

Applicazione del protocollo di monitoraggio dei suoli coperti da impianti fotovoltaici in pieno campo ad alcuni casi campione riferiti alle diverse tipologie di impianto (fisso, ad inseguimento) e alle classi di capacità d'uso dei suoli

Relazione attività 2011-2012

Agosto 2012

Applicazione del protocollo di monitoraggio dei suoli coperti da impianti fotovoltaici in pieno campo ad alcuni casi campione riferiti alle diverse tipologie di impianto (fisso, ad inseguimento) e alle classi di capacità d'uso dei suoli

Introduzione

A partire dal 2009 la realizzazione di impianti fotovoltaici a terra su suoli agricoli ha iniziato ad interessare una superficie crescente del territorio regionale.

Poiché gli effetti sulle caratteristiche fisico-chimiche e microbiologiche del suolo determinati dalla copertura operata dai pannelli fotovoltaici in relazione alla durata dell'impianto (stimata indicativamente in 20-30 anni) non sono attualmente conosciuti, si è evidenziata la necessità di predisporre un protocollo di monitoraggio da applicare ai suoli agricoli e naturali interessati dalla realizzazione di impianti fotovoltaici a terra.

Al fine di standardizzare le attività di monitoraggio, è quindi emersa la necessità di individuare una metodologia comune da utilizzare nel monitoraggio dei suoli e di fornire un adeguato supporto alle Amministrazioni e ai tecnici operanti sul territorio.

Su incarico della Direzione Agricoltura, l'Istituto per le piante da legno e l'ambiente (IPLA S.p.A.) ha predisposto le "Linee guida per il monitoraggio del suolo su superfici agricole destinate ad impianti fotovoltaici a terra", che sono state approvate con D.D. 27 settembre 2010, n. 1035/DB11.00.

Le relazioni fra l'impianto fotovoltaico ed il suolo agrario che lo ospita sono da indagare con una specifica attenzione, poiché, con la costruzione dell'impianto, il suolo è impiegato come un semplice substrato inerte per il supporto dei pannelli fotovoltaici. Tale ruolo meramente "meccanico" non fa tuttavia venir meno le complesse e peculiari relazioni fra il suolo e gli altri elementi dell'ecosistema, che possono essere variamente influenzate dalla presenza del campo fotovoltaico e dalle sue caratteristiche progettuali.

Le caratteristiche del suolo importanti da monitorare in un impianto fotovoltaico sono quelle che influiscono sulla stabilità della copertura pedologica, accentuando o mitigando i

processi di degradazione che maggiormente minacciano i suoli delle nostre regioni (cfr. Thematic Strategy for Soil Protection, COM (2006) 231), fra i quali la diminuzione della sostanza organica, l'erosione, la compattazione, la perdita di biodiversità.

Le “Linee guida per il monitoraggio del suolo su superfici agricole destinate ad impianti fotovoltaici a terra” individuano due livelli di monitoraggio:

- il primo, più articolato e di tipo sperimentale, da attuare su quattro centrali fotovoltaiche, scelte dalla Direzione Agricoltura della Regione Piemonte in diverse situazioni pedologiche e paesaggistiche e realizzate utilizzando tecnologie differenti (pannelli fissi o a inseguimento), prevede che i rilievi di campagna e le analisi di laboratorio dei campioni di suoli siano effettuati da Ipla S.p.A.;
- il secondo, di tipo semplificato, finalizzato ad un monitoraggio di base che consenta di controllare l'andamento dei principali parametri chimico-fisici del suolo, è effettuato a carico del proprietario dell'impianto fotovoltaico. I dati derivanti dalle osservazioni in campo, adeguatamente georiferiti, e i risultati analitici derivanti da laboratori riconosciuti sono trasmessi, in formato sia cartaceo che elettronico, alla Direzione Agricoltura della Regione Piemonte.

Monitoraggio sperimentale regionale: aspetti metodologici

Il protocollo di monitoraggio sperimentale regionale si attua in due fasi. La prima fase precede la realizzazione dell'impianto fotovoltaico e consiste nella caratterizzazione stazionale e pedologica dell'appezzamento, utilizzando una scala cartografica di dettaglio (1:10.000 o più grande in funzione delle dimensioni dell'impianto) e la metodologia regionale per le attività di rilevamento e cartografia dei suoli in Piemonte, scaricabile da http://www.regione.piemonte.it/agri/area_tecnico_scientifica/suoli/documentazione/strumenti.htm

La seconda fase del monitoraggio prevede la valutazione di alcune caratteristiche del suolo ad intervalli temporali prestabiliti (dopo 1-3-5-10-15-20 anni dall'impianto) e su almeno due siti dell'appezzamento, uno in posizione ombreggiata dalla presenza del pannello fotovoltaico, l'altro nelle posizioni meno disturbate dell'appezzamento.

In tutte e due le fasi del monitoraggio deve essere effettuata un'analisi stazionale, l'apertura di profili pedologici con relativa descrizione e campionamento del profilo pedologico e successive analisi di laboratorio dei campioni di suolo. Si devono descrivere tutti i caratteri della stazione e del profilo richiesti dalla metodologia regionale. Saranno poi oggetto di monitoraggio nella seconda fase solo quelle caratteristiche e proprietà che si ritiene possano essere influenzate dalla presenza del campo fotovoltaico e che si inseriscono nel seguente elenco, con alcuni riferimenti per la loro valutazione.

Caratteristica	Metodologia
Caratteri stazionali:	
<i>Presenza di fenomeni erosivi</i>	da manuale di rilevamento Ipla.
<i>Dati meteo e bilancio idrico del suolo</i>	Messa in opera di centralina meteo con sensori per l'umidità e temperatura del suolo in alcune stazioni.
Caratteri del profilo pedologico e degli orizzonti:	
<i>Compattazione del suolo</i>	Valutazione superficiale con penetrometro
<i>Descrizione della struttura degli orizzonti</i>	da manuale di rilevamento Ipla
<i>Presenza di orizzonti compatti</i>	Descrizione nella scheda pedologica
<i>Porosità degli orizzonti</i>	da manuale di rilevamento Ipla
Analisi di laboratorio:	
<i>Indice di Qualità Biologica del Suolo (IQBS)</i>	Parisi V., 2001. La qualità biologica del suolo: un metodo basato sui microartropodi. Acta naturalia de "L'Ateneo Parmense", 37, nn ¾: 97-106.
<i>Carbonio organico %</i>	Da campioni di suolo prelevati secondo metodologia Ipla e successive analisi di laboratorio secondo Metodi Ufficiali
<i>pH</i>	Da campioni di suolo prelevati secondo metodologia Ipla e successive analisi di laboratorio secondo Metodi Ufficiali
<i>Densità apparente topsoil e subsoil</i>	Campionamento in campo con cilindretti e successiva valutazione in laboratorio
<i>CSC</i>	Da campioni di suolo prelevati secondo metodologia Ipla e successive analisi di laboratorio secondo Metodi Ufficiali
<i>N totale</i>	Da campioni di suolo prelevati secondo metodologia Ipla e successive analisi di laboratorio secondo Metodi Ufficiali
<i>K sca</i>	Da campioni di suolo prelevati secondo metodologia Ipla e successive analisi di laboratorio secondo Metodi Ufficiali
<i>Ca sca</i>	Da campioni di suolo prelevati secondo metodologia Ipla e successive analisi di laboratorio secondo Metodi Ufficiali
<i>Mg sca</i>	Da campioni di suolo prelevati secondo metodologia Ipla e successive analisi di laboratorio secondo Metodi Ufficiali
<i>P ass</i>	Solo nel primo orizzonte pedologico. Da campioni di suolo prelevati secondo metodologia Ipla e successive analisi di laboratorio secondo Metodi Ufficiali
<i>CaCO₃ totale</i>	Da campioni di suolo prelevati secondo metodologia Ipla e successive analisi di laboratorio secondo Metodi Ufficiali
<i>Tessitura</i>	Solo nel campionamento iniziale; Da campioni di suolo prelevati secondo metodologia Ipla e successive analisi di laboratorio secondo Metodi Ufficiali

Attività svolte nel 2011-2012

La prima fase di applicazione sperimentale del protocollo di monitoraggio regionale degli impianti fotovoltaici in pieno campo ha comportato l'individuazione dei quattro impianti da sottoporre a monitoraggio, che sono stati scelti in modo da rappresentare diverse situazioni pedologiche e paesaggistiche e tecnologie realizzative differenti (pannelli fissi o a inseguimento).

In ciascuno dei 4 siti è stata condotta la caratterizzazione stazionale prevista dal protocollo. Nel sito di frazione San Michele ad Alessandria e nel sito di località Ternavasso a Poirino (TO) sono state inoltre messe in opera le centraline per la registrazione dei dati meteorologici e di quelli relativi all'umidità e temperatura del suolo, per poter comparare l'andamento di tali fattori ambientali in funzione della presenza dell'impianto fotovoltaico.

La raccolta dei dati delle centraline, nonché la loro elaborazione, con valutazione degli andamenti delle diverse variabili ambientali, sarà effettuata sino a dicembre 2012.

Nella tabella seguente sono riassunti il tipo di monitoraggio adottato per ogni sito e le attività di monitoraggio realizzate. Per la caratterizzazione pedologica dei siti investigati si rimanda agli allegati ivi indicati.

Le metodologie adottate per il calcolo del QBS-ar, la descrizione tecnica delle centraline meteo e i grafici con l'analisi ed il commento dei dati sono riportati rispettivamente negli allegati 5, 6 e 7.

Tabella 1: Siti di attuazione sperimentale del protocollo di monitoraggio regionale dei campi fotovoltaici.

