

# CONFRONTO TRA DIVERSE MISURE DI LABORATORIO DELLA CURVA DI RITENZIONE IDRICA DEI SUOLI PER IL MIGLIORAMENTO DELLA STIMA DEL BILANCIO IDRICO IN EMILIA ROMAGNA

Marco Bittelli<sup>1</sup>, Elisa Guerra<sup>1</sup>, Roberto Solone<sup>1</sup>, Marina Guermandi<sup>2</sup>,  
Nicola Laruccia<sup>3</sup> e Vittorio Marletto<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agroambientali, Università di Bologna. marco.bittelli@unibo.it

<sup>2</sup> Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna

<sup>3</sup> Consulente del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna

<sup>4</sup> Servizio Idro-Meteo-Clima, ARPA Emilia-Romagna.

## Abstract

La curva di ritenzione idrica dei suoli è una proprietà di fondamentale importanza che mette in relazione il potenziale dell'acqua nel suolo ed il suo contenuto idrico. Essa influenza un vastissimo numero di processi quali la germinazione dei semi e la disponibilità idrica per le piante, i flussi idrici nel suolo, l'attività microbica e quindi la degradazione della sostanza organica, l'evaporazione, i flussi di soluti ed in generale il bilancio idrico. Le piastre a pressione (anche chiamate piastre di Richards) sono tra gli strumenti di laboratorio più comuni per la determinazione della curva di ritenzione idrica. Negli ultimi anni, numerose ricerche hanno messo in luce i limiti sperimentali e gli errori introdotti dall'utilizzo delle piastre di Richards, in particolare a valori intermedi e molto negativi di potenziale idrico. Si presenta qui un confronto tra due diversi metodi di misura per la curva di ritenzione idrica, le piastre di Richards e il metodo a punto di rugiada, per due suoli dell'Emilia Romagna. Lo studio ha il fine di migliorare la qualità della misura e quindi la stima del bilancio idrico, che necessita di precise parametrizzazioni delle funzioni idrologiche del suolo.

## Introduzione

La curva di ritenzione idrica (CRI) del suolo è una variabile che influenza numerosi fenomeni fisico-chimici di grande importanza quali la disponibilità idrica per le colture, la nutrizione minerale, l'attività microbica, l'infiltrazione, la percolazione, il ruscellamento e quindi, in generale, il bilancio idrico. Solitamente la CRI viene determinata sperimentalmente (Dane and Hopmans, 2002), oppure è ottenuta tramite l'utilizzo di pedofunzioni (Acutis and Donatelli, 2003).

Sono disponibili molti metodi sperimentali per la determinazione della CRI, e tra questi le piastre a pressione, anche chiamate piastre di Richards (PR), sono tra i metodi più diffusi. Negli ultimi anni numerosi studi hanno dimostrato che le PR determinano significativi errori di misura, in particolare a potenziali intermedi e molto negativi (Madsen et al., 1986; Campbell, 1988; Gee et al., 2002).

Campbell (1988) riporta che le PR determinano errori di misura già a potenziali  $< -50$  m-H<sub>2</sub>O e, per evitare questi errori, Campbell and Shiozawa (1992) suggeriscono di utilizzare tre tecniche diverse per ottenere la CRI: il metodo della colonna d'acqua da 0 a  $-1$  m-H<sub>2</sub>O, le PR da  $-1$  a  $-50$  m-H<sub>2</sub>O e metodi a pressione di vapore da  $-50$  a  $-150$  m-H<sub>2</sub>O. Bittelli and Flury (2009) evidenziano simili intervalli di errore, e dimostrano che questi errori hanno significative ripercussioni sulla parametrizzazione delle proprietà idrologiche, peraltro di grande importanza per risolvere le equazioni di flusso idrico.

Infine, la maggior parte dei parametri presenti nelle più comuni pedofunzioni, sono derivati da regressioni condotte su dati di CRI ottenuti da PR e quindi potrebbero fornire stime erronee relative ai parametri idrologici. Si ritiene quindi necessario implementare delle campagne di

misura per verificare e/o correggere le attuali misure e parametrizzazioni.

