

# UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA

**Sede amministrativa: Università degli Studi di Padova**

Dipartimento di Agronomia Animali Alimenti Risorse Naturali e Ambiente

**DOTTORATO DI RICERCA IN  
Viticoltura, Enologia e Marketing delle Imprese Vitivinicole  
CICLO XXIV**

**VALUTAZIONE DELLA COMPATTAZIONE NEI SUOLI VITATI DELLA REGIONE VENETO**

**Coordinatore:** Ch.ma Prof. Viviana Corich

**Supervisore:** Ch.mo Prof. Giuseppe Concheri

**Co-supervisore:** Ch.ma Dott.ssa Ialina Vinci (ARPAV)

**Dottoranda:** Sabrina Piccolo



## RIASSUNTO

Nella presente tesi di dottorato è stata approfondita la tematica della compattazione del suolo, una delle "otto minacce" di degrado del suolo individuate dalla Commissione europea.

Per valutare il rischio di compattazione sono stati utilizzati due modelli.

Il metodo di Jones *et al.* (2003), adottato nel progetto ENVASSO dal JRC della Commissione europea, individua la suscettibilità alla compattazione sulla base di tessitura e densità apparente e, mediante un indice climatico di umidità del *subsoil*, consente la stima della vulnerabilità. Esso è stato applicato ai suoli di pianura della Regione Veneto individuati dalla carta dei suoli del Veneto in scala 1:250.000. La carta della vulnerabilità evidenzia che la maggior parte dei suoli non sono vulnerabili o lo sono moderatamente; il metodo, quindi, risulta più adatto ai paesi nord europei che al nostro territorio perché considera i suoli argillosi, già compattati, a bassa suscettibilità, mentre i suoli grossolani e quelli ricchi di sostanza organica, per niente compattati, a suscettibilità molto alta.

Successivamente è stato utilizzato il modello dell'Agriculture and Agri-Food Canada (AAFC), che considera il contenuto di carbonio organico (CO) dell'orizzonte A, la tessitura superficiale e il drenaggio. È stata scelta come area di riferimento la DOC Piave e, utilizzando i database di ARPAV, sono state create le carte dei vari parametri e della vulnerabilità finale. I suoli con basso contenuto di CO (< 1,7%), fini o medio fini nell'orizzonte superficiale, con drenaggio buono o mediocre hanno un'alta vulnerabilità alla compattazione, ma anche i suoli franchi con basso contenuto di CO mal drenati. Risulta, quindi, che la maggior parte delle aree vitate della DOC Piave (l'82% delle unità cartografiche) è caratterizzata da una vulnerabilità quanto meno moderata che necessita l'adozione di adeguate pratiche di gestione del suolo per garantirne la conservazione. Il modello AAFC ha prodotto risultati coerenti con le aspettative, risultando molto più efficace del precedente.

L'attività di validazione in campo è stata inizialmente condotta nell'azienda vitata di Giuseppe Cescon a Chiarano (TV), in cui ricadono più classi di vulnerabilità. Sono state effettuate misure di densità apparente e di resistenza alla penetrazione, nell'interfila e nella ruotata (ormai), allo scopo di confrontare la situazione naturale con quella compattata a causa del passaggio dei macchinari. Sono stati scelti due siti in cui effettuare le misurazioni (il suolo F e il suolo FLA). I risultati dimostrano che la densità apparente sull'ormai è maggiore di quella sull'interfila sia nel suolo F che nel suolo FLA, con i valori maggiori nel suolo più argilloso. Dalle misure con il penetrometro si nota che nel suolo più argilloso il passaggio delle trattrici causa un approfondimento del compattamento rispetto ai suoli sabbiosi. Si notano anche valori maggiori nel suolo FLA come media complessiva e nelle ormai.

Per estendere la verifica a tutto il territorio veneto sono state indagate 20 aziende vitate già coinvolte nel progetto europeo BIO-BIO attraverso l'indagine pedologica (trivellate), tessitura, CO e altri parametri chimici. Le aziende sono localizzate nell'area del Pramaggiore, nell'alto Trevigiano, nei

Colli Euganei e nei colli veronesi. Tra le 20 aziende ne sono state scelte 5 coppie: entro ogni coppia avevamo una tipologia di suolo simile, una azienda a conduzione biologica e l'altra convenzionale; i parametri analizzati sono stati densità apparente, resistenza alla penetrazione e caratteristiche chimico-fisiche. Non sono state riscontrate differenze significative di densità apparente tra ormaia e interfila, anche se si riscontra un valore maggiore nella ruotata. Ci sono, invece, differenze significative di alcuni parametri chimici (TN, S, TC, TOC, SO, pH, EC) tra conduzione biologica e convenzionale. Dai dati di resistenza alla penetrazione si evidenzia che le aziende convenzionali hanno valori maggiori rispetto alle aziende biologiche, quindi risultano più compattabili, e il valore nell'ormiaia è nettamente superiore a quello dell'interfila, sottolineando che nel passaggio del macchinario il terreno è più compresso. E' stata inoltre valutata la profondità cui arriva la compattazione e si è visto che, entro le coppie, l'azienda convenzionale presenta valori maggiori. I suoli con maggior contenuto di sostanza organica sono risultati meno suscettibili alla compattazione (es. Azienda Filippi) mentre i suoli più ricchi in argilla sono più facilmente compattabili (es. Azienda Vicentini). In conclusione la sperimentazione in aziende vitate del modello AAFC ha restituito un insieme di valori in grado di rappresentare coerentemente la vulnerabilità dei suoli.

## **ABSTRACT**

The subject of this PhD thesis is the soil compaction, one of the "eight threats" of soil degradation identified by the European Commission.

To assess the risk of compaction we used two models.

The method of Jones *et al.* (2003), adopted in the project ENVASSO by the JRC of the European Commission, identifies the susceptibility to compaction based on texture and bulk density and, by means of a climatic index of subsoil moisture, allows the estimation of vulnerability. It was applied to the soils of the plains of the Veneto region identified by the soil map of the Veneto region in scale 1:250.000. The map of the vulnerability highlights that most of the soils are not vulnerable or moderately vulnerable; the method, therefore, is more suited to northern European countries than our lands, because it considers clay soils, already compacted, at low susceptibility, while coarse soils and those rich in organic matter, not at all compacted, at very high susceptibility.

It was subsequently used the model of the Agriculture Agri-Food Canada (AAFC), which considers the content of organic carbon (CO) at the A horizon, the surface texture and drainage. It was chosen as the reference area the DOC Piave area and, using the ARPAV soil database, the maps of the various parameters and the final vulnerability were made. Soils with low CO (<1.7%), with fine to medium fine surface texture, moderately well to imperfectly drained have a high vulnerability to compaction,

but also soils with low CO content, with medium texture and poorly drained. Therefore, the most of vineyard soils in the DOC Piave area (82% of the Cartographic Units) is characterized by a vulnerability at least moderate that requires the adoption of appropriate soil management practices to ensure its conservation. The AAFC model has produced results consistent with expectations, it feels far more effective than the previous.

The validation activities in the field was initially conducted in the Giuseppe Cescon winery in Chiarano (TV), which fall in different classes of vulnerability. Measures of bulk density and penetration resistance were carried out, in the wheel traffic and in the inter-row in order to compare the natural situation with compacted one. Two sites (F soil and FLA soil) were chosen to measure the parameters. The results show that the bulk density on the wheel traffic is greater than on the inter-row both in the F soil and in the FLA soil, with higher values in more clay soil. From the measurements with the penetrometer, it is noted that more clay soils in the wheel traffic causes a deepening of compaction than sandy soils. We also observed higher values in the FLA soil as the average and in the wheel traffic.

To extend the verification to the entire Veneto, 20 wineries already involved in the European project BIO-BIO were investigated through the soil survey (drillings), texture, CO and other chemical parameters. The farms are located in the Pramaggiore area, on the north of Treviso Province, in the Euganean Hills and the hills of Verona. Among the 20 farms, 5 pairs have been chosen: within each pair there was a similar type of soil, one at organic conduction and one at conventional management; parameters analyzed were bulk density, penetration and chemical-physical characteristics. There were no significant differences in bulk density between wheel traffic and inter-row, even if there is a greater value in the wheel traffic. There are, however, significant differences in some chemical parameters (TN, S, TC, TOC, S, pH, EC) between organic and conventional management. From the data of penetration resistance it is evident that conventional farms have higher values than the organic farms, and are more compacted, and the value in the wheel traffic is much higher than in the inter-row, confirming that in the passage of machinery the soil is more compressed. It was also evaluated the depth of the compaction and we have seen that, within couples, the conventional winery presents higher values.

The soils with higher organic matter content were less susceptible to compaction (eg. Filippi winery) while the soils rich in clay are more easily compactable (eg. Vicentini winery). In conclusion, the experimentation of the AAFC model in wineries has returned a set of values that can be consistently represent the vulnerability of soils.

# 1. INTRODUZIONE

## 1.1. IL SUOLO

### 1.1.2. Definizioni

“Il suolo è uno dei beni più preziosi dell’umanità. Consente la vita dei vegetali, degli animali e dell’uomo sulla superficie della terra. E’ una risorsa non rinnovabile che si distrugge facilmente. (Carta Europea del Suolo, Consiglio d’Europa, 1972).

Il suolo presenta diverse definizioni essendo un sistema complesso con varie funzioni.

**Definizione tradizionale:** il suolo è inteso come un mezzo naturale per lo sviluppo delle piante e ricopre la terra in maniera continua (*continuum*) eccetto che sulla roccia nuda ed in aree permanentemente gelate. Il suo spessore è determinato dalla profondità dell’apparato radicale.

**Definizione USDA** (Dipartimento dell’Agricoltura degli Stati Uniti): il suolo è concepito come un corpo naturale composto da una parte solida (minerali per il 40-60% e sostanza organica per l’1-5% in media), liquida (acqua per il 20-50%), una parte gassosa (aria per il 10-25%). E’ caratterizzato dalla presenza di orizzonti o strati distinti dal materiale di partenza per aver subito apporti, perdite, traslocazioni e trasformazioni di energia e materia. Inoltre il suolo è in grado di sostenere e dare nutrimento alle piante.

Definizione introdotta dalla scuola russa (**Dokuchaiev**, 1885): i suoli sono corpi naturali indipendenti provvisti di una morfologia particolare risultato della combinazione di clima, materia vivente, materiale parentale, rilievo ed età delle forme del paesaggio. La morfologia viene espressa con una sezione verticale di suolo, suddivisa nei vari orizzonti che la compongono, la cui formazione è dovuta ad un particolare insieme di fattori genetici.

Dokuchaiev, poi, definisce il **solum** come l’insieme degli orizzonti genetici sviluppati dai fattori di formazione del suolo. Il sottostante substrato pedogenetico è non-suolo.

Secondo USDA il suolo è delimitato da:

limite superiore: aria o acqua poco profonda;

limiti laterali: roccia, ghiacci o acque profonde;

limite inferiore: il suolo comprende tutti gli orizzonti vicini alla superficie che differiscono dal materiale roccioso sottostante in quanto sono il risultato dell’interazione tra i diversi fattori pedogenetici nel tempo. Il limite inferiore è quindi rappresentato dal limite dell’attività biologica che

corrisponde con la profondità delle radici delle piante, anche se in genere per la classificazione si considera un limite arbitrario di 2 metri.

### **1.2.2 I fattori pedogenetici**

Il suolo è un'entità in evoluzione, la cui formazione è frutto di cinque fattori della pedogenesi, individuati dall'equazione di Jenny nel 1941:

$$C = f(\text{cl, o, r, p, t})$$

dove

cl = clima (temperatura, piovosità)

o = organismi viventi (vegetali ed animali, incluso l'uomo)

r = rilievo (pendenza del versante, esposizione)

p = materiale parentale (roccia madre)

t = tempo trascorso dall'inizio della formazione del suolo

#### **Clima (cl)**

Fra quelli elencati il clima è probabilmente il fattore che esercita la maggiore influenza sulle proprietà del suolo. Le componenti climatiche che intervengono al momento della nascita del corpo suolo sono l'umidità e la temperatura: esse iniziano immediatamente a controllare la velocità dei fenomeni chimici, fisici e biologici della pedogenesi, soprattutto i processi di alterazione della roccia madre e di lisciviazione.

#### **Organismi viventi (o)**

Gli organismi viventi comprendono vegetazione, fauna e microrganismi che influenzano i processi di trasformazione dei residui organici durante la formazione del suolo.

#### **Rilievo (r)**

Le caratteristiche geomorfologiche di un ambiente determinano la presenza di condizioni microclimatiche, vegetazionali e di drenaggio diverse. In particolare l'altitudine modifica i regimi di temperatura e l'andamento delle precipitazioni. La pendenza dei suoli determina lo scorrimento superficiale o l'infiltrazione dell'acqua.

### **Materiale parentale (p)**

Il materiale parentale rappresenta la natura litologica del suolo. E' a partire da esso che avvengono i processi di solubilizzazione e idrolisi dei minerali. Per questo influenza l'esistenza e l'attività di macro e microrganismi grazie ai quali avvengono i processi di degradazione delle rocce.

### **Tempo (t)**

Le età dei suoli possono essere diversissime: partendo da suoli in ambienti stabili, dove non sono arrivati a farsi sentire gli effetti delle glaciazioni quaternarie, che possono avere un'età dell'ordine delle centinaia di migliaia o milioni di anni, passando per suoli sottoposti alle ultime glaciazioni che hanno migliaia o decine di migliaia di anni, si può arrivare ai pochi anni o addirittura giorni di un suolo sottilissimo situato su una pendice montana erosa a causa di una frana (Giordano, 1999).

#### **1.1.2. Il profilo e gli orizzonti**

Il profilo è una sezione verticale di suolo, che può essere osservata in uno scavo, dotata di specifiche caratteristiche. Esso comprende gli orizzonti genetici, gli strati organici superficiali, la roccia madre o altri strati sotto il *solum* che influenzano la genesi e le proprietà del suolo

Il profilo è quindi una superficie e non un volume a differenza del *pedon*, l'unità fondamentale del suolo.

L'orizzonte è uno strato, parallelo alla superficie del suolo, distinguibile per una serie distintiva di caratteristiche chimiche, biologiche e fisiche quali colore, spessore, tipo e dimensioni delle particelle. Si distinguono gli orizzonti genetici, che derivano da un giudizio interpretativo del tipo di modificazioni avvenute nel suolo, dagli orizzonti diagnostici, che vengono definiti in base a delle **caratteristiche** che devono soddisfare delle **soglie** quantitative di evidenza.

Gli orizzonti principali sono (Wolf et al., 2000):

- H organico, di superficie, in condizioni di saturazione;
- O organico, di superficie, in condizione ben aerate;
- A minerale, di superficie, con accumulo di sostanza organica decomposta;
- E minerale, eluviale, con perdita di argilla e ossidi di ferro e alluminio;
- B minerale, interessato dall'alterazione della struttura della roccia originaria e dall'accumulo di argille, carbonato, gesso, silice, ferro, alluminio e humus o gelificazione;
- C minerale, roccia madre incoerente, materiale parentale non pedogenizzato;
- R roccia madre o substrato roccioso.

### 1.1.3. Inquadramento normativo

Il suolo è una risorsa non rinnovabile e un sistema molto dinamico, che svolge numerose funzioni e fornisce servizi essenziali per le attività umane per gli ecosistemi. Dalle informazioni disponibili emerge che, negli ultimi decenni, si è registrato un aumento significativo dei processi degradativi dei suoli e ci sono elementi che confermano che, in assenza di interventi, tali processi continueranno ad aumentare.

Da diversi anni la Commissione Europea elabora proposte per una politica di difesa del suolo, ma alcuni paesi membri non le approvavano. Per colmare l'attuale mancanza di normativa comunitaria in questa materia è stata presentata la **proposta di Direttiva Quadro per la Protezione del Suolo** il 22 settembre 2006 all'interno della COM 232, nata dall'esigenza di istituire una strategia comune per la protezione e l'utilizzo sostenibile del suolo. Questa proposta si pone come principi:

- l'integrazione delle problematiche del suolo in altre politiche;
- la conservazione delle funzioni del suolo nell'ambito di un suo utilizzo sostenibile;
- la prevenzione delle minacce che incombono sul suolo e la mitigazione dei loro effetti;
- il ripristino dei suoli degradati ad un livello di funzionalità tale da essere almeno compatibile con l'utilizzo attuale e futuro di questa risorsa.

Il suolo è sottoposto a crescenti pressioni ambientali, determinate o acuite dalle attività umane, come le pratiche agricole inadeguate, la concentrazione della popolazione e delle attività economiche in aree localizzate, le variazioni d'uso del suolo, e dai cambiamenti climatici. Il degrado del suolo incide anche su altri aspetti di interesse comune come le acque, la salute umana, i cambiamenti climatici, la tutela della natura e della biodiversità e la sicurezza alimentare.

La decisione n. 1600/2002/CE che istituisce il sesto programma comunitario di azione in materia di ambiente prevede tra i suoi obiettivi la tutela delle risorse naturali e l'incentivo ad un utilizzo sostenibile del suolo. Essa ha come assi prioritari di azione strategica l'integrazione delle tematiche ambientali nelle altre politiche, il coinvolgimento dei cittadini e la considerazione dell'ambiente nelle decisioni in materia di assetto e gestione territoriale.

In questo contesto la Comunità si è impegnata ad adottare una strategia tematica per la protezione del suolo al fine di arrestarne il degrado e invertire le tendenze in atto.

Nella COM (2006) 232, art. 9, viene ripreso quanto affermato nella COM (2002) 179 "Verso una strategia tematica per la protezione del suolo", in cui la Commissione ha individuato le otto principali minacce di degrado del suolo:

- erosione;
- diminuzione della sostanza organica;

- contaminazione;
- salinizzazione;
- compattazione;
- diminuzione della biodiversità del suolo;
- impermeabilizzazione;
- inondazioni e smottamenti.

Inoltre la COM (2006) 232, all'art. 4, stabilisce tre punti fondamentali che ogni stato membro deve seguire:

- l'adozione di misure preventive al fine di assicurare un uso sostenibile del suolo;
- l'identificazione del problema attraverso l'individuazione delle aree a rischio ovvero le aree soggette ad una o più delle otto minacce di degrado del suolo;
- la predisposizione, al livello più opportuno, di un programma di misure operative al fine di ridurre il rischio.

Effetti positivi per i suoli agricoli derivano dall'applicazione delle disposizioni in materia di condizionalità introdotti dalla politica agricola comune (PAC, Reg 1782/2003) e dall'adozione delle misure agroambientali previste dal PSR (Piano di Sviluppo Rurale, 2007-2013) per i settori agricolo e forestale. La PAC prevede il mantenimento di buone condizioni agronomiche ed ambientali del terreno e quindi rappresenta una via indiretta per la tutela del suolo, spinge all'impiego di pratiche agricole che siano in grado di conservare la fertilità del suolo e il contenuto di sostanza organica attraverso il miglioramento delle sue caratteristiche fisiche e della capacità di ritenzione idrica.

All'interno delle BAT- *Best Available Techniques* – vengono suggerite le seguenti pratiche conservative:

- lavorazioni ridotte del suolo o lavorazioni assenti (*minimum or zero tillage*);
- impiego di colture perenni o a radicamento profondo;
- avvicendamento colturale;
- impiego di colture bioenergetiche;
- agricoltura biologica;
- set-aside;
- utilizzo più efficiente di ammendanti organici (deiezioni zootecniche, fanghi di depurazione, residui vegetali, compost);
- conversione di territorio agricolo lavorato in prati o impianti di *short rotation forestry*.

