

Il dimensionamento delle opere di ingegneria naturalistica

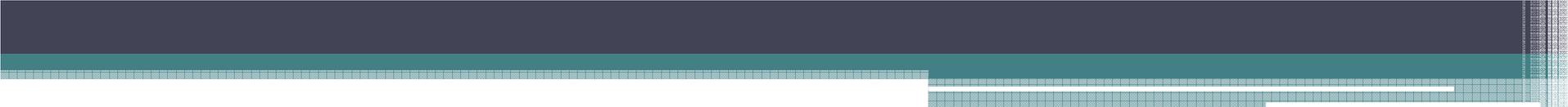
Dott. Ing. Gino Menegazzi
Dott. For. Fabio Palmeri

Ordine degli Ingegneri di Napoli
07/04/2014



Con il termine di Ingegneria Naturalistica si intende una **tecnica ingegneristico-costruttiva orientata alla biologia** che si avvale di nozioni della biologia e dell'ecologia del paesaggio, nelle opere di consolidamento e mantenimento di scarpate, versanti, sponde, golene, argini, discariche, cave e superfici collegate alle infrastrutture lineari (strade, ferrovie, autostrade) alle condotte interrato ed energetiche (gasdotti, oleodotti, elettrodotti, ecc.) e puntuali (insediamenti industriali ed impianti energetici), contro l'erosione. Risulta caratterizzante **l'utilizzo di piante autoctone e di parti di piante quali elementi costruttivi vivi** in modo tale che, nel corso del loro sviluppo, esse, insieme al suolo ed al substrato pedogenetico, diano il contributo principale alla stabilizzazione e raggiungano l'obiettivo della massima biodiversità possibile. **Nella fase iniziale, a volte, si rende necessaria la combinazione con materiali da costruzione morti** che in alcuni casi possono avere funzione strutturale prevalente. In alcuni altri casi si può rendere necessario 'impiego di materiali sintetici in abbinamento per garantire la sicurezza dell'intervento stesso, **adottando comunque il criterio del minimo** impiego di tecnologia per la risoluzione del problema e quindi prediligendo, ove ed in quanto possibile, l'impiego di materiali e geotessuti biodegradabili.





È opinione degli scriventi che l'ingegneria naturalistica possa essere definita a tutti gli effetti una disciplina, nonostante il suo *“percorso scientifico”* - ossia la definizione e la realizzazione di procedure, modelli, metodologie e strumenti quali-quantitativi con caratteristiche di precisione e validità - sia il risultato di un lavoro intrapreso solo recentemente.

Questa rappresenta un approccio progettuale con una propria filosofia e dignità, giacché il ricorso alle conoscenze di diverse discipline e settori - dall'ecologia del paesaggio, all'ingegneria, alle tecniche costruttive, alla botanica sistematica, alla botanica applicata, alla fisiologia delle piante, alla tecnologia del legno, alla pedologia - non sminuisce il suo ruolo, conferendole piuttosto maggior valenza tecnica e scientifica.

A titolo di chiarimento, si riporta la definizione di “disciplina” fornita dall'**OCSE (Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico)**: *“una disciplina è un campo di conoscenza avente concetti, dati e termini propri”*.

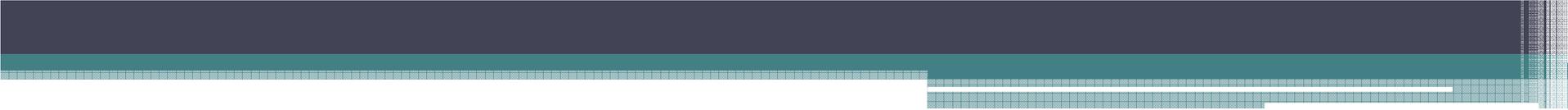
Si intende quindi con **disciplina** soprattutto un insieme di metodi di indagine e di tecniche di lavoro che si possono esercitare anche per nuove conoscenze, applicando metodi e tecniche a contesti e contenuti diversi, capaci di superare la frammentazione, di integrare saperi, di definire ed affrontare la soluzione di problemi complessi, che richiedono la collaborazione di più discipline capaci di dialogare.











Tematiche affrontate

- Definizioni, obiettivi, funzioni ed ambiti dell'ingegneria naturalistica;
- Aspetti propedeutici di approfondimento alla trattazione delle singole tecniche di ingegneria naturalistica
- Apporto della vegetazione
- Aspetti dell'impiego del legname nell'ingegneria naturalistica: aspetti di tecnologia del legno

PREFERIBILITA' / LICEITA' D'IMPIEGO DEI MATERIALI VIVI E MORTI PER LE TECNICHE DI INGEGNERIA NATURALISTICA**

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

*

XXX

Impiego esclusivo

XX

Impiego preferenziale

X

Impiego in funzione delle scelte progettuali

-

Incompatibilità assoluta

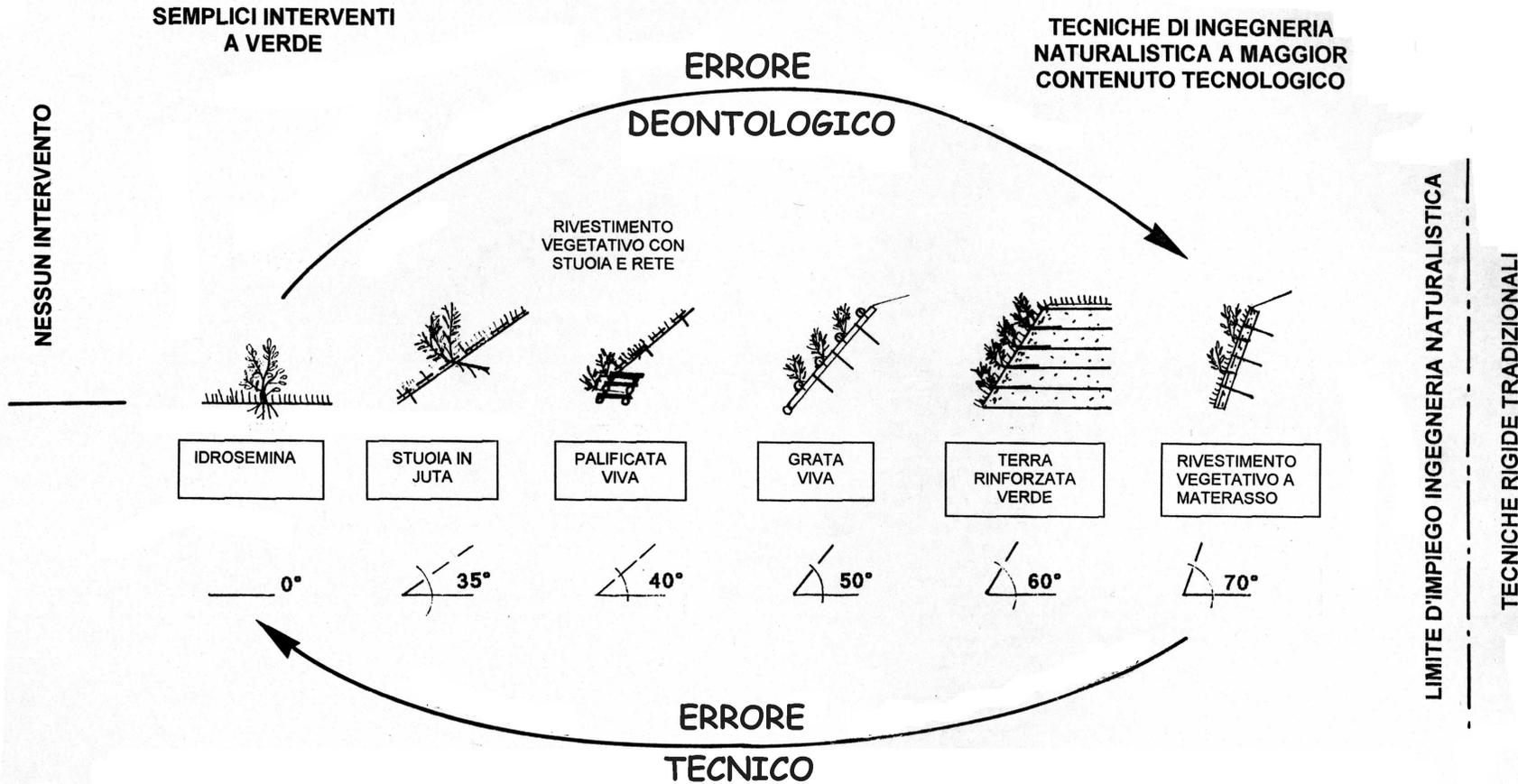
(1)

