



**Giornata di Studio**

**SU**

**Scelta e interpretazione dei metodi di analisi dei suoli al fine  
della classificazione pedologica**

# **Problematiche analitiche per la classificazione dei suoli argillosi**

**Sergio Pellegrini**

*(CRA - Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo)*

# COLE



Coefficiente di estensibilità lineare



## Definizione di COLE

Il coefficiente di estensibilità lineare (COLE) è una misura del potenziale di espansione-contrazione, ed è definito dal rapporto della differenza tra la lunghezza di una zolletta allo stato umido e secco e la sua lunghezza allo stato secco:

$$(L_m - L_d) / L_d$$

in cui  $L_m$  è la lunghezza alla tensione di 33 kPa e  $L_d$  è la lunghezza da secco.

# Definizione di COLE

## Coefficient of Linear Extensibility (COLE)

The coefficient of linear extensibility (COLE) is the ratio of the difference between the moist length and dry length of a clod to its dry length. It is  $(L_m - L_d)/L_d$ , where  $L_m$  is the length at 33 kPa tension and  $L_d$  is the length when dry. COLE can be calculated from the differences in bulk density of the clod when moist and when dry.

An estimate of COLE can be calculated in the field by measuring the distance between two pins in a clod of undisturbed soil at field capacity and again after the clod has dried. COLE does not apply if the shrinkage is irreversible.

Le misure di COLE sono inoltre necessarie per calcolare l'**estensibilità lineare** (Linear Extensibility - LE), anch'esso un parametro derivato richiesto dalla Soil Taxonomy (10<sup>th</sup> ed., 2006) per l'attribuzione del carattere vertico (Linear Extensibility di 6,0 cm o più).

## **Definizione di Linear Extensibility (LE)**

“Linear extensibility (LE) of a soil layer is the product of the thickness, in centimeters, multiplied by the COLE of the layer in question. The LE of a soil is the sum of these products for all soil horizons. COLE multiplied by 100 is called linear extensibility percent (LEP).”

# Classi di valutazione del potenziale di espansione/contrazione

<b>Shrink-swell class</b>	<b>LEP</b>	<b>COLE</b>
Low	<3	<0.03
Moderate	3 - 6	0.03 - 0.06
High	6 - 9	0.06 - 0.09
Very High	$\geq 9$	$\geq 0.09$

## Significance

If the shrink-swell potential is rated moderate to very high, shrinking and swelling can damage buildings, roads, and other structures. The high degree of shrinkage associated with high and very high shrink-swell potentials can damage plant roots.

**Fonte:** National Soil Survey Handbook (2005)

# Perché è richiesto?

Il COLE è un carattere diagnostico richiesto dalla Soil Taxonomy (USDA-NRCS, 2006) per individuare l'orizzonte argillico.

## Argillic horizon

### Required Characteristics

.....

If the **coefficient of linear extensibility is 0.04 or higher** and the soil has distinct wet and dry seasons, then the ratio of fine clay to total clay in the illuvial horizon is greater by 1.2 times or more than the ratio in the eluvial horizon;

.....

# Perché è richiesto?

Il **COLE** è un carattere diagnostico (o una caratteristica aggiuntiva) richiesto dal World Reference Base for Soil Resources (2006) per individuare l'orizzonte natrico, argico e vertico.

## **Natric horizon**

a **COLE of 0.04 or higher**, and a ratio of fine clay to total clay in the natric horizon greater by 1.2 times or more than the ratio in the overlying coarser textured horizon;

## **Argic horizon**

a **coefficient of linear extensibility (COLE) of 0.04 or higher**, and a ratio of fine clay to total clay in the argic horizon greater by 1.2 times or more than the ratio in the overlying coarser textured horizon;

## **Vertic horizon**

In vertic horizons, the **COLE is more than 0.06**.

# Metodologia analitica

In Italia non esiste un metodo ufficiale per la determinazione del COLE.

Per la sua determinazione sono quindi utilizzate le metodologie messe a punto da Autori Americani.

Esistono fondamentalmente 2 approcci analitici per la determinazione del COLE, che prevedono:

1. l'utilizzo di campioni indisturbati;
2. l'utilizzo della sola frazione fine ( $< 2\text{mm}$ ).

# SHRINKAGE OF NATURAL CLOD SAMPLES (COLE clod)

## 1. Application

1.1 **The coefficient of linear extensibility for clod samples is determined using the dry and moist bulk densities.** Bulk densities are obtained using **natural clods, 5 to 8 cm in diameter** that have been coated with Saran resin. Volume is measured at 1/3 bar (33 kPa) retention and at oven dryness. **For undisturbed clods, volume measurements are used rather than length measurements.** It is assumed that dimensional changes per unit length along the three axes are equal. Then

$$\text{COLE} = ((V_m/V_d)^{1/3}) - 1$$

where  $V_m$  = volume of moist soil and  $V_d$  = volume of dry soil. If the reciprocals of the dry and moist bulk densities are substituted for the respective volumes then

$$\text{COLE} = ((D_{bd} / D_{bm})^{1/3}) - 1$$

## 2. Apparatus and Materials

2.1 Identification tags; 2.2 Nylon strings (fishing line); 2.3 Balance capable of weighing suspended samples; 2.4 Diamond saw; 2.5 Tension table; 2.6 Pressure pot (optional); 2.7 Oven; 2.8 2 mm sieve.

## 3. Reagents

3.1 **Methyl ethyl ketone**; 3.2 Saran resin F-310; 3.3 Saran - methyl ethyl ketone solutions of ratios 1:4 and 1:8.

Dissolve the resin by shaking on a paint shaker or by stirring with an electric stirrer in a **fume hood**. Keep containers tightly closed to **avoid evaporation and breathing of fumes**.

# SCHEDA DI SICUREZZA ai sensi della Direttiva Comunitaria 2001/58/EC

**Denominazione commerciale:** Metil etil chetone

## **Classificazione di pericolosità:**

Xi Irritante

F Facilmente infiammabile

## **Indicazioni di pericolosità specifiche per l'uomo e l'ambiente:**

R 11 Facilmente infiammabile.

R 36 Irritante per gli occhi.

R 66 L'esposizione ripetuta può provocare secchezza e screpolature della pelle.

R 67 L'inalazione dei vapori può provocare sonnolenza e vertigini.

## **Interventi di primo soccorso**

### **Inalazione:**

Portare in zona ben areata, in caso di disturbi consultare il medico.

### **Contatto con la pelle:**

Generalmente il prodotto non è irritante per la pelle.

### **Contatto con gli occhi:**

Lavare con acqua corrente per diversi minuti tenendo le palpebre ben aperte. Se persiste il dolore consultare il medico.

**Ingestione:** Se persistono sintomi di malessere consultare il medico.

# **SCHEDA DI SICUREZZA ai sensi della Direttiva Comunitaria 2001/58/EC**

## **Misure cautelari rivolte alle persone:**

Indossare equipaggiamento protettivo. Allontanare le persone non equipaggiate.  
In caso di vapori/polvere/aerosol adottare protezioni respiratorie.

## **Misure di protezione ambientale:**

Impedire l'entrata del prodotto nelle fognature, cave o cantine.  
Impedire infiltrazioni nella fognatura/nelle acque superficiali/nelle acque freatiche.

## **Indicazioni per una manipolazione sicura:**

Travaso e manipolazione del prodotto solo in sistemi chiusi o sotto aspirazione.

## **Indicazioni per prevenire incendi ed esplosioni:**

Tenere lontano da fonti di calore, non fumare.

Adottare provvedimenti contro cariche elettrostatiche.

## **Reazioni pericolose:**

Può reagire violentemente con materiale ossigenato (comburente). Pericolo di esplosione. Reazioni con perossidi e altri formatori di radicali. Decomposizione di acqua ossigenata.

## **Ulteriori dati tossicologici:**

L'inalazione di vapori concentrati nonché l'ingestione provocano stati narcotizzanti, mal di testa, vertigini, ecc.

## 4. Procedures

4.1 **Select clods of about 50 to 200 cm<sup>3</sup>**, trim off loose material and tie a tagged string around the clod. Determine the average weight of the string and tag (W1).

