

“Progettare con i principi dell’Ingegneria Naturalistica”

Ingegneria Naturalistica – principi generali

Gian Battista Bischetti

Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali

Università degli Studi di Milano

bischetti@unimi.it

- Introduzione e aspetti generali dell'IN
 - Origine e contenuti
 - Ambiti di applicazione
 - Processi di degradazione del suolo e ruolo delle piante
 - Materiali utilizzati dall'IN

L'Ingegneria Naturalistica è “una tecnica costruttiva che si avvale di conoscenze biologiche nell'eseguire costruzioni in terra ed idrauliche e nel consolidare versanti e sponde instabili. Per questo scopo è tipico l'impiego di piante e di parti di piante, messe a dimora in modo tale da raggiungere nel corso del loro sviluppo, sia da sole, come materiale da costruzione vivo, sia in unione con materiale da costruzione inerte, un consolidamento duraturo delle opere. L'ingegneria naturalistica non va intesa come alternativa, ma come complemento necessario e significativo ai modi di costruzione ingegneristici, puramente tecnici.”
(von Kruedener, 1951 cit. Schiechl e Stern, 1992).

[l'Ingegneria Naturalistica] “riguarda la costruzione, la manutenzione o la ristrutturazione di opere o lavori puntuali, e di opere o di lavori diffusi, necessari alla difesa del territorio ed al ripristino della compatibilità fra ‘sviluppo sostenibile’ ed ecosistema, comprese tutte le opere ed i lavori necessari per attività botaniche e zoologiche. Comprende in via esemplificativa i processi di recupero naturalistico, botanico, faunistico, la conservazione ed il recupero del suolo utilizzato per cave e torbiere e dei bacini idrografici, l’eliminazione del dissesto idrogeologico per mezzo di piantumazione, le opere necessarie per la stabilità dei pendii, la riforestazione. I lavori di sistemazione agraria e le opere per la rivegetazione di scarpate stradali, ferroviarie, cave e discariche.”

[l'Ingegneria Naturalistica] “riguarda la costruzione, la manutenzione o la ristrutturazione di opere o lavori puntuali, e di opere o di lavori diffusi, necessari alla difesa del territorio ed al ripristino della compatibilità fra ‘sviluppo sostenibile’ ed ecosistema, comprese tutte le opere ed i lavori necessari per attività botaniche e zoologiche. Comprende in via esemplificativa i processi di recupero naturalistico, botanico, faunistico, la conservazione ed il recupero del suolo utilizzato per cave e torbiere e dei bacini idrografici, l’eliminazione del dissesto idrogeologico per mezzo di piantumazione, le opere necessarie per la stabilità dei pendii, la riforestazione. I lavori di sistemazione agraria e le opere per la rivegetazione di scarpate stradali, ferroviarie, cave e discariche.”

(DPR 25.01.2000 n. 34 All. A «Regolamento recante istituzione del sistema di qualificazione per gli esecutori di lavori pubblici, ai sensi art. 8 L. 11 febbraio 1994, n. 109, s.m.i», articolo abrogato dal D.Lgs. 12 aprile 2006, n. 163, ma ripresa dal DPR 207/2010 «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE» e poi abrogato dal Dlgs 50/2016. Rimane però in vigore in attesa dell’emanazione degli atti attuativi al Dlgs stesso.)

L'ingegneria naturalistica è la traduzione del termine di lingua tedesca *Ingenieurbiologie*.

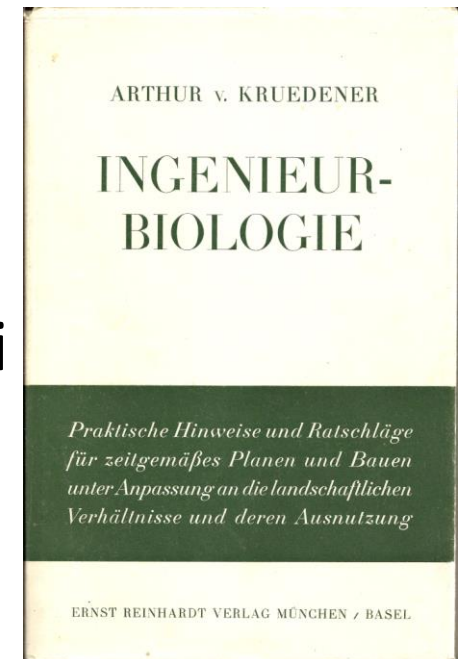
Il termine è coniato in Germania da Arthur von Kruedener il quale dirige nel periodo prebellico uno specifico istituto di ricerca (Forschungstelle für Ingenieurbiologie, 1936 – 1945) e nel 1951 pubblica il volume dal titolo *Ingenieurbiologie*.

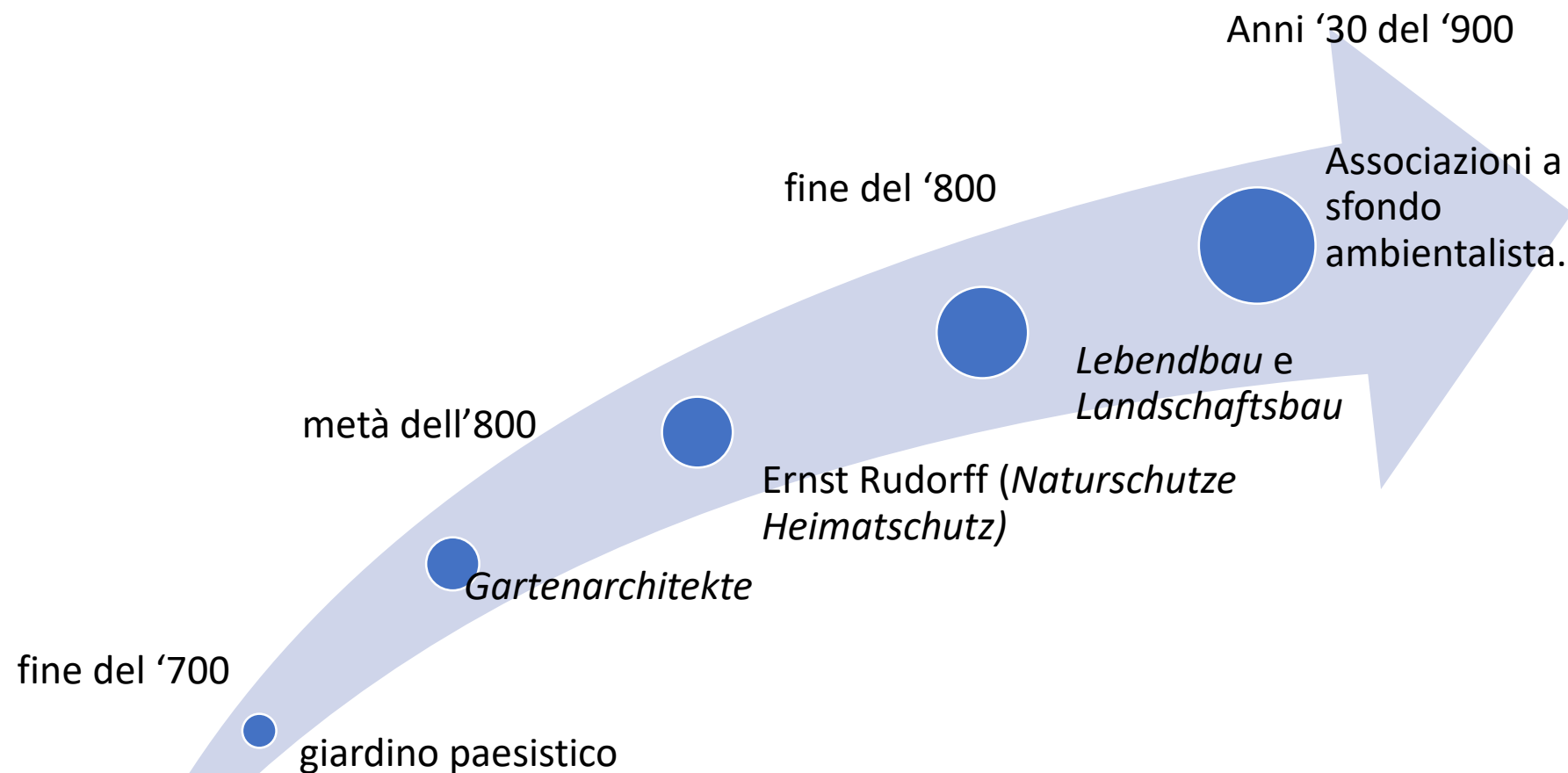


<http://www.digiporta.net/index.php?id=263221354>

il volume dal titolo ***Ingenieurbiologie***, viene spesso preso il momento in cui nasce l'ingegneria naturalistica «moderna».

