



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI MILANO



PROGETTO SUBSTAINS

Proprietà fisico-chimiche e soluzioni peat-free per
substrati per il vivaismo

Massimo Valagussa
Minoprio Analisi e Certificazioni



25 maggio 2026



Finanziato
dall'Unione europea



PSR LOMBARDIA
L'INNOVAZIONE
METTE RADICI



Regione
Lombardia



Il substrato di coltivazione

DEFINIZIONE DI SUBSTRATO DI COLTIVAZIONE

"Materiali diversi dai suoli in situ, dove sono coltivati i vegetali"

D.Lg. n° 217 del 29 aprile 2006

Prodotto fertilizzante diverso dal suolo in situ che ha la funzione di far crescere piante (comprese le alghe) o funghi.

Reg. UE 1009/2019

"Materiale diverso dal terreno, costituito da uno o più componenti, organici e/o inorganici, destinato tal quale a sostenere lo sviluppo vegetale"

Pozzi-Valagussa – Orientarsi nel mondo dei substrati di coltivazione

DEFINIZIONE DI STRATO CULTURALE PER COPERTURE A VERDE

"Strato avente la funzione di sostenere lo sviluppo vegetale di una copertura a verde"

Norma UNI 11235:2015

"Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione e la manutenzione di coperture a verde"



Quali usi per i substrati?

- **ambito ortoflorovivaistico**

in contenitori per coltivazioni in ambiente protetto

in contenitori per coltivazioni in vivaio

in idroponica

*per semina, taleaggio, allevamento, **trapianto***



- **ambito ornamentale-tecnico**

in fioriere

in aiuole

in coperture di strutture interrato e non (tetti verdi)



- **ambito tecnico-sportivo**

in aree verdi ad uso intensivo (realizzazioni)

in aree verdi ad uso ricreativo (ammendamento)



- **ambito**

Principali requisiti di un substrato

garantire un buon **ancoraggio all'apparato radicale** delle specie vegetali presenti

presentare adeguata capacità di ritenzione idrica, drenaggio e disponibilità di aria per garantire l'attività radicale

mantenere il più a lungo possibile inalterate le caratteristiche chimiche e fisiche, resistere al compattamento e alla riduzione di volume, conservando buone capacità drenanti

essere privo di patogeni, parassiti e sostanze fitotossiche

avere uniformità di produzione e costo competitivo

*essere **facilmente reperibile***

*essere "**sostenibile**" (**solo peat free?**)*

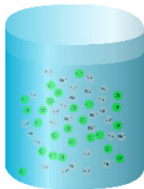
***per il vivaismo in particolare:
evitare successivi stress post trapianto***

Com'è formato un substrato

SISTEMA TRIFASICO (COME IL SUOLO)



•Fase solida: assicura l'ancoraggio dell'apparato radicale



•Fase liquida: assicura l'approvvigionamento idrico e nutritivo



•Fase gassosa: assicura la respirazione radicale e la vita dei microrganismi presenti

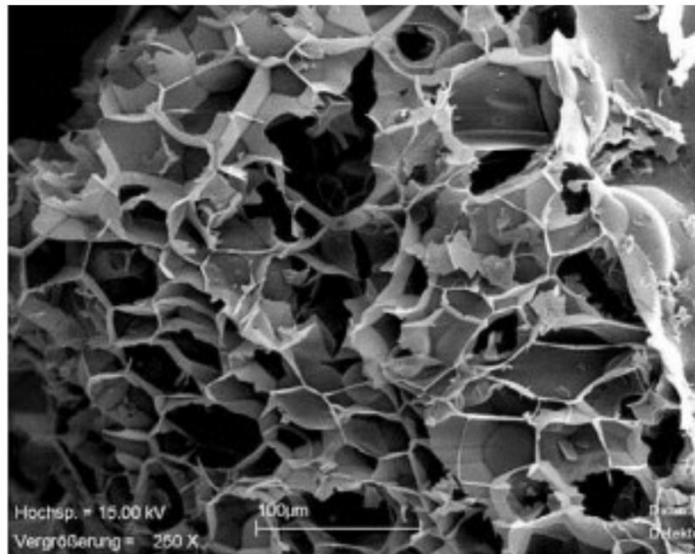
Substrati / Suolo: differenti valutazioni

POROSITA' E ARIA

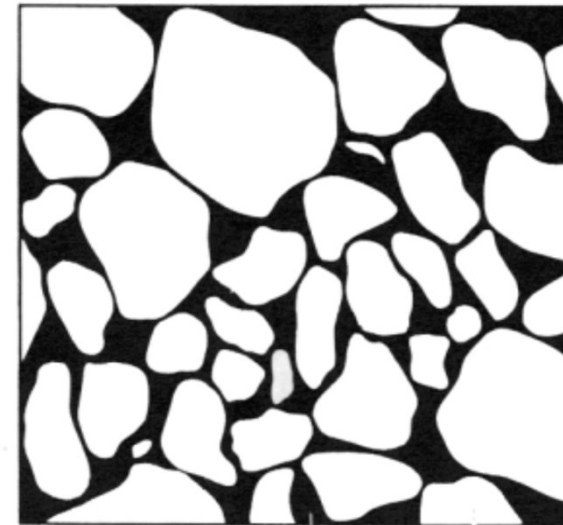
POROSITA' SUBSTRATO > POROSITA' SUOLO

70-95% v/v SUBSTRATI vs 35-50% v/v SUOLI

MAGGIORE MACROPOROSITA' NEI SUBSTRATI



Porosità substrati

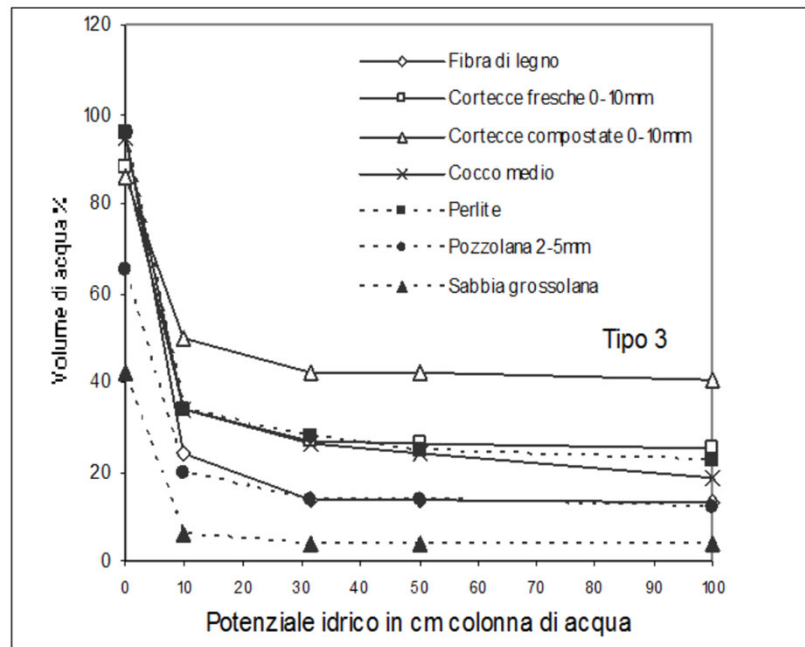


Porosità suoli

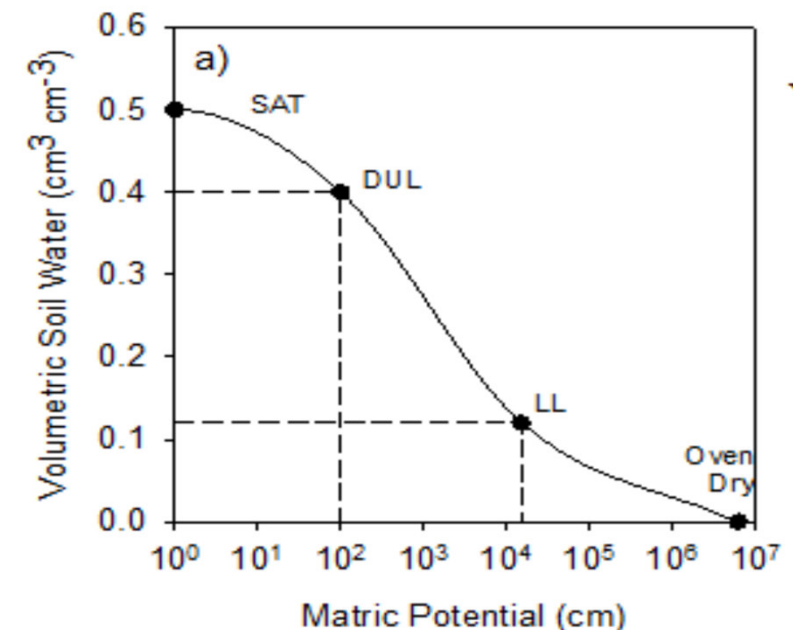
Substrati / Suolo: differenti valutazioni

LA DISPONIBILITA' DI ACQUA

**NEL SUBSTRATO SONO MINORI LE FORZE DI MATRICE DEI COMPONENTI
NEI SUBSTRATI RAPIDA EVOLUZIONE DELLA DINAMICA DELL'ACQUA/ARIA
NECESSITA' / POSSIBILITA' DI INTERVENIRE /GESTIRE IRRIGAZIONE**



Curva ritenzione substrati



Curva ritenzione suoli

Caratterizzazione agronomica substrati

parametri chimici



*reazione (pH), salinità
macro e microelementi
minerali solubili*

*sostanza organica,
capacità di scambio cationico*

Caratterizzazione agronomica substrati

parametri fisici



*densità, porosità
volumi d'acqua ed aria
a tensioni significative*

*granulometria, riduz. volume
alla compressione, permeabilità*

Caratterizzazione agronomica substrati

altri parametri



*volume
commerciale*

stabilità (OUR)

fitotossicità

immobilizzazione N

caratterizzazione agronomica substrati

diversi i metodi di prova a disposizione ed utilizzati in Europa :

(NL) Sonneveld et Al. 1974 (analisi chimiche)

estrazione acquosa in volume 1:1,5 con pressione substrato ad umidità pF 1,5 pari a 100g/cm²

(BG) De Boodt – Verdonck 1974 (analisi fisiche)

curva ritenzione idrica fino a pF 2 con utilizzo di imbuto a setto poroso e cassetta tensiometrica