Utilizzo solo per la soluzione di problemi geotecnici ed idraulici per la protezione diretta di edifici o infrastrutture esistenti

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

LIVELLO MINIMO DI ENERGIA

INTERVENTI DI INGEGNERIA NATURALISTICA



"...SE FOSSE STATO SUFFICIENTE USARE UNA STUOIA IN JUTA, AVER USATO UNA GRATA VIVA O UN RIVESTIMENTO VEGETATIVO A MATERASSO : SAREBBE UN ERRORE (DEONTOLOGICO)....."

MA

"...SE FOSSE STATO NECESSARIO USARE UNA GRATA VIVA O UN RIVESTIMENTO VEGETATIVO A MATERASSO ,AVER USATO UNA STUOIA IN JUTA : SAREBBE UN ERRORE (TECNICO)....."



Efficacia - Tempo

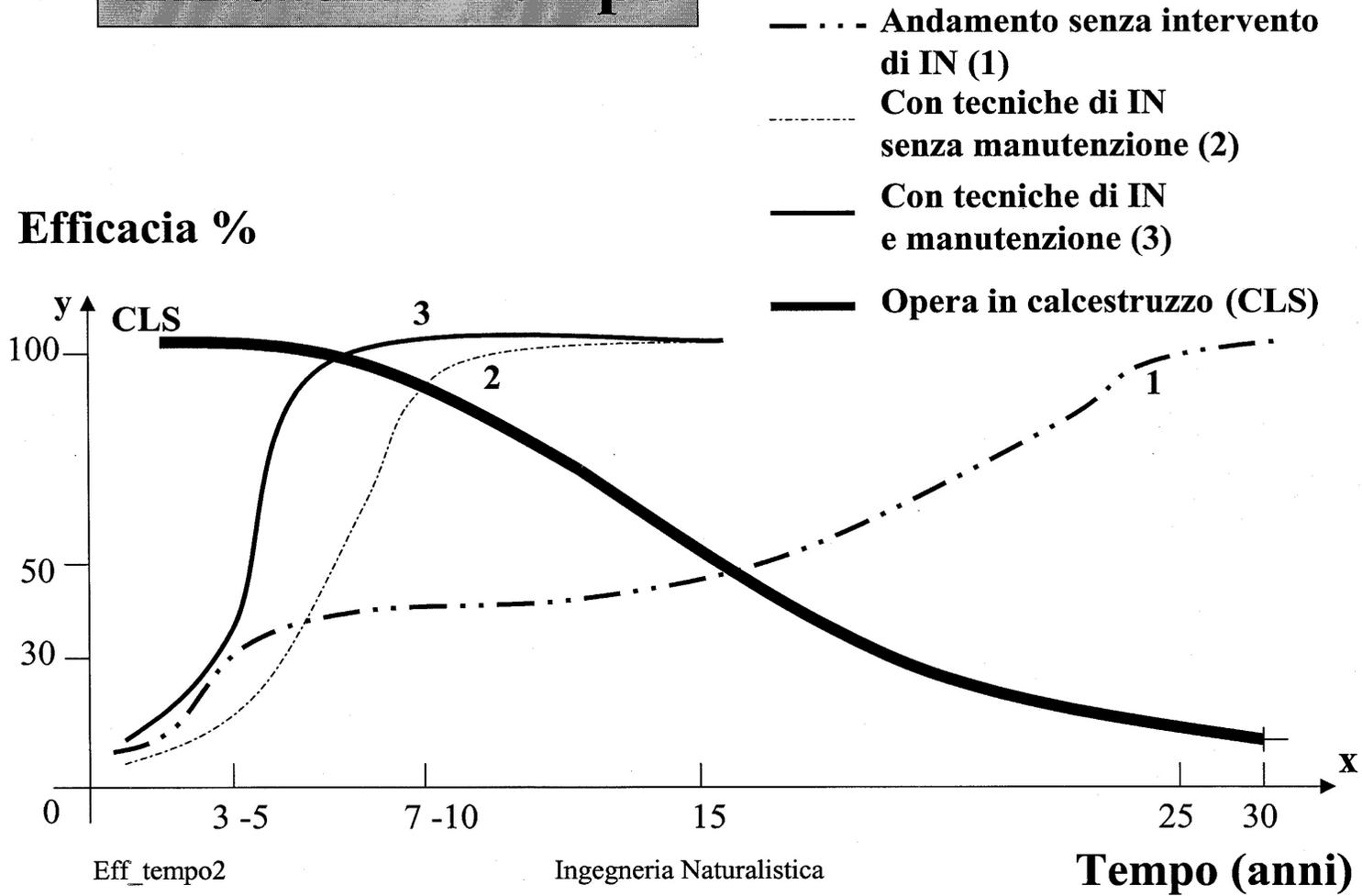




Tabella 1: la percentuale delle piante legnose a radice nuda con radicazione avventizia in confronto delle piante messe a dimora (esaminate a Vienna)

<i>Corylus avellana</i>	100 %
<i>Cornus mas</i>	100 %
<i>Cornus sanguinea</i>	100 %
<i>Sorbus aucuparia</i>	100 %
<i>Betula pendula</i>	58 %
<i>Carpinus betulus</i>	54 %
<i>Acer campestre</i>	40 %
<i>Acer platanoides</i>	32 %
<i>Prunus avium</i>	32 %
<i>Tilia platyphyllos</i>	28 %
<i>Tilia cordata</i>	22 %
<i>Prunus spinosa</i>	0 %
<i>Sorbus aria</i>	0 %
<i>Sorbus intermedia</i>	0 %
<i>Sorbus torminalis</i>	0 %

