

Monitoraggio 2014 dell'umidità del suolo in Ticino

Valentina Togni, Simona Pancera, Ulrich Joss e Nicola Solcà

Divisione dell'ambiente, Sezione della protezione dell'aria, dell'acqua e del suolo
Ufficio della gestione dei rischi ambientali e del suolo - Marzo 2015

Dall'inizio del 2014, la Sezione della protezione dell'aria, dell'acqua e del suolo (SPAAS) si è dotata di due stazioni di misurazione automatiche per l'osservazione del suolo. I dati, raccolti più volte al giorno e pubblicati sul sito www.ti.ch/oasi, forniscono indicazioni utili in diversi ambiti e mirano principalmente a promuovere un utilizzo sostenibile del suolo.

Introduzione

Il suolo rappresenta una risorsa dell'ambiente limitata ed esauribile e svolge un ruolo fondamentale per la vita dell'uomo e degli altri esseri viventi. Oltre a costituire l'habitat per microorganismi, piante e animali, un suolo sano permette la crescita di derrate alimentari e protegge le acque sotterranee da numerosi inquinanti. Vista l'assenza di dati di monitoraggio in continuo per questo importante comparto ambientale, la SPAAS ha promosso l'installazione di due stazioni di misura che forniranno negli anni importanti informazioni sul comportamento del suolo in funzione di altri parametri ambientali consolidati, in particolare climatici e meteorologici. Parallelamente e da subito, sono disponibili indicazioni destinate ad agricoltori, costruttori, progettisti, forestali e a tutti coloro che lavorano a stretto contatto con il suolo per incentivarne una lavorazione corretta e sostenibile.

Tra le minacce che possono compromettere la qualità del suolo figurano infatti le sollecitazioni fisiche quali l'erosione e il

compattamento. Quest'ultimo, in particolare, comporta un deterioramento della fertilità e della funzionalità del suolo in ragione di modifiche pressoché irreversibili della sua struttura interna, composta di pori di diverse dimensioni preposti a promuovere l'equilibrio e lo scambio naturale di aria e acqua. Per esempio, modifiche della porosità possono impedire l'infiltrazione dell'acqua piovana per alimentare falde e sorgenti o inibire la ritenzione dell'acqua necessaria alla crescita di piante o funghi.

La causa principale del compattamento in un determinato momento è l'esposizione del suolo a carichi più elevati di quanto possa sopportare, danneggiandone la struttura interna. Da qui l'importanza di una gestione consapevole e coscienziosa. I dati oggi disponibili permettono valutazioni quantitative sulle possibilità di lavorazione e di capacità di carico in funzione delle condizioni del suolo e delle tipologie di operazioni.

Stazioni di misura

Le due stazioni tensiometriche sono installate a **Cadenazzo** e a **Stabio**, in campi tenuti a prato e nelle vicinanze di rispettive stazioni di MeteoSvizzera che forniscono in continuo diversi parametri meteorologici utili come le precipitazioni, la temperatura, l'irraggiamento e la velocità del vento. I punti prescelti rappresentano idealmente due tipi di terreno che è possibile, in grandi linee, ritrovare nel nostro Cantone: nel Sopraceneri, più leggero e meno argilloso, mentre nel Sottoceneri maggiormente pesante e argilloso. Le relative caratteristiche granulometriche e chimico-fisiche sono presentate nel riquadro dell'Allegato A.

Ogni stazione, come anche illustrato nella Figura 1, è composta di sei tensiometri, tre inseriti a -20 cm (orizzonte superiore) e tre posti a -35 cm (orizzonte inferiore) di profondità, che misurano la forza di suzione (F , espressa in centibar [cbar]) quale parametro di misura dell'umidità del suolo: una maggiore umidità si traduce con una minore forza di suzione. Il valore di F correla anche con la capacità di carico del terreno. I maggiori dettagli proposti nello specchio riassuntivo dell'Allegato B illustrano inoltre come questo parametro sia pure legato alla forza con cui l'acqua è trattenuta nel suolo e alla forza applicata dalle radici delle piante per poter estrarre l'acqua a loro necessaria. Parallelamente alla forza di suzione, viene anche monitorata la temperatura degli orizzonti superiore e inferiore.



Figura 1: Stazione di misura a Stabio, composta di sei tensiometri collegati a un sistema centrale automatizzato per la raccolta dei dati.