(D) VDLUFA (analisi fisiche e chimiche)

estrazione in soluzioni saline e acquose in diversi rapporti peso:volume con determinazione densità del substrato per caduta

(D) DIN (analisi fisiche)

parametri fisici attraverso compattamento, saturazione e drenaggio

(EU) EN (analisi fisiche e chimiche)

estrazione acquosa in volume 1:5 con pressione substrato tq pari a 9,17 g/cm²

curva ritenzione idrica fino a pF 2 con utilizzo cassetta tensiometrica

(I) UNI (analisi fisiche e chimiche compost)

estrazioni acquose in diversi rapporti peso:volume

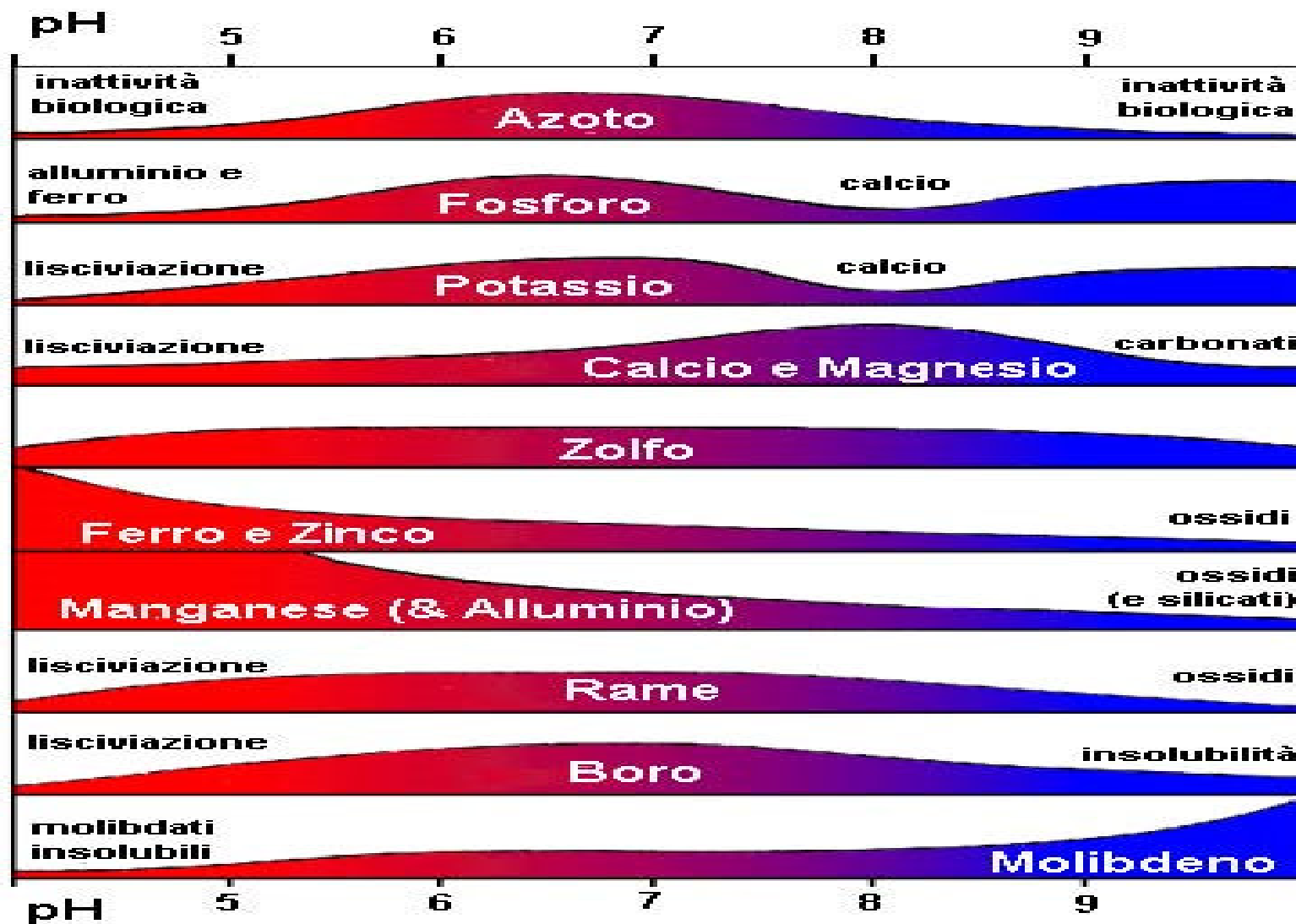
parametri fisici attraverso saturazione ed utilizzo cassetta tensiometrica

(EU) pubblicazioni scientifiche

SIGNIFICATO AGRONOMICO

Reazione (pH)

influenza disponibilità/tossicità elementi, attività microbica



SIGNIFICATO AGRONOMICO

Salinità (conducibilità elettrica – CE)

La conducibilità elettrica di un substrato è correlato alla salinità/concentrazione di sali

Non fornisce indicazioni di dettaglio

(disponibilità di quali elementi/fitotossicità di quali altri)

Le concimazioni innalzano la CE

<i>Valori di riferimento estratto acquoso Sonneveld (1:1,5):</i>
<i>Basso = < 0,6 mS/cm</i>
<i>Medio = 0,6-1,5 mS/cm</i>
<i>Alto = > 1,5 mS/cm</i>

<i>Valori riferimento estratto acquoso EN (1:5)</i>
<i>Basso = <10 mS/m</i>
<i>Medio = 50-60 mS/m</i>
<i>Alto = > 60 mS/m</i>

La misura della EC (conducibilità elettrica) in vaso

questo parametro indica la disponibilità/concentrazione di sali nel substrato/soluzione

non specifica quali elementi sono carenti o in eccesso

Il valore misurato direttamente in vaso dipende dal contenuto idrico del substrato !!!

*tale valore può incrementare di **2 volte** dal mattino alla sera (causa prelievo di acqua da parte delle radici delle piante durante il giorno)*

Può risultare utile utilizzare un «indice» dato dal rapporto EC/contenuto di umidità

SIGNIFICATO AGRONOMICO

elementi solubili (in H₂O o in CAT)

evidenziano la pronta disponibilità di elementi nutritivi

metodo di Sonneveld mg/l estratto

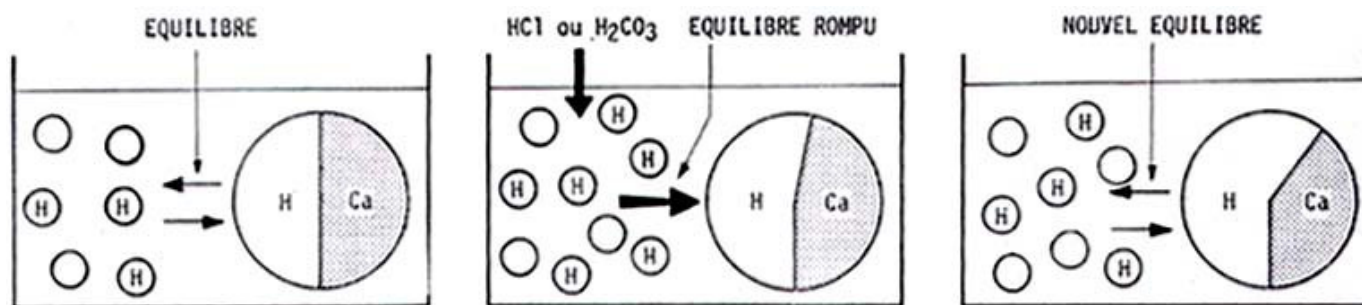
<i>PARAMETRO</i>	<i>basso</i>	<i>normale</i>	<i>alto</i>
EC (mS/cm)	< 0,6	0,6–1,5	> 1,5
N-NO ₃ (mg/l)	< 40	40 – 80	> 80
N-NH ₄ (mg/l)	< 25	25 – 35	35
K (mg/l)	< 12	12 – 43	43 – 70
Na (mg/l)	< 40	40 – 60	> 60
Ca (mg/l)	< 40	40 – 80	> 80
Mg (mg/l)	< 25	25 – 45	> 45
P ₂ O ₅ (mg/l)	< 50	50 – 70	> 70

EN 13652 – mg/l substrato

<i>PARAMETRO</i>	<i>Livello normalità</i>
EC (mS/m)	< 50-60
N-NO ₃ (mg/l)	< 190
N-NH ₄ (mg/l)	< 40
K (mg/l)	< 350
Na (mg/l)	< 120
Ca (mg/l)	< 360
Mg (mg/l)	< 110
P (mg/l)	< 90

CAPACITA' DI SCAMBIO CATIONICO ***estrazione in bario cloruro***

capacità del substrato di legare elementi



Non tutti gli elementi sono prontamente disponibili.

***Tale capacità assorbente dipende
dai composti del substrato e dal valore di pH***

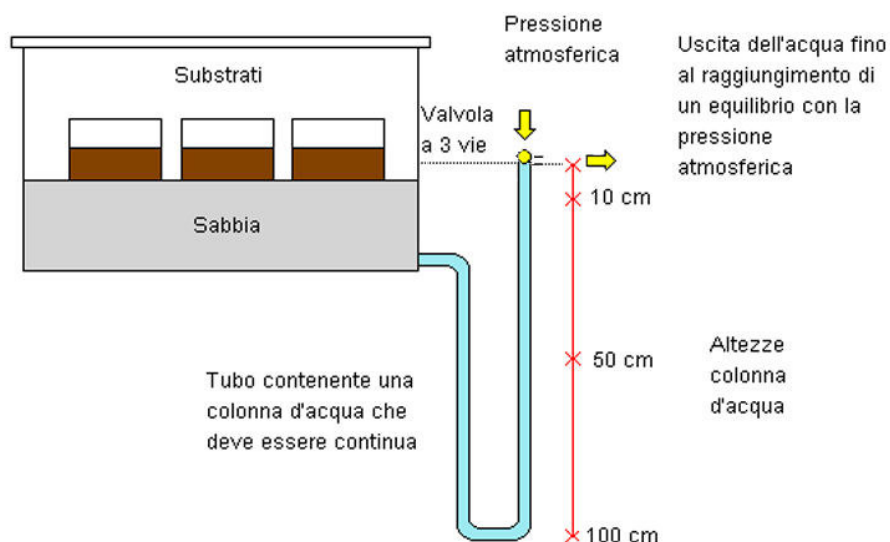
Affinità dei cationi per le superfici cariche:

Ca > Mg > K = NH₄ > Na

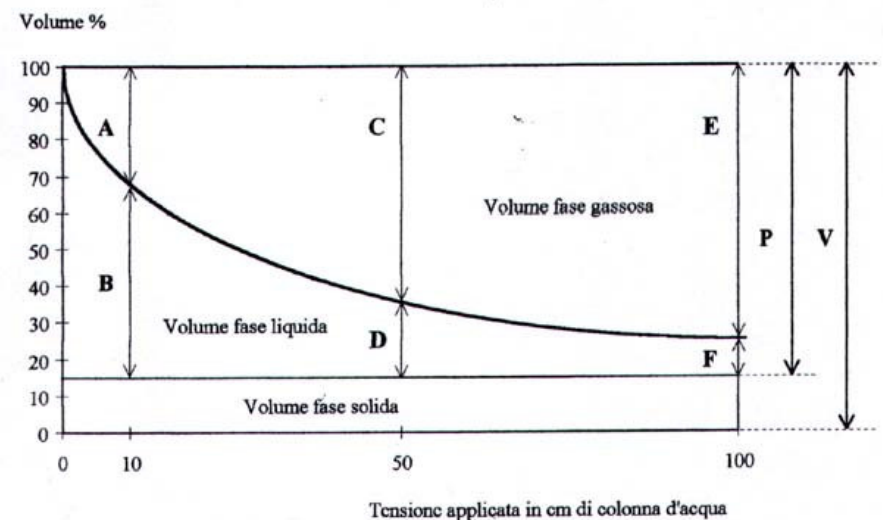
Cu > Pb > Zn > Cd > Mn

Caratterizzazione fisica di un substrato

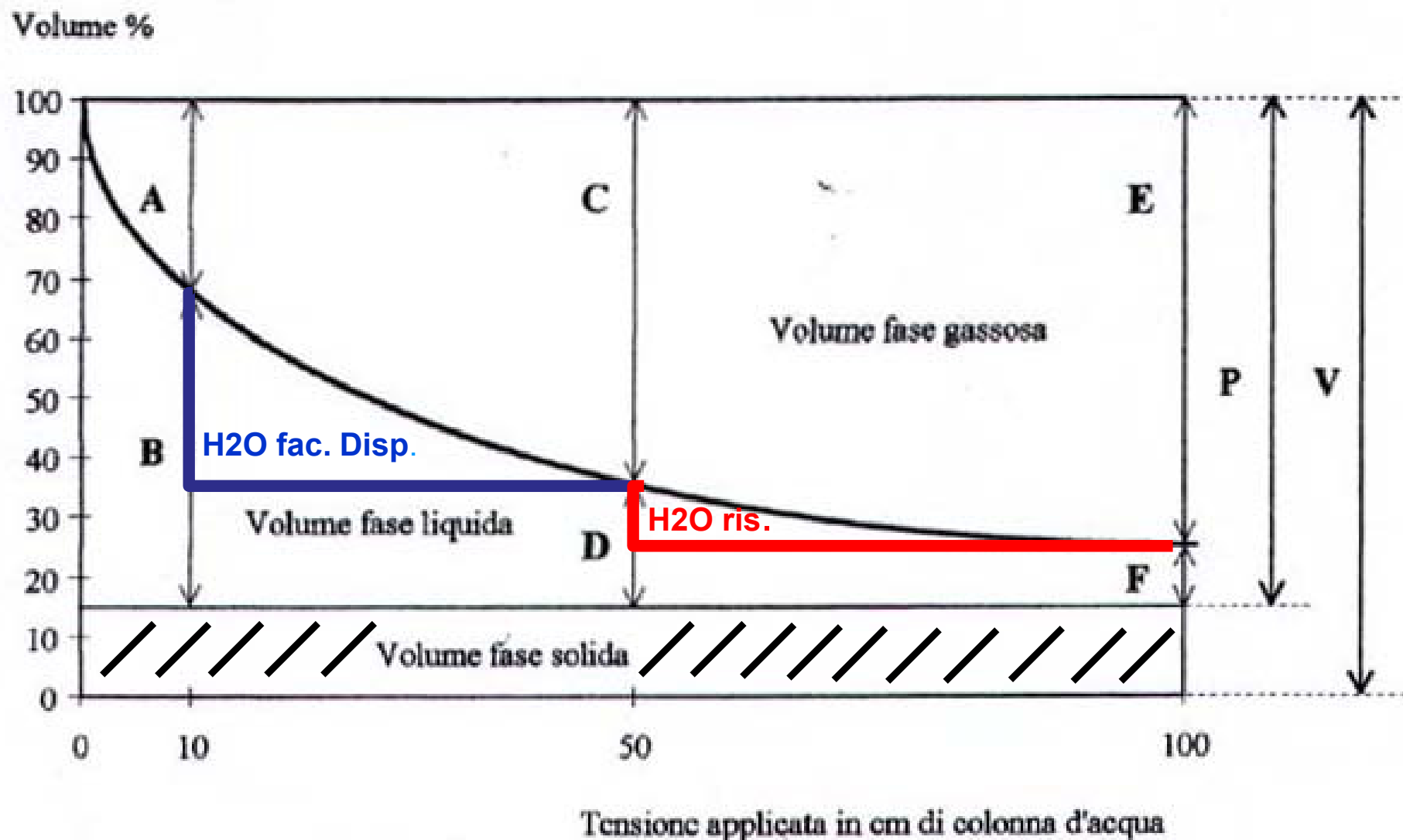
Curva ritenzione idrica - metodologia applicata :
su di un campione di substrato imbibito di acqua a saturazione si applica una tensione esterna nota e significativa della capacità dell'apparato radicale di sottrarre acqua al sistema sino a raggiungere la condizione di equilibrio e se ne determina il contenuto idrico.



