

La vegetazione nell'ingegneria naturalistica

Luca Giupponi - Ph.D.

Università degli Studi di Milano

luca.giupponi@unimi.it

Galbiate (LC), 21.02.2020

Cosa è la BOTANICA?

E' la disciplina che studia le forme di vita del regno vegetale sotto vari aspetti.

Branche della botanica:

Anatomia vegetale, studio della struttura delle piante

Fisiologia vegetale, studio della fisiologia delle piante

Embriologia vegetale, studio degli embrioni di pianta (dall'impollinazione al seme)

Paleobotanica, studio dei fossili di piante

Palinologia, studio dei fossili di pollini e spore

Sistematica vegetale, organizzazione e categorizzazione del regno vegetale

Carpologia, studio di semi e frutti

Dendrologia, studio delle piante legnose

Fitogeografia, studio della distribuzione delle piante nel territorio

Fitosociologia, studio della sociologia delle piante

I TESSUTI VEGETALI

Tessuti meristematici:

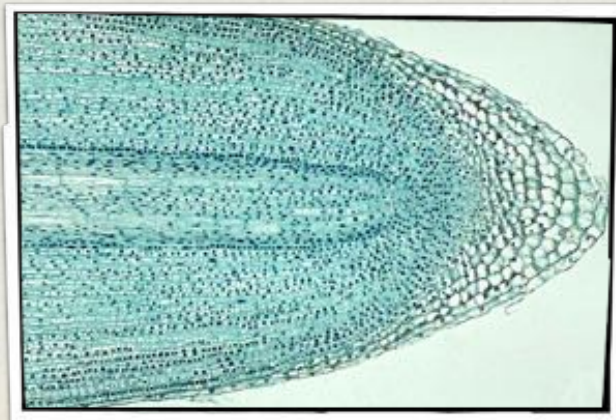
Sono dei tessuti embrionali responsabili della crescita della pianta.

Se ne distinguono due tipi:

Meristemi primari: formati da cellule che mantengono le caratteristiche “embrionali”, presenti all’apice del fusto e della radice (meristemi apicali)

Meristemi secondari: formati da cellule adulte e differenziate. Consentono l’espansione radiale del fusto e radici (cambio e fellogeno).

Fonte: DBA-Università di Torino 2009



Fonte: wikipedia

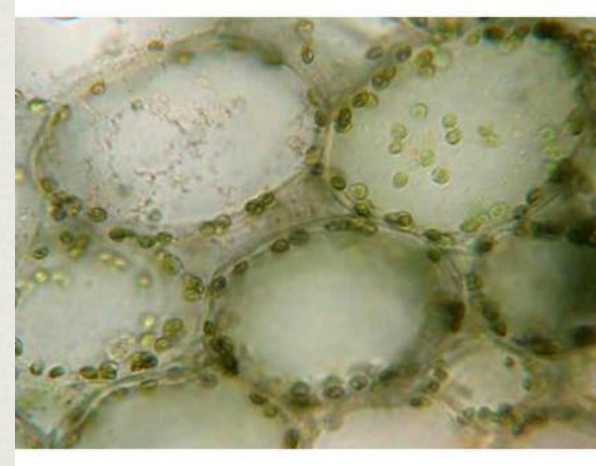


Tessuti parenchimatici:

Sono dei tessuti di riempimento e specializzati per varie funzioni:

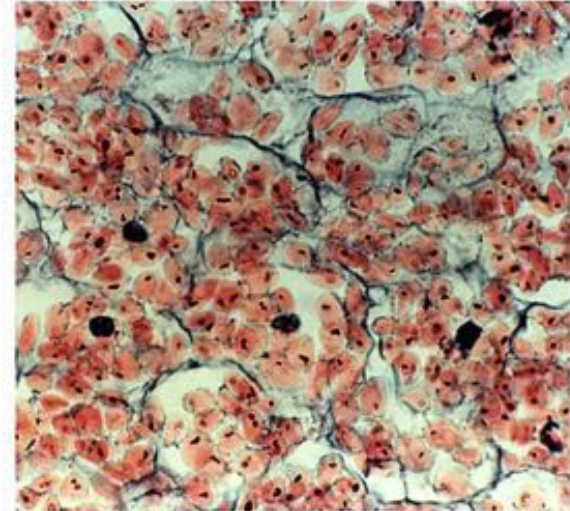
Fonte: DBA-Università di Torino 2009

Parenchima clorofilliano: formati da cellule ricche di cloroplasti.



Fonte: DBA-Università di Torino 2009

Parenchima di riserva: specializzato nella funzione di riserva (amido).



Parenchima aerifero, acquifero, ecc..

Tessuti conduttori:

Sono tessuti vascolari adibiti al trasporto della linfa grezza ed elaborata.

Xilema (legno): adibito al trasporto di linfa grezza dalle radici alle foglie. Fatto da cellule morte, cave e lignificate.

Floema (libro): adibito al trasporto di linfa elaborata dalle foglie a tutte le parti della pianta. Fatto da cellule morte, cave e lignificate. Fatte da cellule vive non lignificate.



Fonte: wikipedia

Xilema e Floema sono “condotti” appaiati formanti strutture chiamate fasci cribro-vascolari che percorrono interamente la pianta dalle radici alle foglie.

Tessuti meccanici:

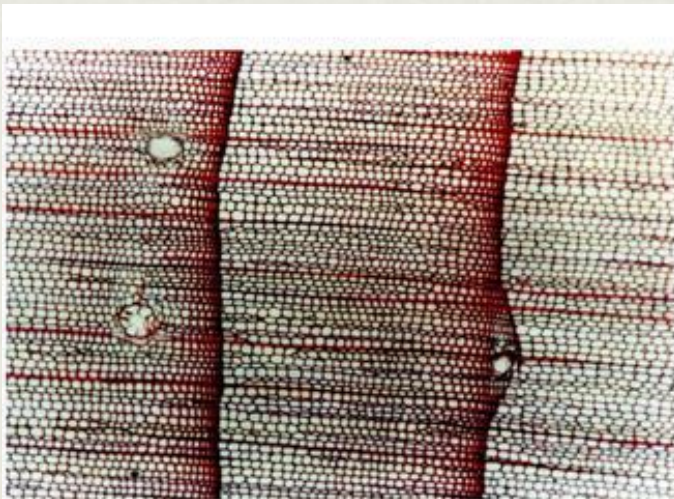
Danno alla pianta resistenza al piegamento, torsione e trazione.

Collenchima: conferisce plasticità alle foglie e ai fusti erbacei. Cellule ispessite.

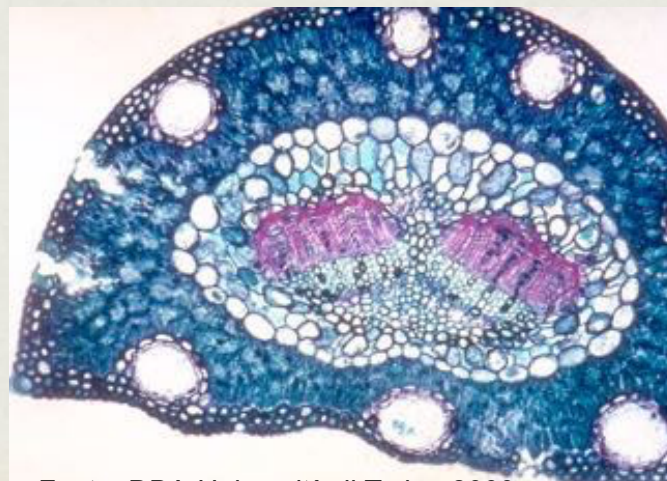
Sclerenchima: irrigidisce gli organi che hanno terminato la loro crescita. Cellule con parete ispessita e lignificata.

Tessuti secretori:

Sintetizzano prodotti utili alla pianta. Per esempio: canali resiniferi, peli secretori ecc...



Fonte: DBA-Università di Torino 2009

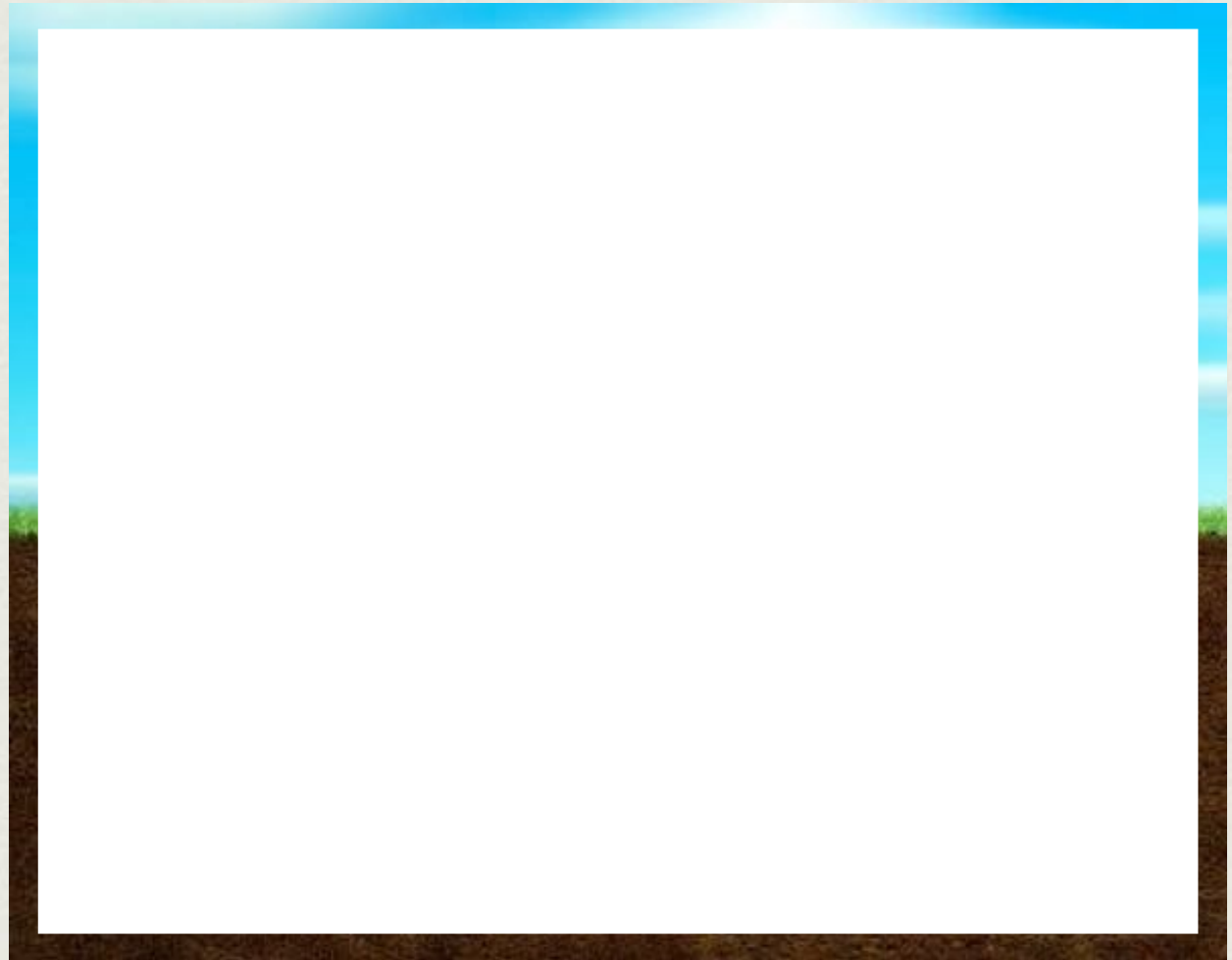


Fonte: DBA-Università di Torino 2009

LA RADICE

Funzioni:

- Ancoraggio
- Assorbimento
- Riserva
- Conduzione
- Stabilità suolo



ANATOMIA DELLA RADICE

CUFFIA:

Guaina di cellule a funzione protettiva

APICE RADICALE:

Man mano che ci si allontana dall'apice le cellule si differenziano nei vari tipi di tessuti adulti

ZONA DI DIFFERENZIAZIONE O LISCIA

Alla zona liscia segue una zona provvista di peli radicali e costituita di cellule adulte

ZONA PILIFERA O A STRUTTURA PRIMARIA

Nelle dicotiledoni e nelle gimnosperme a questa segue la

ZONA A STRUTTURA SECONDARIA

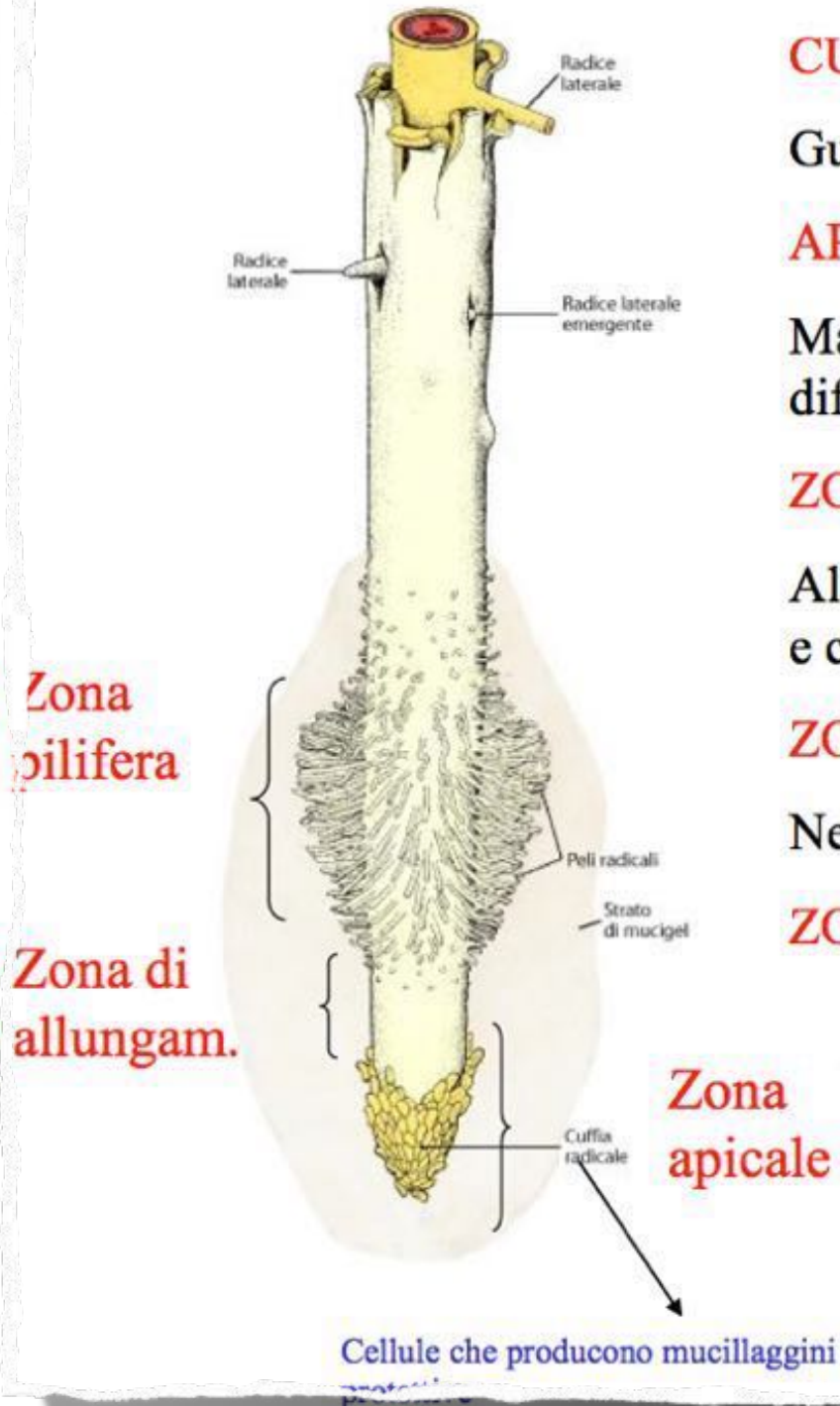
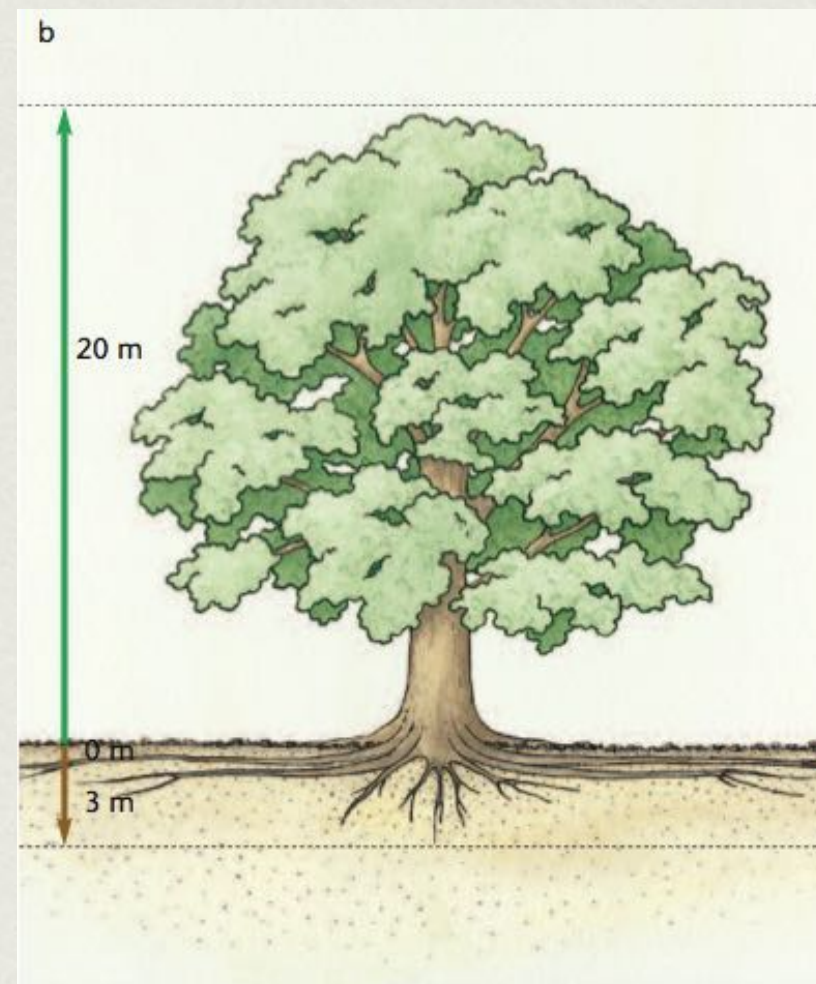


Figura 25.3 Porzione di radice di una eudicotiledone, che mostra la relazione spaziale fra la cuffia radicale e la zona dei peli radicali, e (vicino all'estremità superiore) i siti di emergenza di radici laterali che si originano in profondità all'interno della radice principale. Nuovi peli radicali si formano subito dopo la zona di allungamento, alla stessa velocità circa con la quale i vecchi peli radicali muoiono. L'apice radicale è coperto da uno strato di mucigel, che lubrifica la radice durante il suo passaggio attraverso il suolo.

La profondità dell'apparato radicale

Fonte: Crow P. 2005



The commonly held idea of a tree's root system (a) and a more realistic representation (b).

Suoli bruni

Table 1 Probable rooting depth ranges for selected tree species. For details of soil groups 1–7 see page 5. Soil suitability data adapted from Mitchell and Jobling (1984) and Pyatt *et al.* (2001).

Species		Soil groups							
Scientific name	Common name	1	2	3	4	5	6	7a	7b
<i>Abies grandis</i>	Grand fir ^a	**	!		!				*
<i>Abies procera</i>	Noble fir ^a	**	!	!	!	!	!	*	*
<i>Acer campestre</i>	Field maple	**	**		**	!	!	**	***
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Sycamore	*	**		!	!	!	!	**
<i>Alnus glutinosa</i>	Alder ^a	**	!		!		!	!	!
<i>Betula pubescens</i>	Downy birch ^a	*	!		!	!	!	!	!
<i>Carpinus betulus</i>	Hornbeam ^a	*	!		!			!	***
<i>Castanea sativa</i>	Sweet chestnut ^a	*	!		**	**	**	!	***
<i>Fagus sylvatica</i>	Beech	**	!		!	!	!	**	***
<i>Fraxinus excelsior</i>	Ash	*	**		**	*	*	!	***
<i>Juglans regia</i>	Walnut ^a	*	!		**		!	**	***
<i>Larix decidua</i>	European larch		!		!	**	**	!	**
<i>Larix kaempferi</i>	Japanese larch ^a	**	!	!		!	!	!	*
<i>Malus sylvestris</i>	Apple ^a		!		!		!	!	*

* Unlikely if soils are calcareous.

*** Conditions not recommended for growth.

** Not ideal and growth may be impeded (will vary from site to site).

* Not ideal for growth but some values published.

! Values are conjectural (all others values are from database).

Probable rooting depth range for mature trees

<0.5 m	<1.5 m	<2.5 m	<4.0 m
<1.0 m	<2.0 m	<3.0 m	

Fonte: Crow P. 2005

continua...

<i>Malus sylvestris</i>	Apple ^a		!		!		!	!	
<i>Picea abies</i>	Norway spruce	*	!		!		!	!	*
<i>Picea sitchensis</i>	Sitka spruce ^a	*							
<i>Pinus contorta</i>	Lodgepole pine ^a		!				!		
<i>Pinus nigra</i> var. <i>maritima</i>	Corsican pine		!				!	!	***
<i>Pinus sylvestris</i>	Scots pine ^a				*	***	***	!	***
<i>Populus alba</i>	White poplar ^a	**	**		!		!	**	**
<i>Populus tremula</i>	Aspen ^a	*	!					!	*
<i>Prunus avium</i>	Wild cherry	**	**		!	!	!	!	*
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Douglas fir ^a	*	**		*	*	*	!	***
<i>Quercus robur</i>	Pedunculate oak ^a	*			!			!	***
<i>Salix alba</i>	White willow ^a	**	!	!	!	!		!	!
<i>Thuja plicata</i>	Western red cedar	*	**	!	!			!	*
<i>Tilia cordata</i>	Small leaved lime	!	!		!	!	!	!	***
<i>Tsuga heterophylla</i>	Western hemlock ^a	*	**		!		!	!	***

^a Unlikely if soils are calcareous.

*** Conditions not recommended for growth.

** Not ideal and growth may be impeded (will vary from site to site).

* Not ideal for growth but some values published.

! Values are conjectural (all others values are from database).

Probable rooting depth range for mature trees

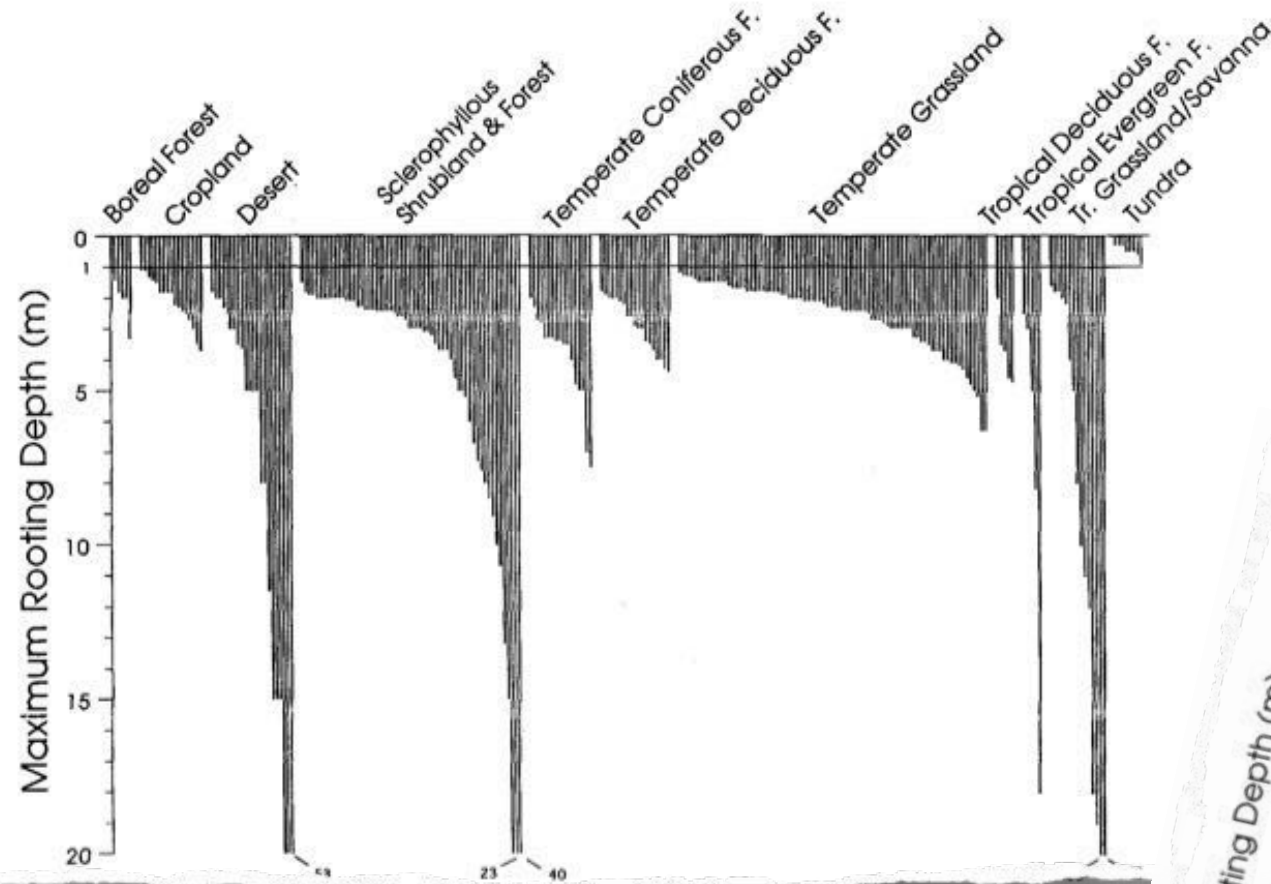
<0.5 m	<1.5 m	<2.5 m	<4.0 m
<1.0 m	<2.0 m	<3.0 m	

Fonte: Crow P. 2005

Profondità massima:

Fonte: Canadell et al.,
Oecologia 1996

<i>Pinus taeda</i>	4.0	arenite weathered/Ultisol	S. Carolina, USA	Biswell and Mader 1996
TEMPERATE DECIDUOUS FOREST				
<i>Acer negundo</i>	4.0	upland clay	Missouri, USA	Biswell 1935
<i>Acer saccharum</i>	3.7	silty loams with hardpan	New York, USA	Dawson 1993
<i>Carya spp.</i>	1.8	sandstone	Ohio, USA	Gaiser 1952
<i>Corylus americana</i>	3.5	loess hills	Nebraska, USA	Weaver 1919
<i>Fraxinus japonica</i>	2.0	fine texture clay	Japan	Karizumi 1979
<i>Juglans nigra</i>	3.0	silt loam	Japan	Karizumi 1979
<i>Latrix decidua</i>	3.4	fine silty sand at depth	New York, USA	White and Wood 1958
<i>Nothofagus pumila</i>	2.0	orange loam/rocks at depth	S-Argentina	Schulze et al. 1996
<i>Platanus orientalis</i>	2.6	medium texture	Japan	Karizumi 1979
<i>Populus nigra</i>	1.9	silt loam	Japan	Karizumi 1979
<i>Populus sargentii</i>	2.6	loam underlain with clay	Missouri, USA	Biswell 1935
<i>Populus tremula</i>	2.0	clay subsoil	Sweden	Persson 1975
<i>Populus tremuloides</i>	2.3	grey clay	Michigan, USA	Day 1944
<i>Populus tremuloides</i>	2.9	sandy loam	Utah, USA	Gifford 1966
<i>Prunus yedoensis</i>	2.1	fine texture clay	Japan	Karizumi 1979
<i>Quercus dentata</i>	4.3	silt loam	Japan	Karizumi 1979
<i>Quercus macrocarpa</i>	4.3	fine-textured loams	Nebraska, USA	Weaver and Kramer 1932
<i>Quercus macrocarpa</i>	4.4	upland clay	Missouri, USA	Biswell 1935
<i>Quercus sp.-Carya sp.</i>	4.0	silt loam on sandstone/shale	Virginia, USA	Kochenderfer 1973
<i>Quercus velutina</i>	3.0	medium texture	Japan	Karizumi 1979
<i>Salix babylonica</i>	2.2	silt loam	Japan	Karizumi 1979
TEMPERATE GRASSLAND				
<i>Agropyron repens</i>	2.4	loose sandy	Nebraska, USA	Weaver 1919
<i>Agropyron smithii</i>	2.7	silt loam	Colorado, USA	Weaver 1958
<i>Agropyron spicatum</i>	1.4	med. textur. Benge series	Washington, USA	Harris 1967
<i>Agropyron spicatum</i>	1.5	silt loam	Washington, USA	Weaver 1919
<i>Amorpha canescens</i>	5.0	loose sandy	Nebraska, USA	Weaver 1919
<i>Andropogon furcatus</i>	1.5	Judson silt loam	Nebraska, USA	Weaver and Darland 1949
<i>Andropogon furcatus</i>	2.8	clay loam	Nebraska, USA	Weaver 1919
<i>Andropogon gerardi</i>	2.1	lilt loam	Iowa, USA	Weaver 1958
<i>Andropogon hallii</i>	1.8	sandy	Nebraska, USA	Tolstead 1942
<i>Andropogon hallii</i>	3.0	sandy	Colorado, USA	Weaver 1958
<i>Andropogon scoparius</i>	1.5	silt loam	Iowa, USA	Weaver 1958
<i>Andropogon scoparius</i>	1.8	loam sandy	Colorado, USA	Weaver 1919
<i>Aragallus lambertii</i>	1.4	loam sandy	Colorado, USA	Weaver 1919
<i>Argemone platyceras</i>	3.7	loam sandy	Colorado, USA	Weaver 1919
<i>Artemisia frigida</i>	1.7	dark brown soil on shales	S-Canada	Coupland and Johnson 1965
<i>Artemisia cana</i>	2.4	dark brown soil on shales	S-Canada	Coupland and Johnson 1965
<i>Atriplex nuttallii</i>	1.8	dark brown soil on shales	S-Canada	Coupland and Johnson 1965
<i>Astragalus crassicaupus</i>	2.0	loam soil on hard joint clay	Nebraska, USA	Weaver 1919
<i>Berberis repens</i>	3.0	silt loam	Washington, USA	Weaver 1919
<i>Biscutella laevigata</i>	2.1	-	Mid Europe	Kutschera 1960



Fonte: Canadell et al.,
Oecologia 1996

Tendenzialmente negli ambienti
più secchi si hanno le massime
profondità radicali

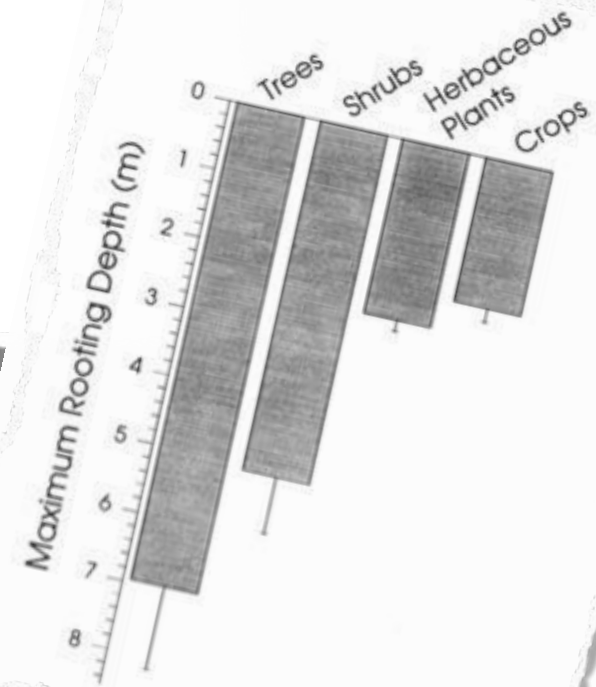
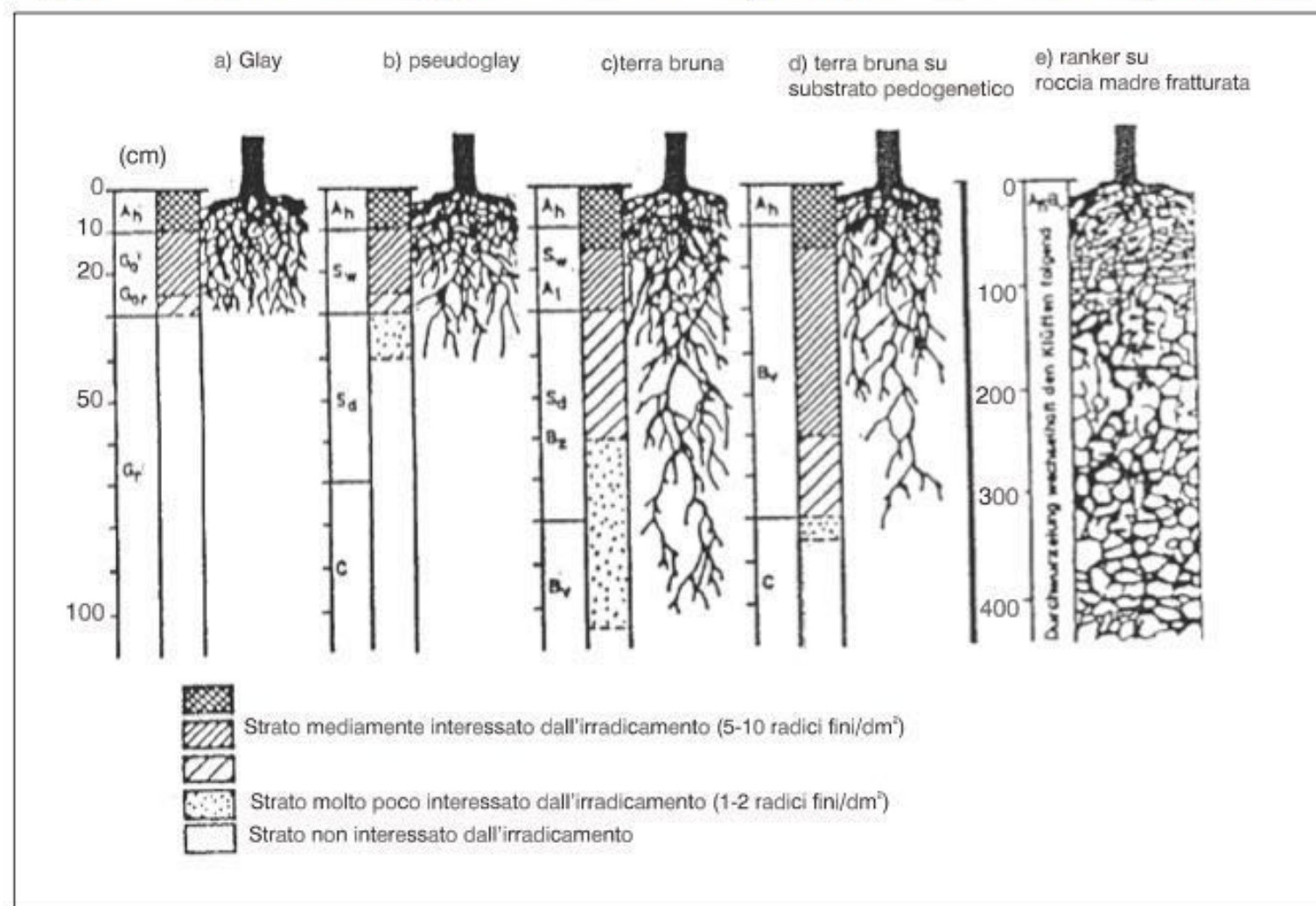


Fig. 8.1 - Schema illustrante l'apparato radicale di una pianta in relazione ai diversi tipi di terreno

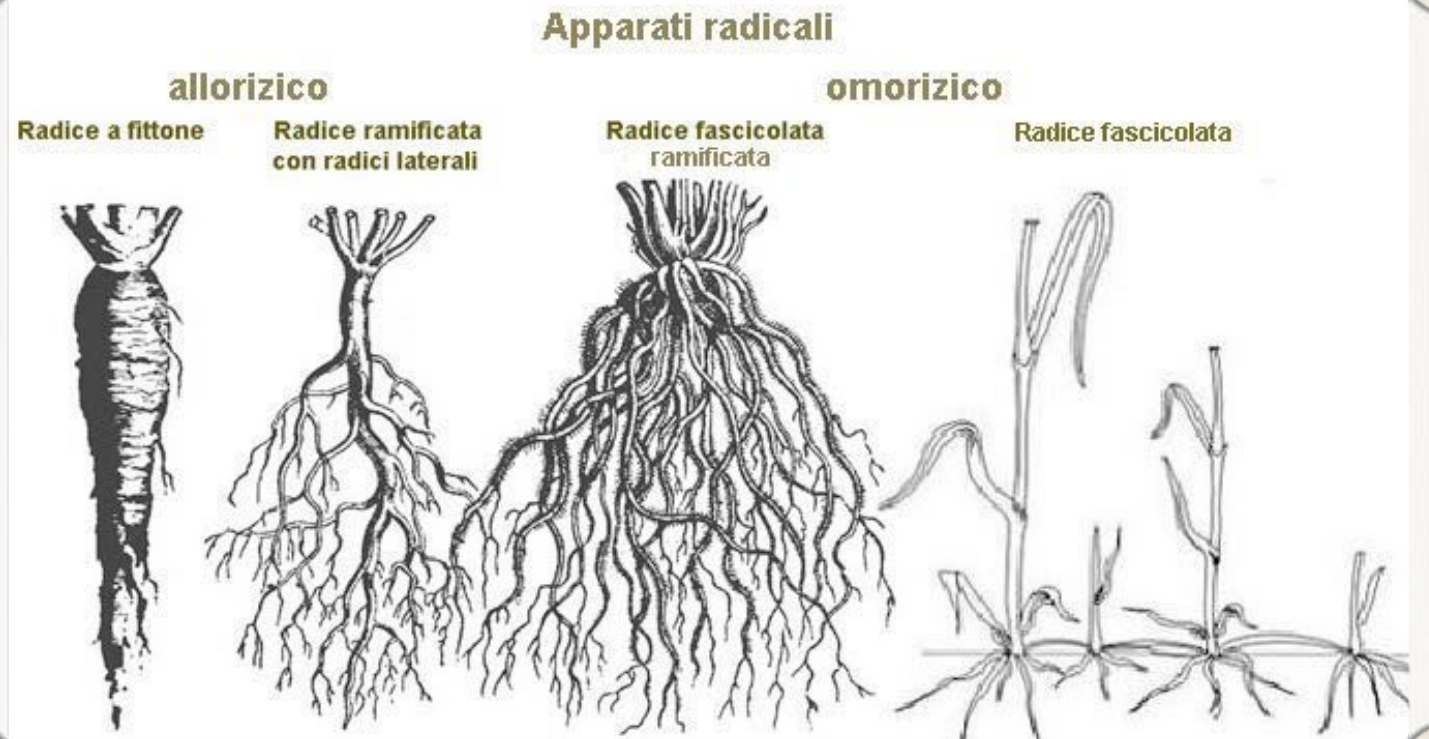
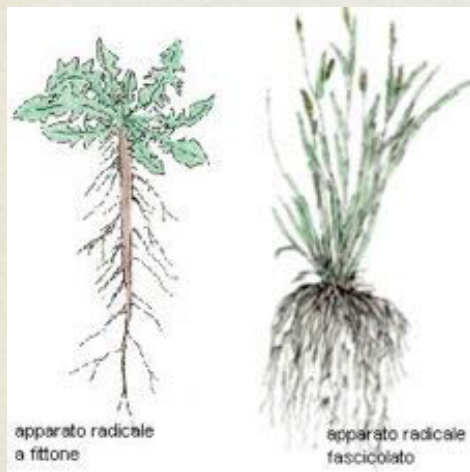


Fonte: Dispense AIPIN del "Corso di specializzazione sulle caratteristiche biotecniche delle piante utilizzabili in Ingegneria Naturalistica", 1995, modificato in Palmeri, 2001.

