

Alberi per la fissazione del carbonio in ambiente urbano e periurbano

Federico Magnani



Alma Mater Studiorum
Università di Bologna



Fondazione AlberItalia

IPCC 2014 Foreste e mitigazione del Climate Change

Le diverse opzioni

A fianco di lotta alla deforestazione e gestione forestale sostenibile, il rimboschimento viene proposto dall'IPCC come una delle opzioni per la mitigazione del Climate Change, con possibili benefici ambientali e sociali

Categories	Practices and Impacts	Technical Mitigation Potential	Ease of Implementation	Timescale for implementation
Forestry				
Reducing deforestation	C: Conservation of existing C pools in forest vegetation and soil by controlling deforestation protecting forest in reserves, and controlling other anthropogenic disturbances such as fire and pest outbreaks. Reducing slash and burn agriculture, reducing forest fires.			
	CH ₄ , N ₂ O: Protection of peatland forest, reduction of wildfires.			
Afforestation/reforestation	C: Improved biomass stocks by planting trees on non-forested agricultural lands. This can include either monocultures or mixed species plantings. These activities may also provide a range of other social, economic, and environmental benefits.			
Forest management	C: Management of forests for sustainable timber production including extending rotation cycles, reducing damage to remaining trees, reducing logging waste, implementing soil conservation practices, fertilization, and using wood in a more efficient way, sustainable extortion of wood energy			
	CH ₄ , N ₂ O: Wildfire behaviour modification.			
Forest restoration	C: Protecting secondary forests and other degraded forests whose biomass and soil C densities are less than their maximum value and allowing them to sequester C by natural or artificial regeneration, rehabilitation of degraded lands, long-term fallows.			
	CH ₄ , N ₂ O: Wildfire behaviour modification.			

Timing: Long-term, 5-10 yrs, immediate

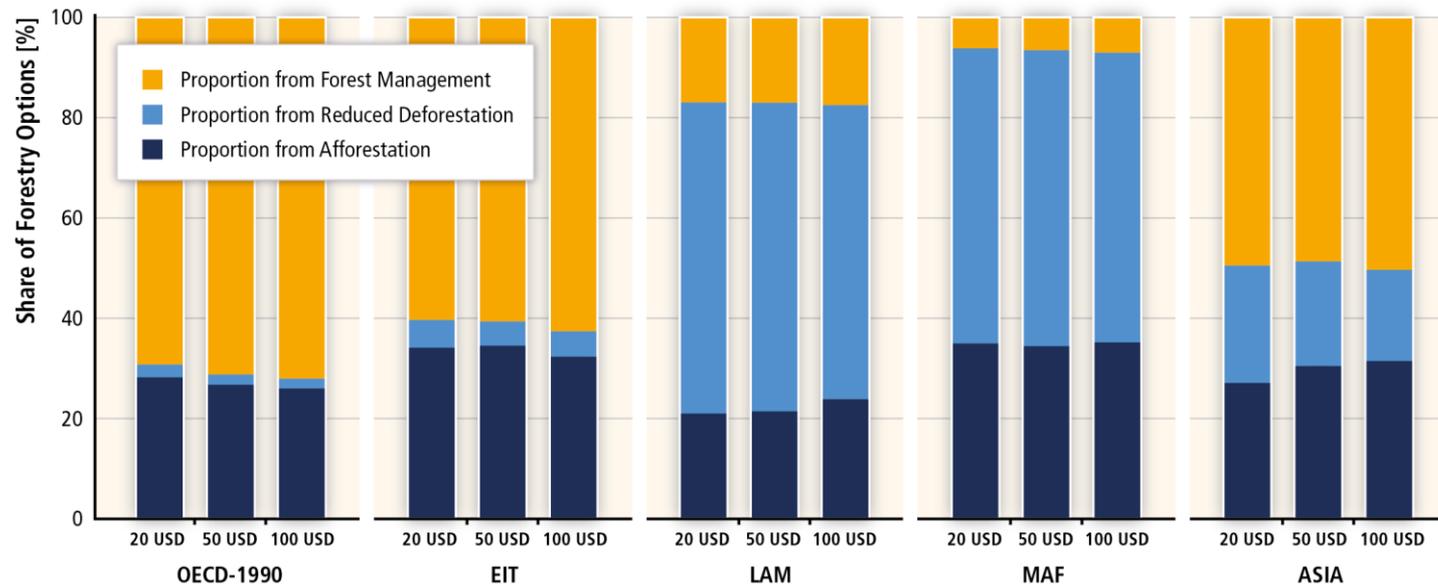
Ease of implementation: Difficult, Medium, Easy

IPCC 2014 Foreste e mitigazione del Climate Change

Quali attività forestali prediligere?

Attività di mitigazione hanno diversa rilevanza a seconda della regione geografica:

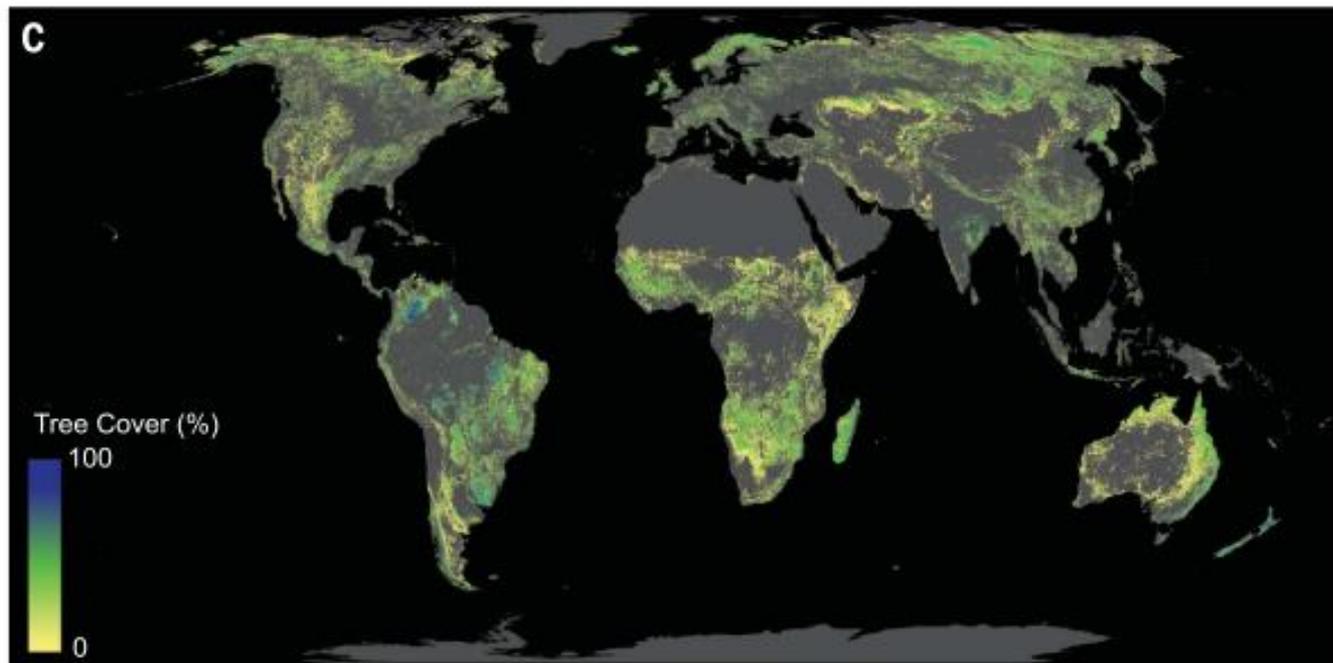
- Lotta alla deforestazione in America Latina e Africa
- Gestione forestale sostenibile, invecchiamento delle foreste e riduzione delle utilizzazioni nel resto del mondo
- **Rimboschimento dappertutto**



RESTORATION ECOLOGY

The global tree restoration potential

Jean-Francois Bastin^{1*}, Yelena Finegold², Claude Garcia^{3,4}, Danilo Mollicone²,
Marcelo Rezende², Devin Routh¹, Constantin M. Zohner¹, Thomas W. Crowther¹



Escludendo foreste esistenti, aree urbane e agricole, spazio per altri 0.9 miliardi di ettari di copertura forestale, che potrebbero immobilizzare 205 Gt di C (> 40 anni di aumenti di C atmosferico)

RESTORATION ECOLOGY

The global tree restoration potential

How much land would it take to plant all these trees?