4.2 **Dip the clod in Saran solution and let dry for 30 minutes.** Any loose material is usually removed by the first dipping and weighing after one coating compensates for any loss of material. The first coating must be accomplished by a rapid immersion in the Saran solution.

4.3 Weigh the clod (W2) and then **apply additional coatings at 15 minute intervals until the sample is waterproofed** and bubbles are no longer released during dippings. Record the total number of coatings (N) and allow 30 minutes before weighing in air (W3).

4.4 **Using a diamond saw cut off some of the clod and coating and create a flat surface.** Determine the weight of the plastic remaining on the clod (Pr).

4.5 The flat surface of the clod is seated on a tension table at 5-10 cm tension until the entire coating has turned white. **Then apply 1/3 bar tension (33 kPa) for 5-6 days on the tension table or pressure pot.**

4.6 The clod is carefully removed from the table or pot, weighed in air (W4) and **waterproofed by applying about 5 coats of Saran.**

4.7 After the final coating has dried for at least 30 minutes, the clod is weighed in air (W5) and in water (W6).

4.8 The clod is oven dried by gradually raising the temperature from 50°C to 105°C over a period of **3 days**. After cooling in a desiccator, the clod is weighed in air (W7).

4.9 **Apply as many coats as necessary to waterproof the clod** and then weigh in air (W8) and in water (W9).

4.10 If the clod is suspected to contain more than about 5% gravel, break the clod apart and separate the >2 mm material by sieving (W10). The volume (Vg) is determined by measuring the displacement of water in a graduated cylinder when the material is added.

## 6. Interpretation of Results

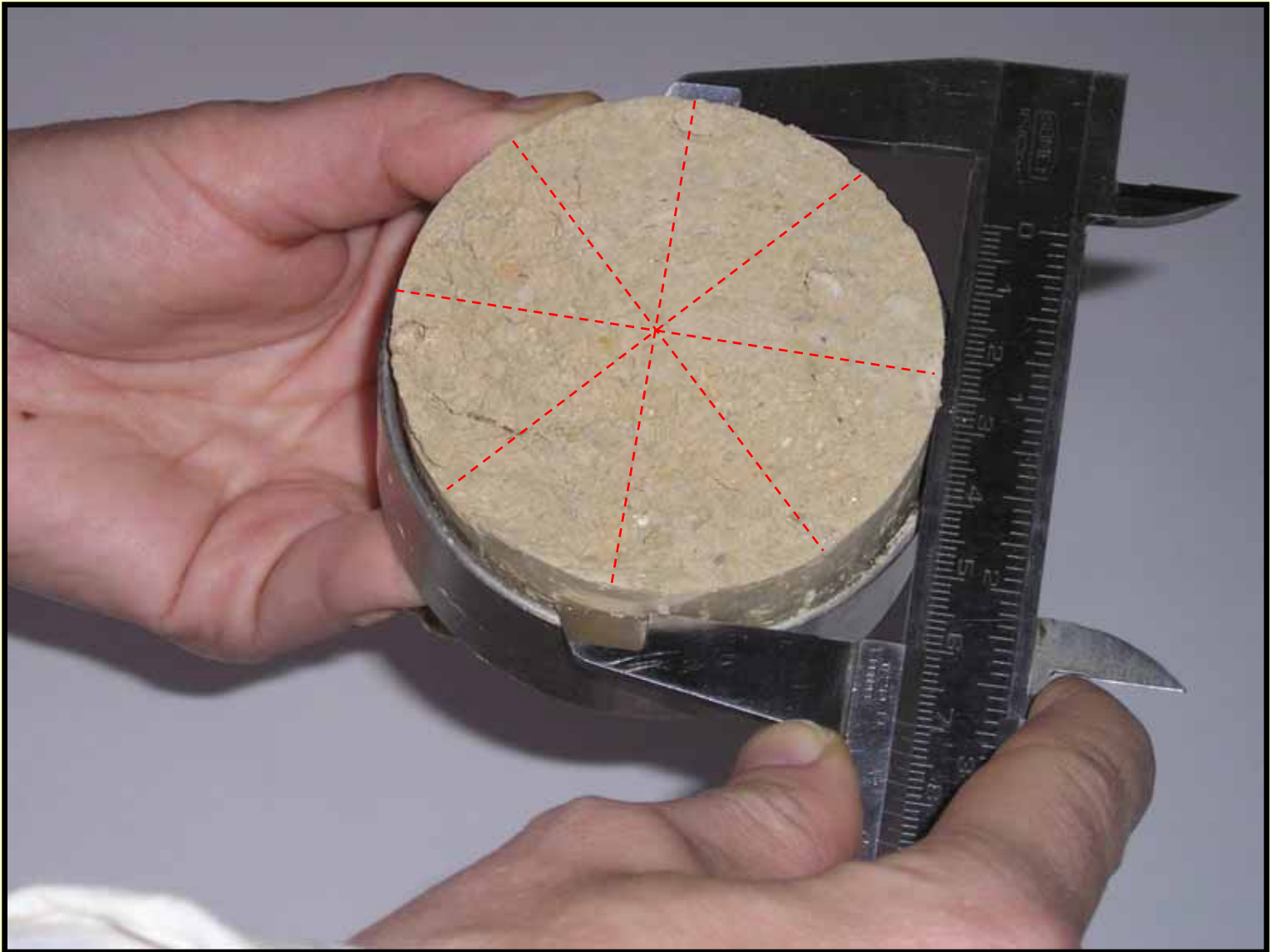
6.1 Since COLE clod values are usually **less than 0.1** and provide an estimate of shrinkage, the validity of results depends on the number of replicate clods per horizon.

## **SHRINKAGE OF UNDISTURBED SAMPLES (COLE core)**

For the core method of measurement, select a sample core from a wet or moist soil. Carefully measure the wet length of the cores and set the core upright in a dry place. If the core shrinks in a symmetrical shape without excessive cracking or crumbling, its length can be measured and COLE calculated.

If the core crumbles or cracks, measurements cannot be accurately determined by this method.

**Fonte:** National Soil Survey Handbook (2005)



# SHRINKAGE OF DISTURBED SAMPLES (COLE rod)

## 1. Application

1.1 COLE is the measure of linear extensibility which is the 1-dimensional length change of a soil body between two moisture contents. If facilities are available, this test can be run between any standard moisture content and oven dry.

Most soils change volume with change in water content. The coefficient of linear extensibility (COLE) is a commonly used measure of the shrink-swell capacity of soil and can be determined for disturbed as well as undisturbed samples. For disturbed soils COLE is defined as:

$$\text{COLE} = (L_m - L_d) / L_d$$

where  $L_m$  = length of moist sample and  $L_d$  = length of dry sample.

## 2. Apparatus and Materials

2.1 Paper cups 200 mL

2.2 Spatula

2.3 25 mL plastic syringe with a 1 cm diameter orifice

2.4 Calipers or travelling microscope

## 3. Reagents

3.1 Water

**Fonte:** Schafer, W.M. and Singer, M.J. 1976. A new method of measuring shrink-swell potential using soil pastes. Soil Sci. Soc. Am. J., 40: 805-806.

## 4. Procedure

4.1 Fill a paper cup about half full with <2 mm soil. Add water and mix with a spatula until a paste slightly drier than saturation is obtained. After covering, allow the paste to equilibrate for 24 hours.

4.2 Readjust the paste to the proper moisture content. The paste should glisten slightly, but should not flow when tilted. The surface of the paste should become smooth after repeatedly tapping the cup on the table. With the plunger removed and using the spatula, load the syringe with soil paste. Insert the plunger and tap on the table to get rid of any bubbles that may be present in the paste.

4.3 After discarding the first 3 cm, extrude as many rods as possible that are 5-7 cm long. The surface on which the rod is laid is important because the rod may curl. Teflon is superior because of its low coefficient of friction and wet soil will not adhere to it. To prevent the rod from curling when placed on any other surface the rod must be rolled 1/4 turn after measuring the length and the exterior starts to dry.