TIPI DI APPARATO RADICALE

- A fittone
- Fascicolato

Fonte: Wikipedia





Rumex crispus



Poa annua

IL FUSTO

E' la parte assile della pianta che serve a:

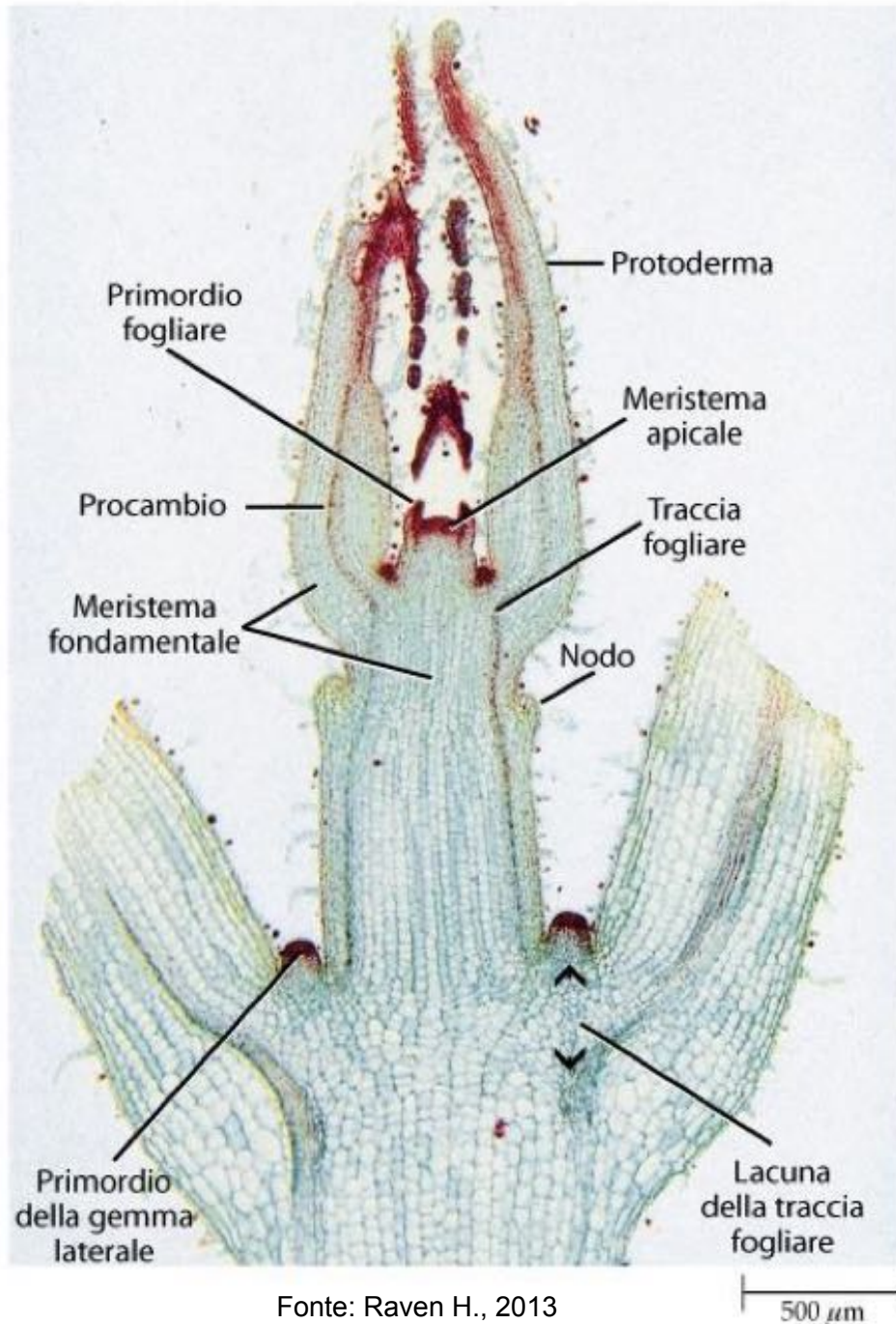
- stabilire il collegamento tra apparato radicale e foglie
- sostiene foglie, fiori e frutti
- organo di riserva
- partecipa alla fotosintesi
- organo perennante



Apice del germoglio

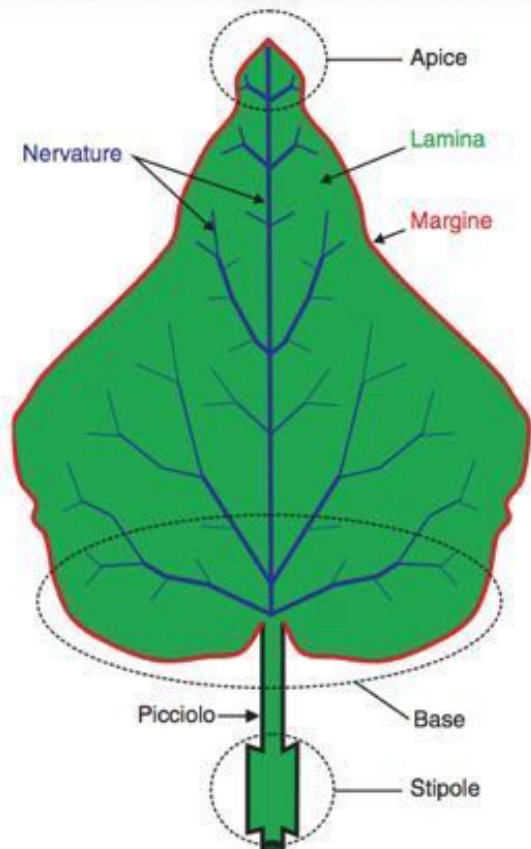
Gli alberi continuano
a crescere durante
tutta la loro vita

Quando muore un
albero?



LA FOGLIA

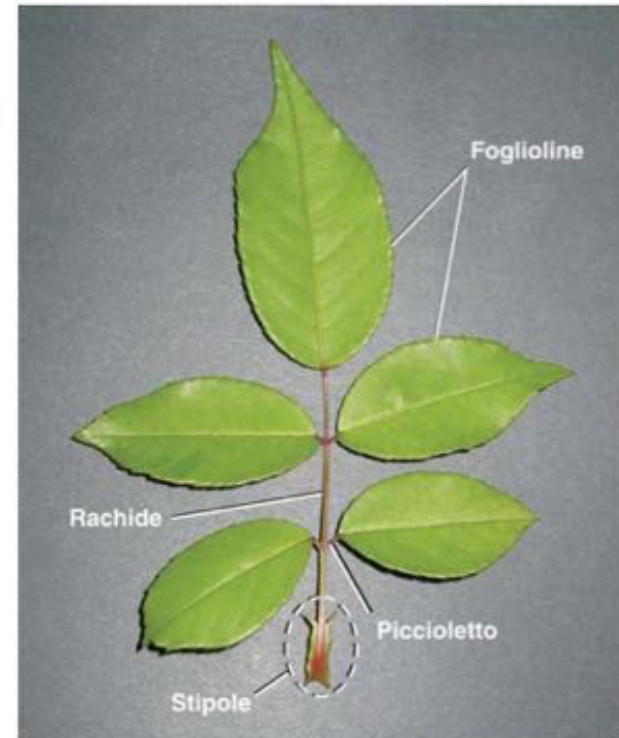
E' un organo delle piante specializzato per la fotosintesi



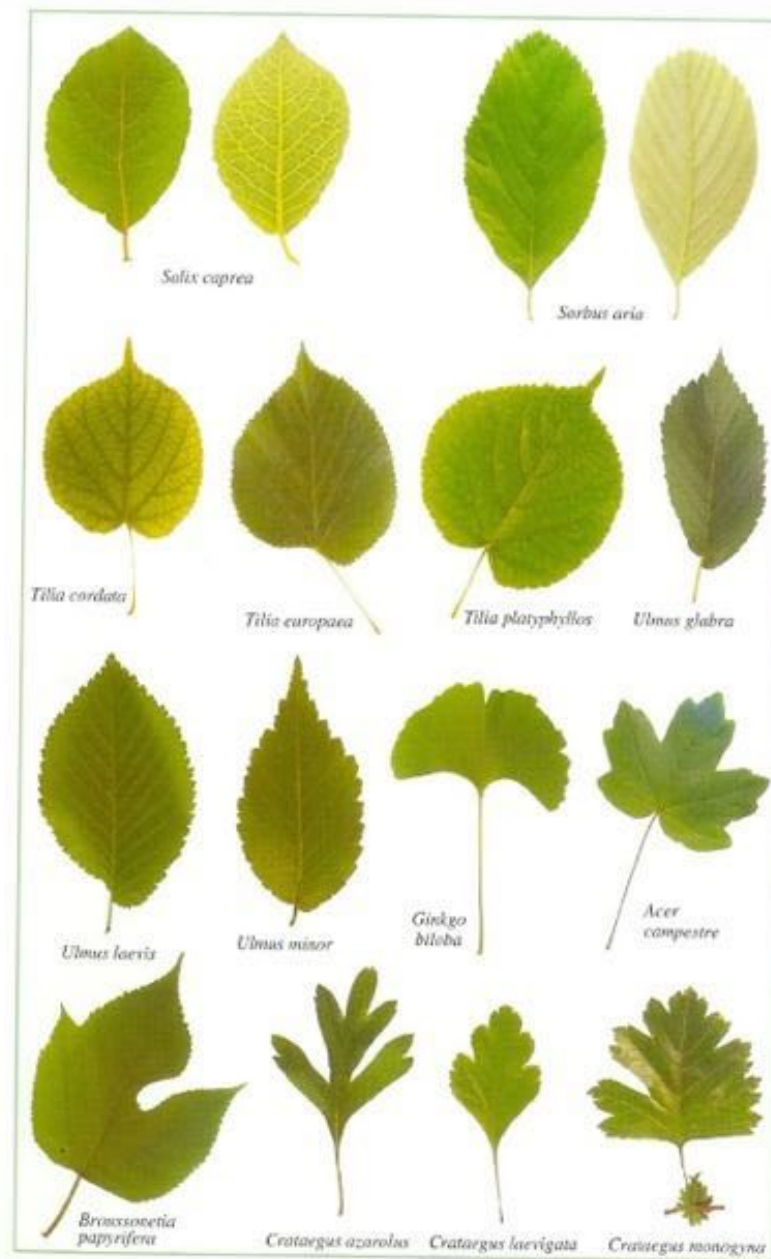
semplice

composta

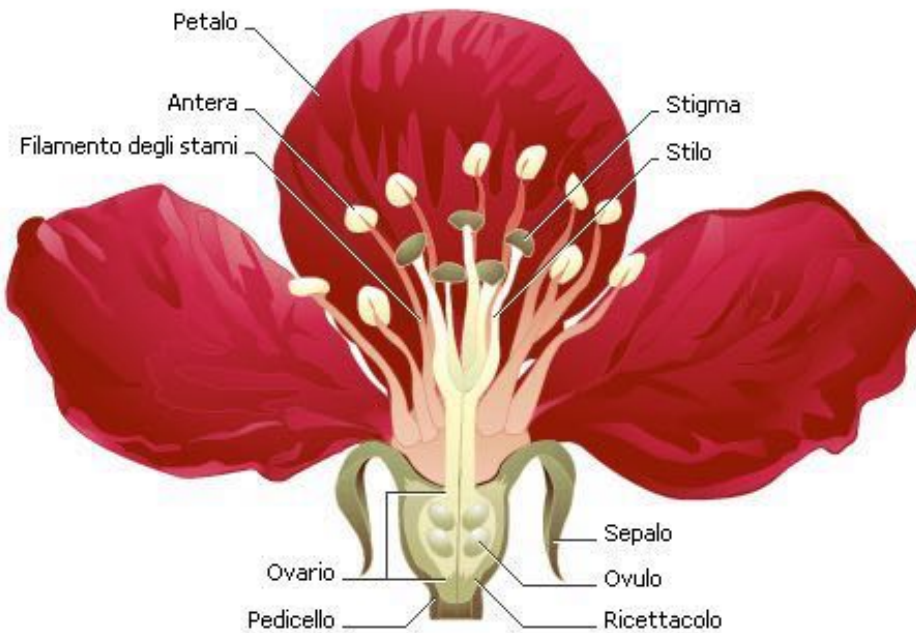
Fonte: E. Scassellati



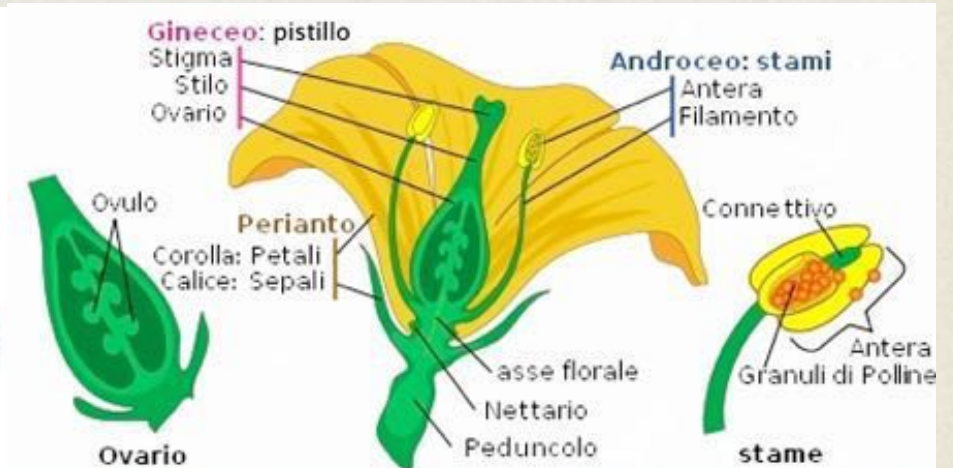
Fonte: G. Abbate



IL FIORE



Fonte: www.irrigazioneagricoltura.it



Fonte: www.albanesi.it

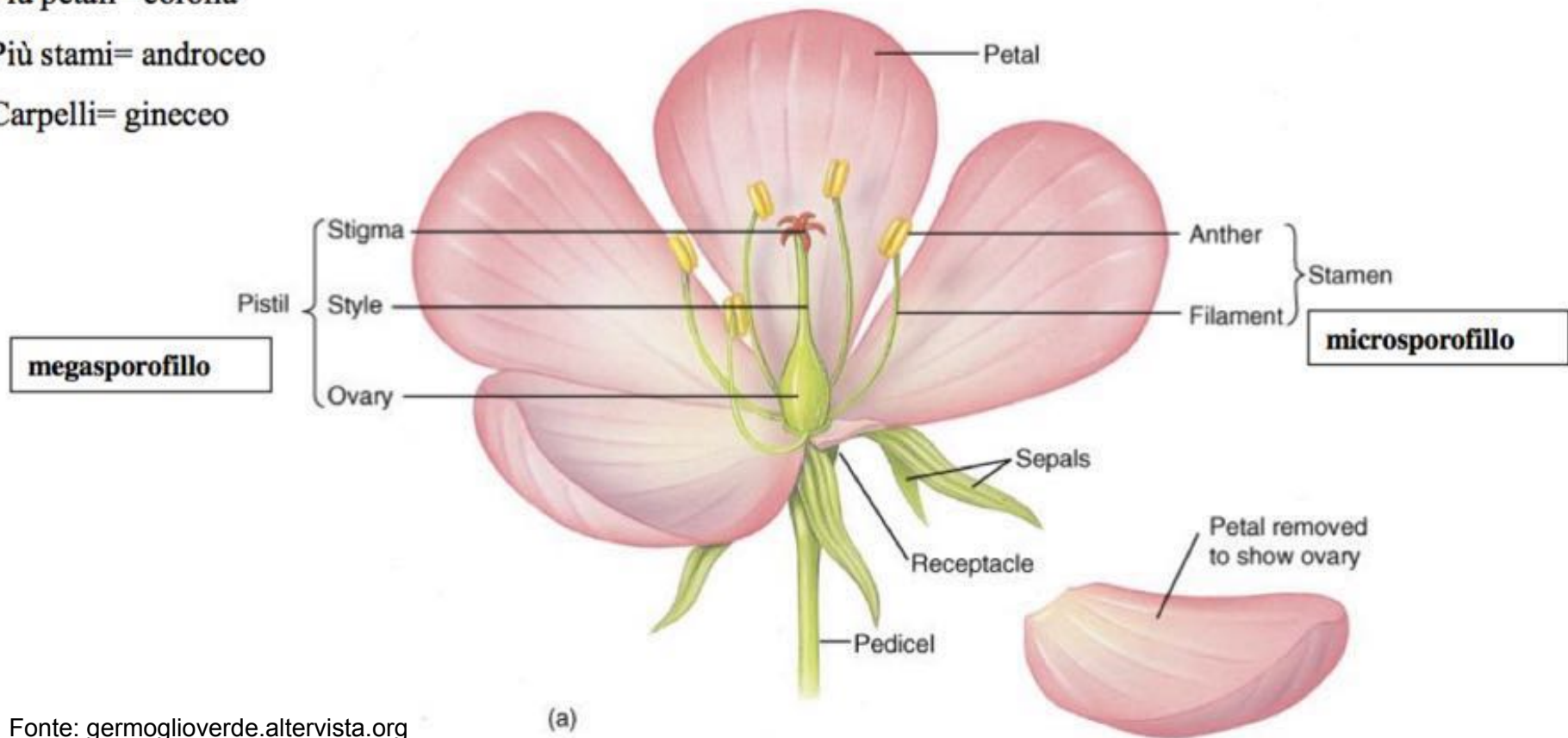
Presenta appendici sterili (sepali e petali) e appendici fertili (stami e carpelli) che sono **foglie modificate** riunite in **verticilli** concentrici che si innestano su un ricettacolo retto da un peduncolo

Più sepali= calice

Più petali= corolla

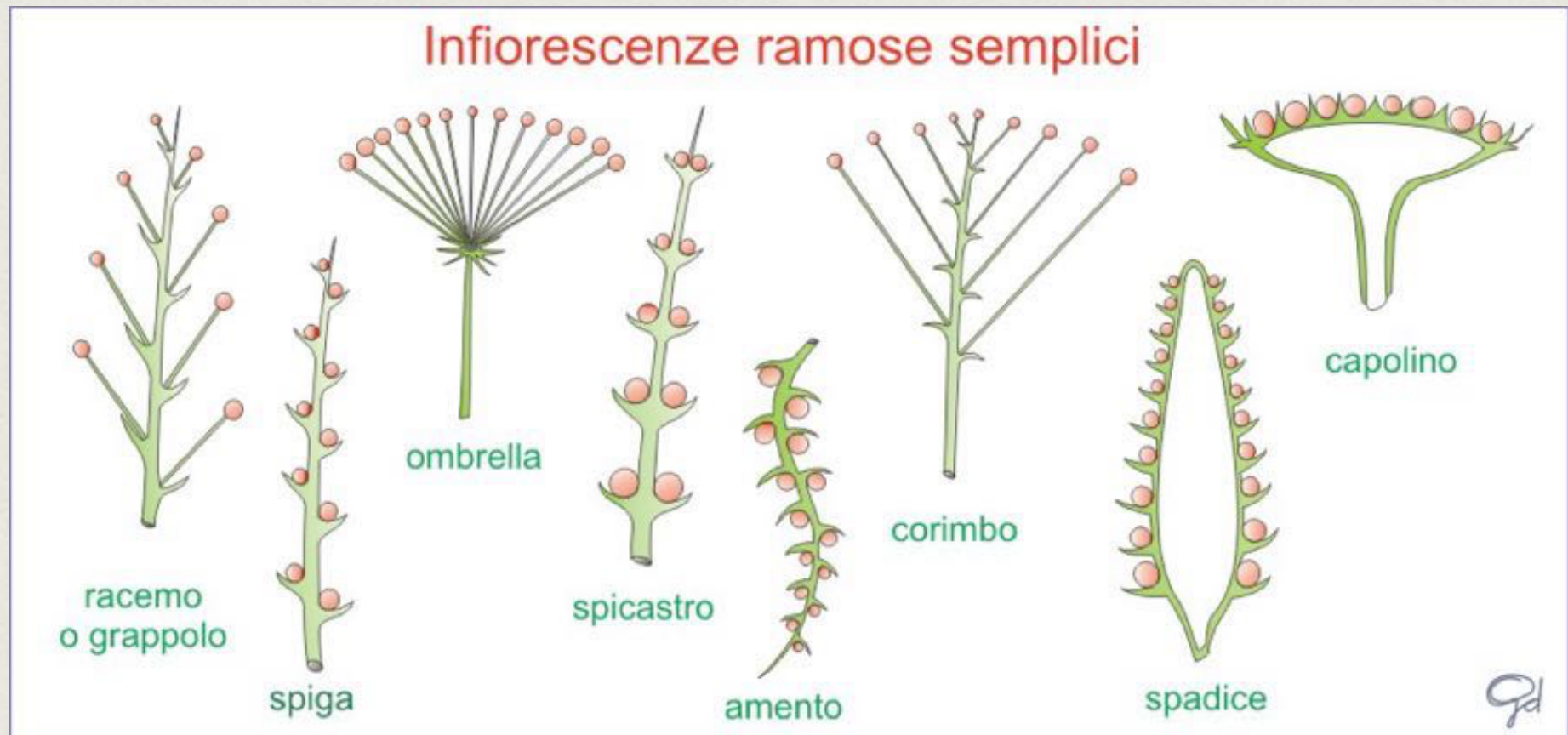
Più stami= androceo

Carpelli= gineceo



INFIORESCENZE

I singoli fiori possono associarsi a formare infiorescenze



RIPRODUZIONE ASESSUATA



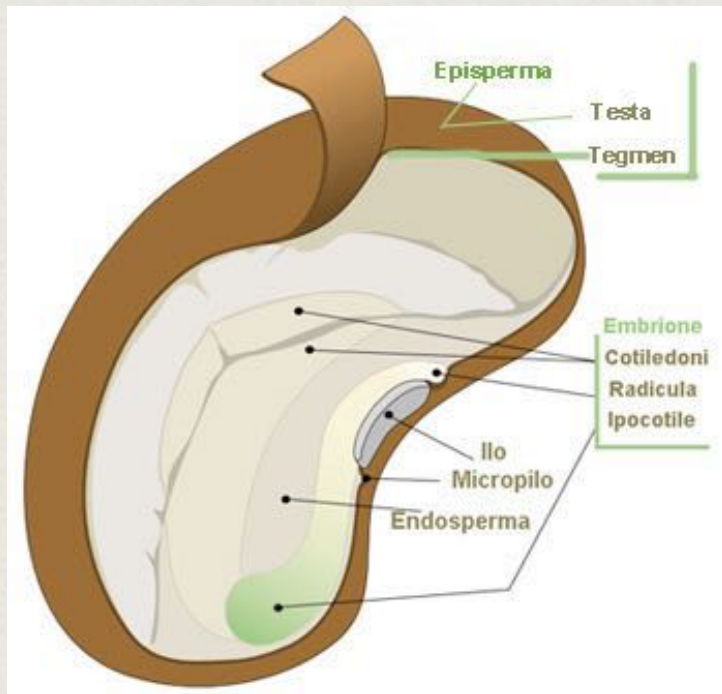
Poa alpina



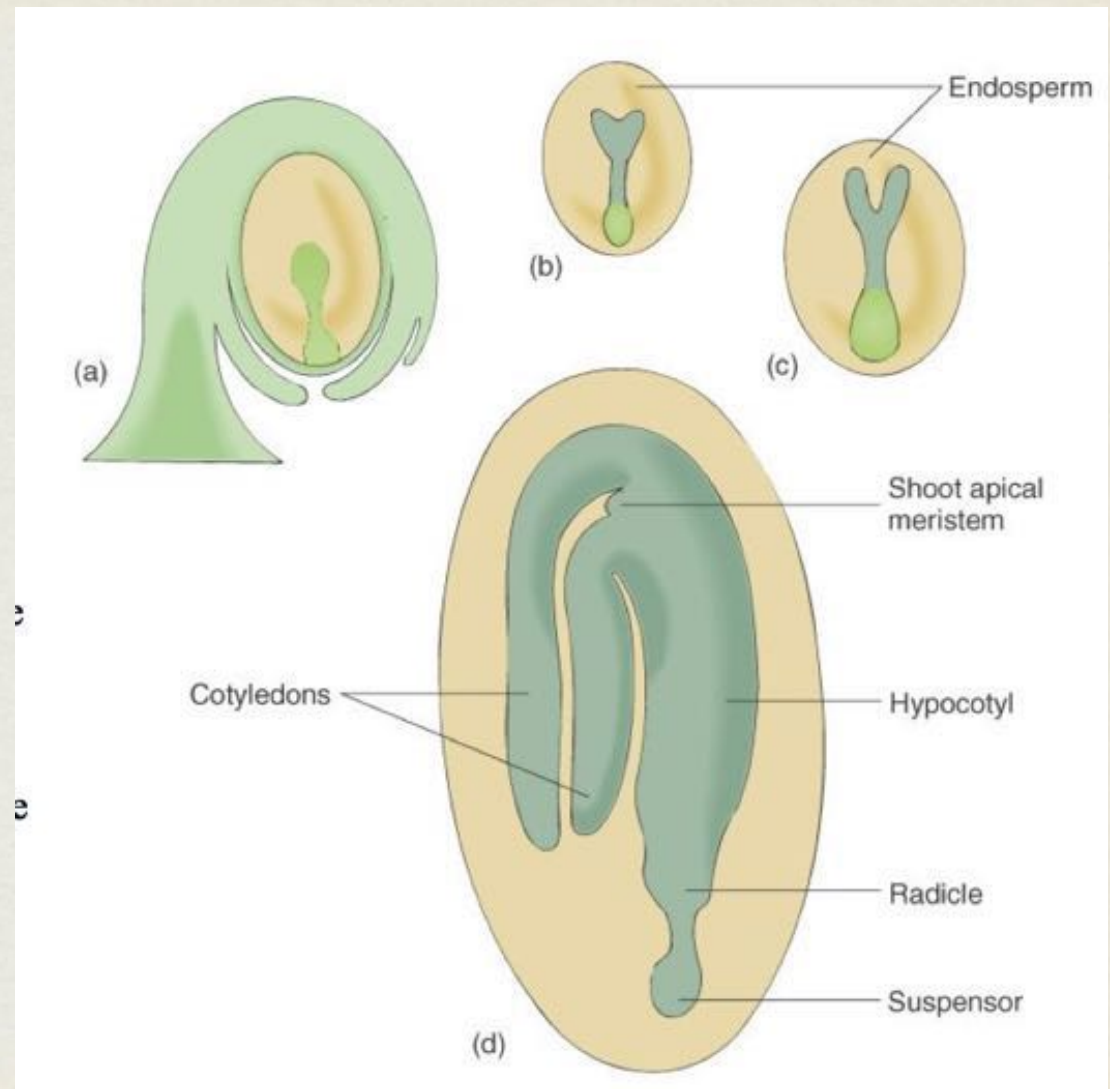
Polygonum viviparum



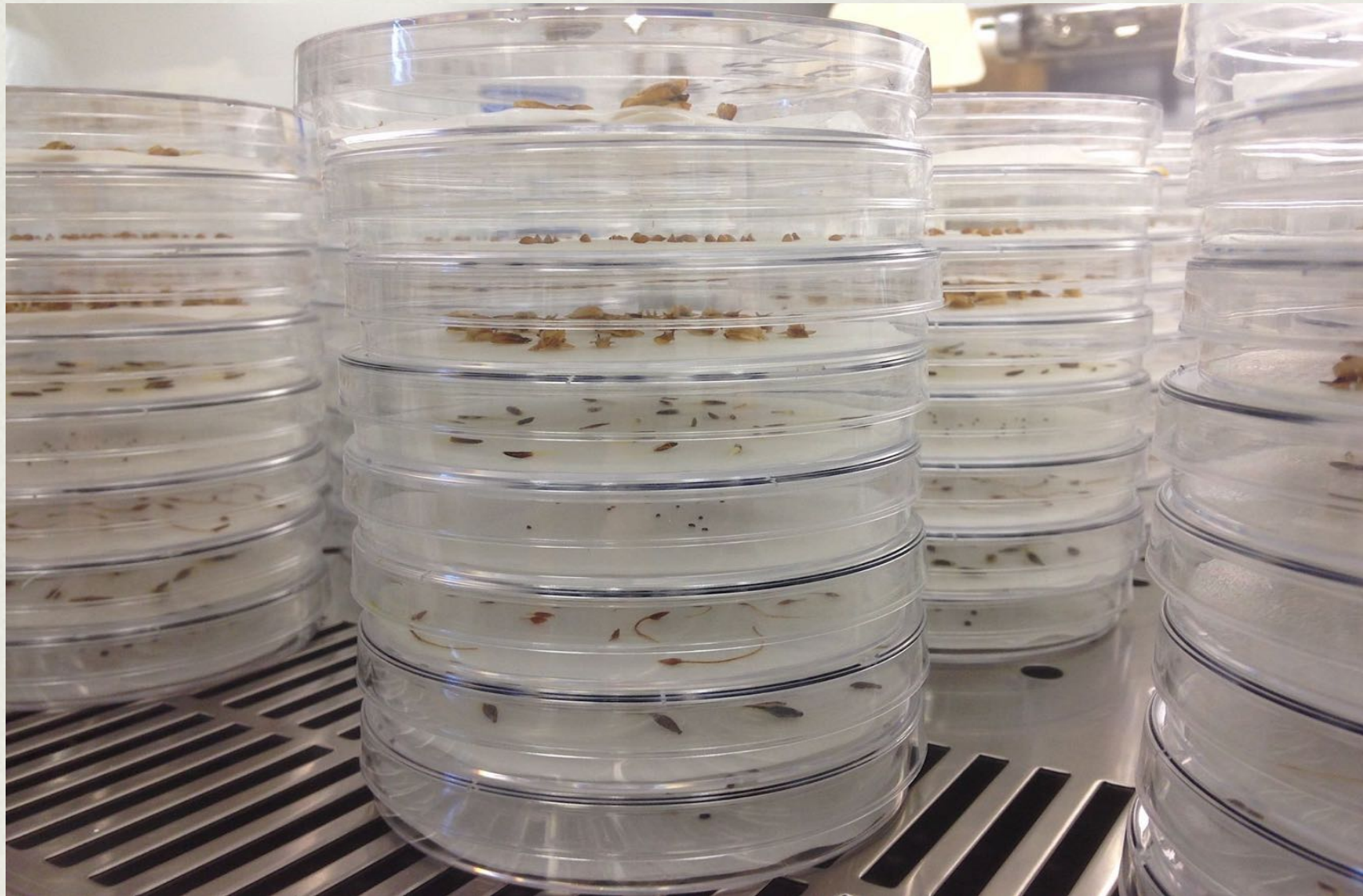
IL SEME



Fonte: <http://www.scienze-naturali.com/il-seme-struttura>



Germinazione di specie erbacee pioniere

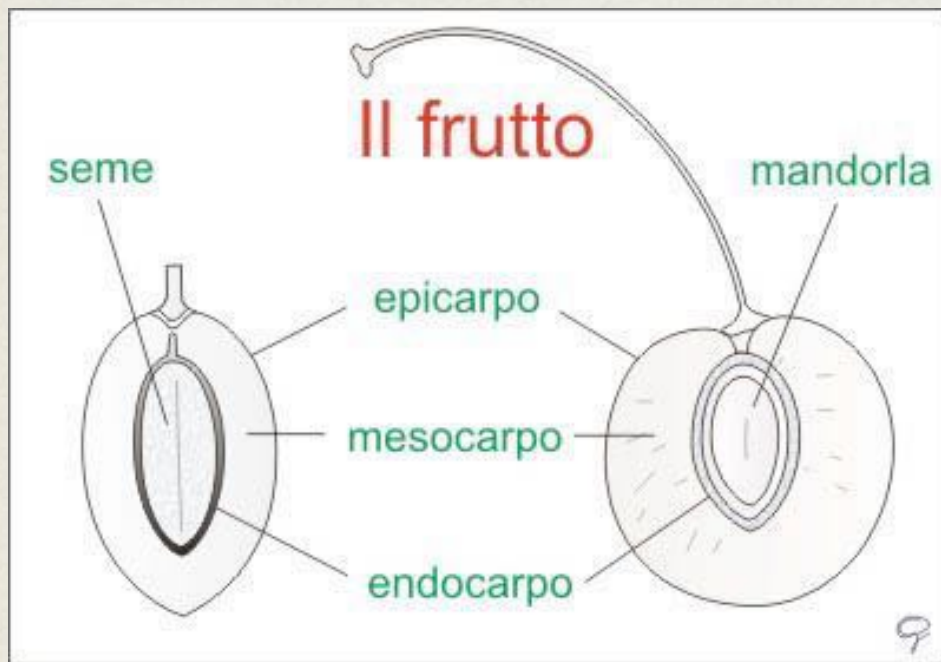


Germinazione di specie erbacee pioniere



IL FRUTTO

Deriva dall'ingrossamento dell'ovario dopo la fecondazione



Fonte: www.actaplantarum.org



Principali tipi di frutti secchi deiscenti



capsula
a deiscenza
poricida (papavero)



capsula a deiscenza
trasversale
(giusquiamo)



capsula a deiscenza
valvare (viola)



follicolo
(colchico)



siliqua
(cavolo)



legume
(fagiolo)

Indeiscenti



achenio (tarassaco)



samara (frassino, acero)

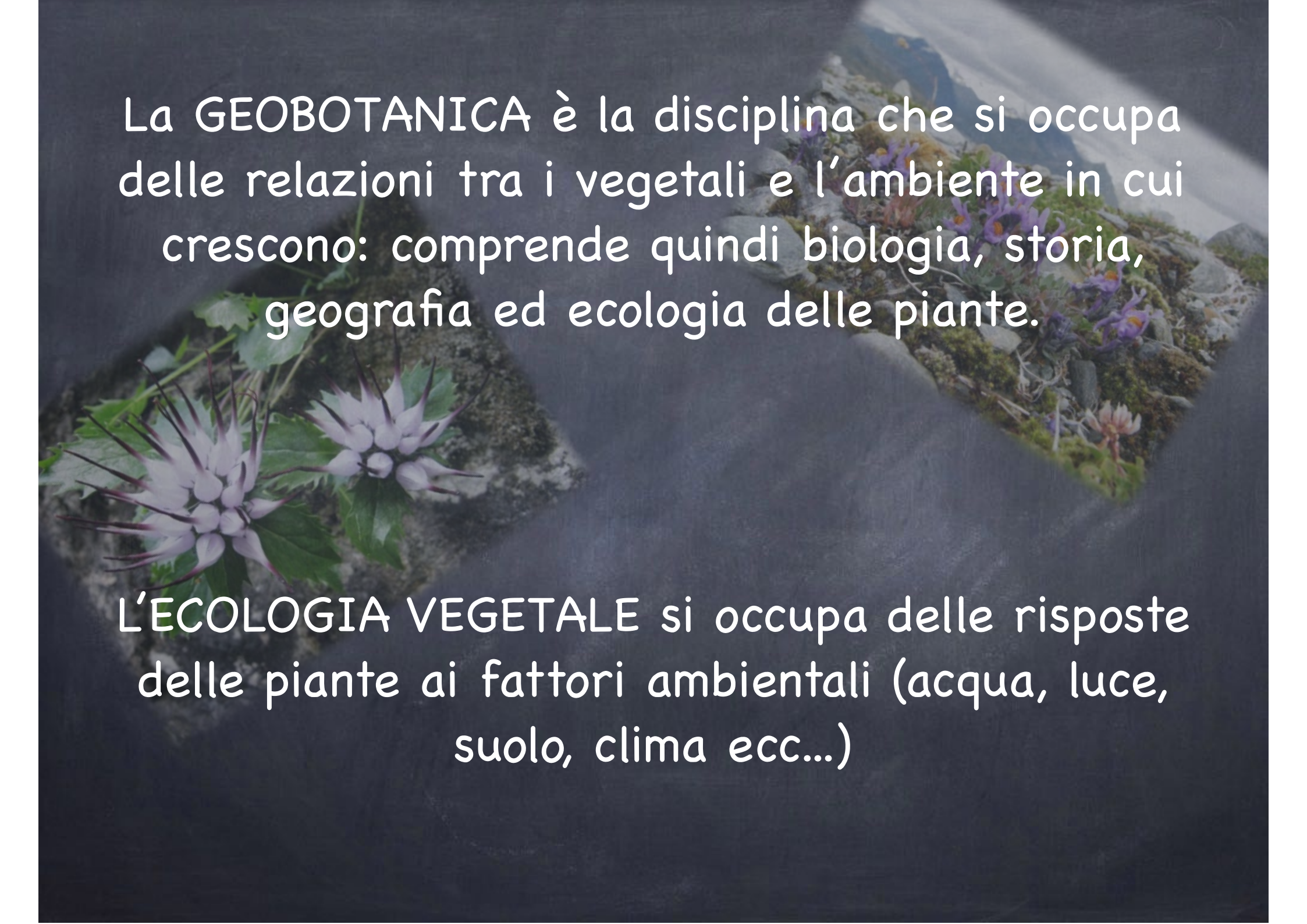


nucula o noce (nocciolo)



cariosside (mais)





La GEOBOTANICA è la disciplina che si occupa delle relazioni tra i vegetali e l'ambiente in cui crescono: comprende quindi biologia, storia, geografia ed ecologia delle piante.