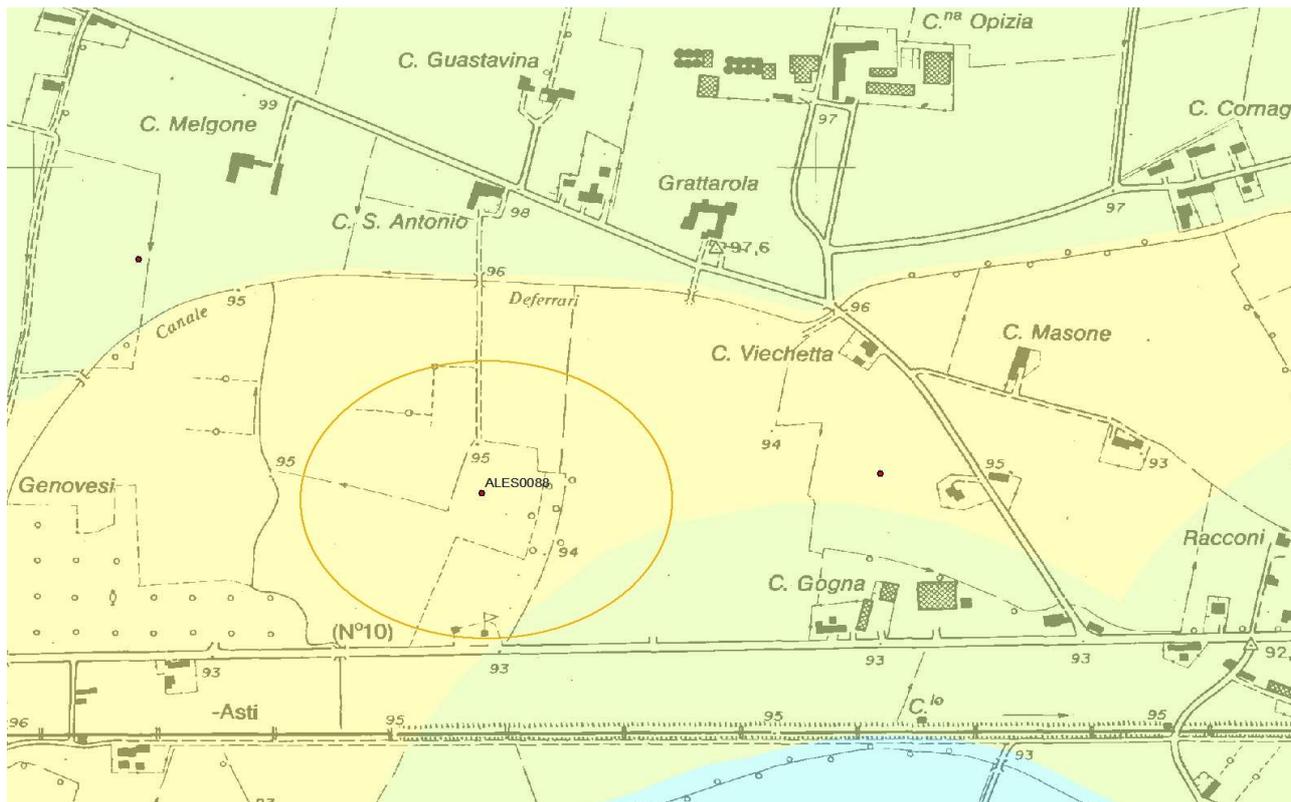
PROVINCIA	COMUNE	Tipologia pedologica	Tipologia Impianto FV	Tipologia monitoraggio	Attività
ALESSANDRIA	Alessandria Fraz. San Michele	Inceptisuoli di pianura non idromorfi e non ghiaiosi	Inseguimento	Sperimentale con centralina meteo	Effettuata caratterizzazione pedologica e stazionale, prelievo ed analisi campioni suolo ed installazione centralina meteo (Cfr. Allegato 1)
ALESSANDRIA	Bosco Marengo Loc. Quattro Cascine	Alfisuoli ghiaiosi di pianura	Inseguimento	Semplificato, solo dati pedologici	Effettuata caratterizzazione pedologica e stazionale, prelievo ed analisi campioni suolo (Cfr. Allegato 2)
TORINO	Poirino Loc. Ternavasso	Alfisuoli dei terrazzi antichi	Pannelli Fissi	Sperimentale con centralina meteo	Effettuata caratterizzazione stazionale, prelievo ed analisi campioni suolo ed impianto centralina meteo (Cfr. Allegato 3)
CUNEO	Ceva Loc. Tecetti	Alfisuoli di pianura non idromorfi e non ghiaiosi	Inseguimento	Semplificato, solo dati pedologici	Effettuato un primo sopralluogo e la caratterizzazione pedologica sulla base dei dati disponibili nel SIP. L'impianto non è ancora stato realizzato a causa di incertezze amministrative e procedurali (Cfr. Allegato 4)

**Allegato 1- Caratterizzazione pedologica e monitoraggio pedoclimatico
sito Frazione San Michele – Alessandria (AL)**

PROFILO PEDOLOGICO ALES0088

Localizzazione: Frazione San Michele – Alessandria

Classe di capacità d'uso: Seconda: Moderate limitazioni – sottoclasse s2: limitazioni per lavorabilità



CARATTERI STAZIONALI

Pendenza: 0°

Parent material: Fluviale, Alluvionale

Litologia: Limi (0.05-0.002 mm);

Morfologia dell'ambiente entro cui si trova il profilo: pianura lievemente ondulata

Morfologia della stazione del profilo:

Uso del suolo: Prati permanenti asciutti

Rocciosità % : 0

Pietrosità % 0

CARATTERI DEL SUOLO

Regime di umidità: Mesico

Regime di temperatura: Ustico

Classificazione Soil Taxonomy: Vertic Haplusept fine-silty, mixed, nonacid, mesic

Legenda Carta dei Suoli: Inceptiuoli di pianura non idromorfi e non ghiaiosi



Descrizione degli orizzonti

"Orizzonte Ap: 0 - 40 cm; umido; colore bruno grigiastro scuro (10YR 4/2); colore subordinato bruno grigiastro scuro (2,5Y 4/2); tipo colore ossidato; screziature assenti; tessitura franca; scheletro assente; struttura a zolle; fessure profonde che attraversano pi— orizzonti reversibili, con dimensioni medie 3 mm; macropori scarsi, con dimensioni medie minori di 1 mm; radici 15/dmq, con dimensioni medie di 2 mm e dimensioni massime di 5 mm, orientate in piani verticali; radicabilità 70%; molto resistente; cementazione molto debole; debolmente adesivo; moderatamente plastico; suolo non calcareo; concentrazioni principali assenti; pellicole principali assenti; limite inferiore abrupto e lineare."

"Orizzonte Bss1: 40 - 90 cm; umido; colore bruno grigiastro scuro (2,5Y 4/2); colore delle facce bruno grigiastro molto scuro (2,5Y 3/2); tipo colore ossidato; screziature assenti; tessitura argilloso limosa; scheletro assente; struttura prismatica colonnare grossolana di grado forte; fessure profonde che attraversano pi— orizzonti reversibili, con dimensioni medie 5 mm; macropori scarsi, con dimensioni medie minori di 1 mm; radici 15/dmq, con dimensioni medie di 2 mm e dimensioni massime di 4 mm, orientate in piani verticali; radicabilità 60%; estremamente resistente; cementazione debole; molto adesivo; moderatamente plastico; suolo non calcareo; concentrazioni principali assenti; pellicole orientate per pressione e scorrimento (slickensides) 15 % presenti sulle facce degli aggregati; pellicole secondarie assenti; limite inferiore abrupto e lineare."

"Orizzonte Bss2: 90 - 130 cm; umido; colore bruno olivastro chiaro (2,5Y 5/3); colore delle facce bruno grigiastro scuro (2,5Y 4/2); tipo colore ossidato; screziature assenti; tessitura franco limoso argillosa; scheletro assente; struttura prismatica colonnare media di grado forte; fessure profonde che attraversano pi— orizzonti reversibili, con dimensioni medie 3 mm; macropori scarsi, con dimensioni medie minori di 1 mm; radici 10/dmq, con dimensioni medie di 1 mm e dimensioni massime di 3 mm, orientate in piani verticali; radicabilità 70%; molto resistente; cementazione debole; moderatamente adesivo; moderatamente plastico; suolo scarsamente calcareo; concentrazioni principali assenti; pellicole orientate per pressione e scorrimento (slickensides) 10 % presenti sulle facce degli aggregati; pellicole secondarie assenti; limite inferiore abrupto e lineare."

"Orizzonte Bw: 130 - 145 cm; umido; colore bruno olivastro chiaro (2,5Y 5/3); colore subordinato bruno olivastro chiaro (2,5Y 5/4); tipo colore ossidato; screziature 5 %, con dimensioni medie di 2 mm, con limiti chiari, dominanti di colore bruno olivastro chiaro (2,5Y 5/6); tessitura franco limosa; scheletro assente; struttura poliedrica angolare grossolana di grado moderato; fessure profonde che attraversano pi— orizzonti reversibili, con dimensioni medie 3 mm; macropori comuni, con dimensioni medie minori di 1 mm; radici 10/dmq, con dimensioni medie di 1 mm e dimensioni massime di 3 mm, orientate in piani verticali; radicabilità 80%; resistente; cementazione molto debole; debolmente adesivo; moderatamente plastico; suolo molto scarsamente calcareo; concentrazioni principali assenti; pellicole principali assenti; limite inferiore abrupto e lineare."



"Orizzonte BC: 145 - 170 cm; umido; colore bruno giallastro chiaro (2,5Y 6/3); colore subordinato grigio brunastro chiaro (2,5Y 6/2); tipo colore variegato; screziature 20 %, con dimensioni medie di 6 mm, con limiti chiari, dominanti di colore bruno grigiastro (2,5Y 5/2), secondarie di colore bruno olivastro chiaro (2,5Y 5/6); tessitura franco limosa; scheletro assente; struttura poliedrica angolare media di grado debole; fessure profonde che attraversano pi— orizzonti reversibili, con dimensioni medie 3 mm; macropori comuni, con dimensioni medie minori di 1 mm; radici 1/dmq, con dimensioni medie di 1 mm e dimensioni massime di 1 mm, orientate in piani verticali; radicabilità 50%; moderatamente resistente; cementazione molto debole; non adesivo; debolmente plastico; suolo calcareo; masse di carbonati 5 %, con dimensioni medie di 1 mm, presenti nella matrice; concentrazioni secondarie assenti; pellicole principali assenti; limite inferiore sconosciuto."