4.4 Measure the lengths of the rods. After the rods are air dry (about 48 hours) remeasure the lengths. Experiments have shown that making a groove at each end of the rod and measuring with calipers is fairly accurate, but inserting a fine wire through each end of the rod and measuring with a traveling microscope is much more accurate.

## 5. Calculations

5.1 COLE rod =  $(L_m - L_d) / L_d$

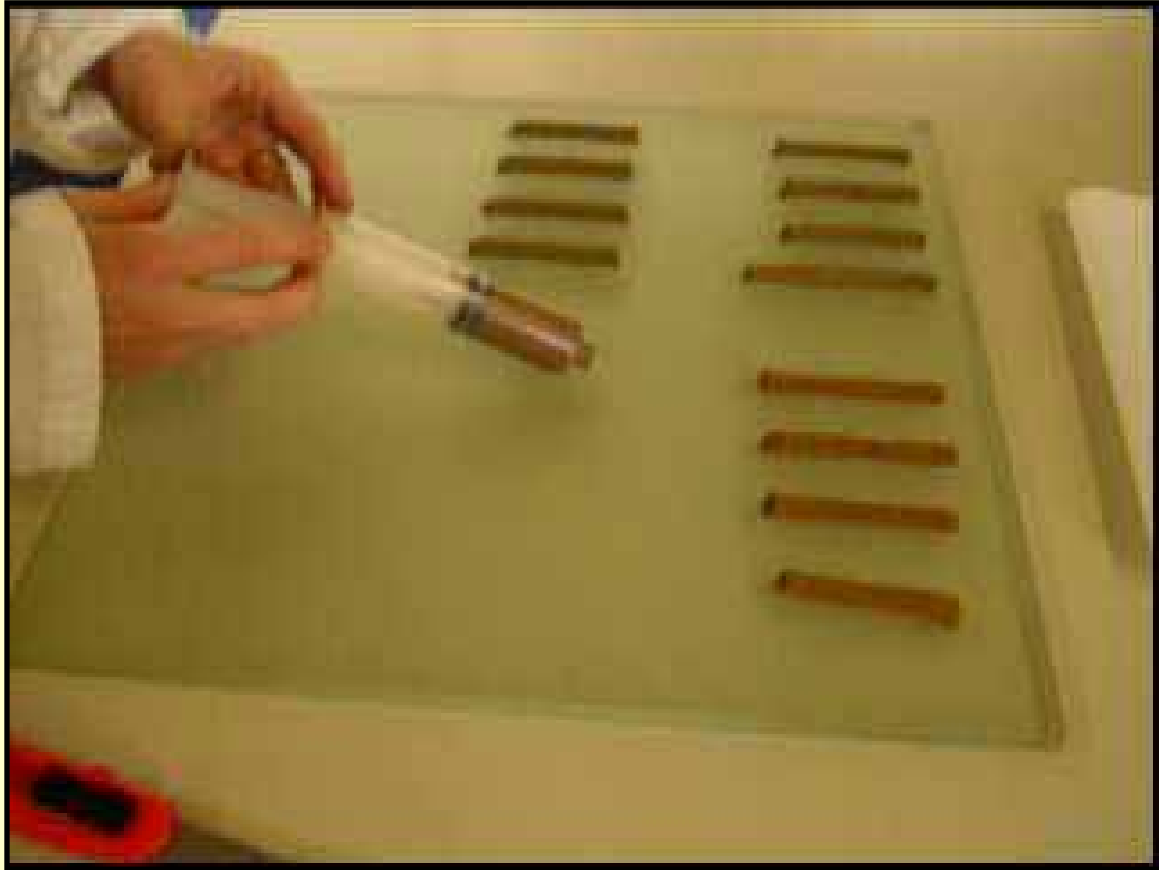
where  $L_m$  = length moist and  $L_d$  = length dry

## 6. Interpretation of Results

6.1. The COLE rod value for a sample is determined by averaging the values obtained for many rods.

**COLE rod values are less than 0.2.**

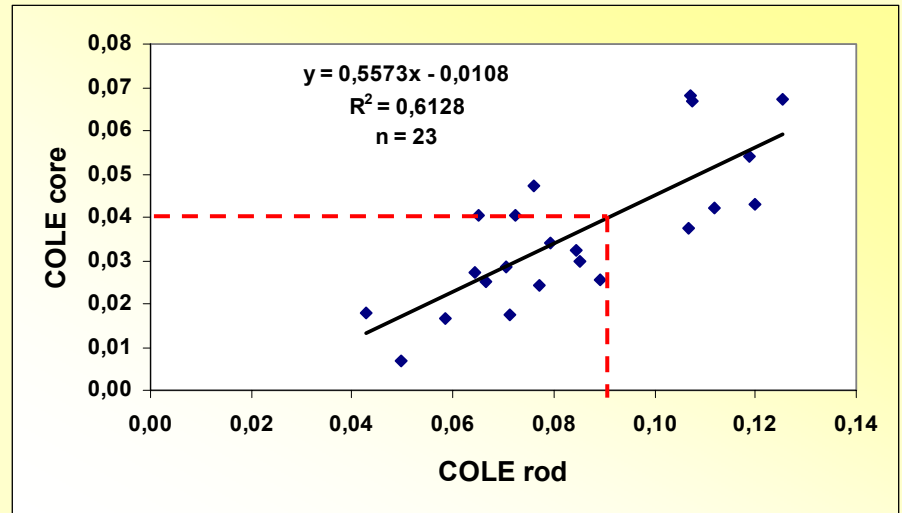
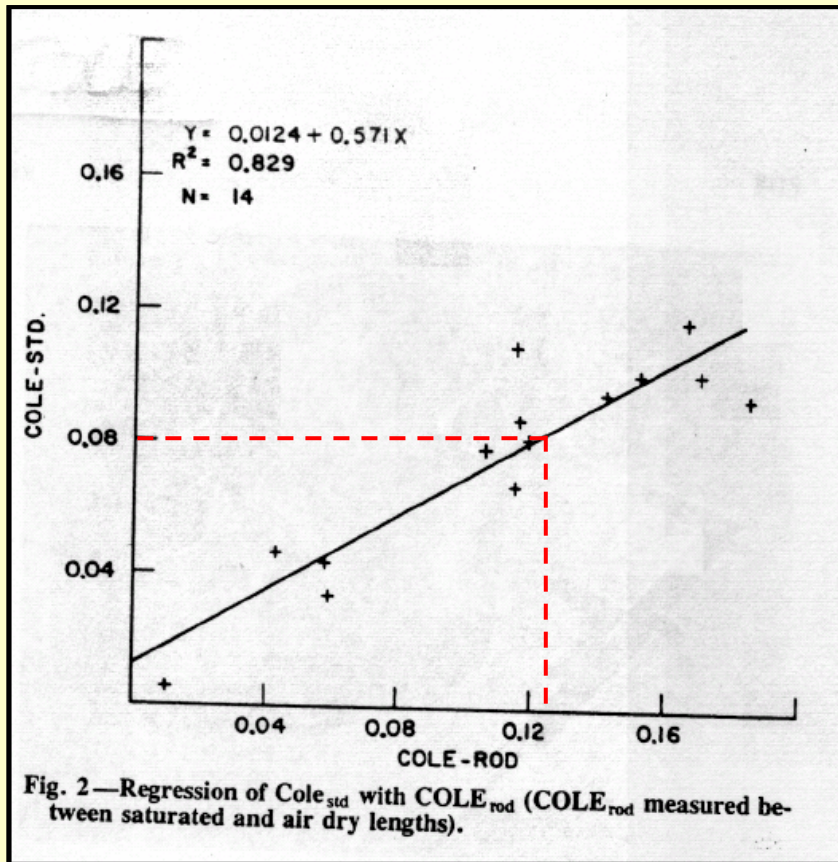
# Procedura analitica



# Procedura analitica



# Confronto dei dati



Fonte: Schafer and Singer (1976)

# Pregi e difetti dei diversi metodi

	<b>COLE clod</b>	<b>COLE core</b>	<b>COLE rod</b>
Affidabilità del dato analitico	+	+	-
Attrezzatura di laboratorio	-	+	+
Complessità dell'analisi	-	+	+
Limitazioni	Suoli incoerenti	Suoli a struttura granulare	Suoli sciolti
			Effetto della struttura

The image shows four graduated cylinders arranged in a row, each containing a different concentration of an orange-brown suspension. The cylinders are marked with volume measurements in milliliters. The first cylinder on the left is filled to approximately 400 mL. The second cylinder is filled to approximately 300 mL. The third cylinder is filled to approximately 100 mL. The fourth cylinder on the right is filled to approximately 100 mL. The background is a white surface with circular patterns. A large orange box with the text 'WDC' is overlaid on the top half of the cylinders, and another orange box with the text 'Water-Dispersible Clay' is overlaid on the middle section.