I valori mediati vengono aggiornati con una frequenza di 4 ore sul sito di OASI. L'automatizzazione delle stazioni di misura semplifica la raccolta dei dati, che vengono inviati sistematicamente al server per essere registrati. Il sistema è dotato di controlli concepiti per segnalare eventuali problemi tecnici affinché possano essere risolti tempestivamente.

Monitoraggio 2014

I dati raccolti nel corso del 2014 permettono di tracciare le prime tendenze generali valide per le due stazioni di misura. Nei grafici proposti alle Figure 2 e 3 sono rappresentati i valori della forza di suzione alle due profondità di misura, oltre che la temperatura media del suolo (a -20 cm di profondità) e le precipitazioni. Generalmente, esiste una buona correlazione tra le precipitazioni e la forza di suzione: in concomitanza con un periodo di pioggia, i tensiometri reagiscono rapidamente all'apporto d'acqua nel terreno e i valori di F calano. La ripresa avviene invece più lentamente, con una forte dipendenza stagionale.

In inverno, i valori della forza di suzione difficilmente hanno superato le soglie dei 6 (passaggio del terreno da bagnato a umido) rispettivamente dei 10 cbar (passaggio del terreno da umido ad asciutto). Piogge e neve hanno contenuto l'evaporazione dell'acqua durante la pausa invernale della traspirazione vegetale. Nel 2014, solo a partire dalla fine di febbraio il terreno ha iniziato ad asciugarsi con valori di F superiori a 10 cbar.

Questa situazione si contrappone a quella primaverile, durante la quale sono stati registrati per entrambe le stazioni di misura i valori più alti di F (90 cbar a Stabio il 19 maggio e 53 cbar a Cadenazzo il 18 aprile). Questa tendenza è stata promossa dall'aumento delle temperature accompagnate, dopo un periodo relativamente povero di precipitazioni, dalla ripresa dell'attività biologica con lo sviluppo della vegetazione che, notoriamente, richiede importanti quantità di acqua dal suolo.

L'estate 2014 è stata caratterizzata da temperature miti e frequenti precipitazioni, fattori che hanno mantenuto da fine giugno a inizio settembre il terreno umido con valori di F contenuti.

Dopo un mese di settembre relativamente secco con una relativa ripresa dei valori della forza di suzione, da novembre e durante la seconda metà dell'autunno le precipitazioni

eccezionali e continue abbattutesi su tutto il Cantone hanno saturato per lungo tempo il terreno. Nonostante non siano disponibili dati specifici, è intuitivo concludere che tale fenomeno di saturazione abbia interessato il terreno anche a profondità molto maggiori di quelle discusse qui, con la conseguenza di destabilizzare in diversi luoghi il terreno e promuovere, come noto, diversi smottamenti.

I valori assoluti di F dipendono, oltre agli influssi meteorologici, anche dalle caratteristiche fisiche del suolo in un determinato punto di osservazione. I valori massimi più elevati per la stazione di Stabio sono in linea con il terreno più argilloso rispetto a quello di Cadenazzo. È piuttosto interessante notare le leggere differenze tra i valori provenienti dai due diversi orizzonti, inferiore (-35 cm) e superiore (-20 cm), presso la stazione di Stabio, sia durante che dopo un evento di pioggia. Come ipotizzabile, i grafici mostrano chiaramente come piogge leggere e non tali da penetrare nel terreno in profondità influiscano maggiormente o esclusivamente sull'orizzonte superiore. Per contro, lo stesso effetto appare molto ridotto o inesistente a Cadenazzo, confermando una tipologia di terreno più permeabile alle precipitazioni. Per entrambe le stazioni, la ripresa dopo eventi piovosi significativi varia in funzione dell'orizzonte: quello superficiale asciuga, secondo le attese, più rapidamente, con aumenti di F più veloci. Questa differenza appare più importante durante il periodo primaverile, in linea con la maggiore richiesta di acqua dal suolo già citata in precedenza.

Infine, i dati del 2014 suggeriscono anche la presenza relativamente frequente a Cadenazzo di acqua ristagnante appena sotto o sulla superficie del suolo, a causa dell'influsso diretto locale della falda acquifera. Questo fenomeno è visibile nei periodi più umidi e si manifesta con dei valori di F negativi.