Installazione della centralina meteorologica



Posizionamento della stazione sul campo fotovoltaico, con sensori sotto il pannello (a destra nell'immagine) e sensori in pieno campo (presso l'auto, nell'immagine)



Cavidotto per la posa dei sensori relativi a
 umidità e temperatura del suolo in
 posizione ombreggiata dal pannello
 fotovoltaico.



Inizializzazione della centralina.



Centralina in opera

Analisi chimico-fisiche ALES0088

	Ap	Bss1	Bss2	Bw
Limite superiore	0	40	90	130
Limite inferiore	40	90	130	145
pH in H ₂ O	7,4	7,7	8,2	8,2
Scheletro %	0	0	0	0
Sabbia grossolana %	6,1	3,9	0,7	0,4
Sabbia fine %	11,7	9,2	6,0	8,7
Sabbia molto fine %	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Limo grossolano %	10,7	3,7	2,8	0,3
Limo fine %	41,8	38,7	42,1	42,6
Argilla %	29,8	44,5	48,3	48,1
CaCO ₃ %	0,0	0,0	0,0	0,3
C organico %	1,78	0,77	0,53	0,40
N %	0,24	n.d.	n.d.	n.d.
C/N	7,4	n.d.	n.d.	n.d.
Sostanza organica %	3,07	1,32	0,91	0,69
C.S.C. meq/100g	21,5	25,3	24,2	23,5
Ca meq/100g	19,3	23,11	21,99	21,43
Mg meq/100g	1,58	1,66	1,75	1,68
K meq/100g	0,62	0,53	0,46	0,39
Na meq/100g	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Fosforo assimilabile	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Saturazione basica %	100	100	100	100

Q.B.S.-ar	41
rapporto acari/collemboli	0,4
classe di qualità biologica	2
Gruppi sistematici monitorati	
Acari	3
Collemboli	7
Olometaboli adulti	3

In questo caso ci sono pochissimi individui e la classe di qualità biologica è molto bassa.

Bulk density (g/cm ³)	
Ap1	1,31
Bss1	1,28

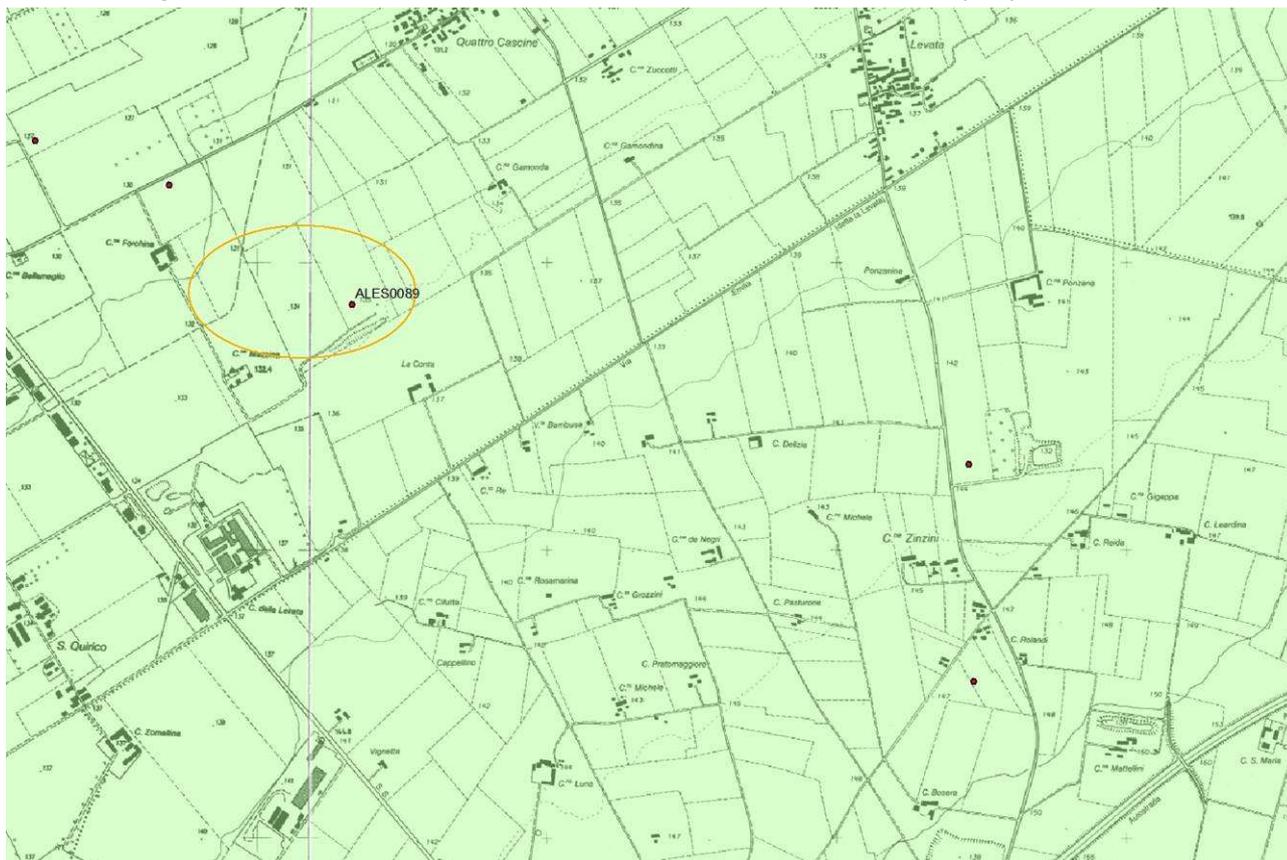
Allegato 2. Caratterizzazione pedologica sito di monitoraggio

Località Quattro Cascine -Bosco Marengo (AL)

PROFILO PEDOLOGICO ALES0089

Localizzazione: Quattro Cascine-Bosco Marengo (AL)

Classe di capacità d'uso: Terza: Alcune limitazioni – sottoclasse s1: limitazioni per profondità utile



CARATTERI STAZIONALI

Pendenza: 0°

Parent material: Fluviale, Alluvionale

Litologia: Ghiaie calcaree;

Morfologia dell'ambiente entro cui si trova il profilo: cono di deiezione

Morfologia della stazione del profilo:

Uso del suolo: Coltivi abbandonati

Rocciosità % : 0

Pietrosità % 5

CARATTERI DEL SUOLO

Regime di umidità:

Regime di temperatura:

Classificazione Soil Taxonomy: Calcic

Haploxeralf, fine-loamy over loamy-

skeletal, mixed, calcareous, mesic

Legenda Carta dei Suoli: Alfisuoli di pianura ghiaiosi.



Descrizione degli orizzonti

"Orizzonte Ap1: 0 - 25 cm; umido; colore bruno (7,5YR 4/3); tipo colore ossidato; screziature assenti; tessitura franca; scheletro 30 %, di forma subarrotondata, con diametro medio di 20 mm e diametro massimo di 100 mm, alterato; struttura poliedrica subangolare fine di grado moderato; macropori comuni, con dimensioni medie minori di 1 mm; radici 15/dmq, con dimensioni medie di 1 mm e dimensioni massime di 2 mm, orientate in tutte le direzioni; radicabilità 70%; moderatamente resistente; cementazione molto debole; debolmente adesivo; debolmente plastico; suolo calcareo con presenza di scheletro ; concentrazioni principali assenti; pellicole principali assenti; limite inferiore chiaro ed ondulato."

"Orizzonte Ap2: 25 - 50 cm; umido; colore bruno (7,5YR 4/4); colore subordinato bruno intenso (7,5YR 4/6); tipo colore ossidato; screziature assenti; tessitura franca; scheletro 35 %, di forma subarrotondata, con diametro medio di 20 mm e diametro massimo di 120 mm, alterato; struttura poliedrica subangolare media di grado moderato; macropori comuni, con dimensioni medie minori di 1 mm; radici 10/dmq, con dimensioni medie di 1 mm e dimensioni massime di 2 mm, orientate in tutte le direzioni; radicabilità 50%; moderatamente resistente; cementazione molto debole; debolmente adesivo; debolmente plastico; suolo calcareo con presenza di scheletro ; concentrazioni principali assenti; pellicole principali assenti; limite inferiore abrupto ed ondulato."



"Orizzonte Btk: 50 - 90 cm; umido; colore bruno rossastro (5YR 4/4); colore subordinato rosso giallastro (5YR 4/6); tipo colore ossidato; screziature assenti; tessitura franco argillosa; scheletro 40 %, di forma subarrotondata, con diametro medio di 30 mm e diametro massimo di 120 mm, alterato; struttura poliedrica angolare media di grado forte; macropori scarsi, con dimensioni medie minori di 1 mm; radici 5/dmq, con dimensioni medie di 1 mm e dimensioni massime di 2 mm, orientate in tutte le direzioni; radicabilità 40%; resistente; cementazione forte; debolmente adesivo; moderatamente plastico; suolo non calcareo con presenza di scheletro ; concentrazioni principali assenti; pellicole di argilla 4 % presenti sulle facce degli aggregati; pellicole di carbonati, 2 %, presenti intorno allo scheletro; limite inferiore chiaro ed ondulato."

"Orizzonte BCk: 90 - 110 cm; umido; colore bruno (7,5YR 4/3); tipo colore ossidato; screziature assenti; tessitura franca; scheletro 50 %, di forma subarrotondata, con diametro medio di 30 mm e diametro massimo di 150 mm, alterato; struttura poliedrica subangolare fine di grado debole; radici assenti; radicabilità 40%; moderatamente resistente; cementazione molto debole; debolmente adesivo; debolmente plastico; suolo scarsamente calcareo con presenza di scheletro ; concentrazioni principali assenti; pellicole di carbonati 2 % presenti intorno allo scheletro; pellicole secondarie assenti; limite inferiore sconosciuto."