**WDC**

Water-Dispersible Clay

# Definizione di Water-Dispersible Clay (WDC)

This is the clay content found when the sample is dispersed with water without any pre-treatment to remove cementing compounds and without use of a dispersing agent.

# Perché è richiesto?

Il dato di WDC è richiesto poiché il rapporto WDC/total clay è un criterio diagnostico previsto dal World Reference Base (2006) per l'individuazione degli orizzonti nitici e ferralici. È inoltre previsto come *input* in alcuni modelli previsionali dell'erosione idrica e del trasporto di inquinanti adsorbiti sui colloidi del suolo (de Jonge et al., 1998; Sprague et al., 2000; Petersen et al., 2003).

## A nitic horizon has:

2. all of the following:
  - a. 30 percent or more clay; *and*
  - b. **a water-dispersible clay to total clay ratio less than 0.10**; *and*
  - c. a silt to clay ratio less than 0.40; *and* .....

## A ferralic horizon:

1. has a sandy loam or finer particle size and less than 80 percent (by volume) gravel, stones, pisoplinthic nodules or petroplinthic gravel; *and*
2. has a CEC (by 1 M NH<sub>4</sub>OAc) of less than 16 cmolc kg<sup>-1</sup> clay<sup>1</sup> and an ECEC (sum of exchangeable bases plus exchangeable acidity in 1 M KCl) of less than 12 cmolc kg<sup>-1</sup> clay; *and*
3. **has less than 10 percent water-dispersible clay**, unless it has one or both of the following:
  - a. geric properties; *or*
  - b. 1.4 percent or more organic carbon; *and*.....

# Metodologia analitica

In Italia non esiste un metodo ufficiale per la determinazione della WDC.

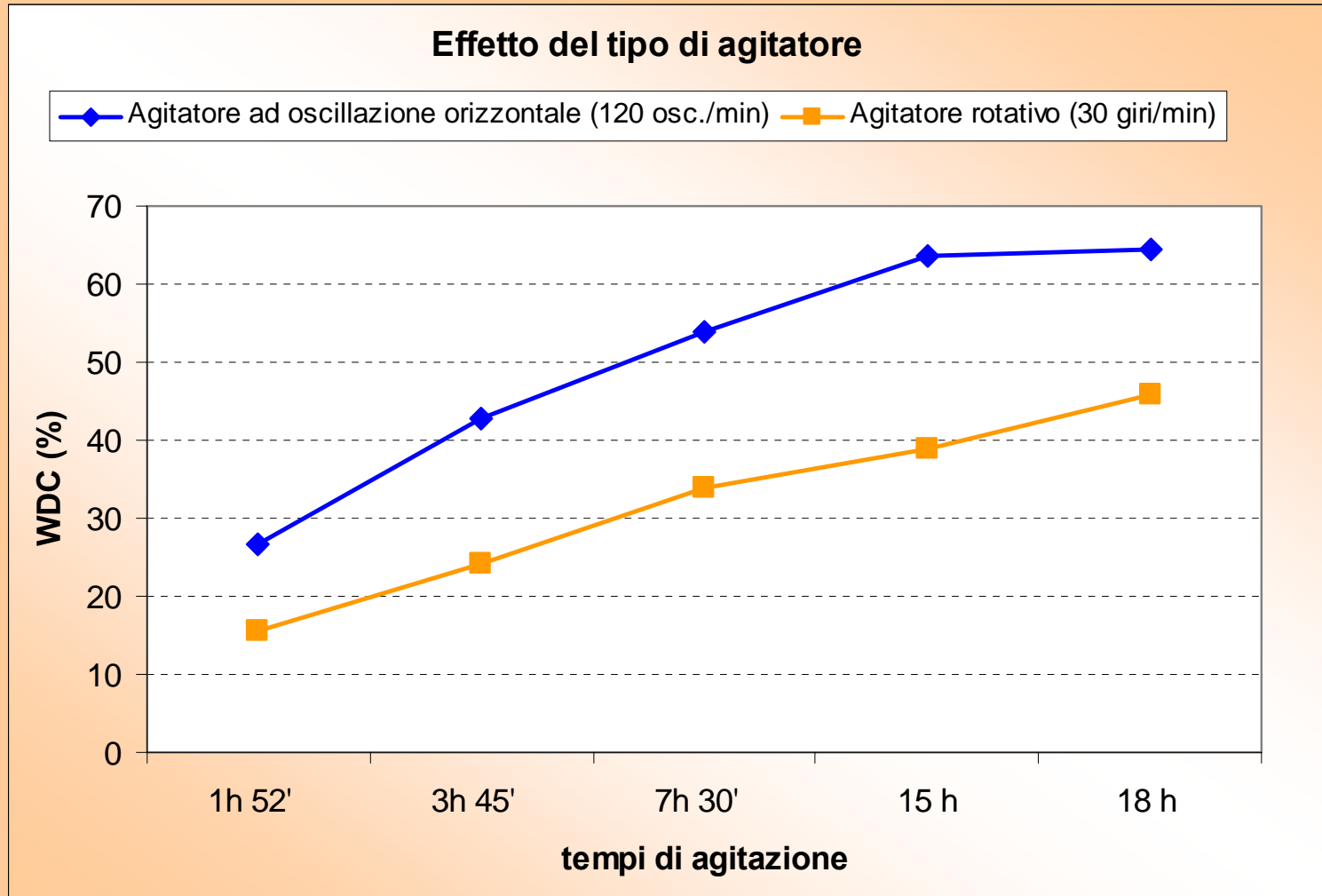
Si tratta comunque di fare una normale analisi granulometrica senza operare alcun pre-trattamento sul campione di terreno.

Sembra tutto estremamente facile, ma .....

# Metodologia analitica

... a parità di ogni altra condizione (quantità di terreno, tenore di umidità del terreno, qualità dell'acqua, tempi di agitazione) al variare del volume del contenitore, del tipo di agitatore (rotante o ad oscillazione orizzontale) e della quantità di acqua utilizzata, i dati di WDC sono notevolmente diversi!

# Risultati



# Problematiche del metodo di misura

Nonostante la classificazione WRB (2006) necessiti del dato di WDC per l'individuazione degli orizzonti nitici e ferralici, non viene fornita indicazione alcuna circa la metodologia analitica da utilizzare.

Eppure è noto come differenti *input* di energia influiscano decisamente sul dato analitico! (Pojasok and Kay, 1990; Kay and Dexter, 1990)

Anche sul manuale dei “Metodi di analisi fisica del suolo” non vengono fornite indicazioni precise riguardo ai tempi di agitazione (genericamente si indica una notte) o alla frequenza delle oscillazioni su agitatore a scuotimento orizzontale.

Al contrario, sebbene la Soil Taxonomy non preveda come diagnostico il dato di WDC, né in quanto tale né come base per il calcolo di parametri derivati, nel Soil Survey Laboratory Methods Manual (2004) è riportato, con dovizia di particolari, il metodo per l'analisi granulometrica senza pre-trattamento del campione.

# Metodologia analitica

Particle-Size Distribution Analysis (3A)

Particles <2 mm (3A1)

Pipet Analysis (3A1a)

Water Dispersion (3A1a6)

Air-Dry (3A1a6a)



7.64 Weigh 10 g of <2-mm, air-dry soil to nearest mg on an electronic balance and place into a numbered, tared 300-mL, fleaker. Wash and tare these fleakers once every two months. A quality control sample is included in each batch (<24 samples).