In realtà è il punto d'arrivo di un percorso più lungo che si fonda nella storia culturale ed artistica del mondo di lingua tedesca e che, a partire dagli anni '80-'90 del secolo scorso contamina gli altri Paesi europei, il Nord America e poi il resto del mondo.





- Già nei primi decenni del '900 nel mondo di lingua tedesca è quindi diffusa la convinzione che vi sia uno “scontro” tra sviluppo tecnologico e natura e paesaggio, con il primo che mette in pericolo i secondi che costituiscono un patrimonio nazionale.

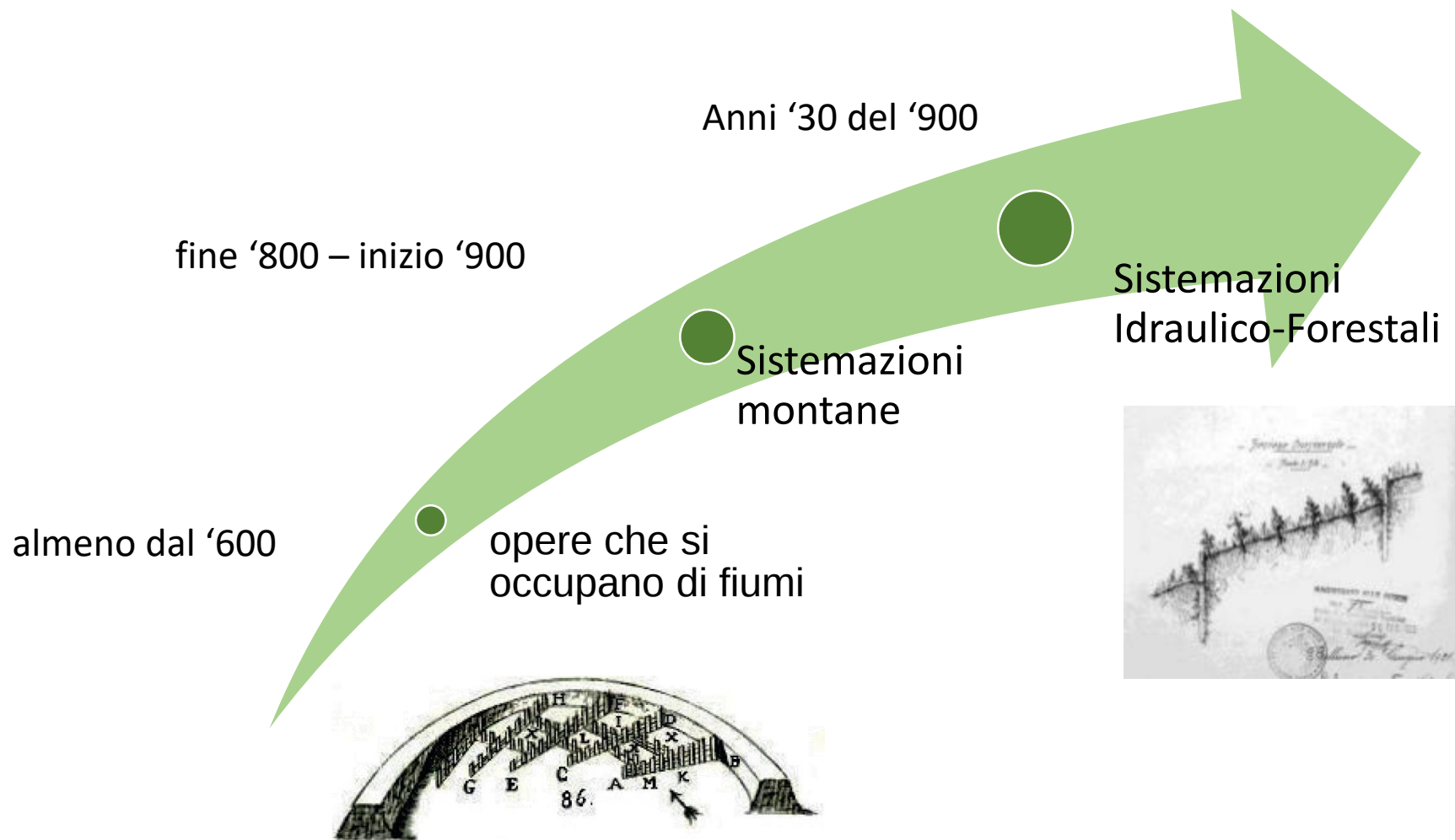


(da <http://dojorat.blogspot.com>)

- movimento giovanile neoromantico Wandervögel, esalta l'idea del ritorno alla natura, enfatizza la libertà, la auto-responsabilizzazione, lo spirito d'avventura. Molti dei suoi aderenti saranno in seguito professionalmente attivi sui temi della costruzione del paesaggio (Landschaftsbau).

(da: <https://www.dhm.de>)

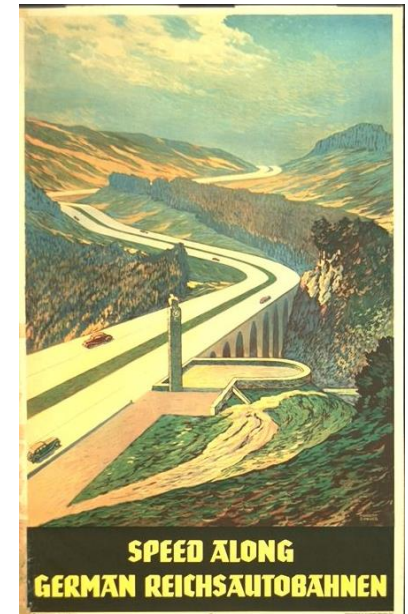




Le Reichsautobahnen come culla dell'IN

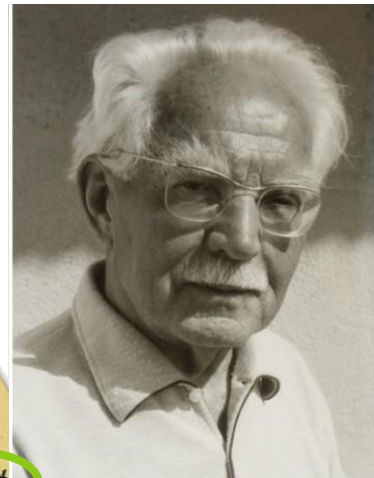
- A cavallo delle due guerre mondiali, i movimenti artistici e culturali esaltano il ruolo rivoluzionario della tecnologia ed in particolare della velocità e dei motori.
- Nasce l'idea dell'Autostrada, che assume anche un ruolo nella propaganda dei sistemi totalitari e per il regime nazista in particolare
- L'inserimento delle Reichsautobahnen nel paesaggio tedesco divengono l'emblema della capacità della tecnologia tedesca di conciliare sviluppo e difesa del patrimonio germanico.

Fortunato Depero ("Moto futurista", 1914)



(da <https://www.dhm.de>)

Velocità e paesaggio come elementi che nella società nazista non sono in contrasto ma rappresentano una delle sue unicità. Per ottenere un ciò, Fritz Todt, l'Ispettore generale delle strade incaricato direttamente da Hitler, coinvolge Alwin Seifert, che "impone" la presenza di architetti del paesaggio che si autodefiniscono «avvocati del paesaggio».