Analisi chimico-fisiche ALES0089

	Ap1	Ap2	Btk	BCK
Limite superiore	0	25	50	90
Limite inferiore	25	50	90	110
pH in H2O	8,2	8,2	7,1	8,5
Scheletro %	30	35	40	50
Sabbia grossolana %	15,9	16,5	11,9	13,6
Sabbia fine %	18,2	20,8	21,7	17,7
Sabbia molto fine %	nd	nd	nd	nd
Limo grossolano %	10,3	17,8	11,8	8,3
Limo fine %	31,4	24,6	30,6	30,1
Argilla %	24,2	20,3	24,0	30,2
CaCO3 %	1,7	1,7	1,0	1,0
C organico %	1,20	0,82	0,49	0,22
N %	0,160	nd	nd	nd
C/N	7,5	nd	nd	nd
Sostanza organica %	2,07	1,41	0,85	0,37
C.S.C. meq/100g	18	14	14,5	16
Ca meq/100g	16,03	12,27	12,77	14,26
Mg meq/100g	1,12	1,01	1,08	1,15
K meq/100g	0,85	0,72	0,65	0,59
Na meq/100g	nd	nd	nd	nd
Fosforo assimilabile	nd	nd	nd	nd
Saturazione basica %	100	100	100	100

Q.B.S.-ar	101
rapporto acari/collemboli	1,5
classe di qualità biologica	6
Gruppi sistematici monitorati	
Acari	46
Collemboli	31
Olometaboli adulti	3
Olometaboli larve	5
Embioptera	1
Sinfili	2
Proturi	6

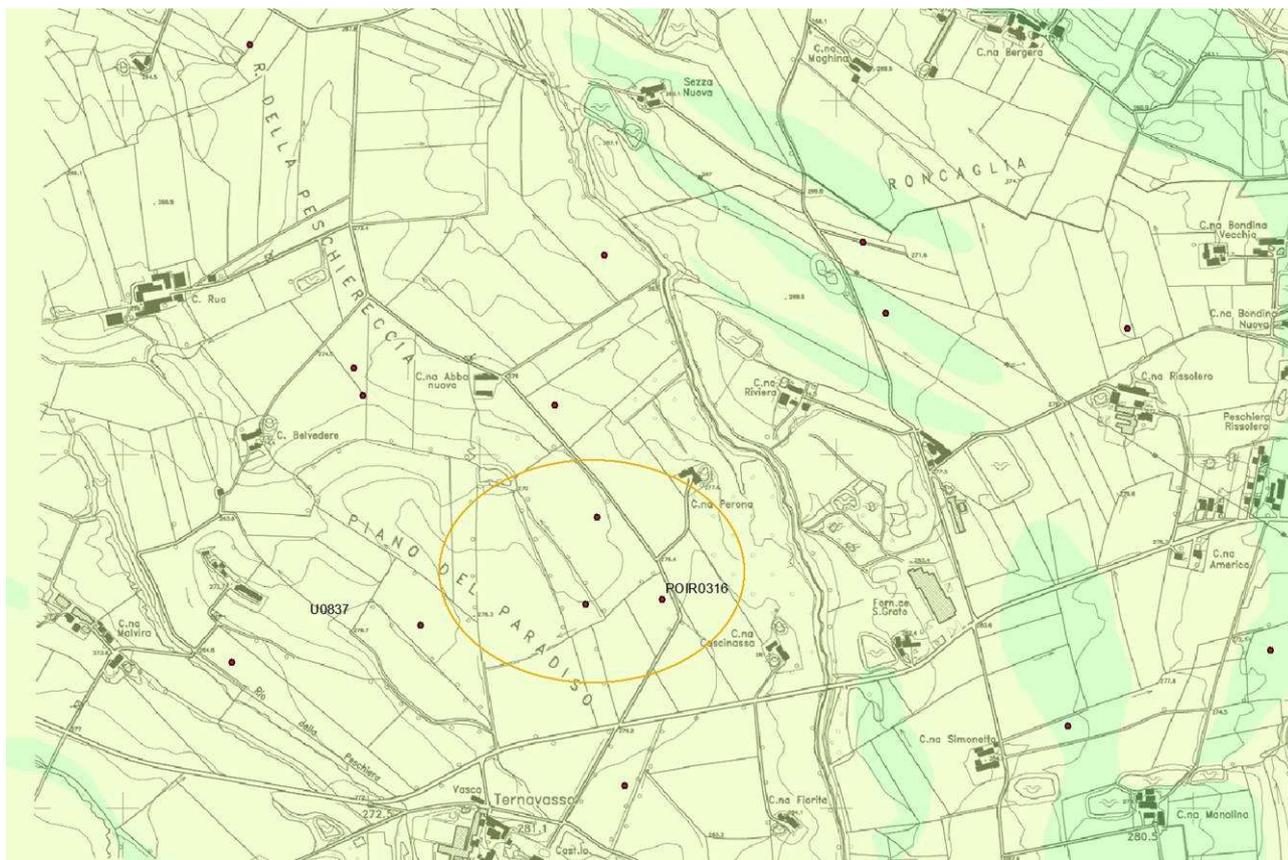
La classe di qualità biologica 6 è la migliore. Il numero di individui è alto e ci sono diversi taxa edafici di alto valore (sinfili, proturi). Il fatto che il rapporto acari/collemboli sia maggiore di 1 è positivo.

Bulk density (g/cm ³)	
Ap1	1,46
Btk	1,50

**Allegato 3. Caratterizzazione pedologica e monitoraggio pedoclimatico
sito Località Ternavasso - Poirino (TO)
PROFILO PEDOLOGICO POIR0316**

Localizzazione: Ternavasso

Classe di capacità d'uso: Terza: Alcune limitazioni – sottoclasse w1: limitazioni per disponibilità di ossigeno



CARATTERI STAZIONALI

Pendenza: 1°

Parent material: Fluviale, Alluvionale

Litologia: Limi (0.05-0.002 mm); Argille (< 0.002 mm)

Morfologia dell'ambiente entro cui si trova il profilo: terrazzo ondulato

Uso del suolo: Altre utilizzazioni

Roccosità % : 0

Pietrosità % 0

CARATTERI DEL SUOLO

Regime di umidità: Ustico

Regime di temperatura: Mesico

Classificazione Soil Taxonomy: Typic

Haplustalf, fine-silty, mixed, nonacid, mesic

Legenda Carta dei Suoli: Alfisuoli dei terrazzi antichi non idromorfi



Descrizione degli orizzonti

"Orizzonte Ap: 0 - 40 cm; umido; colore bruno giallastro scuro (10YR 4/4); tipo colore ossidato; screziature assenti; tessitura franco limosa; scheletro assente; struttura massiva; macropori scarsi, con dimensioni medie minori di 1 mm; radici assenti; radicabilità 90%; debolmente resistente; cementazione molto debole; debolmente adesivo; moderatamente plastico; suolo non calcareo; concentrazioni principali assenti; pellicole principali assenti; limite inferiore abrupto e lineare."

"Orizzonte E: 40 - 60 cm; umido; colore bruno giallastro (10YR 5/4); tipo colore variegato; screziature 35 %, con dimensioni medie di 20 mm, con limiti netti, dominanti di colore bruno intenso (7,5YR 4/6), secondarie di colore bruno scuro (7,5YR 3/4); tessitura franco limosa; scheletro assente; struttura prismatica colonnare grossolana di grado moderato; macropori scarsi, con dimensioni medie minori di 1 mm; radici assenti; radicabilità 90%; moderatamente resistente; cementazione molto debole; debolmente adesivo; moderatamente plastico; suolo non calcareo; masse di ferro-manganese 1 %, con dimensioni medie di 5 mm, presenti nella matrice; concentrazioni secondarie assenti; pellicole principali assenti; limite inferiore abrupto e lineare."



"Orizzonte Btc: 60 - 70 cm; umido; colore bruno giallastro chiaro (10YR 6/4); tipo colore variegato; screziature 45 %, con dimensioni medie di 30 mm, con limiti netti, dominanti di colore bruno intenso (7,5YR 4/6), secondarie di colore bruno (7,5YR 4/4); altre screziature di colore bruno intenso (7,5YR 5/6); tessitura franca; scheletro assente; struttura poliedrica subangolare media di grado moderato; macropori scarsi, con dimensioni medie minori di 1 mm; radici assenti; radicabilità 60%; resistente; cementazione molto debole; moderatamente adesivo; debolmente plastico; suolo non calcareo; noduli di ferro-manganese 8 %, con dimensioni medie di 6 mm, presenti nella matrice; masse di ferro-manganese, 4 %, con dimensioni medie di 3 mm, presenti nella matrice; pellicole di argilla 6 % presenti sulle facce degli aggregati; pellicole secondarie assenti; limite inferiore abrupto e lineare."

"Orizzonte Btx: 70 - 100 cm; umido; colore bruno intenso (7,5YR 4/6); colore subordinato bruno intenso (7,5YR 5/6); tipo colore variegato; screziature 10 %, con dimensioni medie di 15 mm, con limiti chiari, dominanti di colore bruno giallastro (10YR 5/4); tessitura franco limosa; scheletro assente; struttura poliedrica angolare fine di grado moderato; macropori scarsi, con dimensioni medie minori di 1 mm; radici assenti; radicabilità 50%; resistente; cementazione molto debole; moderatamente adesivo; moderatamente plastico; suolo non calcareo; masse di ferro-manganese 3 %, con dimensioni medie di 2 mm, presenti nella matrice; concentrazioni secondarie assenti; pellicole di argilla 10 % presenti sulle facce degli aggregati; pellicole secondarie assenti; limite inferiore chiaro ed ondulato."