7.65 Dry the sample in an oven at 110°C overnight. Remove the sample from the oven, place in a desiccator, and cool to ambient temperature.

7.66 Record the total weight (TW) of the sample to the nearest mg.

**7.67 Add  $\approx$  175 mL of RO (reverse osmosis) water to sample. Place the sample in a horizontal shaker, set at 120 oscillations  $\text{min}^{-1}$  and shake for 15 h (overnight).**

7.68 .....

Fonte: Soil Survey Laboratory Methods Manual (2004)

# Conclusioni e proposte

- Per utilizzare il rapporto “WDC/total clay” come criterio diagnostico è indispensabile fornire indicazioni dettagliate su tutti gli aspetti della procedura analitica.
- Da prove effettuate presso il nostro laboratorio, sembra che l’agitazione di un campione di terreno per 15h su agitatore ad oscillazione orizzontale con frequenza di 120 osc./min (Soil Survey Laboratory Methods Manual, 2004) consenta di ottenere la completa dispersione in acqua dell’argilla.
- Per giungere a conclusioni certe sull’affidabilità di tale procedura analitica è comunque necessario effettuare ulteriori *tests* su campioni di suolo rappresentativi delle diverse tipologie pedologiche.



# Drenaggio interno



# Definizione di Drenaggio Interno

Qualità del suolo relativa alla frequenza e alla durata dei periodi durante i quali il suolo non è saturo o è parzialmente saturo di acqua (FAO, 1990); ci si riferisca alle condizioni stagionali più limitanti.

Deriva da stima effettuata dal rilevatore durante la descrizione dei profili.

# Perché è richiesto?

- La conoscenza della classe di drenaggio interno dei suoli è necessaria in molte valutazioni dei suoli e delle terre a fini specifici (es., attitudine allo spandimento dei reflui, capacità protettiva nei confronti dell'inquinamento, attitudine colturale);
- Dal punto di vista tassonomico è inoltre relazionato con i caratteri stagnic, gleyic (WRB) e aquic (Soil Taxonomy).

Classe	Descrizione
Eccessivamente drenato	Questi suoli hanno una conducibilità idraulica alta (da 10 a 100 $\mu\text{m/s}$ ) e molto alta ( $>100 \mu\text{m/s}$ ) e un basso valore di acqua utilizzabile (AWC bassa o molto bassa, $<100 \text{ mm}$ ) . Non sono adatti alle colture almeno che non vengano irrigati. Sono suoli privi di screziature.
Piuttosto eccessivamente drenato	Questi suoli hanno una alta conducibilità idraulica (da 10 a 100 $\mu\text{m/s}$ ) ed un più alto valore di acqua utilizzabile (AWC bassa o moderata, $>50 \text{ mm}$ ma $<150 \text{ mm}$ ). Senza irrigazione possono essere coltivate solo un ristretto numero di piante e con basse produzioni. Sono suoli privi di screziature.
Ben drenato	Questi suoli trattengono una quantità ottimale di acqua (AWC elevata o molto elevata, $>150 \text{ mm}$ ) ma non sono abbastanza umidi in superficie o per un periodo abbastanza lungo nella stagione di crescita da condizionare negativamente le colture. Sono suoli di solito privi di screziature.
Moderatamente ben drenato	Questi suoli sono <b>abbastanza</b> umidi in superficie per un periodo <b>sufficientemente</b> lungo da condizionare negativamente le operazioni di impianto e raccolta delle colture mesofitiche almeno che non venga realizzato un drenaggio artificiale. I suoli moderatamente ben drenati hanno <b>comunemente</b> uno strato a bassa conducibilità idraulica (da 0,1 a 0,01 $\mu\text{m/s}$ ), uno stato di umidità <b>relativamente alto</b> nel profilo, un apporto di acqua per infiltrazione o alcune combinazioni fra queste condizioni. Possono avere screziature da scarse a comuni sia rosse che grigie tra 75 e 100 cm.
Piuttosto mal drenato	Questi suoli sono <b>abbastanza</b> umidi in superficie o per un periodo <b>sufficientemente</b> lungo da ostacolare gravemente le operazioni di impianto, di raccolta o di crescita delle piante almeno che non venga realizzato un drenaggio artificiale. I suoli piuttosto mal drenati hanno <b>comunemente</b> uno strato a bassa conducibilità idraulica, un elevato stato di umidità nel profilo, un apporto di acqua per infiltrazione o una combinazione fra queste condizioni. Generalmente hanno screziature con chroma $\leq 2$ e/o rosse da comuni ad abbondanti tra 50 e 75 cm; oppure possono mostrare screziature da ristagno temporaneo dovute alla presenza di una suola di aratura.
Mal drenato	Questi suoli sono generalmente umidi vicino o in superficie per una parte considerevole dell'anno, cosicché le colture a pieno campo non possono crescere in condizioni naturali. Le condizioni di scarso drenaggio sono dovute ad una zona satura, ad un orizzonte con bassa conducibilità idraulica, ad infiltrazione di acqua o ad una combinazione fra queste condizioni. Generalmente hanno screziature con chroma $\leq 2$ da comuni ad abbondanti entro i primi 50 cm.
Molto mal drenato	Questi suoli sono umidi vicino o in superficie per la maggior parte del tempo. Sono abbastanza umidi da impedire la crescita di importanti colture (ad eccezione del riso) almeno che non vengano drenati artificialmente. Generalmente hanno screziature con chroma $\leq 2$ abbondanti fin dalla superficie del suolo.

La classe di drenaggio interno è quindi una qualità interpretativa, che deriva dalla valutazione di campagna di altre qualità e caratteristiche del suolo (permeabilità, tessitura, struttura, presenza di figure di ossidoriduzione) e può fornire soltanto una prima approssimazione del reale comportamento idraulico di un suolo.

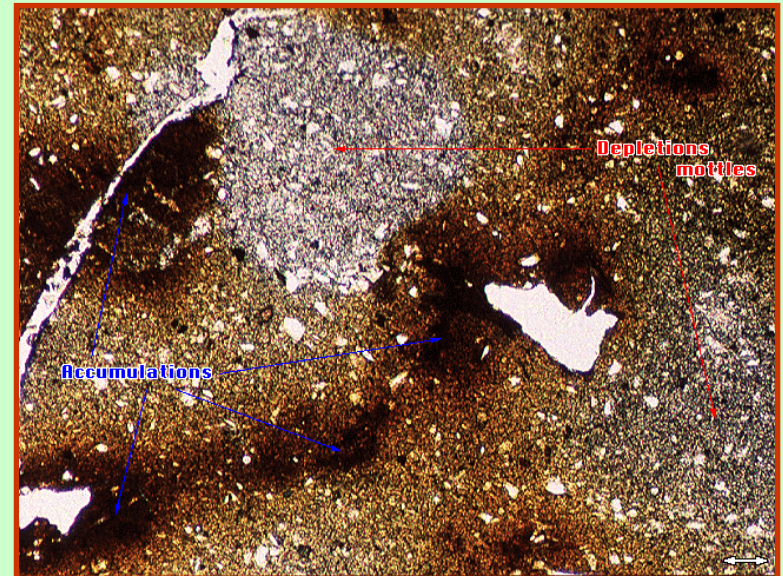
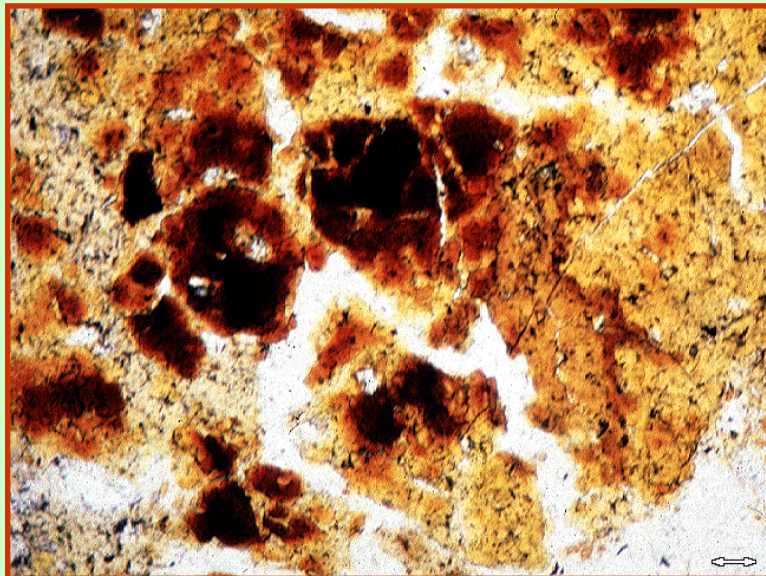
Per migliorare la valutazione di campagna, possono essere adottate strategie diverse:

- Monitoraggio continuo dell'umidità del suolo;
- Uso di modelli di simulazione;
- Test di campo e di laboratorio (misure di conducibilità idraulica, contenuto di umidità a differenti potenziali matriciali).