L'ECOLOGIA VEGETALE si occupa delle risposte delle piante ai fattori ambientali (acqua, luce, suolo, clima ecc...)

Flora e Vegetazione

La FLORA di un territorio costituisce l'elenco completo delle specie vegetali presenti sul territorio stesso.

La VEGETAZIONE è "Un sistema composto da piante disposte nell'ordine che esse spontaneamente assumono mediante un processo di auto-regolazione, in dipendenza dei fattori ambientali" (Pignatti, 1998)

Fattori storici
(glaciazioni, deriva
continenti ecc.)

Patrimonio biologico
(Flora)

Fattori biologici
(evoluzione)

Fattori ambientali
(acqua, luce ecc.)

**Vegetazione
potenziale**

Disturbo antropico

Vegetazione reale



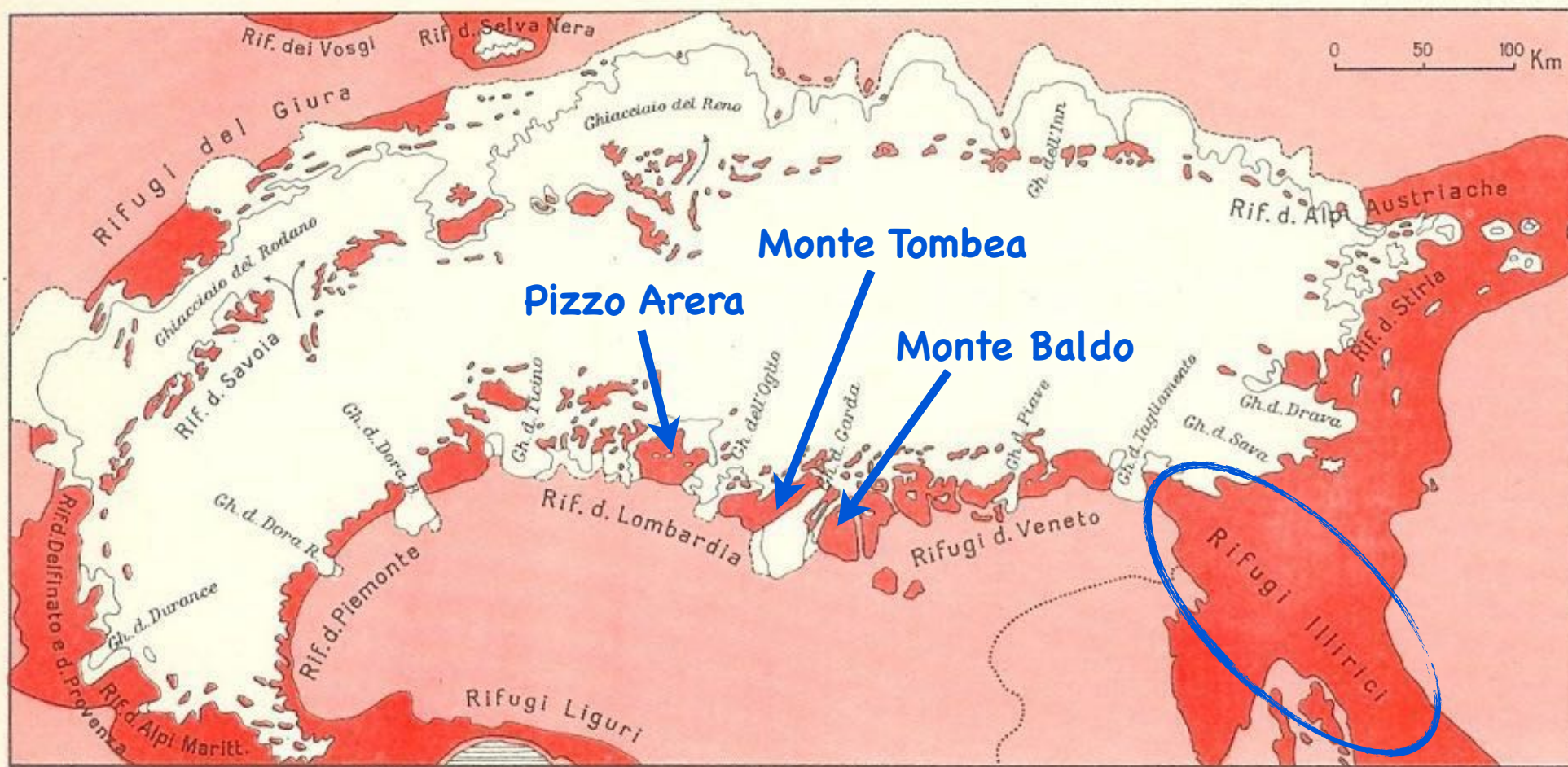


Ghiacciaio del Rutor (Valle d'Aosata, 2010)

Le aree di rifugio nelle Alpi

IL QUATERNARIO

259



192. AREE DI RIFUGIO DELLE SPECIE VEGETALI (in colore pieno) nella zona alpina, durante l'espansione glaciale maggiore (linea tratteggiata) e l'ultima espansione (linea continua). Da Penck, Heim e Klebelsberg.

Fonte: Giacomini & Fenaroli, 1958

Fattori storici
(glaciazioni, deriva
continenti ecc.)

Patrimonio biologico
(Flora)

Fattori biologici
(evoluzione)

Fattori ambientali
(acqua, luce ecc.)

**Vegetazione
potenziale**

Disturbo antropico

Vegetazione reale



VEGETAZIONE POTENZIALE

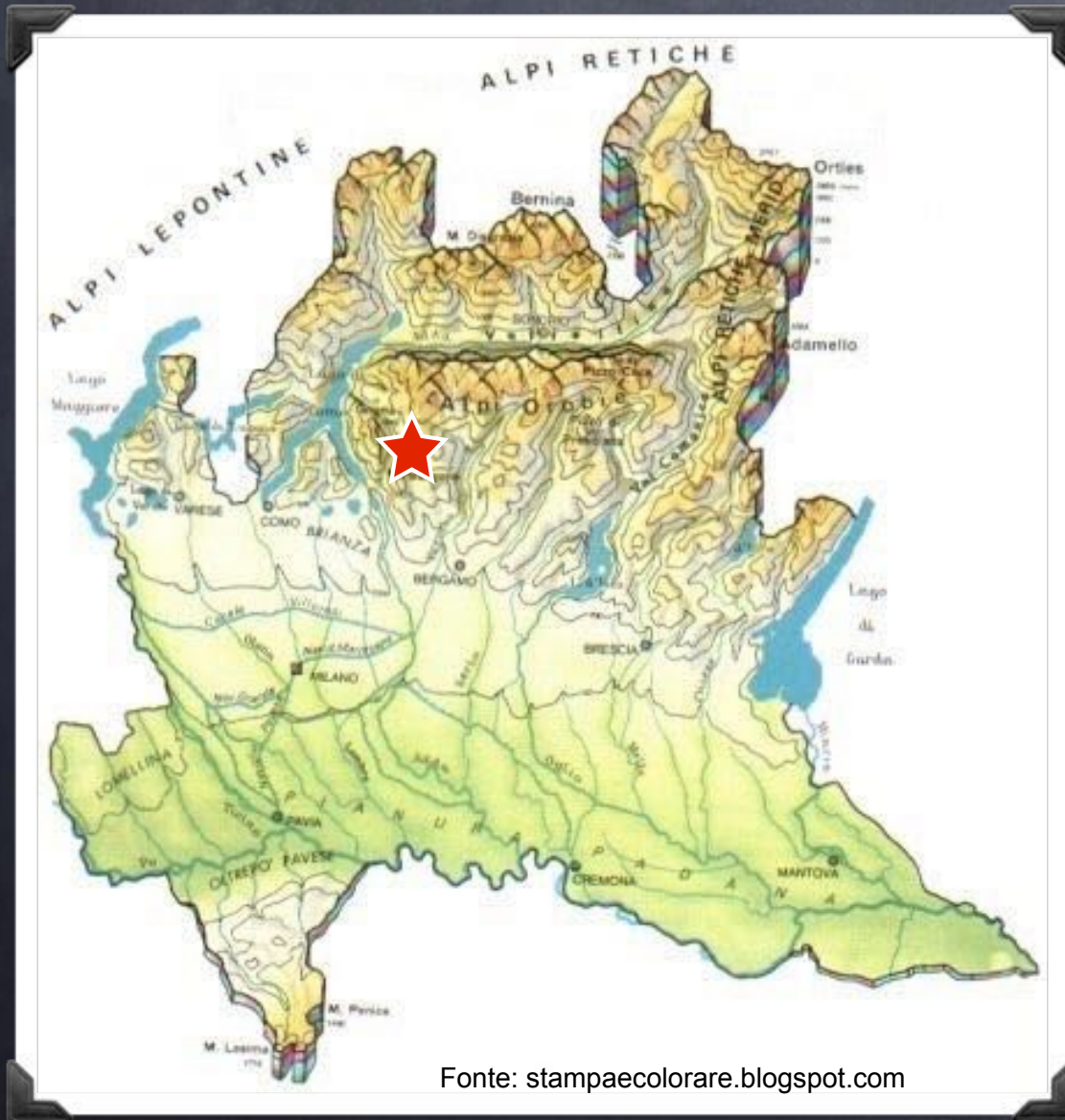
Vegetazione che può svilupparsi a partire da certe condizioni ambientali, qualora cessasse l'intervento umano ed il clima non subisse profonde modificazioni

La VEGETAZIONE REALE

Vegetazione osservabile in un determinato luogo in un preciso momento

Esempio...

Quale sarà la flora, la vegetazione potenziale e la vegetazione reale di un determinato luogo?



Fonte: stampaecolorare.blogspot.com

- Vedeseta
- Quota 1000m
- Prealpi Orobiche (BG)
- Clima suboceánico

Flora di Vedeseta

Elenco delle specie vegetali presenti sul territorio

Elenco floristico

- *Acer pseupoplatanus*
- *Fagus sylvatica*
- *Primula glaucescens*
- *Trisetum flavescens*
- *Carex austroalpina*
- *Festuca rubra*
- *Picea excelsa*
- *Nardus stricta*
- *Tilia cordata*
- *Rosa canina*
- *Rubus idaeus*
- ecc...

Vegetazione potenziale di Vedeseta

Faggeta



Vegetazione reale di Vedeseta

Triseteto



La distribuzione dei vegetali è la risultante di una storia e un'ecologia



Vegetazione
potenziale



Vegetazione
reale

L'individuo

Alcune piante sono organismi unitari (la maggior parte degli alberi) ed è quindi relativamente facile riconoscere l'individuo.

La maggior parte delle piante, però, sono individui modulari costituiti da più unità geneticamente indistinguibili

Da qui l'esigenza di definire:

- l'individuo genetico (genet) che inizia la vita come zigote
- il modulo (ramet) che inizia la vita come proliferazione cellulare



L'individuo

In genere il termine "individuo" si applica ad una unità funzionale e radicante qualunque sia la sua origine



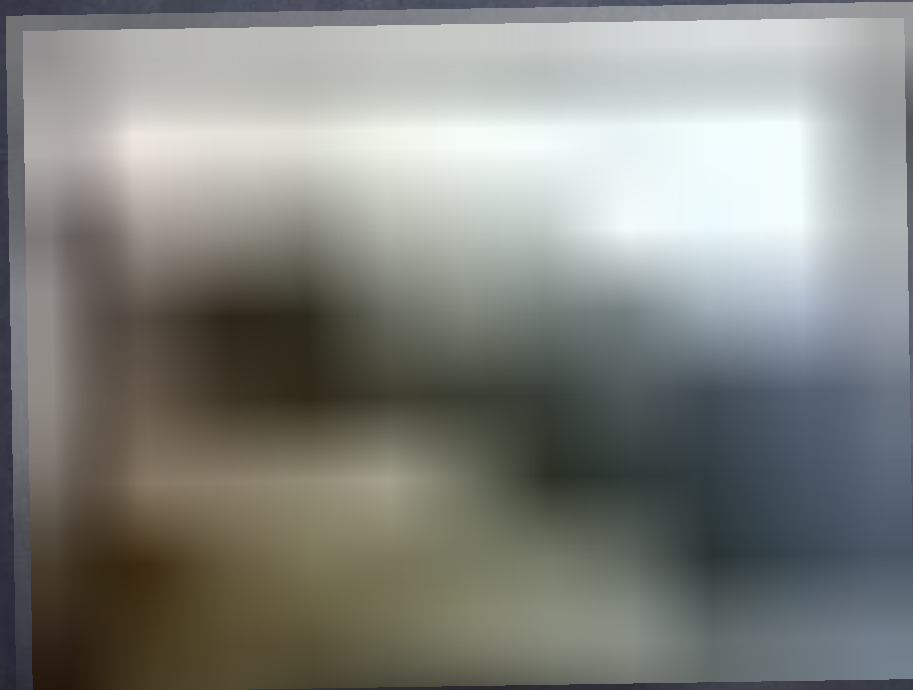
...ma allora quanto è
grande un individuo?
Quando si può parlare di
morte dell'individuo?

...

Pulsatilla vernalis

La popolazione

Gruppo di organismi della stessa specie che interagiscono fra loro in un determinato spazio e in un determinato momento di tempo (Krebs, 2001)



I problemi riscontrati nella definizione di individuo si ripercuotono inevitabilmente a livello di popolazione!!!

La Comunità

E' un insieme vegetale
che occupa una
determinata superficie,
che possiede
composizione specifica
omogenea e ripetibile e
che mantiene relazioni
reciproche con la
zoocenosi e l'ambiente
(Scamoni, 1995)



La Comunità

Lo studio delle comunità vegetali è particolarmente facilitato (rispetto a quello delle comunità animali) e sviluppato, in quanto la comunità è stabile e sono ben osservabili le sue componenti



Festuca rubra



Rosa canina



Prunus spinosa



Cirsium erisithales



Plantago lanceolata



Clematis vitalba



Pimpinella major



Dactylis glomerata



somma delle parti

+

proprietà emergenti

... "quasi organismo" ...

Cos'è il suolo?

Il suolo è il mezzo di crescita delle piante
(Lion & Buckman, 1922)

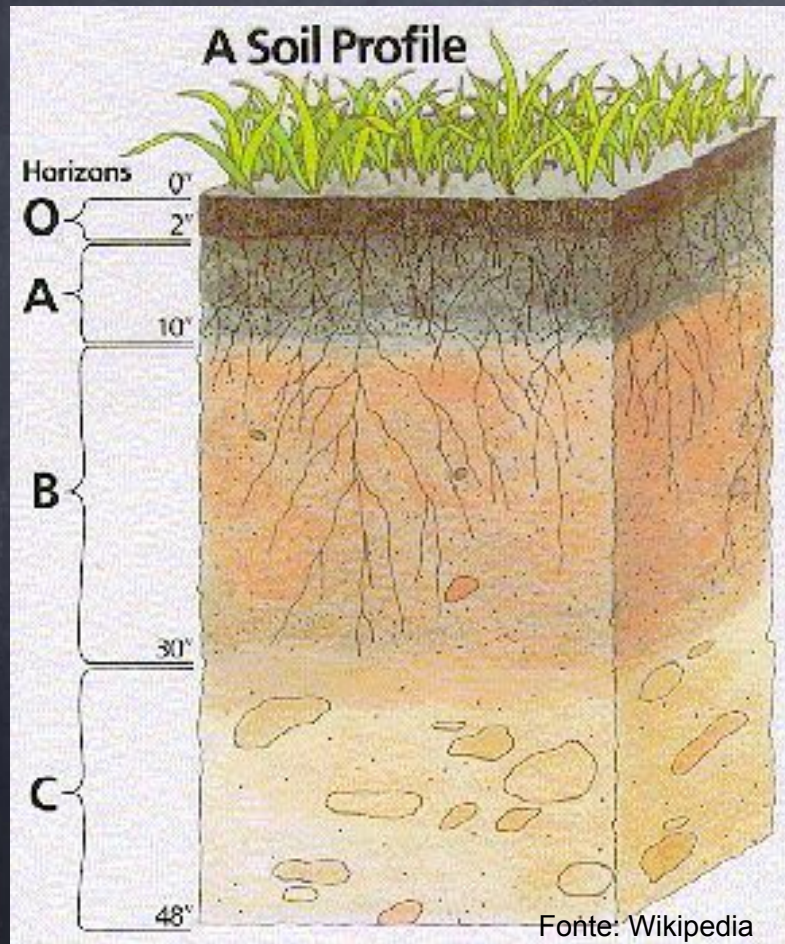
Il suolo è un sistema in movimento spontaneo verso uno stato
di equilibrio (Chesworth, 1973)

Il suolo è reattore, memoria e regolatore delle interazioni
della biosfera (Targulian & Sokolova, 1996)

Il suolo è una componente della biosfera con funzioni
ecologiche responsabili di biodiversità e produttività
(Dobrovolskii et al., 2001)

...esistono innumerevoli definizioni...

La formazione del suolo secondo svariati processi in funzione del clima, morfologia e contesto vegetazionale



L'alterazione fisica, chimica e organica, migrazione di certi composti, asportazione o accumulo di altri, portano all'organizzazione del suolo in livelli orizzontali ben distinguibili definiti
orizzonti

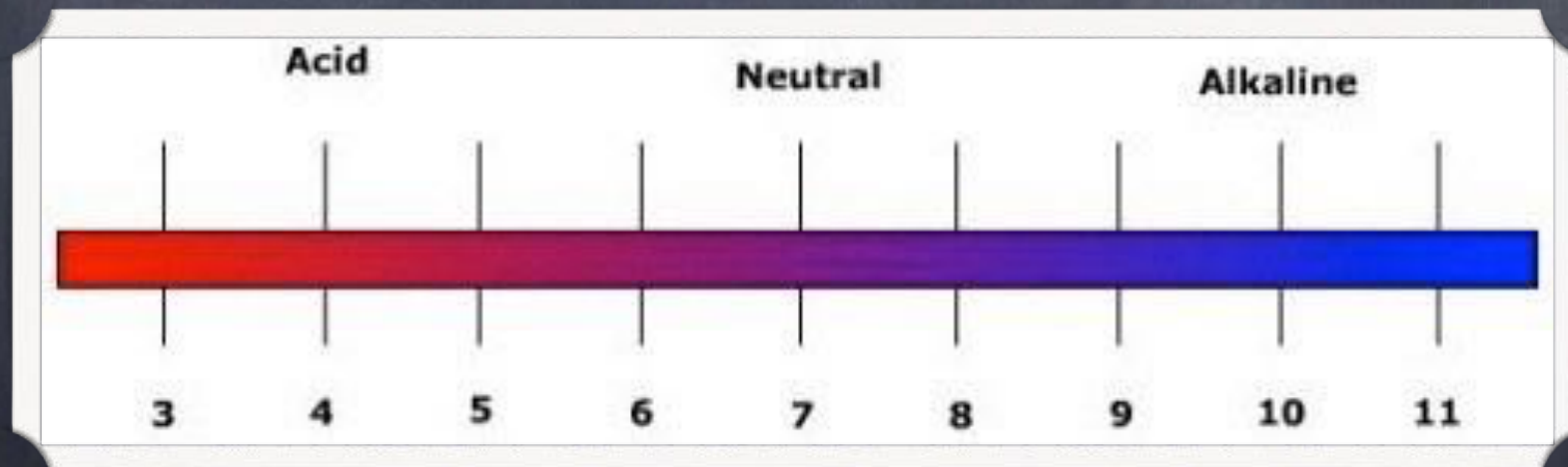
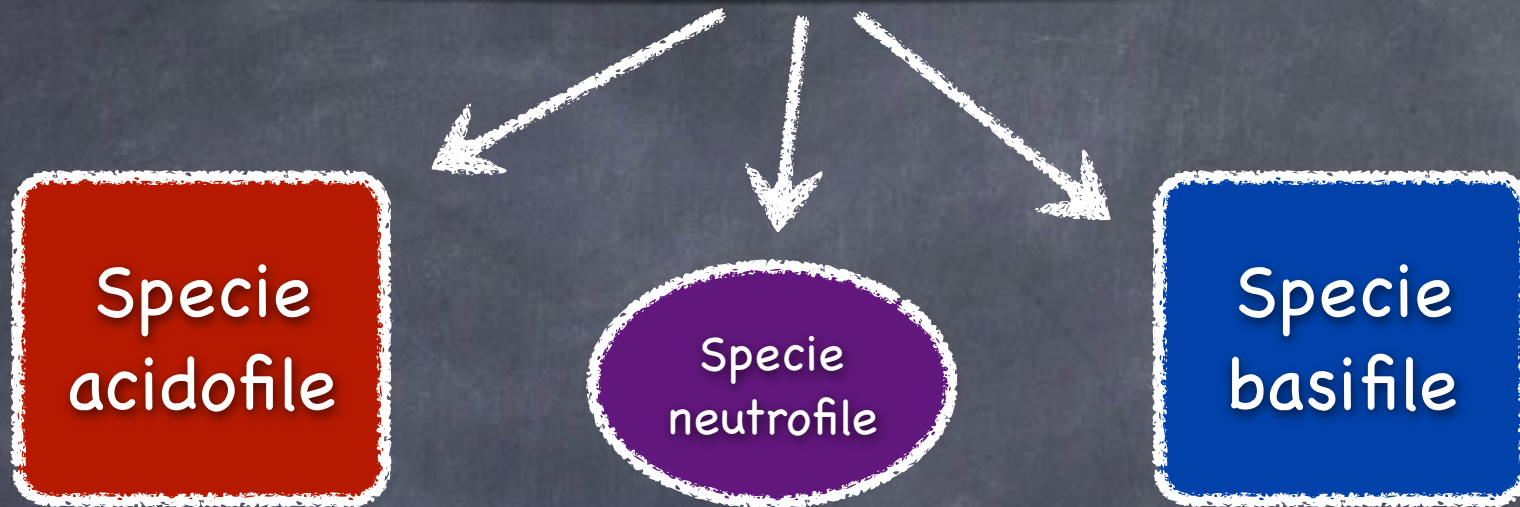
L'evoluzione del suolo partendo da diversi substrati dovrebbe convergere verso lo stesso risultato che dipende solo dal clima!

... quindi, a lungo andare, anche la vegetazione che vi si instaura dipenderà solo dal clima ...

Il Climax è la vegetazione che si stabilisce in un dato luogo a certe condizioni climatiche in un certo periodo di tempo

...ma l'evoluzione del suolo può non avanzare per vari motivi...

Dal punto di vista del pH si distinguono



Il pH del suolo è una proprietà fondamentale in grado di influenzare molti processi fisici, chimici e biologici

I vari fattori ambientali determinano la presenza delle specie vegetali per via delle loro intrinseche preferenze ecologiche

... proviamo a ribaltare la prospettiva ...

E' possibile dedurre le condizioni ambientali per via indiretta, ovvero sulla base delle specie vegetali presenti?

Certo che si!

In questo modo si evitano complesse e dispendiose
analisi dirette dei singoli fattori
(è il principio della bioindicazione)

... ricordiamo che il tutto è più della somma delle parti
(proprietà emergenti)

Questo approccio indiretto richiede la
formalizzazione delle esigenze ecologiche delle
specie (analisi di laboratorio)

Speie indicatrici

Sono specie la cui presenza è considerata legata ad un particolare fattore ecologico

Attenzione ai fattori storici che possono spiegare la presenza o l'assenza di una specie e le complesse interazioni all'interno delle comunità

Gli indici ecologici

Ad ogni specie vegetale si può assegnare un valore (indice) per ciascun fattore ecologico, quindi sintetizzare le sue esigenze

Attenzione alle specie **euriecie** e **stenoecie**

Le specie euriecie hanno ampi intervalli di tolleranza ai fattori ecologici, gli indici saranno quindi indicativi

Le specie stenoecie hanno stretti intervalli di tolleranza ai fattori ecologici, saranno quindi buone indicatrici

Gli indici di Landolt

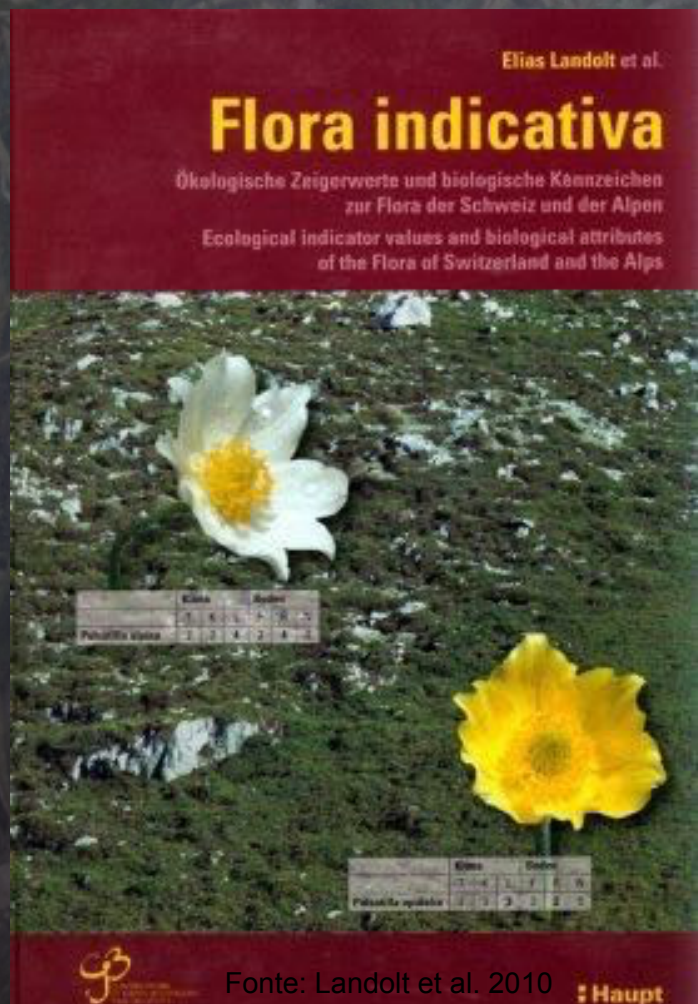
La biondicazione secondo Landolt (1977) consiste in un insieme di valori assegnati a ciascuna specie vegetale che ne qualificano il carattere di indicatore ambientale

Landolt usa 10 indici con una scala che va da 1 a 5

Tali indici sono molto usati per gli studi ecologici della flora alpina in quanto sono stati elaborati studiando la flora svizzera

Gli indici di Landolt

Sono stati aggiornati da Landolt et al. nel 2010



Flora indicativa 1.0 - Vascular plants

File Tables Queries B Tools Help



Nr	Taxa	Internet	Klima							Boden											Strategien				
SEN	Taxon	ZDSF	T	Tv	K	Kv	L	Lv	F	Fv	W	R	Rv	N	Nv	S	M	H	Hv	D	Dv	LF	BD		
35	> Achillea roseoalba	ZDSF	4.5	I	3	I	4	I	2	I	1	3	I	2	II					3	I	3	I	h	t
36	> Achillea setacea	ZDSF	4	I	5	I	5	I	1	I	1	4											h	t	
37	> Achillea stricta	ZDSF	2	I	3	I	4	I	3	I	1	3											h	t	
38	> Achillea styriaca		3	I	3	I	4	I	3	I	1	3											h	t	
39	> Achillea sudetica		2.5	I	4	I	4	I	3	I	1	3											h	t	
40	Achillea nana	ZDSF	1	I	3	I	5	I	3	I	1	3											h	s	
41	Achillea nobilis aggr.		x	-	4	II	4	I	1.5	II	1	4											h	s	
42	> Achillea ligustica		5	II	3	I	4	I	1.5	II	2	3											h	s	
43	> Achillea neireichii		4.5	I	4	I	4	I	1.5	I	1	4											h	s	
44	> Achillea nobilis	ZDSF	4.5	I	5	I	4	I	2	I	1	4											h	s	
45	> Achillea odorata		3.5	I	4	I	4	I	1.5	I	1	4											h	s	
46	> Achillea virescens		3.5	I	5	I	4	I	2	I	1	4											h	s	
47	Achillea oxyloba	ZDSF	1.5	I	3	I	5	I	3	I	1	5	2	I					1	I	5	I	h	s	
48	Achillea ptarmica	ZDSF	4	I	2	I	4	I	4	I	3	2	1	3	I				5	II	1	1	h	s	
49	Achillea tomentosa	ZDSF	4	I	5	I	4	I	1	I	1	2	1	2	I				1	II	3	I	h	s	
50	Achnatherum calamagrostis	ZDSF	3	II	4	I	4	I	1.5	I	2	5	I	2	I				1	I	3	II	h	s	
51	Acinos alpinus	ZDSF	2	I	4	I	4	I	2	I	1	3	1	2	I				m	I	II	5	I	c	w
52	Acinos arvensis	ZDSF	4	I	4	I	4	I	1	I	1	4	1	1	I				1	I	5	II	c-t	sw	
53	Aconitum anthora	ZDSF	2.5	II	3	I	4	I	2.5	I	1	5	1	3	I				3	I	3	II	h	s	
54	Aconitum lycoctonum aggr.	ZDSF	2.5	II	3	II	3	II	4	I	2	4	1	4	I				3	II	x	-	h	s	
55	> Aconitum lamarckii	ZDSF	1.5	I	3	I	4	I	4	I	2	5	1	4	I				1	II	5	II	h	s	
56	> Aconitum lycoctonum	ZDSF	3	II	2	I	2	II	4	I	3	4	1	3	I				5	II	1	1	h	s	
57	> Aconitum pauciflorum		3	I	3	I	2	I	4	I	2	4	1	4	I				3	II	1	II	h	s	
58	> Aconitum penninum	ZDSF	2	I	3	I	3	I	4	I	2	3	1	4	I				5	II	1	1	h	s	
59	> Aconitum platanifolium	ZDSF	2	I	2	I	3	I	4	I	2	3	1	4	I				3	II	1	II	h	s	
60	Aconitum napellus aggr.	ZDSF	2.5	II	2	II	3	II	x	-	3	3	II	4	I				5	II	1	II	h	s	
61	> Aconitum angustifolium		3	I	2	I	4	II	2.5	I	2	4	1	3	I				3	II	3	II	h	s	
62	> Aconitum baubini	ZDSF	2.5	I	2	I	3	I	3.5	I	3	3	II	4	I				5	II	3	II	h	s	
63	> Aconitum burnatii		2	I	2	I	4	I	4	I	3	3	1	4	I				5	II	1	1	h	s	
64	> Aconitum compactum	ZDSF	2	I	3	I	4	I	4	I	3	3	II	5	I				5	II	1	1	h	s	
65	> Aconitum hians		2.5	I	2	I	3	I	3.5	I	3	3	1	4	I				5	II	1	1	h	s	
66	> Aconitum napellus	ZDSF	3	I	2	I	3	I	4	I	3	3	II	4	I				5	II	1	1	h	s	
67	> Aconitum tauricum		1.5	I	2	I	3	I	3	I	3	3	1	4	I				5	I	1	1	h	s	

Vascular plants

6472 records

6472 data view

row/col: 52/22

Esistono altri indici proposti da altri autori, per es:
Ellemborg (1974)

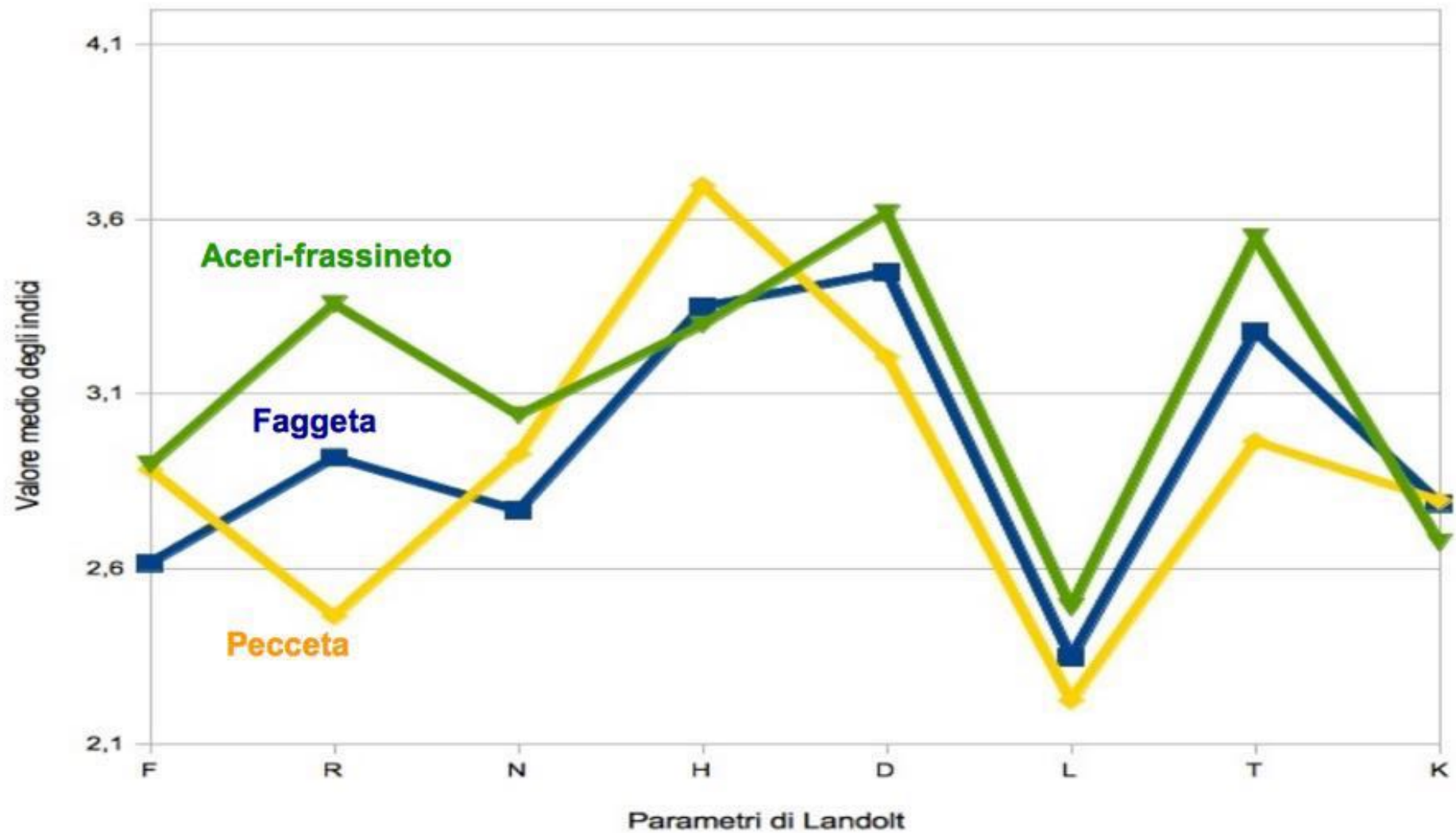
Ellenberg ha elaborato 6 indici espressi
numericamente in una scala da 1 a 9

Sono stati creati sulla flora (2000 specie) del centro
Europa

Sono stati adattati e ampliati da Pignatti (2005) per
la flora mediterranea e italiana

Valori medi

Confronto ecologico fra cenosi



L'associazione vegetale

- è un aggruppamento vegetale più o meno stabile ed in equilibrio con l'ambiente, caratterizzato da una determinata composizione floristica, in cui alcune specie vegetali, che si rinvencono quasi esclusivamente in questo popolamento, rilevano con la loro presenza una ecologia particolare ed autonoma"
- L'associazione vegetale è l'unità elementare della fitosociologia la cui descrizione quali-quantitativa e tipizzazione si basa sull'assunzione che, in un determinato territorio, gli organismi vegetali si aggregano in comunità floristicamente ben definite e che, al ripetersi delle medesime condizioni ambientali, si presenterà la medesima comunità vegetale.