"Orizzonte 2Btx: 100 - 160 cm; umido; colore bruno (7,5YR 4/4); colore subordinato bruno intenso (7,5YR 5/6); colore delle facce bruno giallastro scuro (10YR 4/4); tipo colore variegato; screziature 20 %, con dimensioni medie di 20 mm, con limiti chiari, dominanti di colore bruno (10YR 5/3); tessitura franco limosa; scheletro assente; struttura poliedrica angolare media di grado moderato; macropori scarsi, con dimensioni medie minori di 1 mm; radicabilità 50%; molto resistente; cementazione molto debole; moderatamente adesivo; moderatamente plastico; suolo non calcareo; concentrazioni principali assenti; pellicole

ferromanganesifere 7 % presenti sulle facce degli aggregati; pellicole di argilla, 3 %, presenti sulle facce degli aggregati; limite inferiore sconosciuto."

Analisi chimico-fisiche POIR0316

	Ap	E	Btc	Btx	2Btx
Limite superiore	0	40	60	70	100
Limite inferiore	40	60	70	100	160
pH in H ₂ O	6,3	7,4	7,2	7,0	7,2
Scheletro %	0	0	0	0	0
Sabbia grossolana %	3,7	7,0	17,8	1,9	2,4
Sabbia fine %	19,2	13,0	16,1	20,4	16,3
Sabbia molto fine %	nd	nd	nd	nd	nd
Limo grossolano %	29,1	27,2	19,1	19,9	27,3
Limo fine %	26,5	23,3	17,1	17,3	21,6
Argilla %	21,5	29,5	29,9	40,5	32,4
CaCO ₃ %	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C organico %	0,89	0,22	0,14	0,25	0,12
N %	0,10	nd	nd	0,05	nd
C/N	9	nd	nd	5	nd
Sostanza organica %	1,53	0,38	0,24	0,43	0,21
C.S.C. meq/100g	14,55	nd	nd	19,59	nd
Ca meq/100g	8,35	nd	nd	12,80	nd
Mg meq/100g	0,12	nd	nd	0,10	nd
K meq/100g	0,12	nd	nd	0,10	nd
Na meq/100g	nd	nd	nd	nd	nd
Fosforo assimilabile	18,9	nd	nd	6,0	nd
Saturazione basica %	76	nd	nd	80	nd

Q.B.S.-ar	40
rapporto acari/collemboli	0,5
classe di qualità biologica	2
Gruppi sistematici monitorati	
Acari	1
Collemboli	2

In questo caso ci sono pochissimi individui e la classe di qualità biologica è molto bassa.

Bulk density (g/cm³)	
Ap1	1,46
E	1,49

Installazione della centralina meteorologica



Posizione della stazione sul campo fotovoltaico, con sensori sotto il pannello (a sinistra nell'immagine) e sensori in pieno campo (solidali alla centralina meteo, a destra).



Inizializzazione della centralina.

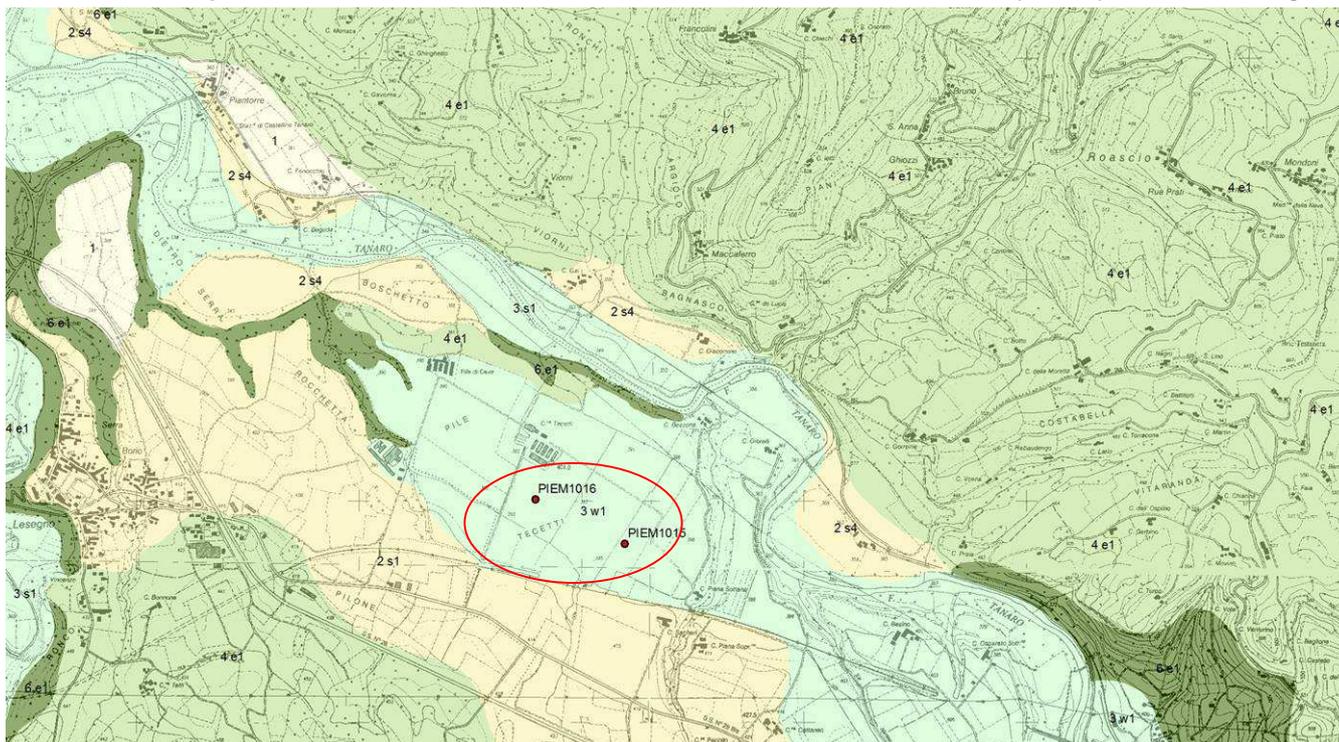
Allegato 4. Caratterizzazione pedologica

sito Località Tecetti – Ceva (CN)

OSSERVAZIONE PEDOLOGICA PIEM1015

Localizzazione: Tecetti – Ceva (CN)

Classe di capacità d'uso: Terza: Alcune limitazioni – sottoclasse w1: limitazioni per disponibilità di ossigeno



CARATTERI STAZIONALI

Pendenza: 1°

Quota: 475 m s.l.m.

Parent material: Fluviale, Alluvionale

Litologia: Limi;

Morfologia dell'ambiente entro cui si trova

l'osservazione: terrazzo uniforme

Uso del suolo: Mais, sorgo

Rocciosità % : 0

Pietrosità % 0

CARATTERI DEL SUOLO

Regime di umidità: Udico

Regime di temperatura: Mesico

Classificazione Soil Taxonomy: Oxyaquic

Fraglossudalf, fine-silty, mixed, nonacid, mesic

Legenda Carta dei Suoli: Alfisuoli dei terrazzi
antichi non idromorfi.

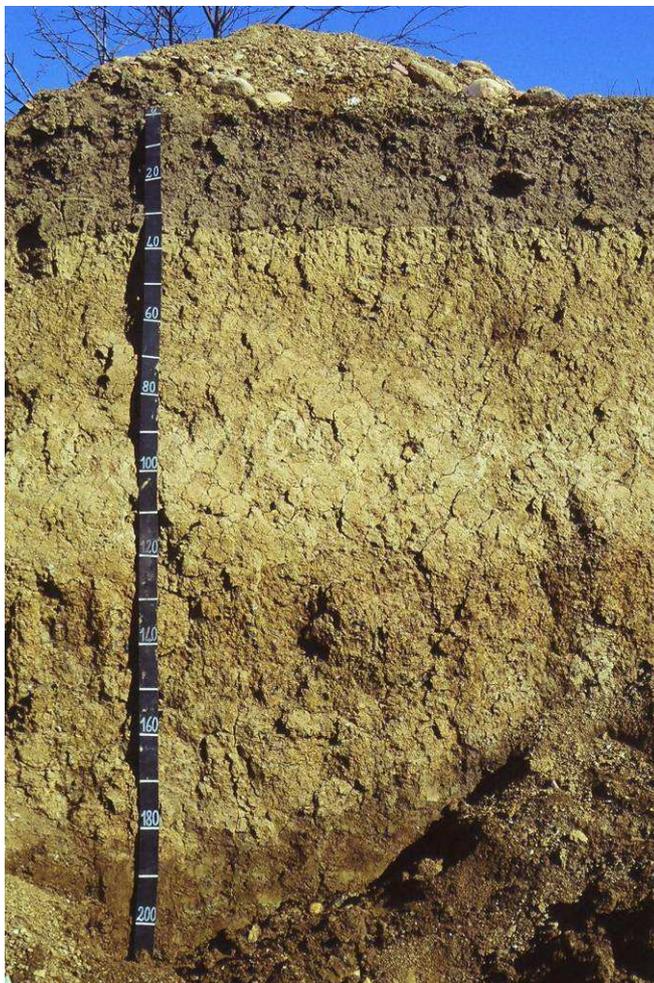


Descrizione degli orizzonti

"Orizzonte Ap: 0 - 45 cm; umido; colore bruo grigiastro scuro (2,5Y 4/2); colore subordinato bruno olivastro (2,5Y 4/3); tipo colore ossidato; screziature assenti; tessitura franco limosa; scheletro assente; radicabilità 90%; debolmente resistente; cementazione molto debole; non adesivo; non plastico; suolo non calcareo; concentrazioni principali assenti."

"Orizzonte E: 45 - 65 cm; umido; colore grigio brunastro scuro (10YR 6/2); colore subordinato bruno giallastro scuro (10YR 4/4); tipo colore variegato; screziature 13 %, con dimensioni medie di 3 mm, con limiti chiari, dominanti di colore bruno giallastro (10YR 5/8), secondarie di colore giallo brunastro (10YR 6/8); tessitura franco limosa; scheletro assente; radicabilità 50%; moderatamente resistente; cementazione molto debole; debolmente adesivo; debolmente plastico; suolo non calcareo; masse di ferro-manganese 4 %, con dimensioni medie di 1 mm, presenti nella matrice; concentrazioni secondarie assenti."