#### **1.1.4. Le principali minacce**

Presentiamo qui in breve le minacce di degrado del suolo individuate dalla Commissione Europea:

**Erosione:** perdita dello strato più superficiale del terreno, a causa dell'azione dell'acqua piovana o del vento. Il rischio di erosione è fortemente legato all'energia del rilievo (pendenza), al clima (precipitazioni), all'erodibilità dei suoli (tessitura, struttura), all'attività agricola intensiva (meccanizzazione spinta).

I danni arrecati dall'erosione, che si evidenziano in termini di perdita di suolo, di fertilità, di biodiversità, di modificazione del paesaggio, sono tali da richiedere interventi correttivi che molte volte consentono solo un parziale ripristino delle condizioni ottimali.

**Diminuzione della materia organica:** una delle maggiori minacce poiché può compromettere fertilità, riserva di acqua e nutrienti, capacità protettiva e contribuire a erosione, compattazione, diminuzione della biodiversità. Nel passato la diminuzione è stata conseguenza di grandi trasformazioni d'uso del suolo, mentre attualmente è legata al forte sviluppo delle pratiche agricole intensive.

**Contaminazione del suolo:** introduzione nel suolo di sostanze esogene inquinanti tramite l'acqua o l'aria (c. diffusa) o per sversamenti, perdite di impianti, non corretta gestione dei rifiuti (c. puntuale). Le fonti della contaminazione diffusa sono agricole (fertilizzanti, fitofarmaci), industriali o legate al traffico (emissioni in atmosfera). L'effetto di questo fenomeno consiste nell'accumulo di elementi nutritivi, metalli pesanti, sostanze organiche persistenti che possono alterare, in certi casi in maniera irreversibile, caratteristiche e funzionalità del suolo.

**Salinizzazione:** l'accumulo nel suolo di sali solubili di sodio, magnesio e calcio in quantità rilevanti ne compromette la fertilità provocando squilibri nell'assorbimento e degradazione della struttura del suolo.

Il fenomeno è spesso legato all'irrigazione con acque contenenti sali e nelle zone costiere può essere associato all'eccessivo sfruttamento delle acque sotterranee con abbassamento della falda freatica ed ingresso di acqua marina.

**Compattazione:** compressione delle particelle del suolo in seguito all'impiego di macchinari pesanti associata alla scarsa attenzione alle condizioni di umidità. Provoca cambiamenti nelle proprietà strutturali riducendo porosità, disponibilità idrica, crescita delle radici, rese e qualità dei prodotti.

**Diminuzione della biodiversità del suolo:** numerosi organismi viventi del suolo svolgono un'importante funzione nella decomposizione della materia organica e nel mantenimento delle condizioni di fertilità. Scompongono molti inquinanti in composti più semplici, in genere meno

dannosi. Alcuni pesticidi ed erbicidi possono risultare nocivi per gli organismi compromettendo l'azione della pedofauna ed esponendo il suolo ad altri processi di degrado.

**Impermeabilizzazione:** copertura del suolo con materiali impermeabili (edifici, infrastrutture, ecc.) che inibiscono lo svolgimento delle funzioni del suolo. Il processo è pressoché irreversibile e comporta riduzione dell'infiltrazione delle acque, mancanza di evapotraspirazione, aumento dello scorrimento superficiale con impatto sulle aree confinanti.

**Inondazioni e smottamenti:** la fuoriuscita dei corsi d'acqua dagli alvei, con occupazione delle aree esondabili, costituisce un fenomeno naturale il cui effetto può essere accentuato se vengono alterate le caratteristiche dei suoli diminuendone la capacità d'infiltrazione. Frane e smottamenti lungo i versanti provocano la perdita di suolo e risultano catastrofici quando interessano edifici ed infrastrutture (ERSA, Friuli Venezia Giulia).

## 1.2. LA COMPATTAZIONE DEL SUOLO

### 1.2.1. Definizione

La compattazione può essere definita come la compressione della massa del suolo in un volume minore che si accompagna a cambiamenti significativi nelle proprietà strutturali e nel comportamento del suolo. In conseguenza della compressione del suolo e della riduzione dello spazio dei pori, si ha un aumento della densità apparente, in quanto in una unità di volume si dispongono più particelle.

La compattazione costituisce un grave processo di degradazione, che provoca, da una parte, una perdita della fertilità dei suoli e, dall'altra, un notevole aumento del ruscellamento superficiale in quanto l'acqua non è in grado di infiltrarsi nel suolo; conseguentemente anche il rischio di erosione idrica aumenta.

La compattazione riduce lo spazio a disposizione delle radici limitando l'assorbimento di acqua e di elementi nutritivi da parte delle piante, determinando così una diminuzione delle rese produttive. La perdita della stabilità della struttura, dovuta al collasso delle pareti dei pori, si traduce in una diminuzione della capacità di infiltrazione: ciò determina che l'acqua satura il suolo più facilmente ed anche la temperatura del suolo diminuisce.

Queste condizioni rallentano l'attività dei microrganismi del terreno e, conseguentemente, la decomposizione della sostanza organica ed il rilascio dei nutrienti. Inoltre si possono manifestare

processi di denitrificazione (l'azoto nitrico viene trasformato e perduto nell'atmosfera) o produzione di gas tossici per le piante in prossimità delle radici (SeSIRCA, Regione Campania).

### 1.2.2. Cause ed effetti

Il suolo si compatta per effetto dell'azione combinata di forze naturali e forze di origine antropica. Queste ultime, essenzialmente riconducibili alla pressione esercitata sui suoli dalle macchine agricole, hanno un effetto compattante notevolmente superiore a quello delle forze naturali (impatto della pioggia, rigonfiamento e crepacciamento, accrescimento radicale).

È noto che le macchine agricole moderne sono pesanti e di grandi dimensioni ed è notevolmente aumentato il numero dei loro passaggi sul terreno. Nelle aree compattate il danno provocato dalle macchine agricole è stato valutato in una diminuzione in ragione di 3-4 volte rispetto ai valori originali della porosità totale. La maggiore diminuzione di porosità viene determinata al primo passaggio; successivamente, nel caso di passaggi consecutivi, la compattazione si accentua, anche se in proporzione minore (SeSIRCA, Regione Campania).

Il compattamento è influenzato dal contenuto idrico al momento del passaggio dei macchinari.

E' dimostrato inoltre che un suolo secco è molto più resistente al compattamento di un suolo umido o bagnato.

Le caratteristiche chimico-fisiche del suolo hanno una notevole influenza sul grado di compattazione (tessitura, sostanza organica, quantità e tipo di argilla).

Il compattamento legato alla coltivazione intensiva del terreno non è solo rappresentato dal compattamento superficiale dovuto al passaggio di macchine agricole, ma può verificarsi anche lungo il profilo colturale. Le colture che richiedono lavorazioni del terreno profonde e continue, soprattutto quando condotte in regime di monosuccessione, determinano la formazione di uno strato compatto e impermeabile al limite inferiore della coltivazione (30-40 cm): la cosiddetta **soletta di aratura**.

Tale discontinuità altera il drenaggio e può generare ristagni idrici i quali, oltre a creare problemi di asfissia, contribuiscono alla dispersione delle particelle di terreno e quindi alla degradazione della struttura. Il maggiore ristagno idrico o le sommersioni dei suoli delle pianure alluvionali in casi di piogge intense e concentrate sono il risultato della presenza di questo strato compatto.

Anche il **pascolamento del bestiame** può determinare fenomeni di compattamento poiché gli zoccoli esercitano una forte pressione sulla superficie del terreno. Anche in questo caso è molto importante stabilire, attraverso misure di porosità, il grado di compattamento per definire il carico di bestiame capace di contenere il danno entro i limiti tollerati.

### 1.2.3. Durata ed interazioni con la sostanza organica

La persistenza della compattazione in un suolo dipende dalla profondità a cui arriva lo strato compatto, dalla capacità delle particelle di terreno di espandersi e contrarsi e dal clima. Quanto più la compattazione arriva in profondità, tanto più persiste nel terreno.

Quanto maggiore è la capacità di un suolo di espandere e di contrarre le sue particelle (come risultato dell'alternanza di periodi asciutti e periodi umidi su determinati tipi di argilla), tanto minore è la durata della compattazione ad una certa profondità.

La sostanza organica riduce il rischio di compattazione poiché favorisce l'aggregazione delle particelle di suolo determinando un aumento della porosità ed una riduzione della densità apparente. Inoltre aumenta la permeabilità e quindi la quantità di acqua disponibile per le piante.

L'aggiunta di letame, compost o altro materiale organico al terreno migliora la struttura del suolo che quindi resiste meglio alla compattazione.

### 1.2.4. Metodi per ridurre gli effetti

La compattazione può essere evitata, o comunque ridotta, adottando opportuni accorgimenti:

- ridurre il numero di passaggi delle macchine e degli attrezzi sul terreno. Quando ciò non è possibile, è preferibile passare con le macchine sempre sulla stessa traccia nelle successive operazioni colturali;
- utilizzare tecniche agronomiche a basso impatto;
- preferire le macchine con minor superficie di contatto col terreno;
- effettuare lavorazioni alternative all'aratura come la discissura con *chisel* o con ripuntatori, disponibili in diversi tipi (curvi, dritti, inclinati), in funzione del tipo di terreno da lavorare;
- effettuare le operazioni colturali, la raccolta ed il pascolamento quando il suolo è asciutto;
- effettuare un'ampia rotazione delle colture;
- mantenere o incrementare la quota di sostanza organica nel terreno con l'utilizzo di concimi, per aumentare la stabilità della struttura.

### 1.2.5. Metodi di stima

I metodi di investigazione della compattazione sono i seguenti:

- osservazioni in campo;
- misure in campo (resistenza alla penetrazione, conducibilità idraulica);
- misure in laboratorio (campioni per determinare la densità apparente, porosità e capacità capillare).

Di seguito vengono presentati con maggior dettaglio.

#### 1.2.5.1. OSSERVAZIONI IN CAMPO

- Aree con acque stagnanti sulla superficie del suolo soprattutto nelle tracce delle macchine agricole dopo precipitazioni, irrigazione o scioglimento delle nevi sono segni evidenti di compattazione (fig. 1.1).



Figura 1.1. Tracce di macchinari con acque stagnanti.

- Crescita lenta e irregolare delle piante (fig. 1.2):

condizioni buone (altezza mais 2,3-2,7 m a maturità)



condizioni moderate (altezza mais 2,3-2,7 m)



condizioni scarse (altezza mais 1,2-1,7m)



Figura 1.2. Crescita differenziata di piante di mais a seconda del livello di compattazione.

- Distribuzione delle piante (fig. 1.3):

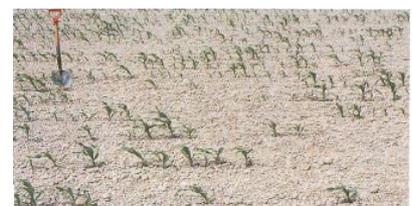
Figura 1.3. Distribuzione delle piante diversificata a seconda del livello di compattazione.



*Condizioni buone:*  
buona emergenza e costituzione delle piante, con pochi intervalli tra le fila e le piante mostrano un'altezza regolare



*Condizioni moderate:*  
emergenza e costituzione delle piante moderate, con un numero significativo di spazi tra le fila e una discreta variazione nell'altezza.



*Condizioni scarse:* emergenza e costituzione delle piante scarse, con un gran numero di intervalli tra le fila e un'ampia variazione nell'altezza.

- foglie ingiallite (fig. 1.4):

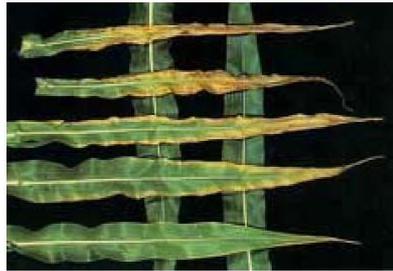


Figura 1.4. Foglie ingiallite a causa della compattazione.

- formazione di croste e crepe (fig. 1.5):



Figura 1.5. Croste e crepe superficiali causate dall'alto contenuto di argilla e di limo.

- deformazioni radicali (fig. 1.6):



Figura 1.6. Deformazione radicale a sinistra causata dalla compattazione del suolo.

#### 1.2.5.2. MISURE IN CAMPO

- **Resistenza penetrometrica:**

La resistenza alla penetrazione è un indicatore secondario della forza del suolo; come aspetti positivi ha che la raccolta dei dati è facile e veloce; l'aspetto negativo, invece, riguarda l'incertezza nel dato perché esiste una forte dipendenza con altri fattori del suolo (anche tessitura) e nell'interpretazione della misura nella zona esplorata dalle radici. Esiste una relazione inversa tra la resistenza alla penetrazione e il contenuto d'acqua nel suolo. Inoltre c'è una forte dipendenza con forma e dimensione del cono del penetrometro, per cui è necessaria una standardizzazione. La resistenza meccanica è fortemente correlata alla radicabilità del

suolo e il penetrometro è uno strumento utile per identificare gli strati compatti; comunque un suolo ben strutturato può avere un'alta resistenza alla penetrazione ma una buona radicabilità. (JRC, ies, ENVASSO, 2008).

I penetrometri a cono sono spesso usati per misurare la compattazione del suolo per la facile, rapida ed economica operatività. Esistono due tipi di penetrometri a cono a mano: statici e dinamici. Entrambi misurano la resistenza del suolo alla penetrazione verticale di una sonda o di un cono. I **penetrometri statici**, soggetti a energia idraulica, meccanica o elettrica costante, registrano dati in profondità nel profilo del suolo usando l'acquisizione dei dati digitali; lavorano bene per documentare i profili di compattazione dovuti alla costante velocità di penetrazione, ma sono costosi e spesso limitati ai siti con strada percorribile (accessibile). Misurano la forza richiesta per spingere un cono metallico attraverso il suolo a velocità costante. Sono però costosi ed è difficile applicare la pressione con velocità costante e ripetibile, e hanno un uso limitato nei suoli secchi. I **penetrometri a cono dinamici** applicano una quantità conosciuta di energia cinetica al cono, che fa muovere il penetrometro a distanza attraverso il suolo; tendono a dare risultati molto più coerenti (costanti), hanno un *range* di ripetibilità maggiore perché non sono soggetti a variabilità dell'operatore, hanno minori limitazioni nei suoli secchi, tendono ad essere meno costosi di quelli statici. Sono adatti per monitorare la compattazione nei terreni militari. I **Penetrometri a cono a caduta** sono usati per stimare la forza del suolo alla superficie e gli effetti di compattazione associati con il pascolamento del bestiame e i veicoli militari; tecnica rapida e precisa che ottiene molti campioni in breve tempo; apparecchiatura poco costosa, facile da usare, rapida e altamente ripetibile; come svantaggi ha che viene misurata sola la resistenza del suolo superficiale e non dice nulla circa il profilo di suolo sottostante (The Center for Environmental Management of Military Lands, Colorado State University, 2004)

La resistenza alla penetrazione (MPa) di un suolo compattato al variare della profondità segue una funzione polinomiale di 2° grado, valori maggiori (4,8 MPa) si hanno in superficie e a 60 cm di profondità e valori minori a 35 cm (2 MPa, fig. 1.7) (Houskova, 2004).

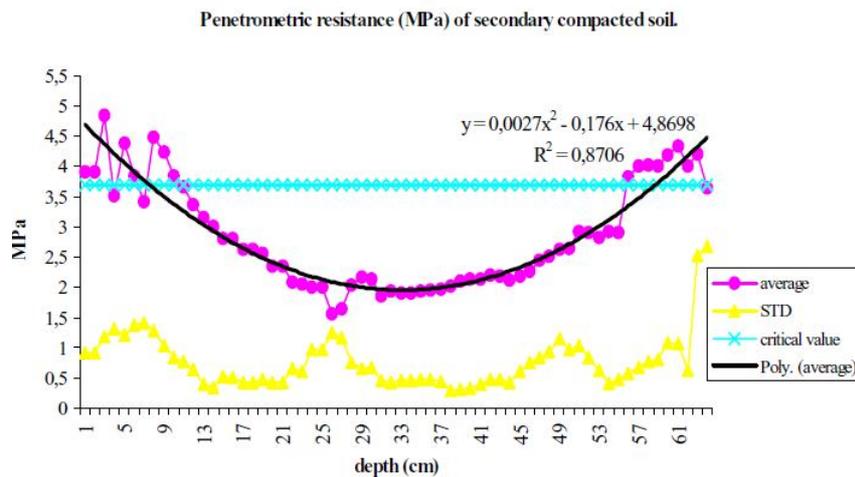


Figura 1.7. Resistenza alla penetrazione di un suolo compattato in funzione della profondità.

- **Conducibilità idraulica:**

- conducibilità idraulica satura  $K_{sat}$  [ $LT^{-1}$ ]
- conducibilità idraulica nell'insaturo  $K(h)$  [ $LT^{-1}$ ]

La misura dell'infiltrazione in campo si effettua con l'infiltrometro.

La  $K_{sat}$  o permeabilità in genere si misura in laboratorio.

### 1.2.5.2. MISURE IN LABORATORIO

La compattazione del suolo è un fenomeno dalle molte facce che viene valutato essenzialmente con una serie di parametri:

- **densità apparente secca:** è una misura diretta della compattazione, viene prelevato il campione in campo e viene poi seccato in stufa; rappresenta la massa solida sul volume totale ( $M_s/V_t$ ). La parte alta del *subsoil* è la zona di maggior importanza per identificare la compattazione;
- **porosità:** la porosità riempita d'aria nei suoli non degradati diminuisce con la profondità, nei suoli degradati, diminuisce, poi si stabilizza a 25-35 cm e aumenta fino a 45 cm; in entrambi i casi il valore a 45 cm è 10% (JRC, IES, ENVASSO, 2008).

La completa caratterizzazione del sistema dei pori nel suolo è possibile mediante la porosimetria a mercurio (con diametro equivalente minore di  $50\mu m$ , campione di dimensioni modeste, costituito da microzolle) e l'analisi di immagine su sezioni sottili (con campione di  $30\mu m$  di spessore, trasparente alla luce) preparate da campioni indisturbati di terreno attraverso tecniche di micromorfologia del terreno (pori maggiori di  $50\mu m$ ) e studiati al microscopio ottico. La porosità può essere valutata anche attraverso la misura della densità apparente.

- **micro-morfologia** del suolo: stima della densità apparente quantificando il rapporto solidi/vuoti visto al microscopio (pori: tipo, dimensioni, forma, grado di interconnessione; orientazione casuale, preferenziale o individuale);
- **capacità d'aria**: rappresenta il volume dei pori riempiti d'aria a uno specifico potenziale di suzione (3, 5 o 6 kPa) e indica la capacità di diffusione di ossigeno e la radicabilità in condizioni umide; rappresenta un buon indicatore della quantità di macropori e definisce lo spazio d'aria per radici e biota;
- **permeabilità** ( $K_{sat}$ ) è un indicatore integrato di struttura, capacità di diffusione di ossigeno, radicabilità e condizioni per il biota; nei *topsoil* può essere considerata la misura di capacità di infiltrazione. La misura della  $K_{sat}$  è laboriosa e richiede tempo, è costosa e, soprattutto, nel *topsoil* può cambiare in piccoli intervalli di tempo; è una misura diretta di una delle funzioni chiave del suolo, come la capacità d'infiltrazione e la capacità di filtraggio;
- **estrazione di acqua dal suolo**: si ricavano dei profili di estrazione d'acqua da parte delle piante attraverso un metodo indiretto; le piante che crescono in siti non degradati sono capaci di estrarre il 30% di acqua dal suolo in più rispetto a quelle in siti degradati (JRC, IES, ENVASSO, 2008).