Many plans to achieve “net-zero” carbon emissions require land - either to plant new trees, reforest previously forested areas or sequester carbon in the soil. But is there even enough land on earth to offset continued carbon emissions?

To meet their 2050 goals, TotalEnergies would need **2.6m hectares** of land, which is about the size of Haiti.

Haiti



ENI would need **16m hectares**, which is about the size of Cambodia.

Cambodia



BP would need **22.5m hectares**, which is about the size of Ghana.

Ghana

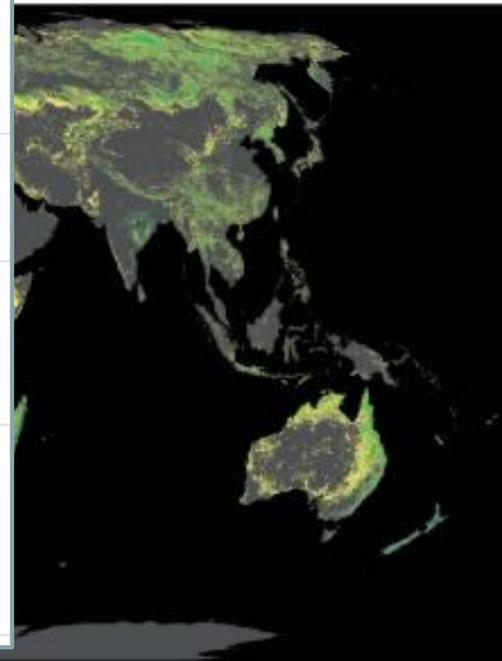


Shell would need **28.6m hectares**, which is about the size of Italy.

Italy



...cia^{3,4}, Danilo Mollicone²,
...ner¹, Thomas W. Crowther¹



Escludendo foreste esistenti, aree urbane e agricole, spazio per altri 0.9 miliardi di ettari di copertura forestale, che potrebbero immobilizzare 205 Gt di C (> 40 anni di aumenti di C atmosferico)

Nuove piantagioni di alberi e foreste Un fiorire di attività



1t.org

About us ▾

Corporate eng...

Mettiamo
radici per
il futuro



**UN CLIMATE
CHANGE
CONFERENCE
UK 2021**

IN PARTNERSHIP WITH ITALY

transform for the
tree community.