Alwin Seifert ritratto nel 1950-60 (tratta da Wikipedia)



Bundesarchiv, Bild 146-1969-146-01 / Röhn / CC-BY-SA 3.0 (tratta da Wikipedia)



Reichsautobahn - Leipzig 1936

(da http://home.hccnet.nl/j.w.nijenhuis/plaatjes/perkhammer_2.JPG)

Reichsautobahn - Neanderthal 1936

München- Salzburg 1936 (da *Die Strasse*, 20, 1936, p. 661)

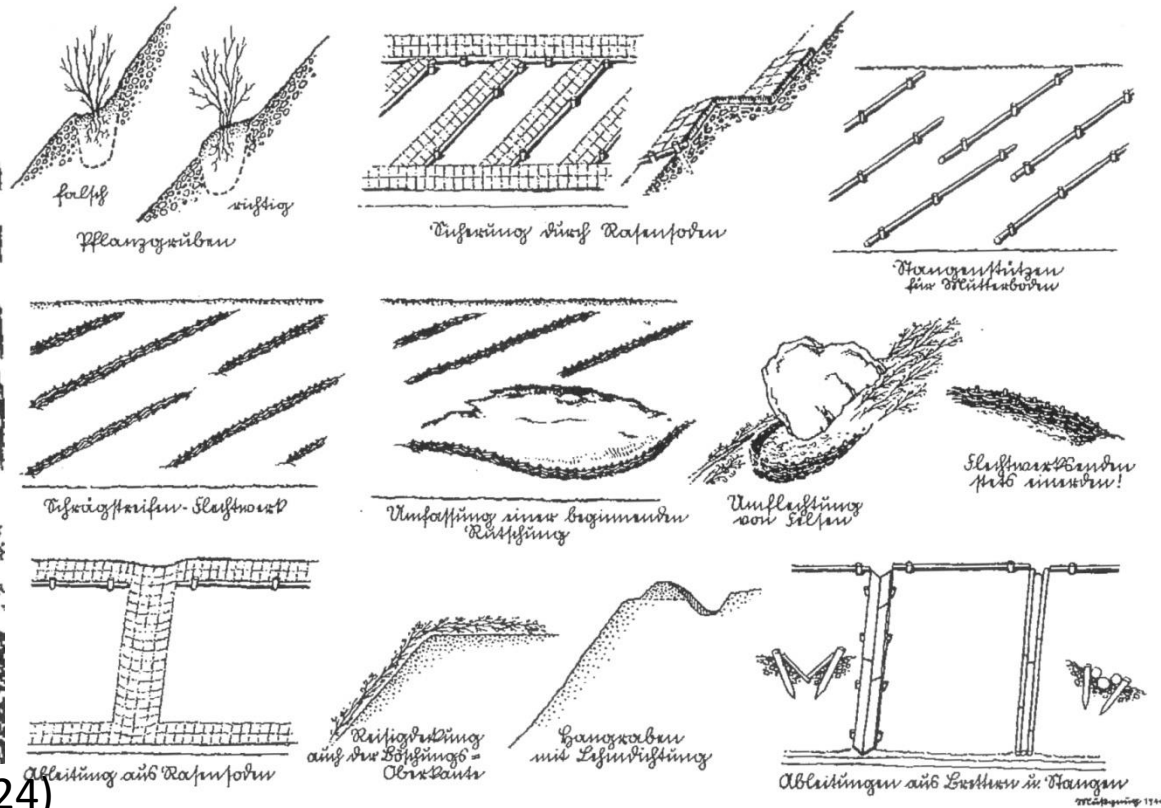


Gli architetti del verde tedeschi hanno un ruolo di semplici consulenti, designati con il termine di “avvocati del paesaggio” a supporto della progettazione delle autostrade tedesche e Seifert viene incaricato di coordinarne l’azione.

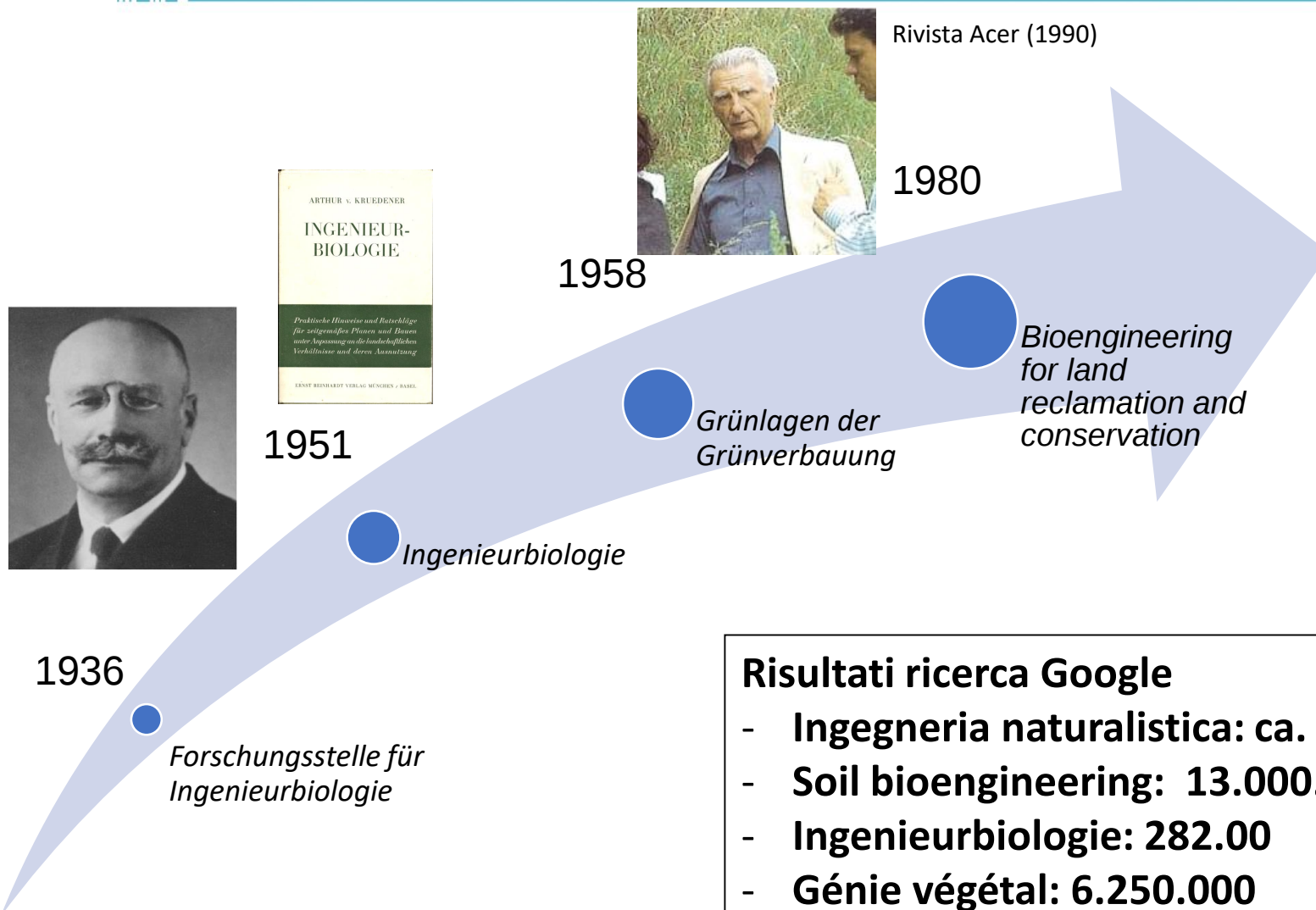
Per superare i continui contrasti con gli ingegneri stradali, i paesaggisti si avvicinano alla fitosociologia entrando in collisione con l’Ispettore generale delle strade, il potente Fritz Todt, che assume von Kruedener (un forestale) per dirigere a partire dal 1936 la *Forschungsstelle für Ingenieurbiologie*, con sede a Monaco.

la Forschungsstelle für Ingenieurbiologie

(da *Die Strasse*, 19-20, 1940, p. 442)



(da *Die Strasse*, 11-12, 1941, p. 224)



Risultati ricerca Google

- Ingegneria naturalistica: ca. 825.000
- Soil bioengineering: 13.000.000 (!)
- Ingenieurbiologie: 282.00
- Génie végétal: 6.250.000

Le opere realizzante con piante sono
MultiFunzionali

- TECNICA
- NATURALISTICA -ECOLOGICA
- ESTETICO-PAESAGGISTICA
- SOCIO-ECONOMICA

Funzione tecnica (idrogeologica)

È quella legata alla capacità della vegetazione di consolidare il terreno, grazie alla presenza dell'apparato radicale, che rinforza il terreno meccanicamente, alla presenza dell'apparato epigeo, che riduce l'effetto erosivo della precipitazione e rallenta il deflusso, ed alla capacità di evapotraspirazione, che riduce il contenuto idrico del suolo.

Talvolta, erroneamente, questa funzione viene indicata come *“l'ingegneria naturalistica in senso stretto”* che sarebbe solo uno dei *“tre principali settori”* dell'ingegneria naturalistica (Manuale di Ingegneria Naturalistica applicabile al settore idraulico, Regione Lazio, 2002, cap. 2)

Funzione naturalistica

È legata all'aumento di naturalità che la presenza di vegetazione comporta, soprattutto quando le specie insediate *fanno riferimento* alla vegetazione potenziale di riferimento per il sito considerato.

La presenza di vegetazione pioniera è in grado di innescare processi ecosistemici che evolvono naturalmente verso stadi più evoluti.

La presenza di vegetazione è anche un elemento fondamentale per il mantenimento o la creazione di habitat per la fauna

Questa funzione è quella prevalente quando gli interventi hanno come finalità principale la ricostruzione di ambienti naturali compromessi o la realizzazione di ambienti paranaturali a partire da aree degradate.