CODICE RIL _____ DATA _____ RILEVATORI _____
 COMUNE _____ PROVINCIA _____ SL/PERF RIL mq _____
 LOCALIZZAZIONE _____

CARTA CTR _____

DESCRIZIONE FISIONOMICA _____

NOTE _____

STRATO ARBOREO A _____ COP % _____ H min-H max _____ INCL * _____
 STRATO ARBUSTIVO aa _____ ESP * _____
 STRATO ARBUSTIVO ba _____ QUOTA m _____
 STRATO ERBACEO e _____
 STRATO MUSCINALE % _____

	A	aa	ba	i	e	e
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28	STRATO MUSCINALE (terricoli):					
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						

Specie di Aremonio-Fagion

c <i>Helleborus niger</i>	+	+	+	+	+	+	1	1	V
<i>Carex alba</i>	1	1	.	.	.	.	+	3	III
<i>Carex digitata</i>	+	.	.	.	+	+	.	1	III
<i>Mercurialis perennis</i>	.	1	+	+	.	1	.	.	III
c <i>Geranium nodosum</i>	.	.	.	.	+	+	1	.	II
d <i>Ostrya carpinifolia</i>	+	+	.	.	.	.	.	2	II
<i>Cirsium erisithales</i>	.	.	.	.	.	+	.	+	II
d <i>Fraxinus ornus</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	I

Specie di Fagion sylvaticae

c <i>Veronica urticifolia</i>	.	+	+	.	.	+	+	.	III
c <i>Euphorbia amygdaloides</i>	+	.	.	.	+	.	.	.	II
c <i>Neottia nidus-avis</i>	.	r	.	.	.	.	.	.	I

Specie di Carpinion betuli

c <i>Vinca minor</i>	1	1	.	.	.	.	2	.	II
c <i>Galium sylvaticum</i>	.	.	.	.	.	+	+	.	II
c <i>Festuca heterophylla</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	I

Specie di Quercetalia pubescentis

c <i>Quercus pubescens</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	I
c <i>Arabis turrita</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	I

Specie di QUERCO-FAGETEA & Fagetalia sylvaticae

c <i>Fagus sylvatica</i>	5	5	4	5	5	3	4	3	V
c <i>Hieracium sylvaticum</i>	+	+	+	+	+	1	+	1	V
c <i>Hepatica nobilis</i>	+	+	.	.	1	1	2	.	V
c <i>Cyclamen purpurascens</i>	+	+	.	.	.	1	1	.	V
c <i>Luzula nivea</i>	.	+	1	.	+	1	1	.	IV
c <i>Aposeris foetida</i>	+	+	+	+	+	.	.	.	IV

Faggeta

Sistematica della vegetazione

Rango	suffisso
Classe	-etea
Ordine	-etalia
Alleanza	-ion
Associazione	-etum

- Vegetazione dei prati sfalciati e concimati mesofili:

MOLINIO-ARRHENATHERETEA R. Tx. 1937 em. R. Tx. 1970

Poo alpinae-Trisetetalia Ellamuer et Mucina 1993

Polygono-Trisetion Br.-Bl. et R. Tx. ex Marschall 1947

Trisetetum flavescens Rübel 1911

Arrhenatheretalia elatioris Pawl. 1928

Arrhenatherion Koch 1926

Cynosurion R. Tx. 1947

Potentillo-Polygonetalia R. Tx. 1947

Sistematica della vegetazione

Rango	suffisso
Classe	<i>-etea</i>
Ordine	<i>-etalia</i>
Alleanza	<i>-ion</i>
Associazione	<i>-etum</i>

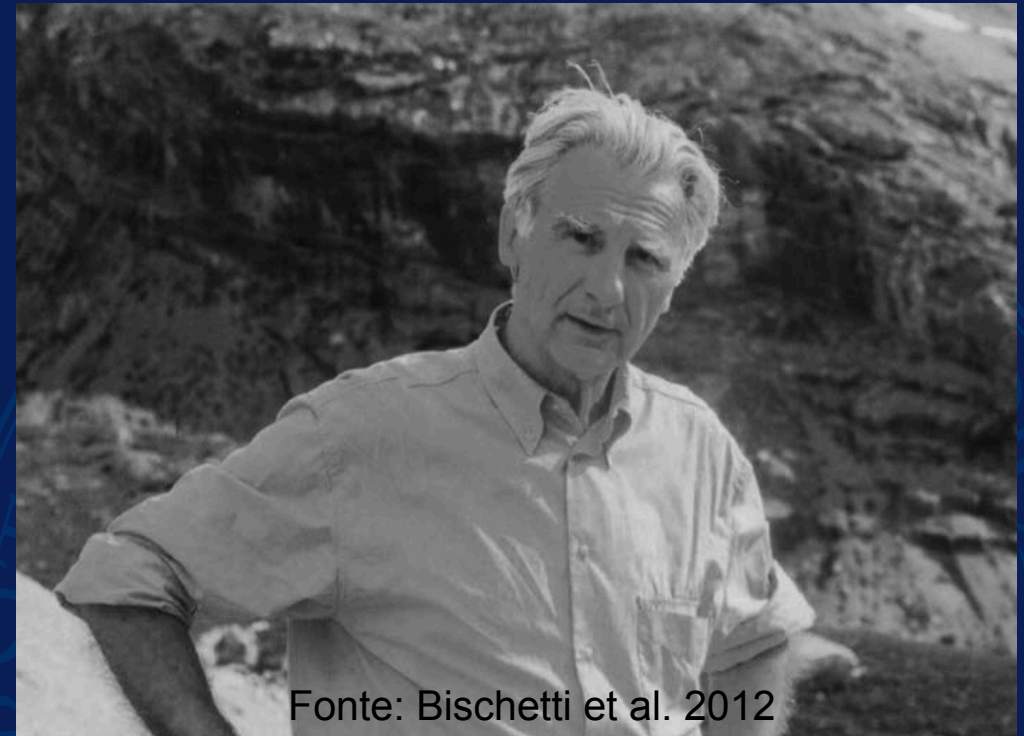
L' **associazione vegetale** è l'unità elementare della fitosociologia. E' definita come: "aggruppamento vegetale più o meno stabile e in equilibrio con il mezzo ambiente, caratterizzato da una composizione floristica determinata, in cui certi elementi quasi esclusivi (specie caratteristiche) rivelano con la loro presenza un'ecologia particolare ed autonoma" (Braun-Blanquet, 1928)

Soil bioengineering

Soil bioengineering is a relatively recent discipline that uses low-impact measures which utilize live plants (or parts thereof) as building materials in combination with other materials (such as stones, soil, timber, steel, etc.) for soil stabilization.



Soil bioengineering work (Alpe Mola).



Hugo Meinhard Schiechl (1922-2002), one of the leading exponents of soil bioengineering.

*Landscape Research,
2012, 1–13, iFirst article*



On the Origin of Soil Bioengineering

GIAN BATTISTA BISCHETTI*, MARIO DI FIDIO* &
FLORIN FLORINETH**

*Department of Agricultural and Environmental Science, Università degli Studi di Milano, Milan, Italy

**Institute of Soil Bioengineering, Department of Civil Engineering and Natural Hazards, Universität für Bodenkultur, Vienna, Austria

ABSTRACT *Soil bioengineering is a discipline dealing with hill slopes, riverbanks, and earth embankment stabilisation, which in recent decades has gained worldwide popularity. Its peculiarity consists in the technical use of vegetation, sometimes coupled with other materials. Owing to aesthetic and environment-friendly characteristics of vegetation, soil bioengineering techniques are frequently adopted to achieve a low environmental impact of protective works within the fields of landscape architecture and environmental restoration. In spite of such success, the origin and the contents of soil bioengineering have not been completely investigated. This paper shows that soil bioengineering is not as old as most of the researchers think; rather, it was developed in a very specific context, the building of highways during the Nazi dictatorship, although it is the result of a longer process. The paper also shows that the contents of soil bioengineering are not related to the mere use of vegetation for stabilising purposes, but they focus on broader environmental concerns.*

Section I

Application of floristic-vegetational indices for the analysis of soil stabilization works conducted in Val Camonica (Northern Italy)

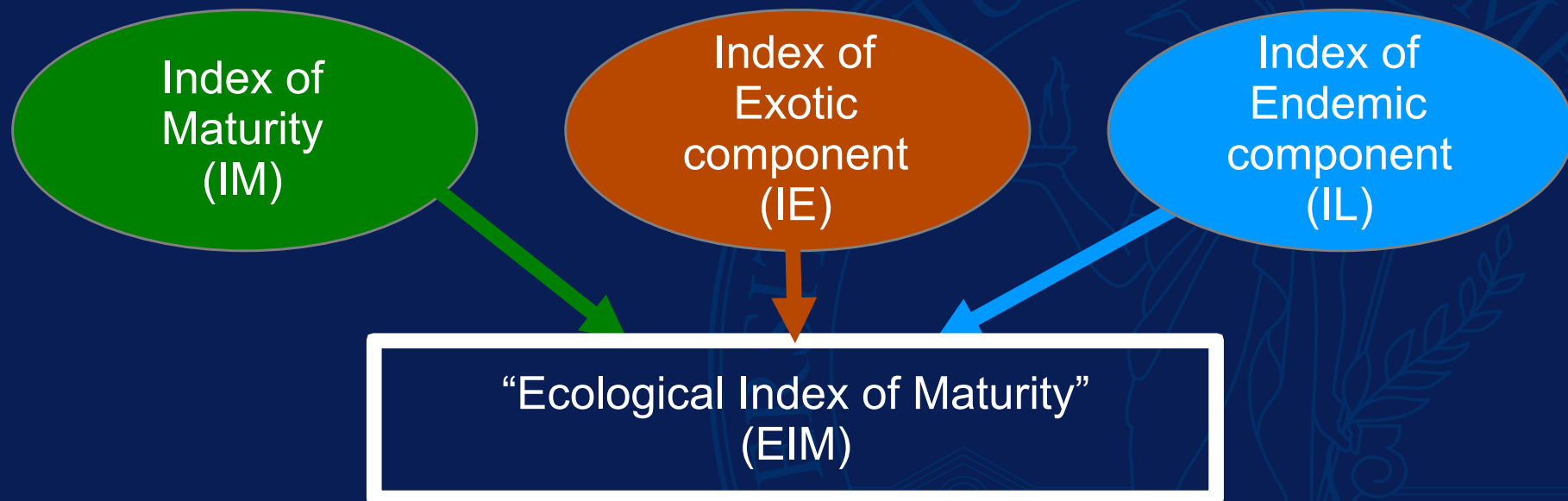
This research has led to the formulation of two floristic-vegetational indices:

- 1) Ecological Index of Maturity (EIM)** (Giupponi et al. 2015)
- 2) Index of Ecological Success (IES)** (Giupponi et al. 2017c)

These indices are based on the study of the vegetation according to the phytosociological method

Ecological Index of Maturity (EIM)

The Ecological Index of Maturity (EIM) (Giupponi et al. 2015) measures the level of disturbance affecting a plant community considering: phytosociological class, chorotype and coverage of each species present.



Ecological Index of Maturity (EIM)

Index of
Maturity
(IM)

Index of
Exotic
component
(IE)

Index of
Endemic
component
(IL)

Plant Sociology, Vol. 50, No. 2, December 2013, pp. 47-56
DOI 10.7338/pls2013502/03

PLANT SOCIOLOGY
©Italian Society for
Vegetation Science

Application of the floristic-vegetational indexes system for the evaluation of the environmental quality of a semi-natural area of the Po Valley (Piacenza, Italy).

L. Giupponi¹, C. Corti¹, P. Manfredi², C. Cassinari³

¹ *Istituto di Agronomia, Genetica e Coltivazioni erbacee, Università Cattolica del Sacro Cuore, via Emilia Parmense 84, I-29122 Piacenza, Italy.*

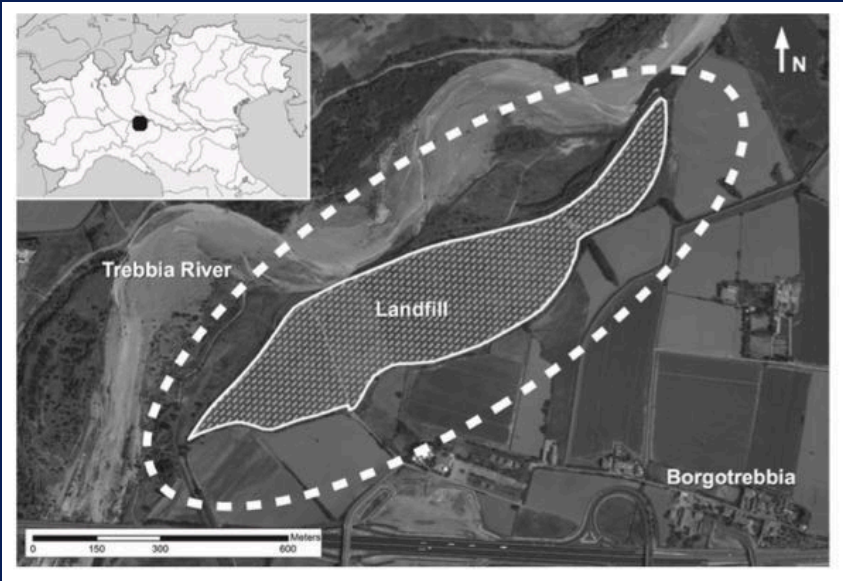
² *m.c.m. Ecosistemi s.r.l., località Faggiola s.n.c., I-29027 Gariga di Podenzano, Piacenza, Italy.*

³ *Istituto di Chimica Agraria ed Ambientale, Università Cattolica del Sacro Cuore, via Emilia Parmense 84, I-29122 Piacenza, Italy.*

Abstract

The floristic-vegetational indexes proposed by Taffetani & Rismondo (2009) and updated by Rismondo *et al.* (2011) were used to assess the environmental quality of a semi-natural area located on the outskirts of Piacenza (Emilia-Romagna, Italy), the site of a closed landfill of Municipal Solid Waste (MSW). This method was created and perfected to analyze the ecological functionality of agro-ecosystems and permits simple and rapid

Ecological Index of Maturity (EIM)



“Application of the floristic-vegetational indexes system for the evaluation of the environmental quality of a semi-natural area of the Po Valley (Piacenza, Italy)”

Fonte: Giupponi et al. 2013

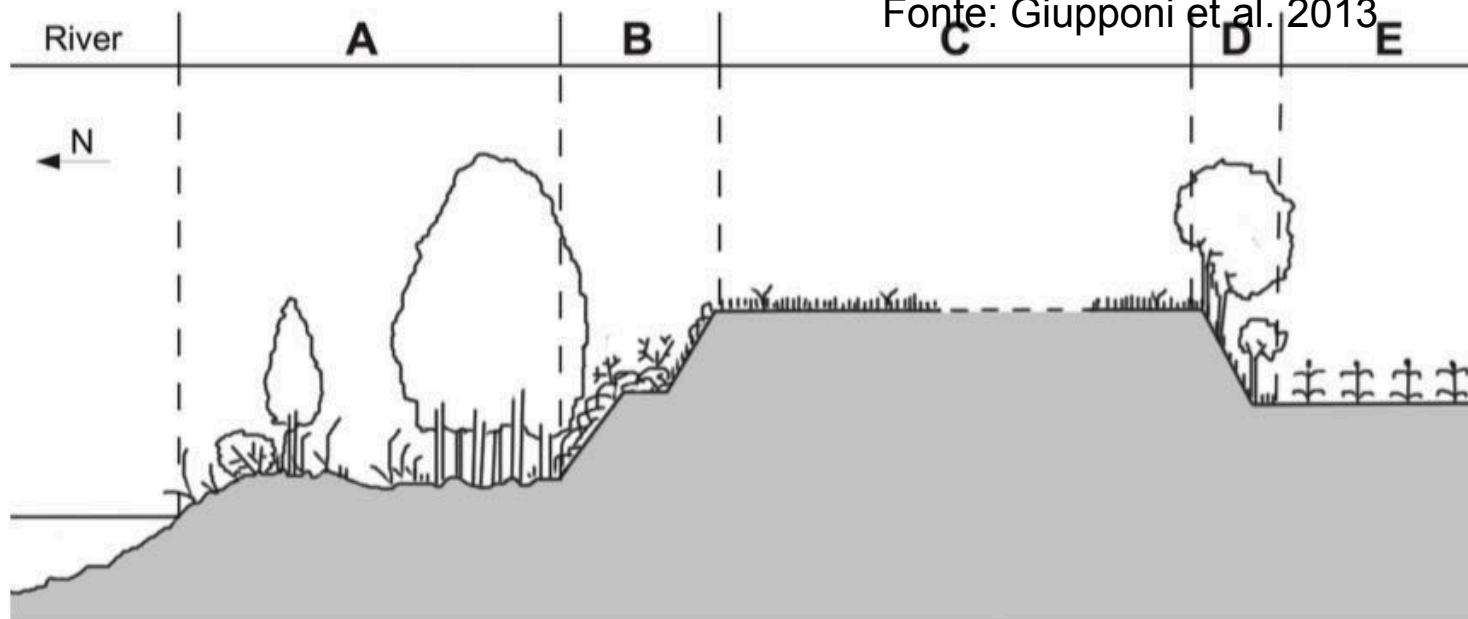
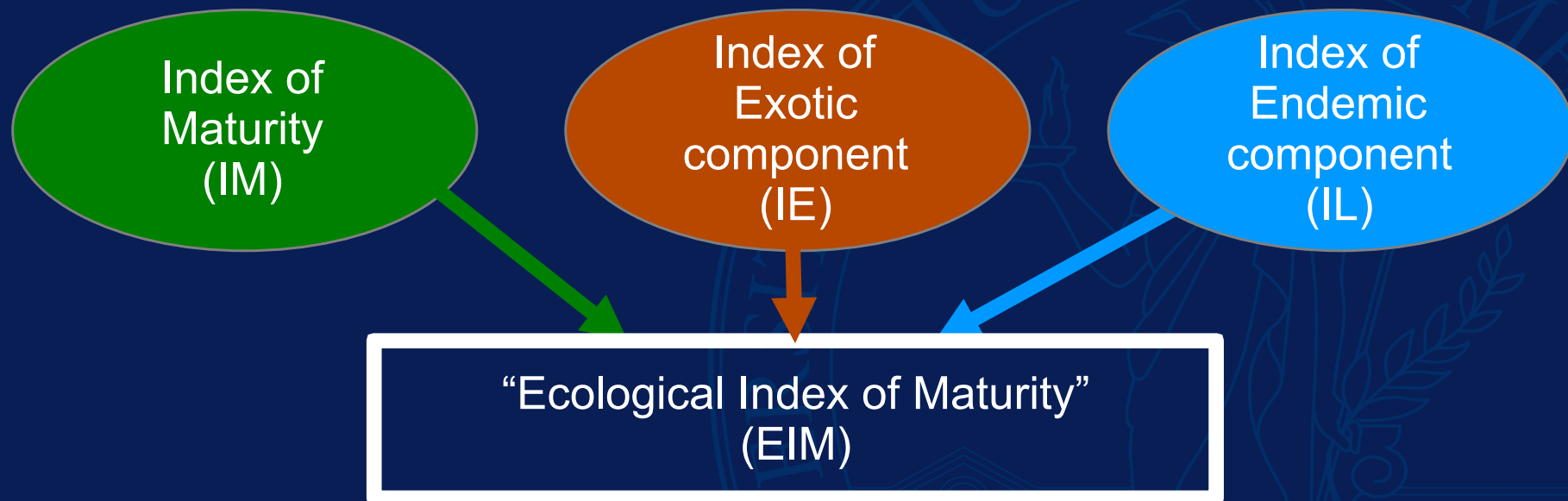


Fig. 2 - North-south vegetation transect of the study area. The letters indicate the different areas where phytosociological relevés were conducted: A = riverside area; B = northern edge of the landfill; C = landfill, D = southern edge of the landfill, E = cultivated fields.

Giupponi et al. (2013)

Ecological Index of Maturity (EIM)

The Ecological Index of Maturity (EIM) (Giupponi et al. 2015) measures the level of disturbance affecting a plant community considering: phytosociological class, chorotype and coverage of each species present.



Ecological Index of Maturity (EIM)

EIM is calculated using the following formula developed by Giupponi et al. (2015):

$$EIM = \frac{IM \cdot \left[\left(1 - \frac{IE}{100} \right) + \frac{IL}{100} \right]}{1 + \frac{IL}{100}}$$

where EIM is the ecological index of maturity, IM is the index of maturity, IE is the index of the exotic component and IL is the index of the endemic component.

EIM values can range from 0 (high vegetation disturbance) to 9 (undisturbed vegetation)

Restoration Ecology
THE JOURNAL OF THE SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION

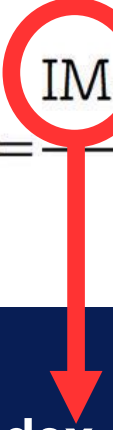
RESEARCH ARTICLE

Ecological index of maturity to evaluate the vegetation disturbance of areas affected by restoration work: a practical example of its application in an area of the Southern Alps

Luca Giupponi^{1,2}, Gian Battista Bischetti³, Annamaria Giorgi^{1,3}

Ecological Index of Maturity (EIM)

EIM is calculated using the following formula developed by Giupponi et al. (2015):

$$EIM = \frac{IM \cdot \left[\left(1 - \frac{IE}{100} \right) + \frac{IL}{100} \right]}{1 + \frac{IL}{100}}$$


where EIM is the ecological index of maturity, IM is the index of maturity, IE is the index of the exotic component and IL is the index of the endemic component.

The **Index of Maturity (IM)** measures the actual dynamic stage of succession in relation to the coverage and phytosociological class to which each species of a plant community belongs. IM is expressed by the following formula (Taffetani & Rismondo 2009):

$$IM = \frac{\sum_{i=1}^n (c_i \cdot m)}{C}$$

where IM is the index of maturity, c_i is the coverage value of each single species, i ($i = 1, 2, \dots, n$) is the number of species, m is the coefficient of maturity of the phytosociological class to which each species belongs, C is the total coverage value obtained by summing the values of c for all the species present.

Coefficient of maturity (m)

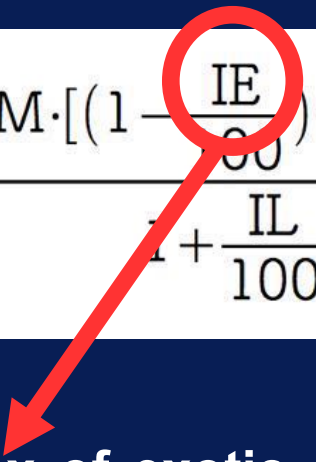
$$IM = \frac{\sum_{i=1}^n (c_i \cdot m)}{C}$$


The coefficient of maturity (m) is the value assigned by Taffetani & Rismondo (2009) and Rismondo et al. (2011) to the main phytosociological classes of European vegetation according to the physiognomic-structural, synecological characteristics and the syndynamic role of the vegetation of each class.

Phytosociological class	m
* cultivated or exotic species	0
STELLARIETEA MEDIAE	1
ORYZETEA SATIVAE	1
CAKILETEA MARITIMAE	2
ARTEMISIETEA VULGARIS	3
MOLINIO-ARRHENATHERETEA	4
BIDENTETEA TRIPARTITAE	4
FESTUCO VALESIIACAE-BROMETEA ERECTI	5
NARDETEA STRICTAE	5
ASPLENIETEA TRICHOMANIS	5
FESTUCO-SESLERIETEA	5
THLASPIETEA ROTUNDIFOLII	5
GALIO APARINES-URTICETEA DIOICAE	6
MONTIO FONTANAE-CARDAMINETEA AMARAE	6
SCHEUCHZERIO PALUSTRIS-CARICETEA NIGRAE	6
EPILOBIETEA ANGUSTIFOLII	7
MULGEDIO ALPINI-ACONITETEA VARIEGATI	7
TRIFOLIO MEDII-GERANIETEA SANGUINEI	7
BETULO CRPATICAЕ-ALNETEA VIRIDIS	7
RHAMNO CATHARTICAE-PRUNETEA SPINOSAE	8
ROSMARINETEA OFFICINALIS	8
ROBINIETEA	8
ERICO CARNEAE-PINETEA SYLVESTRIS	9
QUERCO ROBORIS-FAGETEA SYLVATICAE	9
QUERCETEA ILICIS	9
VACCINIO MYRTILLI-PICEETEA ABIETIS	9
...	

Ecological Index of Maturity (EIM)

EIM is calculated using the following formula developed by Giupponi et al. (2015):

$$EIM = \frac{IM \cdot \left[\left(1 - \frac{IE}{100} \right) + \frac{IL}{100} \right]}{1 + \frac{IL}{100}}$$


where EIM is the ecological index of maturity, IM is the index of maturity, IE is the index of the exotic component and IL is the index of the endemic component.

The **index of exotic component (IE)** provides the percentage of exotic species of a plant community considering exotic species coverage compared to total coverage. It measures the degree of exotic contamination and artificiality of the plant coenoses in relation to human pressure (human disturbance) in the territory.

$$IE = \frac{\sum_{i=1}^n [c_{(e)}]_i}{C} \cdot 100$$

IE is the index of exotic component, $c_{(e)}$ is the coverage value of each exotic species, i ($i = 1, 2, \dots, n$) is the number of exotic species and C is the total coverage value

Ecological Index of Maturity (EIM)

EIM is calculated using the following formula developed by Giupponi et al. (2015):

$$EIM = \frac{IM \cdot \left[\left(1 - \frac{IE}{100} \right) + \frac{IL}{100} \right]}{1 + \frac{IL}{100}}$$

where EIM is the ecological index of maturity, IM is the index of maturity, IE is the index of the exotic component and IL is the index of the endemic component.

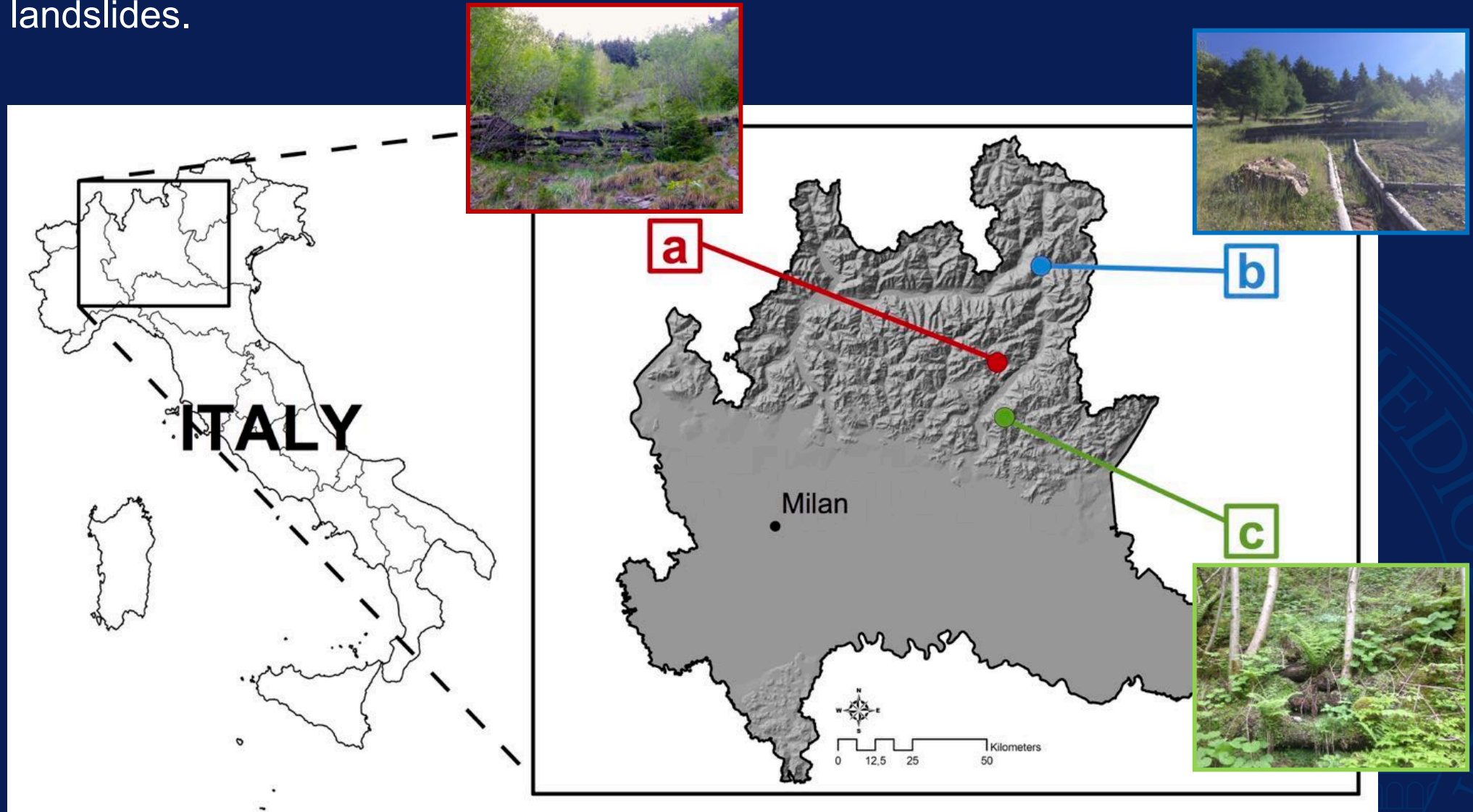
The index of **endemic component (IL)** gives the percentage of endemic species of a community considering their coverage compared to that of all the species present. The index of endemic component is calculated according to the following formula:

$$IL = \frac{\sum_{i=1}^n [c_{(I)}]_i}{C} \cdot 100$$

where IL is the index of endemic component, $c_{(I)}$ is the coverage value of each endemic species, i ($i = 1, 2, \dots, n$) is the number of endemic species and C is the total coverage value obtained by summing the values of c

Study areas

EIM was applied to three study areas located in mountain areas of Lomardy affected by landslides.



Location of the study areas: **Azzone (a)**, **Val Dorena (b)** and **Val Palot (c)**

Study area: Azzone (a)

The study area is located in Azzone (Scalve Valley, Lombardy, Northern Italy; coordinates: 45°58'34.1" N, 10°07'15.5" E), has an area of 13.000 m² and is localized at an altitude which ranges from 1.000 to 1.150 m. It has undergone stabilization work using soil bioengineering techniques, following a landslide occurred in April 1992



Study area in Azzone after the landslide (1992), at the time of soil stabilization (1995) and at the time of vegetation monitoring (2014)

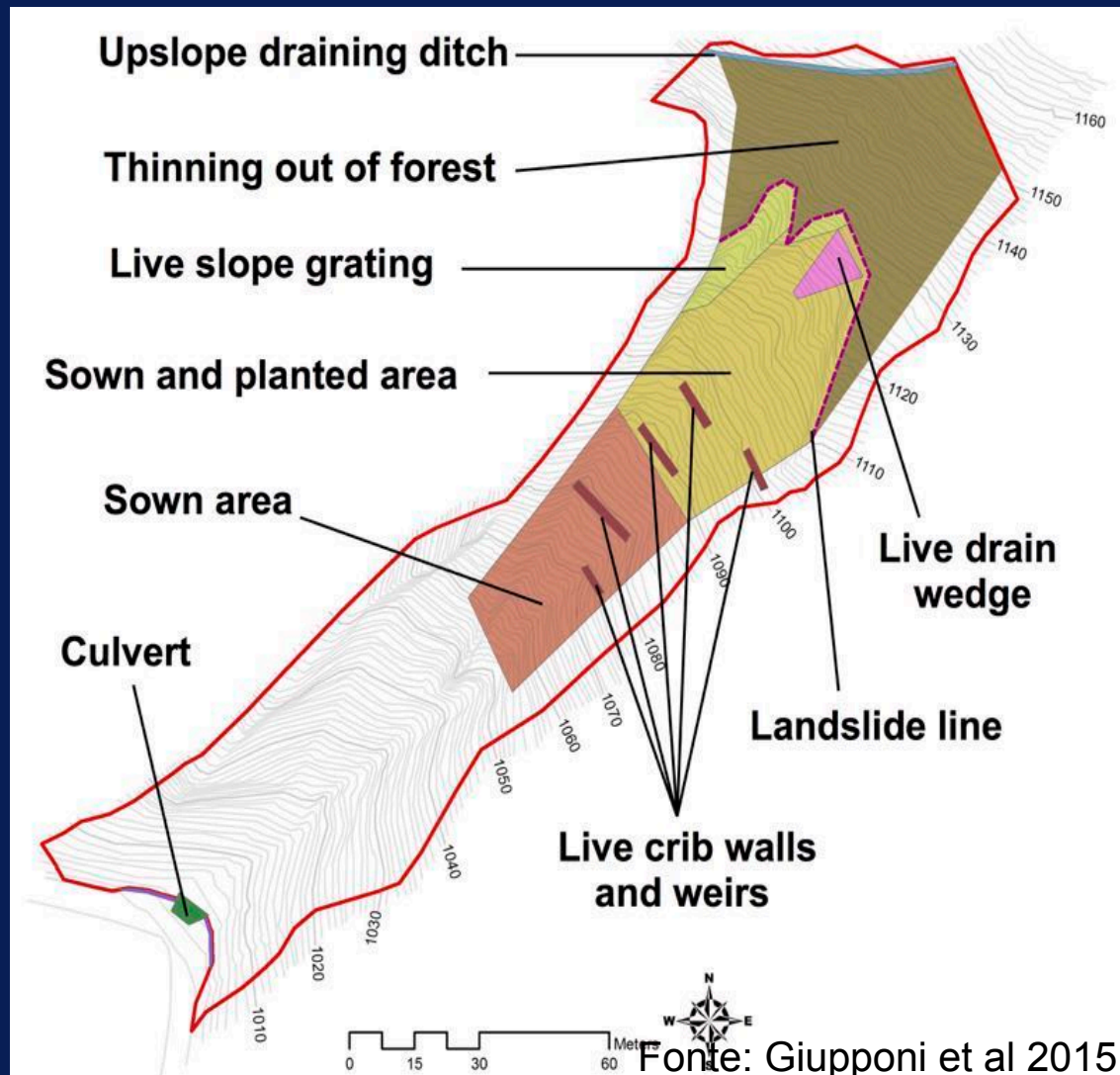
Study area: Azzone (a)

The study area is located in Azzone (Scalve Valley, Lombardy, Northern Italy; coordinates: 45°58'34.1" N, 10°07'15.5" E), has an area of 13.000 m² and is localized at an altitude which ranges from 1.000 to 1.150 m. It has undergone stabilization work using soil bioengineering techniques, following a landslide occurred in April 1992



Study area in Azzone after the landslide (1992), at the time of soil stabilization (1995) and at the time of vegetation monitoring (2014)

Study area: Azzone (a)



Map of soil stabilization works of Azzone

Upon completion of soil bioengineering works, vegetation was restored by planting some tree species and sowing various grass species (including exotic species).

Species	%
<i>Festuca rubra</i> L.	32
<i>Festuca cinerea</i> Vill.	28
<i>Trifolium repens</i> L.	7
<i>Lotus corniculatus</i> L.	6
<i>Poa pratensis</i> L.	5
<i>Lolium perenne</i> L.	4
<i>Dactylis glomerata</i> L.	3
<i>Achillea millefolium</i> L.	2
<i>Medicago lupulina</i> L.	2
<i>Onobrychis viciifolia</i> Scop.	2
<i>Phleum pratense</i> L.	2
<i>Sanguisorba minor</i> Scop.	2
<i>Trifolium pratense</i> L.	2
<i>Anthyllis vulneraria</i> group	1
<i>Lathyrus pratensis</i> L.	1
<i>Lupinus polyphyllus</i> Lindl.	1

Composition of seed mixture

Study area: Val Dorena (b)

Val Dorena is located within the municipality of Monno (high Val Camonica; altitude: 1600 m a.s.l.) and has a catchment area of about 2.5 km² of which 0.12 km² still under active erosion. The area considered in this study includes only a part of the whole area of instability – the area in which the most recent works were carried out in 2000 according to soil bioengineering criteria.