In particolare, il modello EPIC ha fornito buoni risultati in termini di simulazione del contenuto di umidità in alcuni suoli a vigneto e oliveto dell'Italia centrale.

EPIC ha stimato correttamente il verificarsi delle condizioni di saturazione dei suoli; risultati meno attendibili sono stati invece ottenuti riguardo alla durata delle condizioni di eccesso idrico.

La descrizione micromorfologica delle sezioni sottili per la valutazione del grado di idromorfia è stata proposta come metodologia per validare la classificazione del drenaggio interno e per correlare la presenza di figure di ossido-riduzione (redoximorphic features) al regime idrologico dei suoli (Aguilar et al., 2003).



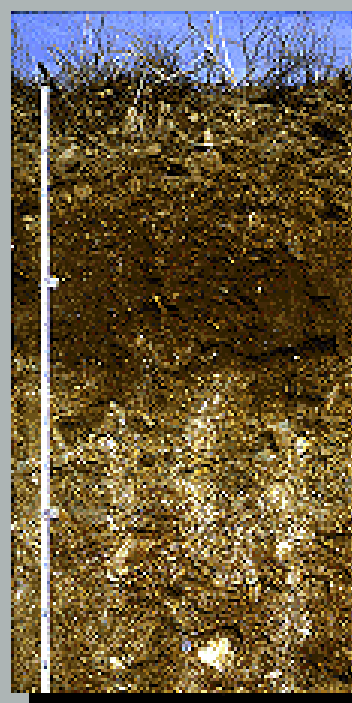
**STAGE 0**



**STAGE 1**



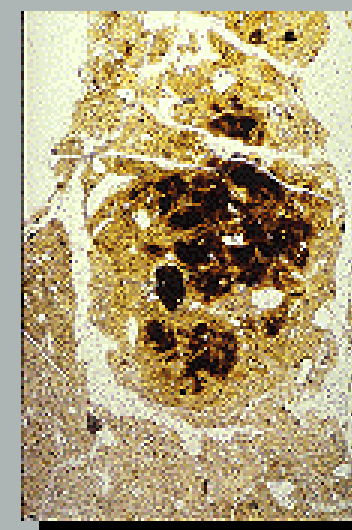
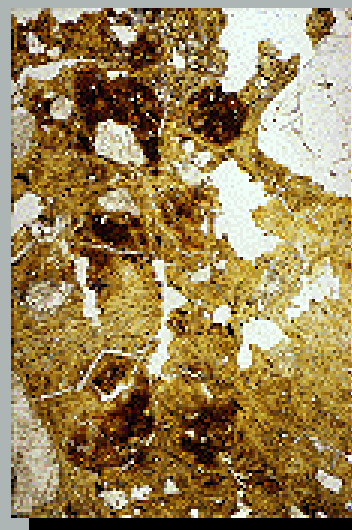
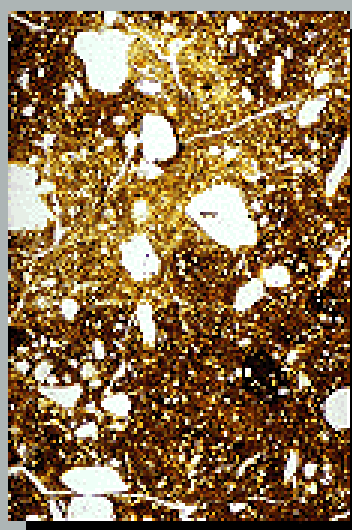
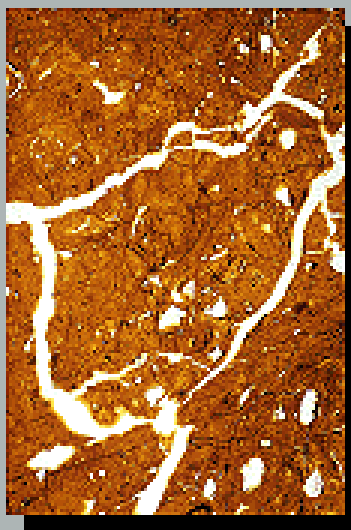
**STAGE 2**