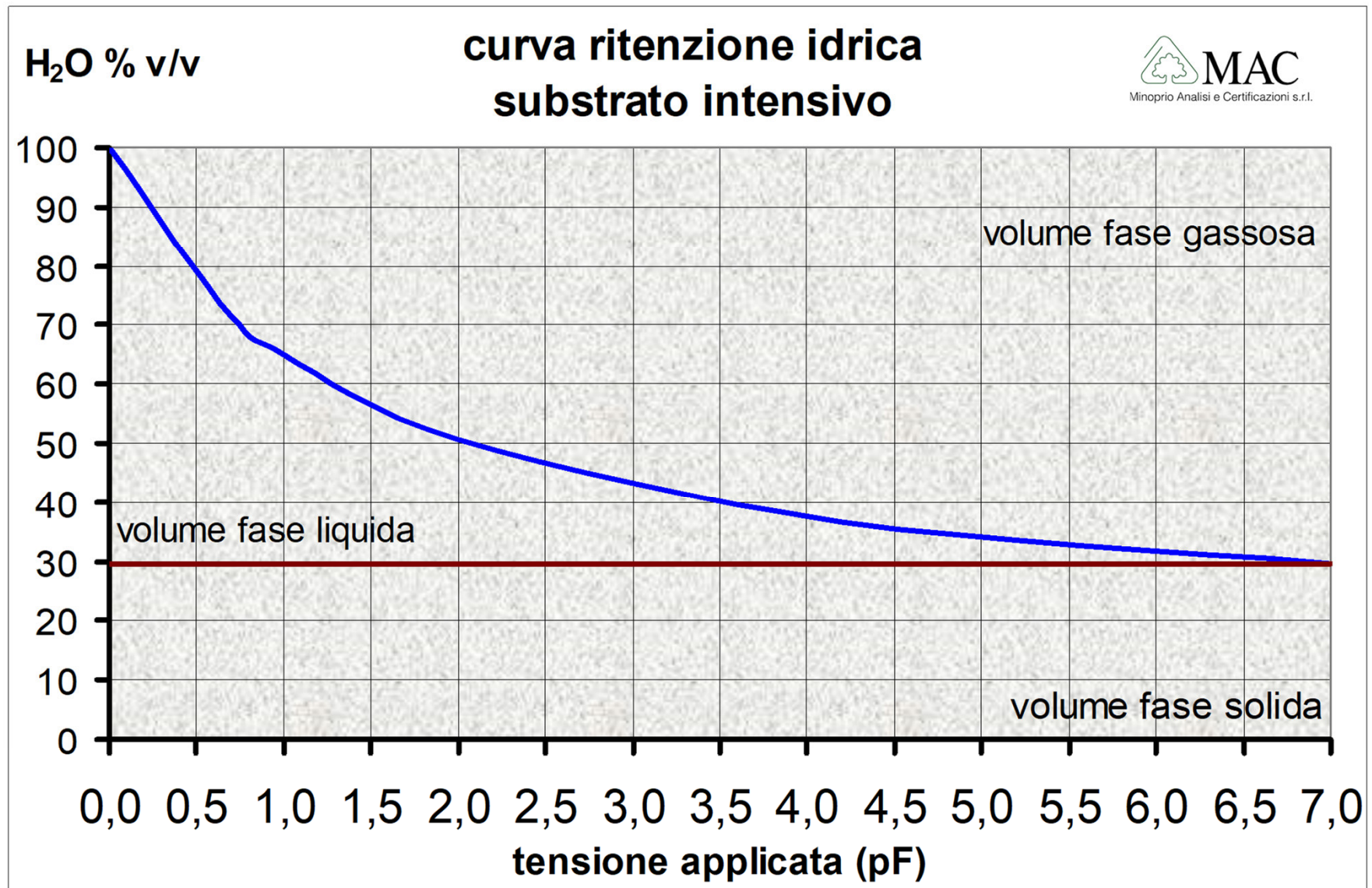
Curva di ritenzione idrica



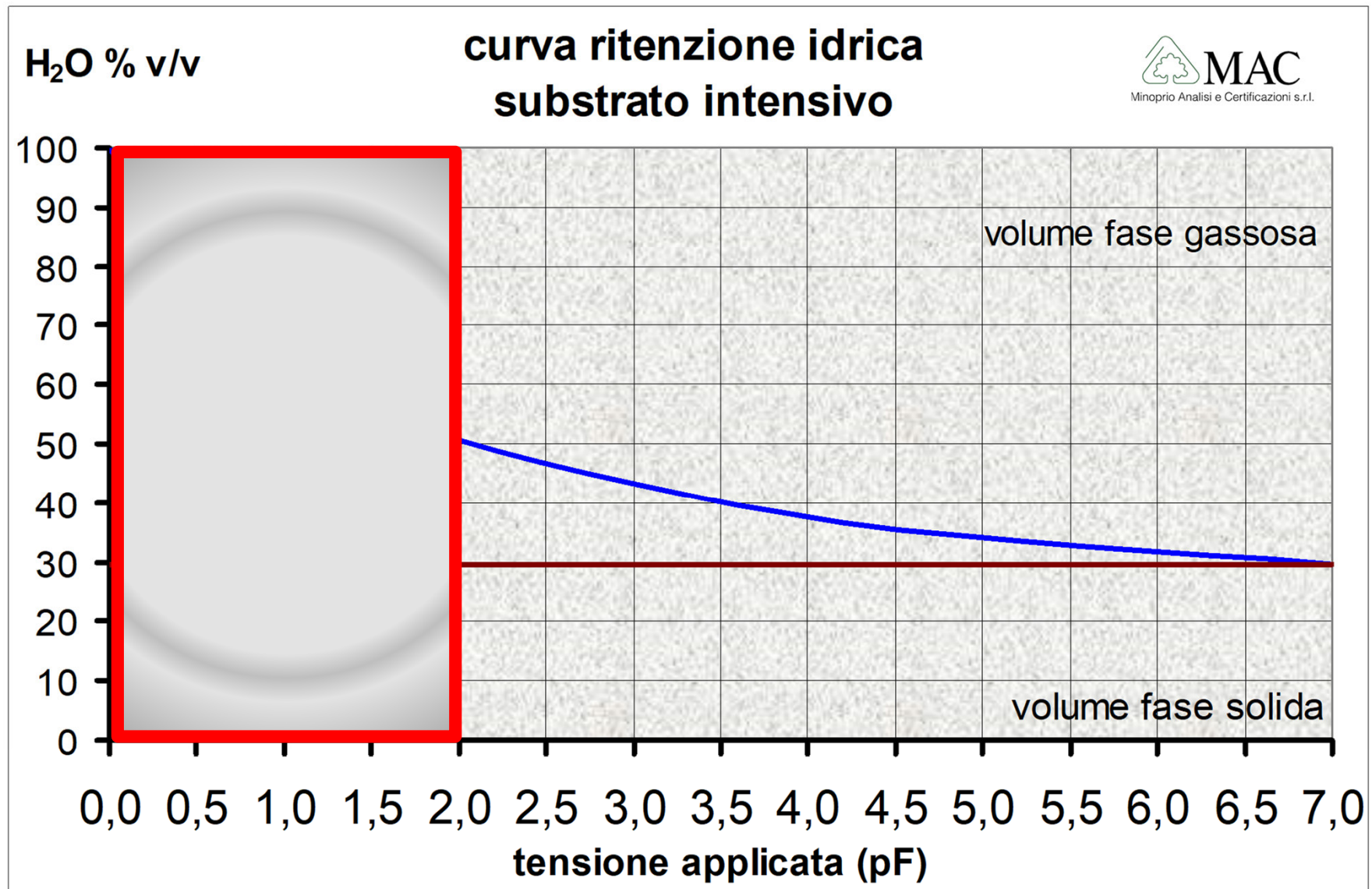
Curva di ritenzione idrica di un substrato per florovivaismo



Curva di ritenzione idrica di un substrato per tetti verdi



Curva di ritenzione idrica di un substrato per tetti verdi



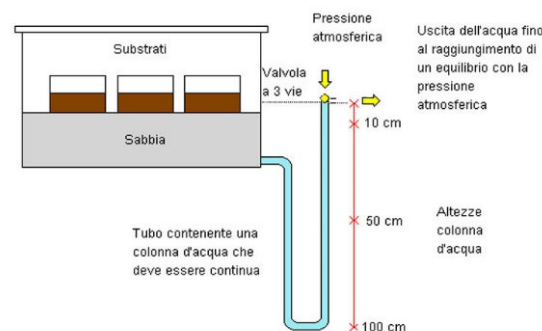
Caratterizzazione fisica di un substrato

Curva di re-imbibizione – verifica IDROFOBIA metodologia applicata

*Determinazione della risalita capillare dell'acqua in
un substrato essiccato a 40°C e posizionato su
cassetta tensiometrica satura di acqua con
spessore acqua superficiale di 2 mm:*

*con una frequenza di tempo determinata si pesa il
substrato per determinare l'acqua di imbibizione*

Durata del test: 7 giorni

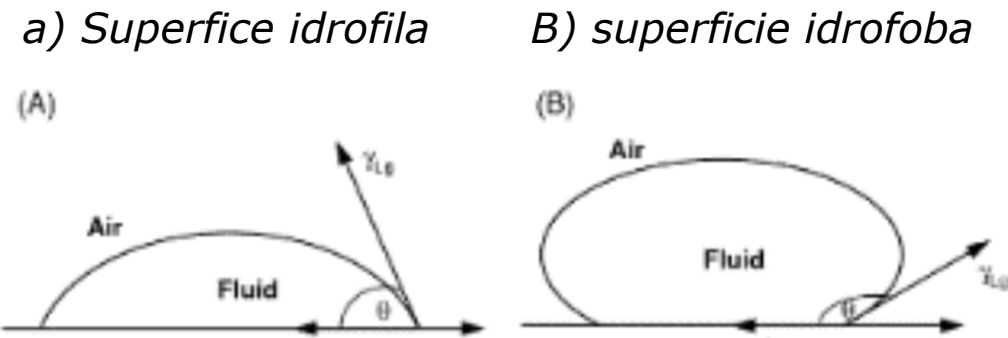


Caratterizzazione fisica di un substrato

Fonte P. Zaccheo, L. Crippa (UNI MI)

BAGNABILITA'

L'angolo di contatto fra acqua e substrato determina la bagnabilità dello stesso



Angolo di contatto liquido/substrato

tensione	Torba nera	Torba nera + argilla
-32 kPa	76	76
-100 kPa	81	81
-100 Mpa	112	88

interpretazione dei principali parametri fisici (classificazione RHP)

<i>classe RHP</i>	<i>aria pF1 (% v/v)</i>
<i>1</i>	<i>> 60%</i>
<i>2</i>	<i>41 - 60 %</i>
<i>3</i>	<i>26 - 40 %</i>
<i>4</i>	<i>16 - 25 %</i>
<i>5</i>	<i>6 - 15%</i>
<i>6</i>	<i>< 6 %</i>

Metodologie analitiche

test immobilizzazione N

Riferimento International Substrate Manual – 4.7 (Handreck)

Utilizzato principalmente per le fibre di legno.

N FISSATO - RHP prescrizioni:

<28 mg N/L materiale: 100% di utilizzo

28-56 mg N/L materiale: 50% di utilizzo

56-84 mg N/L materiale: 33% di utilizzo

84-112 mg N/L materiale: 25% di utilizzo

>112 mg N/L materiale: 20% di utilizzo

N FISSATO - RAL prescrizioni:

<100 mg N/L materiale: 40% di utilizzo

100-200 mg N/L materiale: 20% di utilizzo

Stabilità (OUR)

EN 16087-1

Ammendanti compostati $OUR \leq 25 \text{ mmol O}_2/\text{kg S.O.}/h$

(Reg UE 1009/2019 + Ecolabel 2022)

Substrati di coltivazione $OUR \leq 15 \text{ mmol O}_2/\text{kg S.O.}/h$

(Ecolabel 2022)



PRINCIPALI COSTITUENTI DEI SUBSTRATI

PRINCIPALI COMPONENTI ORGANICHE

Torbe (sfango, bionda, bruna, nera)

Ammendanti compostati verdi

Ammendanti compostati misti

Cocco (fibre, midollo)

Fibre di legno (conifere, castagno,)

Cortecce compostate

Lolla di riso

Biochar (da pirolisi, granulare)

PRINCIPALI COMPONENTI INORGANICHE

Sabbia (silicea)

Pomici e Lapilli (sabbia, granulare)

Argilla (espansa o granulare)

Perlite (da trattamento termico)

Zeoliti (granulari)

Lana di roccia (anche recuperata)

TORBE

<i>tipologia</i>	<i>struttura</i>	<i>applicazione</i>	<i>note</i>
<i>Torba sfagno</i>	<i>Fine-media-grossa</i>	<i>la grossa in contenitori grandi</i>	<i>poco decomposta, elevata ritenzione</i>
<i>Torba bionda</i>	<i>Fine-media-grossa</i>	<i>la grossa in contenitori grandi</i>	<i>+ specie botaniche, minor ritenzione rispetto a sfagno</i>
<i>Torba bruna</i>	<i>Fine-media-grossa</i>	<i>la grossa in contenitori grandi</i>	<i>minor ritenzione rispetto a bionda, stabile</i>
<i>Torba nera condizionata</i>	<i>fine</i>	<i>produzione di cubetti</i>	<i>+ esposizione al freddo migliora porosità e ritenzione</i>
<i>Torba nera</i>	<i>fine</i>	<i>Per cubetti con quella precedente</i>	<i>Minor ritenzione della precedente</i>

Fonte C. Cattivello (ERSA FVG)

ALTRE COMPONENTI ORGANICHE

<i>Effetto in mix torba</i>	<i>ACV/ACM</i>	<i>COCCO (MIDOLLO)</i>	<i>FIBRA LEGNO STABILIZZATA</i>
<i>volume aria</i>	- / =	=	= / +
<i>ritenzione</i>	- / =	= / +	- / =
<i>stabilità</i>	=	=	=
<i>peso</i>	= / +	=	- / =
<i>salinità</i>	+	=	=
<i>soppressione patogeni</i>	+	=	- / =

Fonte C. Cattivello (ERSA FVG)

ALTRE COMPONENTI MINERALI

<i>Effetto in mix torba</i>	<i>POMICE/LAPILLO</i>	<i>ARGILLA GRANULARE</i>	<i>ZEOLITE GRANULARE</i>
<i>volume aria</i>	+	- / =	- / =
<i>ritenzione</i>	-	-	-
<i>stabilità</i>	=	= / +	=
<i>peso</i>	+	+	+
<i>salinità</i>	=	=	=
<i>soppressione patogeni</i>	- / =	- / =	- / =

Fonte C. Cattivello (ERSA FVG)

PROGETTO SUBSTAINS

LE COMPONENTI PRESE IN CONSIDERAZIONE PER LA PROVA IN VIVAIO

COMPONENTI ORGANICHE

TORBA BIONDA 0-20

TORBA BIONDA 10-20

TORBA BIONDA 20-40

MIDOLLO DI COCCO 0-15

FIBRA DI LEGNO DI CASTAGNO 0-15

FIBRA DI LEGNO DI CONIFERE 0-20

AMMENDANTE COMPOSTATO VERDE (MATURAZIONE > 1 ANNO)