### 1.2.6. Indicatori

In Italia il danno da compattamento viene valutato in termini di porosità e di resistenza alla penetrazione mediante penetrometro. In mancanza di dati analitici, il danno viene quantificato per mezzo di un indicatore *proxy* (indicatore indiretto), che esprime il "traffico" di macchine agricole sul terreno attraverso la stima del numero e della potenza delle trattrici. Il numero di trattrici tiene conto della densità di impiego delle macchine e la potenza delle trattrici è correlabile al peso e al potenziale danno causabile alla struttura del suolo. Il rischio di compattazione è stato stimato attraverso la determinazione della sommatoria peso applicata per ettaro, considerando l'aratura, la preparazione del letto di semina, la concimazione di copertura, il diserbo e il trattamento antiparassitario (ANPA, CTN SSC, 2001).

(C.V. medi a trattrice) x (0,75 q) = peso

Manuale agronomo (75kg/CV)

$$\frac{(C.V. \text{ medi a trattrice}) (0,075 \text{ t}) (N. \text{ trattrici}) 5 \text{ passaggi}}{\text{ettari (seminativi + legnose da frutto)}} = \text{t/ha}$$

Quindi è stato fatto un confronto tra il 1967 e il 1992 e si può notare che presentano valori di rischio di compattazione maggiori il Piemonte e il Trentino Alto-Adige nel 1967, poi solo il Trentino nel 1992; tutto il nord Italia presenta comunque rischio elevato e, anche se evidente già in passato, si è acuito col tempo ed è aumentato anche nel centro sud (fig. 1.8).

Dai dati elaborati dell'Istituto Sperimentale per lo Studio e Difesa del Suolo (ISSDS) si evince che in questi 25 anni la sommatoria peso del Trentino è più che quadruplicata e quella della Valle d'Aosta ha valori addirittura superiori di 20 volte.

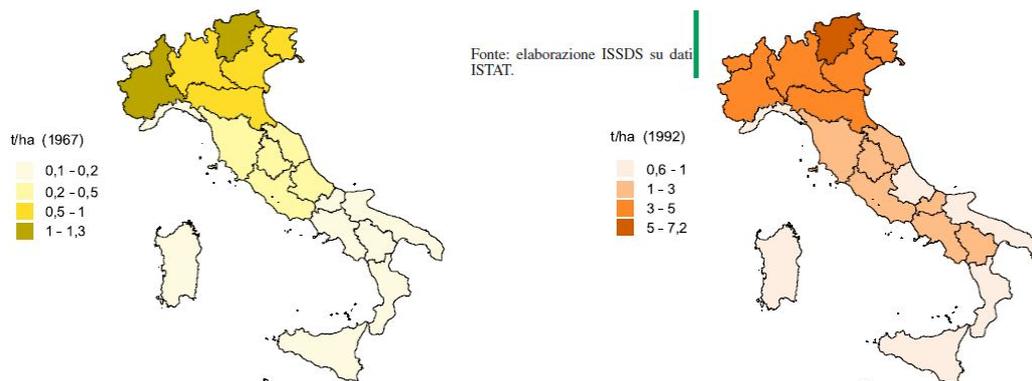


Figura 1.8. Confronto del rischio di compattazione in Italia tra il 1967 e il 1992 (ANPA, CTN SSC, 2001).

I principali caratteri del suolo che possono essere utilizzati per la valutazione della degradazione fisica a seguito delle attività antropiche sono: **porosità, grado di compattazione e suscettibilità alla compattazione**. La porosità è l'indicatore principale delle condizioni strutturali e delle qualità fisiche del suolo.

Per diagnosticare la presenza di strati compatti lungo il profilo l'Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo stabilisce dei criteri e le caratteristiche esaminate riguardano la porosità, il ristagno idrico e l'uso dell'aratro a vomere (Tab. 1.1).

Inoltre c'è una relazione stretta tra compattazione e porosità totale e ad ogni range di porosità corrisponde un grado di compattazione (Tab. 1.2).

Il danno viene valutato in termini di porosità e soprattutto di alterazione del sistema dei pori in relazione anche agli effetti negativi sull'infiltrazione dell'acqua.

In prima approssimazione l'Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo definisce una scala di suscettibilità al compattamento, in relazione agli usi del suolo, fra 0 ed 1, ove 0 rappresenta il rischio minimo e 1 il rischio massimo (Tab. 1.3).

Da questa tabella possiamo notare come incolti e foraggere presentino rischio nullo o basso, mentre seminativi che richiedono aratura con aratro a versoio o fresatura, colture arboree non inerbite e con lavorazioni e pascoli con più di 1,5 UBA/ha presentino il rischio maggiore di compattamento.

Tabella 1.1. Parametri e relativi valori per valutare la compattazione (ISSDS).

<b>Caratteristiche diagnostiche rivelatrici di compattazione</b>	
Porosità totale dello strato (%)	da 5% a 10%
Porosità dello strato soprastante o sottostante (purché avente composizione granulometrica simile)	10% in più rispetto allo strato da diagnosticare
Ristagno idrico	presente
Tipo di porosità	suborizzontale non connessa
Uso di aratro a vomere	sì

Tabella 1.2. Grado di compattamento in relazione ai valori di porosità (ANPA, CTN SSC, 2002).

<b>Grado di compattamento</b>	<b>Porosità totale (%)</b>
Suolo molto compatto	<5%
Suolo compatto	5-10%
Suolo moderatamente poroso	10-25%
Suolo poroso	25-40%
Suolo altamente poroso	>40%

Tabella 1.3. Rischio di compattamento dei diversi usi del suolo (ISSDS).

<b>Uso del suolo</b>	<b>Rischio di compattamento</b>
Colture erbacee con lavorazioni del suolo che prevedono l'aratura con aratro a versoio e/o la fresatura	1
Colture erbacee con lavorazioni del suolo che non prevedono l'aratura con aratro a versoio e/o la fresatura	0,3
Arboree non inerbite con lavorazione del suolo	1
Frutteti, vigneti, oliveti inerbiti da più di 2 anni	0,4
Pascolo > 1,5 UBA/ha	1
Pascolo 1,2-1,4 UBA/ha	0,8
Pascolo 1-1,1 UBA/ha	0,7
Pascolo 0,5- 1 UBA/ha	0,6
Pascolo < 0,5 UBA/ha	0,5
Incolto e foraggere senza pascolamento presenti da più di 2 anni	0
Siepi, boschetti e altri interventi di copertura permanente del suolo assistiti con operazioni meccaniche che prevedono l'uso di trattrici	0,2
Incolto e foraggere senza pascolamento, presenti da 1 a 2 anni	0,1
Semina su sodo o inerbimento	0,5

**JRC** (Joint Research Centre) e **IES** (Institute for Environment and Sustainability) hanno definito la **suscettibilità** alla compattazione naturale nei diversi gruppi pedologici definiti da WRB (1994) (Tab. 1.4). Risulta che i gleysols (non mollic), i podzols, i planosols e gli albic luvisols (suoli minerali condizionati da clima temperato sub-umido) hanno alta suscettibilità, mentre gli histosols, i leptosols, gli andosols e gli arenosols l'hanno bassa.

Tabella 1.4. Unità di suolo e relative classi di suscettibilità alla compattazione.

Soil units (WRB –1994)	Susceptibility to natural compaction
Histosols	low
Anthrosols	low
Rendzic Leptosols	low
other Leptosols	low
Andosols	low
Arenosols	low
Chernozems	low
Phaeozems	low
Mollic Fluvisols and Mollic Gleysols	medium
The other Fluvisols	medium
Eutric Cambisols	medium
Dystric Cambisols and Umbrisols	medium
Haplic Luvisols	medium
The other Gleysols	high
Podzols	high
Planosols	high
Albic Luvisols and Glossisols	high
Stagnosols	high

Sempre dal JRC e IES sono stati definiti dei range di valori delle proprietà fisiche del suolo in relazione alle classi tessiturali per cui i suoli possono essere compattati (Tab. 1.5).

Un suolo argilloso è considerato compattato se ha densità apparente maggiore di 1,35 g/cm<sup>3</sup>, mentre un suolo sabbioso con densità apparente maggiore di 1,70 g/cm<sup>3</sup>.

Lo stesso andamento si riscontra per la resistenza alla penetrazione, mentre per la porosità i suoli argillosi per essere considerati compattati necessitano di valori maggiori (< 48%) rispetto ai suoli sabbiosi (< 38%).

Tabella 1.5. I valori limite delle proprietà fisiche del suolo in relazione alle classi tessiturali.

SOIL PROPERTY	SOIL TEXTURAL CATEGORY					
	Clay	Clayey	Loam	Sandy loam	Loamy sand	Sand
Bulk density (g.cm <sup>-3</sup> )	>1.35	>1.40	>1.45	>1.55	>1.60	>1.70
Penetrometric resistance (MPa) *	2.8 - 3.2	3.2 - 3.7	3.7 - 4.2	4.5 - 5.0	5.5	6
according to soil moisture (% of weight)	28 - 24	24 - 20	18 - 16	15 - 13	12	10
Porosity (% of volume)**	< 48	< 47	< 45	< 42	< 40	< 38
Minimal air capacity (% of volume)	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Maximal capillary capacity (% of volume)	>35	>35	>35	-	-	-
Clay content (< 0.001 mm)	>30	>30	-	-	-	-
Plasticity index	>25	>25	>25	-	-	-

Inoltre ci sono stati diversi studi sull'effetto del traffico sui suoli e sulla stima della compattazione in Europa.

Il traffico su suoli con alta umidità con macchinari che presentano alto carico sull'asse causa compattazione del *subsoil* profonda e persistente. Sotto i 40 cm è permanente. Il modo migliore per prevenirla è far sì che gli *stress* nel *subsoil* causati dai carichi sulla superficie non superino la forza del *subsoil*. Si stima che la compattazione del suolo sia responsabile della degradazione di un'area di 33 milioni di ettari in Europa (Van Ouwerkerk e Soane, 1994). Circa il 32% dei *subsoil* in Europa è altamente vulnerabile e un altro 18% lo è moderatamente (Fraters, 1996). Il gruppo di lavoro internazionale sulla compattazione del suolo da veicoli con alto carico su asse considera alti i carichi su ruota di 50kN (Van den Akker, 2003). Oggi in agricoltura si usano carichi su ruota fino a 100-120 kN su suoli umidi o bagnati durante la raccolta delle barbabietole da zucchero e l'applicazione di liquami. In esperimenti di traffico in campo con carichi su ruota di 80 kN su suoli franco sabbiosi o franchi, Arvidsson (2001) misurò che la conducibilità idraulica di molti *subsoil* si era ridotta permanentemente al 10%, mentre carichi di 50 kN non mostravano riduzioni delle rese significative dei cereali. Usando pressioni di gonfiaggio delle ruote minori, è possibile ridurre gli stress del suolo, almeno nel *subsoil* più alto (Arvidsson et al., 2002). Una ruota con pressione di gonfiaggio di 200 kPa ed un carico su ruota di 30 kN causa più danni alla parte alta del *subsoil* rispetto a una pressione della ruota minore con pressione di gonfiaggio di 80 kPa e un carico su ruota di 50 kN. L'erosione è una forma chiara di degradazione del suolo visibile per chiunque e riconosciuta come problema; la compattazione del *subsoil*, invece, è una forma nascosta di degradazione, non sempre visibile (Van den Akker, 2003).

## 1.5 GLI STRUMENTI CARTOGRAFICI E PEDOLOGICI DI CONOSCENZA DEL SUOLO

La Comunità Europea ha sottolineato più volte la carenza nella conoscenza dello stato dei suoli a livello di Unione Europea. Infatti all'articolo 6 e allegato I della proposta di Direttiva Quadro per la Protezione del Suolo (COM 232/2006) si afferma che l'identificazione delle aree a rischio può avvenire solo nel momento in cui si conoscono le diverse tipologie di suolo presenti in un determinato territorio. La realizzazione di una cartografia dei suoli ha quindi molteplici obiettivi, oggi non viene più utilizzata esclusivamente come strumento conoscitivo sull'attitudine dei suoli alle colture per scopi produttivi, ma soprattutto ai fini della tutela del territorio e di una sua corretta gestione. La carta dei suoli è infatti uno strumento fondamentale dal quale ricavare indicatori per valutare, ad esempio, gli impatti delle politiche agricole ed ambientali sulla qualità del suolo ([http://indicatori.arpa.veneto.it/indicatori\\_ambientali/geosfera/](http://indicatori.arpa.veneto.it/indicatori_ambientali/geosfera/)).

E' ciò che dovrà essere fatto secondo la nuova Politica Agricola Comunitaria (Reg. CE 1782/03) che prevede l'adozione, da parte degli stati membri, di misure obbligatorie per gli agricoltori per

mantenere buone condizioni agronomiche ed ambientali del terreno tenendo in considerazione le caratteristiche dei suoli.

Inoltre il crescente interesse per la conservazione del suolo implica la necessità di raccogliere informazioni attraverso il rilevamento di dati e attività di ricerca che permettano una valutazione del loro stato qualitativo attuale e del cambiamento di questo stato, in funzione dell'uso del suolo, delle tendenze evolutive, della risposta a interventi antropici e del livello di alterazione tollerabile.

A livello regionale, per soddisfare questa esigenza di informazioni sui suoli, è stato istituito nel 1997 l'Osservatorio Suolo, attualmente denominato Servizio Suoli, facente parte del Dipartimento Provinciale ARPAV di Treviso. Il Servizio Suoli ha il compito di:

- a) effettuare il rilevamento dei suoli della regione Veneto e l'elaborazione delle carte pedologiche e di carte derivate;
- b) standardizzare metodologie di descrizione dei suoli e di elaborazione della cartografia;
- c) elaborare documenti di riferimento sotto forma di norme tecniche e metodologiche, come ad esempio la guida alla descrizione dei suoli;
- d) aggiornare e gestire la banca dati dei suoli del Veneto che raccoglie informazioni descrittive e geografiche rilevate nella regione dal Servizio stesso o da altri enti.

Inoltre il Servizio Suoli è coinvolto in progetti regionali, nazionali ed internazionali, alcuni dei quali già conclusi, come:

Carta dei suoli in scala 1:50.000 per il bacino scolante in laguna di Venezia (2004);

- Carta dei suoli del Veneto in scala 1:250.000 (2005);
- Carta dei suoli in scala 1:50.000 delle province di Treviso e Venezia (2008);
- Carta dei suoli in scala 1:50.000 della province di Padova (in corso di pubblicazione);
- Carte dei suoli in scala 1:50.000 delle province di Vicenza, Rovigo e Verona (in corso di rilevamento);
- Carte dei suoli in scala 1:25.000 per le zonazioni viticole;
- Carta ecopedologica d'Italia;
- Carta ecopedologica delle Alpi;
- Comitato Tecnico Nazionale per il Territorio ed il Suolo (CTN-TES, APAT);
- Sviluppo di Indicatori Ambientali sul Suolo (SIAS) a livello nazionale (APAT).

In Figura 1.9 viene rappresentato lo stato dell'arte per quanto riguarda la cartografia dei suoli del Veneto a diverse scale di dettaglio (1:50.000 per la cartografia provinciale e 1:25.000 per le zonazioni): finora sono stati rilevati 8.534 km<sup>2</sup> pari al 49% della superficie regionale ovvero al 65% dell'area di pianura. In corso di rilevamento le province di Rovigo, e la parte pianeggiante della provincia di Verona e la rimanente porzione della provincia di Vicenza.

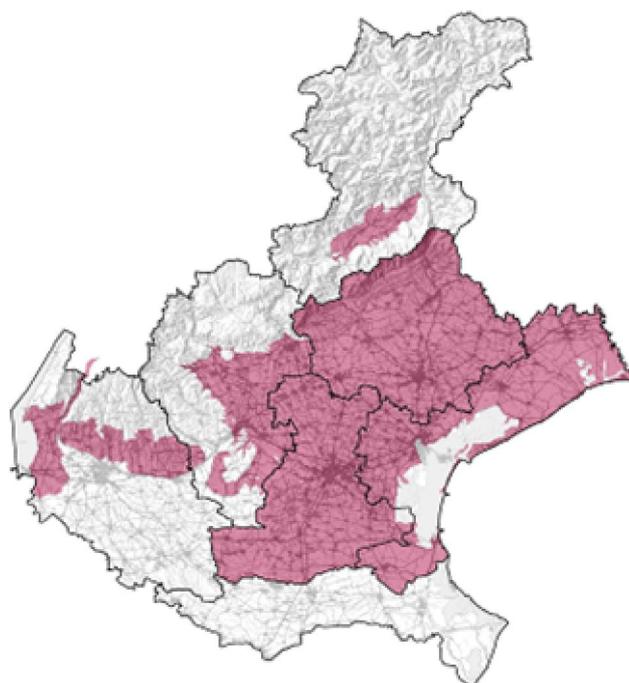


Figura 1.9. Superficie rilevata della regione Veneto (ARPAV, 2010).



## 2. SCOPO DELLO STUDIO

Nella presente tesi di dottorato è stata approfondita la tematica della compattazione del suolo, un tema sempre più attuale e importante perché rappresenta una delle otto principali minacce di degrado del suolo individuate dalla Commissione europea nella COM (2006).

Il presente studio è nato con l'obiettivo di colmare la lacuna di informazioni esistente su tale fenomeno attraverso l'individuazione di metodi di valutazione della vulnerabilità alla compattazione. Sono stati indagati i metodi esistenti a livello europeo e a livello internazionale e ne sono stati utilizzati due (Jones et al., 2003 nel progetto ENVASSO e metodo AAFC, Agriculture and Agri-Food Canada) per la realizzazione della carta della vulnerabilità dei suoli di pianura della regione Veneto e dell'area DOC Piave.

Queste carte sono state create con l'obiettivo di disporre di uno strumento utile per individuare le aree più vulnerabili e quindi che necessitano l'adozione di adeguate pratiche di gestione del suolo per garantirne la conservazione.

Per validare il metodo scelto è seguita un'attività in campo, inizialmente condotta nell'azienda vitata di Giuseppe Cescon a Chiarano (TV) azienda rappresentativa dell'area DOC Piave, un'area ad alta vocazione vinicola.

Per validare il metodo di valutazione della vulnerabilità a tutto il territorio veneto sono state indagate delle aziende vitate, già coinvolte nel progetto europeo BIO-BIO attraverso l'indagine pedologica (trivellate) e l'analisi di alcuni parametri chimico-fisici (es. tessitura, CO).

In tutte le aziende sono state effettuate misure di densità apparente e di resistenza alla penetrazione, due dei parametri principali per valutare la compattazione, e di alcuni parametri chimici; le misurazioni sono state eseguite nell'interfila e nella ruotata, allo scopo di confrontare la situazione naturale con quella compattata a causa del passaggio dei macchinari. Inoltre sono stati confrontati questi parametri nella conduzione biologica e in quella convenzionale.

L'attività di tesi è stata compiuta presso il Servizio Suoli del Dipartimento ARPAV di Treviso, in collaborazione con l'allora Dipartimento di Biotecnologie Agrarie dell'Università degli Studi di Padova. Di seguito si riporta una descrizione delle principali attività del Servizio, centro di riferimento per la raccolta e l'elaborazione di informazioni pedologiche a livello regionale. In particolare, sono state descritte in modo più approfondito le realizzazioni della Carta dei Suoli del Veneto in scala 1:250.000 e della Carta dei Suoli della provincia di Treviso in scala 1:50.000, a cui fanno riferimento i risultati ottenuti per l'area a DOC Piave.



