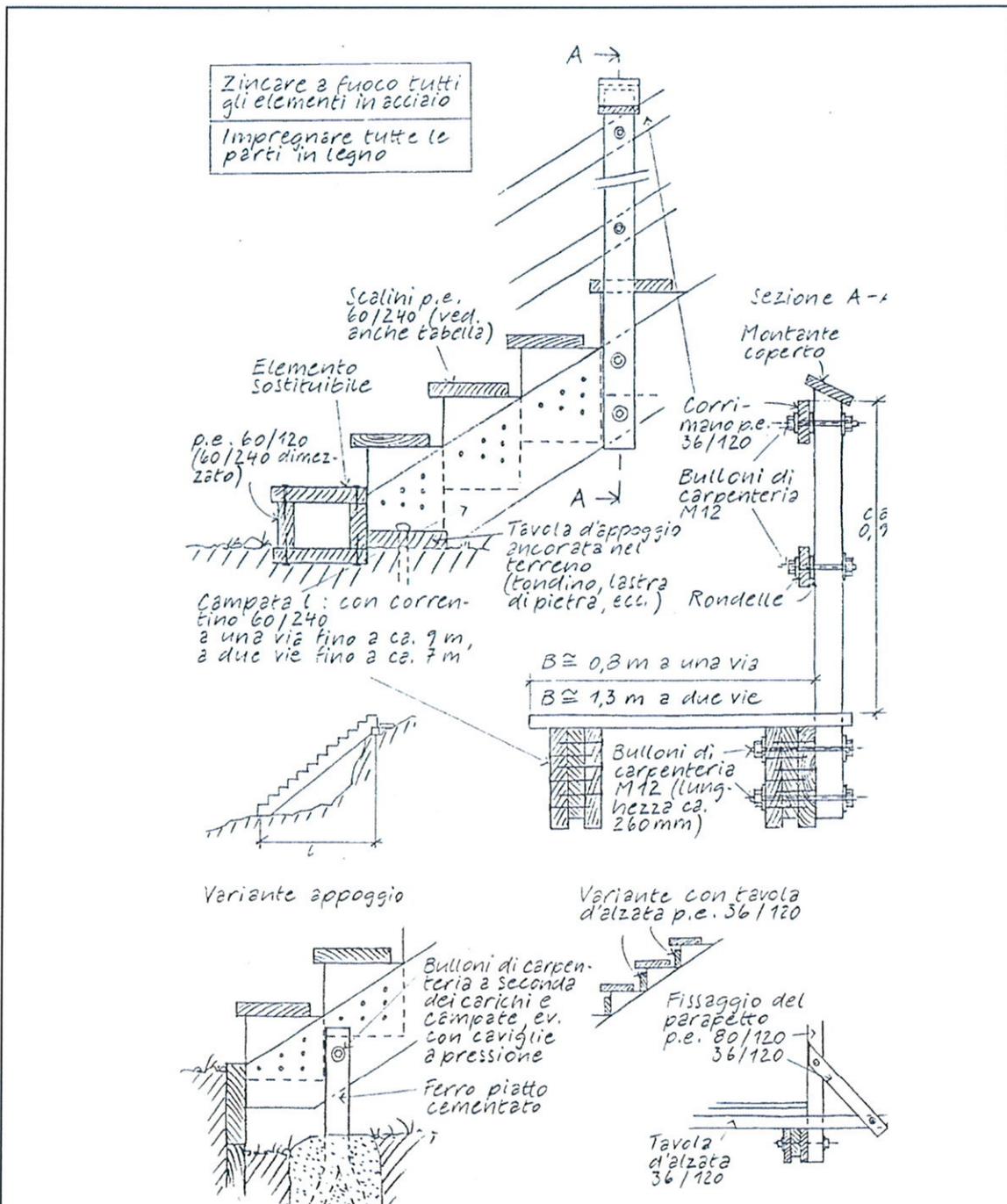
PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