BIOCHAR DA PIROLISI (RESIDUI POTATURE VARIE)

COMPONENTI MINERALI

POMICE 1-3

POMICE 3-6

POMICHE 7-14

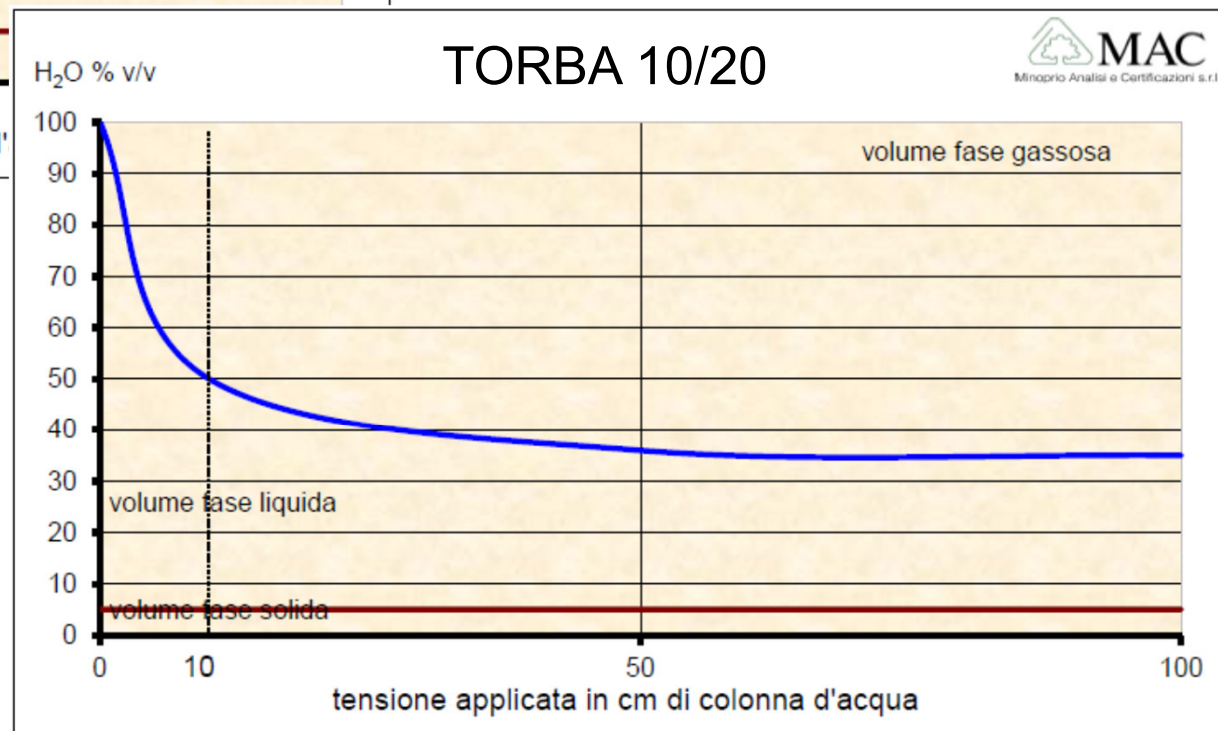
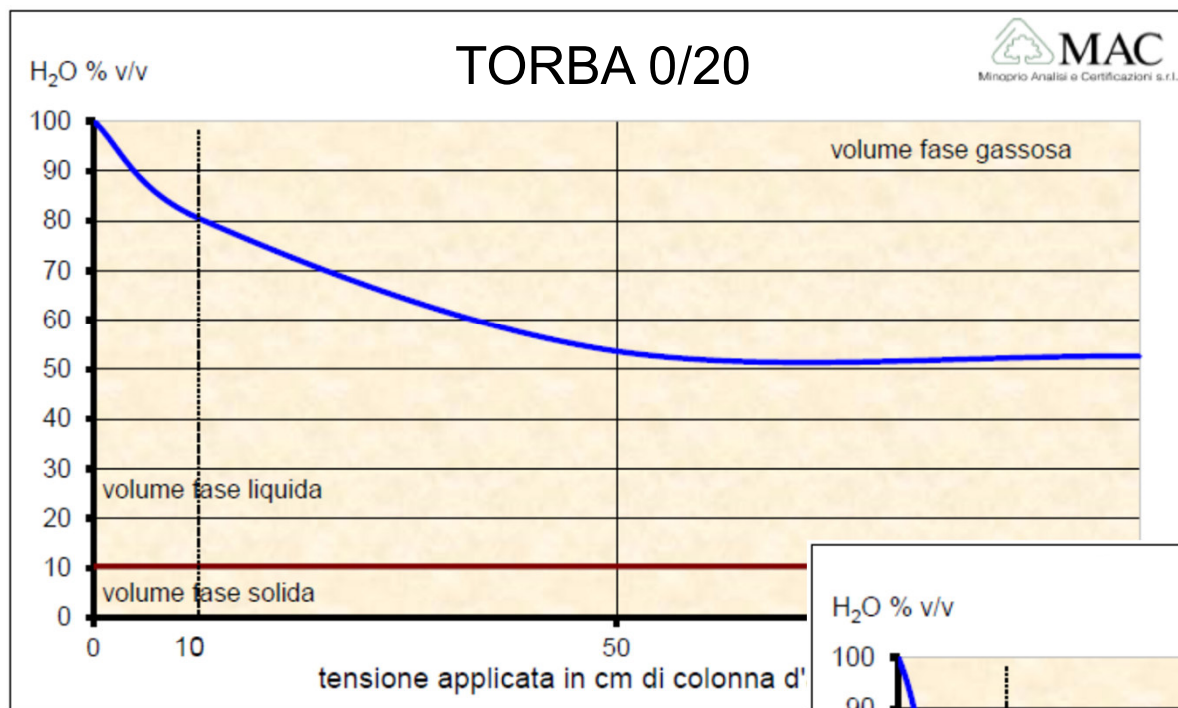
ZEOLITE CLINOPTILOLITE 3-7

LE COMPONENTI PRESE IN CONSIDERAZIONE PER LA PROVA IN VIVAIO

DEN	DAL g/l	pH unità di pH	COND ELETTRICA mS/m
TORBA 0-20	326	5	5
TORBA 10-20	134	4,5	2
TORBA 10-40	131	5,0	2
MID. COCCO 0-15	376	7,7	3
FIBRA CASTAGNO	160	4,1	5
FIBRA CONIFERA	107	5,4	4
COMPOST VERDE	649	7,7	8
BIOCHAR	361	9,9	70
POMICE 1/3	773	7,8	< 2
POMICE 3/6	748	7,7	< 2
POMICE 7/14	576	7,8	< 2
ZEOLITE 3/7	955	7,0	14

