

## Efficacia ambientale dello Standard di Condizionalità 1.1c (manutenzione della rete idraulica aziendale e della baulatura) e valutazione del differenziale economico di competitività a carico delle aziende agricole

Paolo Bazzoffi,<sup>1</sup> Sergio Pellegrini,<sup>1</sup> Silvia Carnevale,<sup>1</sup> Lamberto Borrelli,<sup>2</sup> Marisanna Speroni,<sup>2</sup> Lorenzo Furlan,<sup>3</sup> Francesca Chiarini,<sup>3</sup> Michele Colauzzi,<sup>3</sup> Francesco Fracasso,<sup>3</sup> Marco Fedrizzi,<sup>4</sup> Mirko Guerrieri,<sup>4</sup> Mauro Pagano,<sup>4</sup> Daniele Puri,<sup>4</sup> Giulio Sperandio<sup>4</sup>

<sup>1</sup>CREA-ABP, Centro di Ricerca per l'Agrobiologia e la Pedologia, Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, Firenze

<sup>2</sup>CREA-FLC, Centro di Ricerca per le produzioni Foraggere e Lattiero-Casearie, Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, Lodi

<sup>3</sup>Veneto Agricoltura, Agenzia Regionale per l'Agricoltura, le Foreste e il Settore Agro-alimentare, Settore Ricerca Agraria, Legnaro (PD)

<sup>4</sup>CREA-ING, Unità di Ricerca per l'Ingegneria Agraria, Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, Monterotondo (RM), Italia

Autore corrispondente: Paolo Bazzoffi  
E-mail: paolo.bazzoffi@crea.gov.it

Parole chiave: Condizionalità; sviluppo rurale; Standard 1.1c; manutenzione rete idraulica; competitività.

Contributi: Paolo Bazzoffi: coordinatore del progetto MONACO e dell'unità operativa CREA-ABP: stesura del testo, impostazione metodologica del monitoraggio, messa a punto degli indicatori, rilievi in campo, contributo ai rilievi del differenziale competitività.

Sergio Pellegrini: elaborazione dell'indice di incrostamento NTUstimato, contributo all'impostazione metodologica, alle elaborazioni e alla stesura del testo. Silvia Carnevale: rilievi in campo e analisi di laboratorio, contributo ai rilievi in campo del differenziale competitività (aziende Fagna). Andrea Rocchini: rilievi in campo e analisi di laboratorio, contributo ai rilievi del differenziale di competitività (aziende Fagna). Marco Fedrizzi, responsabile U.O. CREA-ING: Impostazione metodologica del monitoraggio del differenziale di competitività, applicazione della metodologia di rilievo dei tempi di lavoro e della determinazione del costo delle operazioni culturali, rilievo, gestione ed elaborazione dati per la valutazione del differenziale di competitività e delle emissioni di CO<sub>2</sub>. Giulio Sperandio, Mauro Pagano, Mirko Guerrieri e Daniele Puri: Impostazione metodologica del monitoraggio del differenziale di competitività, applicazione della metodologia di rilievo dei tempi di lavoro e della determinazione del costo delle operazioni culturali, rilievo, gestione ed elaborazione dati per la valutazione del differenziale di competitività e delle emissioni di CO<sub>2</sub>. Marisanna Speroni:

Responsabile UO CREA-FLC. Lamberto Borrelli, rilievi in campo, rilievo dei tempi di lavoro e della determinazione del costo delle operazioni meccaniche, elaborazioni dati e stesura relazione.

Ringraziamenti: Gli autori ringraziano Angelo Passerini e Paolo Brogna per l'assistenza tecnica durante il monitoraggio nell'azienda Baroncina. Si ringrazia Giorgio Moretti per per l'assistenza tecnica durante il monitoraggio nell'azienda Fagna.

Lavoro svolto nell'ambito del Progetto MO.NA.CO. (Rete di monitoraggio nazionale dell'efficacia ambientale della condizionalità e del differenziale di competitività da essa indotto a carico delle imprese agricole) finanziato dal Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali (MiPAAF) nell'ambito del Programma Rete Rurale Nazionale nel contesto dell'Azione 1.2.2 "Laboratori interregionali per lo sviluppo" del Programma Operativo denominato "Rete Rurale Nazionale 2007-2013.

Paolo Bazzoffi: Dirigente di Ricerca CREA-ABP, Coordinatore del progetto MO.NA.CO.

©Copyright P. Bazzoffi et al., 2015  
Licenziatario PAGEPress, Italy  
Italian Journal of Agronomy 2015; 10(s1):707  
doi:10.4081/ija.2015.707

Questo articolo è distribuito secondo i termini della licenza Noncommercial Creative Commons Attribution (by-nc 3.0) che permette qualsiasi uso non commerciale, la distribuzione e la riproduzione con qualsiasi mezzo, a condizione che l'autore (autori) originale(i) e la fonte siano accreditati.

### Riassunto

Nel presente lavoro vengono riportati i risultati del monitoraggio effettuato in tre aziende della rete del progetto MO.NA.CO. al fine di verificare l'efficacia dello Standard di Condizionalità 1.1(impegno c) che obbliga l'agricoltore alla "manutenzione della rete idraulica aziendale e alla manutenzione della baulatura dei campi" per di garantirne l'efficienza e la funzionalità nello sgrondo delle acque. Si è inoltre valutato il differenziale di competitività indotto dall'applicazione dello standard a carico delle imprese agricole, ossia i costi aggiuntivi a carico del beneficiario del pagamento unico determinati dalla ripulitura dei fossi collettori. L'efficacia è stata determinata attraverso la valutazione della degradazione della struttura del suolo a fine inverno, su terreni di pianura seminati in autunno, nelle due ipotesi: a) Fattuale (fossi collettori, al margine del campo, non ostruiti e suolo coltivato non impantanato; b) Controfattuale (fossi collettori ostruiti e suolo impantanato).

Il monitoraggio ha confermato un effetto positivo dell'applicazione dello standard nel predisporre il suolo nelle condizioni ideali per il mantenimento della struttura. Nonostante le evidenze statistiche riscontrate, occorre dire che la variazione del fattore rugosità superfi-

ciale è stata talmente modesta da non assumere alcun significato pratico al fine di affermare che la manutenzione funzionale dei fossi collettori abbia avuto efficacia nel diminuire l'erosione. Nel complesso, i suoli sono risultati destrutturati e incrostati al termine dei periodi di osservazione. Gli indici I<sub>C<sub>10</sub></sub>, NTU, e DS mostrano una fragilità di struttura da media ad elevata per i suoli delle tre aziende di monitoraggio. Questo spiega la mancanza di differenze apprezzabili del parametro rugosità del suolo, specialmente in relazione alle abbondanti piogge e ai lunghi periodi di impantanamento occorsi nelle annate agrarie di monitoraggio. Il differenziale di competitività indotto dall'applicazione di questo standard, è risultato pari a 19,89±6,35 € ha<sup>-1</sup> anno<sup>-1</sup>. Le emissioni in atmosfera di CO<sub>2</sub>, sono risultate pari a 14,53±6,62 kg ha<sup>-1</sup> anno<sup>-1</sup>. Si ritiene importante far notare che allo stato attuale l'allegato II: "Regole di condizionalità" del regolamento (UE) n. 1306/2013 non annovera una BCAA che tenga conto della minaccia ambientale determinata dai ristagni idrici nelle terre coltivate, arrecata al suolo, alle coltivazioni e all'atmosfera, a causa della possibile produzione di gas ad effetto serra. Per quanto riguarda i criteri d'infrazione allo standard si suggerisce l'introduzione della verifica della presenza della baulatura nei campi di pianura.

## Premessa

Lo Standard di Condizionalità 1.1 (impegno c) orientato al raggiungimento dell'OBBIETTIVO 1: EROSIONE DEL SUOLO: "Proteggere il suolo mediante misure idonee" è contenuto nella Norma 1: "Misure per la protezione del suolo" del decreto MiPAAF<sup>1</sup> sulla Condizionalità n. 30125/2009 e seguenti, fino al recente decreto n. 180 del 23 gennaio 2015.

Questo standard, che fino dal 2005 è reso obbligatorio dai decreti del MiPAAF per ogni superficie a seminativo, obbliga l'agricoltore alla "manutenzione della rete idraulica aziendale e della baulatura, rivolta alla gestione e alla conservazione delle scoline e dei canali collettori (presenti ai margini dei campi), al fine di garantirne l'efficienza e la funzionalità nello sgrondo delle acque".

Fino al D.M. n. 13286/2007, di disciplina del regime di condizionalità, questo standard era orientato al raggiungimento delle finalità riportate nell'allegato IV del Reg. CE 1782/03 e cioè al raggiungimento dell'obiettivo ambientale 3: "Struttura del suolo: Mantenere la struttura del suolo mediante misure adeguate". Lo standard era reso obbligatorio nell'ambito della Norma 3.1 intitolata: "Difesa della struttura del suolo (...)". Successivamente, con il decreto MiPAAF sulla Condizionalità n° 30125/2009, emanato dopo l'Health Check della CAP<sup>2</sup> questo Standard è stato indirizzato al raggiungimento di un diverso obiettivo ambientale, cioè a proteggere il suolo dall'erosione.