## INTERVENTI SULLA SENTIERISCA SCALE

Fig. 3





COMUNE DI PLESIO

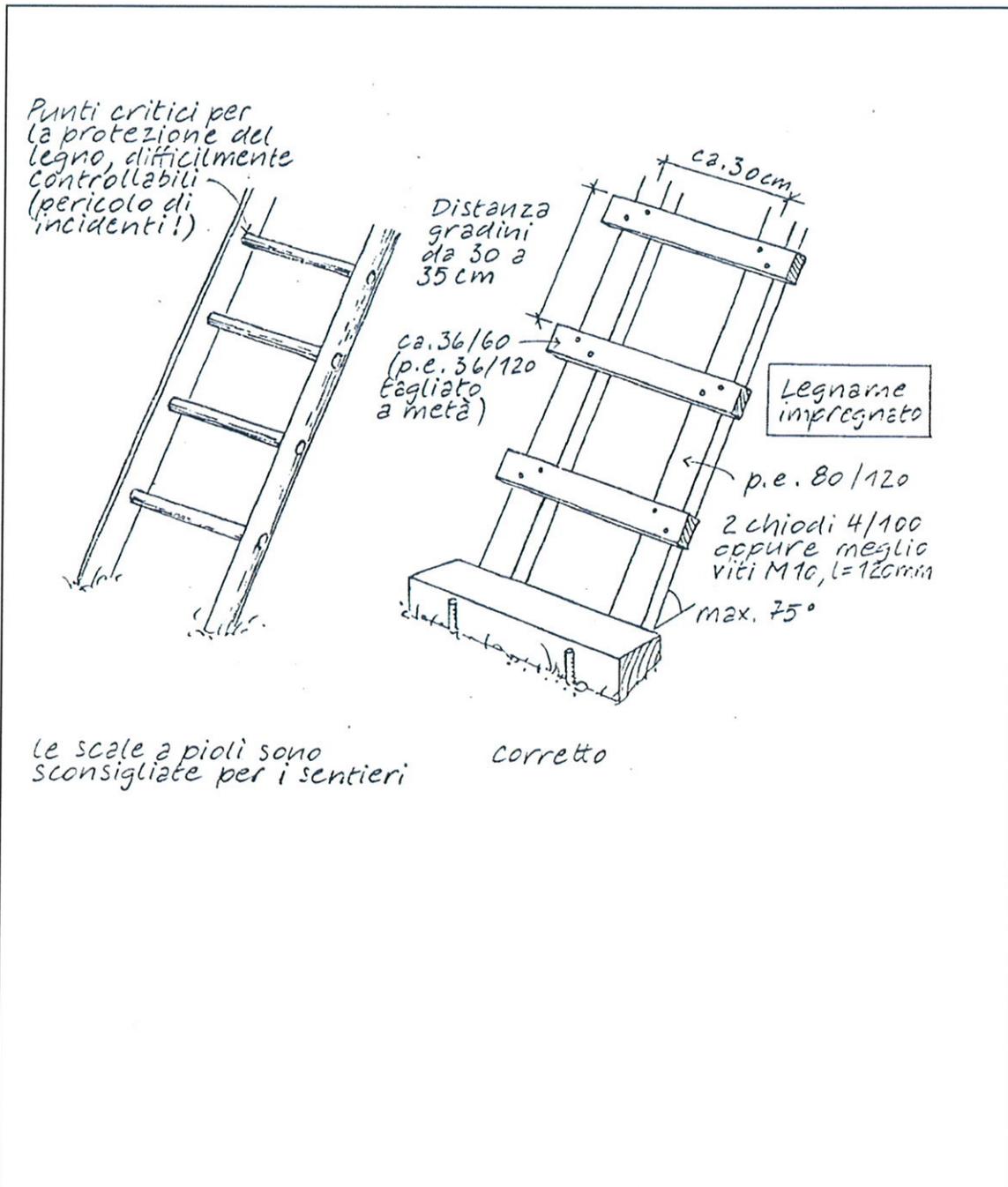
PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