Ingegneria naturalistica o rinaturazione ?

Funzione estetico-paesaggistica

È legata all'effetto che la presenza di vegetazione inserita nelle strutture esercita sulla percezione del paesaggio, eventualmente mascherando o mitigando gli impatti visivi negativi.

A tale funzione viene anche ascritta la capacità della vegetazione di ridurre l'impatto dovuto al rumore e, almeno parzialmente, all'inquinamento.

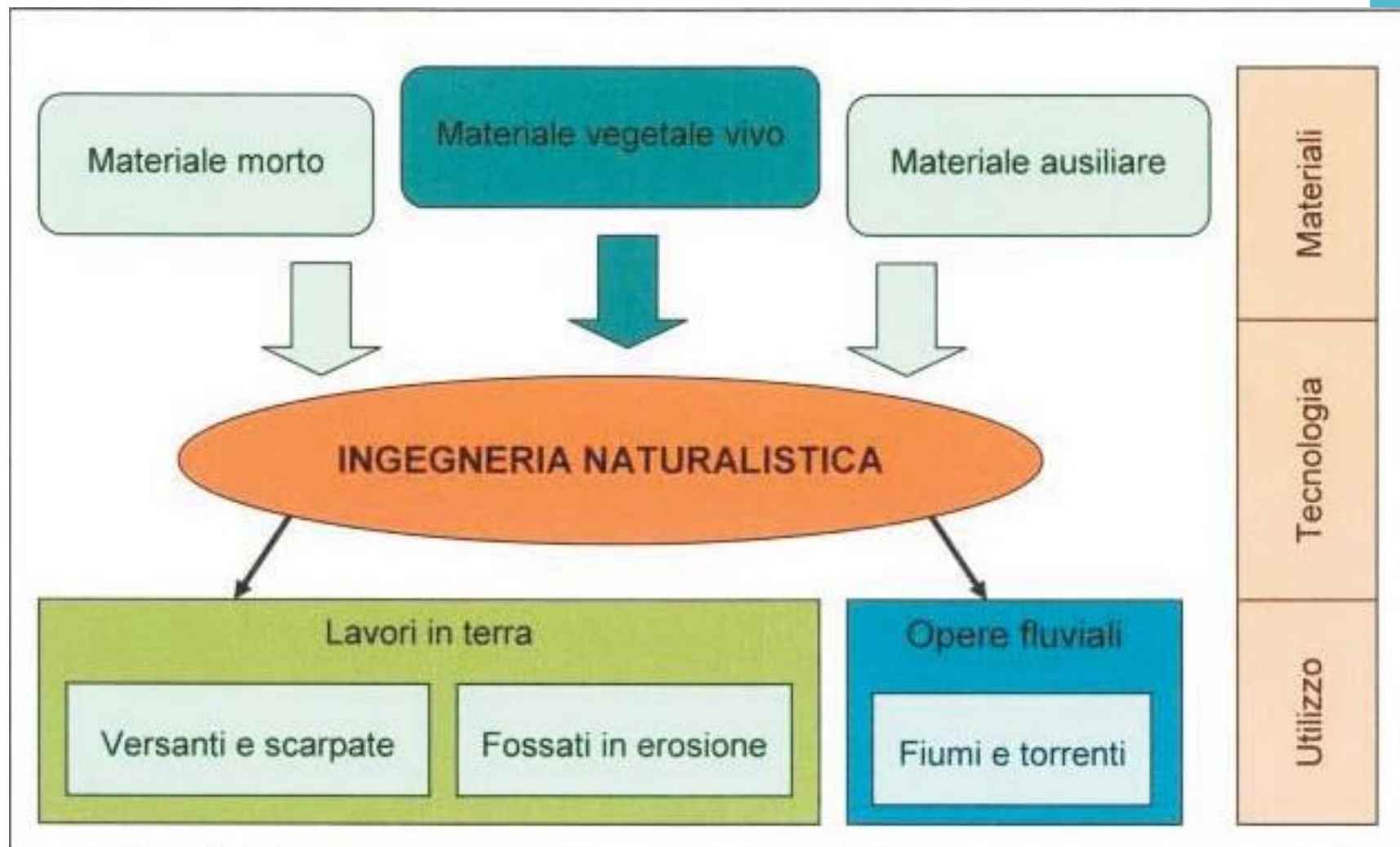
Erroneamente tale funzione viene frequentemente associata ad interventi che, pur mitigando gli impatti di strutture ed infrastrutture, non impiegano vegetazione (es. passaggi per pesci, attraversamenti stradali per anfibi o piccoli mammiferi)

Funzione socio-economica

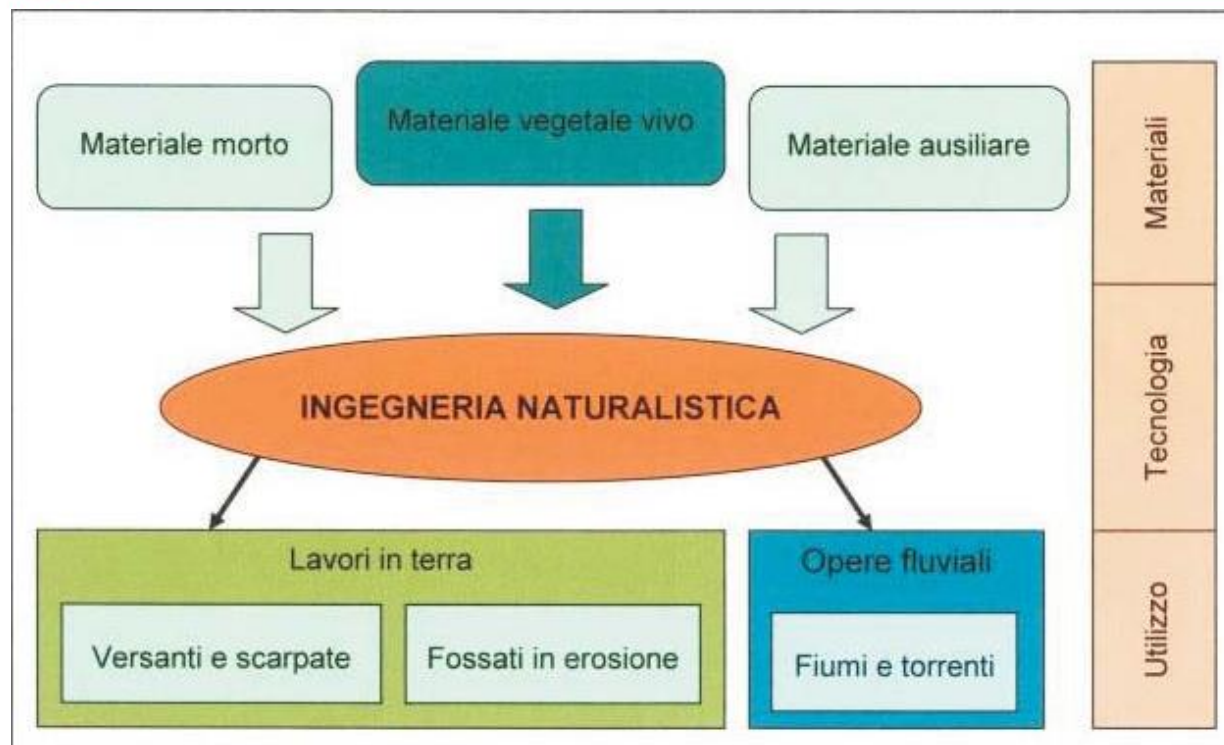
La maggior necessità di MANODOPERA per la realizzazione degli interventi con tecniche di I.N. rispetto a quelli tradizionali ha riflessi anche sul LIVELLO OCCUPAZIONALE del territorio.

Il possibile MINOR COSTO delle opere di I.N. rispetto a quelle tradizionali LIBERA RISORSE da destinare ad altri interventi.

In realtà molto dipende dal regime con cui vengono attuati i lavori e dalla tipologia di manodopera impiegata.