L'ultimo decreto di Condizionalità MiPAAF n.180 del 23/01/2015 riporta questo impegno nell'allegato 1: SETTORE AMBIENTE: Cambiamenti climatici e buone condizioni agronomiche del terreno; TEMA PRINCIPALE: Suolo e stock di carbonio; BCAA 5: Gestione minima delle terre che rispetti le condizioni locali specifiche per limitare l'erosione. Questo impegno ha la medesima formulazione sia di quello contenuto nella suddetta Norma 3.1 sia dello Standard 1.1c del D.M. 30125/2009.

Il cambiamento di obiettivo ambientale per questo standard e la sua ancora non ottimale finalizzazione nel decreto 180/15 è giustificabile considerando che l'allegato II del regolamento (UE) n. 1306/2013 non annovera una BCAA che tenga conto della minaccia ambientale determinata dai ristagni idrici nelle terre coltivate.

Pertanto nel decreto n. 180/2015 il legislatore ha inserito l'impegno di cui alla lettera "c" nella BCAA 5 - "Gestione minima delle terre che rispetti le condizioni locali specifiche per limitare l'erosione", reputando che nella BCAA5 si potesse individuare il migliore compromesso fra tutte le BCAA riguardo all'obiettivo ambientale da attribuire a questo impegno.

Per sostenere l'esigenza di definire meglio una BCAA che tenga conto degli eccessi idrici occorre considerare che essi, oltre a determinare la degradazione della struttura del suolo, arrecano danni alle coltivazioni per asfissia radicale e danni all'atmosfera, per il possibile aumento delle emissioni di N<sub>2</sub>O dovute alla denitrificazione (Allen *et al.*, 2010) e di CH<sub>4</sub> già osservabili dopo 7-14 giorni dall'impantanamento (Angel *et al.*, 2011; Fenner *et al.*, 2011).

Dopo questo necessario chiarimento occorre dire che l'efficacia dello Standard 1.1c del D.M. 30125/2009 è stata valutata nel presente monitoraggio in relazione all'obiettivo ambientale contenuto nel decreto, cioè rispetto all'obiettivo: "Erosione del suolo: proteggere il suolo mediante misure idonee".

<sup>1</sup> Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali.

<sup>2</sup> Il 20 novembre 2008 i ministri dell'agricoltura dell'UE hanno raggiunto un accordo politico sull'Health Check (stato di salute) della politica agricola comune (PAC). L'Health Check ha introdotto una serie di modifiche alle norme UE per il regime di pagamento unico (RPU) e altri regimi di aiuto diretto.

Leggendo il testo che descrive questo impegno, si comprende come il parametro ambientale principale oggetto del monitoraggio debba essere la conservazione della struttura del suolo in quanto correlabile all'erodibilità del suolo e quindi all'erosione. Come noto, una struttura del suolo resistente predispone il suolo alla resistenza all'erosione (Renard *et al.*, 1997; Cogo *et al.*, 1984). Bisogna però osservare che lo standard 1.1c obbliga il beneficiario dei pagamenti diretti sia alla manutenzione della rete idraulica aziendale sia alla manutenzione della baulatura dei campi (Figure 1 e 2).

Sempre dal testo del decreto si evince che i terreni di elezione per l'applicazione dello standard 1.1c siano quelli in pianura. Infatti, il decreto n. 30125/2009 ed anche il decreto sulla n.180/2015 non specificano per lo standard 1.1c, come invece avviene per lo standard 1.1a (fossi acquai temporanei), che: "tale impegno interessa i terreni declivi che manifestano fenomeni erosivi evidenziabili dalla presenza di incisioni diffuse (rigagnoli) in assenza di sistemazioni", inoltre la Circolare AGEA 2014 Prof. N. ACIU. 2014.529 determina nel seguente modo l'infrazione per questo standard 1.1c: "Si ha infrazione alla presente Norma nel caso in cui siano rilevate le seguenti non conformità agli impegni applicabili all'azienda: [...] 1.1.4. assenza della manutenzione della rete idraulica, con contemporanea presenza di ristagni idrici" (Figura 2).

Senza dubbio, la suddetta normativa consente di individuare nei terreni di pianura il contesto agricolo prevalente per l'applicazione dello standard 1.1c. Infatti, la manutenzione della baulatura è indicata dallo standard fra le azioni da adottare ed essa, come noto, è una pratica agronomica tipica per la pianura, finalizzata a garantire che il franco di coltivazione<sup>3</sup> mantenga valori compatibili con la riuscita delle piante coltivate. Si ritiene quindi importante che anche la presenza della baulatura rientri nei criteri di determinazione dell'infrazione per questo standard.

Poiché l'abbassamento della falda acquifera ad opera della baulatura, con la conseguente scomparsa dei ristagni idrici superficiali, può richiedere un periodo abbastanza lungo (da 2 a 3 giorni) dopo l'ultima pioggia, è importante che venga rispettato un ragionevole lasso di tempo, almeno 7 giorni dall'ultima precipitazione, prima di verificare la presenza di impantanamenti sulla superficie dei campi.

## La baulatura: fondamenti ed elementi per la definizione dell'infrazione

Al fine di fornire elementi conoscitivi idonei alla definizione dell'infrazione riguardo alla baulatura è importante richiamare alcuni concetti fondamentali.

La baulatura rappresenta un importante complemento di tutte le sistemazioni di pianura laddove non viene realizzato il drenaggio sottosuperficiale. Essa ha lo scopo di prevenire la formazione di ristagni idrici superficiali favorendone il deflusso verso fossi di raccolta posizionati lungo i bordi dei campi. Senza la baulatura i fossi collettori non potrebbero svolgere efficacemente la loro funzione di emungimento delle acque.

La baulatura consiste nel realizzare un profilo convesso della superficie del terreno ottenibile attraverso ripetute arature "a colmare"<sup>4</sup> o attraverso riporti di terreno eseguiti con ruspe o livellatrici (Figura 3).

<sup>3</sup> Franco di coltivazione: Spessore minimo dello strato superficiale del terreno, libero da acqua di percolazione, necessario per il normale sviluppo della pianta. Deriva dall'abbassamento della falda acquifera ed è la distanza fra la superficie del terreno ed il livello superiore della falda nel punto più lontano dai condotti emungenti (drenaggi) dopo un periodo abbastanza lungo (da 2 a 3 giorni) dall'ultima pioggia.

<sup>4</sup> Aratura a colmare: L'aratura inizia dalla linea di mezzzeria procedendo in circolo verso i bordi del campo. Il ribaltamento del terreno verso la linea di mezzzeria, ripetuto negli anni, determina la formazione di un profilo convesso che determina lo scorrimento del deflusso verso i fossi laterali. Quando si raggiungono le pendenze desiderate la baulatura viene conservata alternando di anno in anno l'aratura a colmare con quella a scolmare.

Le pendenze adottate per gli spioventi della baulatura, è modesta, nell'intervallo 1-3% (minima in suoli molto permeabili, massima in suoli argillosi) ma sufficiente ad impedire il ristagno superficiale in terreni a tessitura fine e a bassa permeabilità (<http://it.wikipedia.org/wiki/Baulatura>).

Tipicamente, il dislivello fra limite del campo lungo il fosso laterale e colmo della baulatura è di 30-40 cm nelle sistemazioni del meridione; 60-80 cm nelle sistemazioni emiliane e 150 cm in quelle padovane. A questi valori può essere fatto riferimento per la definizione dei criteri di infrazione.

### Stato dell'arte

In un precedente lavoro sull'efficacia dello standard 1.1c (Bazzoffi e Nieddu, 2011) è stato evidenziato l'effetto positivo della manutenzione della rete idraulica aziendale e della baulatura sul predisporre il suolo alle condizioni ideali per il mantenimento della struttura.

In particolare sono risultati rilevanti i risultati di una ricerca di laboratorio condotta sull'effetto della durata dell'impantanamento sulla stabilità della struttura e i risultati di alcune ricerche condotte nel passato dalle quali è risultato che un buon emungimento delle acque ha i seguenti ruoli positivi: 1) riduce il rischio di dispersione dei microaggregati nel dominio dell'argilla e del limo che determina la formazione della crosta superficiale, 2) diminuisce il rischio di decadimento della struttura del suolo causata dai cicli invernali di gelo-disgelo.



Figura 1. Ristagni idrici in un terreno di pianura del padovano.