### 3. MATERIALI E METODI

#### 3.1 DESCRIZIONE DELL'AREA DI STUDIO

Al fine di indagare il fenomeno della compattazione, è stata scelta come area di riferimento oltre alla pianura veneta l'area a DOC Piave, una delle più estese dell'Italia settentrionale e una delle più produttive aree DOC in termini di ettolitri prodotti.

L'area a "Denominazione di Origine Controllata Piave" ricade nelle province di Treviso e Venezia, con 50 comuni nella prima e 12 nella seconda, con una superficie complessiva pari a 13.146 ettari.

Le informazioni sui suoli, utilizzate nel presente studio, sono state ricavate da alcune cartografie elaborate dal Servizio Suoli - ARPAV di Treviso:

- per la descrizione dei suoli della pianura veneta si fa riferimento alle cartografie esistenti di maggior dettaglio quali le Carte dei Suoli delle province di Treviso e di Venezia alla scala 1:50.000 (2008) e, per le aree non disponibili, alla Carta dei Suoli del Veneto in scala 1:250.000 (2005);
- per la descrizione dei suoli della DOC Piave si fa riferimento alla cartografia in scala 1:50.000 della provincia di Treviso e della provincia di Venezia.

##### 3.1.1 La pianura veneta

###### 3.1.1.1. IL CLIMA

Il clima del Veneto, pur rientrando nella tipologia mediterranea, presenta caratteristiche proprie dovute alla sua posizione di transizione. La regione subisce, infatti, l'azione mitigatrice del Mare Adriatico, l'effetto orografico della catena alpina e la continentalità dell'area centro-europea. In particolare, possono essere individuate due regioni principali: quella alpina con clima montano di tipo continentale e quella della pianura padana a carattere atlantico con inverni rigidi; all'interno della pianura si possono ulteriormente differenziare due sub-regioni a clima più mite, quella che circonda il lago di Garda e quella della fascia litoranea costiera (ARPAV, 2000).

Concentrandosi solo sulla pianura veneta, si può affermare che essa è caratterizzata da un notevole grado di continentalità con inverni rigidi ed estati calde e da elevata umidità che rende afosa l'estate e origina nebbie in inverno. Nella zona costiera, la vicinanza al mare favorisce la penetrazione di venti umidi e una lieve mitigazione delle temperature invernali.

Le temperature aumentano procedendo da nord verso sud ma si aggirano intorno ai 12-13 °C in media. Le precipitazioni diminuiscono passando dall'alta alla bassa pianura, andando dai 1.200 mm/anno del settore nordorientale ai 600 del Polesine. Le precipitazioni medie hanno un minimo

estivo in corrispondenza del massimo delle temperature medie mensili e valori massimi concentrati in tarda primavera e nel mese di novembre (ARPAV, 2005).

### Suddivisione climatica

Pur in assenza di dati sperimentali e diretti relativi al regime termico e idrico dei suoli, è stato possibile determinare il bilancio idrico dei suoli utilizzando il metodo realizzato da Thornthwaite e Mather (Ciavatta e Vianello, 1989), che considera:

- l'indice di umidità globale,
- l'evapotraspirazione potenziale,
- la variazione stagionale dell'umidità in funzione degli indici di aridità e umidità,
- la concentrazione estiva dell'efficienza termica, ottenuta tramite il rapporto percentuale tra l'evapotraspirazione dei mesi estivi e quella totale annua.

Per l'identificazione dei limiti tra i diversi tipi climatici sono state usate le elaborazioni dei dati delle stazioni meteorologiche ARPAV distribuite in tutta la regione integrate con le distribuzioni delle precipitazioni e delle temperature e con i limiti geografici dei sistemi di suolo definiti dalla cartografia.

Il clima della regione risulta umido nell'alta pianura, con indice di umidità globale che decresce verso sud; in bassa pianura, il clima va da umido a subumido e diventa subarido in corrispondenza della provincia di Rovigo e nella parte meridionale di Verona (fig. 3.1). I climi umidi hanno deficienza idrica assente o ridotta, le zone con clima da subumido a subarido hanno eccedenza idrica annua nulla, occasionalmente da moderata ad elevata nella stagione invernale.

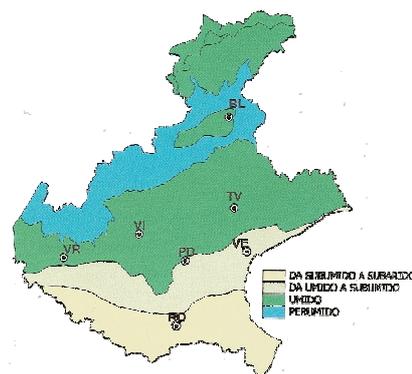


Figura 3.1. Tipo climatico secondo Thornthwaite.

### Bilancio idrico dei suoli

Nell'alta pianura per un suolo con AWC (*Available Water Content*) di 150 mm, dalla tarda primavera la piovosità è inferiore all'evapotraspirazione, le piante iniziano ad attingere la riserva idrica utile del suolo, determinando condizioni di deficit idrico fino al mese di settembre; dopo questo periodo la

piovosità torna ad essere superiore all'evapotraspirazione, la temperatura diminuisce e la riserva idrica del suolo viene ricostituita.

La stessa situazione si verifica nelle stazioni della bassa pianura dove, però, grazie alla maggiore capacità di acqua disponibile (circa 200 mm) e alla presenza della falda dentro il profilo, le condizioni di deficit idrico sono attenuate. Solo nelle stazioni della parte meridionale, dove la piovosità è minore, si determina un periodo più lungo in cui l'evapotraspirazione potenziale supera le precipitazioni (intervallo aprile-ottobre) con conseguente deficit idrico più prolungato per le colture. Solo nel mese di gennaio viene ripristinata la riserva idrica utile totale.

### Regimi di umidità e temperatura

Dall'elaborazione del bilancio idrico è stato determinato il regime di umidità dei suoli secondo quanto previsto dal sistema americano di classificazione dei suoli (*Soil Survey Staff, 1998*) (fig. 3.2). Risulta **udico** in gran parte della regione, con apporti idrici tali da compensare le perdite per evapotraspirazione; la sezione di controllo del suolo (primo metro) non è asciutta per almeno 90 giorni o più cumulativi all'anno, con meno di 45 giorni consecutivi secchi, in almeno 6 anni su 10.

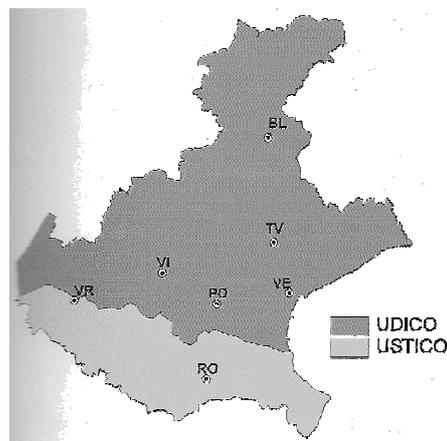


Figura 3.2. Regime idrico dei suoli secondo la *Soil Taxonomy*.

La parte meridionale della regione ha regime di umidità di tipo **ustico**, con periodi più lunghi durante l'anno in cui le precipitazioni non sono in grado di compensare le perdite per evapotraspirazione dal sistema suolo-pianta. Tali suoli nella sezione di controllo sono secchi, totalmente o parzialmente, per 90 giorni cumulativi all'anno per almeno 6 estati su 10. Inoltre esiste una tendenza verso il regime di umidità xerico (suolo secco per almeno 45 giorni consecutivi in estate) per la provincia di Rovigo.

Infine, i suoli delle aree sotto il livello del mare o nella fascia delle risorgive, trovandosi in condizioni di saturazione in prossimità della superficie, presentano regime di umidità **aquico**.

Per quanto riguarda le temperature, sempre facendo riferimento alla classificazione americana, i suoli della pianura hanno un regime di tipo **mesico**, cioè con temperature medie annue comprese tra gli 8 e i 15°C e differenza tra la temperatura media estiva e media invernale di 5°C a 50 cm di profondità.

### 3.1.1.2. USO E GESTIONE DEL SUOLO

Dalla Carta della copertura del suolo del Veneto in scala 1:10.000 (Regione Veneto, 2009), risulta che poco più della metà della regione, il 57,7%, viene utilizzata per l'attività agricola; la restante superficie è occupata da foreste (29,1%), da suoli urbanizzati (7,6%), e da zone umide e corpi d'acqua (5,6%) (APAT, 2004).

Dai dati ISTAT relativi al 6° Censimento Generale dell'Agricoltura (2010), la SAU (superficie agricola utilizzata) rappresenta il 78,9% dell'area regionale. La superficie agricola è occupata in prevalenza da seminativi, diffusi per il 70,5% in tutta la pianura veneta. I cereali costituiscono le colture predominanti e, tra questi, domina il mais. Anche se di minor estensione, anche le colture permanenti rivestono una certa importanza in Veneto: i prati e pascoli si estendono per il 16% del territorio regionale; importanti sono anche le colture legnose (13,4%), tra cui in particolare la coltivazione della vite, a cui corrisponde un 9,1% dell'area totale e il 68,4% rispetto alle colture legnose, concentrata nell'area orientale della provincia di Treviso, sui colli Euganei in provincia di Padova, sui colli Berici in provincia di Vicenza e in tutta la fascia collinare dalla provincia di Verona fino a quella di Treviso .

In figura 3.3 si rappresenta un estratto della Carta della copertura del suolo che evidenzia le aree interessate da seminativi e quelle a vigneto.

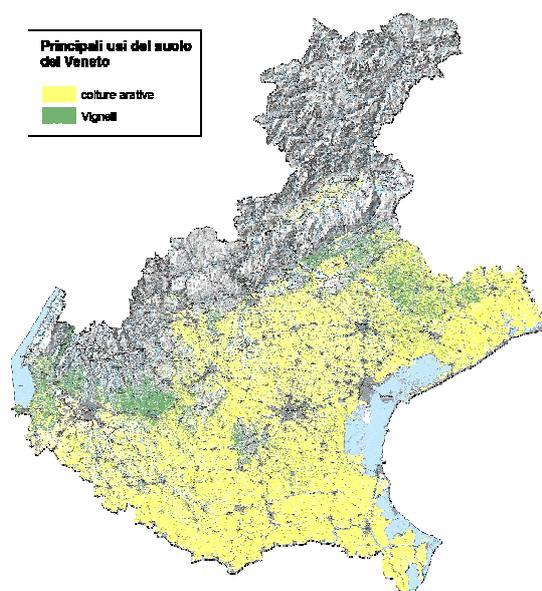


Figura 3.3. Aree della pianura veneta interessate dalla presenza di vigneto o da colture arative (Regione Veneto, 2009).

La natura dei suoli influisce sulla loro gestione. Infatti i suoli dell'alta pianura, caratterizzati da sedimenti grossolani e da un buon drenaggio, determinano una veloce infiltrazione delle acque meteoriche nel sottosuolo che vanno ad alimentare l'acquifero freatico ospitato dal materasso ghiaioso. Quindi l'alta pianura si presenta come un ambiente asciutto che necessita di interventi irrigui ai fini agricoli per ottenere un'agricoltura produttiva. L'acqua di irrigazione è garantita da una fitta rete di canali o, più spesso, da condotte interrato. In alta pianura le colture più diffuse sono:

- il mais, sul conoide di Bassano e di Montebelluna;
- la vite, sul conoide di Nervesa nel trevigiano;
- i frutteti nel veronese, sul conoide dell'Adige e dell'apparato gardesano;
- i prati con allevamento di bovini da latte, sul conoide recente del Brenta (Carmignano di Brenta).

La gestione del suolo cambia completamente in corrispondenza della fascia delle risorgive dove, la venuta a giorno della falda freatica, provoca la formazione di "fontanili" o "fontanazzi", causata dai materiali fini all'interno della serie ghiaiosa. Questo fenomeno si esaurisce entro pochi chilometri verso valle a causa dell'ispessimento della copertura sedimentaria argilloso-limoso che confina gli acquiferi artesiani nel sottosuolo. Nella bassa pianura, invece, predominano i sedimenti fini che portano spesso alla formazione di falde freatiche sospese nei primi due metri di profondità. I suoli della bassa pianura e della pianura costiera sono per lo più utilizzati a seminativo, con prevalenza delle colture più produttive come il mais, le cui esigenze idriche sono soddisfatte dagli apporti meteorici e dall'irrigazione di soccorso.

Nella pianura alluvionale del Po e dell'Adige, dove le precipitazioni sono inferiori al resto della regione (700-800 mm all'anno nel Polesine, nella bassa padovana e nel basso veneziano), si pratica una maggior varietà di colture alternative al mais. Vi sono alcune aree particolarmente vocate alle colture ortive, quali le aree sabbiose del dosso dell'Adige a Lusina e i cordoni dunali di Chioggia. Alcuni lembi di vegetazione naturale, ormai di dimensioni limitate, sono ancora presenti nelle aree di risorgiva.

### *3.1.1.3. ORIGINE DELLA PIANURA VENETA E NATURA DEI SUOLI*

La pianura veneta occupa la parte meridionale della regione e si è originata in seguito alla deposizione di sedimenti alluvionali da parte dei fiumi di origine alpina, quali il Po, l'Adige, il Brenta, il Piave e il Tagliamento, e secondariamente da parte dei torrenti prealpini. Il presente studio è focalizzato sui suoli di pianura del Veneto, è importante quindi precisare la sua genesi ed indicare i caratteri salienti dei suoli presenti.

Mentre le dinamiche di deposizione sono simili all'interno dei singoli bacini, ci sono notevoli differenze nella litologia dei sedimenti trasportati, in funzione dei bacini di provenienza dei depositi. L'indicatore più rilevante della provenienza del materiale deposizionale è il contenuto medio in carbonati, che aumenta notevolmente dal settore occidentale e meridionale a quello orientale: si passa dal 10-20% di carbonati nei sedimenti del Po e dell'Adige, al 35% del Brenta, fino ad arrivare al 40-50% del Piave e oltre il 60% del Tagliamento.

Anche i torrenti prealpini hanno contribuito in qualche misura alla formazione della pianura e possono essere anch'essi distinti in base al contenuto di carbonati nei sedimenti. Solo alcuni tra quelli provenienti dai Lessini orientali (Agno-Guà e Chiampo) sono a prevalente apporto di sedimenti poco carbonatici, derivanti dall'alterazione dei basalti. Tutti i restanti fiumi sono caratterizzati da un'alta percentuale di carbonati nei sedimenti, spesso superiore al 50%. I più importanti tra questi sono i torrenti dei Lessini centro-occidentali, il Leogra, il Timonchio, il Bacchiglione, l'Astico-Tesina, il Monticano ed il Livenza.

Per quanto riguarda l'età delle superfici, nei sistemi deposizionali dell'Adige, dell'Astico, del Brenta, del Piave e del Tagliamento sono presenti ampie superfici, dell'alta e della bassa pianura, formatesi durante il Pleistocene superiore (da 126.000 a 11.700 anni fa). Per lo più risalgono all'ultima glaciazione e hanno età comprese tra 18.000 e 14.000 anni fa; si pensa che sia precedente solo il conoide di Montebelluna poiché il Piave, che prima scorreva ad ovest della collina del Montello, attualmente scorre ad est. La restante porzione di pianura si è formata in epoca più recente, durante l'Olocene (da 11.000 anni fa a oggi).

All'interno della pianura veneta si trovano ambienti diversi non solo dal punto di vista della litologia dei sedimenti alluvionali che l'hanno originata e dell'età delle superfici ma anche dal punto di vista morfologico.

Questo ambiente, infatti, è caratterizzato da una forte classazione dei sedimenti e da una marcata differenziazione delle forme alluvionali allontanandosi dalle Prealpi. Si possono così distinguere due unità fisiografiche fondamentali, l'alta e la bassa pianura, separate dalla linea delle risorgive (fig. 3.4).

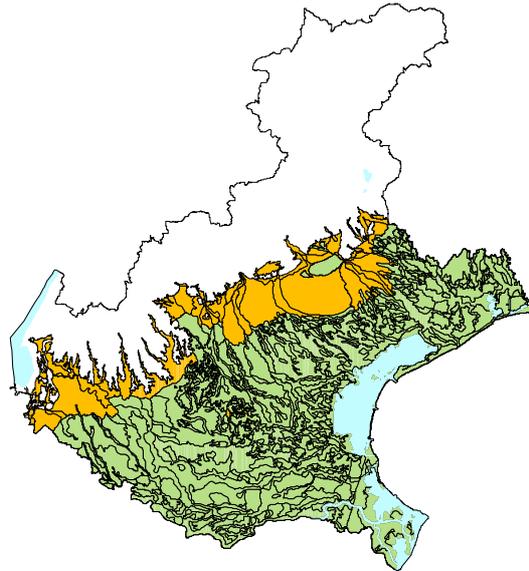


Figura 3.4. Suddivisione tra alta e bassa pianura.

### L'alta pianura

L'alta pianura si estende per una fascia di circa 15-20 km dai rilievi ed è caratterizzata da conoidi ghiaiosi di origine fluvioglaciale, che si originano dallo sbocco delle valli, presso cui i conoidi assumono pendenze rilevanti, generalmente superiori ai 3-4‰. Il risultato di questi processi è la formazione di un sottosuolo costituito interamente da ghiaie con matrice sabbiosa per tutto lo spessore del materasso alluvionale. I conoidi si presentano sovrapposti e compenetranti tra loro e sono presenti tracce di paleoidrografia dovute ad eventi deposizionali successivi ad opera dei fiumi alpini e prealpini, che hanno portato alla formazione di un sistema a *braided* o a "canali intrecciati" (fig. 3.5).



Figura 3.5. Particolare del *braided* nell'alta pianura veneta presso Castelfranco Veneto (TV).

Infatti si possono distinguere barre e canali (Fig. 3.6):

- le **barre** presentano un maggiore contenuto in ghiaia in superficie e anche all'interno del suolo, sono quindi meno profondi;

- i **canali**, invece, presentano suoli più profondi in quanto la ghiaia si trova più in profondità; si tratta inoltre di suoli con una maggiore quantità di matrice fine (limo) e quindi più scuri.

I depositi dell'alta pianura, spostandosi verso valle, presentano percentuali di ghiaia via via minori e percentuali di sabbia sempre maggiori, fino a giungere alla fascia delle risorgive dove si rinvergono nel suolo e nel sottosuolo orizzonti limoso-argillosi alternati ai materiali sabbioso-ghiaiosi. In corrispondenza delle depressioni topografiche, il materiale limoso-argilloso favorisce la venuta a giorno delle acque sotterranee. In questo settore si originano importanti corsi d'acqua di risorgiva quali il Sile, il Dese e lo Zero.

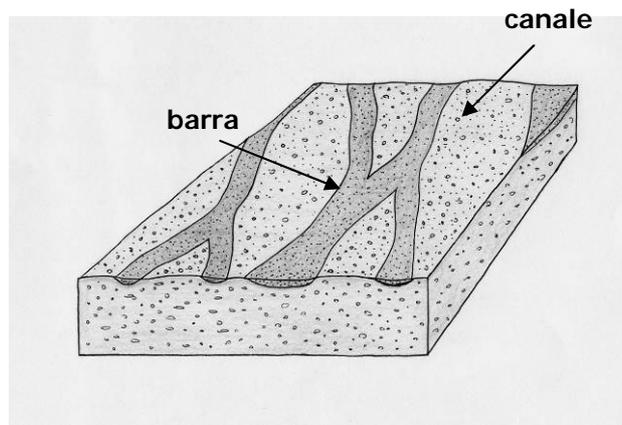


Figura 3.6. Sistema deposizionale a barre e canali tipico dell'alta pianura.