Florineth, Dispensa di IN 2004/2005, Ordine degli Ingegneri di Napoli, 2004



Mitigazione impatti:

visivi

Acustici

inquinanti

Florineth, Dispensa di IN 2004/2005, Ordine degli Ingegneri di Napoli, 2004

Secondo von Kreudener la Ingenieurbiologie “è una tecnica costruttiva ingegneristica, che si avvale di conoscenze biologiche nell’eseguire costruzioni in terra e idrauliche e nel **consolidare versanti e sponde instabili**. Per questo scopo è tipico l’impiego di piante e di parti di piante, messe a dimora in modo tale, da raggiungere, nel corso del loro sviluppo, sia da sole, come materiale da costruzione vivo, sia in unione con materiale da costruzione inerte, un consolidamento duraturo delle opere.”

cit. da Schiechtl, H.M. e Stern, R., Manuale delle opere in terra (Naturnaher Erdbau mit ingenieurbiologischen Bauweisen, Österreichischer Agrarverlag, Wien), trad. di L. Dibona, Tip. Castaldi, Feltre, 1994 e Schiechtl, H.M. e Stern, R., Ingegneria naturalistica - manuale delle costruzioni idrauliche (Handbuch für naturnahen Wasserbau, Österreichischer Agrarverlag, Wien), a cura di Lorenzo Dibona, 1992, ed. Arca Trento.

Criteri di scelta delle piante

- SCOPO INTERVENTO (copertura, rinforzo, stabilizzazione, drenaggio, ecc.)
- CRITERIO ECOLOGICO (soddisfacimento delle esigenze delle piante e amplitudine ecologica delle specie)
- CRITERIO FITOSOCIOLOGICO (successione ecologica)
- FORZA EDIFICATRICE (rapidità della successione)
- CRITERIO di AUTOCTONIA (reperimento locale)
- METODO di PROPAGAZIONE (seme, talea, piantina radicata)
- VELOCITÀ di ACCRESCIMENTO
- ATTITUDINE BIOTECNICA

Scopo intervento

La scelta della tipologia di vegetazione è funzione innanzitutto dello scopo dell'intervento.

In generale, una buona copertura contro l'erosione superficiale è efficacemente assicurata da vegetazione erbacea, mentre per ottenere un adeguato rinforzo di strati più profondi, occorre ricorrere a vegetazione arbustiva ed arborea in grado di raggiungere tali strati.

Se l'obiettivo è la stabilizzazione, occorrerà combinare anche elementi strutturali alla vegetazione, che dovrà essere compatibile con essi.

Per il drenaggio, infine, occorrerà preferire specie con elevata capacità evapotraspirante.

Criterio ecologico

Affinché la vegetazione possa efficacemente affermarsi e quindi svolgere le funzioni per le quali viene scelta, è necessario che essa sia compatibile con le caratteristiche stazionali: microclima (temperature, umidità, ecc.), suolo (fertilità, porosità, reazione, ecc.), esposizione, pendenza, ecc.

Poiché spesso si deve intervenire in siti le cui condizioni stazionali, soprattutto in termini di terreno, sono particolarmente critiche, occorre far ricorso ad associazioni pioniere, la cui scelta deve tener conto del criterio fitosciologico.

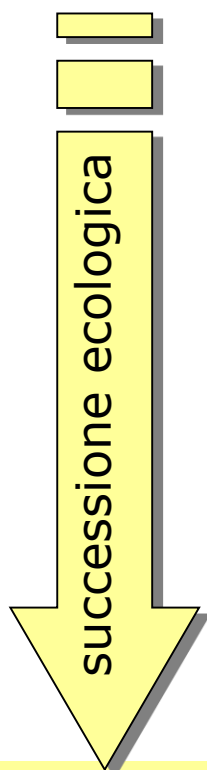
Criterio fitosociologico

La vegetazione non è un elemento fisso ma dinamico, non tanto come insieme di individui, ma in relazione alla tendenza a generare successioni ecologiche che partendo da stadi pionieri muovono verso uno stadio di maturità attraverso un ciclo continuo di reciproca alterazione tra condizioni stazionali e vegetazione stessa.

Alcune specie sono caratterizzate da grande rusticità, amplitudine ecologica e sono quindi adatte ad avviare il processo di successione ecologica.

La conoscenza della sequenza di evoluzione potenziale della vegetazione permette di poter eventualmente accelerare il processo

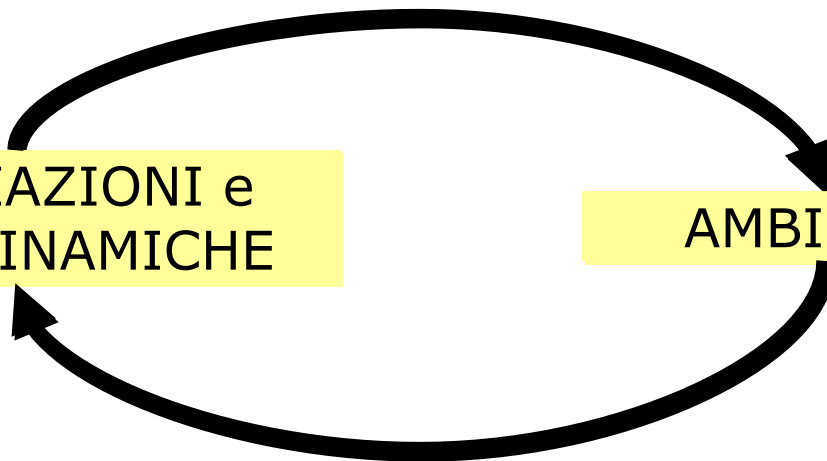
SPECIE PIONIERE

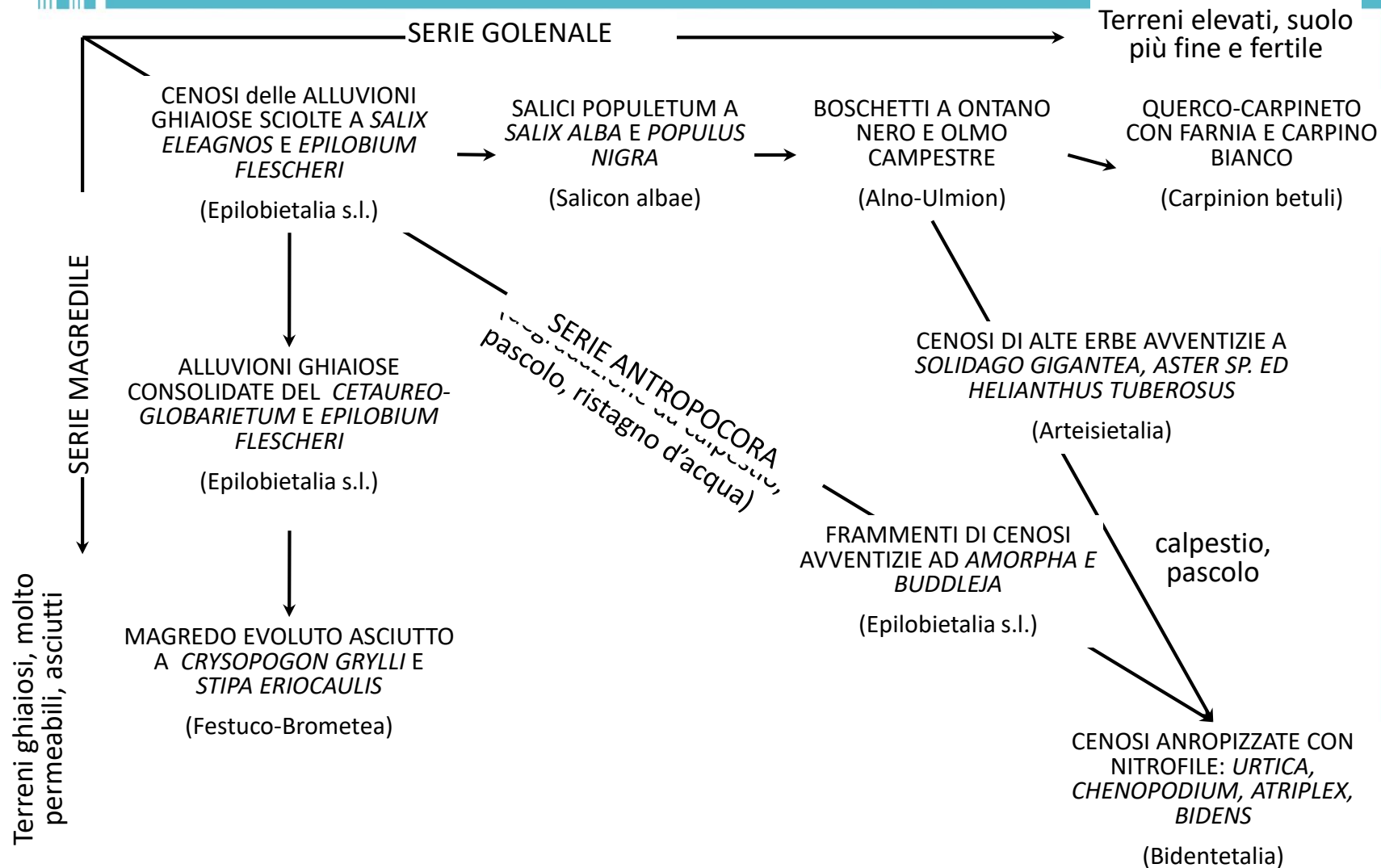


**Stadio di massima
maturazione**

ASSOCIAZIONI e
SERIE DINAMICHE

AMBIENTE





Verosimili direzioni evolutive della vegetazione ripariale tipica dei fiumi dell'avanterra alpino sud-orientale (da Paiero P. e Paiero G., 2005)