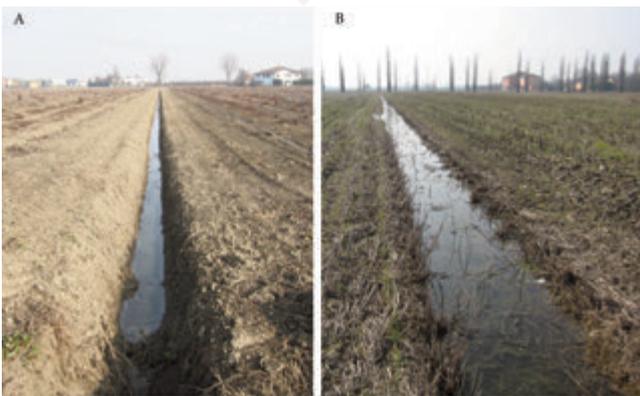


Figura 2. Lo Standard 1.1c impegna alla manutenzione della rete idraulica aziendale. (A) fosso mantenuto correttamente e (B) fosso invaso da vegetazione erbacea che non assicura un efficace sgrondo delle acque dai campi.

## Materiali e metodi

### Localizzazione dei siti di monitoraggio

Il monitoraggio dello standard 1.1c è stato condotto in tre aziende agricole sperimentali (Figura 4):

Azienda di Monitoraggio CREA-ABP, Centro di Ricerca per l'Agrobiologia e la Pedologia, Fagna (Scarperia, FI).

Azienda di Monitoraggio CREA-FLC, Centro di ricerca per le Produzioni Foraggere e Lattiero Casearie (Lodi, LO).

Azienda di Monitoraggio Vallevecchia (Caorle, VE), Veneto Agricoltura, Agenzia Regionale per l'Agricoltura, le Foreste e il Settore Agro-alimentare, Settore Ricerca Agraria, Legnaro (PD)

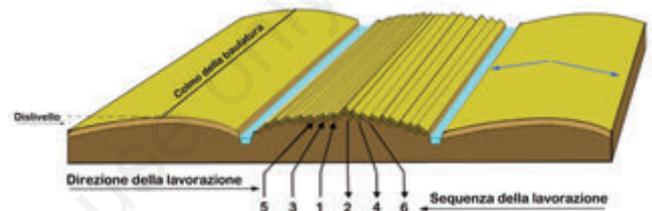


Figura 3. Realizzazione della baulatura attraverso la "lavorazione a colmare" e indicazione del dislivello da valutare in campo per definire i criteri di infrazione. Immagine rieditata, tratta da [http://en.wikipedia.org/wiki/Ridge\\_and\\_furrow](http://en.wikipedia.org/wiki/Ridge_and_furrow).



Figura 4. Localizzazione dei siti di monitoraggio.

## Metodologia di rilievo del parametro ambientale: rugosità del suolo

Per valutare l'efficacia ambientale dello Standard 1.1c, è stato scelto il parametro ambientale "struttura del suolo" misurata attraverso la rugosità superficiale o zollosità. Infatti, la scabrezza della superficie del suolo influenza l'erosione sia direttamente (Cogo *et al.*, 1984) diminuendo la velocità del deflusso e riducendo la sua capacità di trasporto, sia indirettamente agendo sull'efficacia dei residui colturali nel proteggere il suolo.

Nel presente monitoraggio si è preso in considerazione il modello RUSLE (Renard *et al.*, 1997) nel quale una componente del fattore copertura e gestione del suolo "C" è il sottofattore  $S_r$  = rugosità superficiale del suolo.

Il sottofattore  $S_r$  (Surface Roughness) ed è definito come la deviazione standard delle quote della superficie del suolo depurate dai cambiamenti della superficie dovuti alla pendenza o le depressioni non casuali (tracce lasciate dal trattore, solchi orientati effettuati dall'uomo, ecc.).

Un'alta rugosità della superficie incrementa l'infiltrazione e diminuisce il grado di sigillamento del suolo dovuto all'impatto delle gocce (Sumner e Stewart, 1992). Al contrario un suolo finemente amminutato, o addirittura polverizzato da eccessive lavorazioni, sarà soggetto a sigillare velocemente con formazione della crosta superficiale e conseguentemente ad avere bassi tassi di infiltrazione, generando deflusso.

Il sottofattore  $S_r$  (adimensionale) viene calcolato secondo la seguente espressione:

$$S_r = e^{[-0,026(RR-6,1)]} \quad (\text{eq. 1})$$

dove RR è la rugosità superficiale (Random Roughness in mm) e 6,1 mm è il valore standard di rugosità di riferimento.

Valori del sottofattore rugosità inferiori a 1 si hanno quando la rugosità superficiale della condizione sito-specifica è maggiore di 6,1 mm, mentre valori superiori a 1 si hanno quando la rugosità superficiale sito-specifica è inferiore a 6,1 mm. Il valore del sottofattore  $S_r$  può variare da circa 1,2 per una superficie perfettamente liscia a meno di 0,3 per un suolo fortemente zolloso.

La RR (random roughness), il più noto indice di rugosità, nella formulazione definitiva di Currence e Lovely (1970) è espresso come la deviazione standard delle altezze relative del profilo o della superficie campionate secondo un passo o maglia regolare:

$$RR = \sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_i - \mu_y)^2} / n \quad (\text{eq. 2})$$

dove:  $n$  è il numero delle altezze relative campionate;  $\mu_y$ , la media aritmetica delle altezze campionate;  $Y_i$  il valore di ogni singola altezza relativa nel profilo.

Per il calcolo della RR (dimensionalmente una lunghezza, L) è necessario, come detto sopra, procedere ad una preliminare eliminazione di trend lineari o non lineari eventualmente presenti sull'intero profilo. Nel presente monitoraggio la rugosità superficiale del suolo è stata determinata attraverso l'indice di Tortuosità (Boiffin, 1984), definito come il rapporto fra la lunghezza totale dello sviluppo di una sezione superficiale del suolo (transetto) e la sua proiezione perpendicolare sul piano (Figura 5). Nel progetto MO.NA.CO. l'indice di tortuosità è stato rilevato con il metodo della catenella (Bertuzzi *et al.*, 1990), cioè utilizzando una "roller chain" (catena da bicicletta) della lunghezza di 100 cm. In pratica la catenella viene appoggiata sul suolo, adattandola

alla morfologia delle zolle, misurando poi la lunghezza effettiva della catenella in linea retta fra le due estremità (lunghezza della catena appoggiata al suolo) (Figura 6).

Il rilievo viene eseguito su 10 sezioni perpendicolari alla direzione della lavorazione del suolo e su 10 sezioni nel verso della lavorazione.

L'indice di tortuosità T viene espresso dalla seguente equazione:

$$T = \frac{100 \text{ cm (lunghezza della catena distesa)}}{X \text{ cm (lunghezza effettiva in linea retta fra le due estremità)}} \quad (\text{eq. 3})$$

L'indice di tortuosità (T) è stato trasformato nel corrispondente valore di random roughness (RR) attraverso l'equazione di regressione (6), con  $R^2=0,88$ , ricavata ponendo RR come variabile dipendente e T come variabile indipendente su un dataset di 179 osservazioni ed elaborando con il software MRIC (Borselli, 1998) altrettanti profili superficiali si suolo ottenuti in diverse ricerche pregresse presso CREA-ABP (l'equazione è valida solo per valori di  $RR \leq 0,3$  cm). Il riepilogo della regressione è indicato in Tabella 1, mentre il grafico dei valori previsti ed osservati è riportato in Figura 7.

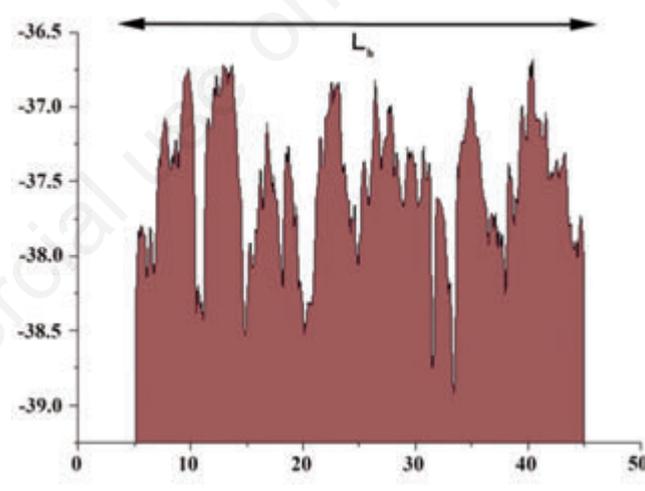


Figura 5. Profilo superficiale di suolo per il calcolo dell'indice di tortuosità T.



Figura 6. Misure dell'indice di tortuosità con il metodo della catenella. Esempio di rilievo in campo di una delle sezioni.

Tabella 1. Riepilogo della regressione per la variabile Random Roughness (RR).