**STAGE 3**



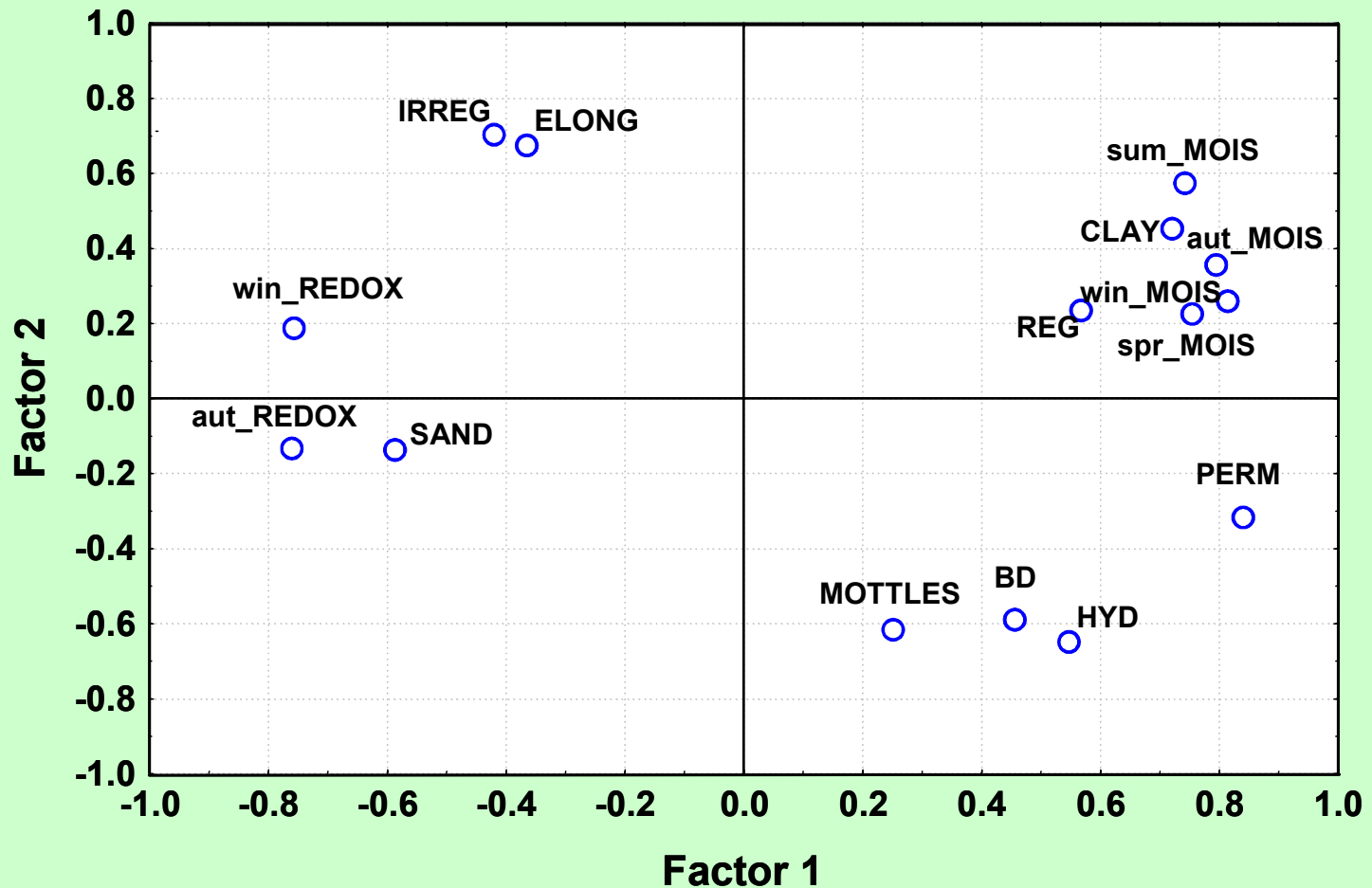
**STAGE 4**



**HIDROMORPHY**

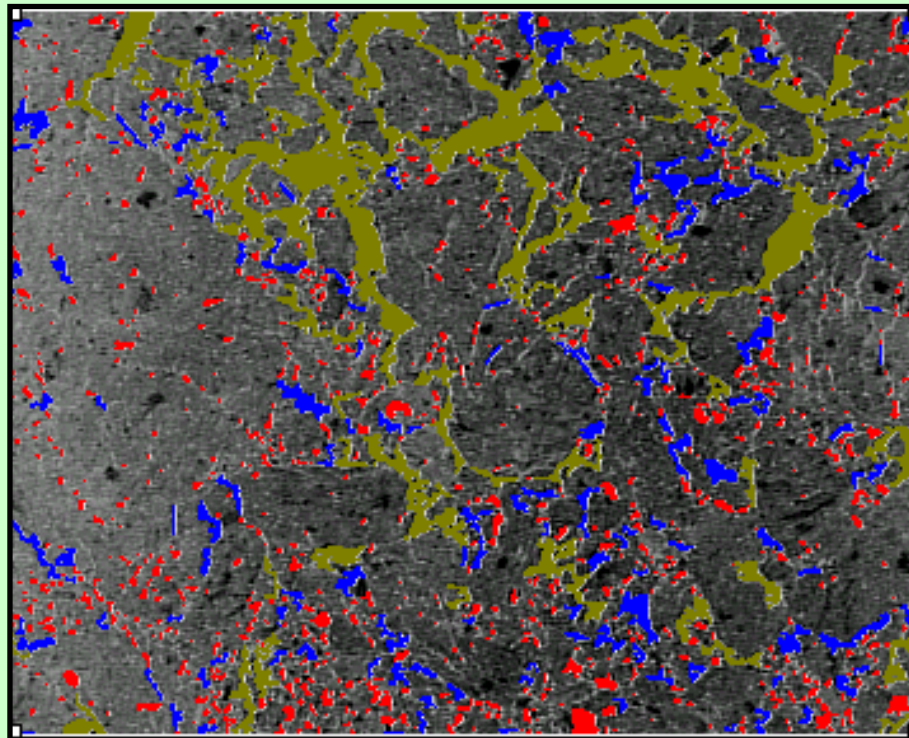


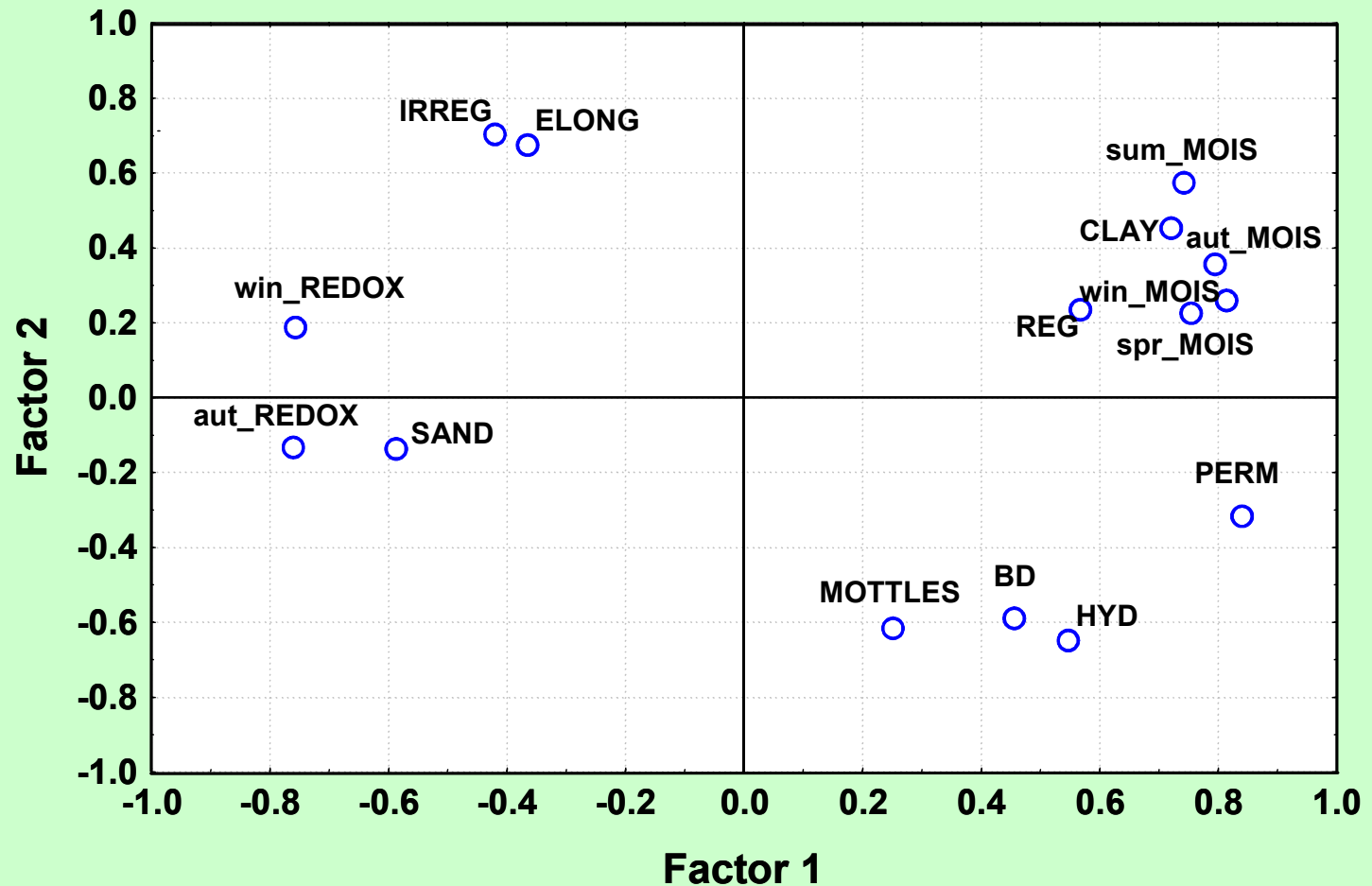
	<u>Stage 0</u>	<u>Stage 1</u>	<u>Stage 2</u>	<u>Stage 3</u>	<u>Stage 4</u>
<b><u>Hydromorphism degree</u></b>	any	incipient	weak	strong	extreme
<b><u>Macromorphology</u></b>					
soil horizon colours	red/brown	red/brown	brown/yellow	mottled: red/yellow/gray	gray or mottled green/blue/gray
mottles presence	no	scarce	few	very abundant	very abundant
mottles colours	no	black	bleached	bleached	bleached
<b><u>Micromorphology</u></b>					
groundmass colours	red/brown	red/brown	yellow	bleached yellow	gray/green
acumulation	no	Mn, scarce	Fe/Mn, abundant	Fe/Mn, abundant	Fe/Mn, scarce
depletions	no	scarce	few	very abundant	whole matrix
<b><u>Hydrological regime</u></b>					
complete saturation	very few days	few days	very few months	several months	continuous
moist	several months	several months	many months	almost continuous	continuous
<b><u>Physico-chemical regime</u></b>					
oxidation	intense	intense	intense	medium	null
reduction	null	incipient	weak	medium	intense



La stima del grado di idromorfia secondo Aguilar et al. (2003) è risultata direttamente correlata con la massa volumica apparente, con i pori regolari e con le variabili che indicano elevati livelli di umidità del suolo, inversamente correlata con i valori medi stagionali del potenziale redox e con i pori irregolari e allungati (Costantini et al., 2006 – Geoderma, 131, 3-4).