 Regione Emilia-Romagna



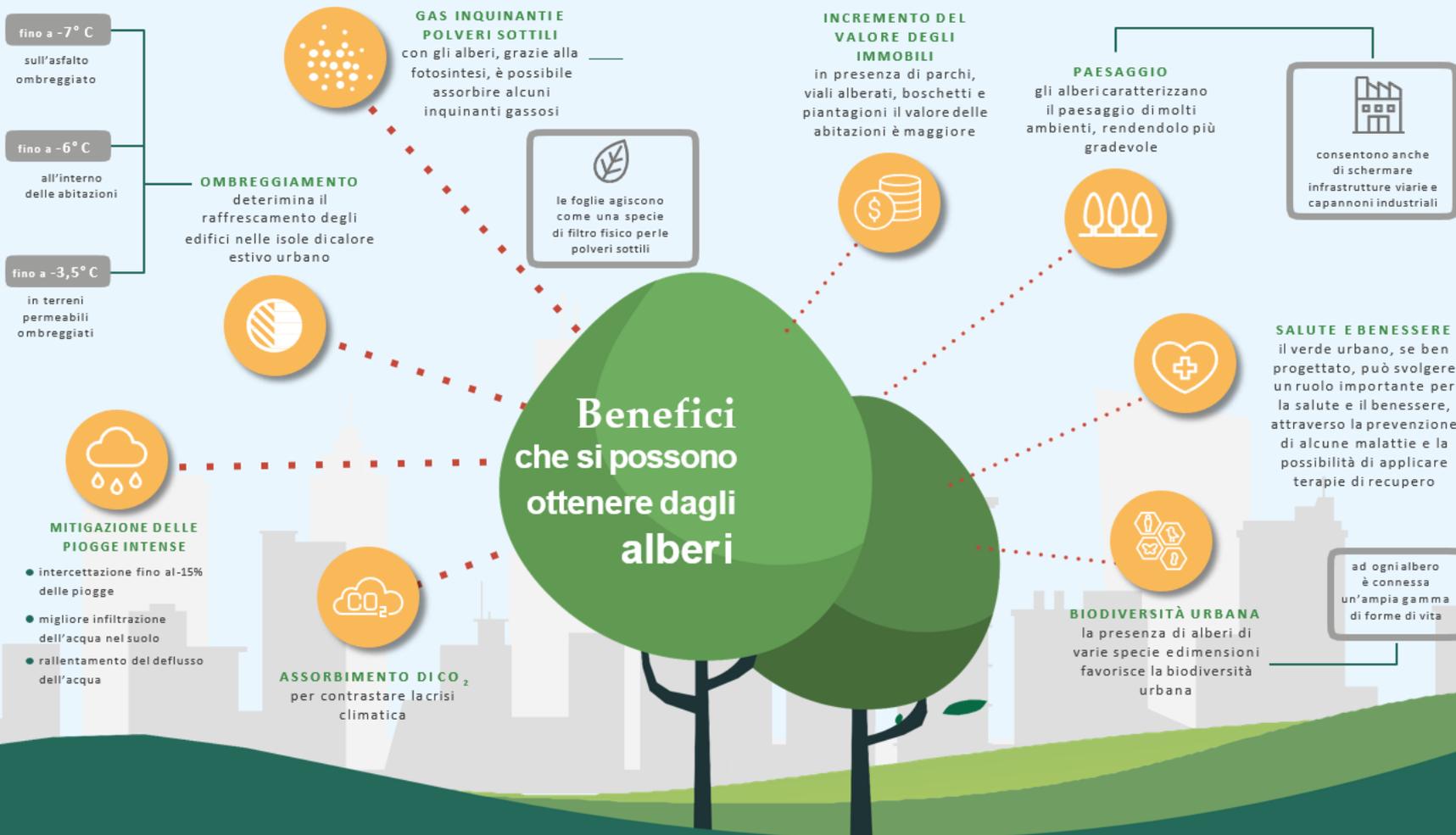
3 billion trees

to be planted in the EU by 2030



Nuove piantagioni di alberi e foreste

Non solo C: servizi ecosistemici in area (peri)urbana

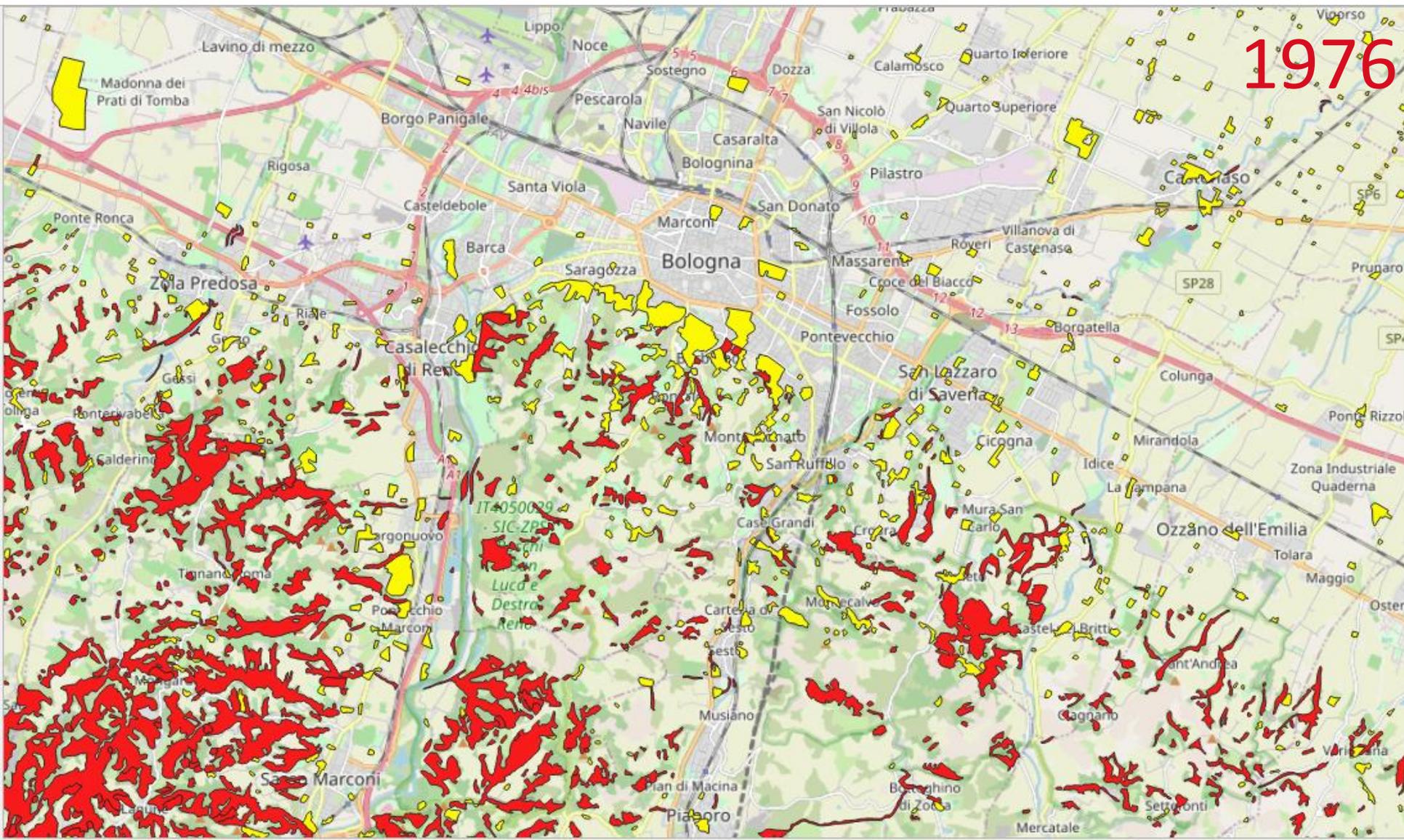


Nuove piantagioni di alberi e foreste

In prospettiva: il ruolo indiretto dell'uomo

 Foreste

 Parchi urbani

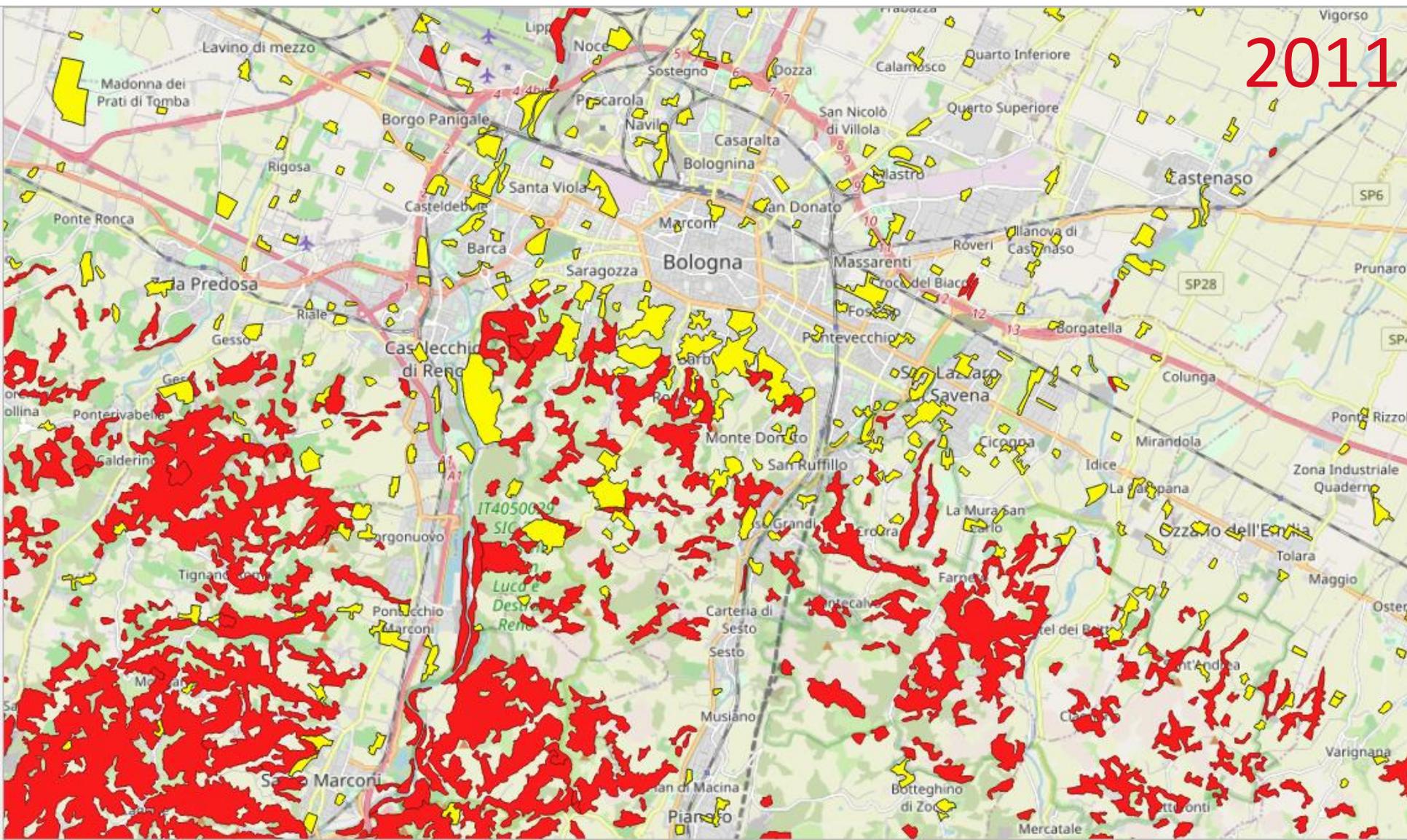


Nuove piantagioni di alberi e foreste

In prospettiva: il ruolo indiretto dell'uomo

 Foreste

 Parchi urbani



Alberi e fissazione di C

Alcune definizioni

Produzione Primaria Netta (NPP): accumulo di carbonio da parte delle piante

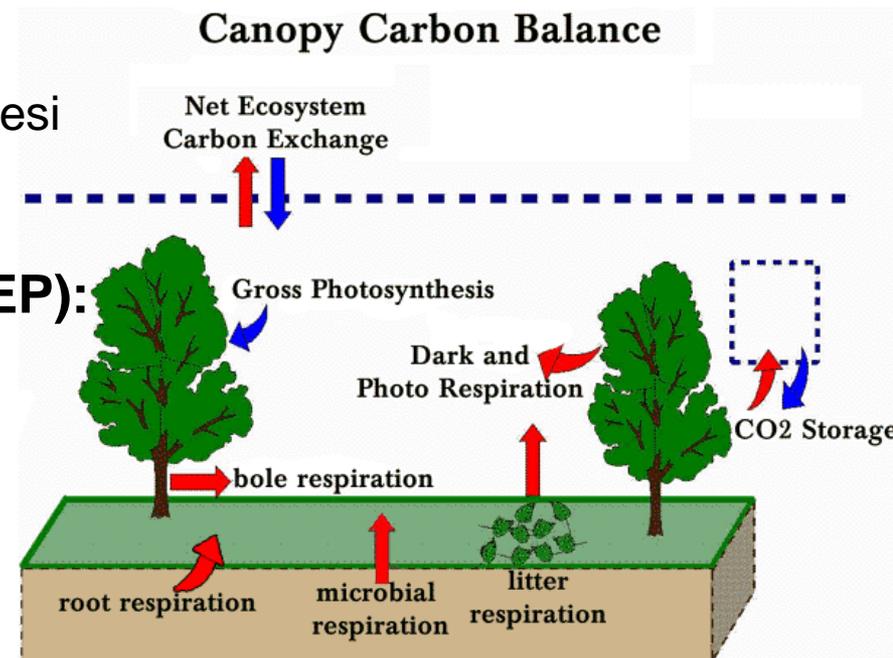
$$NPP = GPP - R_a$$

GPP produttività primaria lorda = fotosintesi
 R_a respirazione autotrofica

Produzione Netta dell'Ecosistema (NEP):
accumulo di C nell'intero ecosistema

$$NEP = NPP - R_h$$

R_h respirazione eterotrofica



Bisogna infine ricordare che parte del C viene perso a causa di disturbi (incendi, gestione forestale e agricola), lasciando la **Produzione Netta del Bioma (NBP)** cioè l'accumulo di C nel bosco stesso

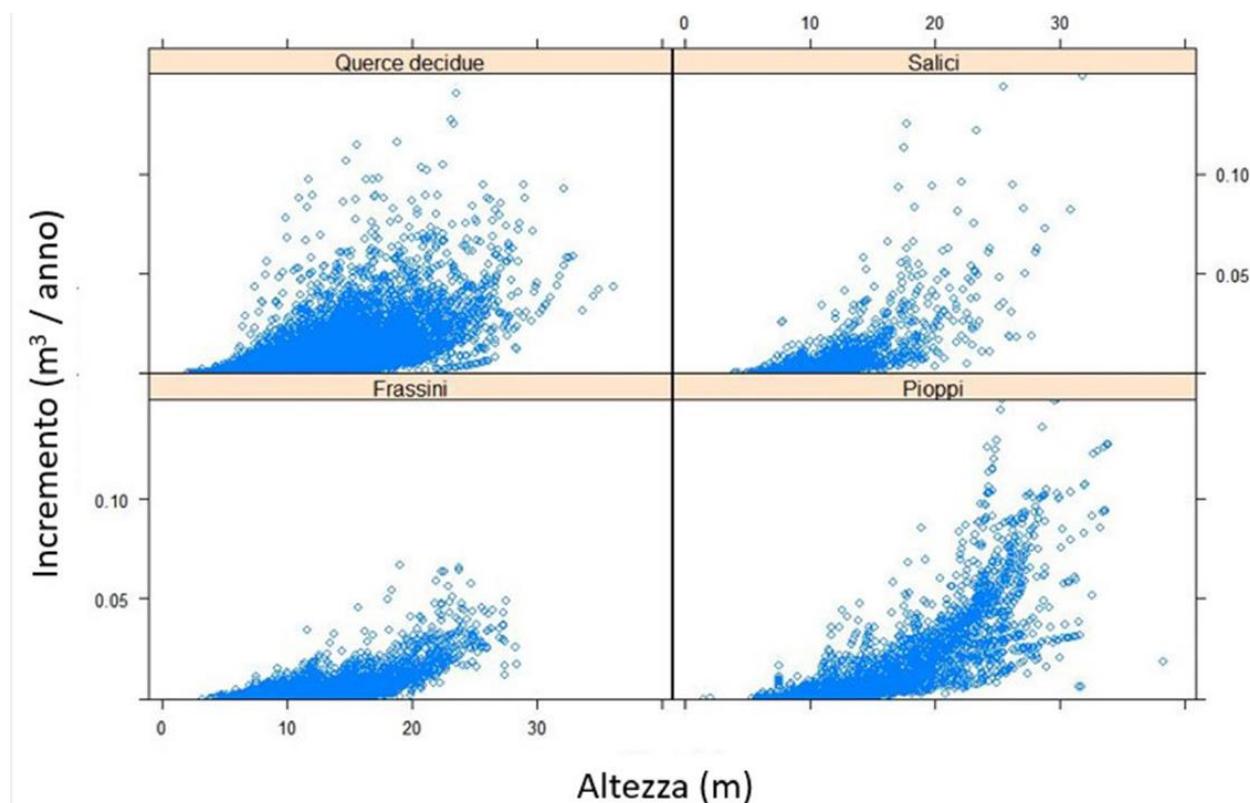
Alberi e fissazione di C