$R^2 = 0,876$   $F(2,176) = 624,47$   $P < 0,0000$  Err. Standard di stima: 0,0237

	Beta	Err.Std. di Beta	B	Err.Std. di B	t(176)	P
Intercetta			89,712	9,878	9,082	0,000
Log <sub>10</sub> T	21,329	2,2506	222,144	23,435	9,479	0,000
T	-20,426	2,2506	-89,681	9,879	-9,078	0,000

$$RR \text{ (cm)} = 89,7117 - 89,6805 T + 222,1443 \text{ Log}_{10} T \quad (\text{eq. 4})$$

Dai valori di tortuosità (T) si sono ricavati i corrispondenti valori di Random Roughness (RR) che, trasformati da cm in mm, hanno permesso di calcolare il sottofattore  $S_r$  utilizzando l'equazione (1).

### Metodologia di calcolo dei parametri ambientali suscettività all'incrostamento e fragilità della struttura in relazione ai ristagni idrici suolo

Per la valutazione della suscettività all'incrostamento si sono utilizzate tre indici di stima: 1) l'indice di sensibilità all'incrostamento ( $I_{cLi}$ ) presente sul manuale: "Metodi di valutazione dei suoli e delle terre" (Calzolari et al., 2006) e semplificato da Bazzoffi e Pellegrini in questo studio attraverso una rielaborazione dei dati originali; 2) l'indice  $NTU_{ratio}$  stimato (Nephelometric Turbidity Units) (Pellegrini et al., 2005); e 3) l'indice DS che esprime la fragilità della struttura causata dai ristagni idrici (waterlogging) (Bazzoffi e Nieddu, 2011).

#### Indice di sensibilità all'incrostamento ( $I_{cLi}$ )

L'indice  $I_c$  originario si presenta come nell'Equazione (5), mentre le classi di rischio sono riportate in Tabella 2.

$$I_c = (1,5Z_f + 0,5Z_c) / (C + 10 OM) \quad (\text{eq. 5})$$

dove:

$Z_f$  = % limo fine

$Z_c$  = % limo grosso

$C$  = % argilla

$OM$  = % sostanza organica

L'indice semplificato  $I_{cLi}$  (ove viene considerato il limo totale,  $Li$ , anziché le due frazioni: limo grosso e limo fine) utilizzato in questo studio è calcolato tramite la seguente equazione:

$$I_{cLi} = Li / (C + 10 OM) \quad (\text{eq. 6})$$

dove:

$Li = (-0,0734 + 1,126 \text{ \% limo totale})$

$C$  = % argilla

$OM$  = % sostanza organica

L'equazione di semplificazione, il cui riepilogo è mostrato in Tabella 3, è la seguente:

$$Li = (-0,0734 + 1,126 \text{ \% limo totale}) \quad (\text{eq. 7})$$

I valori previsti e osservati della variabile  $Li$  con il modello di regressione sono mostrati in Figura 8.

Tabella 2. Classi di rischio di incrostamento del suolo secondo il valore dell'indice  $I_c$ .

$I_c$	Rischio di incrostamento
< 1,2	Basso
1,2-1,6	Moderato
> 1,6	Elevato

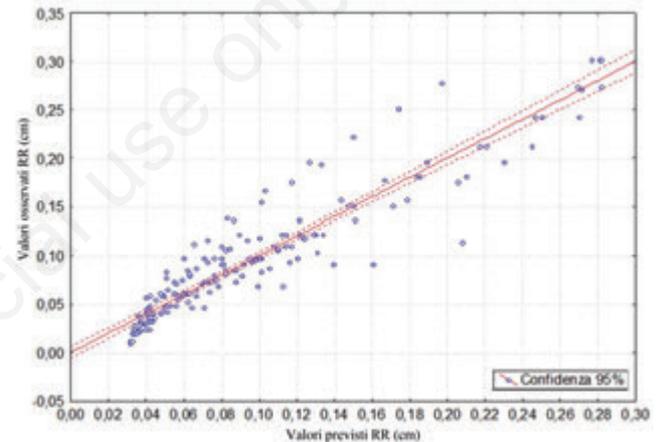
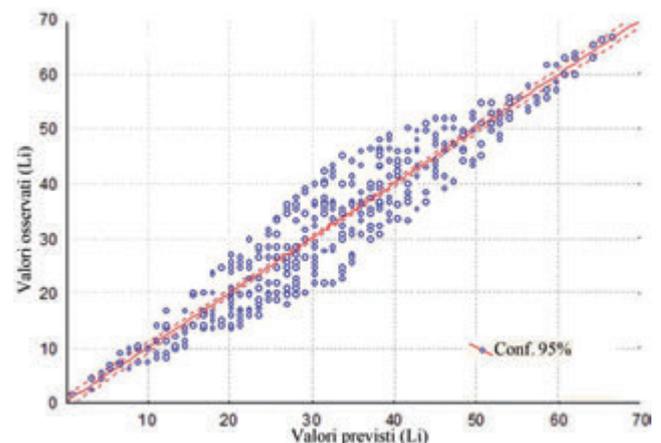


Figura 7. Valori di RR previsti ed osservati con il modello di regressione (eq. 6).

Figura 8. Valori previsti e osservati della variabile  $Li$  con il modello di regressione.

### Indice di sensibilità del suolo all'incrostamento (NTU<sub>ratio</sub> stimato)

Con questo indice la perdita di struttura è stata valutata indirettamente tramite prove di stabilità degli aggregati condotte tramite il metodo torbidimetrico (Dexter e Czyz, 2000) che misura la torbidità in unità NTU (Nephelometric Turbidity Unit) di una dispersione di suolo in acqua dopo agitazione.

L'indice utilizzato nel presente monitoraggio è il seguente:

$$NTU_{ratio} = NTU_{1h} / NTU_{18h} \quad (eq. 8)$$

dove NTU<sub>1h</sub> e NTU<sub>18h</sub> rappresentano i valori di torbidità dopo 1h e 18h di agitazione (NTU g<sup>-1</sup> L<sup>-1</sup>), corrispondente quest'ultimo alla massima quantità di argilla disperdibile.

Misure di stabilità di struttura utilizzando questo metodo sono state eseguite su 19 suoli diversi per composizione granulometrica e/o contenuto di carbonio organico, al fine di verificare come varia l'indice NTU<sub>ratio</sub> in funzione di questi due parametri.

Dall'elaborazione dei dati è stato possibile formulare il seguente modello di stima dell'indice NTU:

$$NTU_{ratio\ stimato} = 0,6844 + (0,00134 \cdot (\% \text{ limo})) + (-0,42014 \cdot \log_{10}(\% \text{ sostanza organica})) \quad (eq. 9)$$

Nella Tabella 4 è mostrato il riepilogo della regressione.

I valori della variabile NTU<sub>ratio</sub> stimato previsti e osservati con il modello di regressione sono mostrati in Figura 9. Utilizzando la Tabella 5 è possibile attribuire la classe di rischio di incrostamento attraverso il valore di NTU<sub>ratio</sub> stimato.

### Indice DS di fragilità della struttura del suolo causata dai ristagni idrici

Bazzoffi e Nieddu (2011) hanno messo a punto un indice per la definizione della disaggregazione della struttura del suolo causata da cicli di inumidimento-disseccamento.

La percentuale di disaggregazione DS è funzione del numero di cicli di inumidimento-disseccamento e della percentuale di argilla+limo, secondo l'equazione (10):

$$DS = 37,0078 + \frac{130549,02}{x^2} - 0,0041 \cdot y^3 \quad (eq. 10)$$

Nella Tabella 6 si riportano le classi di rischio di disaggregazione del suolo secondo il valore dell'indice DS.

**Tabella 3. Riepilogo della regressione per la variabile Li.**

R<sup>2</sup> = 0,89 F(1,398)=3090,1; P<0,0000; Err. Standard di stima: 4,8932

	Beta	Err. Std. di Beta	B	Err.Std. di B	t(398)	P
Intercetta			-0,0734	0,632	-0,117	0,907
Limo Tot	0,9417	0,017	1,126	0,0203	55,589	0,000

**Tabella 4. Riepilogo della regressione per la variabile NTU<sub>ratio</sub> stimato.**

R<sup>2</sup> = 0,83; F(2,16)=39,202; P<0,00000; Err. Standard di stima 0,04073

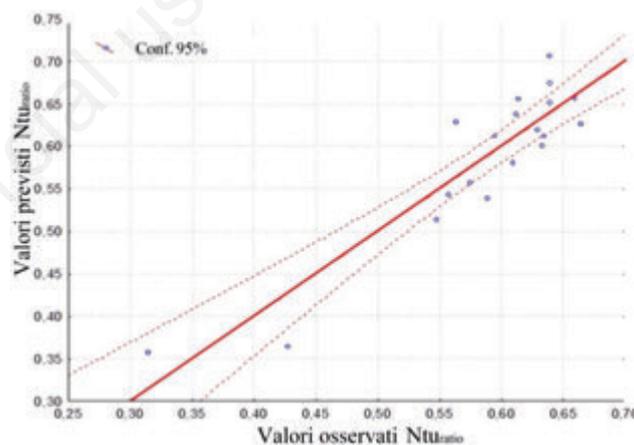
	Beta	Err. Std. di Beta	B	Err. Std. di B	t(16)	P
Intercetta			0,6844	0,0604	11,3277	0,0000
Limo totale %	0,1203	0,1033	0,0013	0,0011	1,1642	0,2614
log <sub>10</sub> (s.o.%)	-0,9140	0,1033	-0,4201	0,0475	-8,8460	0,0000