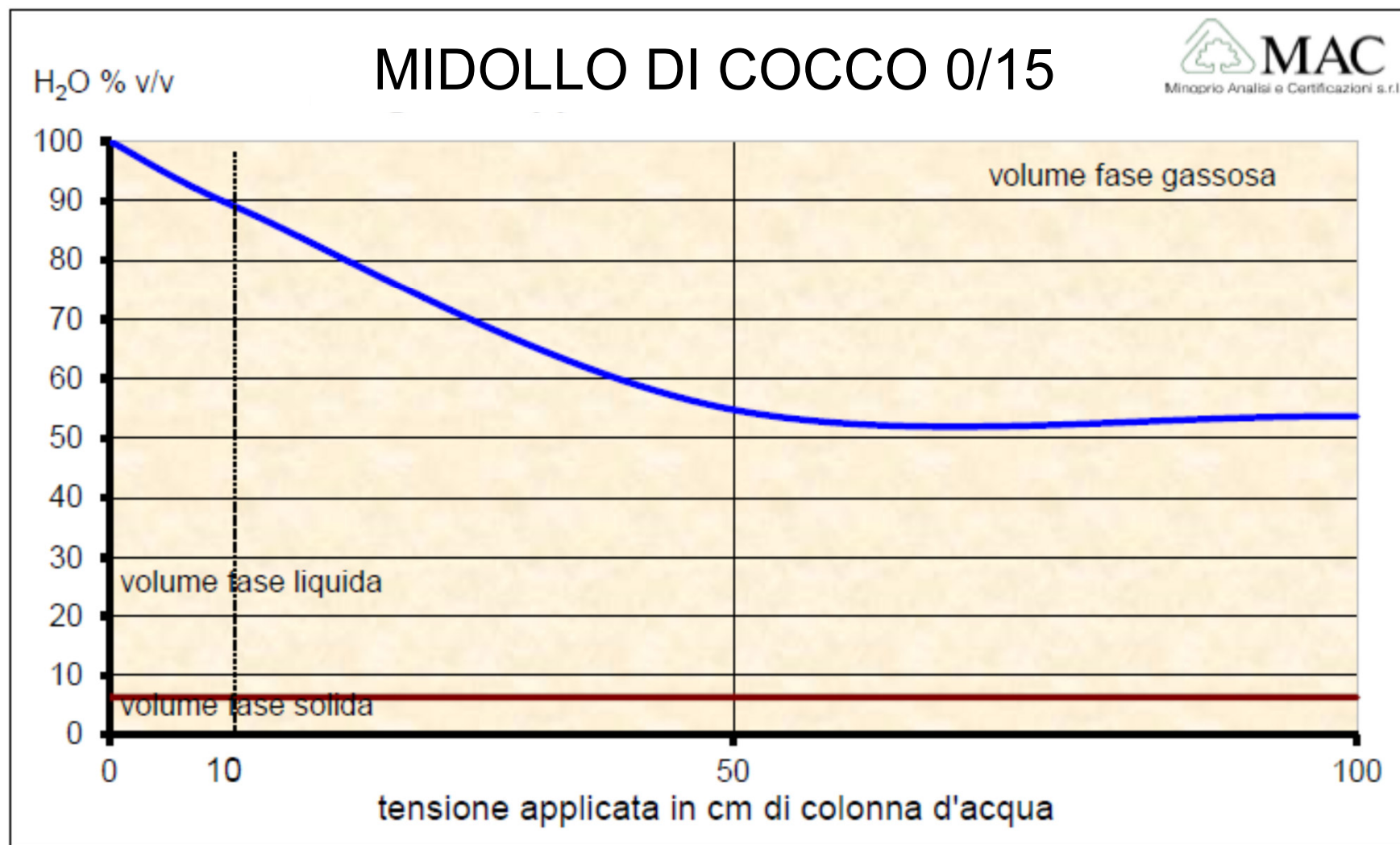
TORBE

curva di ritenzione idrica



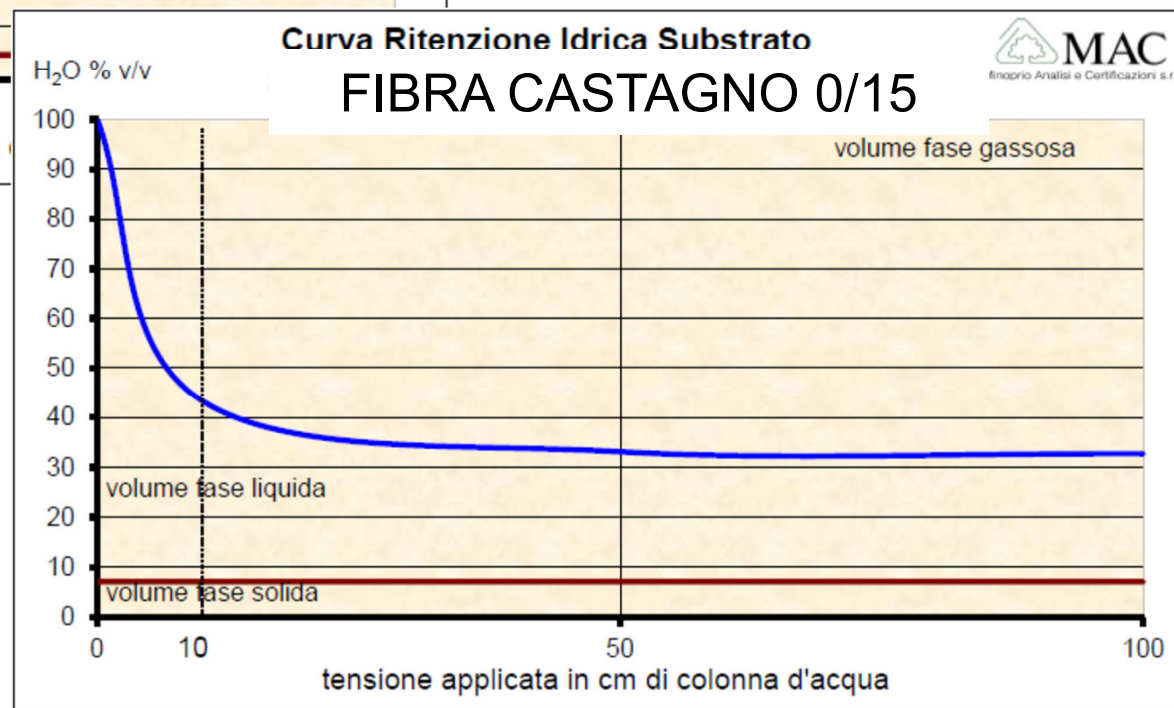
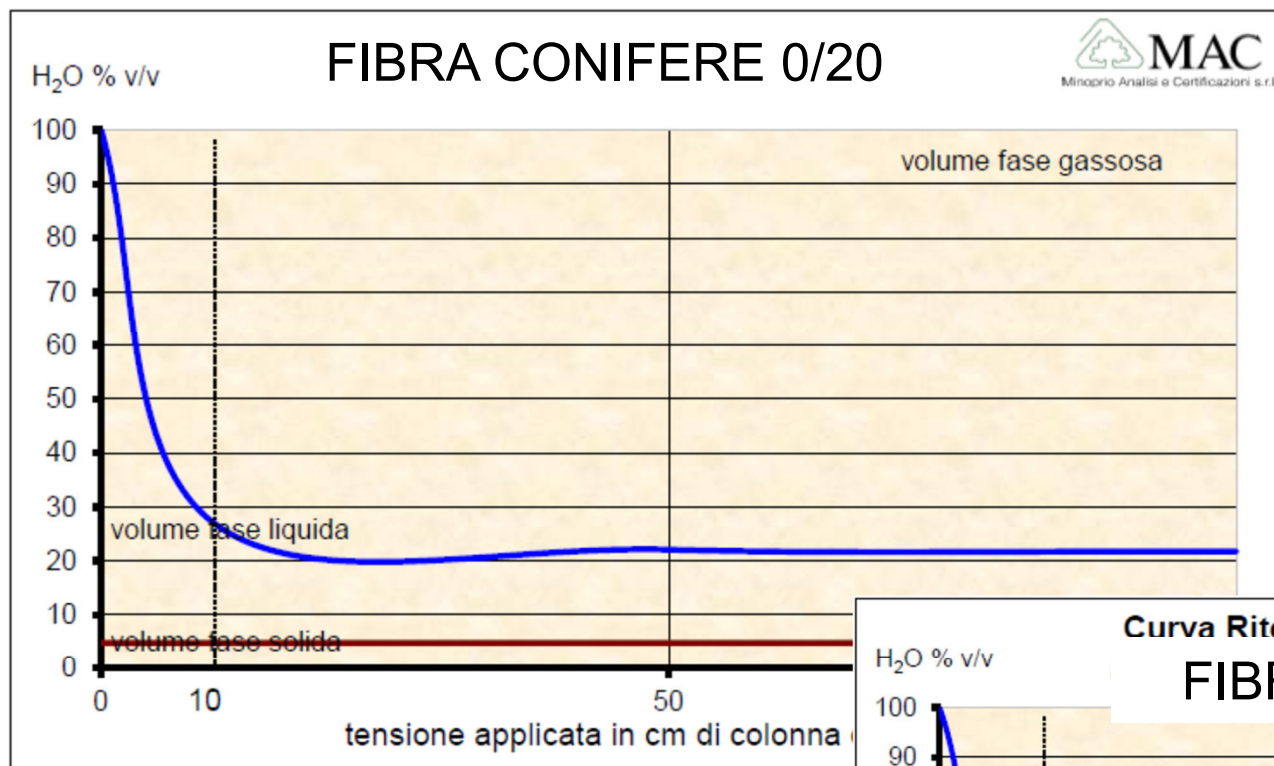
MIDOLLO DI COCCO