### La bassa pianura

A partire dalla fascia delle risorgive si sviluppa la bassa pianura che, a causa della graduale diminuzione della capacità di trasporto dei corsi d'acqua, è formata da depositi sabbiosi e limoso-argillosi. In questo ambiente le pendenze del terreno raggiungono valori inferiori all'1‰ nelle porzioni più distali. Gli alvei fluviali assumono configurazioni a canale singolo, con sinuosità variabile da poco accentuata fino a meandriforme.

Si distinguono (fig. 3.7):

- **dossi fluviali**: si sono formati nel tempo ad opera dei corsi d'acqua che, in bassa pianura, scorrono in posizione sopraelevata, circa 1-2 m rispetto alle aree circostanti. I dossi sono quindi costituiti da deposizioni di barre sabbiose nel canale attivo, dagli argini naturali limoso-sabbiosi risultanti dalle deposizioni delle acque di tracimazione in prossimità dell'alveo e da piccoli ventagli di esondazione anch'essi sabbiosi. I dossi sono quindi caratterizzati da sedimenti prevalentemente sabbiosi e da suoli chiari e asciutti. Si tratta di elementi morfologici rilevati sul territorio, larghi qualche centinaio di metri e lunghi decine di chilometri; spesso non sono quindi visibili ad occhio nudo ma riconoscibili al microrilievo;

- **aree depresse:** si tratta di elementi morfologici ribassati di qualche metro rispetto al territorio circostante ma, anche in questo caso, difficilmente riconoscibili se non utilizzando il microrilievo. Le depressioni sono costituite da sedimenti argilloso-limosi in quanto le acque di esondazione, accumulate in corrispondenza di queste aree, hanno depositato il materiale più fine che era presente in sospensione. Si tratta quindi di suoli scuri, a drenaggio lento;
- **pianura modale limosa o pianura indifferenziata:** è rappresentata dalla porzione restante del territorio ovvero le aree di transizione tra dossi e depressioni, per lo più pianeggianti.

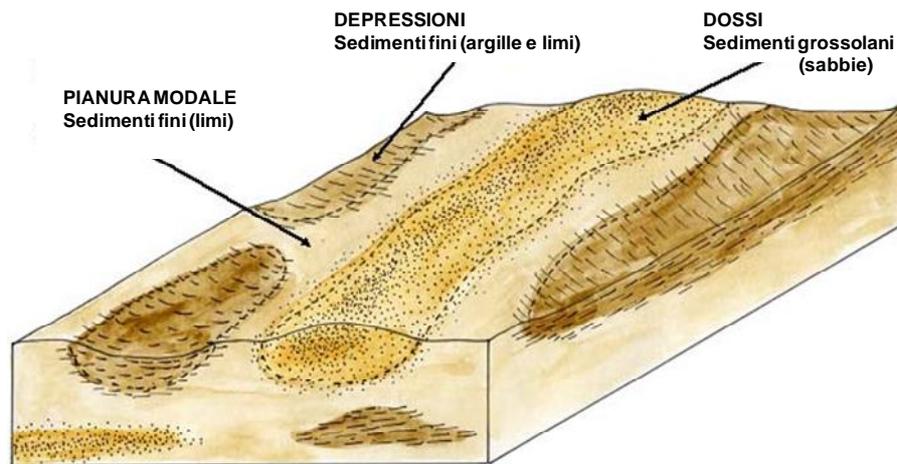


Figura 3.7. Sistema deposizionale a dossi, depressioni e pianura modale della bassa pianura (ARPAV, 2005).

Due ambienti caratterizzati da un diverso sistema deposizionale ma compresi nella bassa pianura sono la fascia costiera e la zona lagunare:

- la **fascia costiera** è costituita da numerosi cordoni litoranei che bordano i delta dei fiumi veneti e delimitano verso il mare le lagune di Caorle e di Venezia. La continuità è interrotta solo dalle bocche di porto lagunari e dalle foci dei fiumi. Si tratta di un insieme di spiagge e dune costituite da sabbie marine che arrivano fino a 5-6 m s.l.m.; in alcune zone, invece, sono state spianate dall'uomo per favorire la coltivazione. La presenza di antichi cordoni litoranei, in posizione arretrata rispetto all'attuale linea di costa, testimonia le fluttuazioni a cui è stata soggetta negli ultimi 6.000 anni. Sui cordoni più antichi si è conservata, in modo molto limitato, l'area di interduna caratterizzata da suoli ancora sabbiosi ma con accumulo di sostanza organica in superficie;
- la **zona lagunare** è costituita dalle aree depresse retrostanti i cordoni e adiacenti alle lagune, prosciugate durante le opere di bonifica avvenute negli ultimi secoli e associate alle deviazioni fluviali operate dalla Serenissima per salvaguardare la Laguna di Venezia. Queste opere idrauliche, in aggiunta all'emungimento delle falde sotterranee, hanno aggravato il

fenomeno della subsidenza già presente naturalmente nell'area costiera. Sono aree con suoli prevalentemente limosi e a drenaggio difficoltoso.

#### 3.1.1.4. LA LEGENDA DELLA CARTA DEI SUOLI DEL VENETO IN SCALA 1:250.000

Tutte le informazioni relative alla genesi della pianura veneta e ai suoli sono state raccolte dal Servizio Suoli che ha pubblicato la Carta dei Suoli del Veneto in scala 1:250.000 (ARPAV, 2005).

Tale carta ha permesso di fornire un primo quadro conoscitivo sui suoli del territorio regionale, approfondito negli anni successivi dalle varie cartografie provinciali a scala 1:50.000.

La Carta dei suoli del Veneto e la relativa legenda sono state organizzate secondo quattro livelli gerarchici, in accordo con quanto proposto a livello nazionale per il progetto "Carta dei suoli d'Italia in scala 1:250.000" (Wolf, 2000). I quattro livelli sono:

- L1 - **Regioni di suoli** (*Soil Regions*) rappresentate in scala 1:5.000.000, sono il risultato della rielaborazione avvenuta a livello nazionale della carta delle *Soil Regions* d'Europa (Righini *et al.*, 2001). Si tratta di grandi ambienti differenziati per fattori geologici, geomorfologici e climatici responsabili della loro diversità pedologica. Sono descritte soprattutto in base al materiale parentale e al clima.
- L2 - **Province di suoli** (*Soil Subregions*) in scala 1:1.000.000. I criteri utilizzati per la loro differenziazione sono la morfologia, la litologia e il bioclima per la montagna e la collina, la morfologia, la granulometria dei sedimenti (suddivisione tra alta e bassa pianura) e l'età delle superfici (pianura antica e recente) per la pianura.
- L3 - **Sistemi di suoli** (*Great Soilscapes*). Sono individuati adottando gli stessi criteri del livello L2 ma scendendo ad un grado di descrizione più dettagliato.
- L4 - **Unità cartografiche** o sottosistemi di suoli (*Soilscapes*) in scala 1:250.000. Sono descritte secondo la morfologia, il materiale parentale, le quote, la vegetazione, l'uso del suolo e il regime idrico. Nelle aree di pianura, all'interno di ogni UC, sono comprese non più di tre UTS rappresentative. L'unità tipologica di suolo (UTS) rappresenta un gruppo di suoli con simili caratteristiche ed organizzazione in orizzonti.

In particolare, le province di suoli identificate nel territorio di pianura sono:

- I. AA – alta pianura antica, ghiaiosa e calcarea, costituita da conoidi fluvio-glaciali localmente terrazzati (Pleistocene);
- II. AR – alta pianura recente, ghiaiosa e calcarea, costituita da conoidi e terrazzi dei fiumi alpini e, secondariamente, da pianure alluvionali dei torrenti prealpini (Olocene);
- III. BA – bassa pianura antica, calcarea, a valle della linea delle risorgive, con modello deposizionale a dossi sabbiosi e pianure alluvionali a depositi fini (Pleistocene);

IV. BR – bassa pianura recente, calcarea, a valle della linea delle risorgive, con modello deposizionale a dossi sabbiosi, piane e depressioni a depositi fini (Olocene);

V. CL – pianura costiera, deltizia e lagunare, calcarea, costituita da dune, aree lagunari bonificate e isole (Olocene).

La definizione delle UTS (Unità Tipologiche di Suolo) è avvenuta tramite la classificazione di profili pedologici e trivellate, che viene fatta prendendo in considerazione precisi caratteri diagnostici che risultano dai processi pedogenetici. I principali processi pedogenetici che hanno portato alla formazione dei suoli della pianura veneta sono:

- l'alterazione del materiale di partenza da parte di processi chimici e fisici. I processi fisici avvengono mediante la mobilitazione di particelle di suolo ad opera di animali, dell'azione gelo-disgelo e delle radici che distruggono l'originaria struttura e favoriscono l'aggregazione delle componenti minerali in una nuova struttura. I processi chimici portano alla formazione di nuovi minerali (argilla di neo-genesi e sesquiossidi di ferro e manganese) e sono molto attivi negli ambienti temperato-umidi;
- la decarbonatazione: l'acqua si infiltra nel suolo e, percolando, solubilizza parzialmente i carbonati di calcio e magnesio presenti che possono riprecipitare in particolari condizioni formando concentrazioni soffici e/o concrezioni; se queste masse sono presenti in determinate concentrazioni vanno a formare un orizzonte calcico (Bk); lo stato di avanzamento del processo di decarbonatazione è indicativo dell'età del suolo;
- la mobilitazione dei composti di ferro e di manganese: avviene in presenza di condizioni asfittiche nel suolo per riempimento dei vuoti con acqua. Quando si instaurano condizioni ossidanti, questi composti si ossidano e precipitano formando, nel caso del ferro, screziature di colore bruno rossastro in corrispondenza degli accumuli e screziature grigie in corrispondenza degli impoverimenti di ferro o degli accumuli di ferro ridotto. Per accumuli di manganese, invece, si ha la formazione di concrezioni di colore nerastro. L'alternanza di condizioni ossidanti e riducenti è dovuta alla fluttuazione stagionale della falda e alle difficoltà di alcuni suoli di allontanare le acque in eccesso. Le screziature possono manifestarsi, portando alla formazione di orizzonti di colorazione grigiastra, più o meno spessi, quando perdurano nel suolo condizioni riducenti create dal ristagno idrico, dovuto alla presenza di falda superficiale o di un orizzonte poco permeabile (processo di gleificazione). In queste condizioni di saturazione, la mineralizzazione della sostanza organica risulta rallentata o impedita e si accumula negli orizzonti superficiali, che risultano così di colore scuro (orizzonte mollico).

L'orizzonte calcico, l'orizzonte gley e l'orizzonte mollico sono esempi di caratteri diagnostici che sono stati utilizzati nella classificazione dei suoli.

Per la realizzazione di questa carta sono state descritte 1.910 osservazioni, di cui 1150 trivellate, 590 profili e 170 minipit, servite all'individuazione di 112 UTS distribuite in circa 70 UC (rappresentate sulla carta con i diversi colori).

Tutte le informazioni raccolte durante la fase di rilevamento sono state gestite tramite un sistema informativo geografico che ne ha permesso la rappresentazione e l'elaborazione cartografica (fig. 3.8).

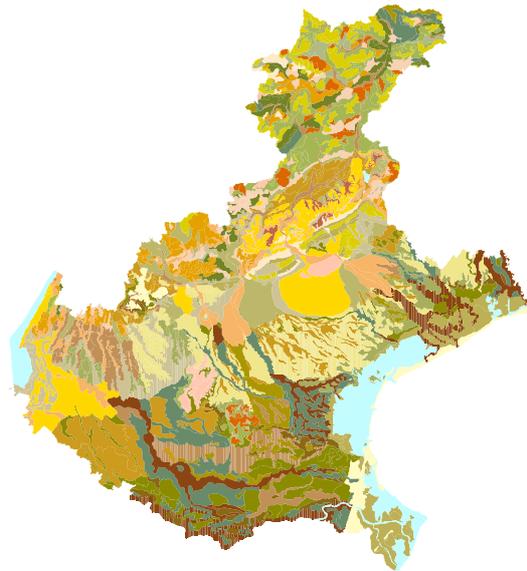


Figura 3.8. Carta dei Suoli del Veneto (livello L3) in scala 1:250.000 (ARPAV, 2005).

### **3.1.2 La DOC Piave**

#### *3.1.2.1. LA STORIA*

“Il comprensorio del Piave inizia lì dove il fiume sfugge alla stretta delle montagne dolomitiche e dilaga nel vasto respiro della pianura trevigiana e veneziana. Così il territorio della DOC Piave (fig. 3.9) è racchiuso in una vasta pianura che si estende dai confini nordorientali della provincia di Treviso con il Friuli fino alla foce del Piave, a Cortellazzo; dalle colline di Conegliano e del Montello fino al primo entroterra della città di Venezia” (Consorzio Tutela Vini del Piave).

In questa vasta area (che rappresenta una delle DOC più estese dell'Italia settentrionale) la vite è coltivata da almeno tre millenni. Solo verso i primi anni del Novecento venne razionalizzata la coltivazione attraverso l'impianto di numerosi vigneti secondo le indicazioni degli studiosi della vicina Stazione Sperimentale di Viticoltura di Conegliano. Inoltre vennero bonificati circa 3.000 ettari per la coltivazione. Poi negli anni cinquanta nacquero anche le prime cantine sociali e nel 1959 il Consorzio Tutela Vini del Piave.

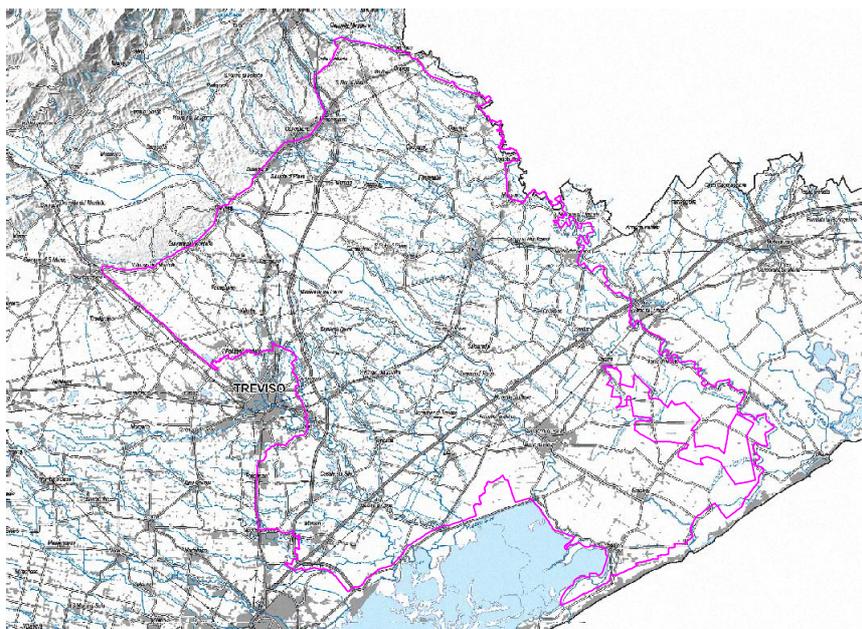


Figura 3.9. L'area a DOC Piave.

La DOC Piave ricopre un'area di circa 13.146 ha, di cui 9.138 in provincia di Treviso e 4.008 in provincia di Venezia. Complessivamente sono 50 i comuni della provincia di Treviso e 12 quelli della provincia di Venezia dove vengono prodotti i Vini del Piave DOC, tutelati dal relativo Consorzio.

In realtà, il territorio della DOC Piave, è dominato dalla presenza dei seminativi, in particolar modo mais, mentre le colture permanenti, tra cui spicca il vigneto, si trovano principalmente in sinistra idrografica del Piave (fig. 3.10). In destra idrografica del Piave la diffusione del vigneto è limitata per motivi storico-culturali più che legati alla scarsa attitudine dei suoli. Alcuni lembi di vegetazione naturale, ormai di dimensioni molto limitate, sono ancora presenti nelle aree di risorgiva e lungo le aste fluviali dei principali corsi d'acqua che attraversano la DOC.

### 3.1.2.2. IL CLIMA

La DOC Piave ricade all'interno del distretto bioclimatico pianiziale, in cui le precipitazioni sono minori e le temperature maggiori rispetto agli ambienti di montagna e collina. In pianura le precipitazioni diminuiscono progressivamente passando da nord verso sud e, con gradiente meno marcato, da est verso ovest. Si va dagli oltre 1000 mm dell'alta pianura ai 900 mm della bassa pianura con temperature medie tra i 12 e i 14°C (Carta dei suoli della provincia di Treviso).

In base alla serie storica di dati sull'andamento di precipitazione e temperatura tra il 1995 e il 2004, è stato calcolato il bilancio idrico del suolo secondo Thornthwaite e Mather che consente di determinare l'umidità immagazzinata mese per mese nella sezione di controllo (Soil Survey Staff, 2006). Nella stazione di Oderzo è stata calcolata una riserva idrica pari a 200 mm. Durante la stagione estiva, all'aumentare della temperatura aumenta l'evapotraspirazione potenziale (PE). In pianura, dal

mezzo di giugno, quando la piovosità (P) è inferiore all'evapotraspirazione, le piante utilizzano l'acqua presente nel suolo; se la riserva idrica non viene ricostituita con nuovi apporti di pioggia o irrigui, l'evapotraspirazione reale (AE) in questo periodo risulta sempre inferiore a quella potenziale e la differenza fra le due (PE-AE) costituisce il deficit idrico. In autunno, diminuendo le richieste idriche del sistema suolo-pianta e aumentando la piovosità, la riserva idrica del suolo viene gradualmente ricostituita. I dati utilizzati nel calcolo del bilancio idrico consentono di classificare il clima secondo il metodo elaborato da Thornthwaite (1948), attraverso l'indice di aridità, l'indice di umidità e la concentrazione estiva dell'efficienza termica (rapporto percentuale tra evapotraspirazione dei mesi estivi e totale annua). Vengono così definiti il tipo climatico in funzione dell'indice di umidità globale, la varietà climatica in funzione dell'evapotraspirazione potenziale annua, la variazione stagionale dell'umidità in funzione dell'indice di aridità e, infine, la concentrazione estiva dell'efficienza termica. Secondo i dati utilizzati nel bilancio idrico, è stato individuato un tipo climatico **umido** per la DOC Piave. Inoltre, è stato determinato il regime idrico e termico dei suoli come richiesto dal sistema di classificazione dei suoli *Soil Taxonomy* (*Soil Survey Staff*, 2006). Il regime idrico è risultato **udico** per tutto il territorio; ciò significa che la sezione di controllo (0-100 cm) non è asciutta, in qualche parte o per intero, per almeno 90 giorni cumulativi per almeno 6 anni su 10, ed è secca per meno di 45 giorni consecutivi nei 4 mesi che seguono il solstizio d'estate. Il regime di temperatura rientra nella classe **mesico**: il terreno ha una temperatura media annua, ad una profondità di 50 cm, tra 8 e 15° C, con una differenza maggiore di 5° C tra temperatura media estiva e invernale del suolo.