Prospettiva per singola pianta: problematiche e strumenti

Tranne che per le alberature stradali, abbandonare la **prospettiva per singola pianta** nella stima delle potenzialità di fissazione di C

Fare tesoro delle tavole di cubatura INFC* (ricordando gli effetti di sesto e cure colturali)

Non dimenticare le dinamiche con l'età dall'impianto



* Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio
<http://www.sian.it/inventarioforestale/>

Alberi e fissazione di C

Valori attesi di fissazione di C in Pianura Padana

Tab. 1 - Sommario delle stime di sequestro del C in piantagioni forestali estensive (latifoglie miste) ed intensive (pioppeto) in Pianura Padana. (1): Magnani et al. (2005); (2): Alberti et al. (2015); (3): Ventura et al. (2019); (4): Migliavacca et al. (2009).

Tipologia	Età (anni)	Densità (n ha ⁻¹)	Regione	Sequestro medio annuo		Rif.
				t C ha ⁻¹ a ⁻¹	t CO ₂ ha ⁻¹ a ⁻¹	
Latifoglie miste	12	829	Emilia-Romagna	3.7	13.6	1
	3-23	1690	Friuli V. G.	3.4	8.8	2
Pioppeto	0-4	5555	Emilia-Romagna	9.9	36.3	3
	3-9	204	Friuli V. G.	12.9	34.5	2
	4-14	278	Lombardia	7.5	27.5	4

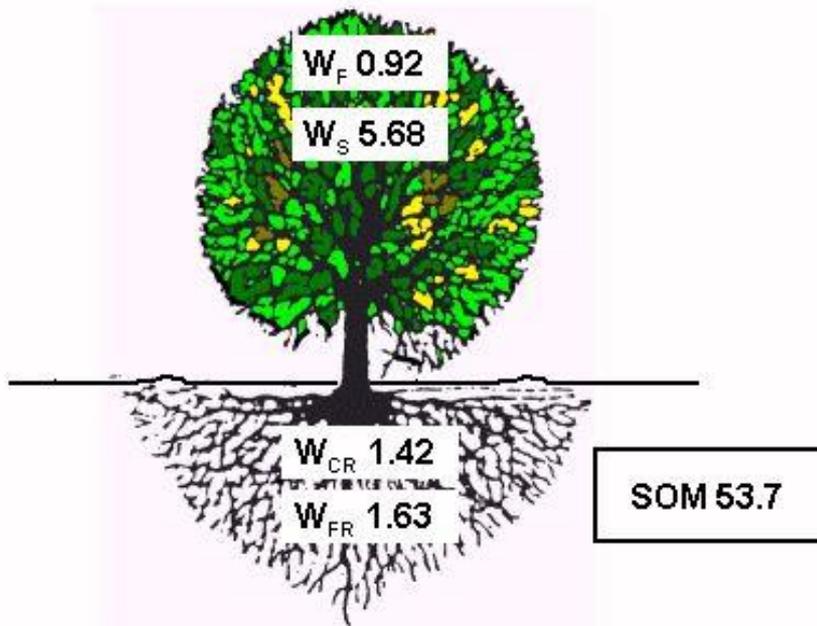
Magnani e Raddi (Forest@ 2021)