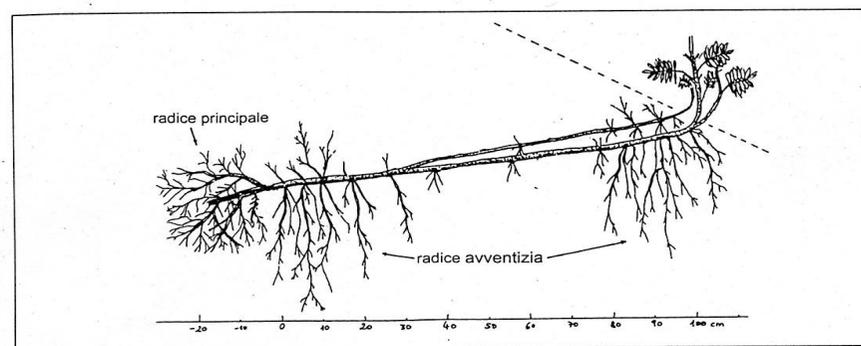
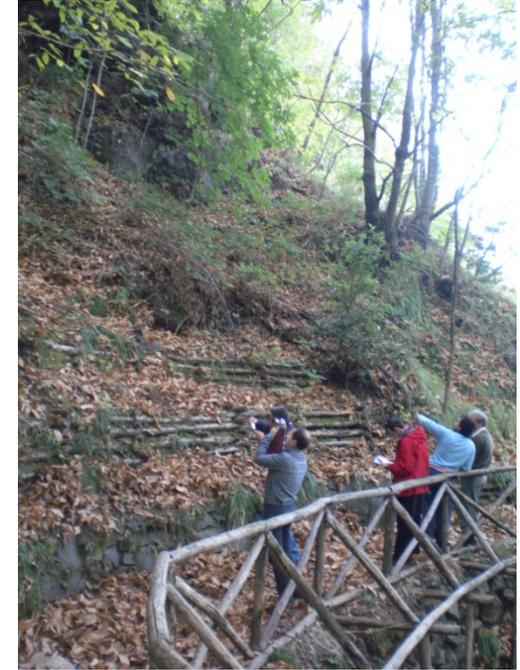


Fig. 3- Radicazione avventizia del *Sorbus aucuparia* dopo 6 mesi nella gradonata viva sul campo sperimentale a Vienna (GROHMANN, 1998)

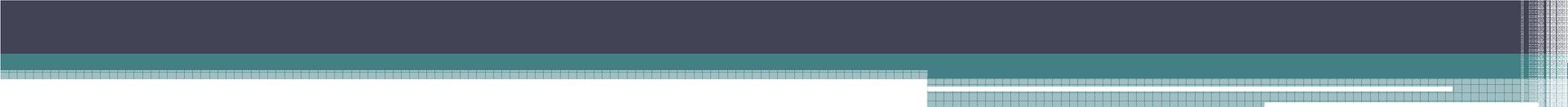


Zirbe, *Pinus cembra* subsp. *cembra*. Nockberge, Kärnten, 1.860 m NN.
Freilegung der Wurzeln, Arbeitseinsatz: 6 Personen, 5 Tage.

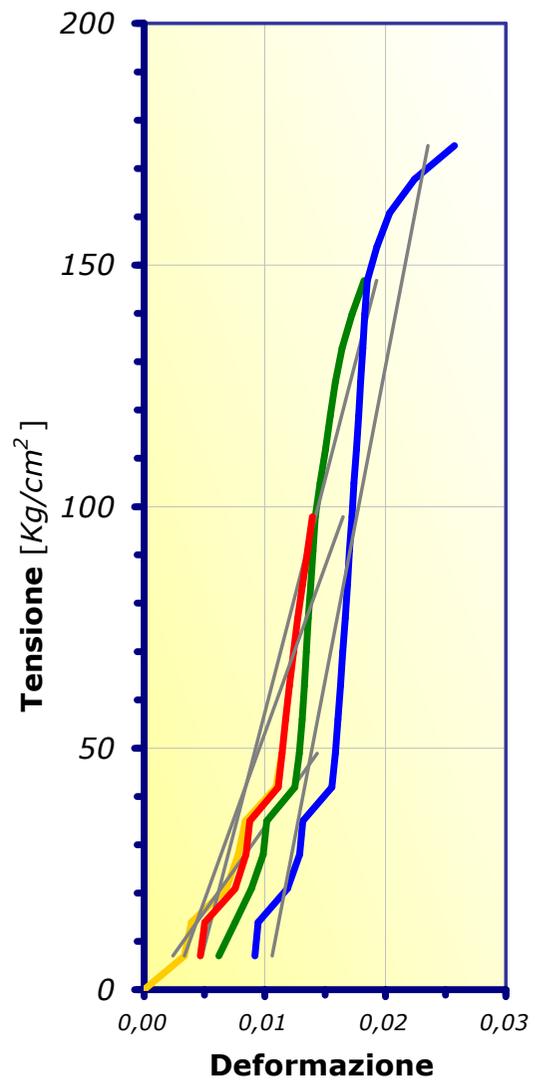
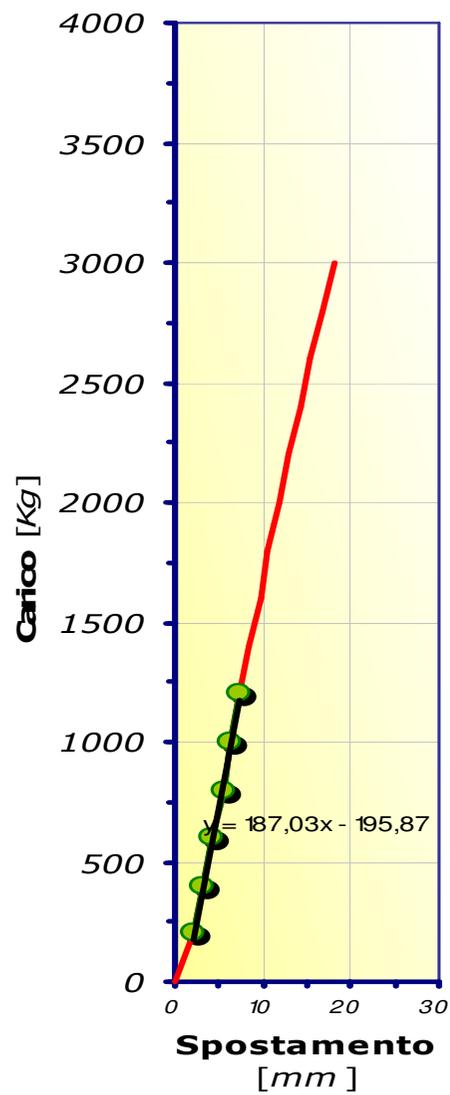














Risvolti della classificazione del legname nei cantieri di ingegneria naturalistica

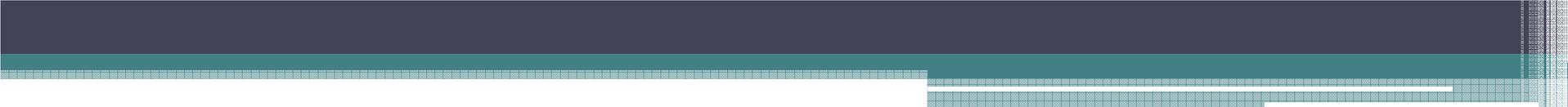
Quasi mai si impiegano legnami semilavorati (dal legname semisquadrato - travame uso Trieste, per esempio - al legname squadrato o alle assi), tuttavia quasi sempre si impiega legname tondo con o senza corteccia.

Nell'acquisto di legname, è fondamentale **far riferimento a precise caratteristiche**, che vanno dalla classe di qualità del legname, ai diametri minimi (in testa, alla base e a metà lunghezza), alla presenza di nodi, alla presenza di altri e vari difetti.

Anche se è vero che si tratta di legname destinato col tempo a marcire e scomparire, è altrettanto vero che alcune caratteristiche devono essere possedute: non è necessario avere in cantiere legname di prima classe di qualità, ma bisogna comunque farsi consegnare partite di legname almeno di classe quarta. Questo è possibile solamente se viene concordato il significato della classificazione del legname secondo norme prestabilite.