Il presente lavoro fornisce un primo esempio, facente parte di un più vasto studio, attualmente in atto su suoli della Regione Emilia-Romagna al fine di: (1) determinare gli errori sulla misura della curva di ritenzione determinati dall'utilizzo delle PR e (2) quantificare l'effetto di questi errori sulla parametrizzazione della CRI e (3) correggere gli errori tramite nuove misure.

## Materiali e metodi

Sono stati utilizzati campioni di suolo forniti dal servizio Geologico dell'Emilia Romagna. Nel presente lavoro sono stati selezionati due campioni argillosi della pianura padana, aventi alto contenuto in argilla e porosità, mentre lo studio si sta svolgendo su un vasto numero di campioni rappresentativi di diverse condizioni pedologiche. Le CRI sono state determinate utilizzando i metodi del letto di Stackman e delle PR. La misura della CRI per intervalli compresi tra  $-50$  m-H<sub>2</sub>O e  $-150$  m-H<sub>2</sub>O, è stata ripetuta su campioni disturbati, utilizzando metodi a pressione di vapore, basati sul punto di rugiada (WP4-T, Decagon Dev., Inc). Una dettagliata descrizione della metodologia per il WP4-T, ed i suoi vantaggi e svantaggi rispetto alle PR, è descritta in dettaglio da Bittelli and Flury (2009). Due tipi di CRI sono stati messi a confronto: CRI ottenute dall'utilizzo solo delle PR e CRI ottenute dalla combinazione delle PR e del WP4-T (PR-WP4T). Nel secondo caso il WP4-T è stato utilizzato per valori  $< -50$  m-H<sub>2</sub>O. La parametrizzazione delle diverse CRI è stata ottenuta tramite ottimizzazione non lineare dei parametri dell'equazione di van Genuchten (1980).

## Risultati

La Figura 1 mostra due CRI per uno stesso campione di suolo ottenute utilizzando solo PR e la combinazione di PR e del WP4-T (PR-WP4T). Nel secondo caso il WP4-T è stato utilizzato per valori  $< \sim -50$  m-H<sub>2</sub>O. La Tabella 1 elenca i parametri dell'equazione di van Genuchten (1980) per i due campioni analizzati.

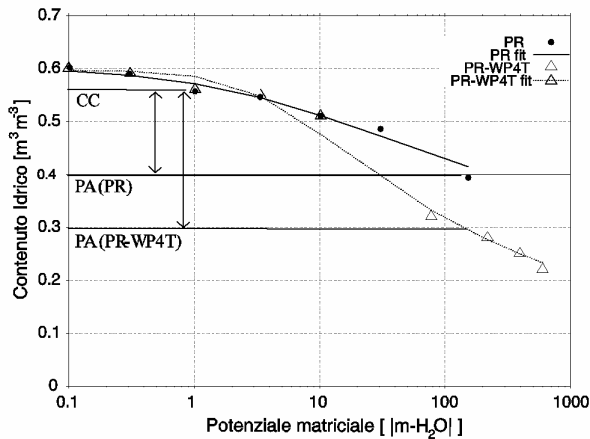


Fig.1 –Confronto tra curve di ritenzione ottenute da sole PR e dalla combinazione di PR e WP4T (PR-WP4T) per il suolo del sito E7513P0001. Le linee indicano il risultato della ottimizzazione dell'equazione di van Genuchten (1980).

Tab.1 – Parametri della CRI per quattro campioni misurati con solo PR e con PR e WP4T (PR-WP4T). L'AWC (available water content) rappresenta l'acqua disponibile per la pianta.