**Tabella 5. Classi di rischio di incrostamento del suolo secondo il valore dell'indice NTU<sub>ratio</sub> stimato.**

NTU <sub>ratio</sub> stimato	Rischio di incrostamento
<0,48	Basso
0,48–0,63	Moderato
>0,63	Elevato

**Tabella 6. Classi di rischio di disaggregazione del suolo secondo il valore dell'indice DS.**

Percentuale di disaggregazione (DS)	Fragilità della struttura per ristagno idrico
00 - 20	Basso
21 - 50	Moderato
51 - 100	Elevato



**Figura 9. Valori previsti e osservati della variabile NTU<sub>ratio</sub> con il modello di regressione.**

## Sito di monitoraggio: Azienda Fagna

### Caratteri generali

L'azienda (Figura 10) è situata in località Fagna (Scarperia, provincia di Firenze). Le coordinate WGS84 del centroide aziendale sono le seguenti: N 43° 58' 53,35"; E 11° 20' 57,27". L'altitudine media aziendale è m 247,6 s.l.m. I suoli si sono evoluti sulle argille e limi lacustri del Pleistocene (Villafranchiano); e nelle alluvioni ghiaioso sabbiose (Olocene). I suoli sono moderatamente profondi, a tessitura da argillosa ad argilloso limosa, con spiccati caratteri vertici, molto calcarei, da debolmente a fortemente alcalini, piuttosto mal drenati. Sono classificati come Typic Udorthents fini (Soil Survey Staff, 2014). I minerali argillosi dominanti sono: illite, caolinite e halloisite. Le parcelle di monitoraggio hanno le caratteristiche morfologiche e chimiche (orizzonte superficiale 0-20 cm) riportate in Tabella 7. Le piogge osservate nel periodo di monitoraggio sono riportate nella Figura 11.

### Descrizione del monitoraggio nell'azienda Fagna

Le tesi a confronto sono state due:

- TRATTAMENTO FATTUALE: pulizia e manutenzione del fosso collettore per mantenerlo in perfetto stato di funzionalità. La pulitura del fosso collettore è stata effettuata mediante un passaggio con scavafossi rotativo monoruota per liberarlo dalla vegetazione erbaceo-arbustiva.
- TRATTAMENTO CONTROFATTUALE: fosso collettore in assenza di manutenzione ed in stato di degrado funzionale (interrito e con vegetazione erbaceo-arbustiva).

### Rilievi effettuati

Si sono rilevati: la rugosità superficiale dei terreni, in data 21 marzo 2013, e in data 28 marzo 2014 e si è proceduto alla valutazione agronomica dello stato dei campi per mezzo di giudizio qualitativo (Conservati, sufficientemente conservati, degradati, molto degradati).



Figura 10. Azienda Fagna (CREA-ABP) e localizzazione delle parcelle interessate dal monitoraggio (Standard 1.1c).

## Differenziale economico di competitività

La misurazione dei tempi di lavoro e dei consumi di carburante per lo standard 1.1c è stata effettuata nelle parcelle fattuali durante l'operazione di pulitura dei fossi. Le emissioni di CO<sub>2</sub> in relazione al consumo di carburante per la pulizia dei fossi sono state desunte dal quantitativo di gasolio impiegato.

## Sito di monitoraggio: Azienda Baroncina

### Caratteri generali

L'azienda Baroncina (Figura 12) è ubicata nelle di Lodi Le Coordinate WGS84 del centroide aziendale sono le seguenti: N 45° 17' 32,97"; E 9°

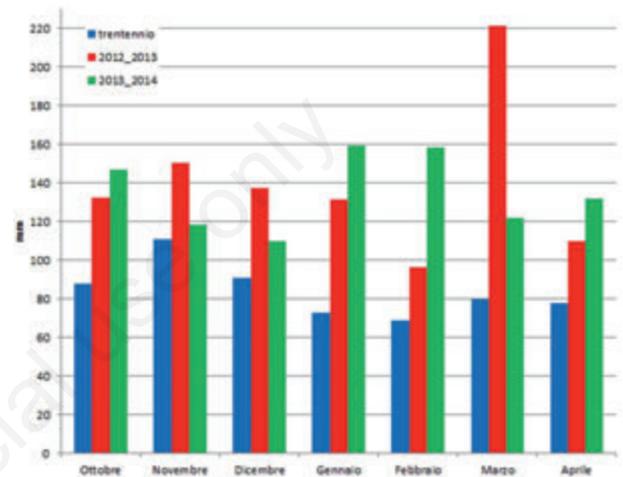


Figura 11. Azienda Fagna: piogge mensili nel periodo di monitoraggio e piogge medie trentennali.

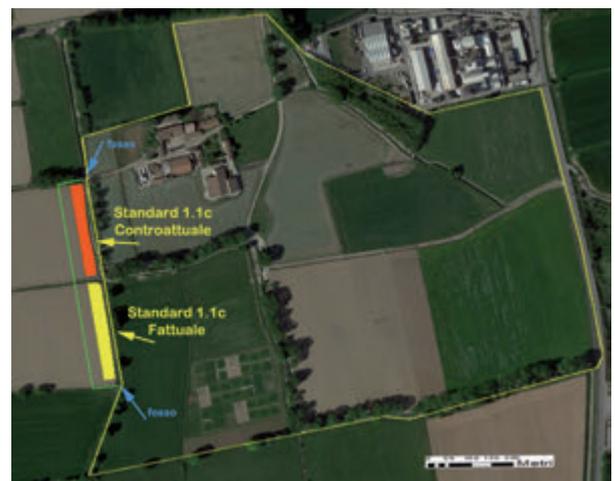


Figura 12. Azienda Baroncina (CREA-FLC) e localizzazione delle parcelle interessate dal monitoraggio (Standard 1.1c).

Tabella 7. Caratteristiche dei suoli nelle aree di monitoraggio dello standard 1.1c nell'azienda Fagna.

	Scheletro, >2000 µm (%)	Sabbia totale, 53-2000 µm (%)	Limo, 20-53 µm (%)	Argilla, 2 µm (%)	pH (1:2.5) H <sub>2</sub> O	CaCO <sub>3</sub> (%)	Sostanza organica (%)
Fattuale	0	19,79	35,65	44,42	8,11	15,01	1,81
Controfattuale	0	13,88	42,05	40,31	8,32	21,42	1,86

29' 54,45". L'altitudine media aziendale è m 73 s.l.m. I siti di monitoraggio sono situati in due campi confinanti con l'azienda come indicato nella Figura 12. L'azienda si trova sulle alluvioni fluviali e fluvioglaciali sabbioso ghiaiose. I suoli sono franco sabbiosi, con substrato situato a partire da 132-150 cm di profondità. Sono classificati come Ultic Haplustalfs fine (Soil Survey Staff, 2014). Le parcelle di monitoraggio hanno le caratteristiche morfologiche e chimiche (orizzonte superficiale 0-20 cm) riportate in Tabella 8. Le piogge osservate nel periodo di monitoraggio sono riportate nella Figura 13.

### Descrizione del monitoraggio nell'azienda Baroncina

Le tesi a confronto sono state due:

- TRATTAMENTO FATTUALE: pulizia e manutenzione del fosso collettore per mantenerlo in perfetto stato di funzionalità. La pulitura del fosso collettore è stata effettuata mediante trinciatura della flora avventizia (erbacea ed arbustiva) con decespugliatore portato marca "BRUNI" a 18 coltelli.
- TRATTAMENTO CONTROFATTUALE: fosso collettore in assenza di manutenzione ed in stato di degrado funzionale (ostruito da vegetazione erbacea e arbustiva).

### Rilevi effettuati

Si sono rilevati: La rugosità superficiale dei terreni, in data 1 marzo 2012 e in data 20 marzo 2013 e 25 marzo 2014 e si è proceduto alla valutazione agronomica dello stato dei campi per mezzo di giudizio qualitativo.

## Sito di monitoraggio: Azienda Vallevecchia

### Caratteri generali

L'Azienda Sperimentale Vallevecchia (Figura 14) è situata nel Comune di Caorle (Venezia). Le Coordinate WGS84 del centroide aziendale sono le seguenti: N 45° 37' 45,49"; E 12° 57' 20,92".