L'analisi quantitativa del sistema dei pori tramite l'analisi di immagine (micromorfometria) sembra un'ulteriore tecnica in grado di consentire una migliore comprensione delle proprietà idrologiche del suolo (Schaap and Lebron, 2001; Pagliai and Vignozzi, 2002; Vervoort and Cattle, 2003).





L'analisi delle componenti principali (PCA) ha associato elevati livelli di porosità allungata e irregolare, che favorisce il drenaggio (Pellegrini et al., 2000), alle variabili che indicano buone condizioni di aerazione, quali il contenuto di sabbia e gli alti valori di potenziale redox in autunno e inverno. La quantità di pori regolari, meno efficienti nella trasmissione dell'acqua, risulta associata con i valori stagionali medi di umidità, i bassi valori della classe di permeabilità e con le evidenze di idromorfia.

# Conclusioni e proposte

- I risultati di una sperimentazione condotta su suoli a vigneto e oliveto dell'ambiente collinare dell'Italia centrale hanno evidenziato come l'analisi micromorfologica può utilmente contribuire a migliorare la caratterizzazione del drenaggio interno attraverso approcci di tipo sia qualitativo che quantitativo.
- L'analisi micromorfologica è relativamente facile e economica ed è auspicabile in tutti i casi in cui la valutazione della classe di drenaggio risulti problematica.
- La caratterizzazione micromorfometrica della macroporosità invece, essendo più costosa e meno speditiva, può essere limitata, allo stato attuale, alla valutazione del regime idrologico dei suoli caposaldo.

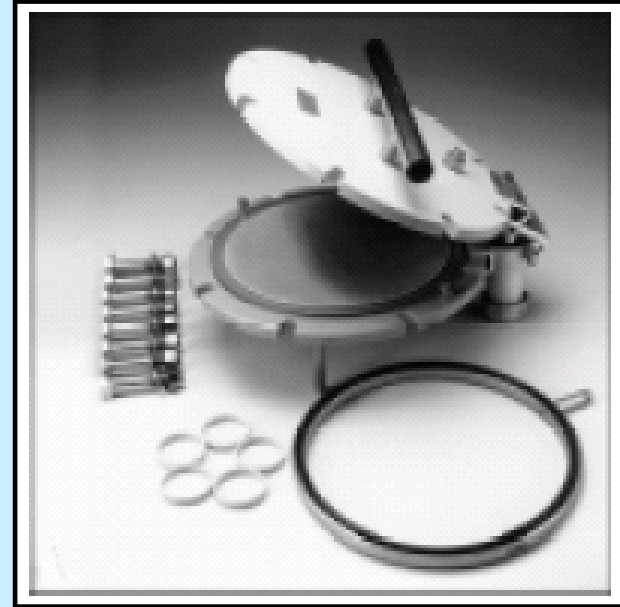


# Costanti idrologiche





**1500 - 15 BAR  
PRESSURE PLATE  
EXTRACTOR**



**1000 - 15 BAR PRESSURE MEMBRANE  
EXTRACTOR**

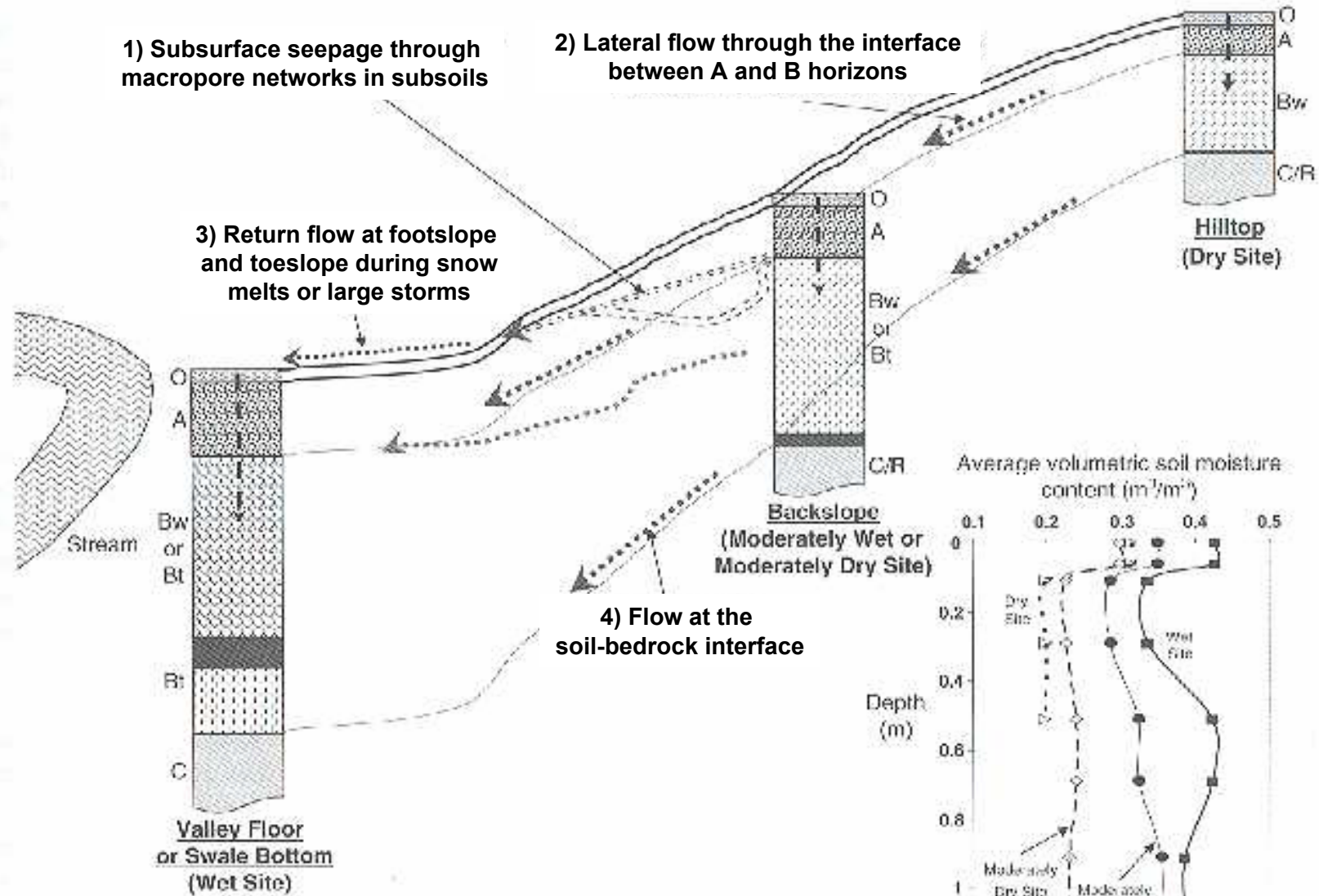
The Model 1000 Pressure Membrane Extractor incorporates disposable cellulose membranes in the extraction of water from soil samples over a pressure range of 0 to 15 bars.

A compression diaphragm in the lid holds the samples in firm contact with the membrane, ensuring proper hydraulic contact needed for the extraction process.

## Confronto dati analitici

Estrattore (modello)	Classe tessiturale	Umidità a 1500 kPa (% p/p)	$\Delta$
1000	Argilloso limosa	15,8	
1500		17,6	+1,8
1000	Franco sabbiosa	9,4	
1500		9,9	+ 0,5





From Lin et al., 2006

# Risultati