INTERVENTI SULLA  
SENTIERISCA SCALE

Fig. 4





COMUNE DI PLESIO

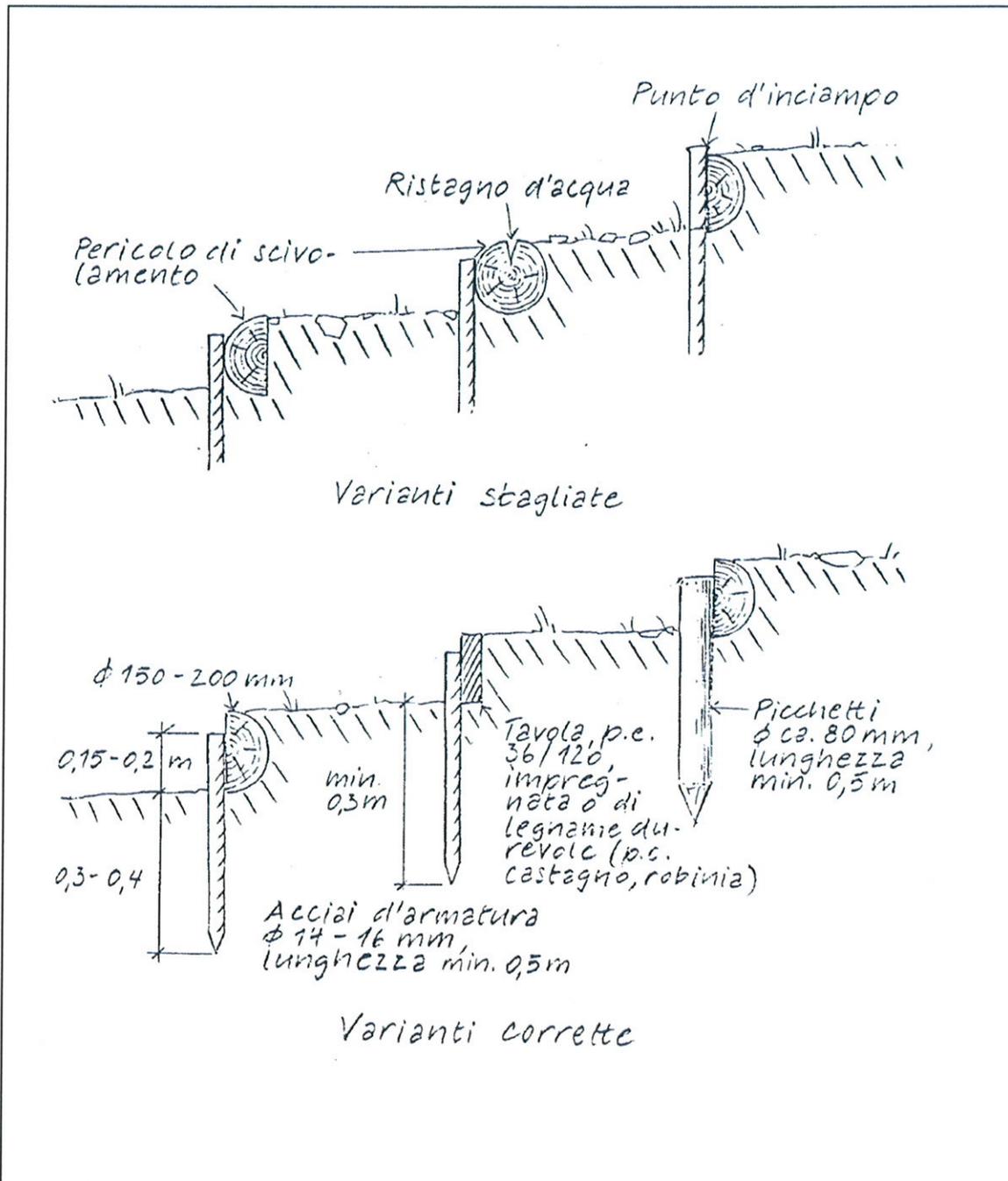
PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

INTERVENTI SULLA  
SENTIERISCA SCALE

Fig. 5





## INTERVENTI SULLA SENTIERISTICA CARTELLI

### **Descrizione dell'opera e funzioni principali**

Cartelli indicatori aventi finalità divulgative, informative e/o di allerta. Essi dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- pali di sostegno diametro 9 cm in abete o castagno impregnato;
- fondazioni a bicchiere, come per sostegni staccionate;
- base di appoggio per cartello in legno piallato, di forma rettangolare.

### **Campi di applicazione**

Indicazioni di pericolo, finalità didattiche e divulgative.

### **Fattibilità**

Nessun problema di fattibilità.

### **Materiali impiegati**

- tronchi di larice o di abete, o di pino, scortecciati e trattati, diametro 10-11 cm;
- bicchieri in acciaio, diametro interno 11 cm, spessore 3 mm, con foro per spia, 2 staffe laterali;
- calcestruzzo;
- spie e chiodi;
- base di appoggio in legno uguale a quello usato per i pali.

### **Periodo di intervento**

Tutto l'anno.

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

Questo intervento non necessita di manutenzione particolare.



## INTERVENTI SULLA SENTIERISTICA CONSOLIDAMENTI

### **Descrizione dell'opera e funzioni principali**

Si tratta di interventi che permettono di consolidare e ricostruire parte della sede dei sentieri coinvolti in fenomeni erosivi o franosi.