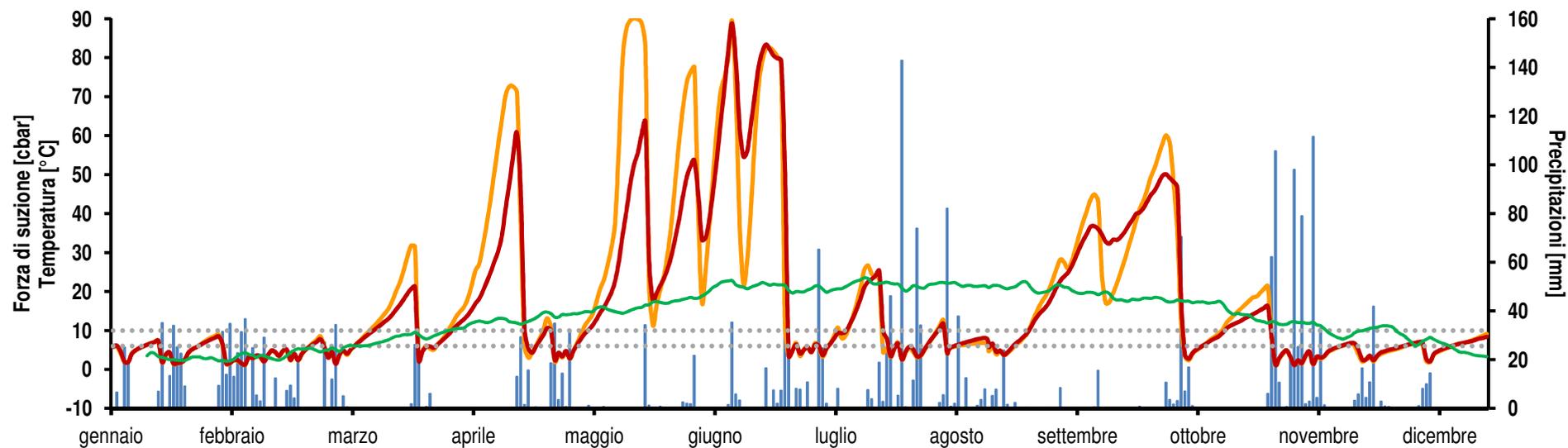
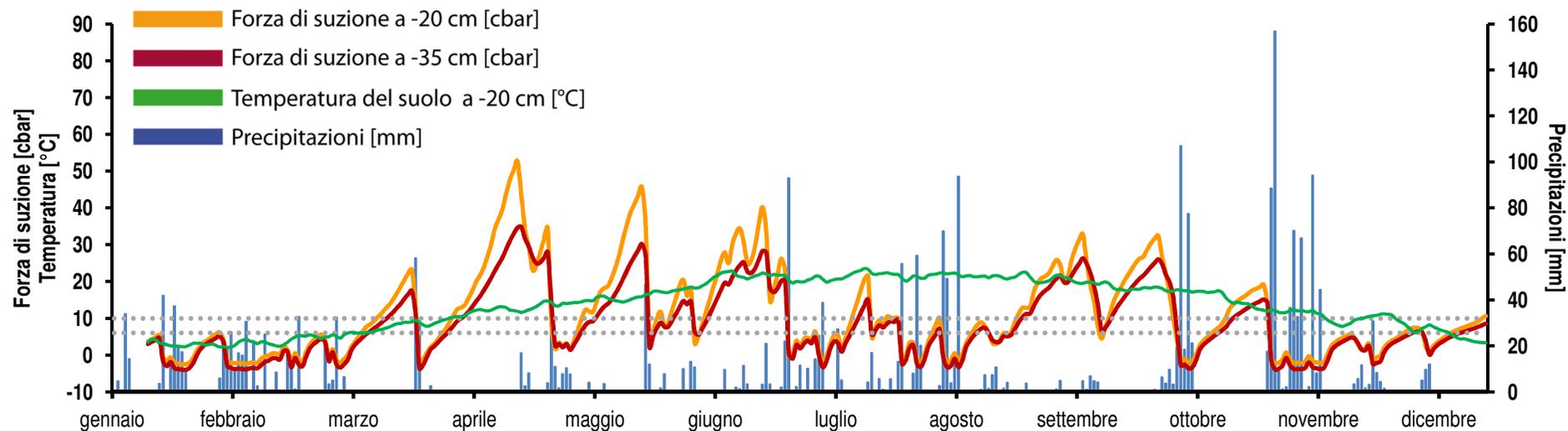


Figura 2: Risultati 2014 per la stazione di Cadenazzo (sopra).

Figura 3: Risultati 2014 per la stazione di Stabio (sotto).

In entrambe le figure, le linee tratteggiate indicano i valori che caratterizzano il passaggio del terreno da bagnato a umido (6 cbar) e da umido ad asciutto (10 cbar).