Specie ad elevata amplitudine

Ontano bianco (*Alnus incana*), ontano nero (*A. glutinosa*), larice (*Larix decidua*), robinia (*Robina pseudoacacia*), salicone (*Salix caprea*), betulla (*Betula pendula*), pioppo nero (*Populus nigra*), pino silvestre (*Pinus sylvestris*)

Sanguinella (*Cornus sanguinea*), ligustro (*Ligustrum vulgare*), salice di ripa (*S. eleagnos*), salice rosso (*S. purpurea*), salice da ceste (*S. triandra*), salice di monte (*S. nigricans*), salice da vimini (*S. viminalis*), sambuco (*Sambucus nigra*)

Agrostide bianco (*Agrostis stolonifera*), loglio perenne (*Lolium perenne*), ginestrino (*Lotus corniculatus*), erba mazzolina (*Dactylis glomerata*), trifoglio (*Trifolium prarense*), trifoglio ladino (*T. repens*), festuca (*Festuca rubra*), poa (*Poa pratensis*), antillide (*Antyllis vulneraria*)

Forza edificatrice

Capacità delle piante di migliorare le caratteristiche stazionali, tipicamente il terreno, in termini di fertilità e caratteristiche fisiche, il microclima, ecc.

Tale azione è prevalentemente legata alla presenza dell'apparato radicale che agisce da un punto di vista meccanico con la crescita delle radici e dal punto di vista d'arricchimento della sostanza organica con il deterioramento delle radici stesse e la caduta delle foglie. Caso particolarmente interessante è dato dalle specie che ospitano simbionti radicali quali le leguminose e l'ontano.

Criterio di autoctonia

Riferirsi alle situazioni presenti nello stesso luogo ove i lavori vengono eseguiti garantisce la rispondenza ai criteri ecologico ed almeno in parte fitosociologico. Prelevare il materiale di propagazione direttamente dallo stesso luogo rispetto a materiale della medesima specie ma proveniente da altri contesti, inoltre, garantisce l'adeguatezza delle caratteristiche genetiche del materiale stesso.

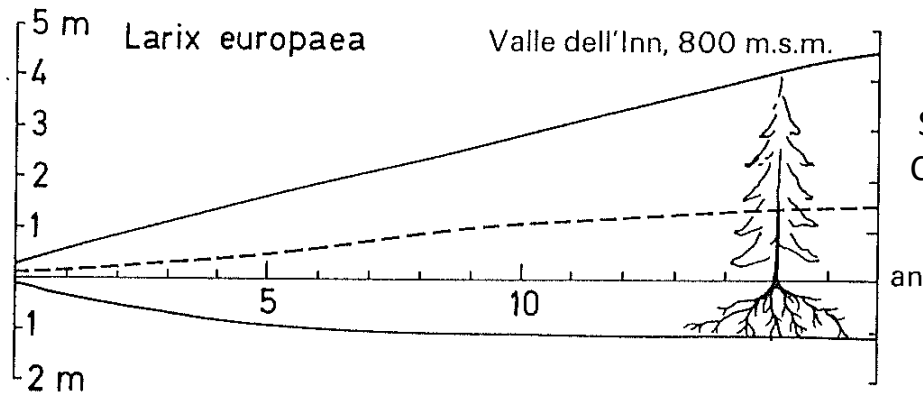
Nell'utilizzo del materiale autoctono, tuttavia, occorre tener presente che il sito oggetto d'intervento può trovarsi in situazioni di degrado (relativi alla fertilità, pendenza, ecc.) che non consentono di mettere a dimora altro che specie pioniere. Solo attraverso il miglioramento esercitato da tale vegetazione si potranno verificare le condizioni per l'insediamento della vegetazione circostante, spesso per rinnovamento naturale.

Metodo di propagazione

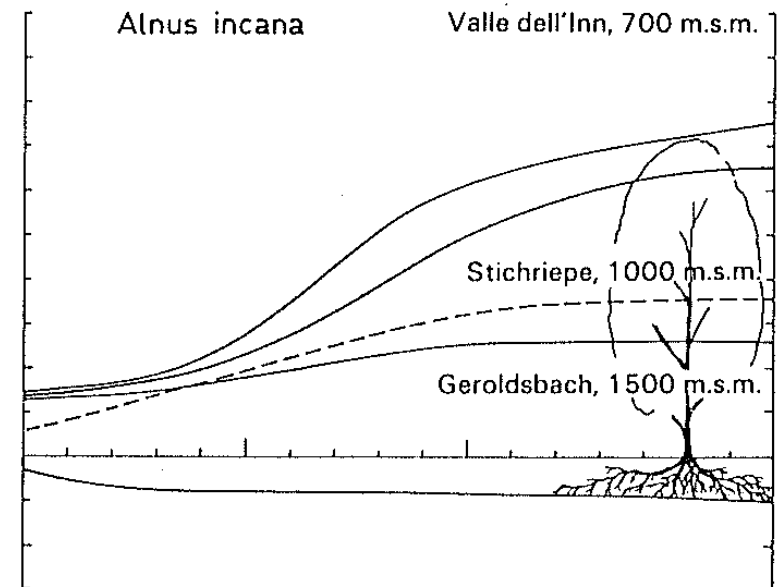
Le piante si possono propagare per via gamica (seme) o agamica (talea, margotta, polloni, ecc.).

Non tutti i metodi di propagazione sono però utilizzabili nell'ambito delle opere di Ingegneria Naturalistica a causa di restrizioni di tipo operativo o economico. La quantità di materiale vegetale da utilizzare è, infatti, spesso enorme ed il metodo di propagazione è fondamentale perché può determinare i tempi ed i costi di realizzazione.

Velocità d'accrescimento



Schiechtl, H. M. - Bioingegneria forestale,
Castaldi Feltre (BL) 1980

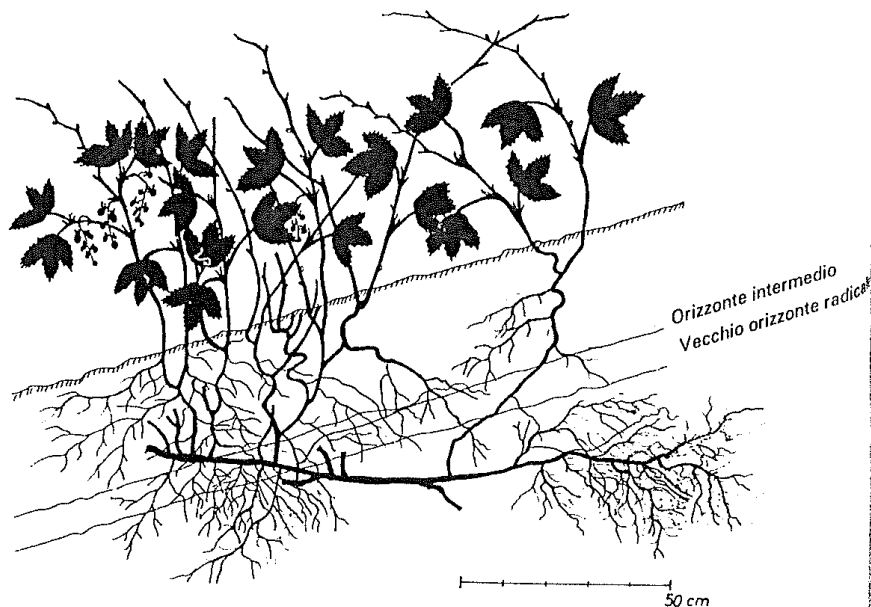


- **EROSIONE SUPERFICIALE:**
 - grado di copertura del suolo (vegetazione e lettiera)
- **MOVIMENTI di MASSA**
 - Profondità, densità, resistenza alla trazione dell'apparato radicale
 - capacità evapotraspirante
- **RESISTENZA alla CADUTA di SASSI** (*Salix spp.*, *Alnus spp.*, *Fraxinus excelsior*, *Sorbus spp.*, *Populus tremula*)
- **RESISTENZA alla NEVE e SLAVINE** (*Salix spp.*, *Alnus spp.*, *Fraxinus excelsior*, *Corylus avellana*)
- **RESISTENZA al SALE** (scarpate stradali)