I terreni oggetto delle prove sono un altitudine media di 0-1 m s.l.m. L'azienda è situata nelle dune costiere e formazioni sabbiose litoranee di natura calcareo-dolomitica

I suoli dell'area di Vallevecchia sono Entisuoli classificati come Gleyic Fluvic Cambisols (Soil Survey Staff, 2014) e presentano una spiccata tendenza alla formazione di crosta superficiale. Le condizioni climatiche nel periodo: autunno 2012 - primavera 2013 sono state dominate da sequenze di eventi piovosi intensi e numerosi. La precipitazione totale annua del 2013 di Vallevecchia è stata di oltre 300 mm superiore alla media, soprattutto nei mesi di marzo ed aprile. Si sono verificate pertanto situazioni favorevoli ai ristagni idrici.

Le parcelle di monitoraggio hanno le caratteristiche morfologiche e chimiche (orizzonte superficiale 0-20 cm) riportate in Tabella 9. Le piogge osservate nel periodo di monitoraggio sono riportate nella Figura 15.

Tabella 8. Caratteristiche dei suoli nelle aree di monitoraggio dello Standard 1.1c nell'azienda Baroncina.

	Scheletro, >2000 µm (%)	Sabbia totale, 53-2000 µm (%)	Limo, 20-53 µm (%)	Argilla, 2 µm (%)	pH (1:2.5) H <sub>2</sub> O	CaCO <sub>3</sub> (%)	Sostanza organica (%)
Fattuale e controfattuale	0	54,10	38,21	8,11	6.0	0	2.11

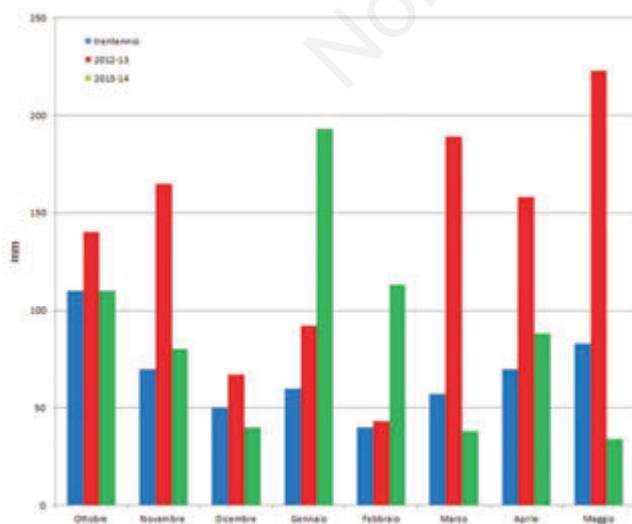


Figura 13. Azienda Baroncina: piogge mensili nel periodo di monitoraggio e piogge medie trentennali.



Figura 14. Azienda Vallevecchia (Veneto Agricoltura) e localizzazione delle parcelle interessate dal monitoraggio (Standard 1.1c).

## Descrizione del monitoraggio nell'azienda Vallevecchia

Le tesi a confronto sono state due:

- TRATTAMENTO FATTUALE: pulizia e manutenzione del fosso collettore per mantenerlo in perfetto stato di funzionalità.
- TRATTAMENTO CONTROFATTUALE: fosso collettore in assenza di manutenzione ed in stato di degrado funzionale.

### Rilievi effettuati

Si sono rilevati: La rugosità superficiale dei terreni, nelle date 29 marzo 2013, 8 maggio 2013, 16 gennaio 2014 e 28 marzo 2014 e si è proceduto alla valutazione agronomica dello stato dei campi per mezzo di giudizio qualitativo (Conservati, sufficientemente conservati, degradati, molto degradati). Per l'allestimento delle condizioni di monitoraggio: 'fattuale' e 'controfattuale' si è operato nel seguente modo: Nel novembre del 2012 si è provveduto ad effettuare la pulizia in alveo del capofosso aziendale nonché delle scoline nella parte 'fattuale'. La parte 'controfattuale' è stata ottenuta non provvedendo alla pulizia del fondo dell'alveo delle scoline e dei relativi capifossi. Si è inoltre provveduto ad accentuare la situazione di cattivo sgrondo dell'acqua ostruendo il deflusso delle acque tramite la realizzazione di una piccola barriera (diga) in terra all'interno del canale capofosso.

### Risultati del monitoraggio

Nella Tabella 10 e nella Figura 16 sono mostrate le medie dei valori rilevati dell'indice di tortuosità (T) nelle tre aziende in relazione ai due trattamenti Fattuale (con pulizia del fosso collettore) e Controfattuale (in condizione di degrado funzionale, interrato e con vegetazione erbacea-arbustiva). La medesima Tabella 4 mostra il test di Duncan di separazione delle medie dal quale si evince che nell'azienda Fagna la rugosità del suolo è significativamente superiore del 5,9% nel trattamento fattuale rispetto al controfattuale. Nell'azienda Vallevecchia la differenza (F-CF) è risultata del 2,6% senza raggiungere la significatività statistica, mentre nell'azienda Baroncina non si rileva differenze fra tesi.

Nella Tabella 11 è mostrato il test di significatività per l'indice di Tortuosità (T), tesi Fattuale vs Controfattuale sulle 3 aziende.

Nell'insieme delle aziende il trattamento fattuale mostra mediamente un indice T significativamente superiore al trattamento controfattuale (Tabella 12 e Figura 17). La separazione delle medie con il test di Duncan mostra che mediamente il valore dell'indice T per il trattamento fattuale è significativamente più alto del 2,7% rispetto al trattamento

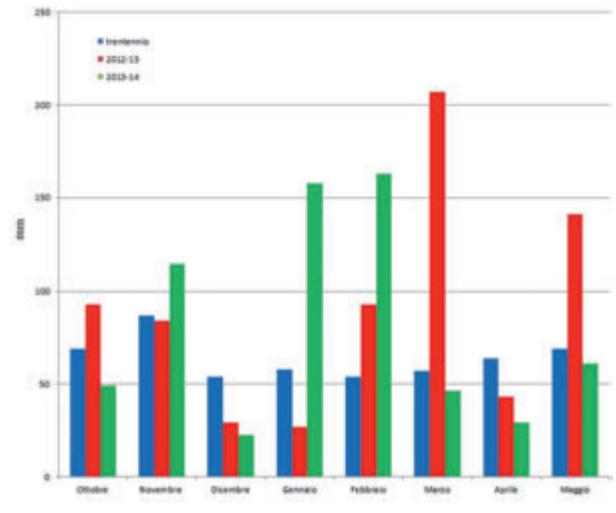


Figura 15. Azienda Vallevecchia: piogge mensili nel periodo di monitoraggio e piogge medie trentennali.

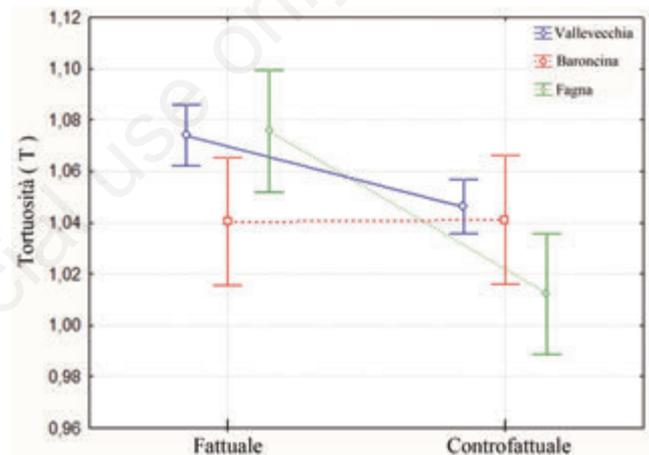


Figura 16. Medie dell'indice di Tortuosità (T); tesi Fattuale vs. Controfattuale separatamente sulle 3 aziende. Le barre verticali indicano gli intervallo di confidenza  $\pm 95\%$ .

Tabella 9. Caratteristiche dei suoli nelle aree di monitoraggio dello Standard 1.1c nell'azienda Vallevecchia.

	Scheletro, >2000 $\mu\text{m}$ (%)	Sabbia totale, 53-2000 $\mu\text{m}$ (%)	Limo, 20-53 $\mu\text{m}$ (%)	Argilla, 2 $\mu\text{m}$ (%)	pH (1:2,5) H <sub>2</sub> O	CaCO <sub>3</sub> (%)	Sostanza organica (%)
Fattuale e controfattuale	0	18,1	51,4	30,5	7,9	62,02	1,62

Tabella 10. Differenze del fattore T (Tortuosità e indici derivati RR e Sr) nelle tre aziende di monitoraggio in relazione ai trattamenti Fattuale e Controfattuale.