100 milioni di alberi (800 piante/ettaro), nell'arco di 50 anni potrebbero sottrarre all'atmosfera 22 milioni di tonnellate di C (8.0 milioni di tonnellate di CO₂)

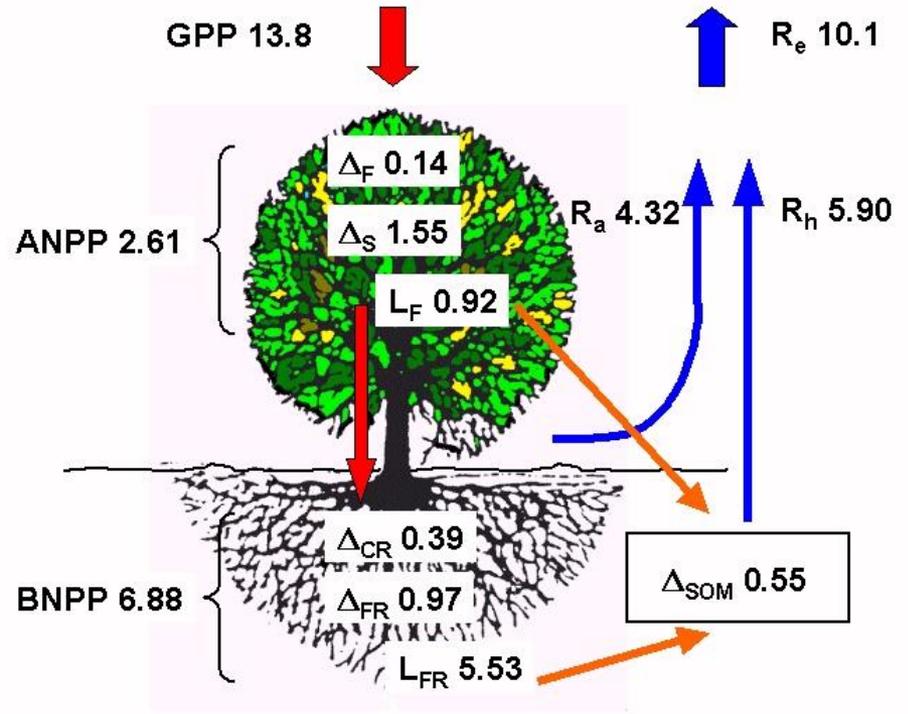
Gli oltre 10 milioni di ettari di bosco e altre terre boscate fissano (sola biomassa epigea) > 7 milioni di tonnellate di C ogni anno!

Monitoraggio nella Kyoto forest di Nonantola (MO)

Stocks di carbonio (tC ha⁻¹)



Flussi di carbonio (tC ha⁻¹ yr⁻¹)



Nota: i risultati ottenuti confermano l'importanza dell'accumulo di carbonio nel suolo (SOM e radici)

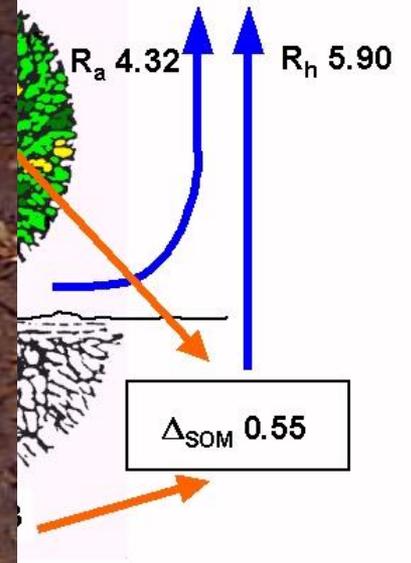
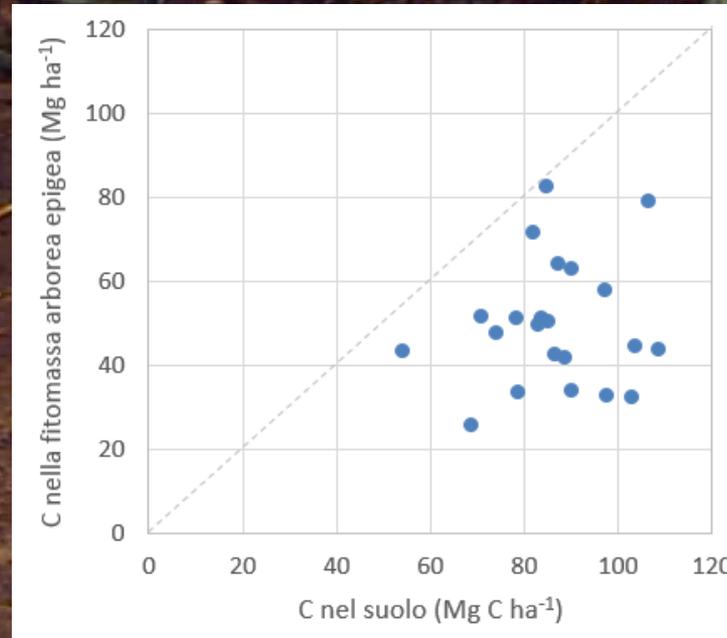
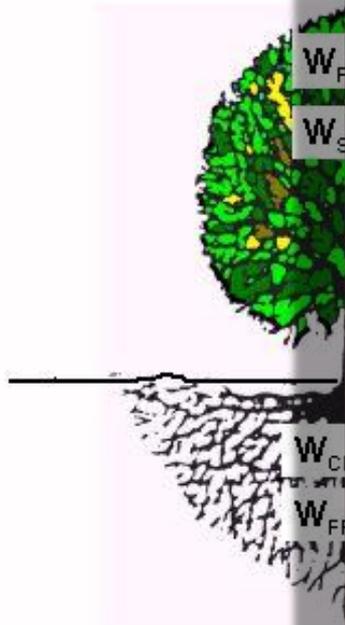
Alberi e fissazione di C

Monitoraggio nella Kyoto forest di Nonantola (MO)

Stocks di

INFC - Inventario Nazionale Foreste e Serbatoi Forestali di C

onio ($tC\ ha^{-1}\ yr^{-1}$)



Nota: i risultati ott
(SOM e radici)