Tuttavia si riscontrano delle differenze climatiche tra l'alta e la bassa pianura della DOC:

- alta pianura: il clima è caratterizzato da temperature medie annue di 12,6° C a cui corrisponde un indice di Huglin di 2.605 unità e da temperature medie massime che superano quelle della parte meridionale della DOC; il valore di Winkler è di 1.835. Le piogge annuali sono pari a 1.090 mm, di cui il 70% sarebbe disponibile nel corso del periodo vegetativo ma difficilmente utilizzabile a causa della natura dei suoli (calcolato tra il 1991-2009) (Tomasi, 2010);
- bassa pianura: il clima è caratterizzato da temperature medie annue di 13,1° C, a cui corrisponde un indice di Huglin di 2.553 unità e un valore di Winkler di 1.860. Le piogge annuali sono pari a 870 mm, di cui il 70% disponibile durante il periodo vegetativo (calcolato tra il 1991-2009) (Tomasi, 2010).

### 3.1.2.3. I SUOLI DELLA DOC PIAVE

La DOC Piave ricade interamente nel territorio di pianura e può essere suddivisa, dalla linea delle risorgive, in una porzione più a nord e in una più a sud. La linea delle risorgive è una fascia di suolo larga circa 10 km che percorre da est ad ovest la denominazione, dividendola in due. Rappresenta il

punto di passaggio tra alta e bassa pianura. Queste due zone di alta e bassa pianura si differenziano principalmente per la natura dei suoli e, in parte, per il clima; di conseguenza, rappresentano due ambienti caratterizzati da diversi vitigni, diverse forme di allevamento e diverse problematiche.

### L'alta pianura

L'alta pianura si estende per circa 15-20 km a monte della fascia delle risorgive e a sud della zona pedecollinare ed è costituita prevalentemente da materiale grossolano come sabbia e ghiaia, a profondità variabile.

Caratteristica comune a tutti i suoli di alta pianura è la bassa capacità d'acqua disponibile (AWC) dovuta alle tessiture grossolane e all'elevata presenza di ghiaia che determinano problemi di deficit idrico durante la stagione estiva anche in presenza di sufficienti apporti di pioggia. A questo si aggiunge la presenza di una falda incapace di contribuire al reintegro dell'acqua persa per evapotraspirazione, cosa che rende obbligatoria la presenza di un sistema di irrigazione per garantire buone rese alla maggior parte delle colture.

I viticoltori negli anni hanno risolto questo problema attraverso la selezione di vitigni e portinnesti adatti alle caratteristiche del terreno sia attraverso l'adozione di interventi agronomici e tecniche irrigue appropriate. Negli ultimi due decenni lo scorrimento superficiale ha lasciato il posto ad impianti localizzati, che consentono una distribuzione idrica più efficace. I Consorzi di Bonifica che ricadono nella denominazione provvedono all'alimentazione dei numerosi canali artificiali. Lo studio dell'apparato radicale ha dimostrato il forte adattamento della vite a questo pedoclima: le radici tendono ad approfondirsi e a creare una rete densa e fitta tale da permeare tutto lo spazio disponibile alla ricerca di acqua (Tomasì, 2010).

In questo ambiente è stata proprio la natura del suolo a guidare le scelte viticole. Si sono infatti diffusi i vitigni meno esigenti dal punto di vista idrico: tra quelli internazionali il Merlot, il Cabernet Sauvignon, il Pinot Grigio e il Chardonnay; tra quelli autoctoni soprattutto il Verduzzo Trevigiano, il Raboso Piave, il Raboso Veronese e il Manzoni Bianco. Il contenimento della vigoria vegetativa, garantito dai suoli ricchi in scheletro e spesso asciutti dell'alta pianura, consente una completa maturazione delle uve e quindi l'ottenimento di vini più equilibrati e meno spigolosi, apprezzati dal consumatore. Tra i sistemi di allevamento più antichi va ricordata la bellussera che sta lentamente scomparendo a scapito di Guyot, Sylvoz, cortina centrale e cordone speronato che consentono una più facile meccanizzazione e costi di produzione più contenuti.

### La bassa pianura

Il territorio di bassa pianura della DOC Piave è compreso tra la linea delle risorgive a nord e la fascia costiera adriatica a sud.

I suoli sono caratterizzati da una prevalente componente fine di tipo limoso-argilloso, ad eccezione della pianura costiera di origine sabbiosa, e dal drenaggio compreso tra le classi mediocre e molto lento. A differenza dell'alta pianura, in bassa pianura una rete di canali di risorgiva garantisce l'approvvigionamento idrico per buona parte della stagione vegetativa. Infatti, lungo la linea delle risorgive, la falda freatica affiora in superficie perché incontra orizzonti di suolo meno permeabili. Ciò determina diverse scelte di vitigni, sestri d'impianto e forme di allevamento rispetto all'ambiente di alta pianura.

Comunque in tutta l'area, la **presenza della falda** entro il primo metro e mezzo garantisce un costante approvvigionamento d'acqua anche nelle stagioni calde, limitando il ricorso a rari interventi di soccorso nella stagione estiva.

Anche qui sono presenti vitigni internazionali come Pinot Grigio, Chardonnay e Merlot ma predominano i vitigni autoctoni (Verduzzo Trevigiano, Raboso Piave, Raboso Veronese, Carmenère) per la loro antica coltivazione e il perfetto adattamento alle caratteristiche pedoclimatiche. Le curve di maturazione lo confermano: nelle settimane che precedono la vendemmia vi è un equilibrato incremento dei vari componenti dell'acino, che si bilanciano.

I suoli fini presentano interessanti potenzialità qualitative in quanto contengono la vigoria vegetativa e permettono una completa maturazione dell'uva. La frazione argillosa, in particolare, mette a disposizione una buona dotazione in elementi minerali e una buona riserva idrica (le argille hanno alte CSC e alte capacità di trattenere l'acqua). Tutto ciò si traduce in piacevolezza ed eleganza gustativa (Tomasi, 2010).

Approfondiamo solo i suoli dell'area di Ponte di Piave, in cui è iniziata l'attività in campo.

In quest'area ricadono gran parte dei suoli di dosso della bassa pianura. Il fiume Piave e i suoi rami principali, attivi dal tardiglaciale a oggi, scorrendo pensili sulla pianura, hanno depositato sedimenti più grossolani (sabbie) lungo il corso, a formare i dossi, e più fini nelle aree di esondazione (pianura indifferenziata e depressioni).

Le caratteristiche dei suoli sono legate alla tessitura del materiale depositato, da franco sabbioso a franco, che garantisce in buon drenaggio delle acque meteoriche anche grazie alla falda molto profonda (più di 150 cm).

Il processo di decarbonatazione è variabile in relazione all'età delle superfici e si passa da suoli quasi completamente decarbonatati in superficie a suoli molto ricchi in carbonati; il "caranto" caratterizza prevalentemente i suoli limosi e argillosi della pianura modale e delle depressioni.

### 3.1.2.4. LA LEGENDA DELLE CARTE DEI SUOLI DELLE PROVINCE DI TREVISO E DI VENEZIA IN SCALA 1:50.000

Per la descrizione dei suoli della DOC Piave si è fatto riferimento alla Carta dei Suoli della provincia di Treviso e quella della provincia di Venezia alla scala 1:50.000, pubblicate dal Servizio Suoli nel 2008.

Entrambe le carte sono state ottenute con la stessa metodologia seguita per la realizzazione della carta dei suoli del Veneto e prevedono una legenda strutturata allo stesso modo. Quindi, anche le carte al 50.000 sono state organizzate secondo quattro livelli gerarchici, di cui i primi tre descrivono l'ambiente di formazione del suolo e il quarto descrive le tipologie di suolo presenti:

- L1. **Distretto**: grandi ambiti territoriali individuati in base al bacino fluviale di appartenenza;
- L2. **Sovraunità di paesaggio**: descritta secondo l'età della superficie, i processi di formazione della superficie e il grado di evoluzione dei suoli;
- L3. **Unità di paesaggio**: individuata in base alla forma della superficie;
- L4. **Unità cartografica**: descritta considerando le UTS presenti al suo interno.

#### Distretti di suolo:

L'area di pianura, ambiente in cui ricade la DOC Piave, è stata suddivisa in base ai bacini fluviali di appartenenza che differiscono principalmente per un tipico andamento crescente del contenuto in carbonati da ovest (Brenta) ad est (Piave), che caratterizza l'intera regione.

Nella DOC Piave ricadono i seguenti distretti:

- il distretto del fiume Piave (P), a sedimenti estremamente calcarei. Rappresenta il distretto prevalente, occupa infatti più di 100.000 ha;
- segue il distretto della pianura alluvionale dei fiumi di risorgiva (R), a sedimenti da fortemente a estremamente calcarei, con un'estensione di circa 17.000 ha;
- quindi i distretti della pianura alluvionale del fiume Brenta (B), a sedimenti fortemente calcarei, e della pianura costiera e lagunare (D) che occupano poco più di 5.000 ha ciascuno;
- infine i distretti, di minor estensione, della pianura alluvionale dei fiumi Muson, Monticano e Meschio (M), della pianura alluvionale del fiume Tagliamento (T) e il distretto dei conoidi (C).

#### Sovraunità di paesaggio:

rappresentano il livello gerarchico inferiore al distretto e sono state individuate considerando, tra i caratteri che hanno condizionato lo sviluppo dei suoli:

- la posizione nel paesaggio (distinzione tra alta e bassa pianura);
- l'età di formazione della superficie (pianura antica pleistocenica e pianura recente olocenica);

- il grado di evoluzione dei suoli (diverso grado di decarbonatazione e colore del suolo).

Le sovraunità (fig. 3.11) vengono indicate aggiungendo un numero alla lettera che identifica i distretti (es. P1 - alta pianura antica del fiume Piave).

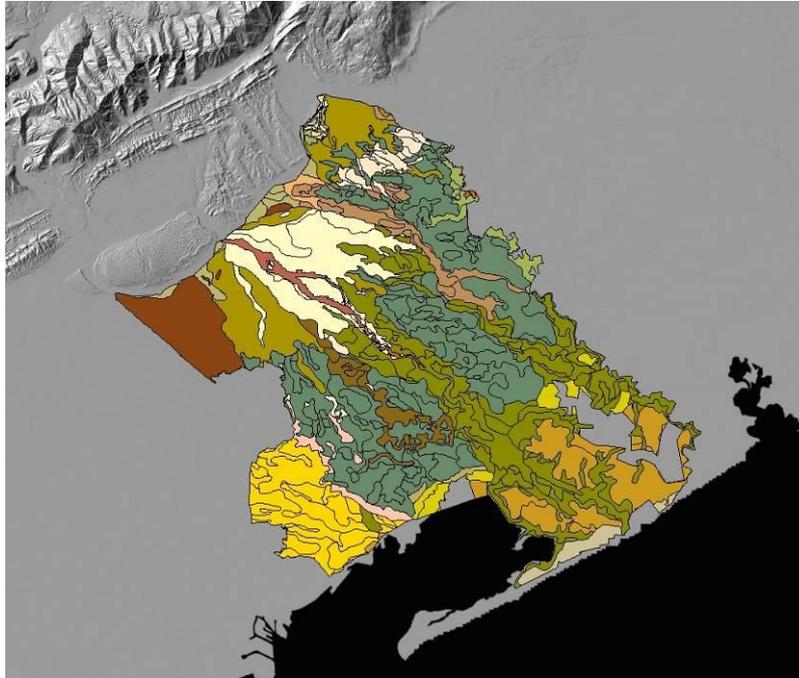


Figura 3.11. Sovraunità di paesaggio della DOC Piave.

Unità di paesaggio:

rappresentano il livello gerarchico inferiore alle sovraunità e vengono definite nello studio preliminare del territorio e confermate dal rilevamento sulla base degli elementi morfologici del territorio d'indagine (es. dossi, depressioni, pianura modale). Rispetto al livello precedente viene aggiunto un ulteriore numero (es. P1.1 - conoidi ghiaiosi con canali intrecciati).

Unità cartografiche:

rappresentano il livello di maggior dettaglio e il loro significato coincide con quanto definito nel sottoparagrafo 3.1.1.

*3.1.2.5. GESTIONE DEI VIGNETI NELLA DOC PIAVE*

Al fine di indagare le modalità gestionali delle aziende viticole coinvolte nella zonazione dell'area a DOC Piave sono state raccolte informazioni a riguardo dal Consorzio di Tutela Vini del Piave DOC e, a completamento, è stato redatto un questionario informativo sottoposto, nel 2010, alle aziende stesse (Manni, 2010).

E' stato trovato che la maggior parte delle aziende indagate adottano una gestione di tipo conservativo:

- nella maggior parte delle aziende il suolo è totalmente inerbito: viene eseguito lo sfalcio ed il diserbo solo sulla fila;
- lo sfalcio non viene asportato;
- le lavorazioni del suolo sono minime: si pratica il diserbo sulla fila dove non inerbito;
- raramente si ricorre all'uso di ammendanti organici (liquame e letame) ma, più spesso, si impiegano concimi organici e organo minerali ad integrazione di quelli minerali. L'utilizzo di letame avviene nelle aziende a conduzione biologica;
- i sarmenti di potatura vengono lasciati sul posto e trinciati.

Naturalmente l'apporto di ammendanti organici è un fattore che gioca un ruolo fondamentale nel limitare il fenomeno della compattazione perché conferisce al suolo una struttura più solida e più porosa.

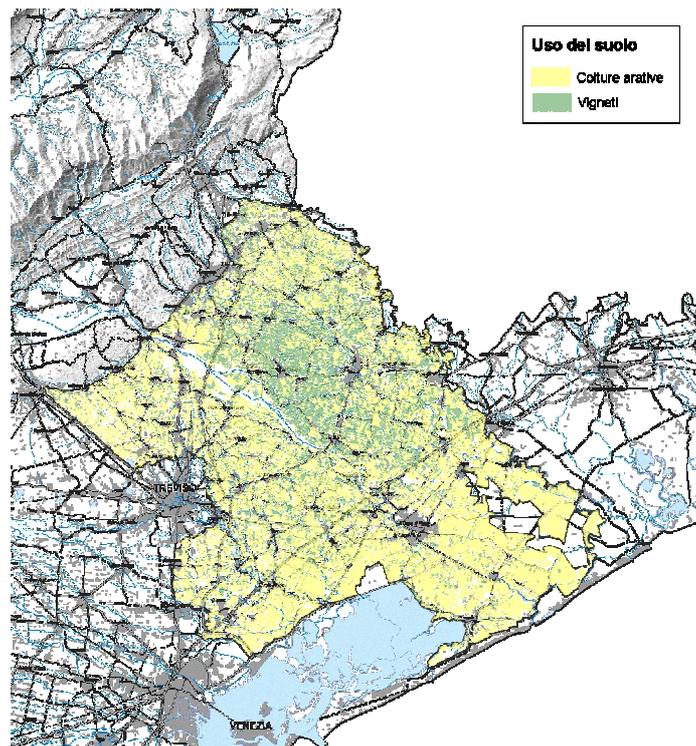


Figura 3.10. Presenza dei seminativi e dei vigneti nella DOC Piave (Regione Veneto, 2009).

### 3.1.2.6. I VINI

Nel vasto e diversificato territorio dei Vini del Piave sono numerose le tipologie di vitigni presenti, come testimoniano le molte DOC prodotte ma anche l'importanza di altri vini, privi della denominazione ma non certo di attrattiva. Se, infatti, Merlot, Cabernet Sauvignon e Carmenère sono i vitigni a bacca nera più coltivati e diffusi, sicuramente è il Raboso Piave il vitigno e quindi il vino più

rappresentativo dell'intera area. Se il Pinot Grigio ha trovato nell'area del Piave un habitat felice e conosce una crescente richiesta del mercato, uno dei vini bianchi più interessanti dell'intera area è il Manzoni Bianco, realizzato con l'incrocio creato dal prof. Luigi Manzoni nella Scuola Enologica di Conegliano (incrociando per impollinazione Riesling Renano per Pinot Bianco). Va anche ricordato che nell'area della DOC Piave sono molto diffusi il Prosecco, il Refosco, il Riesling, il Malbec e che solo qui è possibile realizzare quel vino singolare che è il Verduzzo Trevigiano (Consorzio Tutela Vini del Piave).

### 3.2 IL DATABASE REGIONALE DEL SUOLO

La banca dati dei suoli del Veneto è rappresentata da un sistema informativo geografico che contiene dati sia alfanumerici che geografici. I dati geografici sono gestiti con ArcView 3.3®. I dati alfanumerici sono archiviati tramite un database relazionale gestito con il software Microsoft Access®. Tale database raccoglie i dati puntuali delle osservazioni pedologiche descritte nei rilevamenti di campagna e i dati della descrizione delle unità tipologiche di suolo e delle unità cartografiche della carta dei suoli in scala 1:250.000, delle carte di Treviso e Venezia 1:50.000 e degli altri elaborati cartografici prodotti dal Servizio Suoli. Tale database è composto da 3400 profili, 24.500 trivellate, per un totale di 28.600 osservazioni.

### 3.3 I MODELLI DI VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITÀ ALLA COMPATTAZIONE UTILIZZATI

E' stata eseguita un'accurata ricerca bibliografica sul tema della compattazione e in particolare sulla valutazione del rischio di compattazione.

Di seguito sono riportati i metodi più interessanti individuati sia a livello europeo che internazionale.

#### 3.1.1. RAMSOIL

Il primo metodo è **RAMSOIL** (Risk Assessment Methods of Compaction) che sceglie come fattori fondamentali il clima, il suolo (tessitura, mineralogia delle argille, umidità del suolo, struttura del suolo; conducibilità idraulica, resistenza alla penetrazione, porosità riempita d'aria) e la gestione di suolo e acqua (condizioni di drenaggio, irrigazione, gestione della coltura).

Dall'analisi delle metodologie di valutazione del rischio di compattazione adottate dai vari Stati europei, sono stati individuati tre tipi di approccio:

- **empirico**: basato su misure, monitoraggio, esperienza e valutazione (Ungheria, Polonia, Rep. Slovacca, Romania);

- **deterministico**: basato sulle caratteristiche meccaniche del suolo (Germania, Svezia, Danimarca, Romania, Spagna, Francia, Paesi Bassi);
- basato sulla **massa di macchinari** agricoli (Italia).

Il primo approccio considera come determinanti i parametri di tessitura, densità apparente, zone climatiche, precipitazioni, evapotraspirazione; mentre il secondo si concentra sulle proprietà meccaniche del suolo (resistenza del suolo: stress di precompressione, forza di taglio) e sugli stress esercitati dalle ruote dei macchinari (carico, larghezza, pressione di gonfiaggio) e sull'umidità del suolo.

Il terzo, utilizzato unicamente dall'Italia, non considera il suolo e le sue caratteristiche, ma solo le cause della compattazione; quindi il rischio di compattazione viene valutato con l'uso di un indicatore proxy (peso per unità di superficie), derivato dal numero e dalla potenza delle trattrici, dal loro peso medio, dal numero medio di passaggi sul campo (5) e dalla superficie in ettari di seminativi e legnose da frutto.

### 3.3.2 Metodo di Jones

L'approccio empirico (Jones *et al.*, 2003), basato sull'esperienza, è quello seguito anche dal progetto **ENVASSO** (Environmental Assessment of Soil for Monitoring), sviluppato dal JRC della Commissione europea e *ies*.

La vulnerabilità del *subsoil* (orizzonte sotto l'orizzonte A) alla compattazione dovrebbe essere valutata con misure dirette della capacità portante del suolo, ma non ci sono molti test pratici; per ovviare a questa lacuna, si utilizza un processo a 2 stadi:

- valutazione della suscettibilità intrinseca sulla base delle proprietà del suolo relativamente stabili (tessitura e *packing density*);
- combinazione della classe di suscettibilità con un indice di aridità climatica o di umidità del *subsoil* per ottenere la classe di vulnerabilità alla compattazione.