Sono costituiti dalla messa in opera di tondame, tavole o assi lignei ancorati al terreno con picchetti metallici o lignei a formare delle piccole opere di contenimento riempite a monte con materiale di scavo di varia pezzatura (Fig. 1 e 2)

### **Campi di applicazione**

Queste opere permettono di costruire parti di sentiero ex novo o di ricostruire sentieri parzialmente franati o erosi. Le fiancate impediscono l'erosione del materiale terroso verso valle.

### **Fattibilità**

È necessario fornire alle opere un adeguato sostegno tramite infissione di picchetti che raggiungano il terreno o substrato naturale in posto.

Tali opere non sono adatte a consolidare versanti ma solo brevi tratti di sentiero.

### **Materiali impiegati**

Legname resinoso impregnato, picchetti metallici.

### **Modalità di esecuzione**

Una attenzione particolare deve essere rivolta al corretto fissaggio dei lunghi tondelli conici e dell'utilizzo di elementi e picchetti sufficientemente dimensionati (almeno 150 mm di diametro per la parte finale più sottile delle traverse).

I consolidamenti del bordo verso valle devono essere eseguiti, ancorati e assicurati con picchetti prima del riempimento con materiale terroso. Se si utilizzano parecchi tondelli conici, gli stessi devono essere fissati assieme per mezzo di cavi, fasci di acciaio, ecc. In questo modo si evita un sovraccarico delle parti sottili e non fissate dai tondelli e si impedisce inoltre il dilavamento della terra dagli interstizi troppo grandi.

### **Interventi collegati**

Canalette rivestite in legno o pietrame per deviare l'acqua contro la montagna.

Drenaggi profondi con tubi drenanti o geocomposito.

### **Periodo di intervento**

Tutto l'anno.

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

Controllare periodicamente lo stato di conservazione del legname utilizzato e la stabilità dei punti di appoggio e ancoraggio.