Altrettanto dicasi per i **diametri**: nelle prescrizioni di capitolato e negli ordinativi di materiale va indicato il **diametro minimo necessario per l'accettazione** dei pali in cantiere e bisogna specificare dove questo diametro verrà misurato per la verifica, altrimenti si rischia di ricevere in cantiere materiale non conforme.

Per quanto riguarda la **lunghezza del tondame**, è preferibile impiegare le misure di 4 o 5 m o più. La lunghezza di 2 m trova scarsa applicazione, sia perché molto spesso non trovano impiego

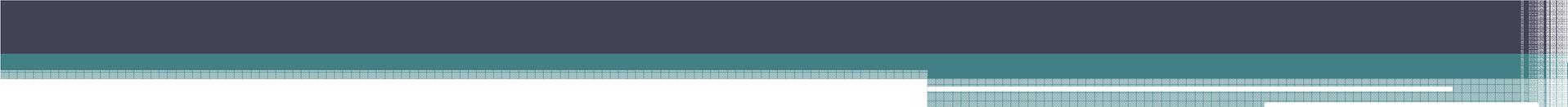


A volte vengono fornite partite di legname così dette “fuori misura”, ovvero che non sono riferibili a misure standard (2-4-5 o più metri). Tali partite di legname devono essere attentamente valutate dalla DL all’atto dell’accettazione - che deve essere fatta sempre con riserva - per permettere il controllo delle misure delle lunghezze, dei diametri minimi e la verifica dei difetti, soprattutto la rastremazione.

A titolo indicativo, si può indicare come diametro minimo 17,50 cm, misurato in testa per fusti di 2 o 4 o 5 m, nel caso in cui si utilizzino chiodature con diametro di 12 mm (tenendo presente che la misura è al netto della cosiddetta “sopramisura” di 10 cm per parte, considerata la parte di tronco che viene eliminata dopo il trasporto per ottenere misure nette). I diametri massimi sono invece legati alla maneggevolezza del tronco ed al suo peso

La presenza di:

- forte rastremazione (soprattutto nel caso di realizzazione di palificata viva di sostegno);
 - notevole curvatura del tronco;
 - presenza di marciumi o cavità o elevata presenza di tasche di resina;
 - biforcazioni;
 - elevata eccentricità dei tronchi;
 - fibratura torta;
 - cipollature del legname;
 - notevoli segni di attacchi da parte di insetti lignivori;
 - presenza di cicatrici, anche se rimarginate;
- portano ad una non accettazione del materiale legnoso in cantiere.



In generale, si possono individuare cinque regole per la scelta del legname da impiegare per le opere di ingegneria naturalistica:

- scelta di **tondame** e non di legname squadrato;
- nel caso si utilizzino chiodature, scelta **diametro** minimo impiegabile in base a quanto descritto nel presente testo;
- scelta del legname in base a:
 - durabilità;
 - condizioni ambientali (P, T, umidità);
 - sito di costruzione (in versante o sulle sponde di corsi d'acqua);
- scelta del legname rispetto alla **disponibilità**: si inizia cercando specie presenti nella zona di cantiere, poi nelle immediate vicinanze, di seguito allargando il campo di ricerca;
- scelta del legname in base alle **caratteristiche meccaniche** (nervosità, elasticità, resistenza, ecc.).

Descrizione tipologia

Palificata in legname con talee a due pareti: Realizzazione di una palificata in legname a due pareti in tondame scortecciato di legname di castagno (diametro 15-20 cm) di categoria dimensionale R1b/D1b e classificazione di qualità D/C, fornita e posta in opera. Sono compresi: la foratura di idoneo diametro; i chiodi (tondini di ferro acciaioso tipo FeBK44 del diametro 10 mm , la lunghezza sarà minimo la somma dei diametri dei pali adoperati); l'inserimento negli interstizi, durante la fase costruttiva, di parti vive certificate fornite e poste in opera, di specie arbustive ed arboree ad elevata capacità vegetativa (diametro fusto 3 cm) in numero di almeno 9 per metro quadro di fronte della palificata; il riempimento con il materiale dello scavo. E' inoltre compreso quanto altro occorre per dare il lavoro finito.

Definizioni - Opere Minori - Opere Complesse

Opera minore: intervento che preveda anche diverse tipologie di opere di ingegneria naturalistica semplici, standardizzate e di rapida esecuzione da realizzare su un elemento lineare o un'area puntuale circoscritta, precisamente identificabile e con limitata interazione con centri edificati ed infrastrutture antropiche.

Esempi: piccole frane e smottamenti di versante, sistemazione di scarpate di opere viarie minori e piste di esbosco, sistemazioni di sentieri e mulattiere, di ruscelli, piccoli torrenti, canali di bonifica, ...

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

Progettazione opere complesse e di opere minori

Opere complesse: Gli interventi di maggiore dimensione richiederanno un approccio progettuale più attento, che vedrà spesso il contributo di più professionisti.

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

Normativa Nazionale sui cantieri di Ingegneria Naturalistica

- **Legge n. 523 del 25 luglio 1904** “Testo Unico sulle opere idrauliche”;
- **Decreto Ministeriale 20 agosto 1912** “Approvazione delle norme per la preparazione dei progetti di lavori di sistemazione idraulico-forestale nei bacini montani”;
- **Legge n. 183 del 18 maggio 1989** “Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo”;
- **Legge n. 102 del 2 Maggio 1990** “Disposizioni per la ricostruzione e la rinascita della Valtellina e delle adiacenti zone delle Province di Bergamo, Brescia e Como, nonché della Provincia di Novara, colpite dalle eccezionali avversità atmosferiche dei mesi di luglio ed agosto 1987”;
- **Decreto Presidente della Repubblica 14 aprile 1993** “Atto di indirizzo e coordinamento alle Regioni recante criteri e modalità per la redazione dei programmi di manutenzione idraulica e forestale”;
- **Legge n. 344 dell’ 8 ottobre 1997** “Disposizioni per lo sviluppo e la qualificazione degli interventi e dell’occupazione in campo ambientale”;
- **Legge n. 345 dell’ 2 ottobre 1997** “Finanziamenti per opere e interventi di viabilità, infrastrutture, di difesa del suolo, nonché per la salvaguardia di Venezia”;
- **Legge n. 267 dell’ 3 agosto 1998** (conversione con mod. del Decreto Legislativo 11 giugno 1998, n. 180) “Misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella Regione Campania”.