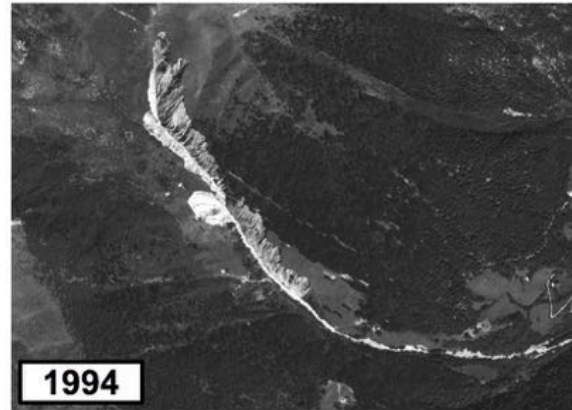
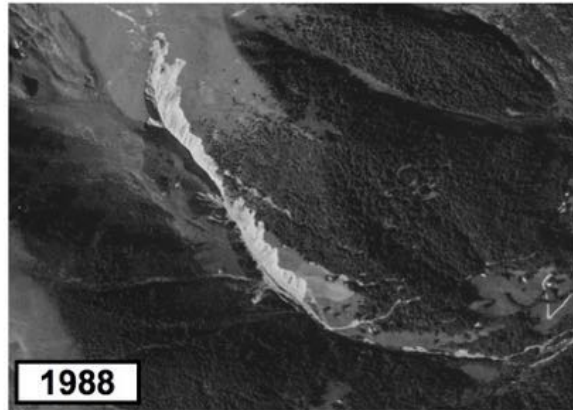


Before soil stabilization work



Fonte: Giupponi 2017

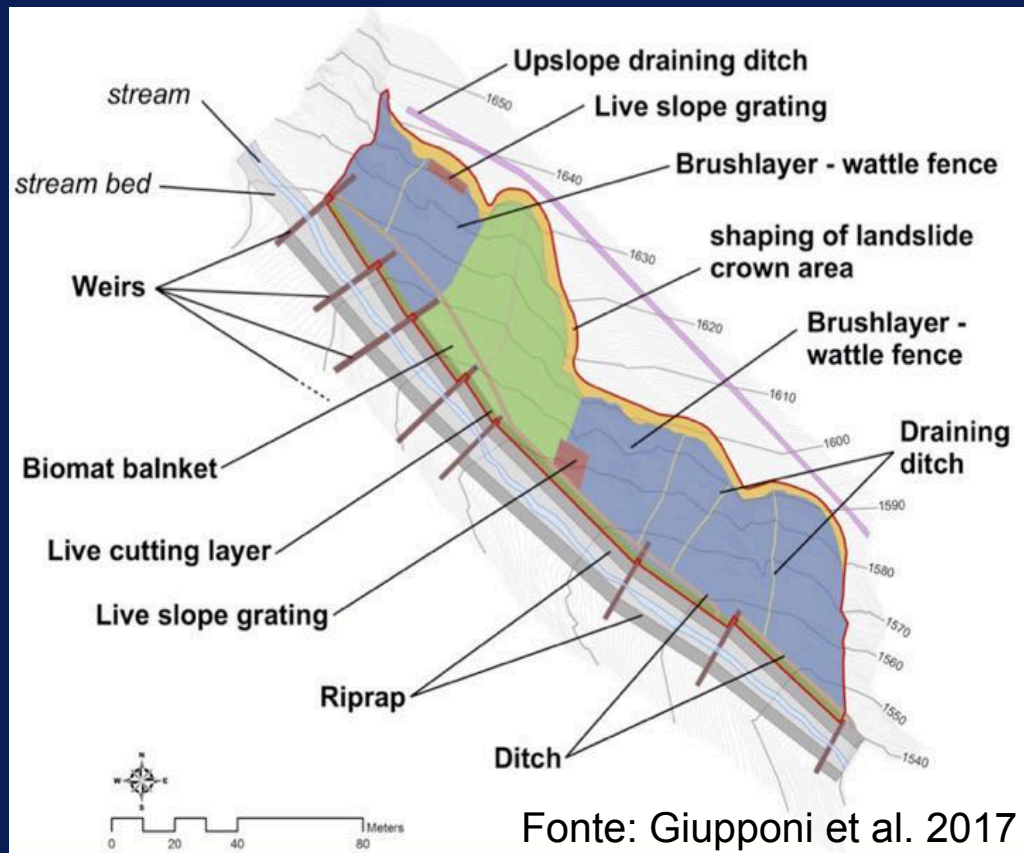
Study area: Val Dorena (b)



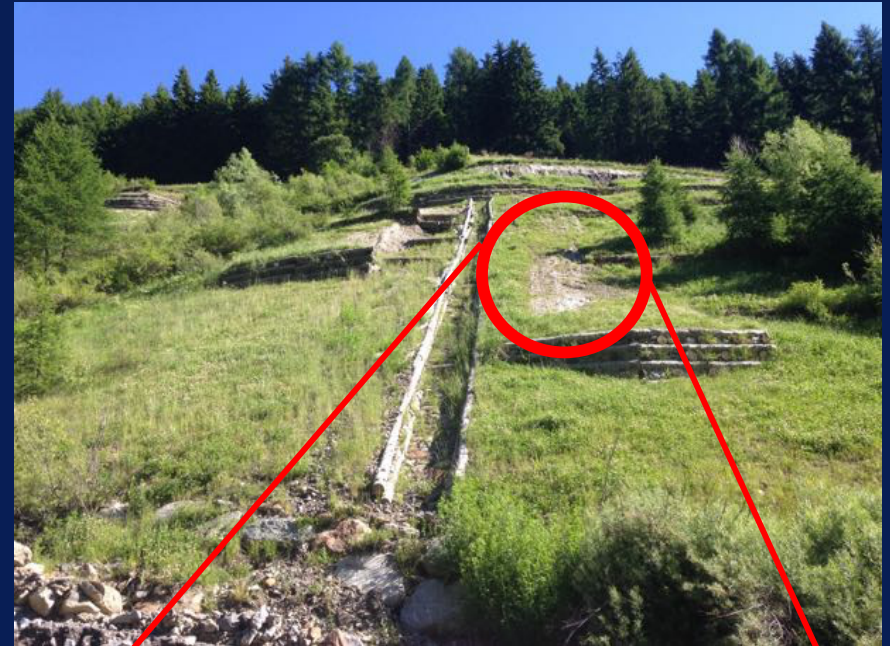
Study area in the year 1988, 1994, 2000, 2006, 2012. Data source: Geoportale Nazionale

Study area: Val Dorena (b)

In Val Dorena no exotic species were sown and further landslides occurred (and still occur) after soil stabilization work.



Map of soil stabilization work



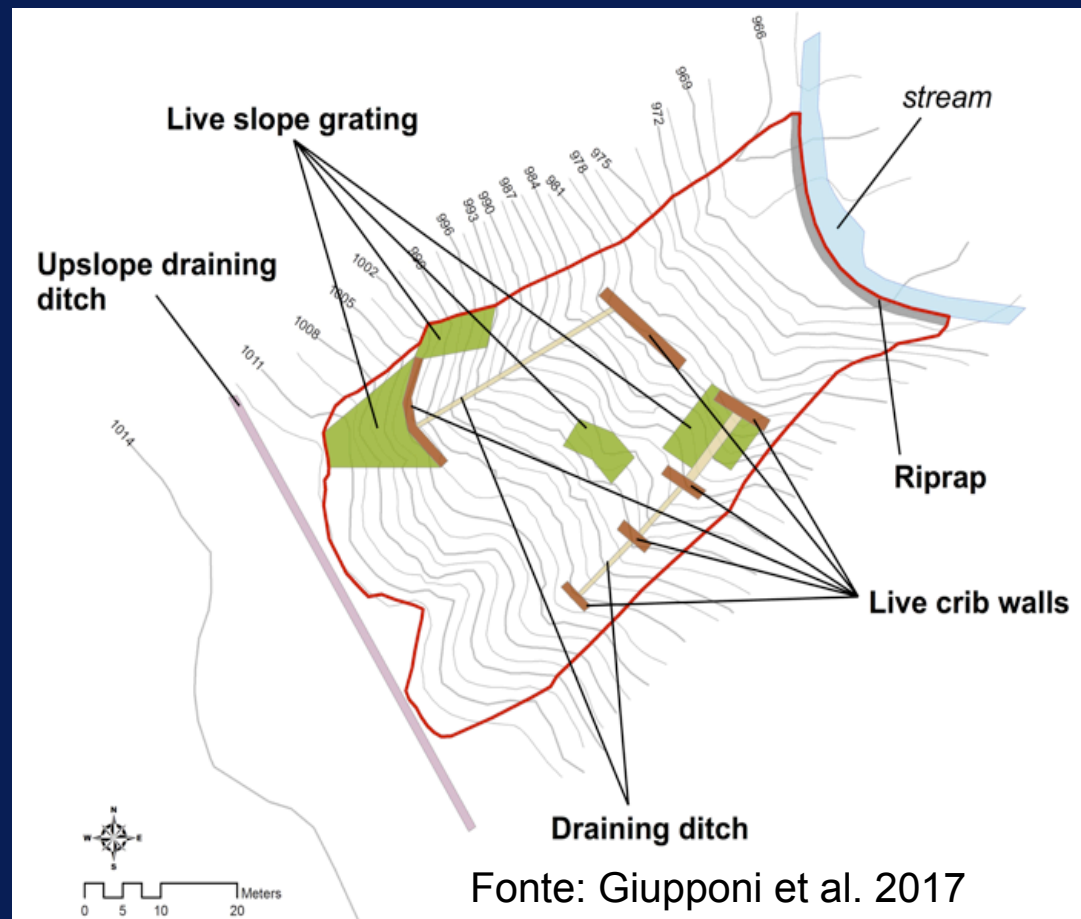
Soil stabilization work



Landslide

Study area: Val Palot (c)

Val Palot is located in the municipality of Pisogne in the Prealps of the province of Brescia (altitude: 1000 m a.s.l.). In 1993 it was affected by extensive instability over an area of approximately 4000 m². Slope stabilization work was performed in 1996 using soil bioengineering techniques

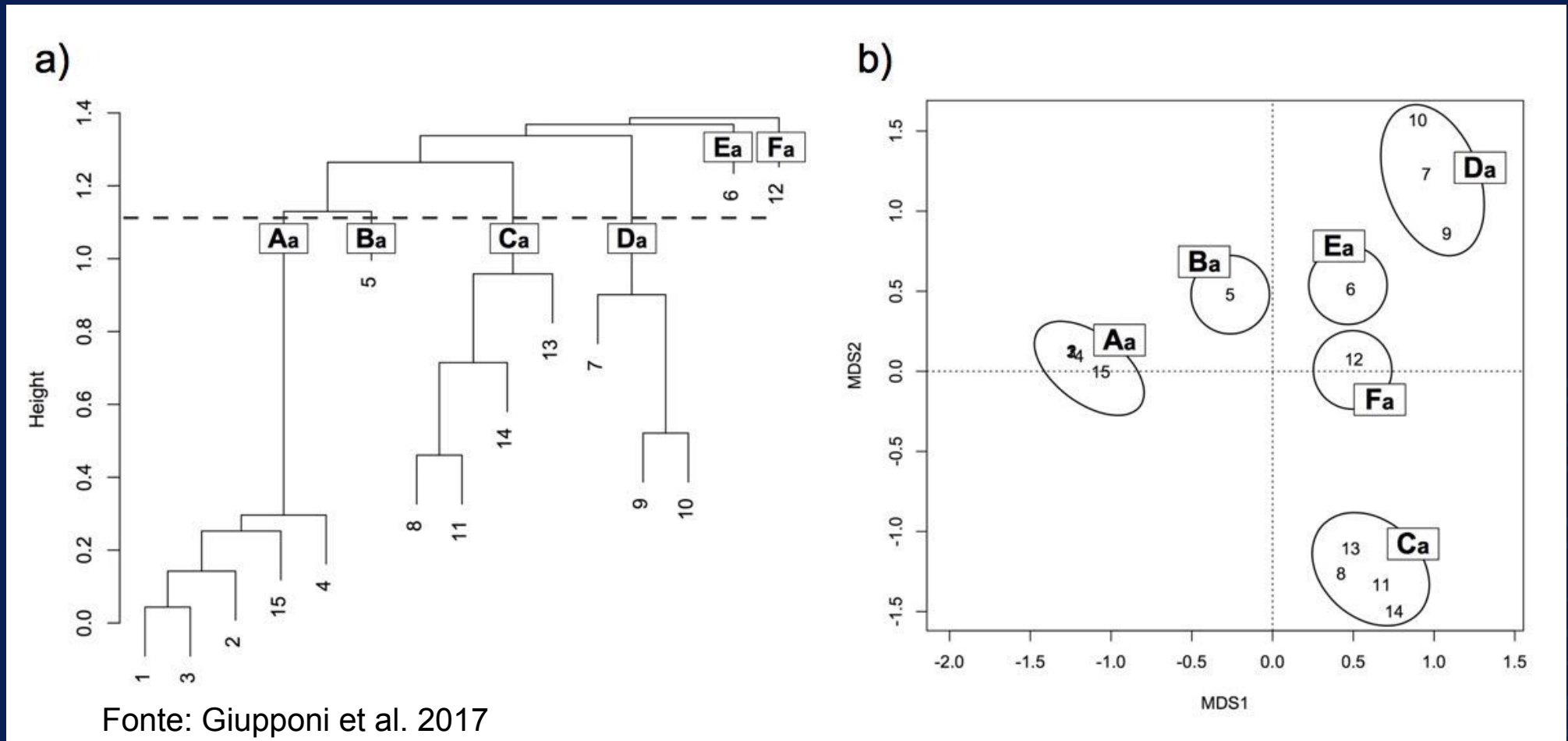


In Val Palot no exotic species were sown and no further landslides occurred after soil stabilization work.

Map of soil stabilization work

Results: Azzone (a)

The results provided by the statistical analysis (cluster analysis and PCoA) of the 15 relevés conducted in the study area of Azzone identified six types of vegetation.



Dendrogram of relevés (a) performed in the study area of Azzone provided by cluster analysis and ordering of the relevés according to PCoA (b). The numbers indicate the codes of each relevé and the letters in the boxes identify the groups of vegetation (clusters). Variance justified by the PCoA axes: MDS1 = 33,53%; MDS2 = 20,66%

Results: Azzone (a)

Aa = montane *Picea abies* forest

Ba = *Festuca cinerea* grassland

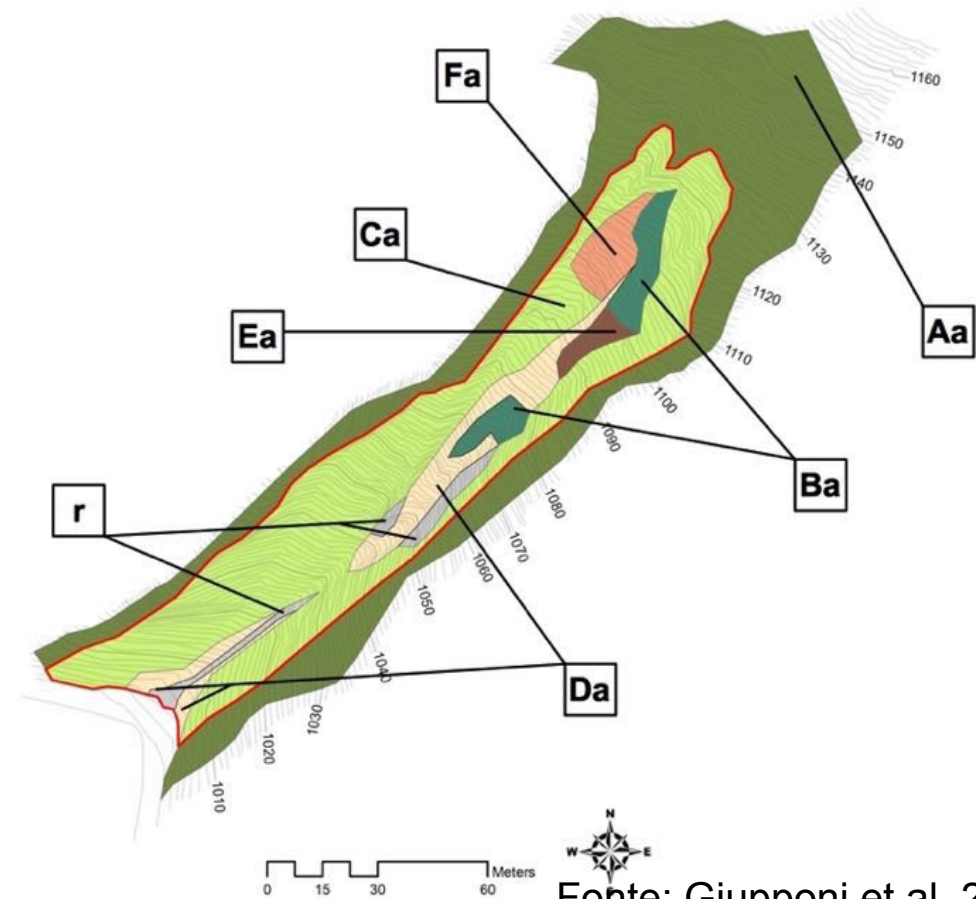
Ca = vegetation dominated by shrubs and broadleaf trees

Da = *Calamagrostis varia* grassland

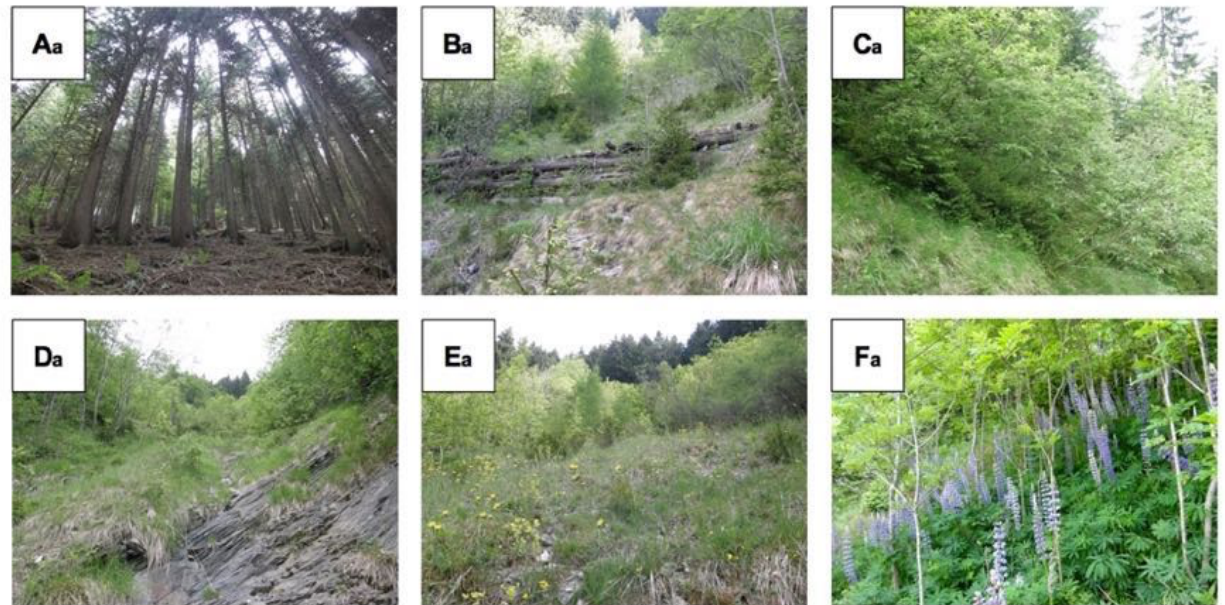
Ea = *Hieracium tenuiflorum*-*Origanum vulgare* community

Fa = *Lupinus polyphyllus*-*Fraxinus excelsior* community

r = rocks



Fonte: Giupponi et al. 2017



Results: Azzone (a)

Aa = montane *Picea abies* forest

Ba = *Festuca cinerea* grassland

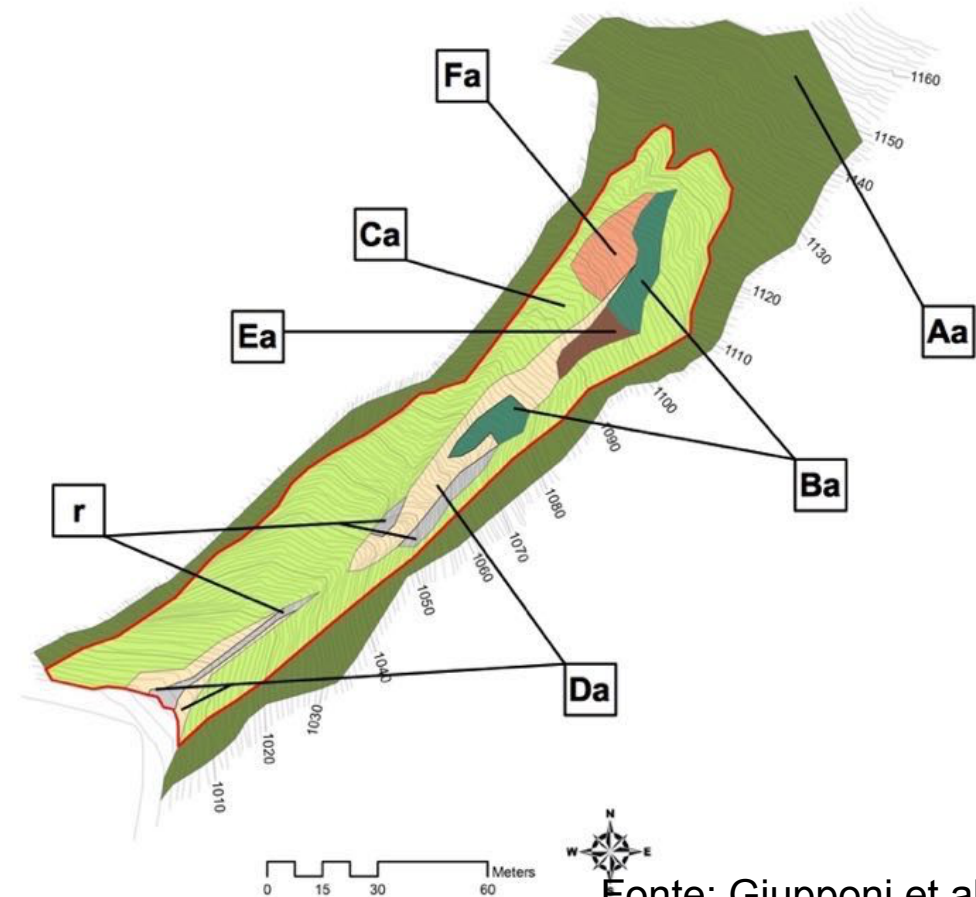
Ca = vegetation dominated by shrubs and broadleaf trees

Da = *Calamagrostis varia* grassland

Ea = *Hieracium tenuiflorum*-*Origanum vulgare* community

Fa = *Lupinus polyphyllus*-*Fraxinus excelsior* community

r = rocks



Fonte: Giupponi et al. 2017

Vegetation	EIM
Aa	8,79
Ba	3,06
Ca	7,89
Da	6,33
Ea	6,86
Fa	3,56



Results: Azzone (a)

Aa = montane *Picea abies* forest

Ba = *Festuca cinerea* grassland

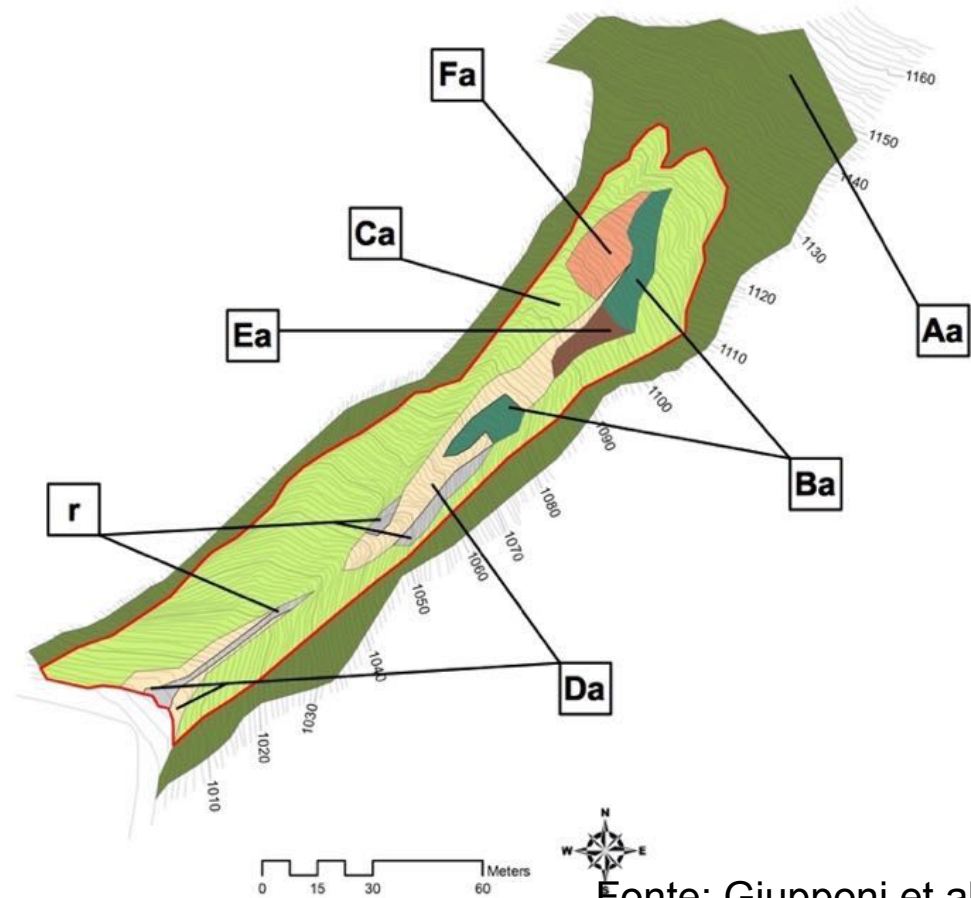
Ca = vegetation dominated by shrubs and broadleaf trees

Da = *Calamagrostis varia* grassland

Ea = *Hieracium tenuiflorum*-*Origanum vulgare* community

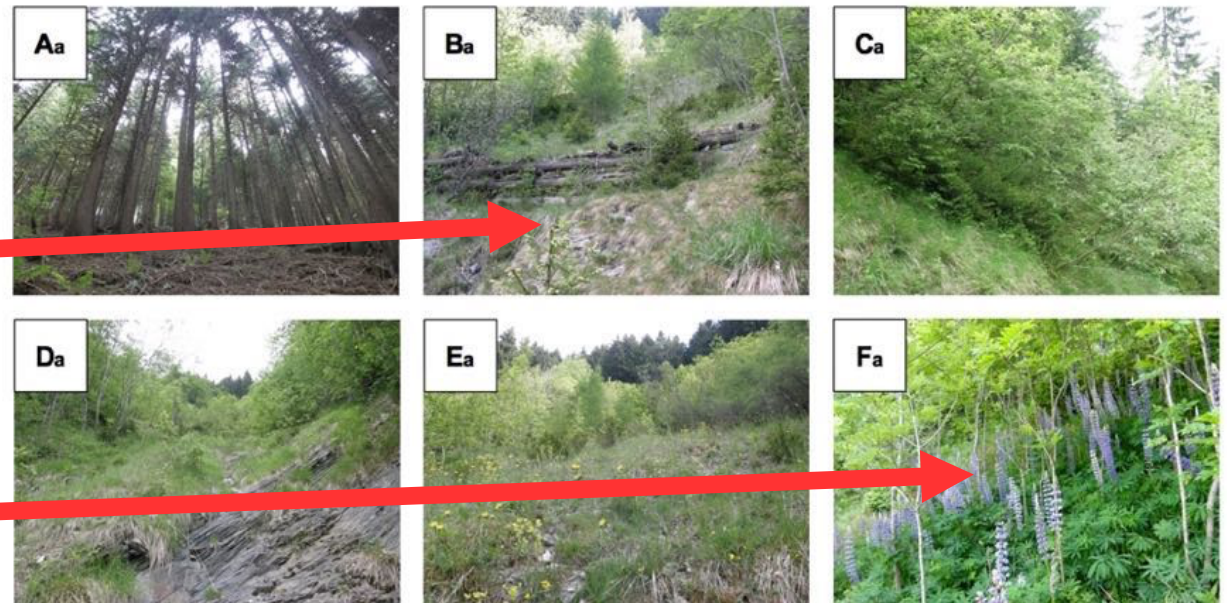
Fa = *Lupinus polyphyllus*-*Fraxinus excelsior* community

r = rocks



Fonte: Giupponi et al. 2017

Vegetation	EIM
Aa	8.79
Ba	3.06
Ca	7.89
Da	6.33
Ea	6.86
Fa	3.56





Lupinus polyphyllus*-*Fraxinus excelsior
community (Giupponi et al. 2015b)

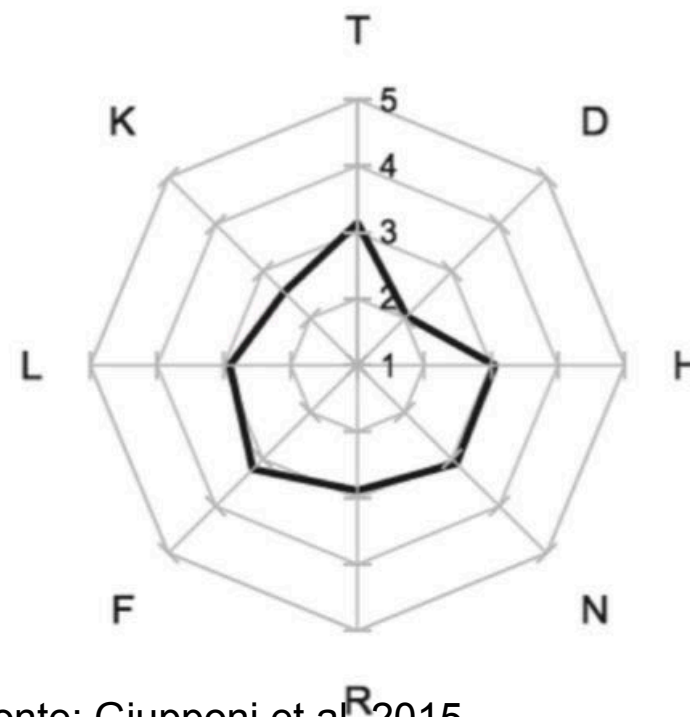
**CARATTERI FLORISTICO-VEGETAZIONALI ED ECOLOGICI
DI UNA COMUNITÀ VEGETALE CON *LUPINUS POLYPHYLLUS* LINDL.
IN UN'AREA DELLA VAL DI SCALVE INTERESSATA DA INTERVENTI
DI INGEGNERIA NATURALISTICA***

LUCA GIUPPONI¹, CARLO ANDREIS², ANNAMARIA GIORGI^{1,3}

Parole chiave - *Lupinus polyphyllus*, specie aliena, ingegneria naturalistica, indici ecologici, fitosociologia, Val di Scalve.

Keywords - *Lupinus polyphyllus*, alien species, soil bioengineering, ecological indexes, phytosociology, Val di Scalve

(Giupponi et al. 2015)



Fonte: Giupponi et al. 2015

Fig. 8 - Ecogramma della vegetazione rilevata (T = temperatura, K = continentalità, L = luce, F = umidità del suolo, R = reazione del substrato, N = nutrienti, H = humus, D = aerazione). I valori medi di ciascun fattore sono stati ponderati per la copertura delle specie.



Results: Val Dorena

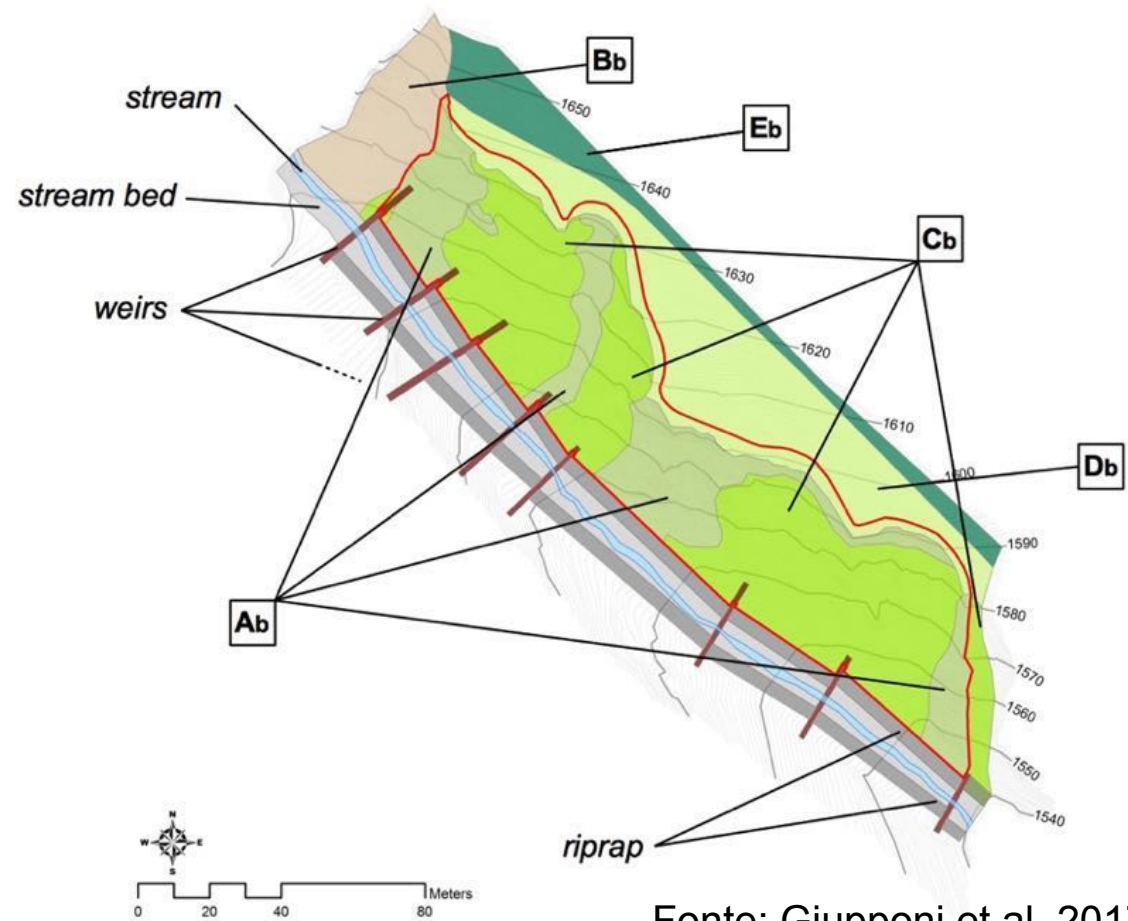
Ab = *Trifolium repens*-*Festuca laevigata* community

Bb = *Tolpis staticifolia*-*Poa glauca* community

Cb = willow shrubland

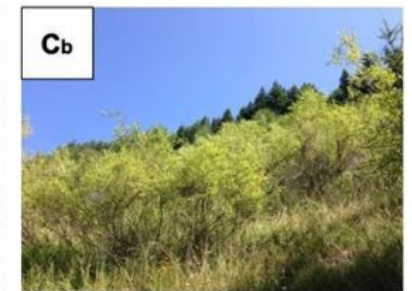
Db = mountain meadow

Eb = montane *Picea abies* forest



Fonte: Giupponi et al. 2017

Vegetation	EIM
Ab	4,49
Bb	4,90
Cb	8,12
Db	4,40
Eb	8,99



Results: Val Palot (c)

Ac = montane *Picea abies* forest

Bc = *Matteuccia struthiopteris*-*Cirsium montanum* community

Cc = *Fraxinus excelsior*-*Aruncus dioicus* community

Dc = *Petasites albus*-*Impatiens noli-tangere* community

Ec = young broad-leaved wood

Fc = bramble shrubland

Gc = mountain meadow

Vegetation	EIM
------------	-----

Ac	8,98
----	------

Bc	8,73
----	------

Cc	8,73
----	------

Dc	8,77
----	------

Ec	8,56
----	------

Fc	7,94
----	------

Gc	4,05
----	------



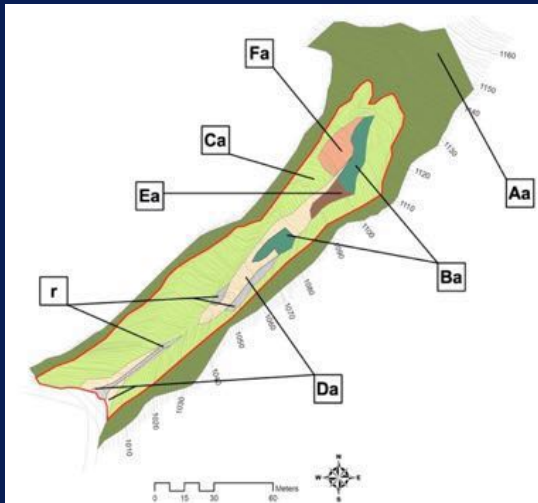
Fonte: Giupponi et al. 2017



Results

Comparison between the values of EIM of the three study areas

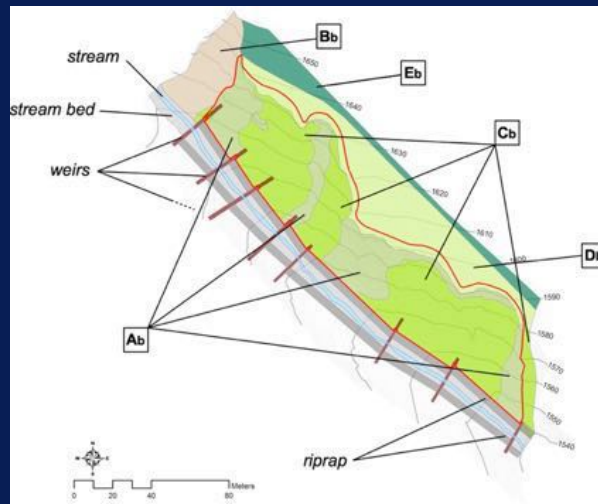
Azzone (a)



EIM = 6,91

Years elapsed after
the end of the work: 19

Val Dorena (b)



EIM = 6,67

Years elapsed after
the end of the work: 15

Val Palot (c)



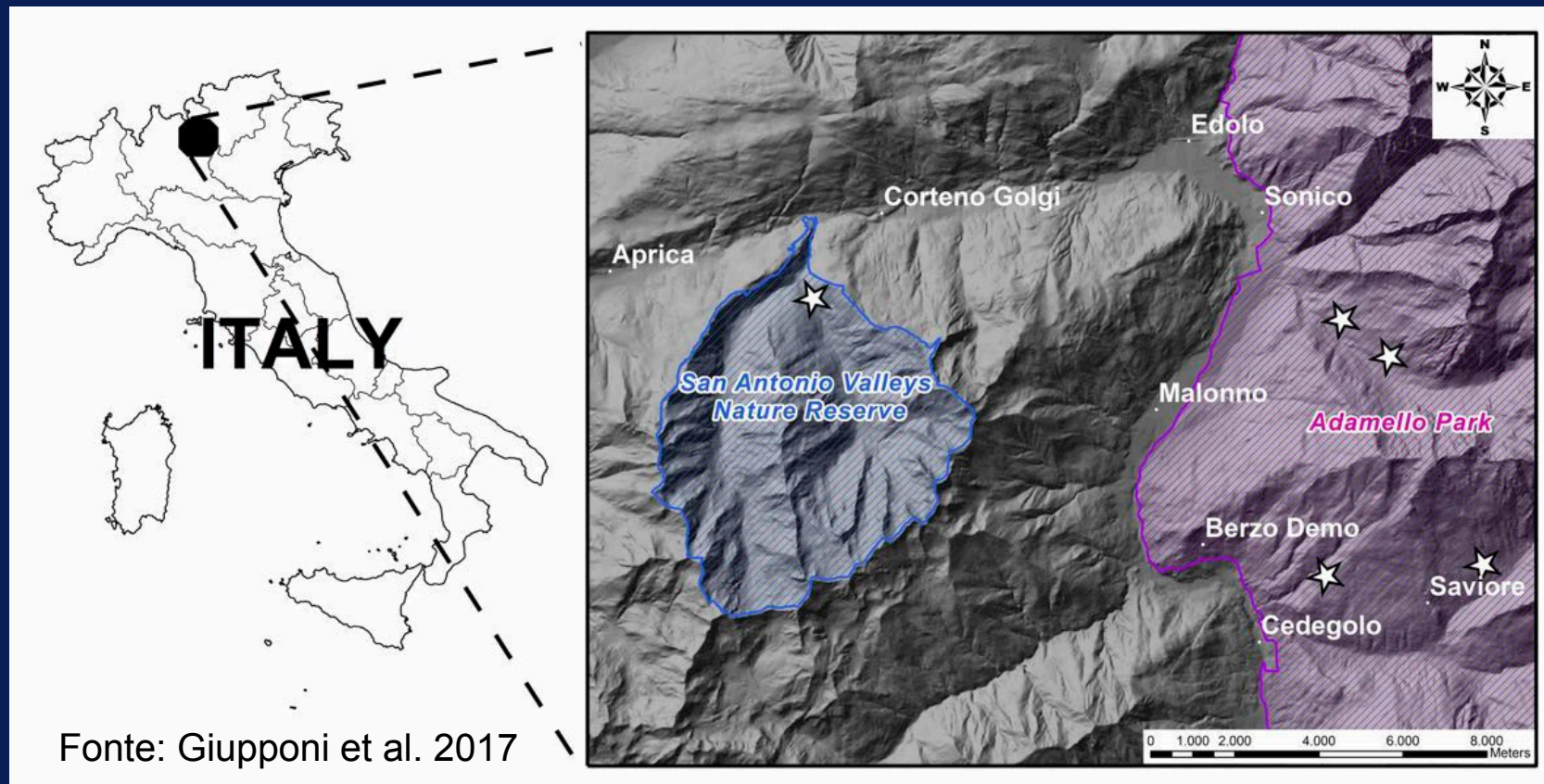
EIM = 8,58

Years after after
the end of the work: 19

The EIM does not considers the time elapsed after the end of the works (vegetation dynamic).