curva di ritenzione idrica



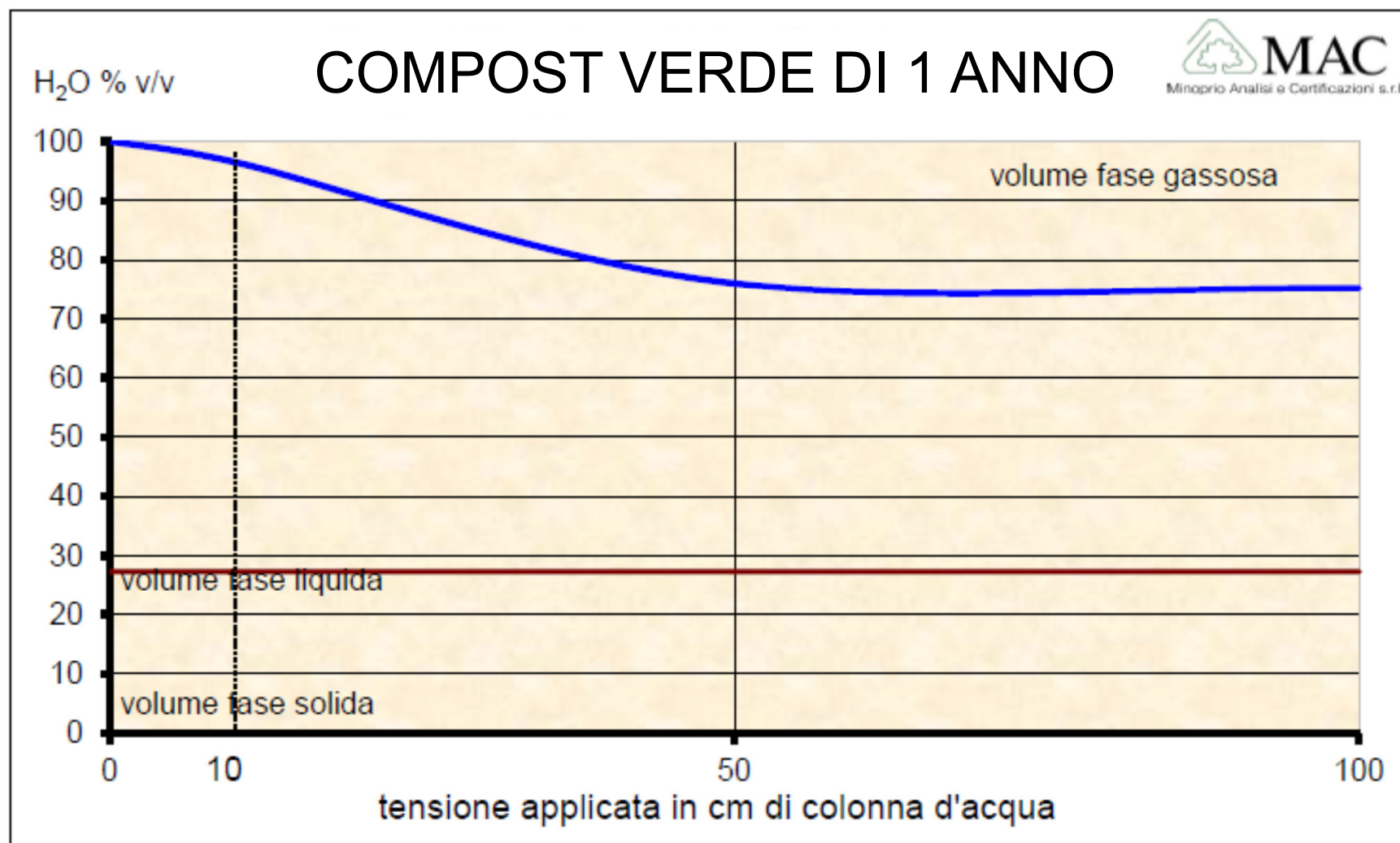
FIBRA DI LEGNO

curva di ritenzione idrica

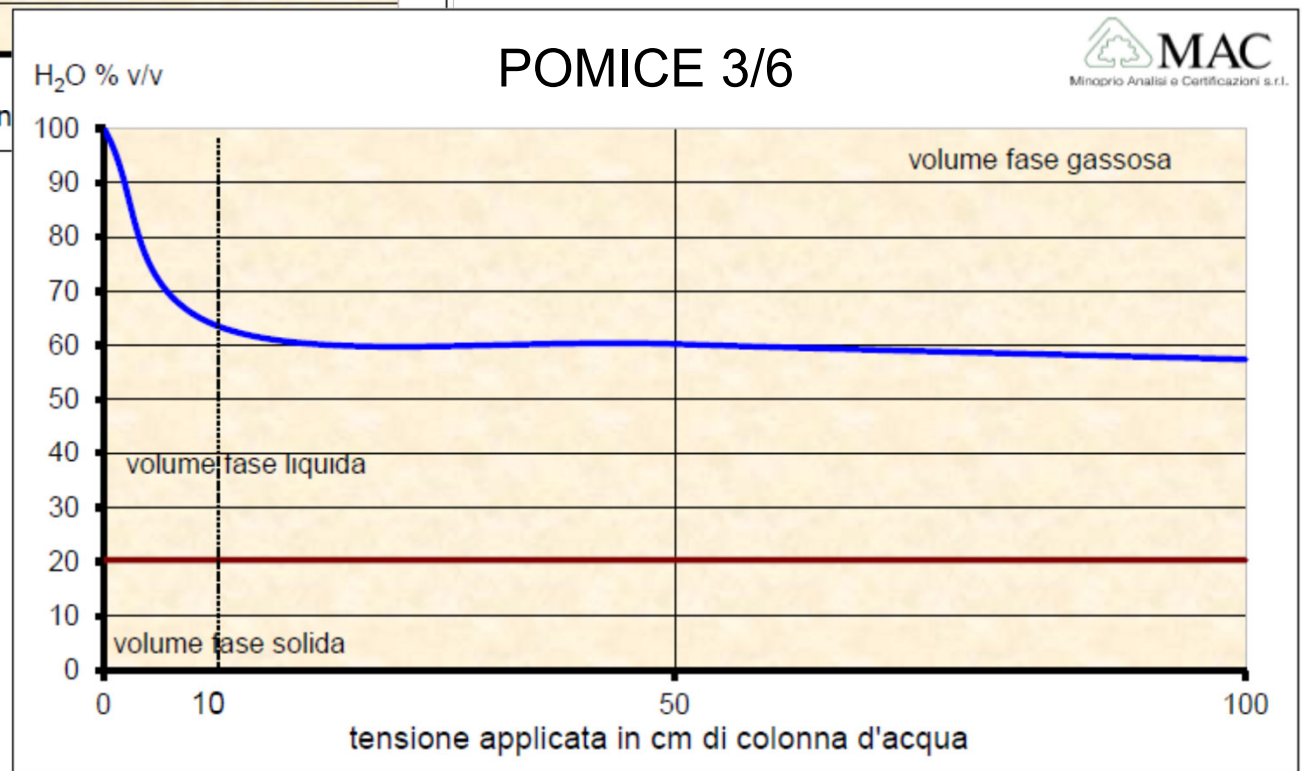
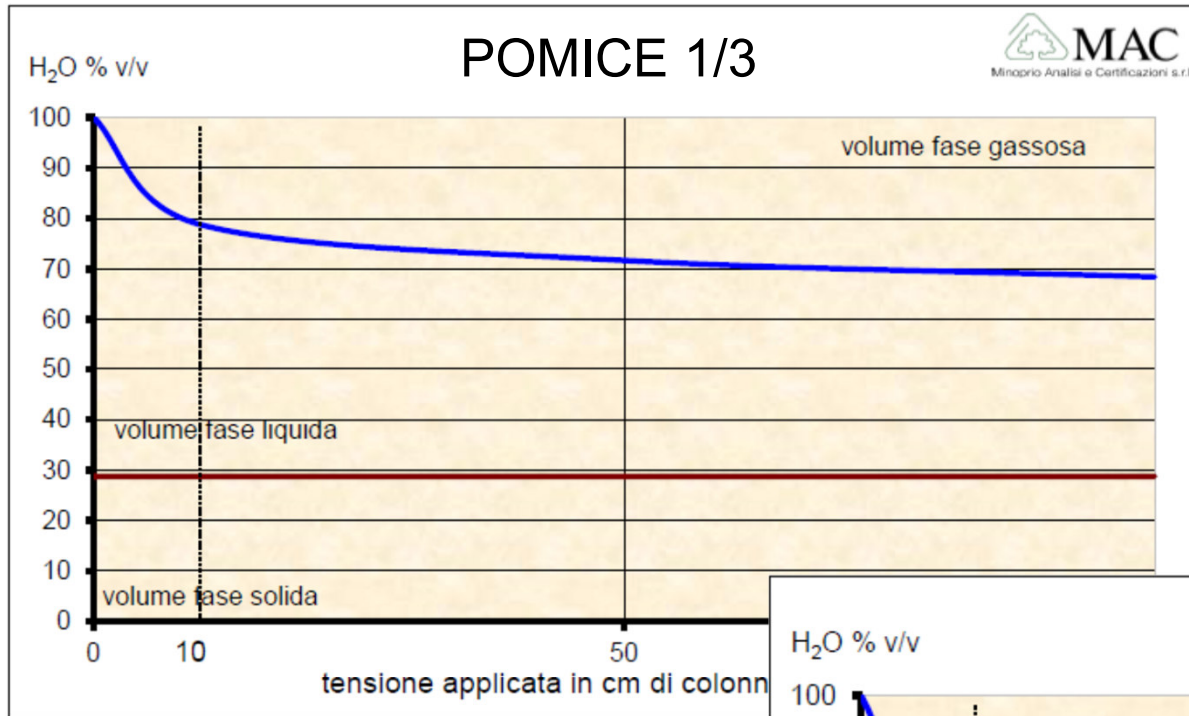