- **Testo coordinato Legge n. 109** “Legge quadro coordinata con le modifiche introdotte dal D.D.L. A.S. 2288 del 11 febbraio 1994 in materia di lavori pubblici (Merloni Ter 1998);
- **Decreto Ministeriale 4 febbraio 1999** “Attuazione dei programmi urgenti per la riduzione del rischio idrogeologico, di cui agli articoli 1, comma 2, e 8, comma 2, del decreto Legislativo n. 180, convertito, con modificazioni, dalla Legge 3 agosto 1998, n. 267”;
- **Decreto del Presidente della Repubblica n. 348 del 2 settembre 1999** “Regolamento recante norme tecniche concernenti gli studi di impatto ambientale per alcune categorie di opere”;
- **Decreto Legislativo n. 152 del 11 maggio 1999** “Disposizioni sulla tutela delle acque dall’inquinamento e recepimento della Direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane” articolo 1, lettera d; articolo 3, comma 6; articolo 41, comma 1; Allegato 1;
- **Decreto del Presidente della Repubblica n. 554 del 21 dicembre 1999** “Regolamento di attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici n. 109 del 11 febbraio 1994, e successive modificazioni “;
- **Decreto del Presidente della Repubblica n. 34 del 25 gennaio 2000** “Regolamento recante istituzione del sistema di qualificazione per gli esecutori di lavori pubblici, ai sensi dell’articolo 8 della legge 11 febbraio 1994, n. 109, e succ. modificazioni”;
- **Decreto Ministeriale n. 175 del 4 ottobre 2000** “Rideterminazione e aggiornamento nei settori scientifico – disciplinari e definizione delle relaticùve declaratorie, ai sensi dell’articolo 2 del Decreto Ministeriale 23 dicembre 1999”.
- **Legge 11 dicembre 2000, n. 365** (Conversione in legge con mod. del D.L. 12 ottobre 2000, n. 279 – Decreto Soverato) “Interventi urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato ed in materia di protezione civile, nonché a favore delle zone della regione Calabria danneggiate dalle calamità idrogeologiche di settembre ed ottobre 2000”.

D. Lgs. 163/06 e DPR 207/10

Un aspetto interessante relativo all'ingegneria naturalistica è riportato **nell'art.15 del D.P.R. 207/10** "Regolamento di esecuzione ed attuazione" del D. Lgs. 12 aprile 2006, n.163 che cita le disposizioni preliminari per la progettazione dei lavori e norme tecniche (DPP).

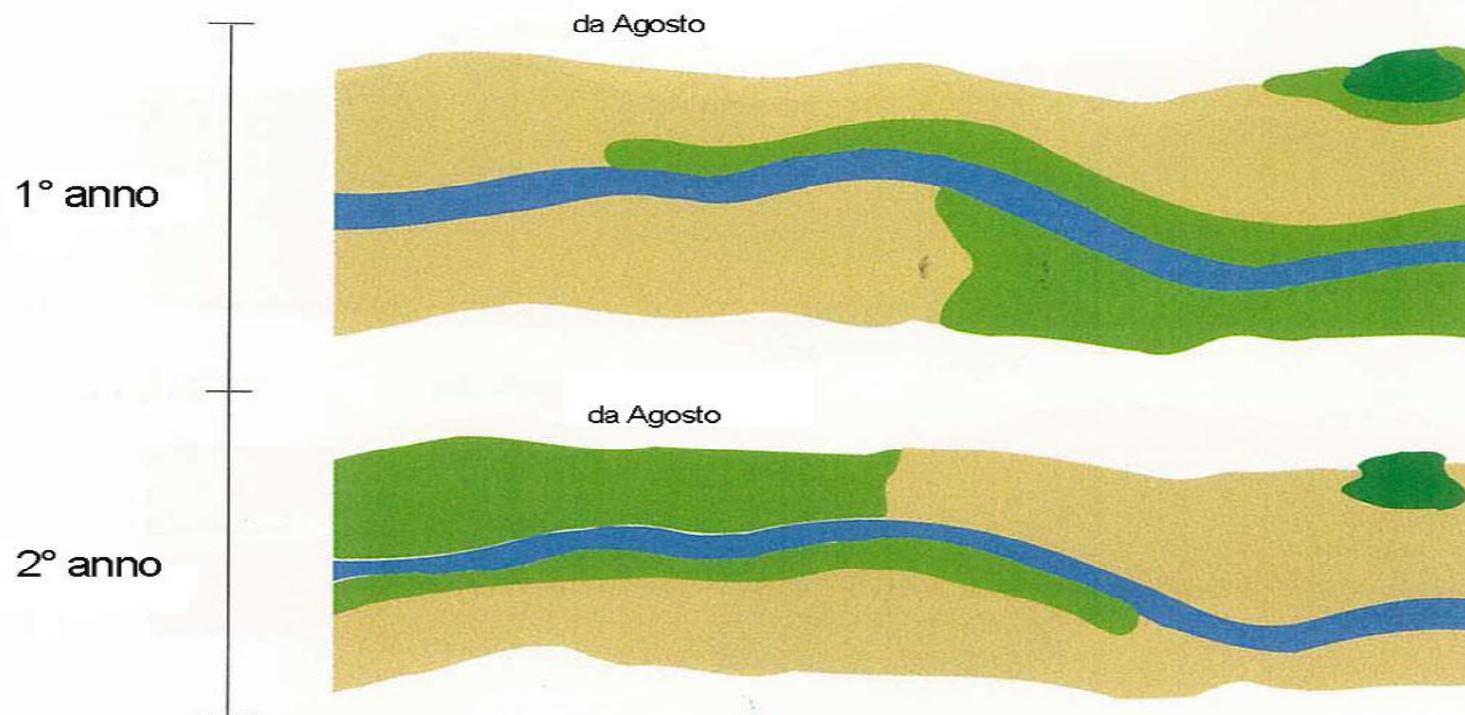
Questo documento spesso non viene redatto dall'Amministrazione, oppure viene redatto senza tener conto di quanto specificatamente previsto dall'art 15.

L'articolo riporta diversi commi, tra i quali vale segnalare il seguente:

comma 6. Il documento preliminare, con approfondimenti tecnici e amministrativi graduati in rapporto all'entità, alla tipologia e categoria dell'intervento da realizzare, riporta fra l'altro l'indicazione:

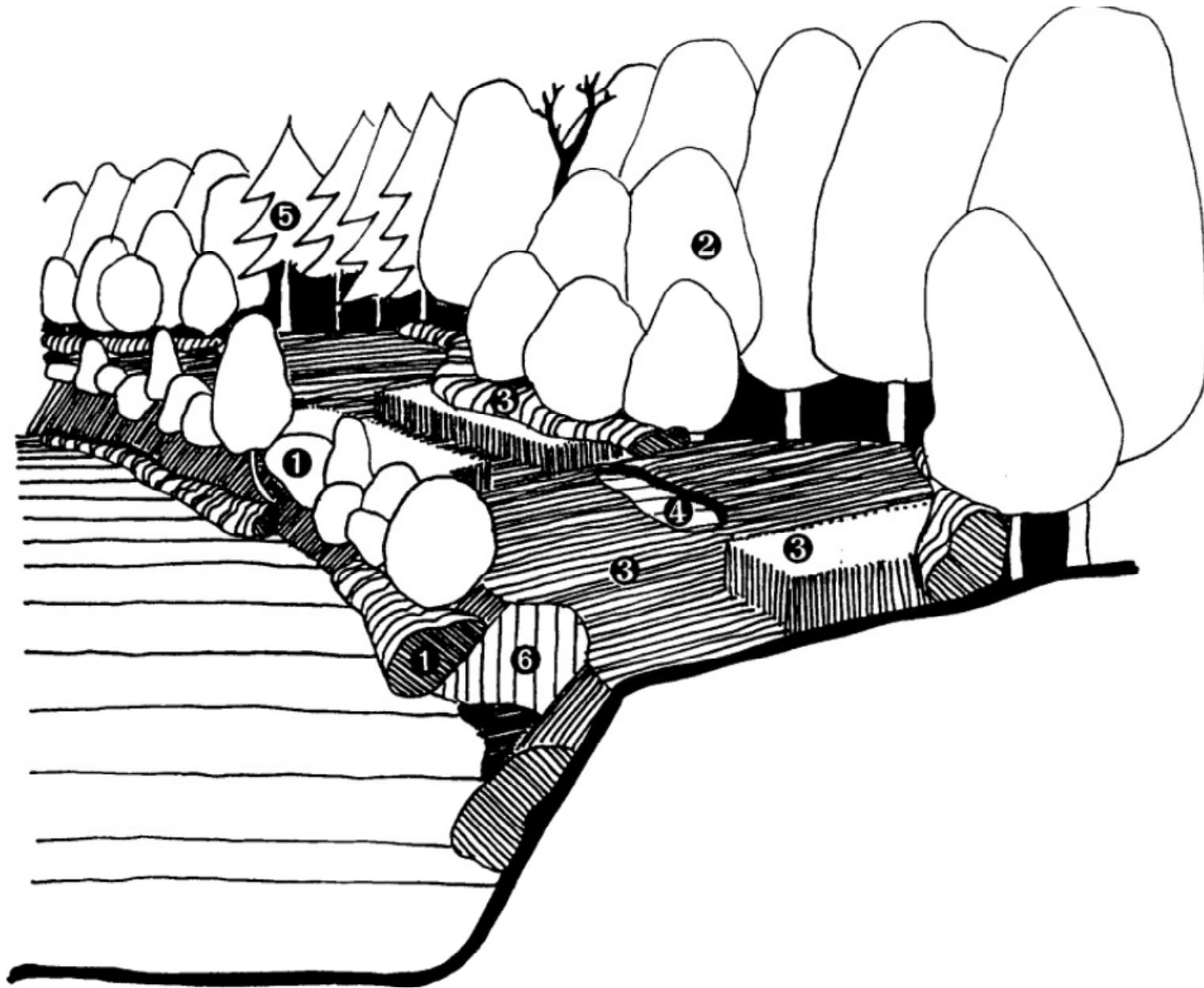
- a) della situazione iniziale e della possibilità di **far ricorso alle tecniche di ingegneria naturalistica**;
- b) degli obiettivi generali da perseguire e delle strategie per raggiungerli;
- c) delle esigenze e bisogni da soddisfare;
- d) delle regole e norme tecniche da rispettare;
- e) dei vincoli di legge relativi al contesto in cui l'intervento è previsto;
- f) delle funzioni che dovrà svolgere l'intervento;
- g) dei requisiti tecnici che dovrà rispettare;
- h) degli impatti dell'opera sulle componenti ambientali e, nel caso degli organismi edilizi, delle attività ed unità ambientali;
- i) delle fasi di progettazione da sviluppare e della loro sequenza logica nonché dei relativi tempi di svolgimento;
- l) dei livelli di progettazione e degli elaborati grafici e descrittivi da redigere;
- m) dei limiti finanziari da rispettare e della stima dei costi e delle fonti di finanziamento; n) dei possibili sistemi di realizzazione da impiegare.