Sito	$\theta_s$ (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	$\theta_r$ (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	$\alpha$ (1/m)	$n$ (-)	$m$ (-)	AWC (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )
E7513P0001 (PR)	0.60	0.18	0.36	0.89	0.18	0.14
E7513P0001 (PR-WP4T)	0.59	0.06	0.25	1.41	0.16	0.26
A1105V0069 (PR)	0.55	0.09	0.37	2.44	0.05	0.33
A1105V0069 (PR-WP4T)	0.54	0.05	0.10	2.38	0.13	0.45

Si elencano di seguito i risultati del presente studio:

- I valori di potenziale misurati con il metodo a punto di rugiada (WP4-T) erano sempre significativamente diversi da quelli ottenuti con le PR, con errori relativi al valore di  $-150$  m-H<sub>2</sub>O (punto di appassimento), fino al 45 %.
- Queste differenze hanno determinato significativi errori nel calcolo dell'acqua disponibile per la pianta (AWC) che anche in questo caso arriva ad errori relativi fino al 47 %. Si noti in Fig.1, la differenza in acqua disponibile per la pianta, determinata dalla differenza di contenuto idrico alla capacità idrica di campo (CC) meno quello al punto di appassimento (PA), per le due diverse curve.

- I marcati errori di misura di potenziale a valori  $< \sim -50$  m-H<sub>2</sub>O influenzano tutta la CRI e quindi la sua parametrizzazione, infatti risultano diversi non solo i parametri caratteristici della parte più secca della curva, quale il contenuto idrico residuo ( $\theta_r$ ), ma anche i parametri  $\alpha$ ,  $m$  e  $n$ , che ne descrivono la pendenza e i punti di flesso.

## Conclusioni

In questo studio sono stati analizzati gli errori introdotti dall'utilizzo delle PR per la misura della CRI, quando essi vengono confrontati con metodi considerati più attendibili per intervalli di potenziale  $< \sim -50$  m-H<sub>2</sub>O, quali i metodi a punto di rugiada. Questi errori determinano significative sottostime dell'acqua disponibile per la pianta, e quindi errori nel calcolo del bilancio idrico dei suoli. Laddove dati ottenuti dall'utilizzo delle PR siano stati utilizzati per l'ottenimento di pedofuzioni, si consiglia di prestare particolare attenzione a possibili errori introdotti durante le regressioni dovuti all'uso di erronei dati di input, e quindi di rivalutare i risultati delle regressioni.

Al fine di ottenere CRI più affidabili si consiglia l'utilizzo combinato di due tecniche: le PR nella parte più "umida" della curva (potenziali  $> \sim -50$  m-H<sub>2</sub>O) e i metodi a punto di rugiada nella parte più secca (potenziali  $< \sim -50$  m-H<sub>2</sub>O). Laddove siano necessarie misure negli intervalli più vicini alla saturazione (0 a  $-1$  m-H<sub>2</sub>O), si consiglia l'utilizzo del metodo della colonna d'acqua o dei letti di Stackman.

## Bibliografia

- Acutis, M., and M. Donatelli. 2003. SOILPAR 2.00: software to estimate soil hydrological parameters and functions. *Eur. J. Agron.* 18:373-377.
- Bittelli M. and M. Flury. 2009. Errors in water retention curves determined with pressure plates and their effect on soil hydraulic functions. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, in press.
- Campbell, G. S. 1988. Soil water potential measurement: An overview. *Irrig. Sci.* 9:265-273.
- Campbell, G. S., and S. Shiozawa. 1992. Prediction of hydraulic properties of soils using particle-size distribution and bulk density data. p. 317-328. In: *Indirect Methods for Estimating the Hydraulic Properties of Unsaturated Soils*. University of California, Riverside.
- Dane, J. H., and J. W. Hopmans. 2002. Pressure plate extractor. p. 688-690. In J. H. Dane and G. C. Topp. (ed.) *Methods of soil analysis. Part 4. Physical Methods*. American, Society of Agronomy, Madison, Wisconsin.
- Gee, G. W., A. L. Ward, Z. F. Zhang, G. S. Campbell, and J. Mathison. 2002. The influence of hydraulic nonequilibrium on pressure plate data. *Vadose Zone J* 1:172-178.
- Madsen, H. B., C. R. Jensen, and T. Boysen. 1986. A comparison of the thermocouple psychrometers and the pressure plate methods for determination of soil water characteristic curves. *J. Soil Sci.* 37:357-362.
- van Genuchten, M. T. 1980. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 44:892-898.