Gruppi Omogenei, alfa = 0,05 - Errore: MS tra gruppi= 0,0029, gl = 250,00

Aziende	Trattamento	Tortuosità (T)	Test Duncan separazione medie	Rugosità RR	Sottofattore Sr
Fagna	CF	1,012	****	0,107	1,139
Baroncina	F	1,040	****	0,229	1,104
Baroncina	CF	1,041	****	0,231	1,103
Vallevecchia	CF	1,046	****	0,245	1,099
Vallevecchia	F	1,074	****	0,282	1,089
Fagna	F	1,076	****	0,282	1,089

controfattuale. Nonostante le evidenze statistiche riscontrate, occorre dire che la variazione del fattore rugosità superficiale (T) e del fattore da esso derivato RR a favore del trattamento fattuale è talmente modesta da non assumere alcun significato pratico al fine di affermare che la manutenzione funzionale dei fossi collettori abbia avuto efficacia. Lo stesso si può dire riguardo al sottofattore Sr della equazione (1) la cui variazione in favore del contenimento dell'erosione del suolo è talmente modesta da risultare ininfluyente. Nel complesso i suoli sono risultati destrutturati e incrostati al termine dei periodi di osservazione.

Gli indici  $I_{ci}$ , NTU, e DS mostrano una di fragilità di struttura da media a elevata per i suoli delle tre aziende in esame. Questo spiega la mancanza di differenze agronomicamente apprezzabili del parametro rugosità del suolo, in relazione alle abbondanti piogge e ai lunghi periodi di impantanamento occorsi nelle annate agrarie di monitoraggio. Nella Tabella 13 si riporta il giudizio complessivo sulla fragilità di struttura in relazione ai ristagni idrici suolo e il rischio di incrostamento per i suoli delle aziende di monitoraggio basato sugli indici  $I_{ci}$ , NTU e DS. Oltre alle misure della rugosità superficiale si sono effettuate valutazioni agronomiche qualitative dello stato dei campi nei momenti delle misurazioni (Tabella 14 e Figura 18). Da esse si evince che i ristagni idrici sono stati piuttosto frequenti nei mesi di monito-

raggio, a causa delle piogge molto abbondanti e largamente superiori alle medie di lungo periodo, per cui l'affossatura non ha potuto emungere sufficientemente l'acqua in eccesso, nemmeno nei trattamenti fattuali.

### Differenziale economico di competitività per lo Standard 1.1c – Pulitura fossi collettori in pianura

Per valutare il differenziale economico di competitività il costo delle lavorazioni meccaniche è stato calcolato utilizzando i dati provenienti dai rilievi in campo effettuati durante lo svolgimento delle operazioni colturali. Per ogni tipologia di lavorazione, disponendo di una base statistica specifica del monitoraggio del progetto, è stato calcolato sia il valore medio del costo (Tabella 15) sia i valori ottenuti sottraendo e aggiungendo alla media la deviazione standard (indicati nella medesima Tabella 15 come limite inferiore e superiore del costo di lavorazione rispettivamente).

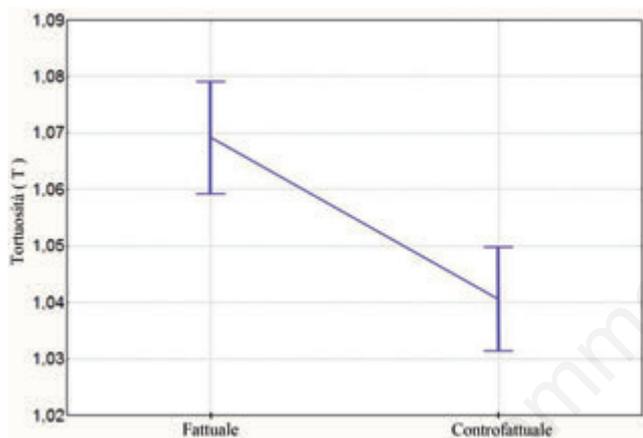


Figura 17. Test di significatività per l'indice di Tortuosità (T); tesi Fattuale vs. Controfattuale nel complesso delle 3 aziende. Le barre verticali indicano gli intervalli di confidenza  $\pm 95\%$ .



Figura 18. Evidenze della degradazione della struttura e dell'incrostamento nell'azienda Fagna.

Tabella 11. Test di significatività per l'indice di Tortuosità (T), tesi Fattuale vs. Controfattuale sulle 3 aziende.

	SS	Gradi di Libertà	MS	F	p
Intercetta	169,334	1	169,33	58333,78	0,000
Località	0,017	2	0,008	2,86	0,059
Tesi (F vs. CF)	0,035	1	0,035	12,08	0,001
Località*Tesi	0,020	2	0,010	3,44	0,034
Errore	0,726	250	0,003		

Tabella 12. Differenze del fattore T (Tortuosità e indici derivati RR e Sr) su tutte le aziende di monitoraggio in relazione ai trattamenti Fattuale e Controfattuale.

Gruppi Omogenei,  $\alpha = 0,05$  - Errore: MS tra gruppi = 0,003, gl = 254,0

Trattamento	Tortuosità (T)	Test Duncan	Rugosità RR	Sottofattore Sr
CF	1,041	****	0,230	1,165
F	1,069	****	0,281	1,163

Il monitoraggio del differenziale per questo standard è stato effettuato su appezzamenti coltivati con frumento tenero e, nel bilancio economico della coltura, per semplicità di calcolo, non vengono computati i costi dei fattori produttivi e i ricavi provenienti dalla vendita della granello perché non incidono sul differenziale in quanto considerati identici nelle due condizioni. Si è preso a riferimento il modello di sistema-

zione idraulica diffuso in alcune zone della pianura padana (schema alla ferrarese), dove nei terreni agricoli sono presenti fossi di scolo paralleli tra loro e distanti mediamente circa 33 metri e pertanto si può ipotizzare che in un ettaro di terreno di forma quadrata siano presenti 3 fossi collettori lunghi ciascuno 100 m, che corrispondono ad uno sviluppo complessivo di 300 m ha<sup>-1</sup> (Bazzoffi *et al.*, 2011). È stata calcolata

**Tabella 13. Giudizio complessivo sulla fragilità di struttura e rischio di incrostamento per i suoli delle aziende di monitoraggio.**

Sito di monitoraggio	Parametri di input per i modelli				Indici di rischio			Giudizio complessivo sulla fragilità di struttura e rischio di incrostamento
	Sabbia totale (%)	Limo totale (%)	Argilla (%)	Sost. organica (%)	Ic <sub>Li</sub>	NTU	DS	
Fagna	13,88	42,05	40,31	1,86	0,80 (B)	0,63 (M)	56,25 (E)	Medio
Baroncina	54,1	38,21	8,11	2,11	1,47 (M)	0,60 (M)	97,85 (E)	Medio elevato
Vallevecchia	18,1	51,4	30,5	1,62	1,24 (M)	0,67 (E)	56,47 (E)	Prevalentemente elevato

Classi di rischio: B, basso; M, medio; E, elevato.

**Tabella 14. Valutazione qualitativa dello stato dei campi al momento dei rilievi della rugosità superficiale.**

Azienda	Stagione	Trattamento	Giudizio sullo stato superficiale del suolo	Ristagni idrici superficiali
Baroncina	Inverno 2012	F	Degradato con presenza di crosta superficiale	Presenti
	Inverno 2012	CF	Degradato con presenza di crosta superficiale	Presenti
	Inverno 2013	F	Degradato con presenza di crosta superficiale	Molto presenti
	Inverno 2013	CF	Degradato con presenza di crosta superficiale	Molto presenti
	Primavera 2014	F	Zollosità sufficientemente conservata	Assenti
	Primavera 2014	CF	Zollosità sufficientemente conservata	Assenti
Fagna	Primavera 2013	F	Zollosità sufficientemente conservata	Assenti
	Primavera 2013	CF	Degradato con presenza di crosta superficiale	Molto presenti
	Primavera 2014	F	Zollosità sufficientemente conservata	Presenti
	Primavera 2014	CF	Degradato con presenza di crosta superficiale	Molto presenti
Vallevecchia	Inverno 2012	F	Degradato con presenza di crosta superficiale	Molto presenti
	Inverno 2012	CF	Degradato con presenza di crosta superficiale	Molto presenti
	Inverno 2013	F	Degradato con presenza di crosta superficiale	Molto presenti
	Inverno 2013	CF	Degradato con presenza di crosta superficiale	Molto presenti
	Primavera 2014	F	Degradato con presenza di crosta superficiale	Presenti
	Primavera 2014	CF	Degradato con presenza di crosta superficiale	Presenti

**Tabella 15. Differenziale economico di competitività per la coltura del frumento tenero determinato con i valori medi delle lavorazioni meccaniche e con i valori ottenuti aggiungendo e sottraendo alla media delle singole lavorazioni i valori della deviazione standard.**