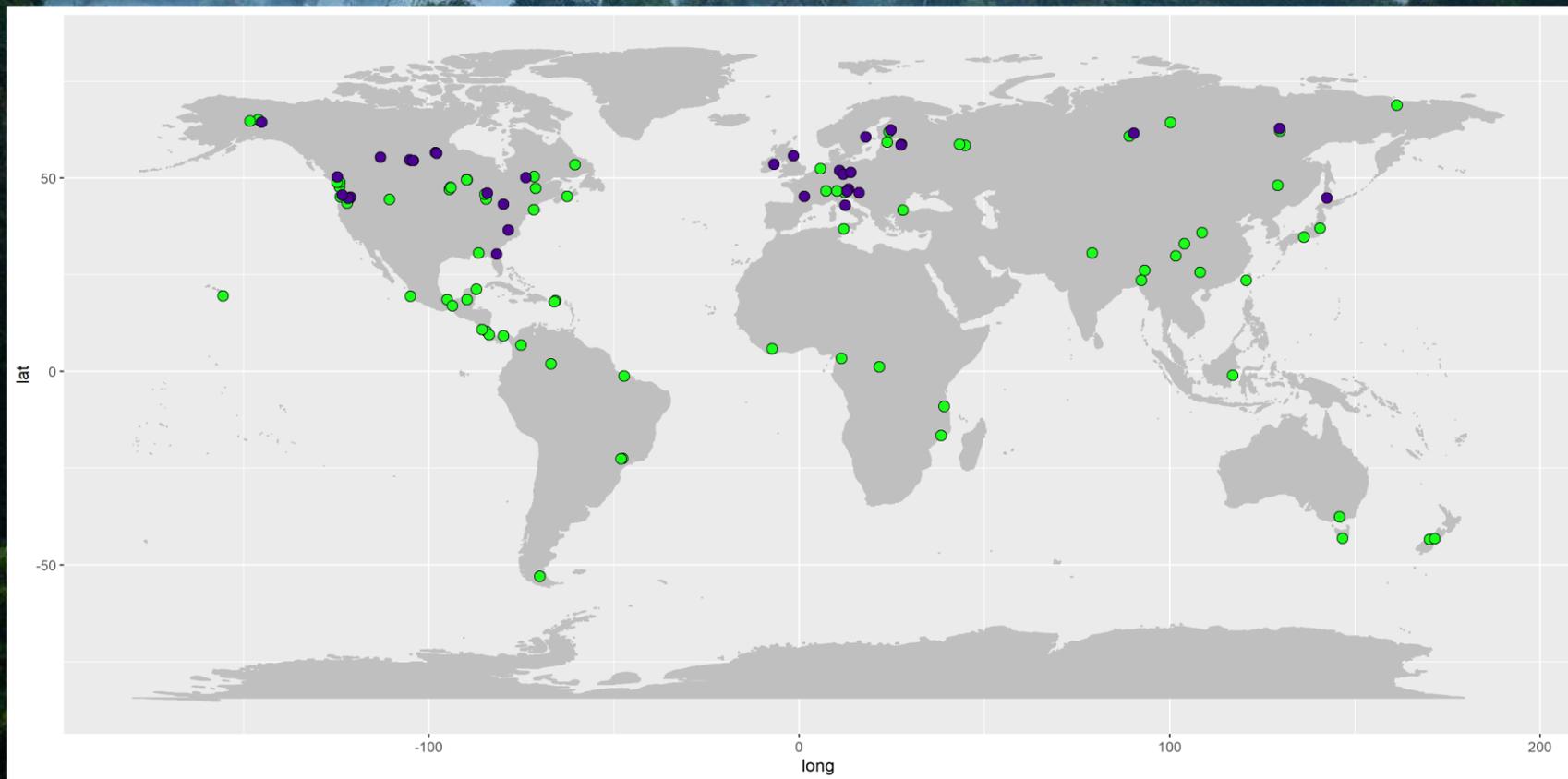
Humusform: Mull

Foto: Åke Nilsson

io nel suolo

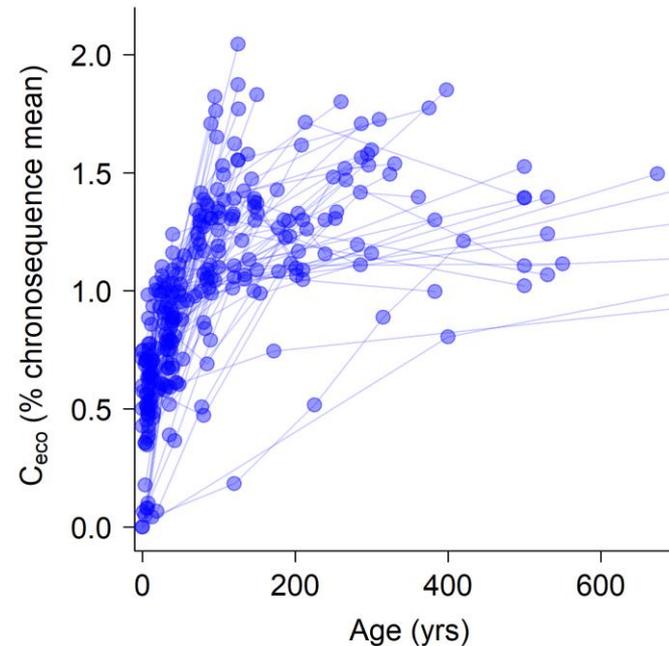
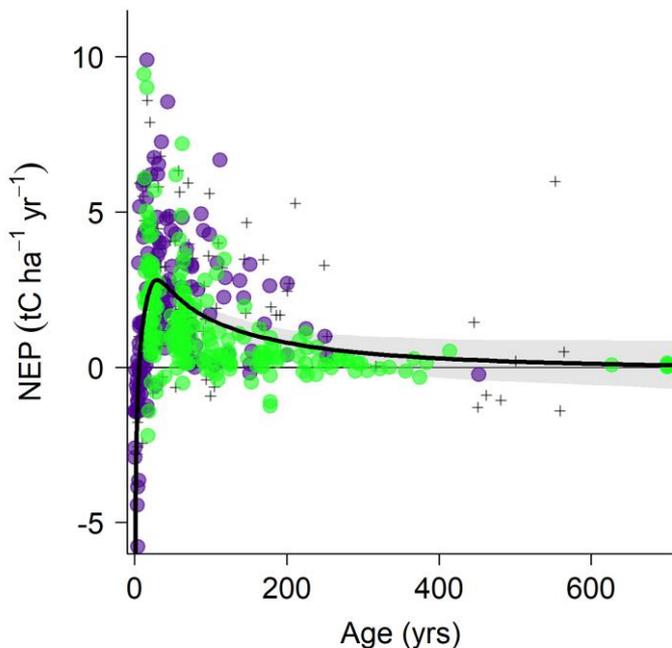
Trarre insegnamento dall'evidenza scientifica