COMUNE DI PLESIO

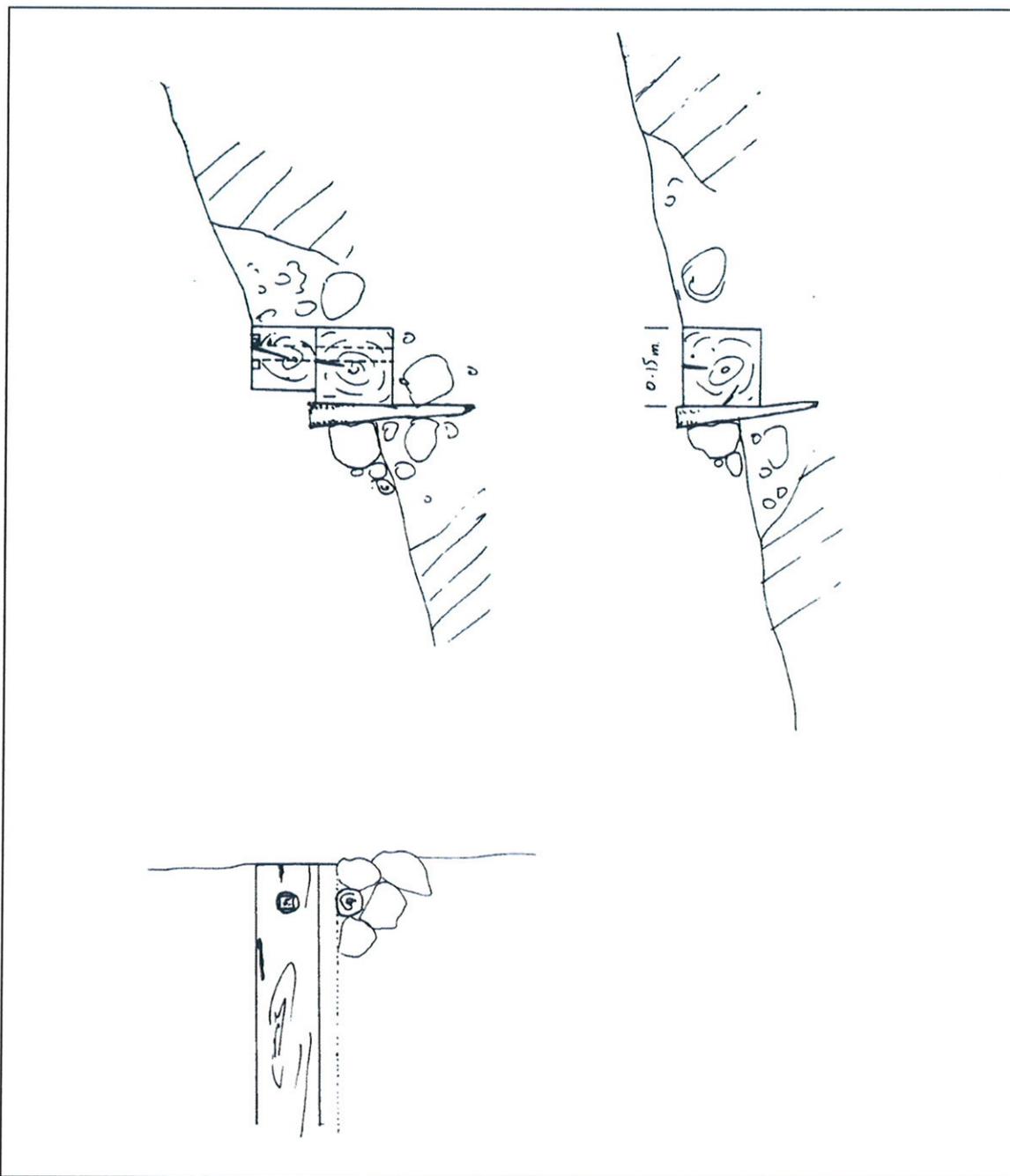
PROVINCIA DI COMO



PARTE SPECIALE

INTERVENTI SULLA  
SENTIERISTICA  
CONSOLIDAMENTI

Fig. 1





COMUNE DI PLESIO

PROVINCIA DI COMO



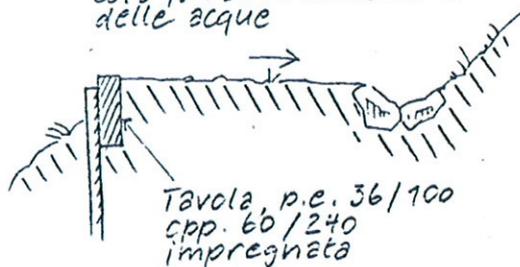
PARTE SPECIALE

INTERVENTI SULLA  
SENTIERISTICA  
CONSOLIDAMENTI

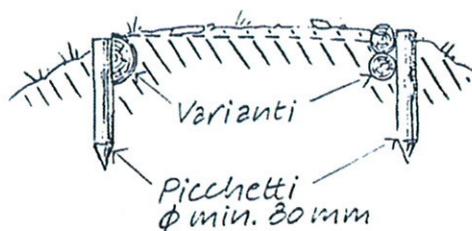
Fig. 2

Sezioni di sentieri

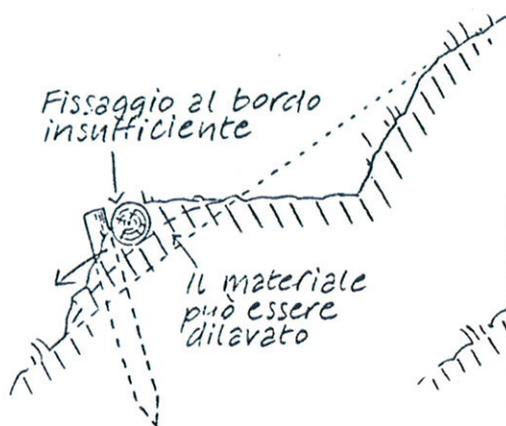
Pendenza trasversale  
ca. 5%. Ev. evacuazione  
delle acque



Ev. pendenza tras-  
versale ca. 5%

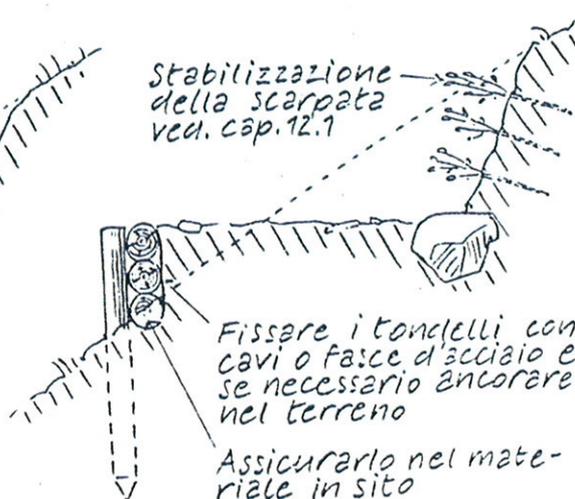


Fissaggio al bordo  
insufficiente



sbagliato

Stabilizzazione  
della scarpata  
ved. cap. 12.1



corretto