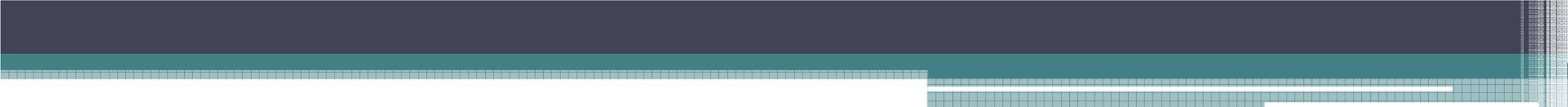
Un taglio all'anno



non sfabiare 1/3 della superficie complessiva







Scenari e contesto

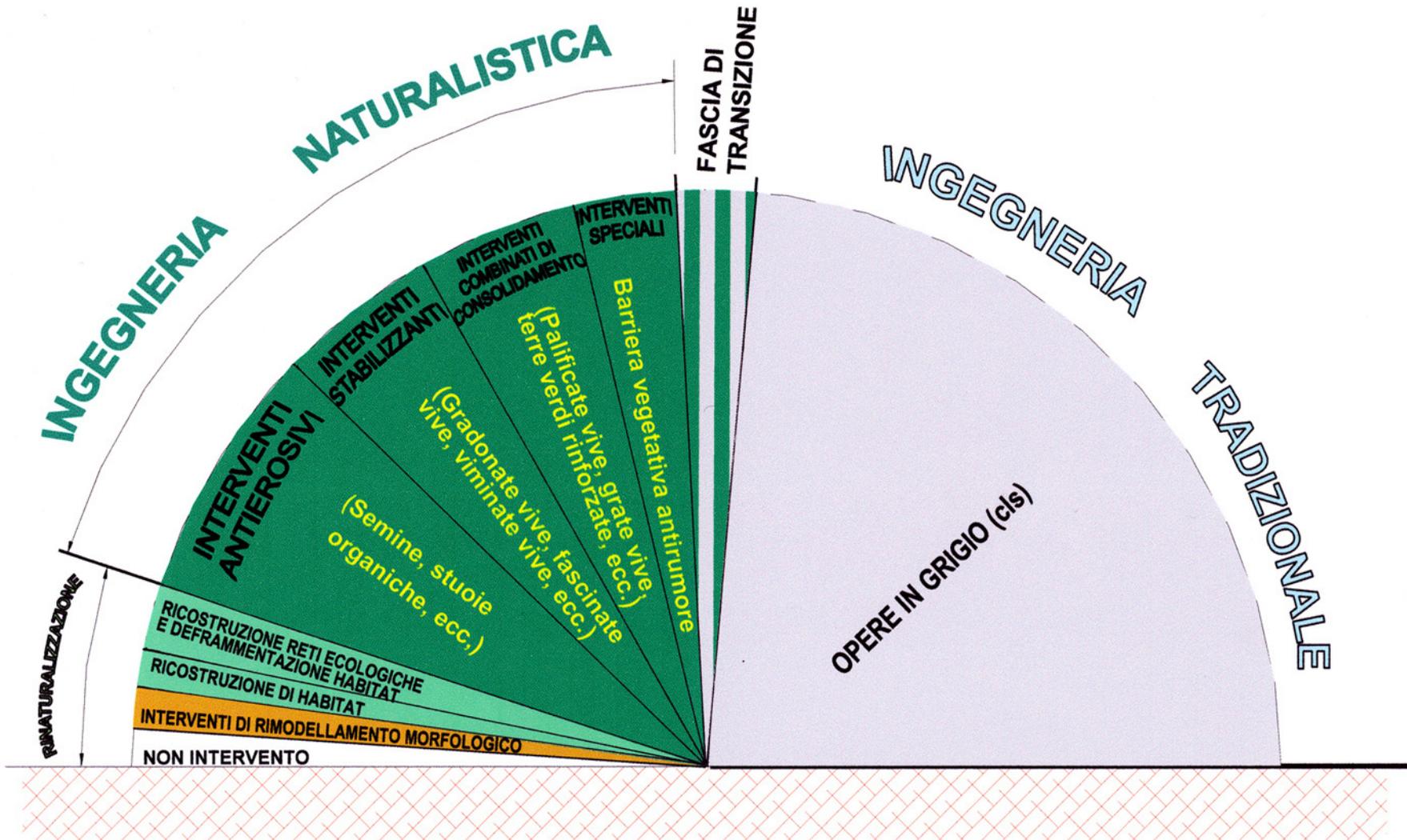


ASSOCIAZIONE
ITALIANA
PER LA
INGEGNERIA
NATURALISTICA

SCENARIO STATO ATTUALE INTERVENTI DI RINATURALIZZAZIONE E DI INGEGNERIA NATURALISTICA SUL TERRITORIO



E Europaeischen
F Foederation
I Ingenieur
B Biologie



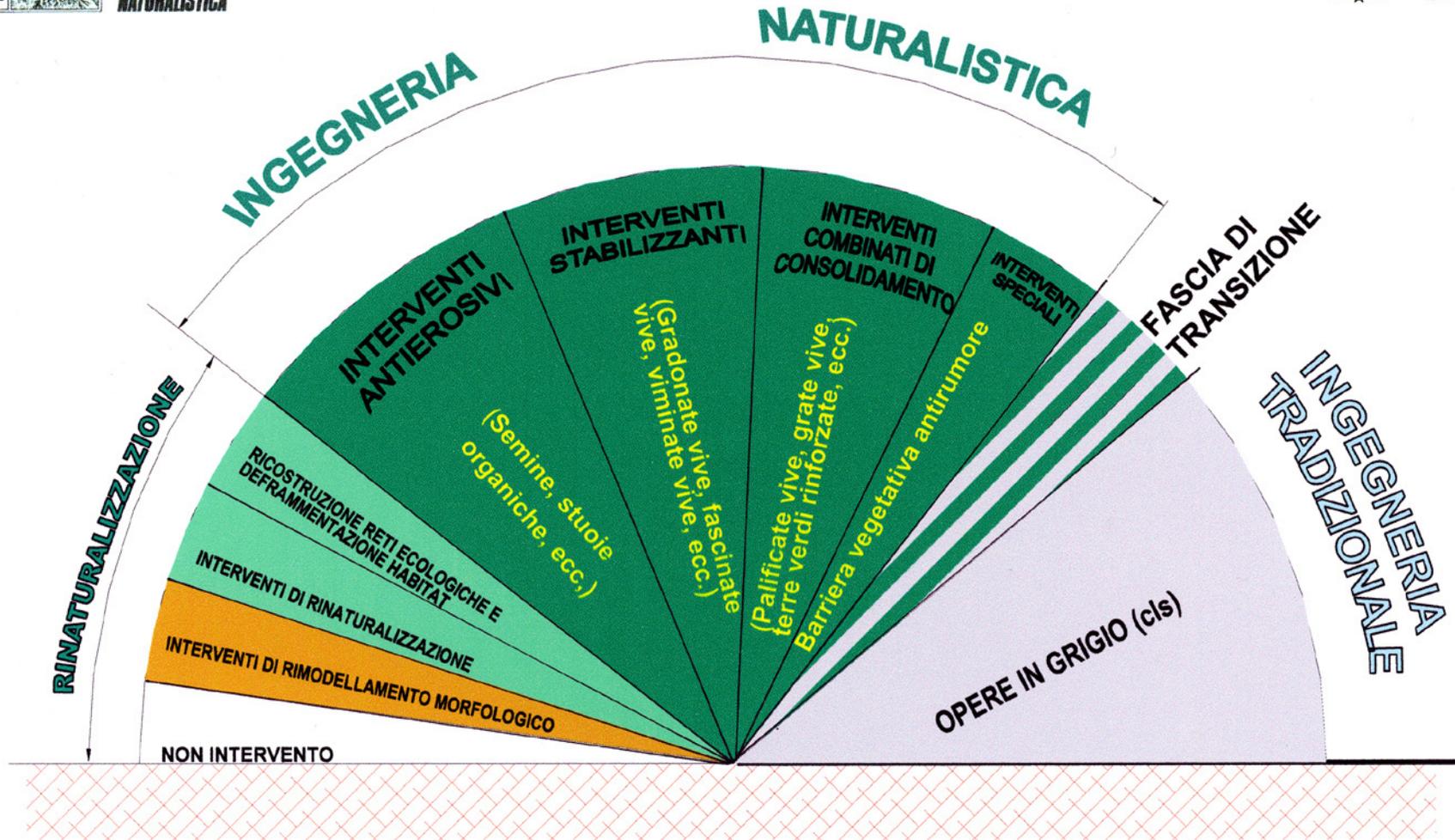


ASSOCIAZIONE
ITALIANA
PER LA
INGEGNERIA
NATURALISTICA

SCENARIO FUTURO DEI POSSIBILI INTERVENTI DI RINATURALIZZAZIONE E DI INGEGNERIA NATURALISTICA SUL TERRITORIO



E Europäischen
F Föderation
I Ingenieur
B Biologie





Punti di forza	Punti di debolezza
<ul style="list-style-type: none"> -L'ingegneria naturalistica è una disciplina ad elevata sostenibilità ambientale -L'ingegneria naturalistica è una disciplina diffusa e con un valido percorso di esperienze -L'ingegneria naturalistica è oggetto di norme e leggi di settore -L'ingegneria naturalistica consente di incrementare l'occupazione, anche con elevata professionalità -Gli interventi di ingegneria naturalistica sono, a parità di efficacia, meno costosi degli interventi "in grigio" -Le tecniche e le metodologie di ingegneria naturalistica in ambito alpino sono ben note, applicate e divulgate 	<ul style="list-style-type: none"> -Gli operatori del settore sono pochi e con limitata formazione (in particolar modo direttori tecnici, direttori dei lavori, collaudatori) -Mancano le esperienze per la redazione di importanti documenti (per es.: parte terza del capitolato speciale di appalto e capitolato tecnico) -Mancano documenti di livello europeo sia tecnici che di divulgazione -Scarsa presenza di Linee Guida tecnico-operative e mancanza di una Linea Guida per i Collaudi delle opere -Scarse conoscenze del comportamento consolidante delle specie vegetali in ambito mediterraneo (limitazione allo sviluppo dell'ingegneria naturalistica in Italia) -Scarse conoscenze sulle caratteristiche tecniche delle opere consolidanti e stabilizzanti e sul loro dimensionamento -Scarse conoscenze specifiche sulle procedure di sicurezza nella cantieristica specializzata -Limitata produzione vivaistica dedicata ed elevata mortalità di materiale vegetale -Assenza di materiale formativo audiovisivo per le attività e la sicurezza in cantiere -Limitata circolazione delle informazioni tra progettisti e ricercatori di settore -Definizione non corretta delle opere di ingegneria naturalistica ricadenti nella categoria di opere generali pubbliche (OG13)
Opportunità	Rischi
<ul style="list-style-type: none"> -L'Unione Europea ed i Paesi aderenti investono in progetti ambientali (conservazione della natura, monitoraggio) -In Italia vi è un elevato numero di aree protette nelle quali gli interventi di ingegneria naturalistica sono fattibili ed auspicabili -In Italia è possibile identificare più zone omogenee regionali di autoctonia vegetale -In Italia è possibile disporre di ottimo materiale vivo da costruzione, nonché produrlo in substrato tipico del luogo -E' possibile utilizzare le nuove tecnologie di comunicazione per migliorare l'informazione sulla corretta esecuzione/gestione delle opere e degli sviluppi derivati dalla ricerca -Utilizzare le nuove tecnologie di comunicazione per divulgare materiale formativo dedicato (per progettisti, operatori, direttori di cantiere, collaudatori) 	<ul style="list-style-type: none"> -Sfiducia nel ruolo e nell'efficacia della disciplina, con minor ricorso alle sue soluzioni tecniche -Realizzazione di un maggior numero di opere mal costruite e non collaudabili -Errori di valutazione dei costi per la realizzazione delle opere di ingegneria naturalistica -Perpetuarsi di errori progettuali e realizzativi per la scarsa comunicazione tra gli operatori -Aumento dei contenzioni con imprese in assenza di appropriati capitolati tecnici e di appalto -Uso di specie alloctone e non coerenti con la stazione ecologica in aree ad alto valore naturale (aree protette, riserve) -Elevata mortalità del materiale vegetale di vivaio su substrato diverso da quello dell'impianto finale

Nel presente testo si sono approfondite alcune tematiche, tutt'ora oggetto di discussione e confronto tra gli esperti ed operatori del settore, relative al corretto dimensionamento delle opere in fase di progettazione, al fine di fornire un contributo alla riduzione degli errori di progettazione.