Raccomandazioni per la pianificazione di interventi sul suolo in funzione dei risultati

Crescenti valori di umidità del suolo (e quindi bassi valori per la forza di suzione) aumentano le probabilità che, in caso di manipolazione, lavorazione o sollecitazione, il suolo subisca dei danni qualitativi irreversibili. Operazioni scorrette o inconsapevoli possono causarne il compattamento modificandone in maniera pressoché irreversibile la struttura interna porosa con deterioramento della fertilità. Per compattare il suolo basta un secondo, mentre il ripristino allo stato di equilibrio e fertilità iniziale può richiedere decenni. Da qui l'importanza di una gestione consapevole, sostenibile e coscienziosa. Tra le raccomandazioni generali per preservare la fertilità del suolo si ricordano in particolare la necessità di percorrere e lavorare esclusivamente terreni sufficientemente asciutti, l'utilizzo preferenziale di macchinari tali da esercitare una pressione ridotta, la minimizzazione dei percorsi e, per quanto possibile, il rinverdimento tempestivo.

La forza di suzione stabilizza le parti solide del suolo e correla direttamente con la sua capacità di carico: tanto maggiore è F in un determinato luogo e momento quanto più elevata sarà la capacità del suolo in questione di sopportare le sollecitazioni esterne senza subire danni. Sulla base dei risultati del 2014 e riportati alle Figure 2 e 3 è possibile affermare che, eccezioni a parte, **lavorazioni nei mesi freddi possono essere considerate come critiche. Inoltre, a partire da precipitazioni della portata di 15 mm nelle 24 ore precedenti, tutti gli eventuali interventi su di un suolo fertile appaiono potenzialmente problematici.**

D'altra parte, i valori attuali del monitoraggio disponibili online forniscono in continuo una base per permettere di giudicare la capacità di carico. Per rendere di semplice lettura al grande pubblico i risultati e indicare le possibili operazioni per i suoli del Sottoceneri (valori della stazione di Stabio) e del Sopraceneri (valori della stazione di

Cadenazzo) e analogamente a quanto già proposto in altri Cantoni, è stata sviluppata sul sito di OASI una visualizzazione modulare semplificata. Sulla base dei dati attuali, viene indicato un "**indice di umidità**" e suggerita a tutti coloro che pianificano lavori a contatto con il suolo una relativa categoria con l'indicazione sommaria della capacità di carico e degli interventi sostenibili (Figure 4 e 5). Complessivamente nel 2014 sono state registrate capacità di carico molto limitate durante circa un terzo dei giorni dell'anno a Stabio e, addirittura, approssimativamente un giorno su due a Cadenazzo (Figura 6). Va tenuto presente come il 2014 sia risultato un anno particolarmente piovoso, con dei quantitativi complessivi di precipitazioni più alti rispetto ai 10 anni precedenti.

Va sottolineata ad ogni modo la necessità di interpretare la visualizzazione in OASI con cautela. Da un lato, i valori di F dipendono fortemente dal tipo di terreno, che difficilmente può essere considerato in ogni caso a livello regionale come identico a quello monitorato presso le due stazioni di Stabio e Cadenazzo. Pertanto, i risultati del monitoraggio non sostituiscono misurazioni tensiometriche specifiche in loco, oltremodo opportune laddove sono necessarie valutazioni puntuali, che dovrebbero includere anche le variabili della tipologia di macchinari e di intervento. Inoltre, non va dimenticato che il pericolo di compattamento è fortemente dipendente anche da altri fattori come il grado di copertura e il tipo di vegetazione.

Per concludere, si segnalano ai professionisti interessati le pubblicazioni disponibili alla pagina www.ti.ch/suolo. Infine, il sito specialistico www.terranimoch permette una valutazione approfondita della capacità di carico in funzione di F e della tipologia di macchinari prevista.