Valori attesi di fissazione di C: un'analisi globale



Trarre insegnamento dall'evidenza scientifica

Valori attesi di fissazione di C: un'analisi globale

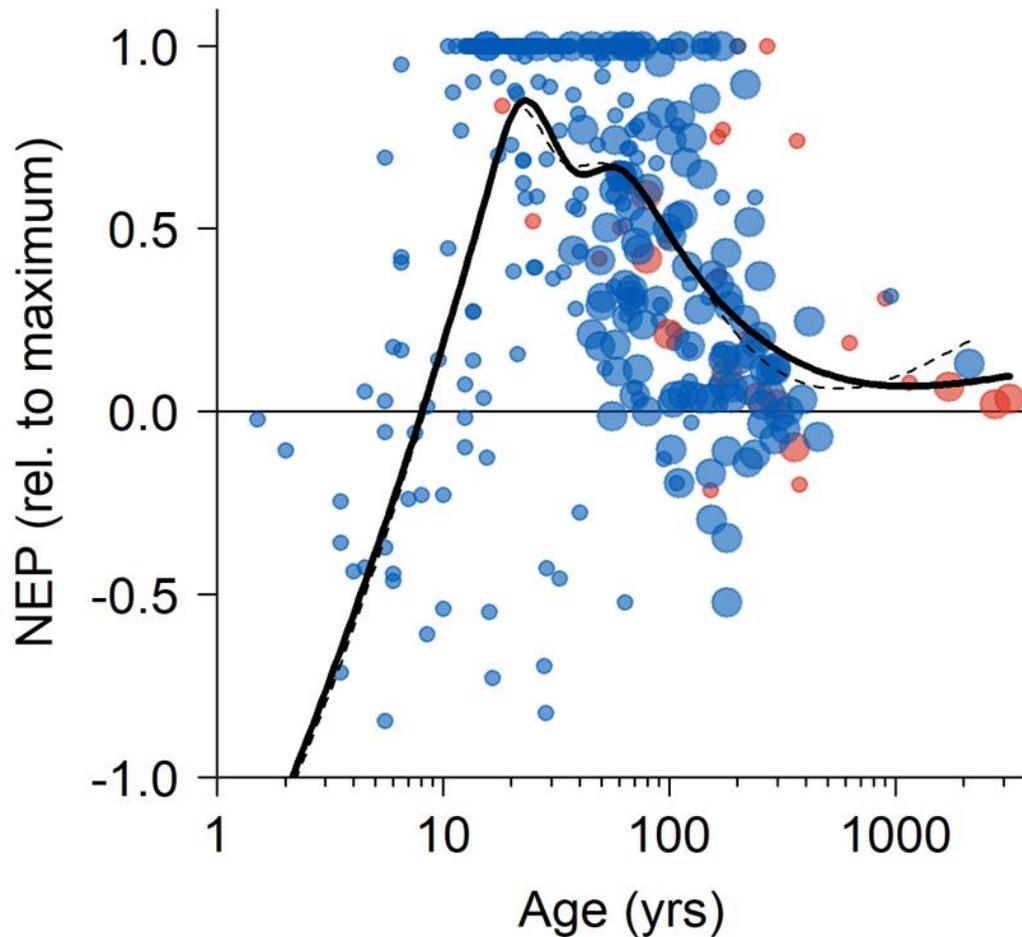


NEP diminuisce
all'equilibrio con
l'età del bosco

Stock di C
nell'ecosistema
aumentano ma
saturano a tarda
età

Trarre insegnamento dall'evidenza scientifica

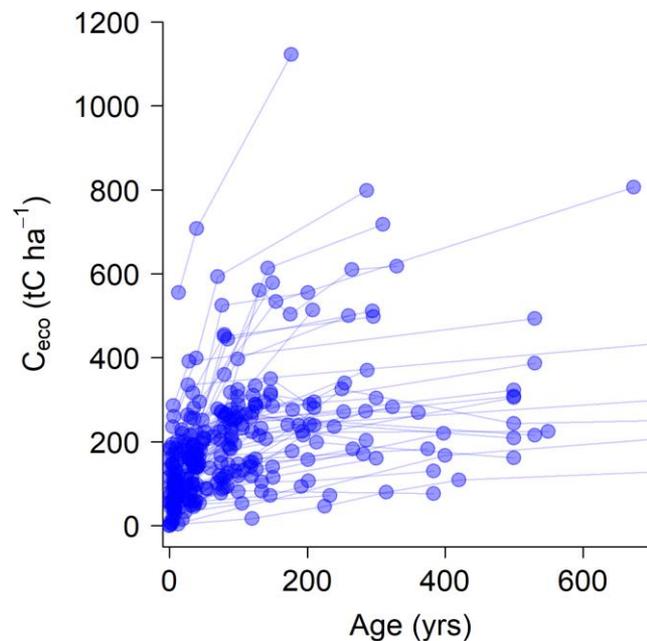
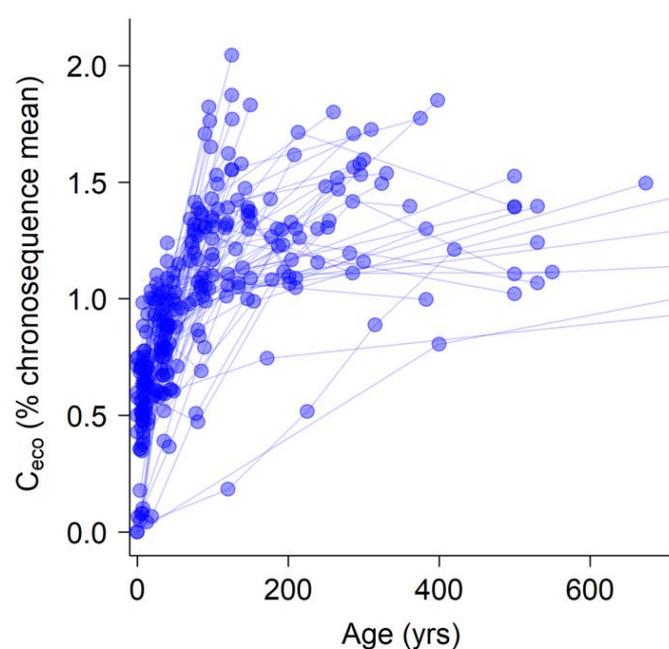
Dinamiche di fissazione di C: pattern e variabilità



- Iniziale periodo con NEP nulla (o negativa)
- Importanza della densità di impianto per intercettazione della luce e GPP
- Culminazione precoce ma molto variabile per specie e condizioni
- Declino in età più avanzata fino all'equilibrio

Trarre insegnamento dall'evidenza scientifica

Dinamiche di fissazione di C: saturazione del C stock

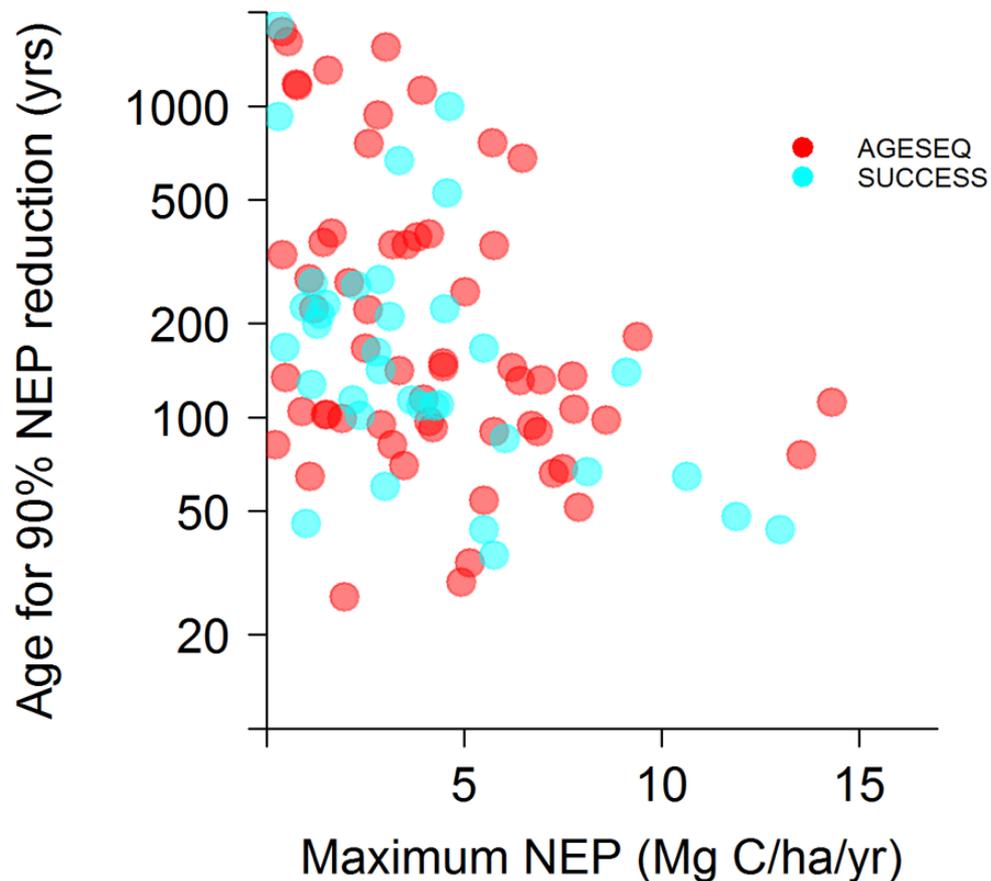


Implicazioni

- Saturazione dello stock di C nell'ecosistema, ma in tempi e con valori molto variabili
- **I nuovi impianti riusciranno a mantenere il loro ruolo fino al 2100?**