In particolare si sono approfondite:

Metodologie di calcolo e di dimensionamento speditive per le tecniche applicabili ai versanti, soprattutto per quanto concerne gli aspetti geotecnici e le verifiche di stabilità; oltre al ribaltamento, schiacciamento e scivolamento, è stata trattata la stabilità complessiva del versante ed il dimensionamento dell'apporto della presenza delle piante alla sua stabilità.

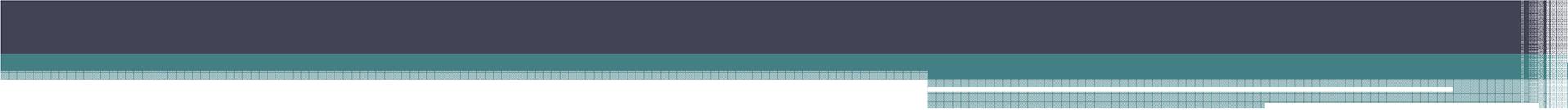
Aspetti della tecnologia del legname impiegato nelle opere di ingegneria naturalistica, in particolare per quanto concerne la durabilità del legname di diverse specie, in diverse situazioni climatiche e in differenti condizioni di stato; aspetti dei rapporti tra caratteristiche del legname e chiodature.

Approfondimento degli standard minimi di alcune tipologie, nel caso della palificata viva di sostegno: il diametro minimo dei tronchi, diametro minimo dei chiodi, se zincati o meno, disposizione dei pali montanti, livello minimo di retro inclinazione a monte, grado minimo di costipamento del terreno, valori limite al ribaltamento, schiacciamento e scivolamento, valori limite del rapporto Base/Altezza, caratteristiche geomeccaniche dei terreni coerenti ed incoerenti, ecc.).

Approfondimento sull'apporto alla stabilità complessiva del versante, da parte delle piante: ancora non è stato definito nel dettaglio questo apporto e solo recentemente sono usciti i primi studi al riguardo.

- 📁 0 - INDICE
- 📁 0.1 - INTRODUZIONI PRELIMINARI
- 📁 0.2 - PREMESSA
- 📁 1 - INTRODUZIONE
- 📁 2 - FILOSOFIA E DEFINIZIONI
- 📁 3 - APPORTO DELLA VEGETAZIONE ALLA STABILITA' DEI VERSANTI
- 📁 4- ASPETTI DELLA TECNOLOGIA DEL LEGNO E TIPI DI LEGNAME
- 📁 5 - RESISTENZA DEL FILO DI FERRO ED ANCORAGGI IN ROCCIA
- 📁 6 - CHIODATURE
- 📁 7 - PALIZZATA VIVA
- 📁 8 - GRADONATA VIVA
- 📁 9- GRATA VIVA
- 📁 10 - PALIFICATA VIVA
- 📁 11 - BIBLIOGRAFIA E FONTI
- 📁 12 - IMPRESSUM





Predimensionamento e fogli di calcolo

- Dimensionamento delle reti zincate e delle barre in roccia;
- Le giunzioni su legname nelle opere di IN;
- Palizzata viva;
- Gradonata;
- Grata viva;
- Palificata viva;
- Analisi dei prezzi.

Per ogni opera viene descritta la tipologia costruttiva, i materiali impiegati, lo schema costruttivo e le verifiche generali.

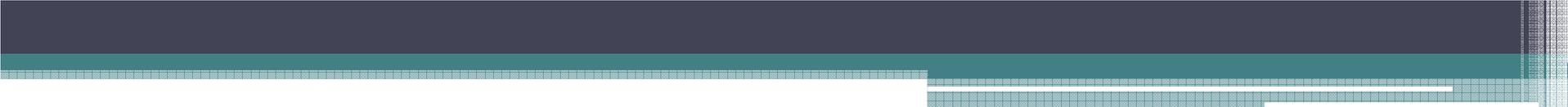
1	PALIZZATA VIVA: DESCRIZIONE DELLA TIPOLOGIA.....	2
1.1	Palizzate vive di versante.....	2
1.2	Palizzate vive di sponda.....	4
2	FUNZIONALITA.....	5
3	APPLICABILITA E SUOI LIMITI.....	6
3.1	Vantaggi e svantaggi.....	6
4	VOCI DI CAPITOLATO.....	7
4.1	Palizzata viva su versante.....	7
4.2	Palizzata viva spondale.....	7
5	MATERIALI IMPIEGATI.....	7
6	SCHEMA COSTRUTTIVO.....	7
7	VERIFICHE GENERALI.....	9
7.1	Verifiche in relazione alle condizioni di versante - distanza tra le linee orizzontali su cui disporre la palizzata viva.....	9
7.2	Verifiche in relazione alle condizioni idrauliche spondali.....	10
7.2.1	Erosione del materiale di sponda.....	10
7.2.2	Resistenza a trazione.....	11
7.2.3	Calcolo delle tensioni di trascinamento.....	14
8	VERIFICHE DELL'OPERA.....	17
9	MODELLO SEMPLIFICATO PER IL DIMENSIONAMENTO DI UNA PALIZZATA VIVA IN LEGNO COL METODO DI BLUM.....	18
10	VERIFICHE SU PARTI DI OPERA.....	24
10.1	Dimensionamento dei tranti in legno.....	24
10.2	Verifiche dei pali verticali.....	24
10.2.1	Dimensionamento della resistenza a flessione del palo.....	24
10.2.2	Verifica di compressione tra palo e terreno.....	25
10.2.3	Resistenza all'estrazione.....	26
11	STIMA DELL'INCIDENZA DELLA MANODOPERA.....	27
13	BIBLIOGRAFIA.....	28

Le novità

Questo libro si propone di affrontare la tematica dell'ingegneria naturalistica concentrandosi soprattutto sugli aspetti della **tecnologia del legno** e sulla **metodologia di calcolo per il predimensionamento** delle opere di ingegneria naturalistica.

Avere a disposizione delle metodologie e degli strumenti rapidi ed efficaci, con i quali effettuare delle prime verifiche e valutare se le tecniche prescelte siano o meno in grado di risolvere le problematiche esaminate in ambito progettuale, è un obiettivo principe di questo libro.

Attenzione: il lettore o il progettista dovrebbero contestualizzare, correttamente, sia gli argomenti trattati, sia i risultati conseguenti le elaborazioni (calcoli), che vanno sempre e comunque calibrati alla situazione in esame, alle caratteristiche dell'opera prevista, alle problematiche riscontrate che necessitano, in fase esecutiva, di ulteriori ed approfondite verifiche.



Conclusioni

Tale manuale vuole pertanto essere uno strumento facile ed efficace, messo a disposizione per gli operatori del settore e con il quale poter effettuare delle prime verifiche e determinare se le problematiche presenti possono essere risolte con le tecniche prese in esame o meno.

grazie per l'attenzione