"Orizzonte EBt: 65 - 120 cm; umido; colore bruno giallastro chiaro (2,5Y 6/3); colore delle facce bruno giallastro scuro (10YR 4/6); tipo colore variegato; screziature 10 %, con dimensioni medie di 2 mm, con limiti chiari, dominanti di colore bruno giallastro (10YR 5/8); tessitura franco argillosa; scheletro assente; radicabilità 25%; moderatamente resistente; cementazione debole; debolmente adesivo; debolmente plastico; suolo non calcareo; masse di ferro-manganese 7 %, con dimensioni medie di 2 mm, presenti nella matrice; concentrazioni secondarie assenti; pellicole di argilla 4 % presenti sulle facce degli aggregati."



Analisi chimico-fisiche PIEM1015

	Ap	E	EBt
Limite superiore	0	40	80
Limite inferiore	10	50	110
pH in H ₂ O	6,9	7,3	7,3
Scheletro %	0	0	0
Sabbia grossolana %	9	2,3	6,1
Sabbia fine %	18	11,4	14,7
Sabbia molto fine %	n.d.	n.d.	n.d.
Limo grossolano %	24,2	20,1	17,8
Limo fine %	36,3	34,5	34,1
Argilla %	12,5	31,7	27,3
CaCO ₃ %	0,0	0,0	0,6
C organico %	1,91	0,27	0,17
N %	0,18	0,07	0,06
C/N	9	2	1
Sostanza organica %	3,29	0,46	0,30
C.S.C. meq/100g	10,8	16,2	17,7
Ca meq/100g	7,93	11,18	9,35
Mg meq/100g	1,63	2,58	5,29
K meq/100g	0,85	0,42	0,46
Na meq/100g	0	0	0
Fosforo assimilabile	n.d.	n.d.	n.d.
Saturazione basica %	96	88	85

Il suolo riconosciuto nelle osservazioni pedologiche è riconducibile alla MONDOVI' tipica (vedi foto) che è la fase prevalente dell'unità cartografica U0491 della carta dei suoli a scala 1:50.000 che caratterizza questa superficie.

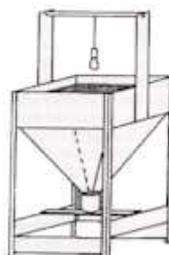
Allegato 5. Metodologia adottata per la definizione dell'Indice di Qualità Biologica del suolo: microartropodi (QBS-ar)

Proposto dal Professor Vittorio Parisi, dell'Università di Parma si basa sull'analisi di tutti i gruppi di microartropodi presenti nel suolo (insetti, aracnidi, miriapodi, crostacei).

L'indice si basa sul concetto di forma biologica. Con questo termine si indica il grado di adattamento anatomico di un organismo alla vita nel suolo. Se l'ecosistema suolo non è disturbato da attività antropiche tenderanno ad essere presenti molti gruppi particolarmente adattati alla vita in questo ambiente (di piccole dimensioni, depigmentati, privi di occhi e ali). Se il suolo subisce degli impatti i gruppi più adattati al suolo tenderanno a scomparire e resteranno solo quelli meno adattati.

Il metodo prevede un campionamento degli orizzonti minerali superficiali (topsoil) e un'estrazione dei microartropodi mediante un estrattore di Berlese-Tullgren (vedi figura).

Estrattore di Berlese-Tullgren



Gli organismi estratti vengono identificati al microscopio stereoscopico a livello di phylum, classe o, al massimo, ordine e vengono conteggiati. A tutti i gruppi sistematici presenti viene assegnato un punteggio (EMI Indice Ecomorfologico) che va da 1, per gli organismi per nulla adattati alla vita nel suolo, a 20, per quelli completamente adattati. Alcuni gruppi comprendono specie a diverso grado di adattamento. In particolare collemboli e coleotteri comprendono tutte le varietà di forme biologiche, da quelle ad EMI 1 a quelle ad EMI 20. In questi casi apposite tabelle permettono di valutare l'EMI delle forme presenti. Una volta identificati tutti gli EMI la loro somma darà il valore di QBS-ar. Valori alti di questo indice segnalano una buona qualità ecologica del suolo. Sulla base del valore complessivo del QBS-ar, si possono suddividere i suoli in 6 classi, caratterizzate da una crescente qualità ambientale. La definizione di queste classi avviene tramite l'utilizzo dello schema riportato nel volume: "ARPA Piemonte (Angelini et al.), 2002. Tecniche di biomonitoraggio della qualità del suolo" ove viene descritta tutta la metodologia ufficiale di riferimento.

Allegato 6. Descrizione tecnica delle centraline meteorologiche

Il modello scelto viene prodotto dalla ditta WeatherLink negli U.S.A. Si tratta della stazione meteorologica Davis Vantage2 Pro composta da una strumentazione equipaggiata con sensori che misurano:

- la temperatura del suolo a 2 profondità: 10-60 cm (1 coppia di sensori fuori pannello e una sotto)
- l'umidità del suolo a 2 profondità: 10-60 cm (1 coppia di sensori fuori pannello e una sotto)
- la temperatura dell'aria
- l'umidità dell'aria
- la pioggia
- la velocità e la direzione del vento
- la pressione atmosferica
- la radiazione solare

Le stazioni sono inoltre dotate di:

- display
- pannello solare integrato
- trasmissione wireless fino a 150 mt circa e modem per trasmissione GPRS
- datalogger & Software WeatherLink per Windows, per archiviazione e gestione dei dati.

I dati vengono registrati con frequenza oraria e memorizzati nel data-logger per 3 mesi. Vengono scaricati via modem GPRS su PC direttamente in I.P.L.A. e gestiti dal software dedicato della Weatherlink, dove è possibile selezionare un apposito programma di grafica.

Nella presente relazione vengono riportati i dati sottoforma di grafici dei parametri più importanti come la piovosità e l'umidità del suolo.

Qui di seguito viene riportato l'elenco completo dei parametri misurati e/o calcolati.



Codice parametro	Unità di misura	Descrizione
Temp Out	°C	Temperatura media esterna
Hi Temp	°C	Temperatura massima esterna
Low Temp	°C	Temperatura minima esterna
Out Hum	%	Umidità esterna
Dew Pt.	°C	Punto di rugiada
Wind Speed	m/s	Velocità del vento
Wind Dir	°	Direzione del vento
Wind Run	km	distanza percorsa dal vento nelle 24 ore
Hi Wind Speed	m/s	Velocità max del vento
Hi Wind Dir	°	Direzione del max vento
Wind Chill	°C	Fattore di raffreddamento
Heat Index	°C	Indice di calore
THW Index	°C	Temperatura reale percepita
THSW Index	°C	Temperatura apparente
Press Bar	mm	Pressione atmosferica
Rain	mm	Pioggia
Rain Rate	mm/h	Intensità di pioggia
Solar Rad.	W/m ²	Radiazione solare
Solar Energy	Ly (anno luce)	Energia solare
Hi Solar Rad.	W/m ²	Radiazione solare max
Heat D-D	°C	Indice di riscaldamento
Cool D-D	°C	Indice di raffreddamento
ET	mm	Evapotraspirazione
Soil 1 Moist.	cb (centibar)	Umidità del suolo a 10 cm
Soil 3 Moist.	cb (centibar)	Umidità del suolo a 60 cm
Soil 1 Temp	°C	Temperatura del suolo a 10 cm
Soil 3 Temp	°C	Temperatura del suolo a 60 cm

Particolarmente utile il calcolo della evapotraspirazione potenziale oraria, necessario per il bilancio idrico del suolo.

L'algoritmo ha, come variabili d'ingresso misurate, la temperatura media dell'aria, la velocità media del vento, la radiazione media solare, l'umidità media e la pressione atmosferica dell'aria.

$$ET_o = W * R_n / \lambda + (1 - W) * (e_a + e_d) * F$$

Dove:

ET_o = evapotraspirazione potenziale su base oraria

W = fattore ponderale che esprime il contributo relativo della componente radiativa

R_n = radiazione netta media

λ = calore latente di evaporazione. Usato per convertire la radiazione netta da watt/m² nel quantitativo di acqua evaporato in mm

e_a = pressione di vapore a saturazione in kPa

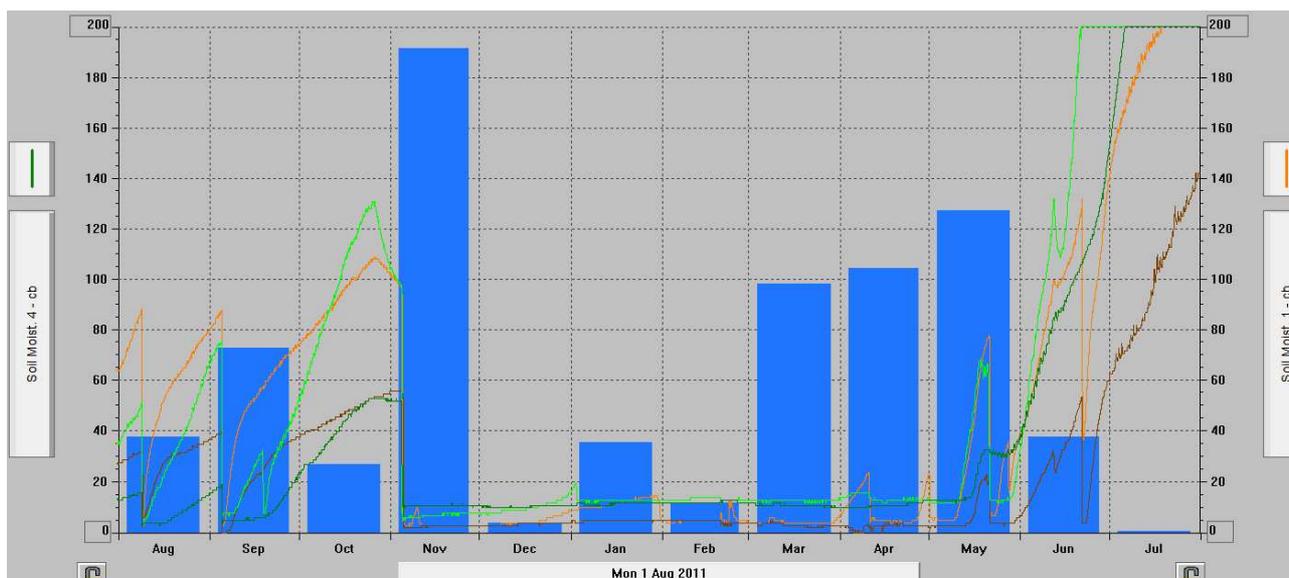
e_d = pressione di vapore istantaneo

F = funzione vento, indica la quantità di energia apportata all'ET dal vento

Allegato 7. Monitoraggio centraline meteo: grafici con l'analisi ed il commento dei dati