- SCABREZZA
 - numero ed elasticità dei rami
 - area fogliare
- TRASPORTO SOLIDO
 - resistenza all'esposizione dell'apparato radicale dovuta all'erosione
 - resistenza all'inghiaimento e agli urti di materiale solido
- RESISTENZA alla SOMMERSIONE
 - (*Salix alba*, *S. fragilis*, *Alnus glutinosa*, *Populus alba*, *P. nigra*, *Fraxinus excelsior*)

Pinus sylvestris, Juniperus communis,

Salix purpurea, S. eleagnos, S. nigricans, Corylus avellana, Prunus spinosa, Crataegus monogyna, Sambucus racemosa, Alnus spp., Acer pseudoplatanoides,

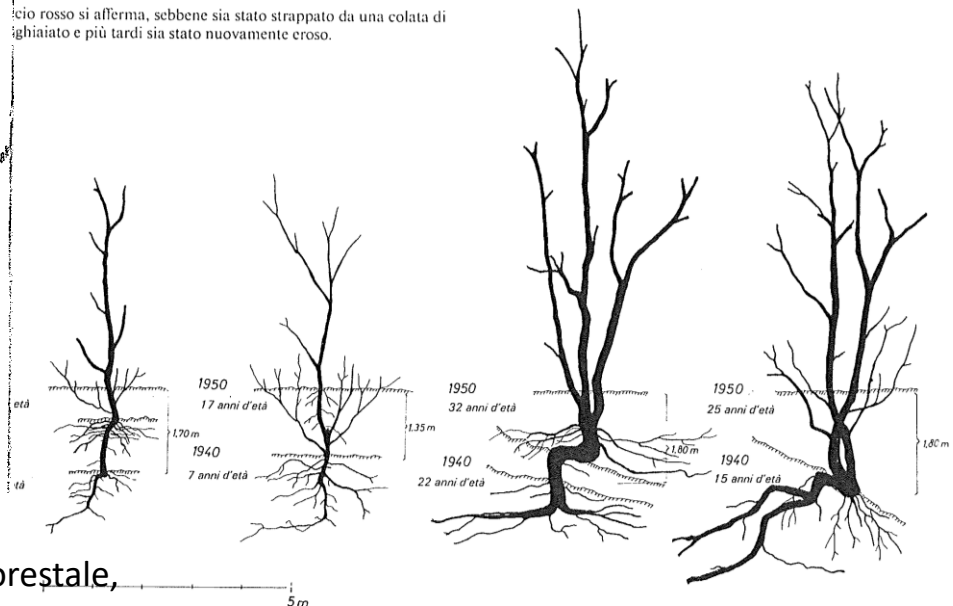


Lampone

Schiechtl, H. M. - Bioingegneria forestale,
Castaldi Feltre (BL) 1980

Salici di ripa

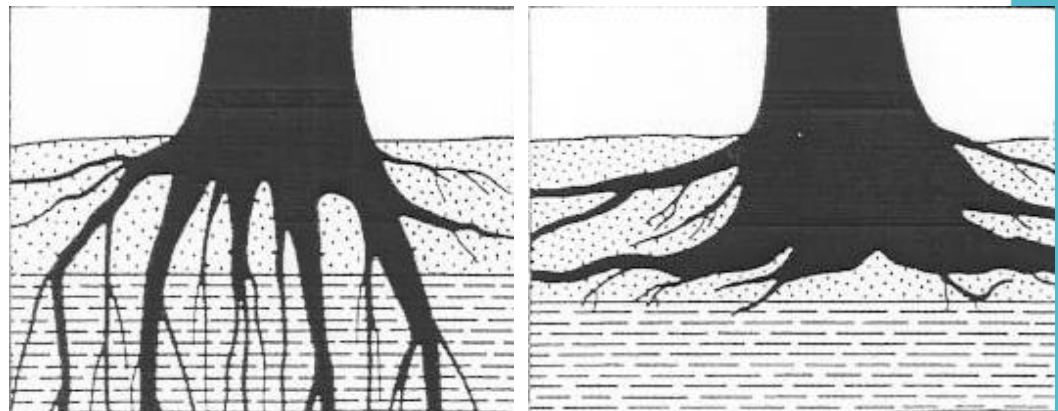
ciò rosso si afferma, sebbene sia stato strappato da una colata di ghiaia e più tardi sia stato nuovamente eroso.



Resistenza alla sommersione

È legata alla capacità di garantire l'approvvigionamento di ossigeno anche in sommersione ed altre strategie adattative.

Oltre alle piante tipicamente acquatiche (canna palustre, carici, ecc.), mostrano resistenza fino a 2-3 settimane di sommersione: salici da ceste (*Salix triandra*), bianco (*S. alba*), odoroso (*S. pentandra*), cinereo (*S. cinerea*), fragile (*S. fragilis*), pioppi e suoi ibridi (*Populus alba*, *P. candensis*), ontano nero (*Alnus glutinosa*)



Schiechl, H. M. - Bioingegneria forestale,
Castaldi Feltre (BL) 1980

Forme di utilizzo della vegetazione

Moltiplicazione gamica

- SEME – in genere è utilizzato per le specie erbacee in grado di crescere in tempi rapidi. Vengono utilizzati miscugli polispecifici di graminacee e leguminose
- TRAPIANTO:
 - piantine radicate utilizzata per specie arboree ed arbustive con scarsa attitudine rizogena non idonee ad essere moltiplicate per talea.
 - erbacee: in alcuni casi una stagione vegetativa estremamente ridotta (es. quota elevata) ostacola la buona riuscita della semina ed anche le piante erbacee devono essere seminate in vivaio e poi trapiantate

Piantine radicate

- Le piantine radicate utilizzate negli interventi di I.N. hanno in genere età compresa tra 2 e 3 anni e diametro al colletto di alcuni centimetri.
- Possono essere reperite presso vivai e sono disponibili a radice nuda o in fitocella (ma solamente in alcune realtà vi sono vivai specializzati in grado di fornire specie idonee agli interventi in quantità sufficiente).
- Per le piantine a radice nuda il periodo di messa a dimora è quello del riposo vegetativo, mentre per quelle in pane di terra è, in linea di principio, non vi sono vincoli.

Reperimento piantine radicate

Piantine di specie arbustive e arboree in coltivazione



Piantine di specie erbacee perenni da impiantare o moltiplicare per divisione dei cespi



Piantine di specie arbustive e
arboree a radice nuda
conservate in locale
climatizzato pronte al trasporto



Reperimento seme

- fiorume (scarsa germinabilità e purezza, quantità limitate)
- mercato generico (specie non autoctone)
- vivai specializzati (costo)

Semente di specie erbacee non reperibili sul mercato, prodotta in vivaio

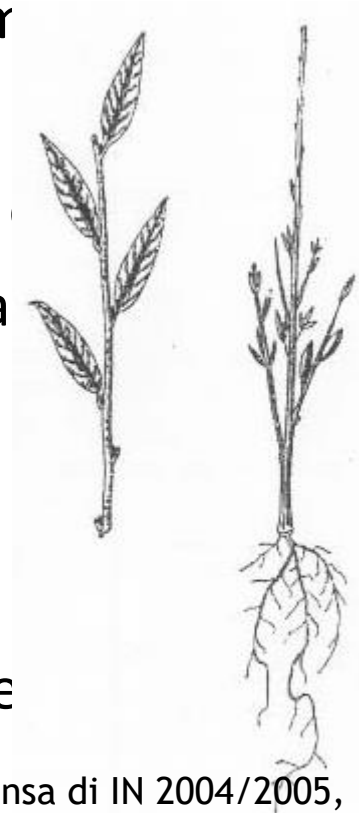


Talee

Porzione di fusto che separato dalla piante madre è in grado di produrre radici avventizie e germogli in modo da rigenerare un nuovo individuo di dimensioni significative in tempi rapidi e costo limitato.



- Talee legnose: $d=3-8$ cm e $l=40-100$ cm, usate per le specie arboree ed arbustive
- Verghe: getti poco ramificati ed elastici $l>120$ cm
- Astoni: getti rigidi $d=10-15$ cm $l=100-250$ cm
- Talee verdi: diametro 1-3 cm e lunghezza 10-30 usate per la moltiplicazione in vivaio, per la canna palustre (*Phragmites australis*) e per l'ammofila (*Ammophila arenaria* e *A. balcanica*, nell'ambito delle dune)
- Talee di radici: parti di radice diametro 1-2 cm e lunghezza 5-15 cm, usate in vivaio



Florineth, Dispensa di IN 2004/2005,
Ordine degli Ingegneri di Napoli, 2004

La differenziazione si ha in corrispondenza della ripresa vegetativa primaverile per cui il prelievo e l'utilizzo delle talee deve avvenire nel periodo di riposo vegetativo (in genere autunno-primavera).