Il grado di compattazione dipende dalla grandezza dei carichi, dalla pressione applicata e dalla resistenza di scivolamento e di taglio sviluppata durante la deformazione. Maggiore è il numero di macropori verticali, maggiore è la resistenza alla compattazione. Le proprietà relative alla compattazione sono queste:

- **tessitura** del suolo (fig. 3.12 e tab. 3.1);
- natura dell'argilla e degli ioni associati;
- densità apparente;
- contenuto di sostanza organica, spesso espresso come carbonio organico (CO %, in peso);
- struttura, tipo, dimensioni e grado di sviluppo che influenza fortemente la porosità,

- permeabilità e natura dei macropori;
- umidità del suolo (contenuto idrico, % vol);
- potenziale di umidità del suolo (kPa).

L'umidità è il parametro più variabile; il contenuto idrico al momento della deformazione è critico per quantità ed estensione della compattazione che avviene e per conseguente effetto sulle condizioni fisiche del suolo.

Di seguito alcuni di questi parametri saranno descritti più in dettaglio.

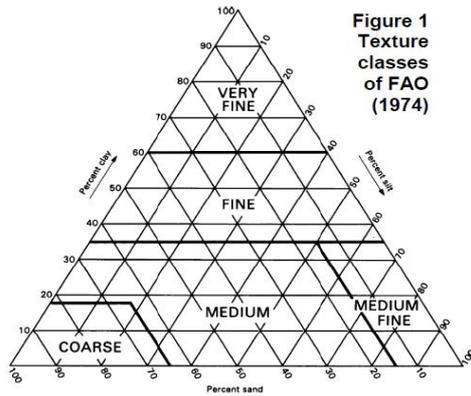


Figura 3.12. Classi tessiturali FAO usate nel metodo tessiturali.

Codice	Tessitura	Classi dimensionali delle particelle
1	Grossolani	< 18% di argilla e > 65% di sabbia
2	Franchi	< 35% di argilla e > 15% di sabbia; > 18% di argilla se la sabbia supera il 65%
3	Limosi	< 35% di argilla e < 15% di sabbia
4	Argillosi fini	tra il 35% e il 60% di argilla
5	Argillosi molto fini	> 60% di argilla

Tabella 3.1. Classi dimensionali delle classi

### 3.3.2.1. DENSITÀ APPARENTE E PACKING DENSITY

La **densità apparente**, misurata su campioni indisturbati per diversi orizzonti di suolo in profili rappresentativi, fornisce la più utile informazione di densità per valutare la compattazione. Quando non si hanno dati disponibili (perché richiedono tempo e costi), si usano pedofunzioni di trasferimento (*pedotransfer functions* PTF) per stimare densità del *subsoil* (Van Ranst, 1995). La *packing density* è una misura che utilizza la densità apparente ma la con il contenuto di argilla e fornisce un unico indicatore per valutare la compattazione del suolo.

La *packing density* può essere stimata con la seguente equazione:

$$PD = bd + 0.009 \cdot C$$

dove:

PD: *packing density* ( $t\ m^{-3}$ )

bd: densità apparente ( $t\ m^{-3}$ )

C: contenuto di argilla (% su peso).

La *packing density* è suddivisa in 3 classi:

bassa:  $< 1,40 \text{ t m}^{-3}$

media:  $1,40 - 1,75 \text{ t m}^{-3}$

alta:  $> 1,75 \text{ t m}^{-3}$

I suoli con alta PD non sono generalmente molto suscettibili a ulteriore compattazione, mentre quelli con PD media e bassa sono vulnerabili a critici contenuti di umidità e carichi (Jones *et al.*, 2003).

### 3.3.2.2. SOSTANZA ORGANICA

I normali contenuti di sostanza organica nel *subsoil* di suoli minerali sono usualmente molto bassi ( $< 2\%$ ) ed è improbabile che abbiano una grande influenza sulla compattabilità del *subsoil*.

Un'eccezione è rappresentata dai Fluvisol sviluppati su materiali recentemente depositi da sistemi fluviali (il carbonio organico può superare il 2%); la sua PD è minore perché il materiale fluviale è naturalmente molto meno compatto rispetto ad altri substrati.

La valutazione della densità per questi suoli richiede una correzione con la sostanza organica.

### 3.3.2.3. STRUTTURA

La **struttura** è un aspetto importante della forza complessiva del suolo e della sua suscettibilità alla compattazione. Generalmente, suoli con struttura sciolta, granulare e a blocchi debolmente sviluppata sono suscettibili. Suoli strutturati a forti blocchi, prismatici e laminari non sono particolarmente suscettibili a bassi contenuti idrici ma generalmente lo sono con alti contenuti. Però suoli a tessitura fine e molto fine con strutture angolari, a blocchi o prismatiche spesso hanno alte PD. Questi suoli possono essere considerati come compattati naturalmente e quindi non suscettibili a ulteriore compattazione (Jones *et al.*, 2003).

L'interazione suolo/clima influenza la vulnerabilità alla compattazione: la forza del suolo a una determinata densità apparente dipende dal suo stato di umidità al momento del carico e della deformazione.

Questo modello è stato applicato da Jones ai suoli d'Europa e dalla carta della suscettibilità alla compattazione che ne è derivata (fig. 3.13, Jones *et al.*, 2003) si può notare, ad esempio, che i suoli del Veneto ricadono nelle classi di suscettibilità alta e moderata.

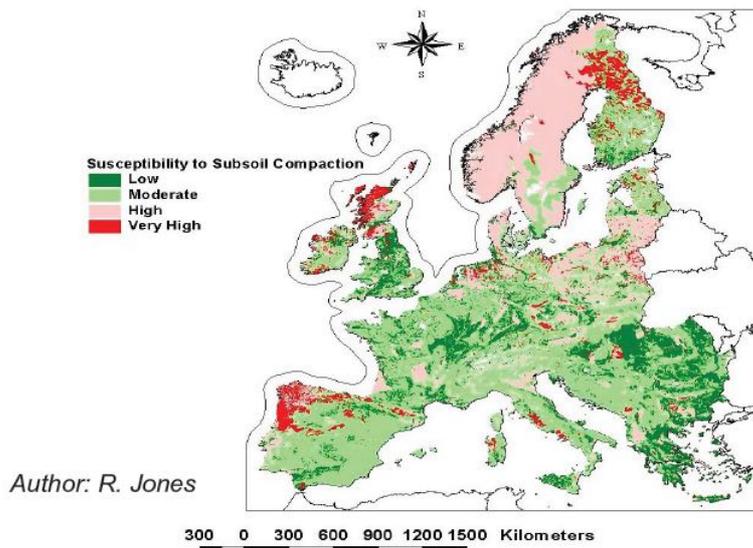


Figura 3.13. Carta della suscettibilità del *subsoil* dei suoli d'Europa alla compattazione.

#### 3.3.2.4. POTENZIALE DI UMIDITÀ

Per passare da suscettibilità a vulnerabilità, bisogna considerare il contenuto di umidità, le condizioni del *topsoil*, la grandezza dei carichi e le pressioni probabili a tempi critici. La vulnerabilità è la probabilità che la compattazione si verifichi; sono necessarie misure dello stato di umidità o la stima dell'umidità (piovosità) climatica. In termini di gestione dei macchinari, i rischi di compattazione sono maggiori durante il periodo di raccolta (con equipaggiamento pesante); in termini climatici, i rischi maggiori si hanno in primavera quando l'umidità è maggiore piuttosto che in autunno su gran parte dell'Europa (Jones *et al.*, 2003).

Una misura delle condizioni climatiche consiste nel valutare l'eccesso di evapotraspirazione potenziale (PE, mm) rispetto alle precipitazioni (R, mm) durante la stagione di crescita. Si ottiene così il deficit di umidità del suolo potenziale, PSMD (Smith, 1967; Jones e Thomasson, 1985) definito nell'equazione:

$$\text{PSMD} = \sum(\text{R}-\text{PE})$$

dove:

PSMD: massimo deficit potenziale di umidità del suolo (mm di pioggia equivalente)

R: precipitazioni (mm)

PE: evapotraspirazione potenziale (mm)

Il PSMD è una misura dell'aridità massima complessiva di un sistema *rainfed*, (alimentato con acqua piovana), quindi senza l'uso di irrigazione; è un indice climatico indipendente dal suolo o da variazioni climatiche. Il reale deficit non dipende solo dalle condizioni del tempo ma anche da riserve d'acqua,

copertura vegetale, prossimità del suolo alla falda e pratiche di uso del suolo come drenaggio e irrigazione. Il PSMD è un parametro climatico utile nell'Europa del Nord che è più umida, quindi l'applicazione andrebbe testata nei climi secchi del sud prima della sua adozione all'intera Europa. Con questo metodo la suscettibilità viene classificata sulla base della tessitura e della PD, non della struttura; tutte le strutture di suoli con classe tessiturale grossolana, franca, limosa od organici sono deboli in termini di resistenza potenziale alla compattazione del *subsoil* (Tab. 3.2). Mentre le unità strutturali forti e grossolane, che si trovano spesso nelle classi tessiturali fine e molto fine, resistono meglio alla compattazione. Sulla base della tab. è stata creata la mappa della suscettibilità preliminare. Per completare il processo in futuro, dovrebbero essere aggiunti dati climatici ai dati del suolo e bisognerebbe valutare l'impatto dell'uso del suolo. Risulta che più di un terzo dei *subsoil* europei hanno suscettibilità alla compattazione alta o molto alta e più del 75% moderata o alta. La suscettibilità alta e molto alta si riscontra nei suoli grossolani od organici con PD media o bassa. Poi si classifica la vulnerabilità sulla base di suscettibilità, zona climatica (PSMD, FC) e forza del *topsoil* (Tab. 3.3). Viene valutata la vulnerabilità media in condizioni climatiche medie, che non risentono degli estremi stagionali. I Luvisol, che sono molto ricchi in argilla (35-45%) sono naturalmente compattati e molto resistenti a ulteriore compattazione del *subsoil*. Si possono identificare le aree di rischio a livello europeo costruendo un collegamento tra lo schema proposto e il database europeo dei suoli. In futuro nelle valutazioni di vulnerabilità andranno inclusi dati sull'uso del suolo e sulla copertura vegetale (Jones *et al.*, 2003).

Tabella 3.2. Suscettibilità intrinseca alla compattazione a seconda di tessitura e *packing density*.

Tessitura	Packing density (g/cm <sup>3</sup> )		
	Bassa	Media	Alta
<b>Classe tessiturale</b>	< 1.40	1.40 – 1.75	> 1.75
Grossolano	MA	AH	M
Franco	A	M	M
Limoso	M(A)	M	B
Argilloso fine	M	B	B
Argilloso molto fine	MA	A	

**Classi di suscettibilità:** B bassa, M moderata, A alta, MA molto alta

Tabella 3.3. Vulnerabilità alla compattazione seconda la suscettibilità del suolo e il clima.

Classe	Zona climatica	Per-umido	Umido A	Umido B	Sub-umido	Secco
	Stato di umidità del subsoil	Di solito bagnato, sempre umido	Spesso bagnato, di solito umido, raramente secco	Di solito umido, stagionalmente secco	Stagionalmente umido e secco	Quasi sempre secco
Suscettibilità del suolo	PSMD (mm)	≤ 50	51 – 125	126 – 200	201 – 300	> 300
	FC (giorni)	> 250	150 – 250	100 – 149	< 100	≤ 40
MA		E (E)	E (E)	V (E)	V (V)	M
A		V (E)	V (E)	M (V)	M (M)	N
M		V (E)	M (V)	N (M)	N (N)	N
B		M (V)	N (M)	N (N)	N (N)	N

**Classi di vulnerabilità alla compattazione:** N non particolarmente vulnerabile; M moderatamente vulnerabile; V molto vulnerabile; E estremamente vulnerabile

Stati di umidità definiti in Hodgson (1997): bagnato < 1 kPa, umido 1-1.500 kPa, secco > 1.500 kPa

Le classi fuori parentesi si riferiscono a situazioni con condizioni di *topsoil* solido.

Le classi dentro parentesi si riferiscono a situazioni con condizioni di *topsoil* debole.

FC: durata della capacità di campo, in giorni (Jones 1985, Jones e Thomasson, 1985).

### 3.3.2 Metodo AAFC

E' stato preso in considerazione un terzo modello di valutazione della vulnerabilità alla compattazione, quello dell'Agriculture and Agri-Food Canada AAFC (adattato da Martin e Nolin, 1991).

La vulnerabilità del suolo alla compattazione dipende anche dal peso macchinari agricoli usati e dal contenuto idrico del suolo al momento de passaggio della macchina. Infatti un suolo più umido è più vulnerabile alla compattazione.

Il metodo considera tre caratteristiche del suolo: il contenuto di carbonio organico (CO) dell'orizzonte A, la tessitura dello strato superficiale e la classe di drenaggio (Tab. 3.4).

La vulnerabilità del suolo alla compattazione è la probabilità che il terreno sia compattato una volta esposto a questo rischio e si valuta con tre classi: da nulla a bassa, moderata e alta (Tab. 3.5).

Tabella 3.4. Classi di carbonio organico, tessitura e drenaggio.

Contenuto di C.O. dell'orizzonte A		Drenaggio	Classe tessiturale dell'orizzonte A		
Basso	< 1,7%	Rapido	1	Grossolano	Sabbioso, sabbioso franco
Moderato	1,7 – 4%	Moderatamente rapido	2	Medio grossolano	Franco sabbioso
Alto	4 – 9%	Buono	3	Medio	Franco, franco limoso, limoso
Molto alto	9 – 17%	Mediocre	4	Medio fine	Franco sabbioso argilloso, franco argilloso, franco limoso argilloso
		Lento	5	Fine	Argilloso sabbioso, argilloso, argilloso limoso
		Molto lento, impedito	P	Torboso	≥ 17% C.O.

(Agriculture Canada, 1976)

Tabella 3.5. Modello di valutazione della vulnerabilità del suolo alla compattazione (Adattato da Martin e Nolin, 1991)

Drenaggio					
<b>da rapido a moderamente rapido</b>	<b>da nulla a bassa</b>				
	Suoli organici				
<b>da buono a mediocre</b>	<b>torbosi</b>	<b>da nulla a bassa</b>			
<b>da lento a molto lento</b>	<b>torbosi (fibrici e mesici)</b>	<b>da nulla a bassa</b>			
<b>molto lento, impedito</b>	<b>torbosi (umici)</b>	<b>moderata</b>			
	Suoli minerali		Contenuto di C.O. dell'orizzonte A		
	Classe tessiturale dell'orizzonte A	<i>Basso</i>	<i>Moderato</i>	<i>Alto</i>	<i>Molto alto</i>
<b>da buono a mediocre</b>	1 e 2	<b>da nulla a bassa</b>			
	3	<b>moderata</b>	<b>da nulla a bassa</b>	<b>da nulla a bassa</b>	<b>da nulla a bassa</b>
	4 e 5	<b>alta</b>	<b>moderata</b>	<b>da nulla a bassa</b>	<b>da nulla a bassa</b>
<b>da lento a molto lento</b>	1 e 2	<b>moderata</b>	<b>da nulla a bassa</b>	<b>da nulla a bassa</b>	<b>da nulla a bassa</b>
	3	<b>alta</b>	<b>moderata</b>	<b>da nulla a bassa</b>	<b>da nulla a bassa</b>
	4 e 5	<b>alta</b>	<b>alta</b>	<b>moderata</b>	<b>da nulla a bassa</b>

Applicando la tabella 3.5, risulta che i suoli con basso contenuto di CO (< 1,7%), fini o medio fini (argillosi) nell'orizzonte superficiale, con drenaggio buono o mediocre hanno un'alta vulnerabilità alla compattazione, come anche i suoli franchi con basso contenuto di carbonio organico mal drenati. Mentre terreni con moderato tenore in carbonio organico (1,7 – 4%) fini ben drenati e franchi mal drenati hanno una vulnerabilità moderata alla compattazione. In genere i suoli con alto contenuto di carbonio organico (> 4%) hanno vulnerabilità da nulla a bassa.

### 3.4. STRUMENTAZIONI E METODICHE UTILIZZATE

Di seguito sono riportate le metodiche analitiche utilizzate per la determinazione dei parametri fondamentali per la valutazione della compattazione del suolo (densità apparente, contenuto idrico) e gli strumenti (penetrometro e analizzatore elementare CNS) usati per misurare la resistenza alla penetrazione e i parametri chimici del suolo.

#### 3.4.1. Determinazione della densità apparente (metodo del carotaggio)

La densità (massa volumica) apparente asciutta del suolo è definita come la massa del suolo seccato a 105 °C per unità di volume. La massa volumica include il volume dei solidi e quello dello spazio

poroso. Il metodo non è applicabile per i suoli con alta percentuale di scheletro (D.M. 173, 1° agosto 1997).

Si prelevano carote di suolo con cilindri di volume noto. La massa volumica apparente viene calcolata una volta essiccato il campione in stufa e pesato. Si usano carotatori cilindrici in metallo (acciaio) con il bordo inferiore leggermente affilato per penetrare meglio, di volume noto ( $100 \text{ cm}^3$ , quelli usati in questo lavoro).

Il carotatore viene inserito verticalmente nel suolo con pressione costante e con velocità non alta in modo da ridurre al massimo gli effetti degli attriti laterali sul campione. Deve essere posta la massima attenzione alla scelta del momento del campionamento: se il suolo appare troppo duro o troppo bagnato è bene non eseguire campionamenti in quanto i disturbi portati al campione possono essere troppo grandi. Nel primo caso possono essere indotte fratturazioni e nel secondo compattazioni. In genere viene considerato adeguato un contenuto idrico del suolo tale da permettere un inserimento manuale del carotatore. Una volta inserito, si deve scavare con un coltello od altro attrezzo adeguato (spatole smielatrici, vanghette da giardiniere, ecc.) intorno al carotatore per liberarlo, con il campione di suolo sporgente dalla parte inferiore, in modo da non indurre deformazioni nel prelievo. Il campione viene poi ridotto alle dimensioni del cilindro campionatore con l'uso di coltellini, forbicine per tagliare le radici, con l'accortezza di non perdere suolo nelle operazioni. Si definisce così il volume noto del campione. A tale scopo è bene eseguire ciò su un foglio di carta o di plastica così da poter recuperare particelle di competenza del campione.

Il campione trasportato in laboratorio viene messo in stufa ventilata a  $105 \text{ }^\circ\text{C}$ . Il campione viene pesato con una bilancia analitica (risoluzione a  $1/100$  di g) dopo 24 ore dopo averlo fatto raffreddare ( $P_{ss}$ ). Il valore della densità apparente ( $bd$ ), essendo il volume del suolo ( $V_s$ ) uguale a quello del carotatore ( $V_{car}$ ), sarà data da:

$$bd = P_{ss}/V_s \quad [\text{kg m}^{-3}]$$

In questo lavoro la densità apparente è stata rilevata in superficie, togliendo il cotico erboso e inserendo i campionatori sul suolo nudo.

### **3.4.2. Determinazione del contenuto d'acqua (metodo gravimetrico)**

Il contenuto d'acqua viene generalmente definito come rapporto tra la massa dell'acqua presente nel suolo e la massa del suolo secco o attraverso il volume d'acqua presente nell'unità di volume di suolo. Il metodo è applicabile a tutti i tipi di suoli. Il metodo si basa sulla misura delle riduzioni di peso di un campione di suolo posto in stufa a una determinata temperatura ( $105 \text{ }^\circ\text{C}$ ) e per un tempo stabilito.