MONITORAGGIO IMPIANTO FRAZIONE SAN MICHELE - ALESSANDRIA

Fig. 1 - Andamento umidità suolo e piogge ago2011-lug2012 presso impianto di Alessandria



In verde i dati di umidità dei sensori fuori pannello, in marrone sotto pannello (sensori del topsoil più chiari, sensori del subsoil più scuri). Le unità di misura sono mm per la pioggia (Istogrammi azzurri) e centibar per la pressione di ritenzione idrica.

Gli andamenti sono visibilmente diversi per le due annate estive 2011 e 2012.

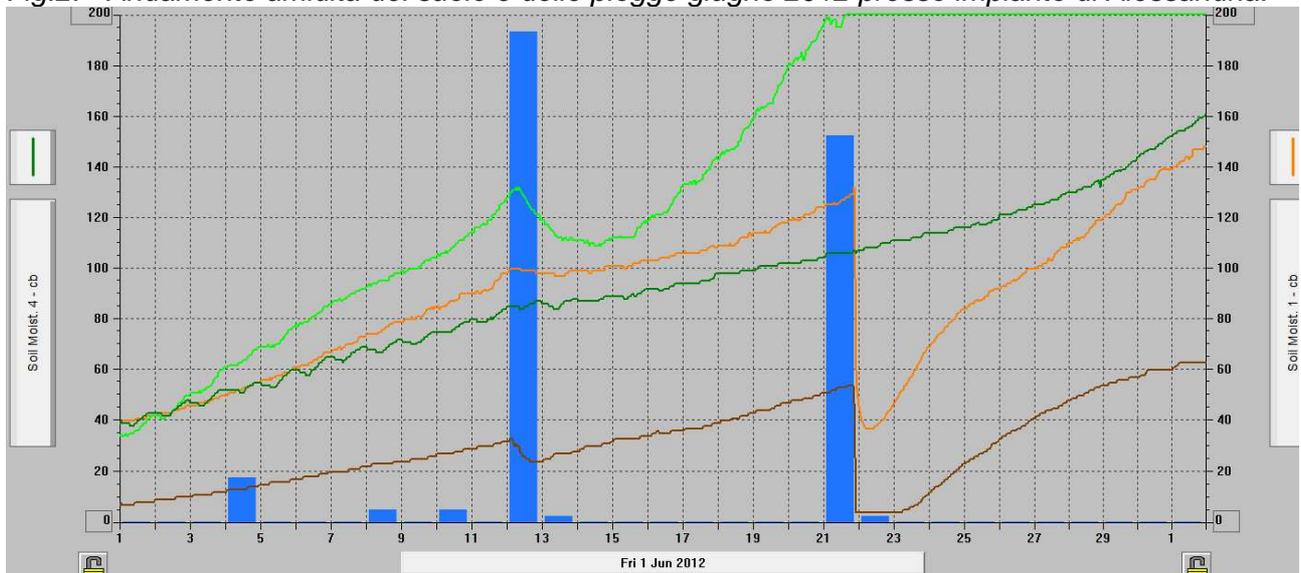
L'estate 2011 è stata molto più piovosa rispetto a quanto finora registrato nel 2012. Non si sono pertanto registrati picchi di riduzione del contenuto idrico del suolo particolarmente alti, mentre quest'anno dalla fine di giugno i sensori fuori pannello hanno registrato valori sui 200 cb, prossimi al punto di appassimento permanente.

Il confronto fra gli andamenti fuori e sotto pannello dimostra che i suoli più esposti sono i primi ad asciugarsi, come era lecito aspettarsi, mentre non sempre i processi di inumidimento del suolo più esposto sono stati più rapidi di quello sotto pannello, forse perché l'incrostamento superficiale a suolo asciutto ha determinato uno scorrimento superficiale dell'acqua.

A questo proposito si inserisce qui di seguito il grafico relativo all'andamento del mese di giugno 2012 (Fig. 2), nel quale si evidenziano due eventi piovosi: uno il 12 giugno, per il quale si vede un aumento di umidità nel sensore fuori pannello del topsoil (verde chiaro) e uno del 21 giugno, dove invece i sensori sotto pannello del top e del subsoil (marrone chiaro e marrone scuro) registrano un aumento di umidità, mentre fuori pannello il sensore

del topsoil (verde chiaro) ha raggiunto il max di asciugamento (200 cb) e rimane completamente asciutto anche a seguito dell'evento piovoso.

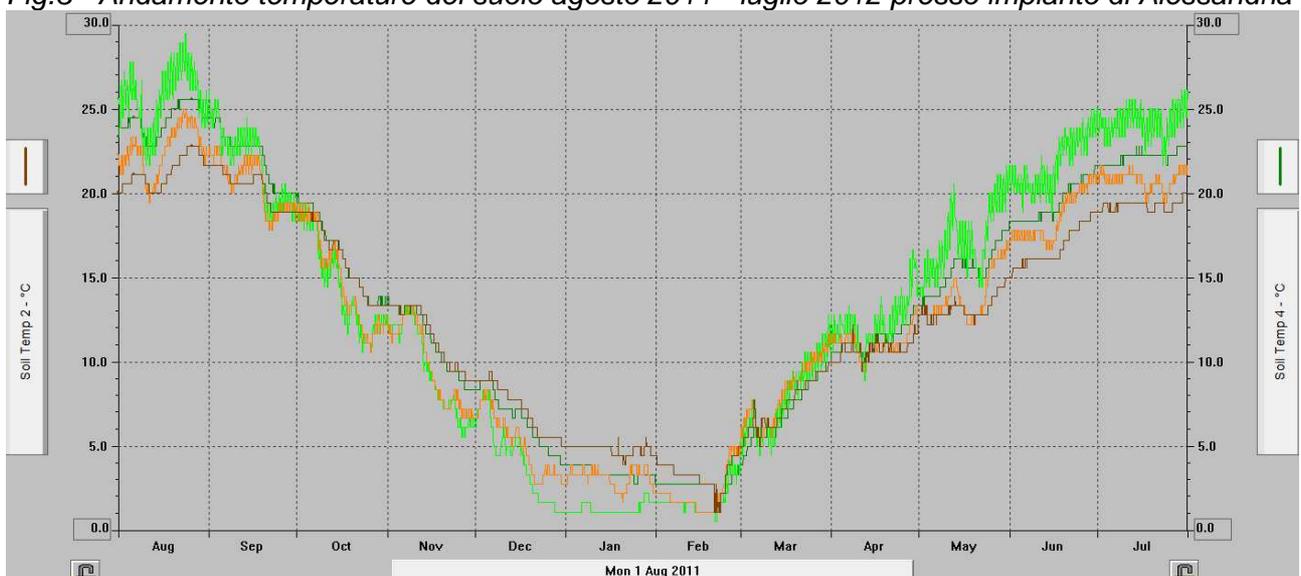
Fig.2. - Andamento umidità del suolo e delle piogge giugno 2012 presso impianto di Alessandria.



In verde i dati di umidità dei sensori fuori pannello, in marrone sotto pannello (sensori del topsoil più chiari, sensori del subsoil più scuri). Le unità di misura sono mm per la pioggia (Istogrammi azzurri) e centibar per la pressione di ritenzione idrica.

Per quanto riguarda invece gli andamenti delle temperature, nel grafico seguente (Fig.3) sono illustrati gli andamenti annuali:

Fig.3 - Andamento temperature del suolo agosto 2011 - luglio 2012 presso impianto di Alessandria



In verde i dati di temperatura dei sensori fuori pannello, in marrone sotto pannello (sensori del topsoil più chiari, sensori del subsoil più scuri). Le unità di misura sono in °C.