Lavorazioni meccaniche	Valori del limite inferiore del costo di lavorazione (€ ha <sup>-1</sup> anno <sup>-1</sup> )		Valori medi del costo di lavorazione (€ ha <sup>-1</sup> anno <sup>-1</sup> )		Valori del limite superiore del costo di lavorazione (€ ha <sup>-1</sup> anno <sup>-1</sup> )	
	Regime di adesione alla condizionalità	Regime di non adesione alla condizionalità	Regime di adesione alla condizionalità	Regime di non adesione alla condizionalità	Regime di adesione alla condizionalità	Regime di non adesione alla condizionalità
Aratura	139,51	139,51	210,17	210,17	280,82	280,82
Ercpicatura	28,04	28,04	50,08	50,08	72,12	72,12
Concimazione	3,50	3,50	6,86	6,86	10,21	10,21
Semina	24,93	24,93	39,01	39,01	53,08	53,08
Rullatura	16,02	16,02	19,32	19,32	22,62	22,62
Diserbo	4,87	4,87	6,78	6,78	8,68	8,68
Mietitrebbiatura	93,98	93,98	126,64	126,64	159,29	159,29
Manutenzione dei fossi collettori	13,54	19,89		26,24		
Totale costo lavorazioni meccaniche	324,40	310,86	478,73	458,84	633,06	606,82
Differenziale di competitività (€ ha <sup>-1</sup> anno <sup>-1</sup> )		13,54		19,89		26,24

la differenza tra il totale dei costi sostenuti per le lavorazioni meccaniche nella condizione di adesione e quelli sostenuti nella condizione di non adesione agli impegni dello standard. Il differenziale economico di competitività è risultato pari a  $19,89 \pm 6,35 \text{ € ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$ . Le emissioni in atmosfera di  $\text{CO}_2$  dovute al consumo di carburante sono risultate pari a  $14,53 \pm 6,62 \text{ kg ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$ .

## Conclusioni

Il monitoraggio ha confermato un effetto positivo della manutenzione della rete idraulica aziendale sul predisporre il suolo al mantenimento della struttura. Nell'azienda Fagna la rugosità del suolo è risultata superiore del 5,9% nel trattamento fattuale rispetto al controfattuale. Nell'azienda Valvecchia tale la differenza è risultata del 2,6% mentre nell'azienda Baroncina non si rileva differenze fra tesi. Nonostante le evidenze statistiche riscontrate, occorre dire che la variazione del fattore rugosità superficiale (T) e del fattore da esso derivato Sr del modello RUSLE (per la stima dell'erosione) è talmente modesta da non assumere alcun significato pratico al fine di affermare che la manutenzione funzionale dei fossi collettori abbia avuto efficacia. Nel complesso, i suoli sono risultati destrutturati e incrostati al termine dei periodi di osservazione. Gli indici  $\text{Ic}_{ii}$ , NTU, e DS mostrano una di fragilità di struttura da media a elevata per i suoli delle tre aziende in esame. Questo spiega la mancanza di differenze agronomicamente apprezzabili del parametro rugosità del suolo, in relazione alle abbondanti piogge e ai lunghi periodi di impantanamento occorsi nelle annate agrarie di monitoraggio. Oltre alle misure della rugosità superficiale si sono effettuate valutazioni qualitative dello stato dei campi nei momenti delle misurazioni osservando che i ristagni idrici sono stati frequenti nei mesi di monitoraggio a causa delle piogge molto abbondanti e largamente superiori alle medie di lungo periodo, per cui l'affossatura non ha potuto emungere sufficientemente l'acqua in eccesso, nemmeno nei trattamenti fattuali. Il differenziale di competitività indotto dall'applicazione di questo standard, in riferimento ai valori medi del costo di lavorazione, è risultato pari a  $19,89 \pm 6,35 \text{ € ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$ . La manutenzione dei fossi collettori con l'attrezzatura sopra descritta provoca emissioni in atmosfera di  $\text{CO}_2$ , con media pari a  $14,53 \pm 6,62 \text{ kg ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$ . Si ritiene importante far notare che allo stato attuale l'allegato II: "Regole di condizionalità" del regolamento (UE) n. 1306/2013 non annovera una BCAA che tenga conto della minaccia ambientale determinata dai ristagni idrici nelle terre coltivate, arrecata al suolo, alle coltivazioni e all'atmosfera, a causa della possibile produzione di gas ad effetto serra. Pertanto bene ha fatto il legislatore a porre nel decreto sulla condizionalità n. 180/2015 l'impegno di cui alla lettera c nella BCAA 5 - gestione minima delle terre che rispetti le condizioni locali specifiche per limitare l'erosione. La presenza dell'impegno BCAA 5 (lettera c) del tutto uguale allo standard 1.1. del D.M. MiPAAF 30125/2009 ha consentito di non trascurare la rilevanza ambientale dei ristagni idrici, anche se l'evidente carenza riscontrata nel suddetto allegato II del Regolamento (UE) 1306/2013 ha obbligato il legislatore a finalizzare l'impegno alla limitazione dell'erosione, secondo quanto stabilito dalla medesima BCAA5. Evidentemente, questa finalizzazione appare illogica sotto l'aspetto delle minacce ambientali da contrastare attraverso l'impegno BCAA 5 (lettera c), che sono ben diverse ed incongruenti rispetto alla minaccia ambientale rappresentata dall'erosione del suolo. Per quanto riguarda i criteri d'infrazione allo standard si suggerisce l'introduzione della verifica della presenza della baulatura nei terreni di pianura. Tipicamente, il dislivello fra limite del campo lungo il fosso laterale e colmo della baulatura è di 30-40 cm nelle sistemazioni del meridione; 60-80 cm nelle sistemazioni emiliane e 150 cm in quelle

padovane; pertanto a questi valori può essere fatto riferimento per la definizione dei criteri di infrazione. Oltre a ciò, poiché l'abbassamento della falda acquifera ad opera della baulatura, con la conseguente scomparsa dei ristagni idrici superficiali, può richiedere un periodo abbastanza lungo (da 2 a 3 giorni) dopo l'ultima pioggia, è importante che venga rispettato un ragionevole lasso di tempo, almeno 7 giorni dall'ultima precipitazione, prima di verificare la presenza di impantanamenti sulla superficie dei campi.

## Bibliografia

- Allen DE, Kingston G, Rennenberg H, Dalal RC, Schmidt S, 2010. Effect of nitrogen fertilizer management and waterlogging on nitrous oxide emission from subtropical sugarcane soils. *Agr. Ecosys. Environ.* 136:209-217.
- Angel R, Claus P, Conrad R, 2011. Methanogenic archaea are globally ubiquitous in aerated soils and become active under wet anoxic conditions. *ISME J.* 6:1-16.
- Bazzoffi P, Nieddu S, 2011. Effects of waterlogging on the soil structure of some Italian soils in relation to the GAEC cross-compliance standard Maintenance of farm channel networks and field convexity. *Ital. J. Agron.* 6(Suppl.1):e9.
- Bertuzzi P, Rauws G, Corraut D, 1990. testing roughness indices to estimate soil surface roughness changes due to simulated rainfall. *Soil Tillage Res.* 17:87-99.
- Boiffin J, 1984. La dégradation structurelle des couches superficielles sous l'action des pluies. PhD Degree, Inst. Nat. Agron., Paris, France.
- Borselli L, 1998. Dinamica della rugosità superficiale del suolo e sua influenza nei processi di infiltrazione: analisi sperimentale e modellizzazione. PhD Degree, University of Florence, Italy.
- Calzolari C, Guermandi M, Aramini G, Colloca C, Corea AM, Paone R, Tamburino V, Zimbone SM, Andiloro S, 2006. Attitudine dei suoli allo spandimento dei reflui. In: E.A.C. Costantini (ed.), *Metodi di valutazione dei suoli e delle terre*. Cantagalli, Siena.
- Cogo ND, Moidenhauer WC, Foster GR, 1984. Soil loss reduction from conservation tillage practices. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 48:368-373.
- Currence HD, Lovely WG, 1970. The analysis of soil surface roughness. *transaction of the asae*, 13, 710-714.
- Dexter AR, Czyz EA, 2000. Soil physical quality and the effects of management. In: M.J. Wilson and B. Maliszewska-Kordybach (eds.) *Soil quality, sustainable agriculture, and environmental security in central and eastern Europe*. Kluwer Academic Publ., Dordrecht, The Netherlands.
- Fenner N, Williams R, Toberman H, Hughes S, Reynolds B, Freeman C, 2011. Decomposition 'hotspots' in a rewetted peatland: implications for water quality and carbon cycling. *Hydrobiologia* 674:51-66.
- Pellegrini S, Vignozzi N, Batistoni E, Rocchini A, 2005. Valutazione della suscettibilità all'incrostamento tramite torbidimetria. *Bollettino SISS* 54:96-102.
- Renard KG, Foster GR, Weesies GA, McCool DK, Yoder DC, 1997. Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the revised universal soil loss equation (RUSLE). *Agriculture Handbook no.703*, United States Department of Agriculture, Agriculture Research Service.
- Soil Survey Staff, 2014. *Keys to soil taxonomy*, 12th ed. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, Washington, DC, USA.
- Sumner ME, Stewart BA, 1992. *Soil crusting: chemical and physical processes*. Lewis Publishers, Boca Raton, FL, USA.