AMMENDANTE COMPOSTATO VERDE

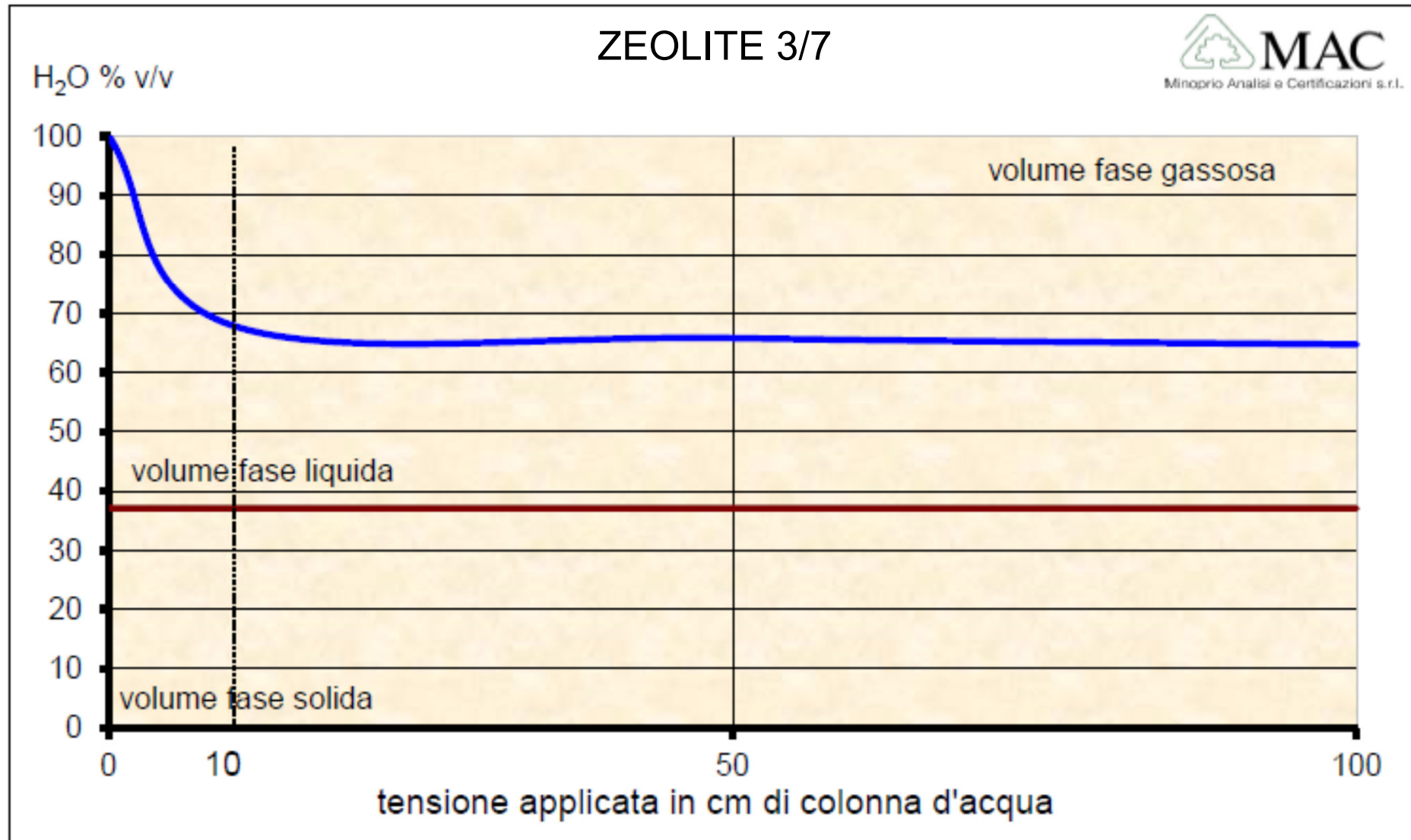
curva di ritenzione idrica



esempi curve di ritenzione idrica materiali inorganici

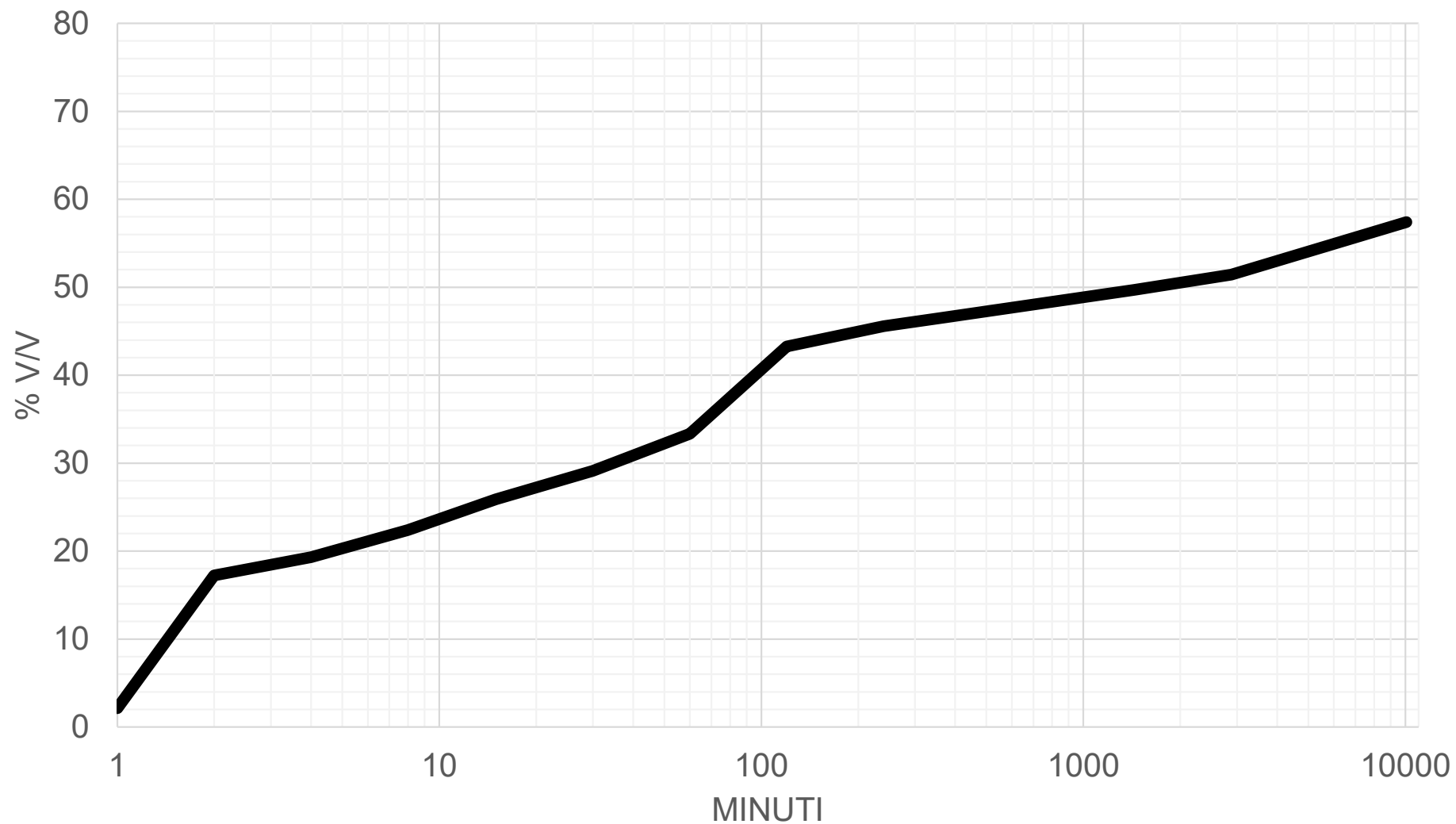


esempi curve di ritenzione idrica materiali inorganici



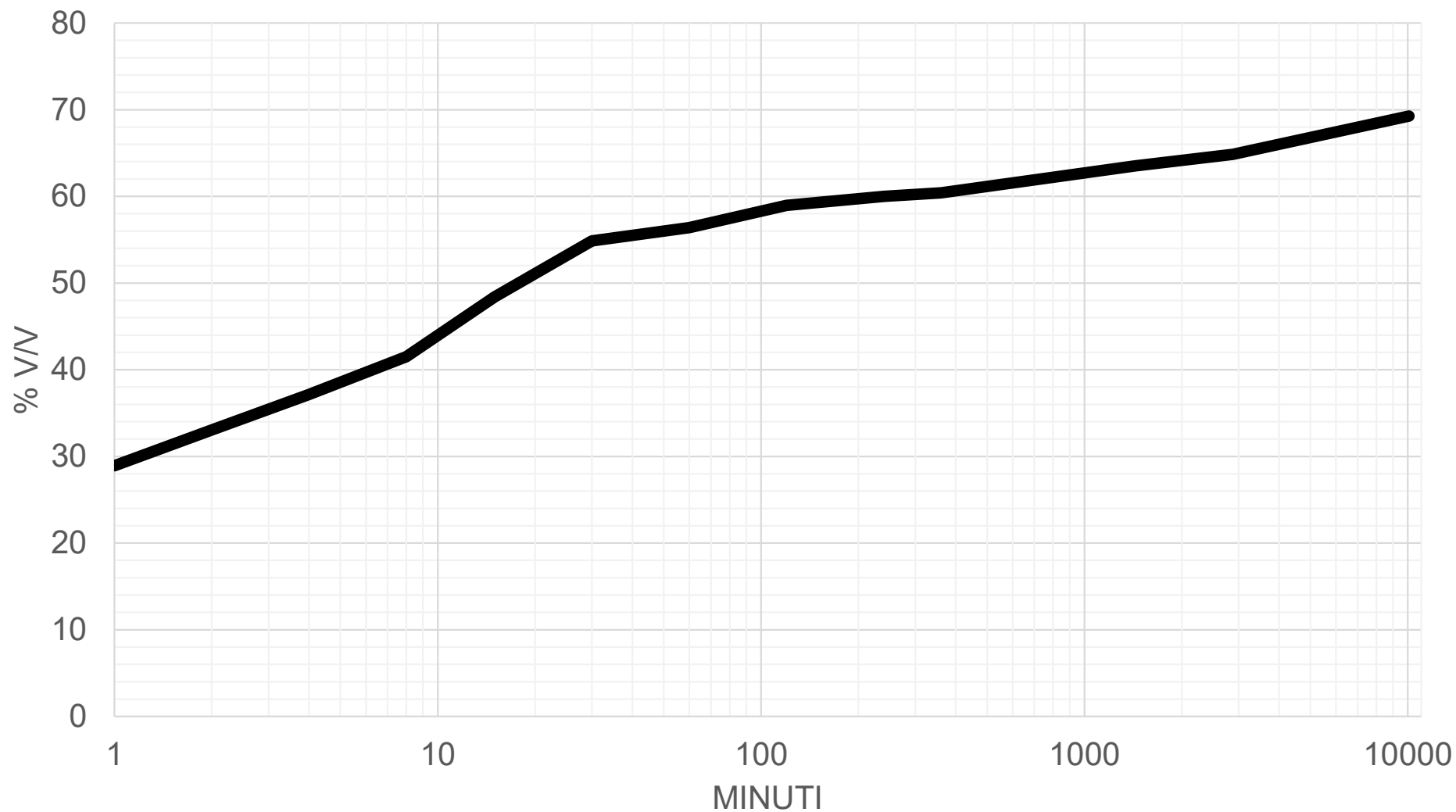
PROGETTO SUBSTAINS TEST IDROFOBIA

MIX CONTROLLO TORBA-POMICE



PROGETTO SUBSTAINS TEST IDROFOBIA

MIX COCCO-FIBRA L.-ACV-POMICE-ZEOLITE



BIOCHAR

Aspetti positivi

- ✓ *carbone vegetale prodotto da pirolisi o pirogassificazione*
 - ✓ *elevata dotazione di carbonio stabile nel tempo*
 - ✓ *elevata porosità, capacità per acqua e aria*
 - ✓ *elevata capacità di scambio cationico*
 - ✓ *riduzione perdita elementi per dilavamento*
 - ✓ *influenza positiva sull'attività microbica*
 - ✓ *elevata stabilità biologica*
- ✓ *sottrazione di CO₂ del processo*

Aspetti negativi

- ✓ *reperibilità*
- ✓ *costo*
- ✓ *eterogeneità*
- ✓ *pH elevato*

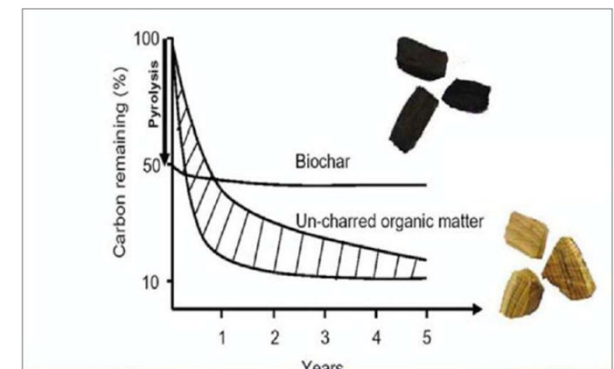
Vol 447/10 May 2007

nature

COMMENTARY

A handful of carbon

Locking carbon up in soil makes more sense than storing it in plants and trees that eventually decompose, argues **Johannes Lehmann**. Can this idea work on a large scale?



Lehmann et al. 2006, mitigation and Adaptation Strategies for Global Change 11, 403-427

STRESS TRAPIANTO

UNA RIFLESSIONE

SUBSTRATO

POROSITA' 70-90% v/v

SOST. ORGANICA: 50-90%

H2O FACILMENTE DISPONIBILE 15/40% v/v

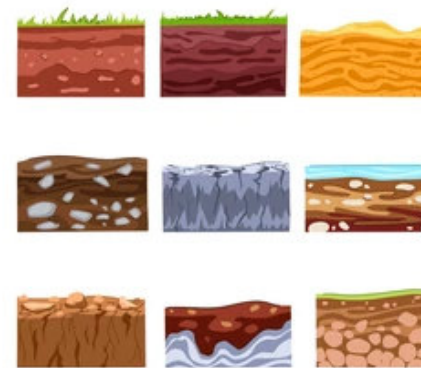


SUOLO

POROSITA' 35-40% v/v

SOST. ORGANICA: 1-5%

H2O DISPONIBILE 10-20% v/v



UN SUBSTRATO INTERMEDIO NELLA COLTIVAZIONE DI PRE-IMPIANTO
POTREBBE ESSERE UNA SOLUZIONE?



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI MILANO



PROGETTO SUBSTAINS



Un ringraziamento a
Raffaella
Eleonora
Ilaria



Massimo Valagussa
Minoprio Analisi e Certificazioni
25 maggio 2026



Finanziato
dall'Unione europea



PSR LOMBARDIA
L'INNOVAZIONE
METTE RADICI



Regione
Lombardia