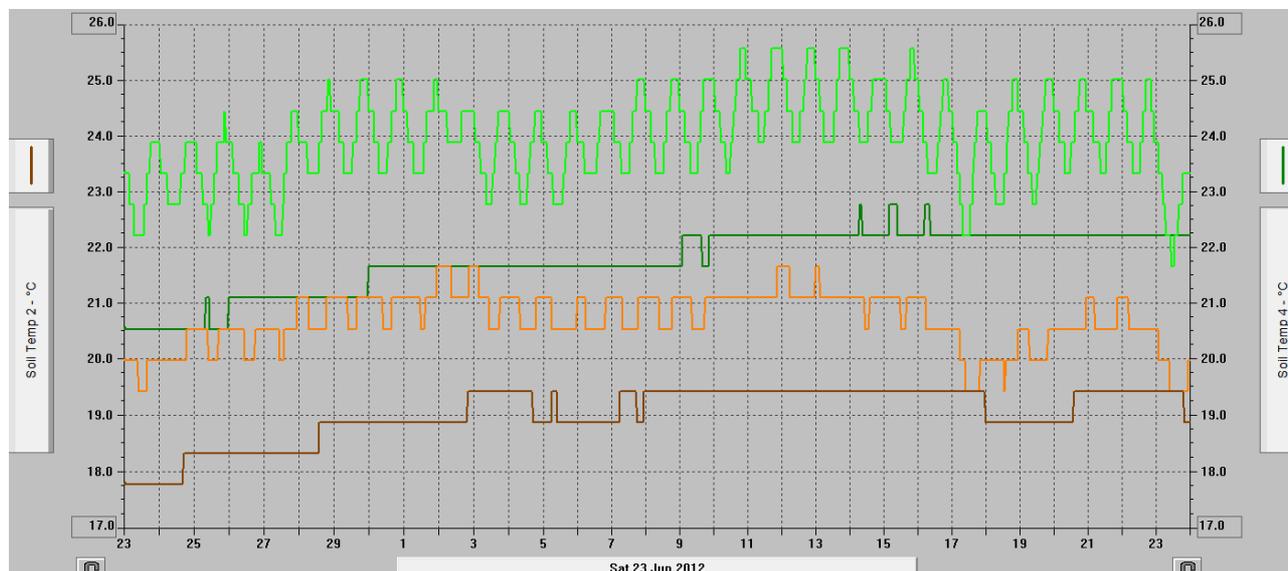
Nel grafico risulta evidente un diverso andamento delle temperature nella stagione estiva rispetto a quella invernale.

Mentre in entrambi i periodi estivi i sensori esterni ai pannelli misurano sempre temperature più alte di quelli sotto pannello, sia per il sensore dell'orizzonte superficiale che per quello dell'orizzonte profondo, in inverno le temperature meno fredde sono registrate dai sensori degli orizzonti profondi sia fuori sia sotto pannello. Ciò significa che, mentre in estate l'ombreggiamento dei pannelli è la causa del differenziale delle temperature anche in profondità, d'inverno la classica inversione termica, per cui il suolo è più caldo dell'aria, prevale secondo una logica di gradiente di profondità e non viene influenzata dall'irraggiamento solare.

Nel grafico mensile che segue (Fig.4), invece, si evidenzia come il sensore di superficie, esterno ai pannelli (verde chiaro) oscilli in modo molto maggiore rispetto al suo omologo sotto pannello /marrone chiaro). Questo significa che l'escursione termica estiva viene recepita di meno sotto pannello. Si nota inoltre che il differenziale nel periodo estivo fra temperature fuori e sotto pannello è considerevole (ordine di 5°C), mentre si attenua decisamente in inverno (ordine di 2°C).

Risulta quindi evidente che la presenza dei pannelli modifica l'andamento di due fondamentali parametri come temperatura e umidità, consentendo da una parte una maggiore conservazione delle riserve idriche favorevoli ad un migliore approvvigionamento della vegetazione e in genere dell'attività biologica, ma, d'altra parte, creando situazioni di temperatura più costante, almeno nello strato superficiale, che dal punto di vista microbiologico andrebbero approfondite.

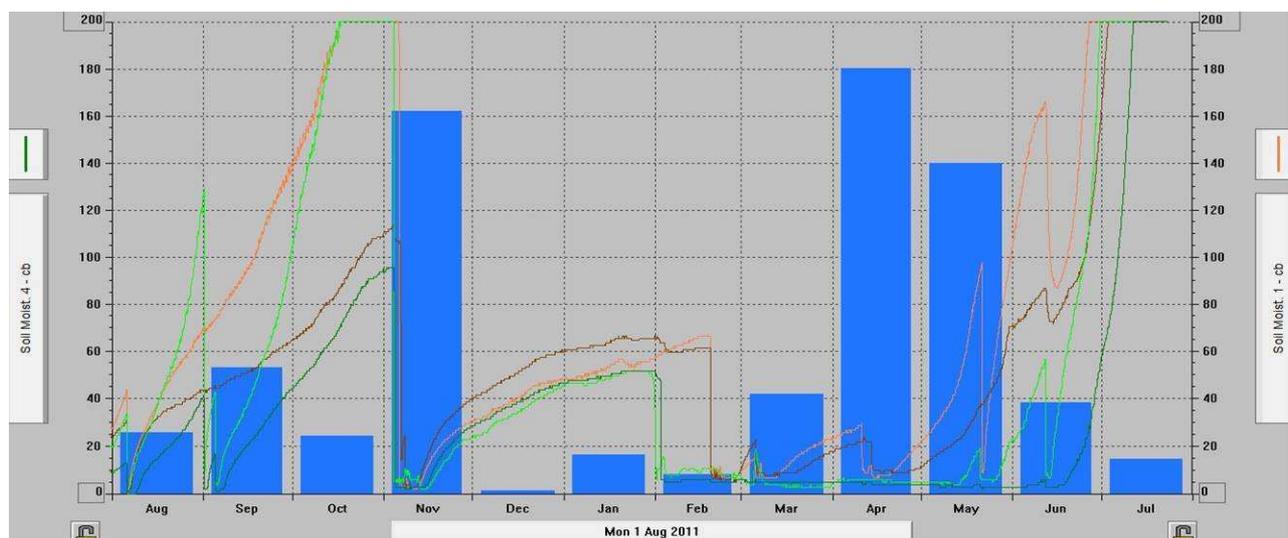
Fig.4 - Andamento temperature del suolo giu –lug 2012 presso impianto di Alessandria



In verde i dati di temperatura dei sensori fuori pannello, in marrone sotto pannello (sensori del topsoil più chiari, sensori del subsoil più scuri). Le unità di misura sono in °C.

MONITORAGGIO IMPIANTO TERNAVASSO - POIRINO

Fig.5- Andamento umidità del suolo e piogge ago 2011-lug 2012 presso impianto di Poirino.



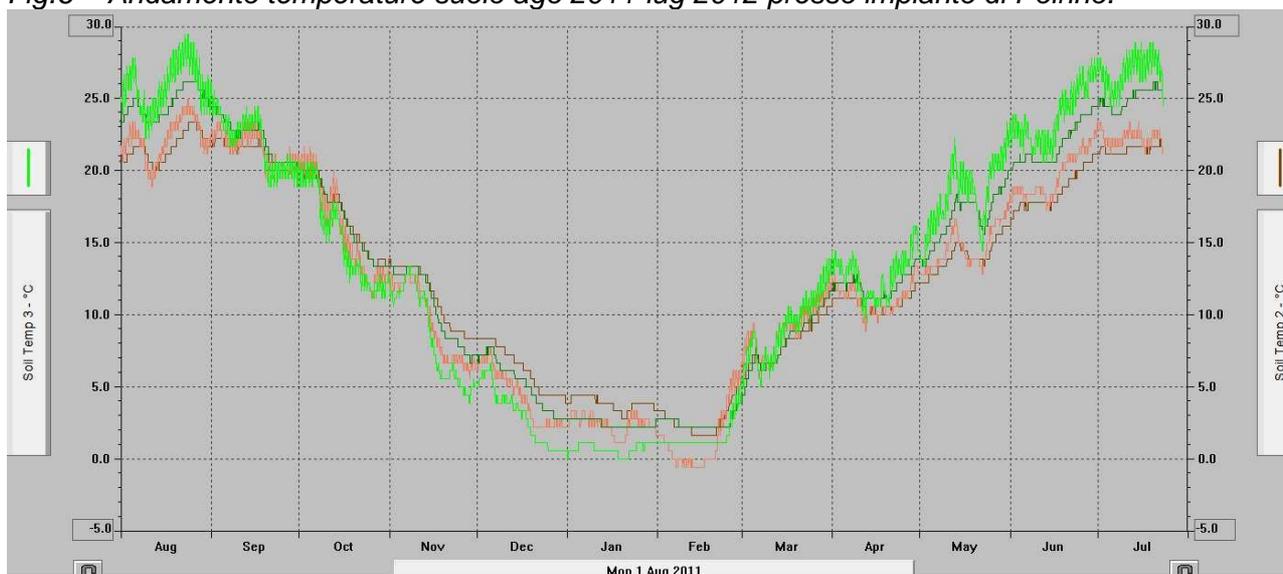
In verde i dati di umidità dei sensori fuori pannello, in marrone sotto pannello (sensori del topsoil più chiari, sensori del subsoil più scuri). Le unità di misura sono mm per la pioggia (Istogrammi azzurri) e centibar per la pressione di ritenzione idrica.

Diversamente dagli andamenti di Alessandria, a Poirino con i pannelli fissi, il suolo che viene permanentemente coperto riceve meno pioggia e pertanto si asciuga prima (Fig. 5). Si può notare un'anomalia legata alle alte temperature e basse precipitazioni del periodo agosto-settembre 2011, che ha portato il suolo ad avere l'orizzonte superficiale completamente asciutto in ottobre, fenomeno non presente ad Alessandria, come pure in inverno si registra un suolo relativamente asciutto sia sotto pannello sia fuori (40-60cb) rispetto ad Alessandria, dove nello stesso periodo il suolo è totalmente umido (0-10 cb). Infine, si può notare l'impennata dei grafici a fine giugno 2012 che, in presenza di alte temperature e basse precipitazioni, mostrano la sezione idrica del suolo completamente asciutta sia sotto sia fuori pannello, situazione ancora presente al momento della scrittura di questa relazione.

Per quanto riguarda l'andamento delle temperature, il grafico di Poirino (Fig. 6) non si discosta da quello di Alessandria, mostrando parimenti in inverno che gli orizzonti profondi sono più caldi di quelli superficiali, sia sotto che fuori pannello.

Si verifica inoltre che in estate le temperature fuori pannello sono più alte di quelle sotto pannello, dimostrando come per Alessandria che l'effetto di ombreggiamento estivo è molto efficace, diversamente da quanto succede in inverno, dove prevale il gradiente geotermico.

Fig.6 - Andamento temperature suolo ago 2011-lug 2012 presso impianto di Poirino.



In verde i dati di temperatura dei sensori fuori pannello, in marrone sotto pannello (sensori del topsoil più chiari, sensori del subsoil più scuri). Le unità di misura sono in °C.