Trarre insegnamento dall'evidenza scientifica

Velocità o durata? Un trade-off cruciale

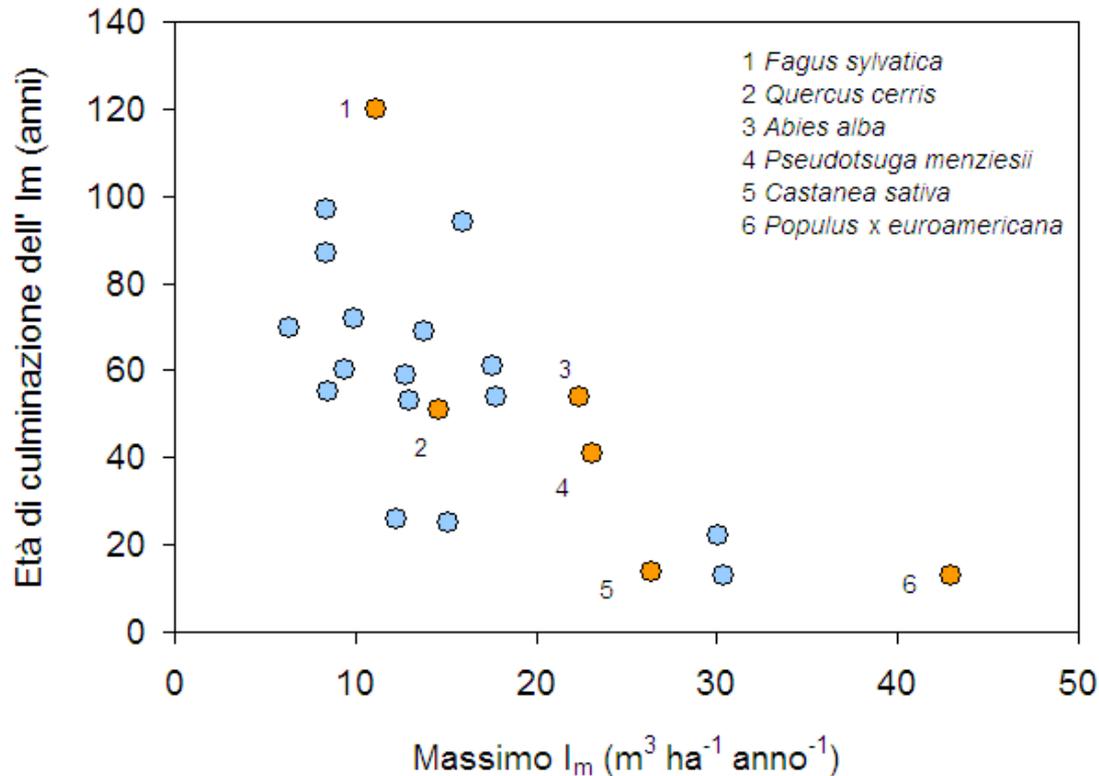


Una scelta difficile:

- Sistemi con elevate NEP massima arrivano presto alla saturazione degli stock
- Solo alcune specie hanno picchi intermedi e declino tardivo, con un elevato accumulo finale

Trarre insegnamento dall'evidenza scientifica

Velocità o durata? Un trade-off cruciale



Simili risultati da una rianalisi delle curve di crescita in Europa

- **Specie a rapida crescita** (ad es. pioppo) mostrano una precoce culminazione degli incrementi e degli stock di C.
- **Specie a lenta crescita** (querce, faggio) hanno saturazione più tardiva

Quali implicazioni per la gestione degli impianti?

- ✓ Importante un'accurata scelta della specie in funzione dell'ambiente, grande variabilità
- ✓ Importanza delle modalità di impianto per accelerare l'avvio iniziale della NEP
- ✓ Trade-off tra velocità e durata. Strategie possibili:
 - ❖ specie a rapida crescita (ad es. *Populus*). Quale destino dopo la saturazione? Utilizzazione nella filiera del legno?
 - ❖ specie autoctone a lenta crescita e bassa NEP (ad es. *Quercus*) per la fissazione del C *in situ*

Criticità: necessary strumenti di *accounting*

Grande variabilità nella fissazione di C in funzione di specie e condizioni ambientali

Necessità di strumenti per la previsione *ex-ante* e la valutazione *ex-post* degli effetti degli impianti

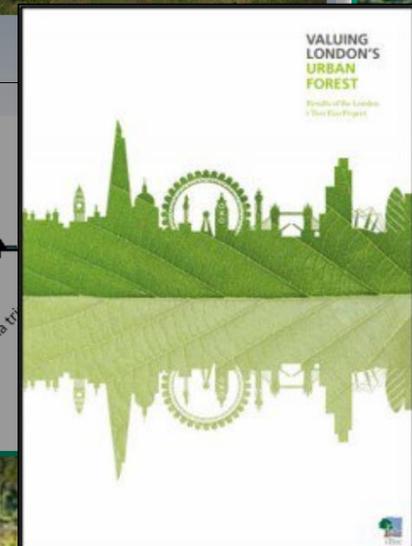
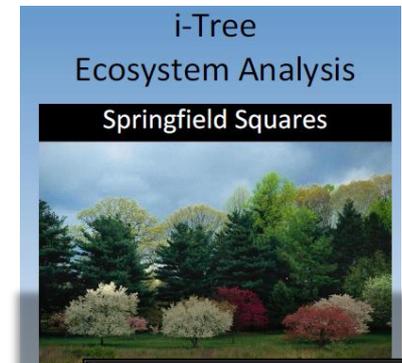
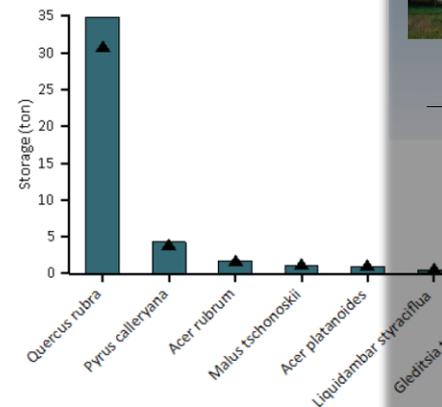
- IPCC, unico metodo ufficiale (*Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 4: AFOLU. 2019*) usato per inventari forestali a livello nazionale e per stime puntiformi *ex-post* (ad es. FRESCOS)
- diversi modelli (I-TREE, AIRTREE, 3-PG...) che possono essere usati tal quali o adattati, anche per stime *ex-ante*

Un esempio: il modello i-Tree Eco

i-Tree è un software moderno, sviluppato dallo USDA Forest Service, che fornisce strumenti per quantificare i benefici dei boschi urbani e peri-urbani. Il modello fornisce una stima di:

- Struttura delle piante e loro sviluppo nel tempo
- Fissazione e immagazzinamento di C
- Abbattimento dell'inquinamento
- Emissione di composti volatili
- Effetti sull'ambiente urbano

<https://www.itreetools.org/tools/i-tree-eco>





Conclusioni (i)

- ❖ La piantagione di nuovi alberi ha grande potenziale per la mitigazione e l'acclimatazione al cambiamento climatico
- ❖ Alberi particolarmente importanti in ambiente (peri)urbano per i benefici ambientali aggiuntivi alla fissazione di C
- ❖ Non può sostituirsi alla transizione energetica o alla cura dei boschi esistenti (e di neo-formazione)
- ❖ Valori di fissazione netta di C (NEP) realisticamente attesi sono inferiori ad alcune stime circolate sui mezzi di comunicazione
- ❖ Grande variabilità fra specie, necessità di attenta scelta



Conclusioni (ii)

- ❖ Necessità di (i) fare tesoro delle esperienze passate e (ii) non abbandonare gli impianti già realizzati
- ❖ Pensare alle dinamiche di medio-lungo termine dei nuovi impianti: rischio di saturazione del C...
- ❖ ... a meno di prevedere un uso produttivo o scegliere attentamente le specie
- ❖ Necessità di utilizzare strumenti di accounting per la stima e previsione della fissazione di C
- ❖ Essenziale la collaborazione e il coinvolgimento della comunità scientifica, con funzioni di guida e verifica