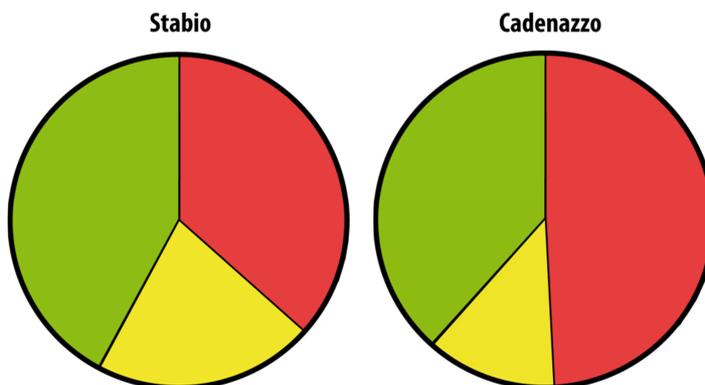
Indice umidità	F [cbar]	Stato del suolo	Interventi possibili
Alto	0 – 6	Saturo / estremamente bagnato	Capacità di carico del suolo nulla . Nessun tipo di lavorazione è possibile. Il suolo non è né percorribile né manipolabile
Medio	6 – 10	Bagnato / umido	Capacità di carico del suolo parziale . È possibile eseguire movimenti di terra ma il suolo rimane non percorribile
Basso	> 10	Asciutto / Secco	Capacità di carico del suolo ottima . Il suolo è manipolabile e percorribile con macchinari adatti



Figura 4: Categorie dell'indice di umidità con indicazioni sommarie della capacità di carico e dei possibili interventi.

Figura 5: Visualizzazione dello stato in OASI con indicazione colorata dell'indice di umidità, nello specifico "medio" a Cadenazzo e "basso" a Stabio.

Figura 6: Valori di F mediati e frequenza dei relativi indici di umidità durante il 2014 presso le stazioni di Stabio e Cadenazzo. Il numero di giornate critiche per la movimentazione di suolo nel Sopraceneri appare di conseguenza superiore che nel Sottoceneri.



Ringraziamenti

Gli autori desiderano ringraziare i colleghi dell'Ufficio del monitoraggio ambientale – progetto OASI – per lo sviluppo della piattaforma di visualizzazione. A Valerio Fumagalli e Dario Rezzonico dell'Ufficio dell'aria, del clima e delle energie rinnovabili va la nostra gratitudine per il supporto in interventi di manutenzione e ripristino.

Allegato A

Caratteristiche granulometriche e fisico-chimiche del suolo

Per determinare le caratteristiche fisiche del suolo e ottenere così delle informazioni sulle sue proprietà (ritenzione idrica, disposizione alla compattazione, ecc.), si è proceduto all'analisi della granulometria (o tessitura) su campioni prelevati dalle due stazioni.

Con l'aiuto di una trivella manuale sono stati raccolti circa 15 campioni di terra fino a una profondità di 45 - 50 cm (Figura A1). Da ciascun campione è poi stata prelevata la parte tra i 15 e i 25 cm e quella tra i 30 e i 40 cm, fasce che corrispondono alle profondità in cui sono installati i tensiometri. I dati ottenuti dell'analisi granulometrica definiscono la ripartizione delle particelle contenute in un suolo sulla base del loro diametro, indipendentemente dalla composizione mineralogica. Questa classificazione tiene conto solo della terra fine, cioè delle particelle più piccole di 2 mm: la frazione grossolana è rappresentata dalla **sabbia** (2 mm - 50 µm), la parte fine dal **limo** (50 µm - 2 µm) e la parte finissima dall'**argilla** (< 2 µm). Le componenti più grandi di 2 mm non sono considerate.

I risultati (Figura A2) mostrano come il suolo di Stabio sia più argilloso e contemporaneamente più sabbioso del terreno di Cadenazzo; quest'ultimo si caratterizza infatti da una predominanza di limo. Inserendo i dati in un triangolo per la determinazione della classe granulometrica dei suoli (Figura A3) è evidente come Stabio abbia un terreno con struttura più equilibrata rispetto a Cadenazzo. La sabbia conferisce al terreno di Stabio una buona circolazione idrica e un grado sufficiente di ossigenazione mentre l'argilla permette di mantenerlo umido in periodi con poca pioggia. Il terreno di Cadenazzo per contro è caratterizzato da una struttura limoso-sabbiosa con maggiore capacità filtrante. Il significato delle diverse granulometrie – soprattutto del contenuto di argilla – per la portanza dei suoli, in funzione dei macchinari e dell'umidità del suolo può essere facilmente indagato con l'applicativo www.terrano.ch.

Da notare infine le differenze dal punto di vista chimico-fisico. Mentre il terreno di Stabio, con un pH di 7.5 e un contenuto di CaCO₃ del 13%, è classificabile come debolmente alcalino e mediamente calcareo, quello di Cadenazzo risulta moderatamente acido (pH ~ 5.6) e non calcareo (CaCO₃ in tracce).



Figura A1: Campione prelevato con una trivella manuale



Figura A2: Risultati dell'analisi granulometrica svolta sui campioni di terra prelevati a Stabio e a Cadenazzo. Data la similitudine tra i valori misurati alle due profondità, l'istogramma esprime un valore medio.