Vegetation analysis of a chronosequence and EIM trend

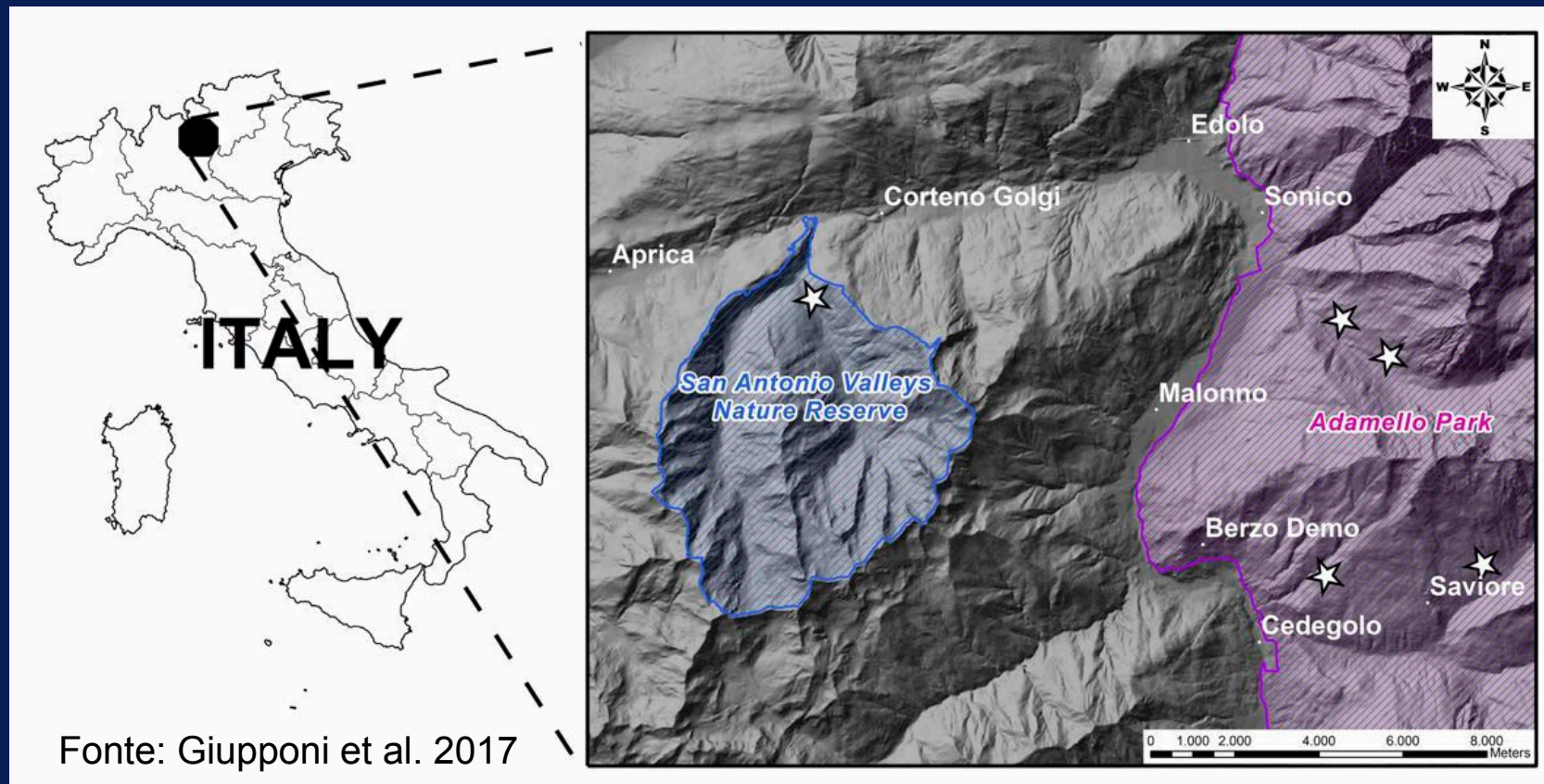
This study was conducted by analyzing the vegetation of five sites situated in upper Val Camonica. These sites have similar environmental characteristics and were subject to soil stabilization work (Giupponi et al. 2017a).



Study area (latitude: 46°07'48,87"N, longitude: 10°18'38,59"E). The stars indicate the five sites where the phytosociological relevés were performed.

Vegetation analysis of a chronosequence and EIM trend

Works were carried out in different periods by the "Consorzio Forestale Alta Val Camonica" which used the same mixture of seeds for sowing. The five sites represented a chronosequence of year of sowing (2012, 2011, 2009, 2005, 2000).

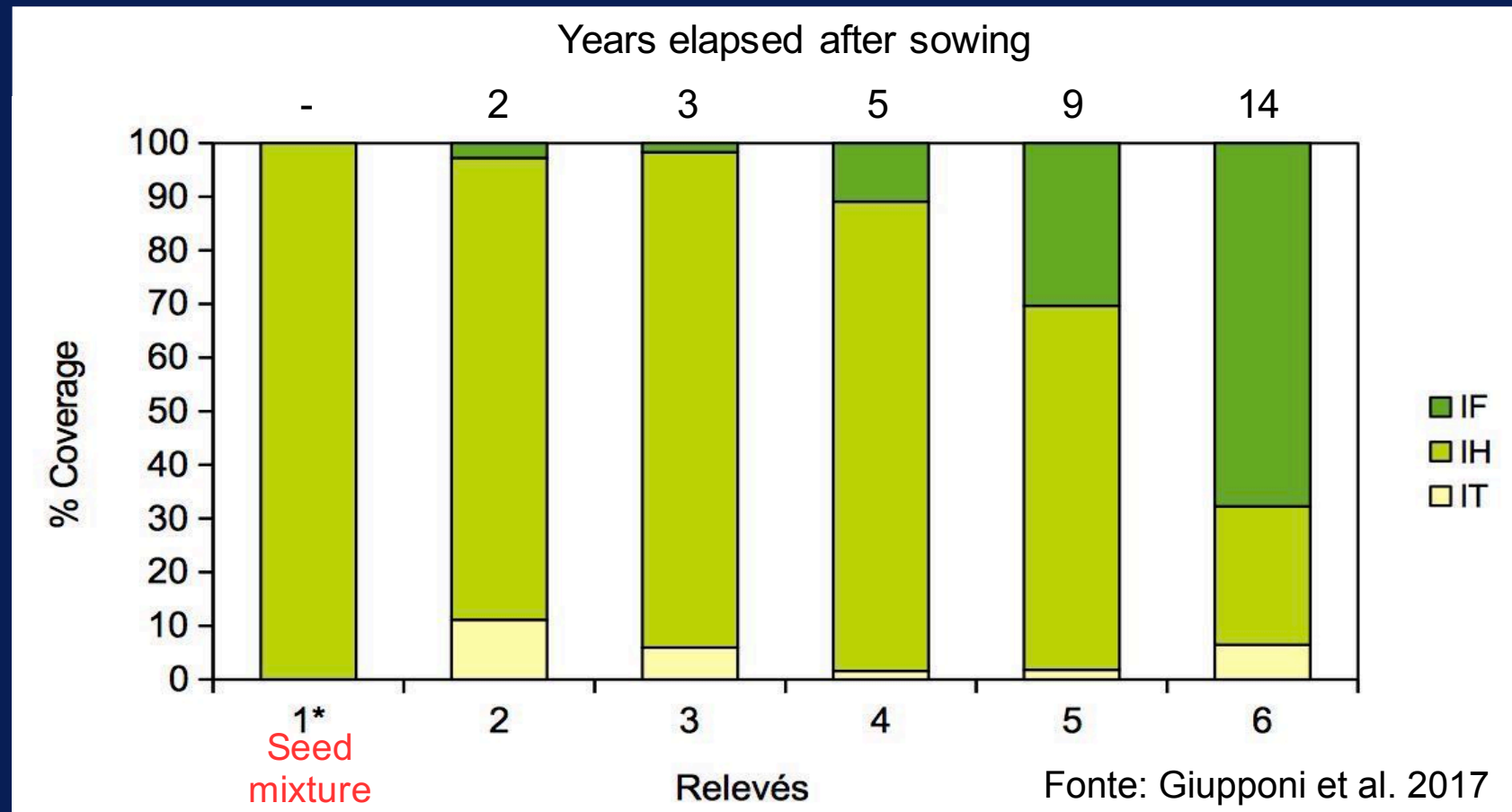


Study area (latitude: $46^{\circ}07'48,87''\text{N}$, longitude: $10^{\circ}18'38,59''\text{E}$). The stars indicate the five sites where the phytosociological relevés were performed.

Vegetation analysis of a chronosequence and EIM trend

The percentage of phanerophytes increases over time (years elapsed after sowing).

The percentage of therophytes and hemicryptophytes decrease over time.



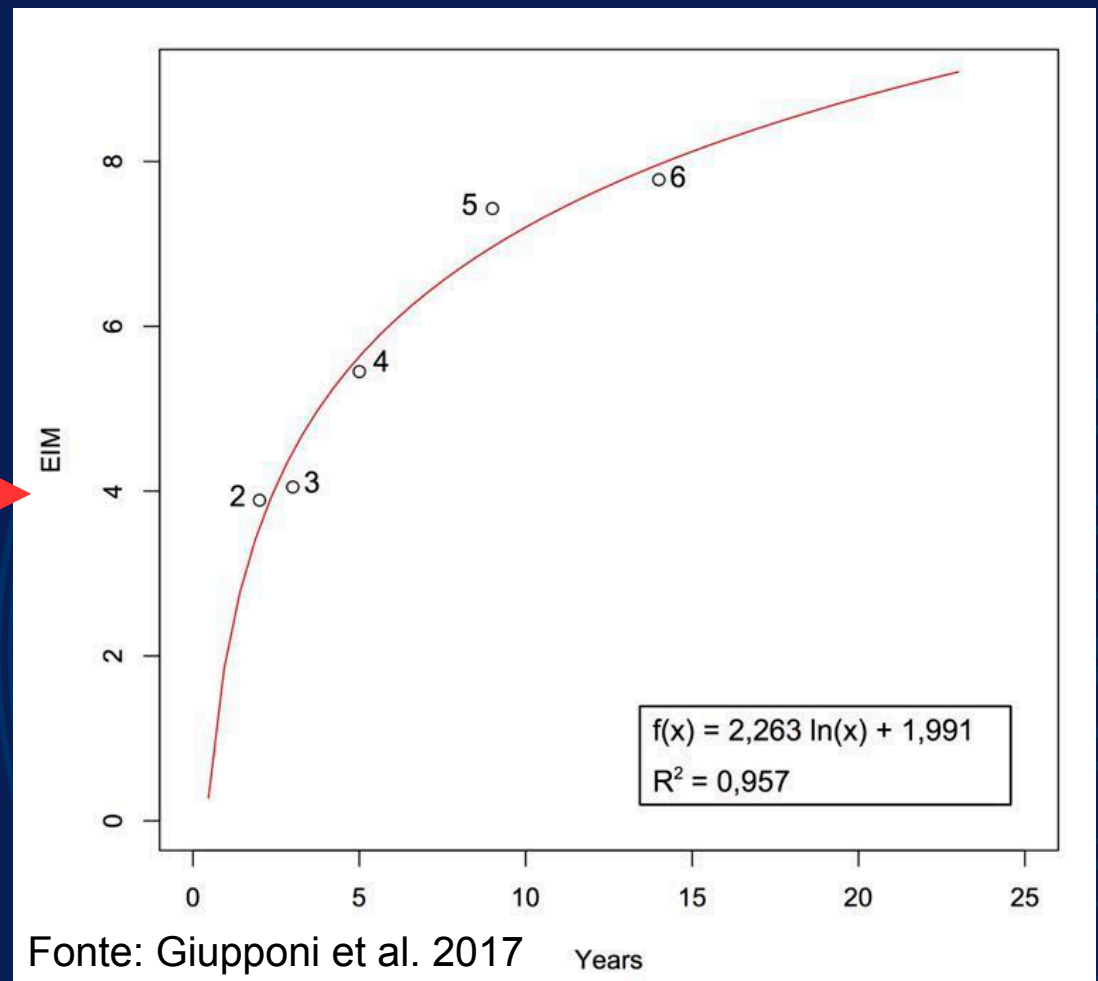
Histogram of life forms indices of relevés and seed mixture (1*). IT = index of therophytic component; IH = index of hemicryptophytic component; IF = index of perennial non-hemicryptophytic component (geophytes, chamaephytes, nano-phanerophytes and phanerophytes).

Vegetation analysis of a chronosequence and EIM trend

The graph in Figure 2.5 compares the time elapsed after sowing with the EIM values of the five phytocoenoses, and shows the model which describes the trend of the EIM according to time.

Relevé code	Years elapsed after sowing	EIM
2	2	3,89
3	3	4,05
4	5	5,45
5	9	7,43
6	14	7,78

Trend of the ecological index of maturity (EIM) over time (x) (years elapsed after sowing) of the chronosequence. Shown: relationship between the two variables, coefficient of determination (R^2) and function trend line. The numbers refer to the relevés.



Vegetation analysis of a chronosequence and EIM trend

22

Research

eco.mont – Volume 9, Number 1, January 2017

ISSN 2073-106X print version – ISSN 2073-1558 online version: <http://epub.oeaw.ac.at/eco.mont>

<https://dx.doi.org/10.1553/eco.mont-9-1s22>

Vegetation analysis and estimation of forest reconstitution time in protected areas of Val Camonica (Southern Alps) where a commercial mixture of seeds was sown

Luca Giupponi, Gian Battista Bischetti & Annamaria Giorgi

Keywords: chronosequence, floristic-vegetational indices, maturity, restoration, seed mixture

Abstract

This study examined the vegetation composition of five sites of the Southern Alps (Val Camonica, Italy) where a commercial seed mixture had been used to restore vegetation at the end of soil stabilization works. The five sites are located in two protected areas of the Alps (the Parco dell'Adamello and the Riserva Naturale delle Valli di Sant'Antonio), and represent a chronosequence of year of sowing. We used a set of floristic-vegetational indices (index of maturity, indices of the life forms, and Landolt ecological indices) to analyse the characteristics of the vegetation of the five sites and to find a model that would allow an estimation of forest reconstitution time. From data analysis we found that, in areas which have had more recovery time, the sown heliophilous species and the ruderal herbaceous species decrease, while shrubs, trees and typical species of mature forests increase. The values of the index of maturity also increase according to time elapsed after sowing; the relationship that, in the present case, links the index of maturity to time was expressed formulaically. This model provided an estimation of the time required for the reconstitution of the forest community which, in this case, was about twenty years. This research, prompted by a request from the managing institutions of the two protected areas for a botanical investigation into the outcome of using the seed mixture, provided information that will enable them to assess whether to use the mixture in future environmental restoration work in the same areas.

Profile

Protected area

Parco dell'Adamello

and the Riserva Na-

turale delle Valli di

Sant'Antonio

Mountain range

Alps

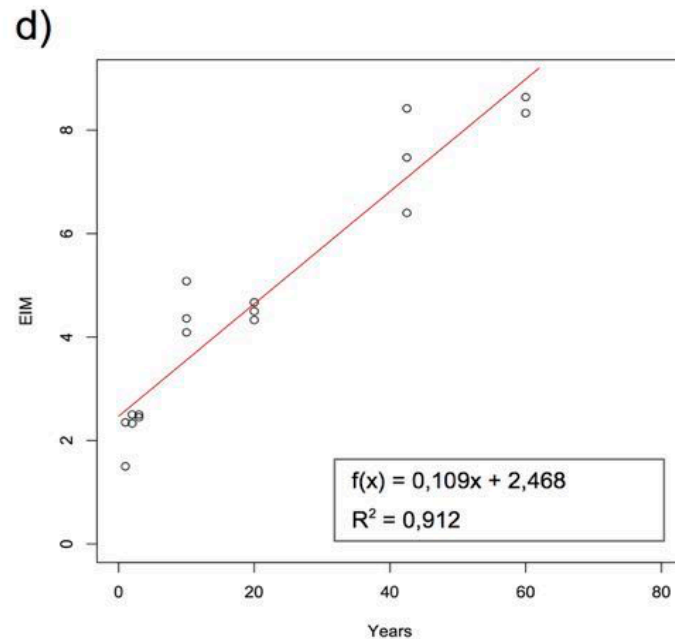
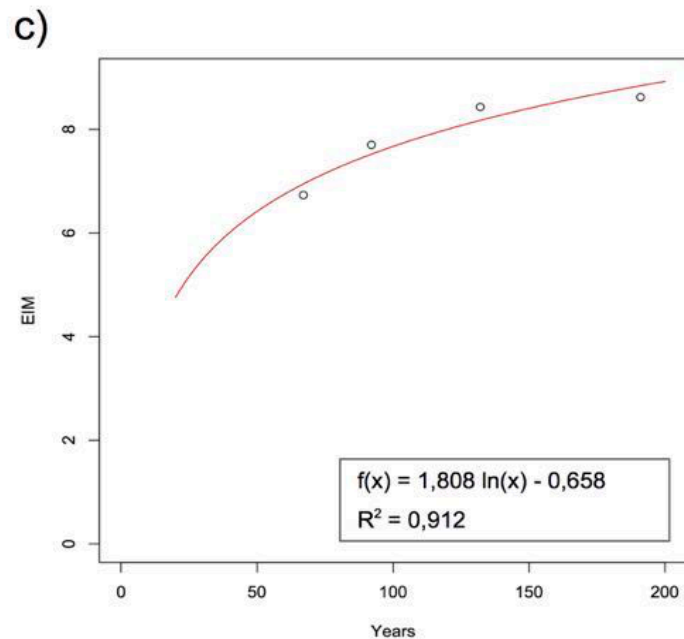
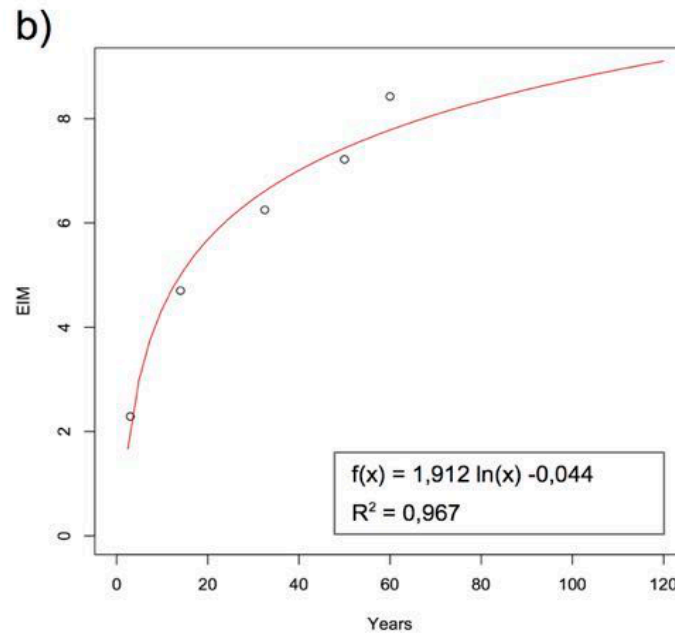
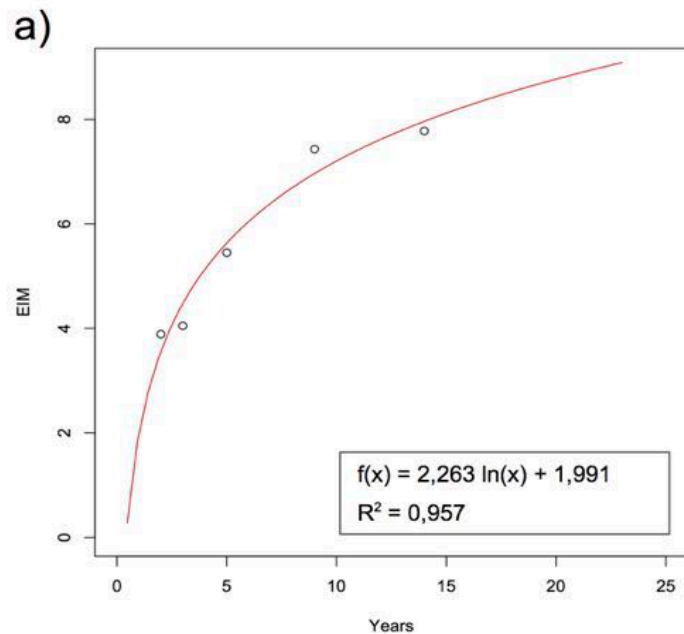
Country

Italy

Introduction

whether these seed mixtures are effective for the re-constitution of structurally more complex and more

Vegetation analysis of a chronosequence and EIM trend



Trend of the ecological index of maturity (EIM) over time (x) of the four chronosequences:

a, Val Camonica chronosequence (Giupponi et al. 2017a);

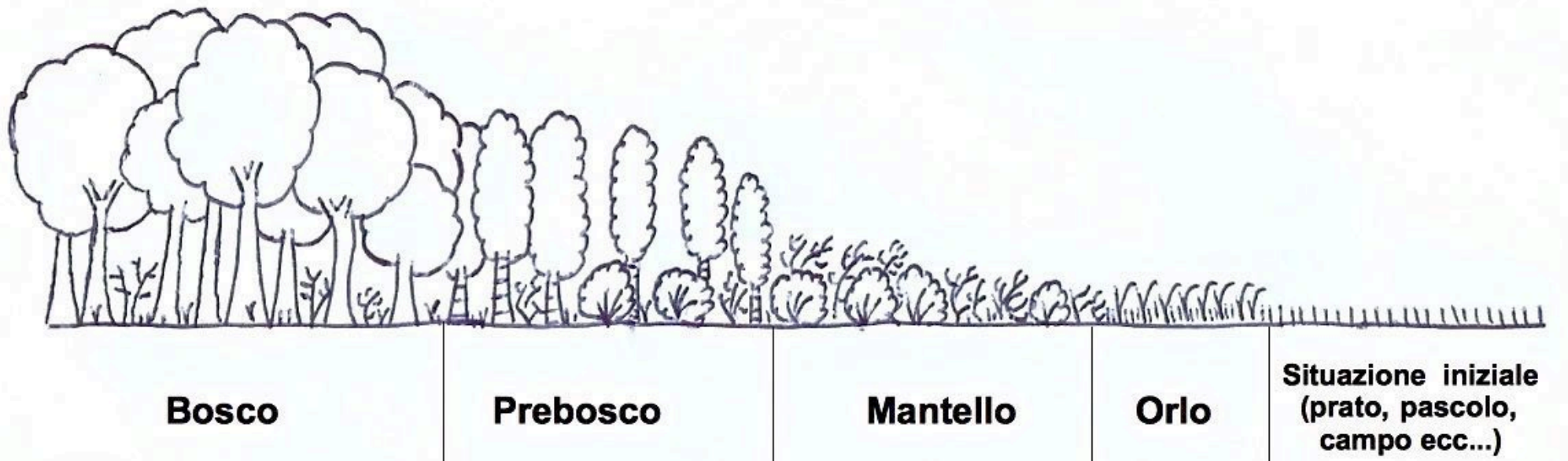
b, limestone quarries chronosequence (Gilardelli et al. 2016);

c, proglacial chronosequence (D'Amico et al. 2014);

d, abandoned fields chronosequence (Barni & Siniscalco 1999).

La dinamica di vegetazione

è “un processo attraverso il quale al passare del tempo comunità vegetali si sostituiscono l’una nell’altra in uno stesso luogo.”



Anni d'abbandono

La VEGETAZIONE è “Un sistema composto da piante disposte nell’ordine che esse spontaneamente assumono mediante un processo di auto-regolazione, in dipendenza dei **fattori ambientali**” (Pignatti, 1998)

Suolo, disturbi (abiotici o biotici), clima ...

La vegetazione non è stabile nel tempo. Al variare di uno o più fattori ambientali la vegetazione cambia gradualmente secondo due meccanismi principali:

1) FLUTTUAZIONI: Variazioni “quantitative” che non portano ad un cambiamento stabile della comunità (es: variazioni stagionali)

2) SUCCESSIONI (o serie dinamiche): Variazioni “qualitative” che comportano il succedersi di diverse comunità vegetali (stadi della serie) nello stesso luogo al passare del tempo.

Le SUCCESSIONI possono essere:

1) PRIMARIE:

Hanno origine a partire da suolo sterile dopo eventi “zero” (colate laviche, morene glaciali ecc...)



2) SECONDARIE:

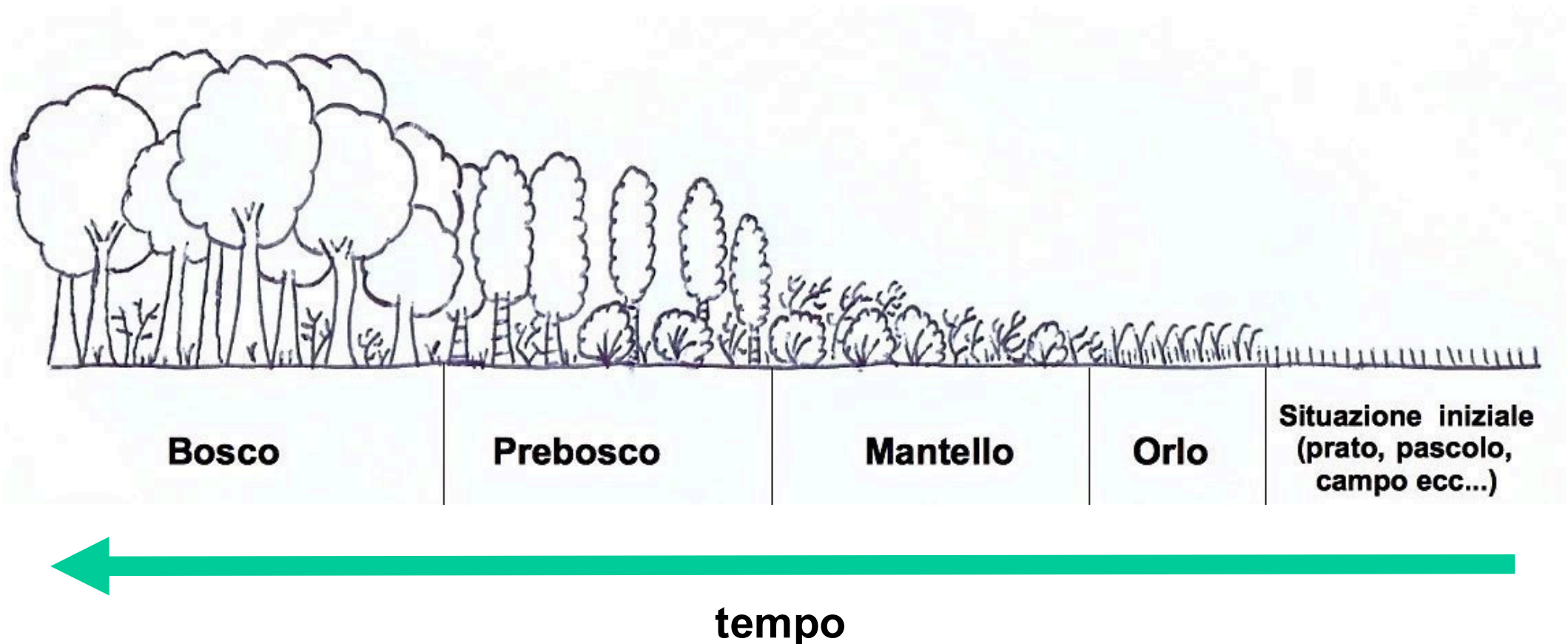
Hanno origine a partire da una vegetazione già presente in seguito all'intensificarsi o all'affievolirsi del disturbo (es: abbandono di colture, taglio bosco ecc...)



Le SUCCESSIONI SECONDARIE:

Hanno origine a partire da una vegetazione già presente in seguito all'intensificarsi o all'affievolirsi del disturbo

Esempio di successione secondaria: l'abbandono di un prato





**Situazione iniziale:
Prato di monte (*Trisetetum flavescentis*)**



Orlo a felce aquilina (*Pteridium aquilinum*)

A photograph of a dense forest understory. The scene is filled with various green plants, including ferns and shrubs. In the center, there is a prominent, light-colored, bushy plant with many small, pale yellow flowers. The background shows taller trees, including some evergreens, under a bright sky. The overall atmosphere is lush and vibrant.

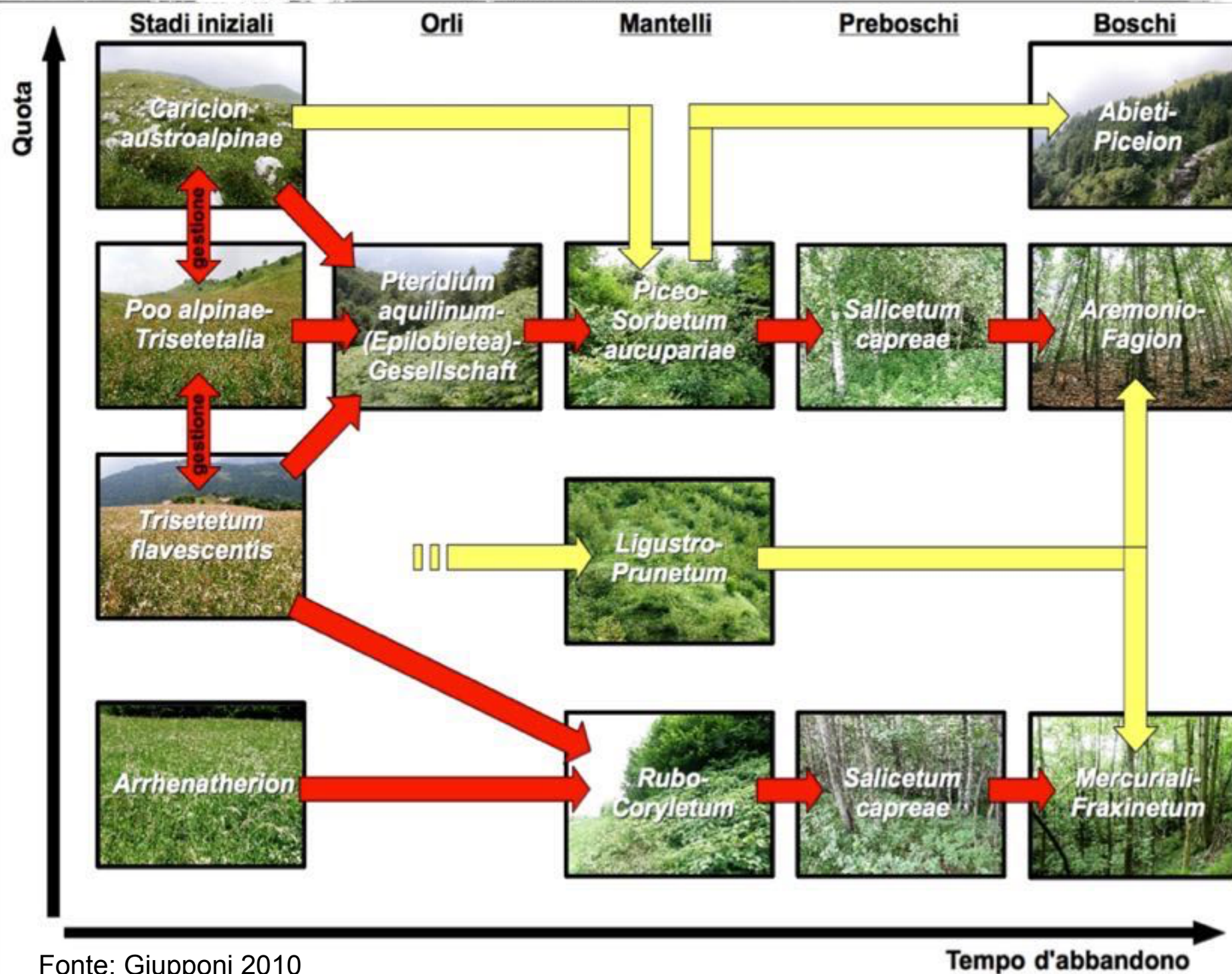
Mantello (arbusteto):
Piceo-Sorbetum aucupariae

Prebosco:
Salicetum capreae





Bosco:
Faggeta (*Aremonio-Fagion*)



Fonte: Giupponi 2010

Le comunità vegetali che costituiscono una successione possono essere anche distribuite spazialmente in un'area ecologicamente uniforme a formare una **serie di vegetazione (o sigmeto)**, definita come: l'insieme di "tutte le associazioni legate da rapporti dinamici che si rinvencono all'interno di una stessa unità ambientale" (Poldini e Sburlino, 2005).