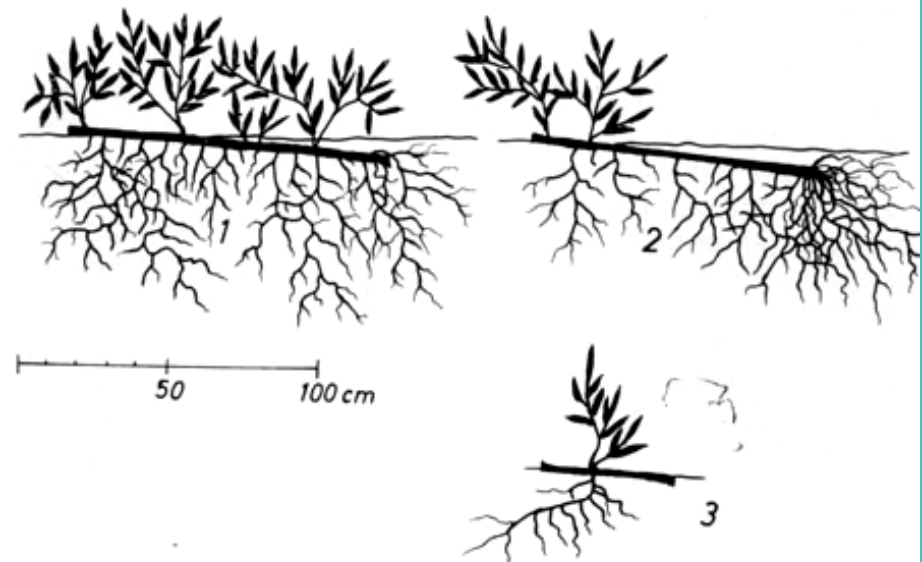
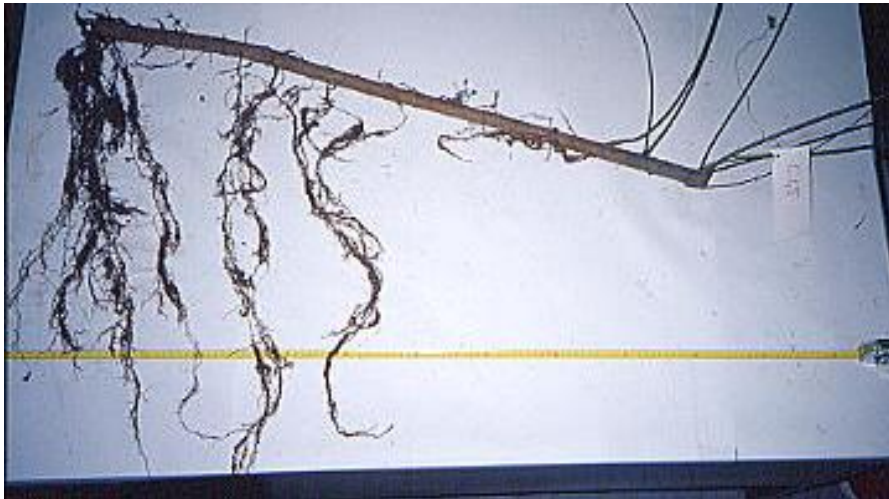
Salix caprea fa eccezione e le talee devono essere prelevate immediatamente dopo la fioritura

Un metodo per migliorare la possibilità di radicazione è quello di prelevare le talee e metterle a dimora in autunno; si può anche simulare in vivaio un periodo tiepido in cui si formano le iniziali radicali e successivamente un periodo freddo. In questo modo appena le talee vengono piantate a primavera le iniziali si attivano subito.

La quantità di radici emesse dipende dal numero di gemme e quindi di nodi presenti sulla talea.

La distribuzione delle radici lungo la talea dipende da quella degli ormoni rizogeni verso la sezione di taglio ed è quindi regolata

dalla sua inclinazione. Occorre anche rispettare la polarità della talea.

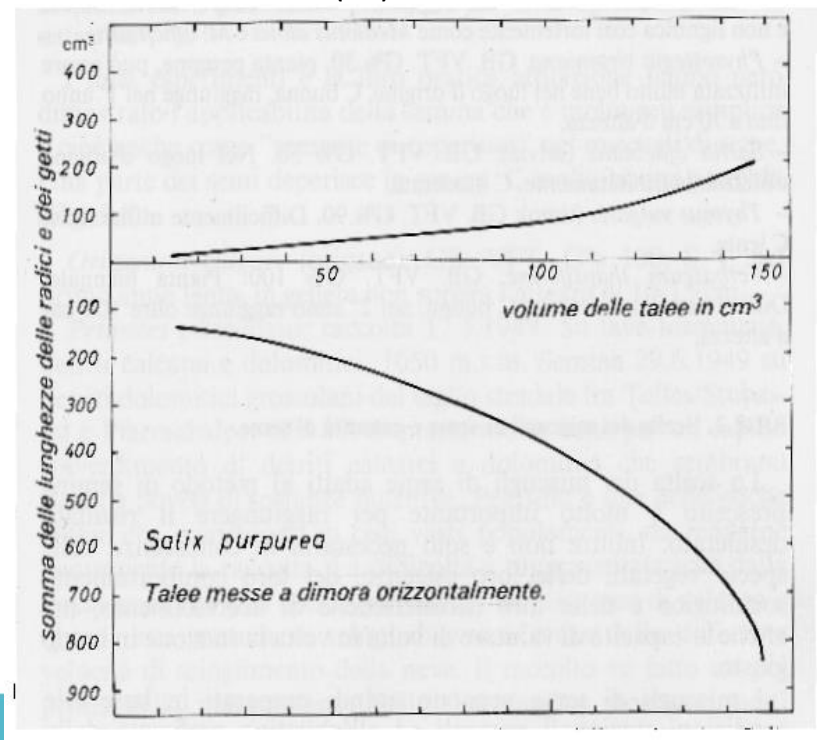


Schiechtel, H. M. - Bioingegneria forestale,
Castaldi Feltre (BL) 1980

Principali fattori di radicazione

- Genotipo (specie)
- Caratteristiche del substrato di radicazione
- Stato nutrizionale della pianta madre
- Tipo di talea
- Volume della talea
- Epoca di taleaggio
- Eventuale impiego di ormoni radicanti (auxine sintetiche), ma servono a poco se la specie ha un ridotto potere rizogeno.

Schiechtl, H. M. - Bioingegneria forestale, Castaldi Feltre (BL) 1980



La capacità di emissione delle radici avventizie è compromessa da:

- differenziazione prima dell'utilizzo
- temperature elevate
- essiccamento
- traumi meccanici
- marciumi

Occorre avere cura nel depezzamento, trasporto e nella conservazione prima dell'uso. Meglio depezzare sul posto d'utilizzo e con strumenti idonei, trasportare su mezzi chiusi o coperti con teli



Talee di specie arbustive e
arboree conservate in locale
climatizzato pronte al
trasporto



Reperimento talee

- popolamenti naturali possibilmente in prossimità del luogo d'impiego (difficoltà di riconoscimento durante il riposo vegetativo, demanio idrico)
- manutenzione di interventi realizzati nel passato
- vivai specializzati



Altri metodi di propagazione

- Talee verdi (d=1-3 cm l=10-30 cm)
- Talee di radici (A. incana, R. caesius, R. ideaeus, C. avellana, C. sanguinea, P. nigra, P. tremula, R. pseudacacia, Salix spp.), stoloni e rizoma
- Gemme bulbifere (Poa alpina ssp. Vivipara. P. bulbosa, Polygonum viviparum, Dentaria bulbifera)
- Divisione cespi
- Organi sotterranei
- Zolle, Tappeti Erbosi

Scelta della specie

Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia

1° Suppl. Straordinario al n. 19 - 9 maggio 2000

ALLEGATO N. 1

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

Ambiti territoriali di applicazione:

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

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

NOTE GENERALI SULLE TABELLE DELL'ALL. N. 1

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

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

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

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

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

Per le specie erbacee, non sono indicate particolari modalità di utilizzo.

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

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

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

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

- * si possono considerare 10-15 giorni di anticipo o di ritardo in relazione alle esposizioni (Sud-Nord) dei versanti e per le quote maggiori del relativo innevamento
- * per le semine delle essenze erbacee vanno esclusi i periodi o troppo freddi o troppo asciutti

[illegible]