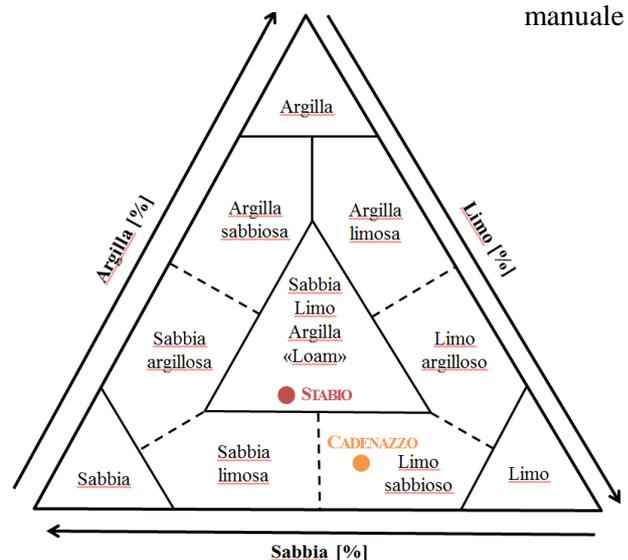


Figura A3: Triangolo per la determinazione della classe granulometrica dei suoli. Sono indicati i terreni di Stabio e Cadenazzo.

Allegato B

La forza di suzione come misura dell'umidità del suolo e parametro rilevante per la sua vulnerabilità a possibili danni da compattamento

La forza di suzione (F), espressa come pressione in centibar, viene misurata in continuo grazie ai tensiometri, il cui funzionamento si basa sull'interazione di equilibrio tra una capsula ceramica porosa riempita di acqua e il terreno circostante (Figura B1). Quando il terreno secca, per ristabilire l'equilibrio, viene estratta acqua dalla ceramica, creando una depressione al suo interno. Al contrario, se a seguito di piogge il terreno si bagna, parte dell'acqua viene ceduta alla ceramica riducendo la depressione. Il valore della depressione all'interno della capsula corrisponde alla forza di suzione.

È possibile immaginare la struttura interna di un suolo sano (Figura B2) come composta da pori di diverse dimensioni e preposti allo scambio naturale di aria e acqua. Quando il suolo è saturo, tutti i pori sono occupati da acqua. Mentre i pori più grandi si svuotano velocemente, per percolazione o per evaporazione dell'acqua, quelli più piccoli sono in grado di trattenere l'acqua con maggiore efficacia grazie a forze capillari, che aumentano tanto più la dimensione dei pori diminuisce. Pertanto, i valori assoluti di F dipendono dalla tipologia di terreno e alla struttura porosa. Essendo F collegata alla forza con cui l'acqua è trattenuta nel suolo, sussiste anche un collegamento diretto con la forza che le radici delle piante devono esercitare per estrarre l'acqua dal terreno. Quando il terreno è troppo secco, valori di F molto elevati indicano una carenza di acqua per la vegetazione.

Concretamente e in relazione agli aspetti legati al compattamento, più alto è il valore della forza di suzione e maggiori sono le forze stabilizzanti tra le particelle del terreno e con la relativa capacità di carico. Al contrario, quando la forza di suzione è minima, il suolo è maggiormente vulnerabile.



Figura B1: Sonde tensiometriche

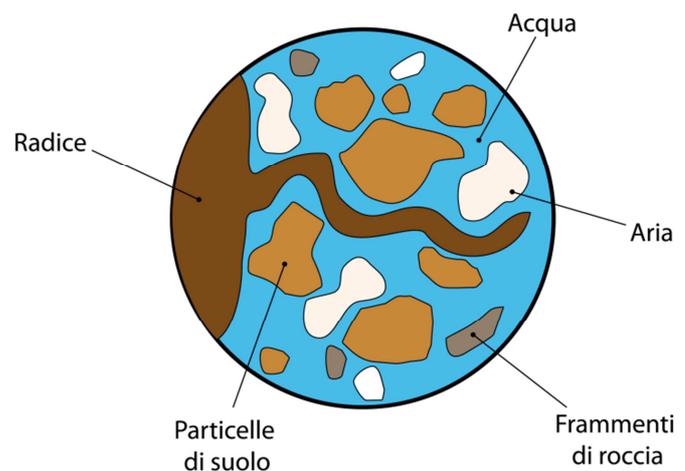


Figura B2: Struttura del suolo: illustrazione schematica