Il sigmeto è l'unità fondamentale della fitosociologia dinamica (o sinfitosociologia) e l'insieme di sigmeti contigui presenti in un dato territorio (all'interno di una stessa unità biogeografica e piano bioclimatico) è detto **geosigmeto** (o geoserie) (Rivas-Martínez, 2005). Il geosigmeto è l'unità elementare della fitosociologia integrata (o geosinfitosociologia)



PRODROMO DELLA VEGETAZIONE ITALIANA

Cerca *syntaxa, specie, autori, etc*

[Introduzione](#) | [Guida](#) | [Bibliografia](#) | [Glossario](#) | [Schema sintassonomico](#)

In attuazione della Strategia Nazionale per la Biodiversità 2011-2020, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare intende divulgare e rendere fruibile il "Prodromo della vegetazione italiana" coniugando, in tal modo, le conoscenze della ricerca scientifica con le esigenze applicative della conservazione, gestione e uso sostenibile della biodiversità. Il Prodromo della Vegetazione d'Italia è uno strumento di lavoro per ricercatori, professionisti, pubblici amministratori e, nello stesso tempo, rappresenta una opportunità di conoscenza per appassionati della natura e cittadini "curiosi" di conoscere come si studia la vegetazione e quali sono le caratteristiche vegetazionali del nostro Paese.

Fonte: <http://www.prodromo-vegetazione-italia.org>

Con tali finalità e in analogia con quanto realizzato con il "Manuale italiano di interpretazione degli habitat di interesse comunitario", il Ministero e la

la vegetazione non è un elemento statico, ma dinamico che interagisce con l'ambiente in cui si trova modificandone alcune caratteristiche (in particolare il suolo e il microclima) e di conseguenza ponendo le basi per un suo continuo cambiamento.

L'ingegneria naturalistica deve innanzitutto conoscere e per quanto possibile assecondare tale processo, e secondariamente sfruttarlo indirizzandolo e accelerandolo per ottenere i risultati desiderati in un tempo inferiore a quanto si avrebbe con un processo completamente naturale.

Il substrato di partenza nelle opere di ingegneria naturalistica

Il substrato di partenza è spesso costituito da detriti incoerenti con poca terra fine (suoli grezzi). Questo limita la crescita di specie erbacee e arboree esigenti.

... SUCCESSIONI PRIMARIE!



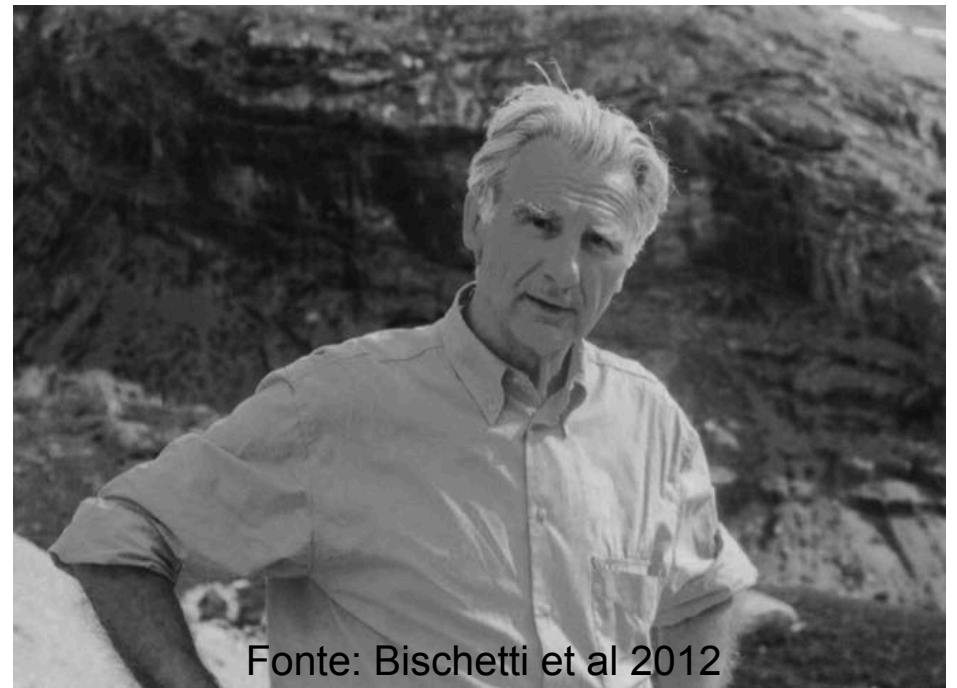
La scelta delle specie vegetali

Di particolare importanza nella scelta delle specie vegetali più adatte per la biotecnica naturalistica è la conoscenza delle associazioni pioniere su suoli grezzi e della loro successione...

I risultati più precisi, che richiedono modesto impiego di tempo, sono forniti dai rilievi fitosociologici, eseguiti su stazioni vicine o per lo meno affini.

Dall'insieme di tali rilievi otteniamo quelle specie che si dovrebbero impiegare nelle sistemazioni.

(SchiechtI 1991)

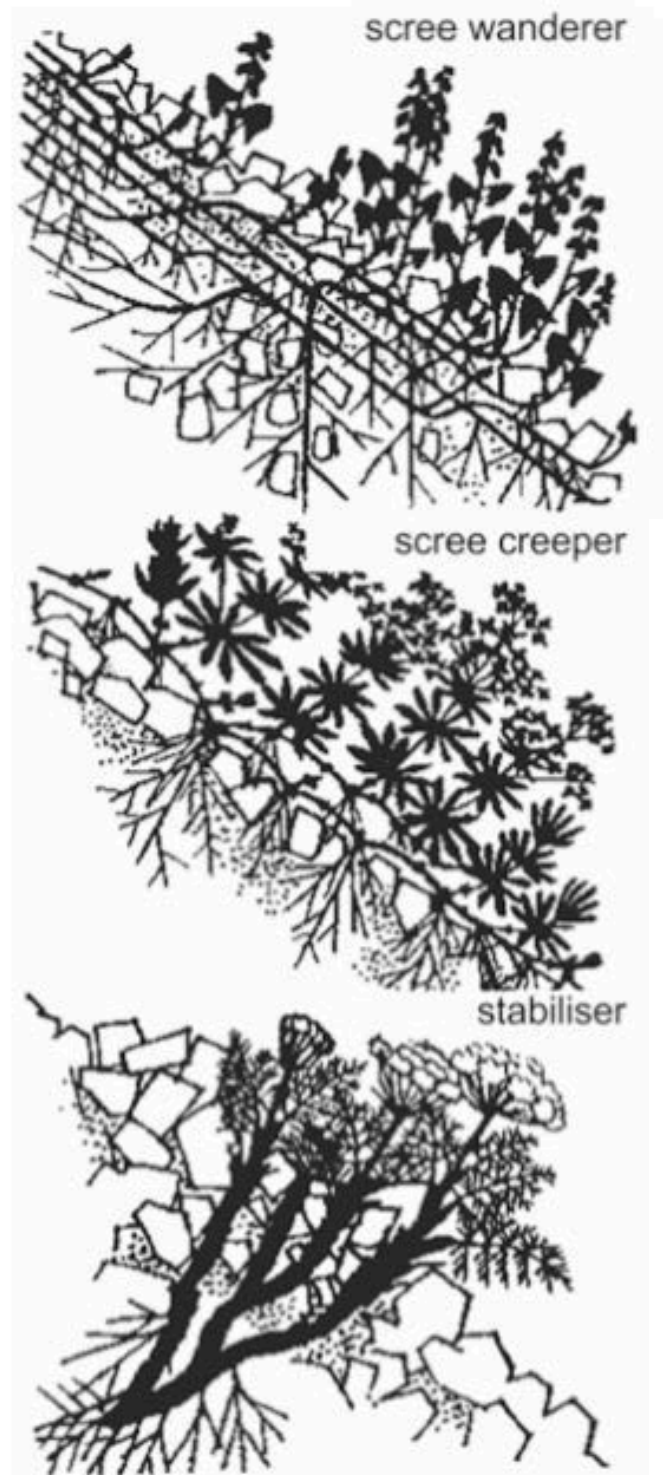


Fonte: Bischetti et al 2012

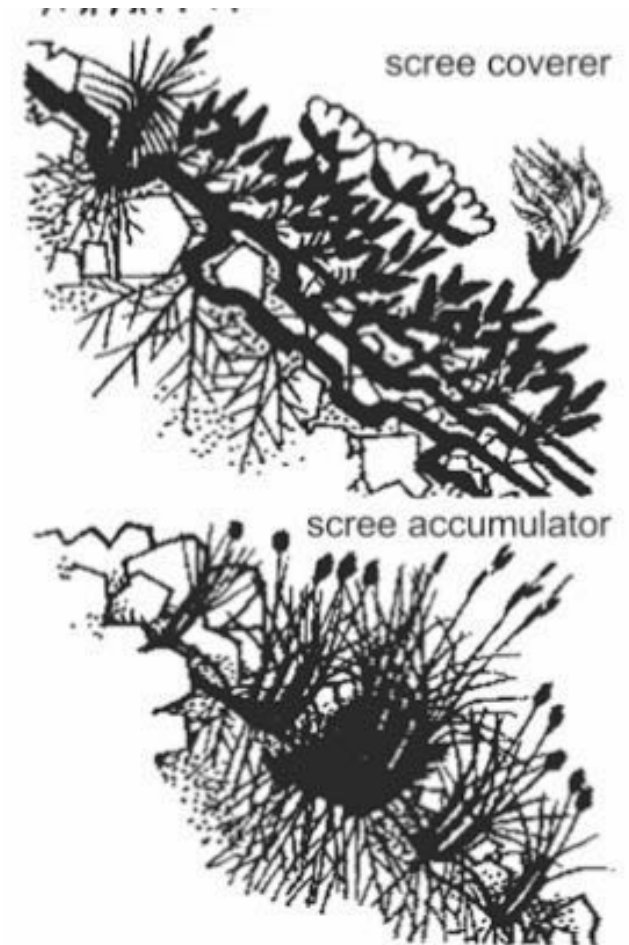
Hugo Meinhard SchiechtI (1922-2002).

Le piante dei ghiaioni

Fig. 5.70 Life forms of scree plants according to Schröter (1926) in Reisigl and Keller (1994). Examples of scree wanderers include *Thlaspi rotandifolium* and *Rumex scutatus*, scree creepers include *Arabis alpina* and *Linaria alpina*, scree stabilisers include *Oxyria digyna* and *Cystopteris fragilis*, scree coverers include *Dryas octopetala* and *Saxifraga oppositifolia* and scree accumulators particularly *Carex sempervirens* and *C. firma* as well as *Sesleria albicans*



FONTE:
Leuschner & Ellenberg
(2017): Ecology of Central
European Non-Forest
vegetation



Specie pioniere

Linaria tonzigii, *Hutchinsia alpina*, *Saxifraga moschata*



Specie pioniere

Aquilegia einseleana, *Cerastium latifolium*, *Rumex scutatus*



Carex firma





Dryas octopetala



Hedysarum exaltatum
Rhododendron hirsutum



Megaforbieto



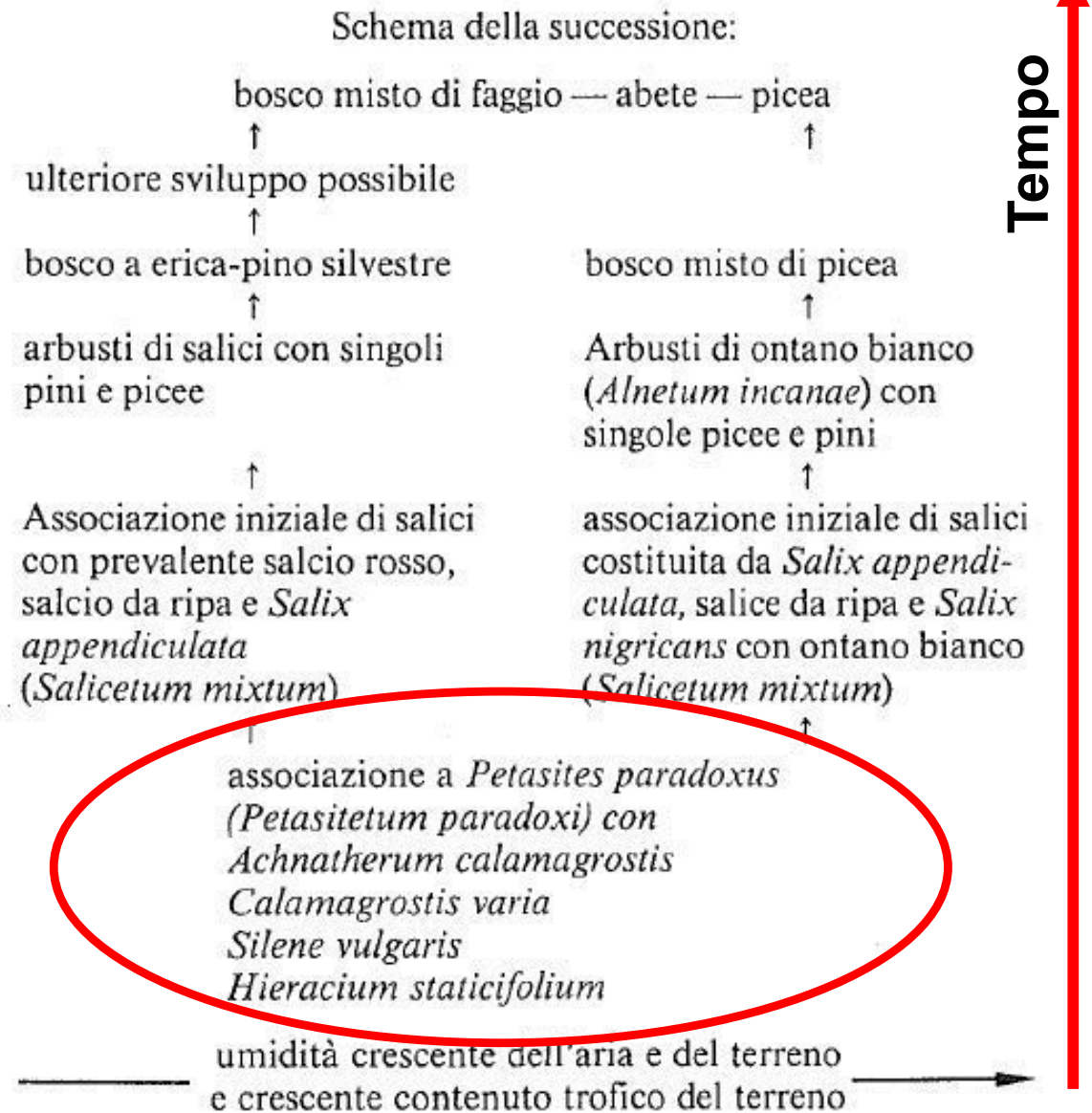
**Prateria alpina dei substrati calcarei
(seslerio-sempervireto)**

L'analisi della vegetazione

Accelerare la dinamica di vegetazione riducendo gli impatti agli ecosistemi e al paesaggio

Quale è il tempo con cui si esplicano questo tipo di successioni?

II) Frane in boschi misti di faggio e abete e nei boschi di picea del piano inferiore della picea



Fonte: Schiechl (1991).

Lo studio della dinamica della vegetazione

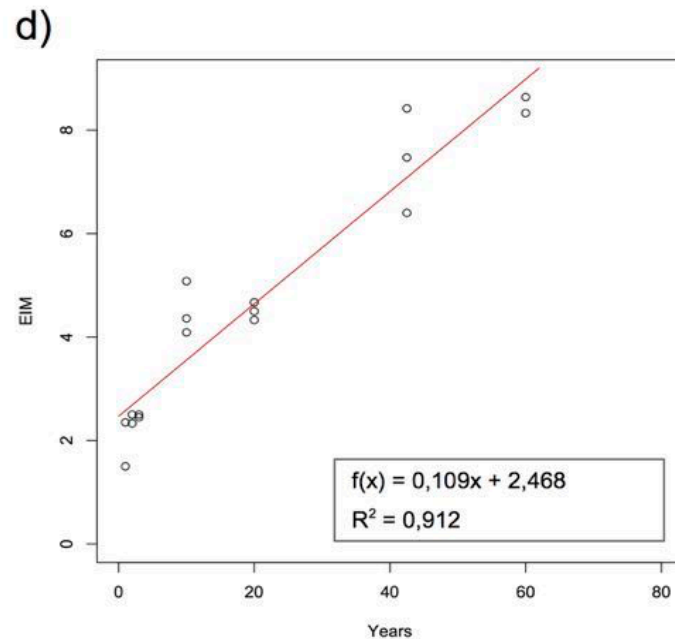
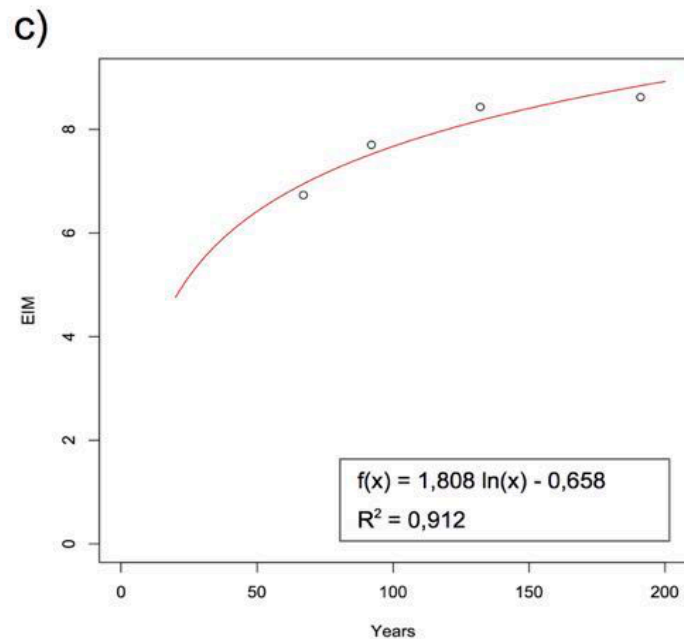
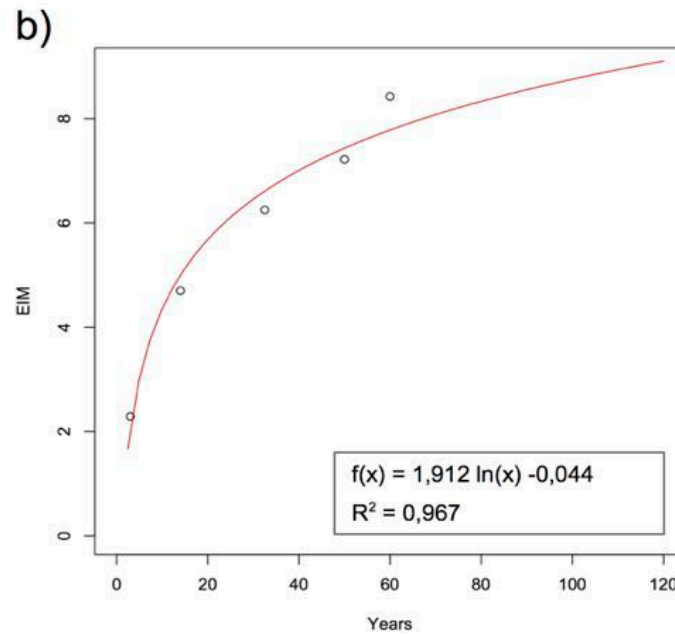
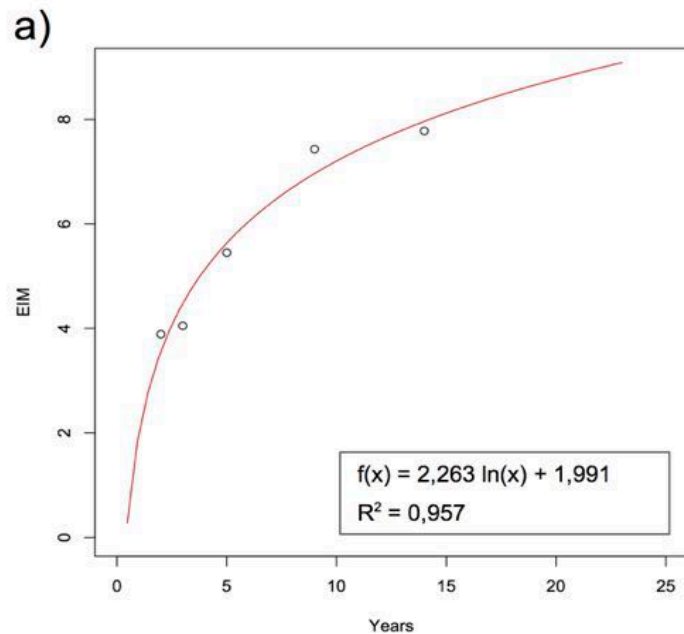
1) Metodo DIACRONICO (“quadrato permanente”)

- Pregi: Controllo diretto del fenomeno
- Difetti: tempi di analisi eccessivamente lunghi

2) Metodo SINCRONICO (ricercare i legami dinamici tra le associazioni che si trovano in un determinato territorio in un determinato momento)

- Pregi: tempi di analisi relativamente brevi
- Difetti: analisi indiretta molto spesso basata su interpretazioni

Vegetation analysis of a chronosequence and EIM trend



Trend of the ecological index of maturity (EIM) over time (x) of the four chronosequences:

a, Val Camonica chronosequence (Giupponi et al. 2017a);

b, limestone quarries chronosequence (Gilardelli et al. 2016);

c, proglacial chronosequence (D'Amico et al. 2014);

d, abandoned fields chronosequence (Barni & Siniscalco 1999).

Section I

Application of floristic-vegetational indices for the analysis of soil stabilization works conducted in Val Camonica (Northern Italy)

This research has led to the formulation of two floristic-vegetational indices:

1) Ecological Index of Maturity (EIM)

2) Index of Ecological Success (IES)

These indices are based on the study of the vegetation according to the phytosociological method

Index of Ecological Success (IES)

IES is an index for evaluating the effectiveness of soil bioengineering works in mountain areas with particular reference to slope stabilization. The IES compares the EIM values of the vegetation of an area affected by soil stabilization work with the expected EIM value at a precise time after completion of soil stabilization work. The IES is defined as follows:

$$IES = \frac{EIMc_{(t)}}{EIMe_{(t)}}$$

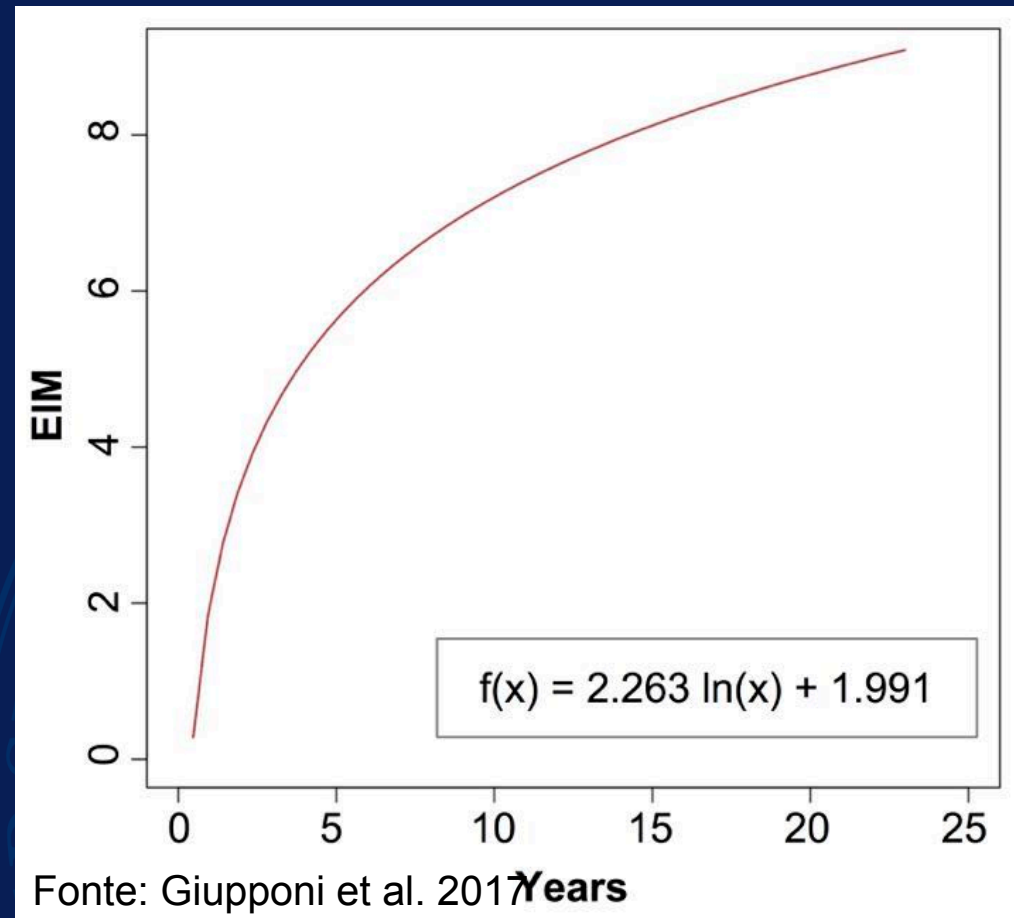
EIMc is the value provided by the calculation of the EIM (ecological index of maturity) referring to the vegetation present in the study area at a certain time t (years since the end of the soil bioengineering works) and **EIMe** is the value of EIM expected for the vegetation of that area at the time t .

IES values of around 1 mean that the calculated EIM (EIMc) is similar to the expected EIM (EIMe) and therefore that intervention has been successful.

Index of Ecological Success (IES)

IES was applied to the three study areas (Azzone, Val Dorena and Val Palot).

In this case the **EIM_e** value (expected EIM) was calculated using data published by Giupponi et al. (2017a):

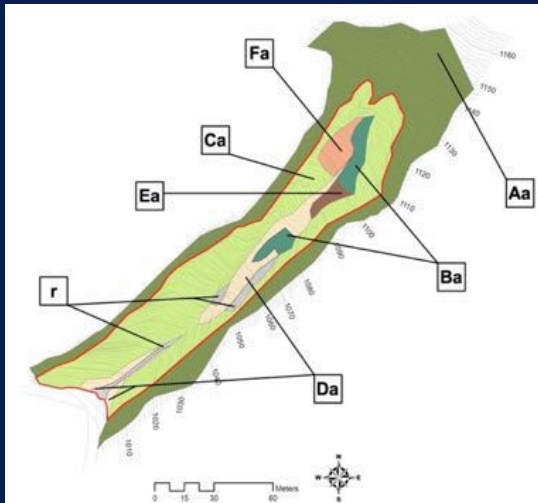


Trend of the ecological index of maturity (EIM)
over time (x)

Results

Comparison between the values of IES of the three study areas

Azzone (a)



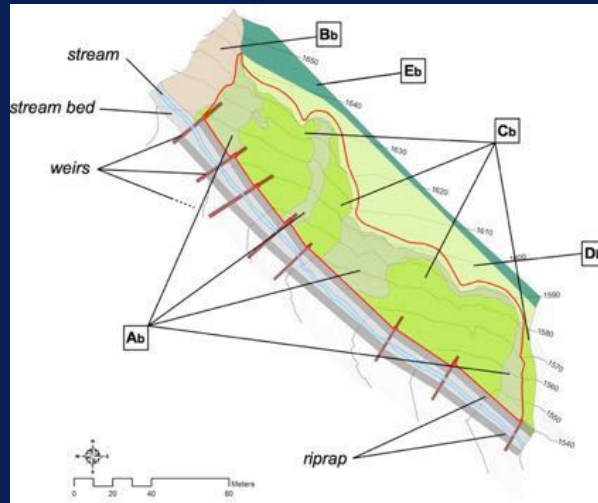
$$\text{EIMc} = 6,91$$

Years elapsed after the end of the work: 19

$$\text{EIMe} = 8,65$$

$$\text{IES} = 0,80$$

Val Dorena (b)



$$\text{EIMc} = 6,67$$

Years elapsed after the end of the work: 15

$$\text{EIMe} = 8,12$$

$$\text{IES} = 0,82$$

Val Palot (c)



$$\text{EIMc} = 8,58$$

Years elapsed after the end of the work: 19

$$\text{EIMe} = 8,65$$

$$\text{IES} = 0,99$$

The IES considers the time elapsed after the end of the works (vegetation dynamic)

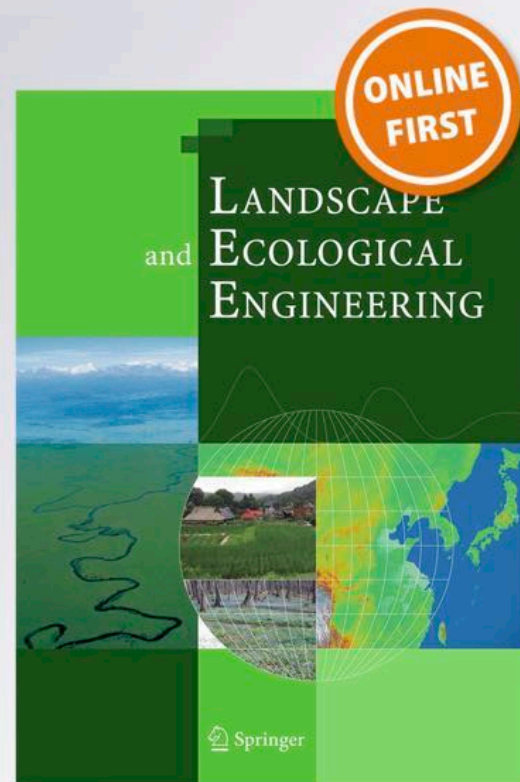
A proposal for assessing the success of soil bioengineering work by analysing vegetation: results of two case studies in the Italian Alps

Luca Giupponi, Gian Battista Bischetti & Annamaria Giorgi

Landscape and Ecological Engineering

ISSN 1860-1871

Landscape Ecol Eng
 DOI 10.1007/s11355-016-0323-5



A proposal for assessing the success of soil bioengineering work by analysing vegetation: results of two case studies in the Italian Alps

Luca Giupponi¹ · Gian Battista Bischetti² · Annamaria Giorgi^{1,2}

Received: 19 July 2016 / Revised: 24 October 2016 / Accepted: 26 December 2016
 © International Consortium of Landscape and Ecological Engineering and Springer Japan 2017

Abstract The evaluation of the success of soil bioengineering work is an issue still poorly addressed by the scientific community. Nevertheless, soil bioengineering techniques are increasingly used worldwide when mitigating the impact on the environment and the landscape is one, but not the only, goal of intervention. A tool to measure the success of soil bioengineering work, with reference to landslide stabilization, is presented in this paper: the index of ecological success (IES). The IES is based on the phytosociological analysis of vegetation and widens the potential applications of the ecological index of maturity (EIM), recently formulated by Giupponi et al. (Restor Ecol 23:635–644, 2015) to assess the degree of disturbance affecting a plant community. The IES compares the EIM values of the vegetation of an area affected by soil stabilization work with those of the expected vegetation at a precise time after completion of soil stabilization work, providing values ranging between 0 (maximum failure) and 1 (complete success). The IES was applied in two study areas located on two mountain slopes of the Southern Alps (Italy) which, as a result of landslides, were subject to soil bioengineering work aimed at slope

stabilization. The results of these first two applications confirm the efficacy of the IES in evaluating the success of soil bioengineering work in mountain areas and bode well as to its future application.

Keywords Index of ecological success · Landslide · Phytosociology · Plant community · Southern Alps

Introduction

The evaluation of the effectiveness of soil bioengineering work performed for soil stabilization and/or for ecological restoration is of great importance in order to identify and replicate the most successful approaches and techniques, as well as to analyse the causes of less successful ones. This point is especially relevant in view of the increasing awareness, throughout the world, regarding soil stabilization, nature conservation and ecosystem restoration issues (Aronson et al. 2006; Aronson and Alexander 2013). The scientific community, as a consequence, is called, today more than ever, to support land managers, planners and practitioners, providing them with new techniques and new analytical tools in order to counter the continuing loss of soil, habitats and biodiversity, associated both with natural processes and anthropogenic disturbance.

In terms of techniques adopted for soil stabilization, in the last decades low-impact measures which use living plants (or parts thereof) as stabilising materials, in combination with other materials (such as stones, soil, timber, steel, etc.), have been developed and used. These techniques are based on the principles of soil bioengineering (Schiechl 1973, 1980, 1991; Bischetti et al. 2012; Studer and Zeh 2014) and are increasing in popularity worldwide (Lewis 2000; Li and Eddleman 2002; Li et al. 2006; Wu

Electronic supplementary material The online version of this article (doi:10.1007/s11355-016-0323-5) contains supplementary material, which is available to authorized users.

✉ Luca Giupponi
 luca.giupponi@unimi.it

¹ Centre of Applied Studies for the Sustainable Management and Protection of Mountain Areas-Ge.S.Di.Mont., University of Milan, Via Morino 8, Edolo 25048, Brescia, Italy

² Department of Agricultural and Environmental Sciences-Production, Landscape and Agroenergy, University of Milan, Via Celoria 2, Milan 20133, Italy

Published online: 26 April 2017

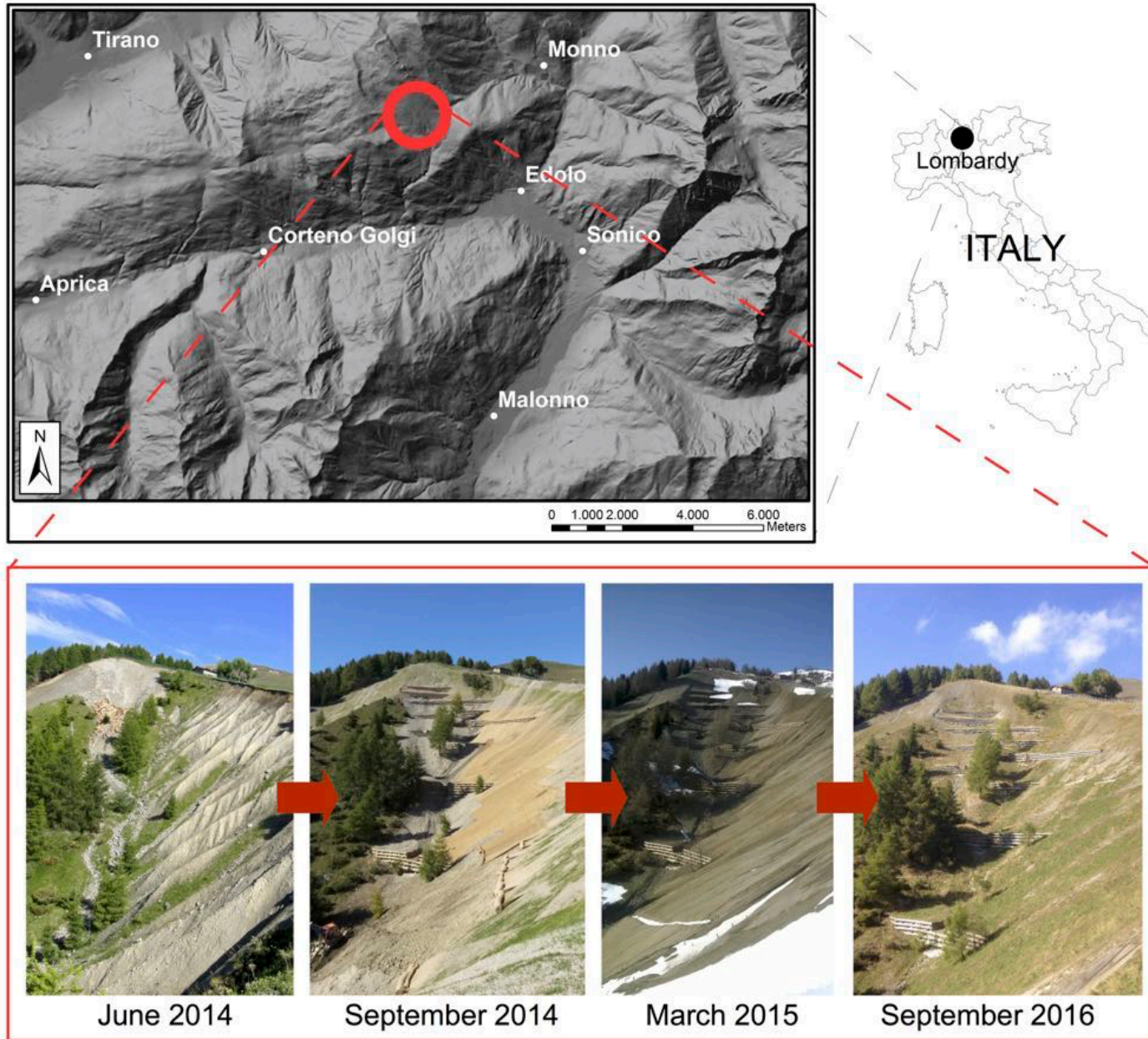
Index of Ecological Success (IES)

Alpe Mola



EIM e IES sono stati impiegati per studiare la dinamica di un'area interessata da opere di ingegneria naturalistica

Fonte: Giupponi et al. 2019



Alpe Mola

1700 m a.s.l.

Fonte: giupponi et al. 2019

Landscape and Ecological Engineering (2019) 15:37–50
https://doi.org/10.1007/s11355-018-0359-9

ORIGINAL PAPER

How to renew soil bioengineering for slope stabilization: some proposals

Luca Giupponi¹ · Gigliola Borgonovo² · Annamaria Giorgi^{1,3} · Gian Battista Bischetti^{1,3}

Received: 26 April 2018 / Revised: 28 June 2018 / Accepted: 2 July 2018 / Published online: 21 September 2018
© International Consortium of Landscape and Ecological Engineering and Springer Japan KK, part of Springer Nature 2018

Abstract

Mountain environments play a crucial role in maintaining biodiversity despite becoming more vulnerable to colluvial processes primarily induced by extreme meteorological events. Soil bioengineering stabilizes mountain slopes and limits impacts on ecosystems and is increasingly used worldwide, yet its effectiveness requires better assessment through post-intervention environmental monitoring. However such studies are only rarely performed even though they are essential to improve future intervention. This study reports soil and vegetation monitoring data of an area in the Italian Alps in which soil bioengineering work was carried out to restore an area hit by landslides. The monitoring involved an analysis of the floristic-vegetational and ecological features of the plant communities of the area of the soil bioengineering intervention (and in adjacent areas), as well as an analysis of the chemical-physical characteristics of the soils (texture, pH, organic matter, nitrogen content, roots depth) where these communities were established. The results of the monitoring, analyzed in the overall framework of the state of the art of the sector, have highlighted some lines of research and action that should be undertaken by technicians, researchers, and politicians to innovate and to make work aimed at the stabilization of landslides more effective. In particular, it would be extremely useful to study the biotechnical characteristics of herbaceous plants that are still “unknown” in soil bioengineering and to evaluate their possible effects on ecosystems in order to produce seed mixtures that, besides being useful for soil stabilization, can accelerate vegetation dynamics, therefore maximizing the success of such works.

Keywords Soil bioengineering · Seed mixture · Best practices · Ecological indices · Green infrastructure · Monitoring

Introduction

Alpine and mountain environments account for approximately 12% of the terrestrial area of the world (Körner et al. 2011) and they often present special and unique

environments that are the result of interaction between man and nature, as well as being biodiversity hotspots (Körner 2004). Many areas of the world are undergoing a gradual depopulation of mountain areas due mainly to industrialization and centralization of production activities in the large cities of the plains and their suburbs. This phenomenon, which for some geographical areas such as the Alps has been going on for several decades, is leading to the abandonment of many agricultural practices such as the cultivation of fields and management of pastures and woods. This economic and social process has inevitable repercussions on the territory and also increases vulnerability to landslides which are in fact increasingly widespread also because of an increase in extreme meteorological events attributable to climate change (Stott et al. 2013; NRC 2016). Hydrogeological phenomena, and in particular landslides, are an obstacle to the activities of the valley floor (and a threat to human life) and impact in various ways the environment and the landscape. They mainly lead to imbalances in ecosystems, loss of biodiversity, and degradation of soil and

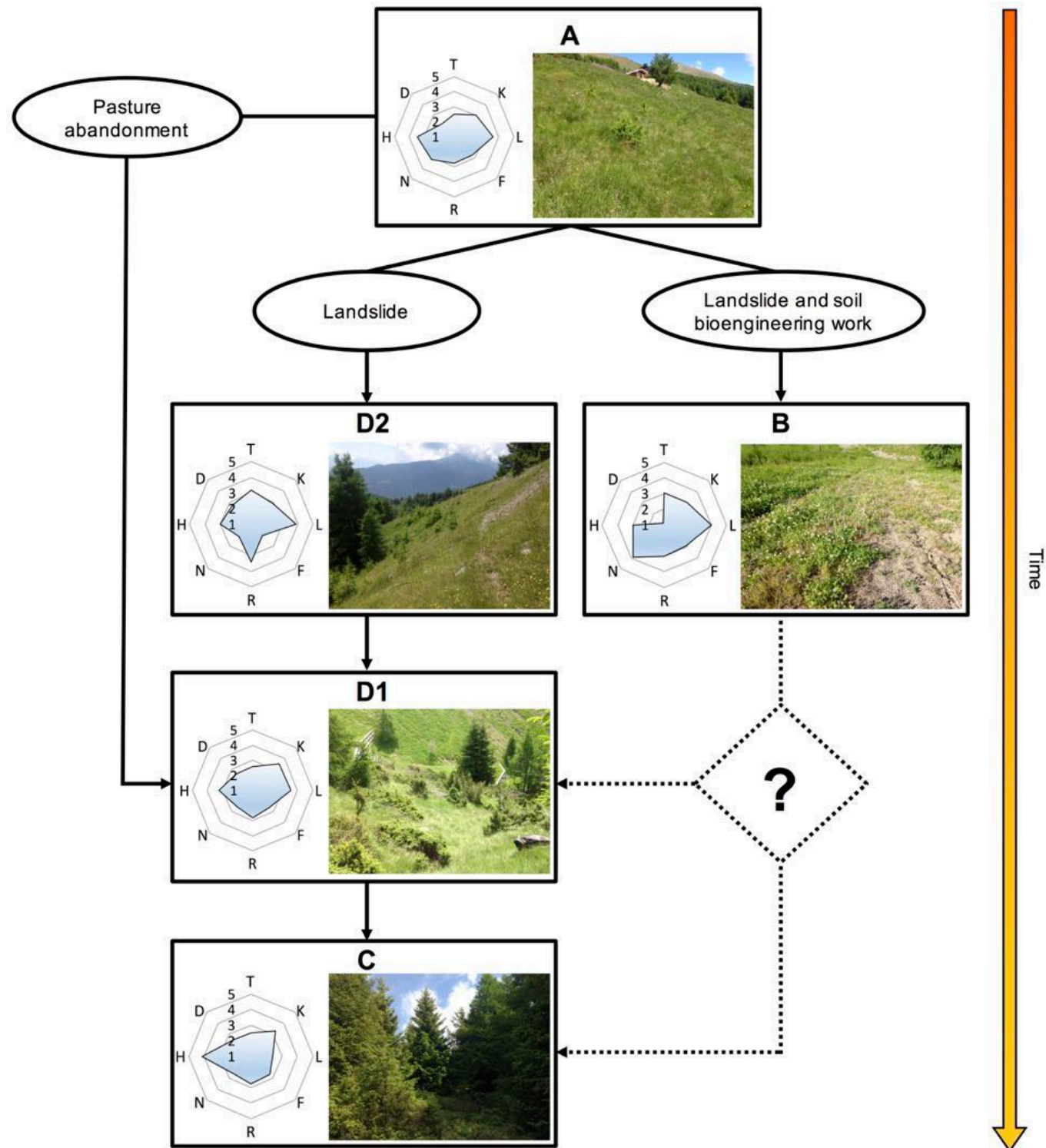
Electronic supplementary material The online version of this article (https://doi.org/10.1007/s11355-018-0359-9) contains supplementary material, which is available to authorized users.

✉ Luca Giupponi
luca.giupponi@unimi.it

¹ Centre of Applied Studies for the Sustainable Management and Protection of Mountain Areas, Ge.S.Di.Mont., University of Milan, Via Merate 8, 20048 Edoardo, BS, Italy

² Department of Food, Environmental and Nutritional Sciences, University of Milan, Via Celoria 2, 20133 Milan, Italy

³ Department of Agricultural and Environmental Sciences, Production, Landscape and Agroenergy, University of Milan, Via Celoria 2, 20133 Milan, Italy



Alpe Mola: analisi del suolo e della vegetazione

B



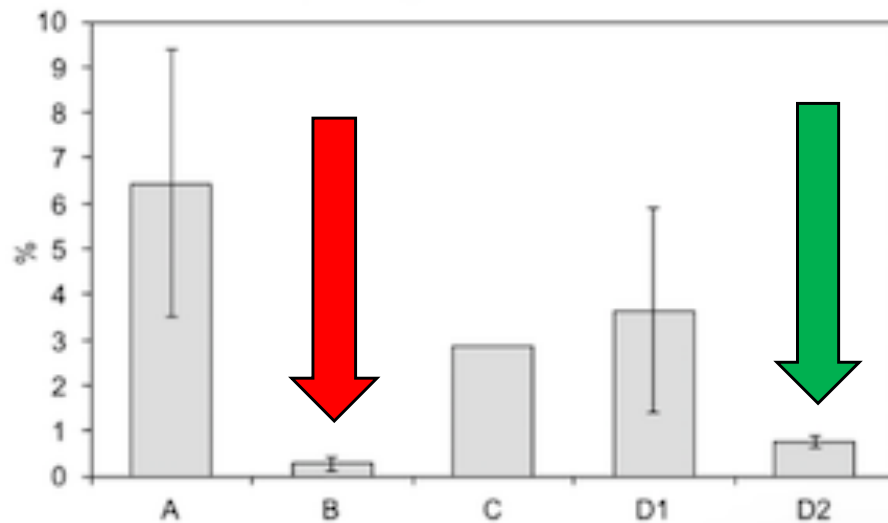
Comunità post semina

D2

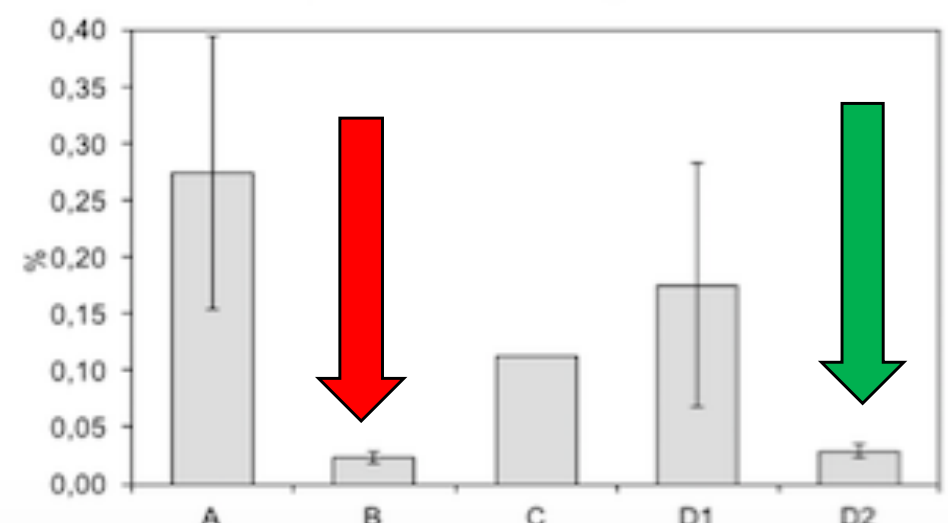


Ricolonizzazione spontanea

e) Organic Matter



f) Total Nitrogen



Fonte: Giupponi et al. 2019

In conclusione

- Lo studio delle piante e della dinamica di vegetazione è tema fondamentale per l'ingegneria naturalistica e le opere di ripristino ambientale
- Durante la progettazione delle opere di IN bisogna porre più attenzione alla vegetazione (caratteristiche biotecniche + ecologia + corologia)
- Manca una normativa chiara ed efficiente
- le specie autoctone pioniere dovrebbero essere un punto di riferimento quando non si ha terra fertile ma:
 - occorrono ulteriori studi ecologici e biotecnici
 - occorre renderle reperibili sul mercato

2. Produttori di sementi autoctone in Europa

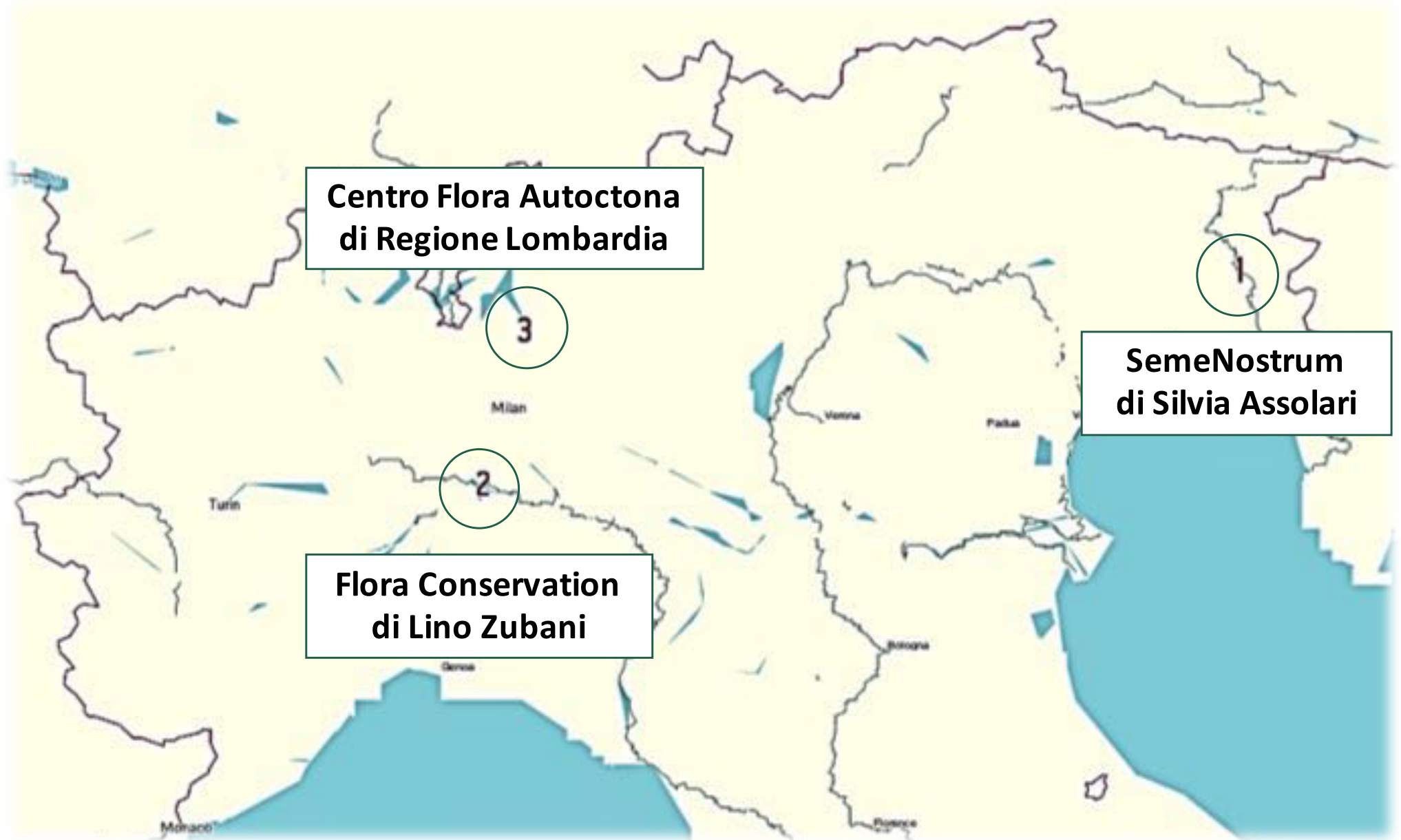
Country	Native Seed Producers				SZ ²
	NGO	Private	Public	Total	
Austria	1	9			
Belgium		3			
Bulgaria		2			
Czech Republic		3			
Denmark		2			
France		6			
Germany		12			
Greece			1		
Hungary		2			
Iceland			1		
Italy		4	1		
The Netherlands		4			
Norway		2	1		
Poland		2			
Portugal		2	1		
Republic of Ireland		2			
Romania		2			
Spain		10			
Sweden		3			
Switzerland		12			
UK	1	11			
Tot.	2	93	5		

**Zone di
provenienza
del seme**

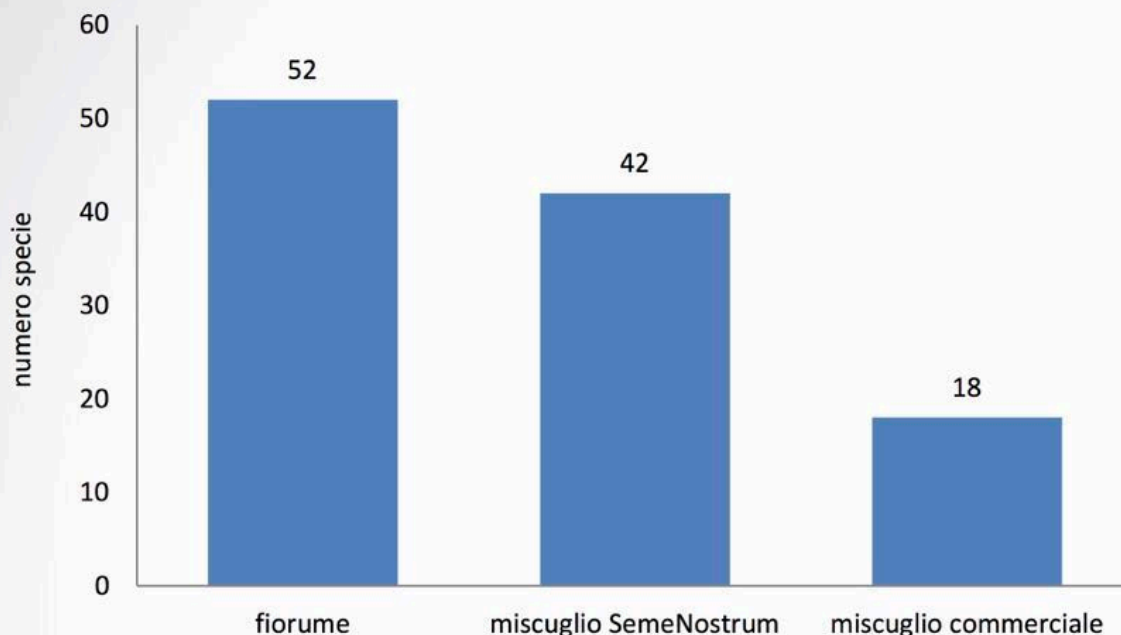


Fonte: De Vitis et al.,
2017

Realtà produttive in nord Italia

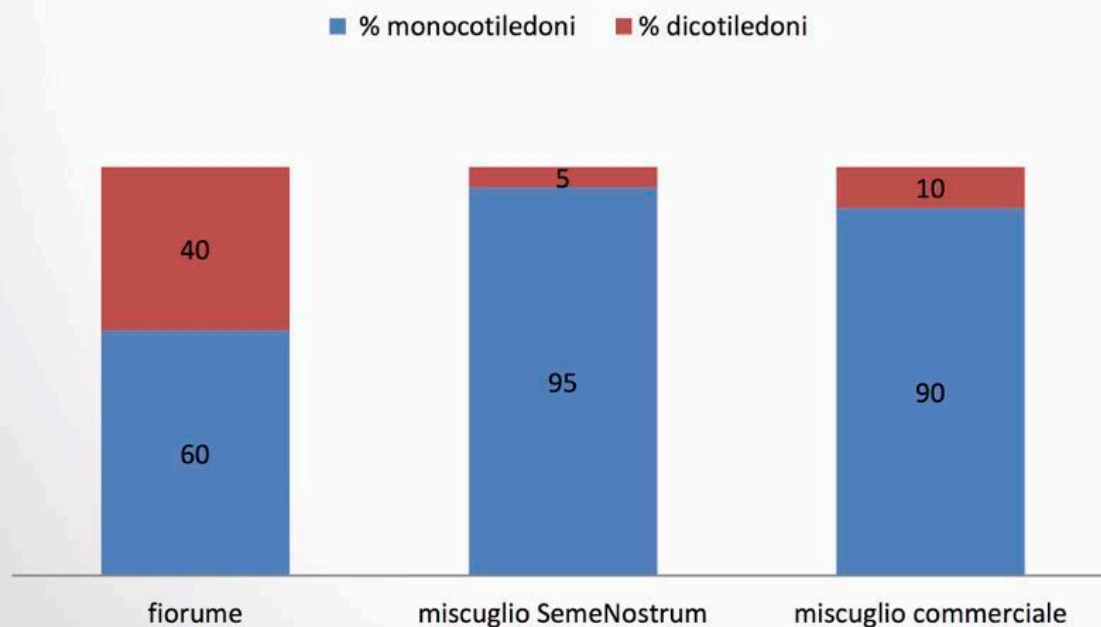


Composizione specifica



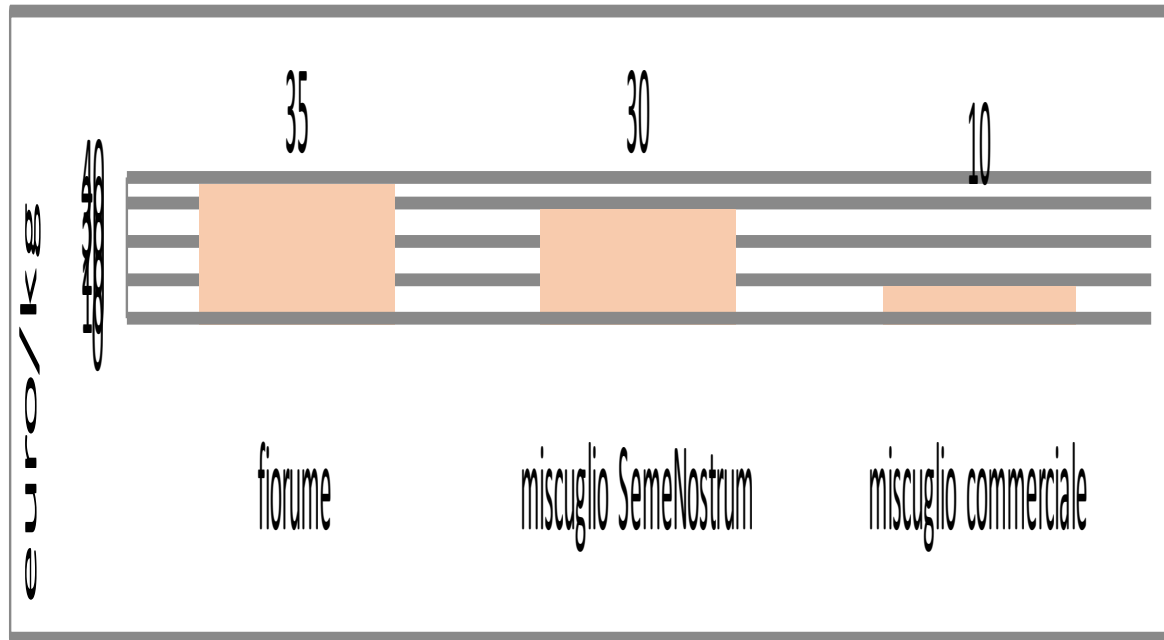
Il fiorume presenta il maggior numero di specie e molte dicotiledoni.

Il miscuglio di autoctone è composto da molte dicotiledoni ma esse sono una piccola percentuale.



composizione	%	PROV
Festuca rubra L.	42,5	DK
Bromus inermis Leyss.	1	A
Festuca arundinacea Schreb.	14	DK
Phleum pratense L.	5,5	DK
Lolium perenne L.	15	DK
Poa pratensis L.	5	DK
Dactylis glomerata L.	6,3	DK
Festuca pratensis Huds.	2	DK
Lotus corniculatus L.	0,5	CDN
Trifolium hybridum L.	1	DE
Trifolium repens L.	2	DE
Trifolium pratense L.	1	CDN
Medicago sativa L.	1	I
Onobrychis sativa L.	1	I
Vicia sativa L.	1	ES
Vicia villosa L.	1	H
Sanguisorba minor L.	0,1	DE
Plantago lanceolata L.	0,1	DE

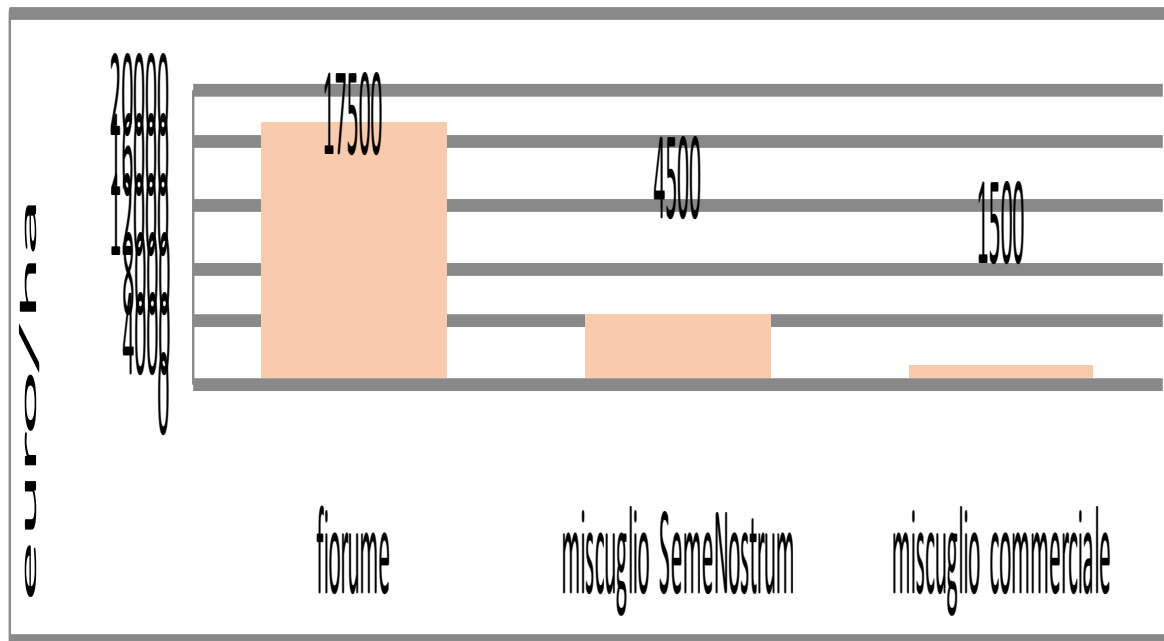
Costi



Costi elevati del materiale
autoctono

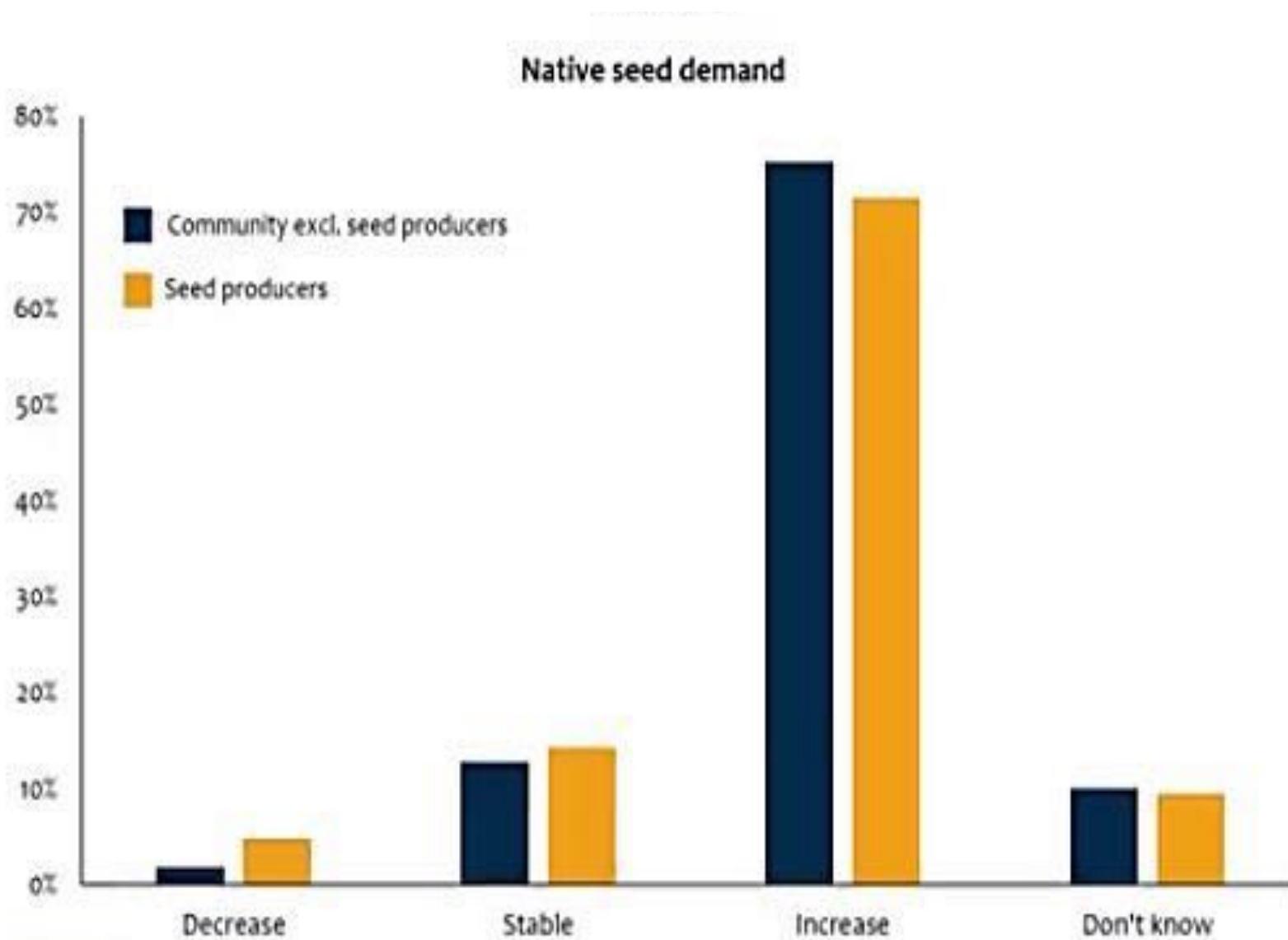


si acquistano sementi
commerciali.



La scelta delle specie
autoctone deve quindi
essere fortemente
motivata o obbligata per
trascurare l'aspetto
economico.

Domanda di semi nativi in crescita



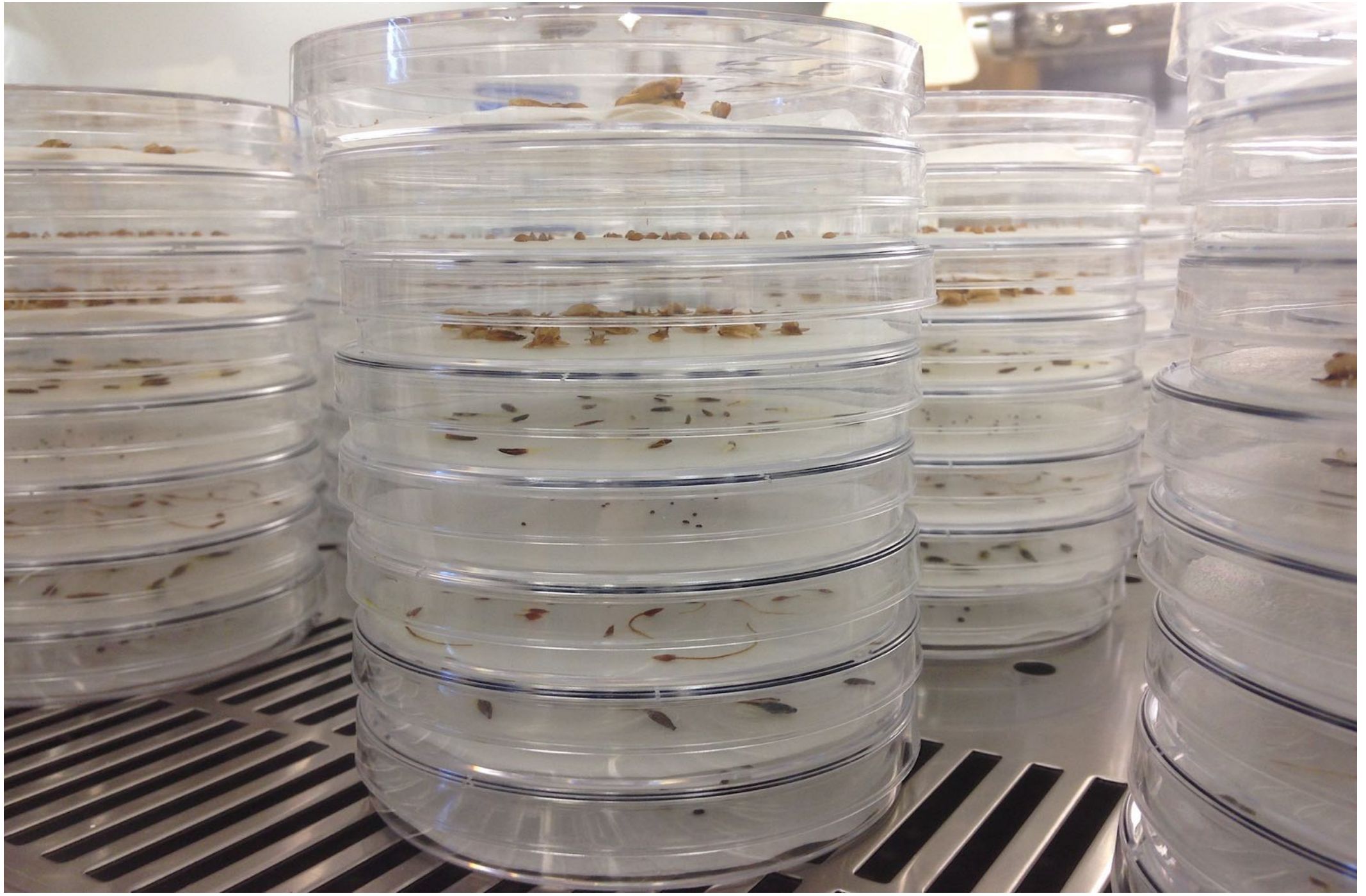
Fonte: De Vitis et al., 2017

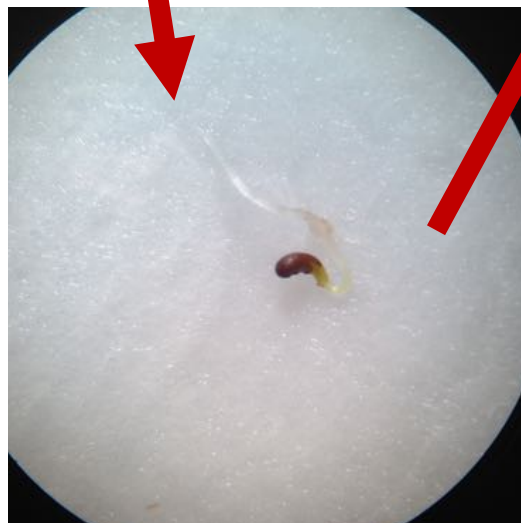
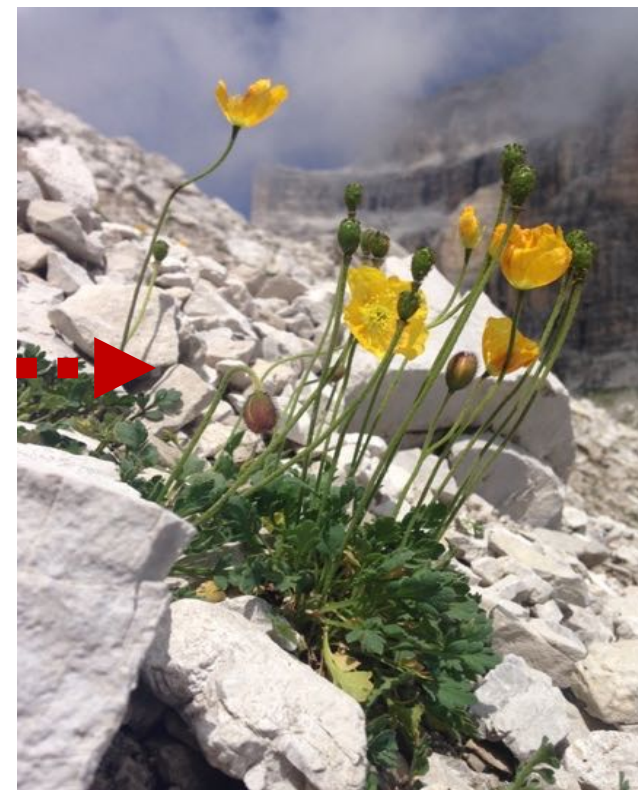
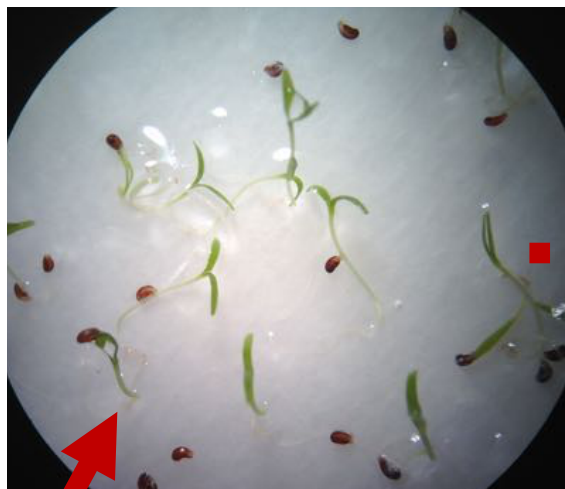
Il futuro

Punti chiave:

- Abbassare i costi delle specie autoctone.
- Dare possibilità di reddito alle imprese e agli agricoltori.
- Avere leggi che impongano l'uso di materiale vegetale autoctono e che ne agevolino la produzione, la certificazione e la commercializzazione.
- Accrescere la conoscenza e la realizzazione dei ripristini ambientali attraverso l'elaborazione di basi scientifiche.

Work in progress...





Grazie per l'attenzione

Luca Giupponi – PhD
luca.giupponi@unimi.it