Dopo il prelievo, il campione di suolo viene pesato immediatamente o riposto in un contenitore a chiusura ermetica in modo da rendere trascurabile l'evaporazione dell'acqua prima della determinazione del suo peso. Successivamente, dopo avere rimosso l'eventuale coperchio, il campione viene posto in una stufa alla temperatura di 105 °C ed essiccato. Il tempo di permanenza in stufa del campione deve garantire che il campione raggiunga un peso stabile. In genere è sufficiente un tempo di permanenza in stufa di 12 ore nel caso di ventilazione forzata e di 24 ore per stufe a convezione. Una volta estratto il campione dalla stufa, viene fatto raffreddare, poi il campione viene pesato e viene sottratta la tara del contenitore, pesata all'inizio. Quindi si può determinare il contenuto d'acqua per unità di massa secca del suolo  $\theta_m$  attraverso la relazione:

$$\theta_m = \frac{\text{peso del campione umido} - \text{peso del campione secco}}{\text{peso del campione secco}}$$

Per esprimere il contenuto d'acqua su basi volumetriche ( $\theta_v$ ) è necessario conoscere anche la densità apparente ( $\rho_d$ ) del suolo e la densità dell'acqua ( $\rho_w$ ) e si utilizza la relazione:

$$\theta_v = \theta_m * \rho_d / \rho_w$$

A causa della variabilità spaziale delle caratteristiche del suolo, per non introdurre errori, è necessario che la misura di densità apparente sia effettuata sullo stesso campione utilizzato per la determinazione gravimetrica ( $\theta_m$ ) effettuando i prelievi con un campionatore di volume noto (nel nostro caso di 100 cm<sup>3</sup>) e con tecniche che rendano trascurabili le compattazioni del suolo.

In presenza di scheletro è meglio usare campioni di maggiore dimensione in modo che risultino sufficientemente rappresentativi. Nel caso di suoli con elevata pietrosità la determinazione del contenuto d'acqua in volume risulta più complessa e bisogna determinare non solo il peso ed il contenuto d'acqua della frazione fine ma anche quello relativo alla parte grossolana. In questi casi non è possibile utilizzare campionatori ma viene impiegato il metodo dello scavo per valutare il volume del campione (D.M. 173, 1° agosto 1997).

### 3.4.3. Penetrometro

L'influenza del compattamento, dovuto al traffico delle macchine agricole e alle lavorazioni, sulle caratteristiche chimico-fisiche del terreno e sulla produttività colturale dipende da strette interazioni fra cui il tipo di suolo e le condizioni meteorologiche. Tuttavia, lo stato ottimale del suolo è molto spesso un compromesso fra i requisiti utili per la trazione e la mobilità dei veicoli agricoli e quelli per un equilibrato sviluppo della pianta. Un'analisi del compattamento nelle varie stratigrafie può fornire

importanti indicazioni sugli effetti delle tecniche colturali, come la profondità di lavoro, nonché sull'eventuale presenza di "suole di lavorazione". Il penetrometro è uno strumento la cui funzione è quella di rilevare, lungo un profilo, la variazione della resistenza alla penetrazione che il terreno esercita attraverso la determinazione dell'indice di cono. Un uso efficace dell'indice di cono (CI) è pertanto finalizzato a valutare l'entità del compattamento attraverso la rilevazione della resistenza alla penetrazione in tutto il profilo interessato alle lavorazioni.

Il CI esprime il rapporto tra la forza (N) applicata per imprimere nel terreno un puntale conico, ovvero la resistenza che il terreno oppone alla sua penetrazione, e la superficie del cono espressa in  $\text{mm}^2$ . Tale valore, misurato in Pascal (Pa) o in  $\text{N/m}^2$ , dipende oltre che dal contenuto idrico e dal tenore di sostanza organica anche dalle proprietà fisiche del suolo come la densità apparente, la struttura del terreno e la tessitura.

Il cono è uniformato nelle dimensioni per quanto riguarda:

- apertura del cono espressa in gradi;
- superficie del puntale conico espressa in  $\text{mm}^2$

Per le misurazioni effettuate in questo studio è stato utilizzato il penetrometro Eijkelkamp Penetrologger mod. 06.15.SA (fig. 3.14), in dotazione all'allora Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali (TeSAF) dell'Università degli Studi di Padova. Le caratteristiche tecniche sono riportate nell'allegato 7.

Si tratta di uno strumento manuale costituito da un datalogger che ha la funzione di registrare i dati di pressione provenienti dal sensore sottostante, correlati con la profondità di prelievo e con il posizionamento spaziale, tramite un ricevitore GPS.

Nel "kit" in dotazione, sono presenti due aste smontabili di diverso diametro, alle quali possono essere montati diversi puntali conici, ciascuno dei quali caratterizzato da una superficie e da un angolo al vertice diverso. In base alla tipologia di terreno da indagare e dei diversi scenari in cui l'operatore si trova a lavorare, questi sceglie l'asta e il puntale più appropriato.

A seguito del montaggio dello strumento, dopo l'accensione e la ricezione di un segnale GPS, si procede al settaggio dei parametri di prova come il numero di prove, le ripetizioni per ciascuna prova, la tipologia di cono montato e la velocità di discesa.

Nell'operatività di campo, dopo aver posizionato al suolo la piastra di acciaio che riflette il segnale inviato dal misuratore istantaneo di profondità, l'operatore colloca il puntale del penetrometro all'interno del foro in essa presente, preme il tasto di avvio della misurazione e inizia a conficcare l'asta nel terreno, cercando di imprimere una pressione tale per cui la velocità di discesa dello strumento sia attorno ai 3-4 cm/s. L'operatore può seguire in tempo reale sul display l'evoluzione del grafico della penetrazione, nonché altri parametri come: le coordinate GPS e la velocità di discesa. Un

segnale acustico avvisa l'operatore dell'avvenuto raggiungimento della profondità standard massima di 80 cm, consentendo quindi il salvataggio dei dati raccolti durante la misurazione. Tutti i dati raccolti possono venire scaricati su un PC ed elaborati con un programma software fornito dalla casa produttrice del penetrometro.



Figura 3.13. Immagini delle varie componenti del penetrometro (datalogger, punte).



Figura 3.14. Foto del penetrometro in un vigneto.

#### 3.4.4. Analizzatore elementare CNS

Il metodo di ossidazione a secco avviene tramite impiego di un analizzatore elementare CNS che determina il carbonio totale (oltre ad azoto e zolfo) del campione. I diversi analizzatori elementari in commercio si basano sul metodo Dumas (1831). Tale metodo è fondato sulla completa ed istantanea ossidazione del campione per *flash combustion* con conseguente conversione di tutte le sostanze organiche ed inorganiche in gas. I gas prodotti vengono quindi rilevati da un *detector*. Per la determinazione del CO è necessario prima rimuovere dalla quantità totale di carbonio del campione i carbonati, mediante trattamento con acido cloridrico, poi effettuare la determinazione con

analizzatore al fine di rilevare la componente organica del TOC (TOC - *Total Organic Carbon*). Il principio del metodo è descritto nella ISO 10694, *Determination of organic and total carbon after dry combustion (elementary analysis)*. Gli analizzatori elementari rappresentano delle costose strumentazioni analitiche ma offrono numerosi vantaggi rispetto ai metodi di ossidazione ad umido:

- possono determinare, contemporaneamente al TOC, anche azoto e zolfo e idrogeno;
- i tempi di analisi per campione sono considerevolmente inferiori (circa 15 minuti). Inoltre è possibile caricare sull'autocampionatore numerose capsule (fino a 50 per l'analizzatore CNS utilizzato). Il risultato viene fornito, sia in formato tabella sia come grafico, direttamente sul terminale;
- la quantità di campione consumato per l'analisi è inferiore (tra i 15 e i 20 mg) rispetto a quella richiesta dal metodo Walkley-Black (500 mg nel caso più frequente di CO superiore a 18 g/kg) (Violante, 2010);
- infine, con il metodo ossidimetrico, si usano sostanze molto nocive alla salute, come il bicromato di potassio (cancerogeno) e gli acidi solforico e fosforico, mentre con il metodo dell'analisi elementare i rischi si presentano solo per colui che è incaricato della pulizia e del controllo del funzionamento della macchina, visto che ci sono parti dello strumento a più di 1000 °C. Per le analisi sul suolo di questo lavoro, è stato utilizzato l'analizzatore elementare CNS (VARIO MACRO, ELEMENTAR) dell'allora Dipartimento di Biotecnologie Agrarie dell'Università di Padova, ora DAFNAE.

La procedura seguita si discosta, in parte, da quella indicata nella ISO 10694. La ISO, infatti, non dà indicazioni sulla quantità di campione da utilizzare; è stata quindi scelta una quantità pari a 300 mg, paragonabile alle 94 dosi usate dal metodo Walkley-Black. Inoltre la ISO indica di determinare il contenuto in carbonati mediante impiego di acido cloridrico. Invece, nella nuova procedura messa a punto, è stato stabilito di eseguire una prima determinazione del TOC con l'analizzatore, allontanare la frazione organica per combustione in muffola e determinare nuovamente il TOC con l'analizzatore; per differenza, tra il TOC prima e dopo la combustione, è possibile ricavare la quantità di CO del campione. Infatti l'analizzatore elementare è in grado di distruggere completamente tutti i carbonati presenti, dal momento che il campione raggiunge temperature che superano i 1.000 °C.

## 4. RISULTATI E DISCUSSIONE

In questo studio sono stati presi in esame i metodi visti nel capitolo 3.

Il metodo RAMSOIL non è stato utilizzato perché prevede la determinazione di molti parametri, alcuni difficilmente rilevabili, come la porosità e la mineralogia delle argille.

In un primo momento è stato applicato il metodo di Jones all'area di pianura della regione Veneto.

Questo metodo è stato scelto perché è quello utilizzato nel progetto ENVASSO realizzato dal JRC – Commissione europea e *ies*; sembrava molto valido perché considerava sia la compattazione tal quale con le caratteristiche di densità, capacità d'aria, permeabilità, struttura e resistenza meccanica, sia la vulnerabilità alla compattazione, stimata conoscendo anche le condizioni di drenaggio e la resistenza del suolo, che le cause della compattazione, quali la pressione sul suolo esercitata da macchinari e bestiame e la gestione del suolo con le sue pratiche colturali.

In realtà i parametri usati sono stati solo 3, quelli utili all'individuazione della suscettibilità (classe tessiturale e packing density, a sua volta basata su densità apparente e contenuto di argilla) e della vulnerabilità (PSMD, basato sui dati di precipitazione ed evapotraspirazione potenziale).

Successivamente è stato utilizzato il metodo AAFC perché presenta condizioni per determinare la vulnerabilità alla compattazioni più logiche del precedente metodo.

Di seguito vengono riportati i risultati ottenuti dall'applicazione dei due metodi.

Come aree di riferimento oltre alla pianura veneta è stata scelta l'area DOC Piave perché essa rappresenta una delle più estese dell'Italia settentrionale e una delle più produttive aree DOC in termini di ettoltri di vino prodotti.

Il metodo canadese è stato prima applicato alla DOC Piave, prendendo come azienda rappresentativa l'azienda Cescon e poi applicata a tutto il territorio veneto.

### 4.1. METODO DI JONES APPLICATO AL VENETO

Il primo risultato ottenuto in questo studio è stato la carta della vulnerabilità alla compattazione dei *subsoil* di pianura del Veneto utilizzando il metodo di Jones. Come visto nel paragrafo 3.3.1 si ricava prima la suscettibilità alla compattazione conoscendo classe tessiturale e packing density del subsoil e in secondo momento la vulnerabilità alla compattazione, combinando la suscettibilità con un indice di umidità climatica, il PSMD.

E' stata applicata questa procedura ai suoli di pianura della Regione Veneto, individuati a partire dalla Carta dei Suoli del Veneto in scala 1:250.000 e per le aree disponibili in scala 1:50.000, utilizzando i dati contenuti nella banca dati regionale dei suoli.

Le informazioni relative alle precipitazioni e all'evapotraspirazione potenziale sono state ricavate dai dati delle stazioni meteorologiche del Veneto nel periodo 1995-2004.

Ad ogni unità cartografica è stata assegnata l'unità tipologica di suolo dominante, a cui corrisponde anche una stazione climatica e il suo indice climatico di umidità; quindi a ogni UC è attribuita la propria classe di vulnerabilità alla compattazione.

Considerando esclusivamente i dati del suolo, è possibile costruire la carta di suscettibilità alla compattazione.

Secondo Jones et al. (2003), i suoli argillosi e con alta densità sono già compattati e quindi possiedono una bassa suscettibilità alla compattazione; mentre i suoli grossolani e quelli ricchi di sostanza organica con bassa packing density, non essendo per niente compattati, hanno un'alta potenzialità ad esserlo, per cui hanno una suscettibilità molto alta.

Come è facilmente intuibile, i suoli in climi umidi sono più soggetti a compattazione rispetto a quelli in climi secchi.

Dalla figura 4.1 si vede che è presente una piccola area nei pressi di Rosolina con suscettibilità molto alta, dovuta al basso valore di packing density e alla tessitura grossolana.

Osservando la figura 4.2, possiamo concludere che la maggior parte dei suoli della pianura veneta non sono particolarmente vulnerabili alla compattazione.

Le aree altamente vulnerabili sono invece molto limitate: quelle dell'alta pianura vicentina e trevigiana a causa delle caratteristiche del suolo e del clima umido o per-umido e quelle costiere nelle vicinanze di Chioggia per l'elevato contenuto di sabbia o di sostanza organica.

Non sono presenti zone estremamente vulnerabili perché nei suoli di pianura del Veneto, in genere, non si riscontra clima per-umido abbinato a suoli con elevati contenuti di sostanza organica e/o tessitura grossolana.

Questo metodo non è risultato molto utile perché valuta la potenzialità di compattazione in termini assoluti, considera quindi che un suolo è più vulnerabile se la sua densità può variare tanto, senza considerare che forse è più grave che un suolo già molto denso possa essere ulteriormente compattato, anche se di poco.

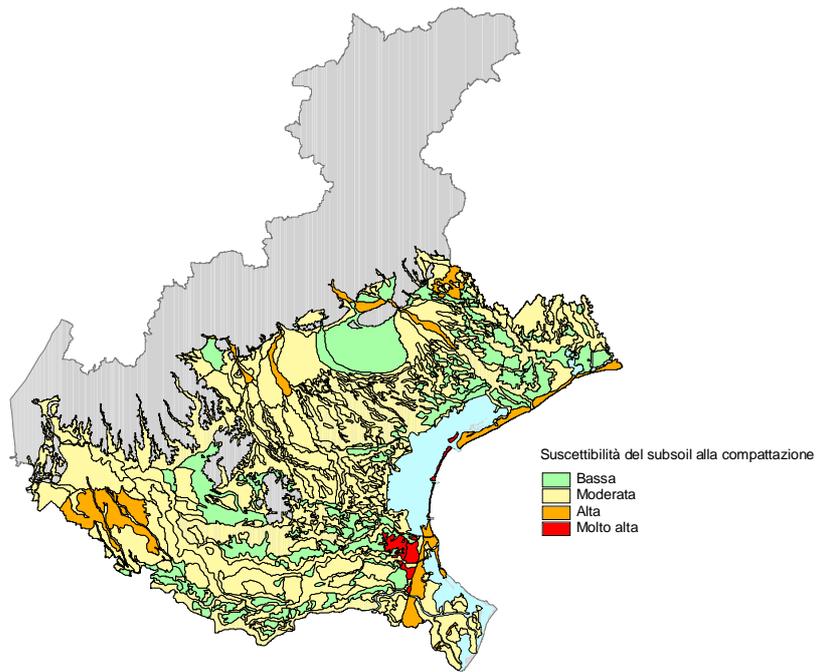


Figura 4.1. Suscettibilità alla compattazione dei subsoil di pianura del Veneto.

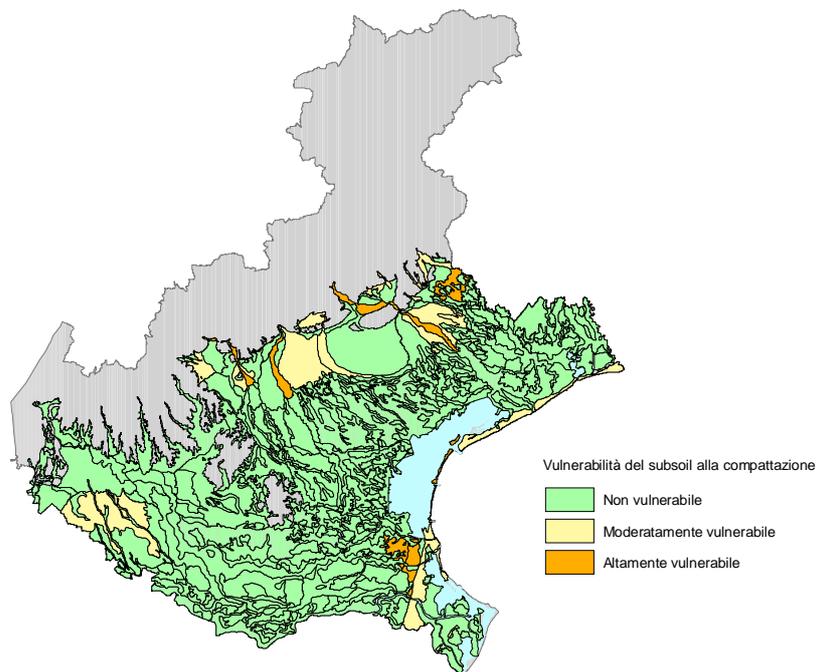


Figura 4.2. Vulnerabilità alla compattazione dei subsoil di pianura del Veneto.

#### 4.2. METODO DI JONES APPLICATO ALL'AREA DOC PIAVE

Sono state create le carte dei parametri utilizzati nel metodo di Jones per l'area a DOC Piave, prendendo in considerazione le carte dei suoli di Treviso e Venezia in scala 1:50.000.

Dalla figura 4.3 possiamo notare che la gran parte dei suoli ha packing density alta e un'altra buona parte media. Ci sono molti suoli che ricadono nella classe granulometrica AFI argillosi fini (fig. 4.4).

Dalla carta della suscettibilità del subsoil alla compattazione (fig. 4.5) è evidente che la maggior parte dei suoli è poco suscettibile o moderatamente suscettibile, c'è solo un'area a nord, attorno all'alveo del fiume Piave che presenta suscettibilità alta e alcune aree nel veneziano l'hanno molto alta.

Dalla carta delle zone climatiche (fig. 4.6) si vede che si ha clima per-umido solo nella zona a nord ovest tra Volpago del Montello e Ponzano e quella più centrale di Monastier di Treviso e che da nord a sud il clima diventa meno umido.

Nella stesura della carta finale della vulnerabilità alla compattazione del subsoil è stata considerata la differente condizione del *topsoil*. Nelle classi finali quella fuori parentesi indica condizioni del topsoil stabili, mentre nelle parentesi in condizioni labili, deboli.

La carta (fig. 4.7) mostra che l'area a nord presenta suoli molto vulnerabili o moderatamente vulnerabili ma sono presenti molte aree con suoli non particolarmente vulnerabili; si ritrovano anche delle zone nel veneziano con suoli molto vulnerabili.

Quindi sono state create le carte di suscettibilità e vulnerabilità alla compattazione; entrambe evidenziano che i suoli che ne risentono maggiormente si trovano tra Maserada sul Piave e Vazzola e a Monastier di Treviso.

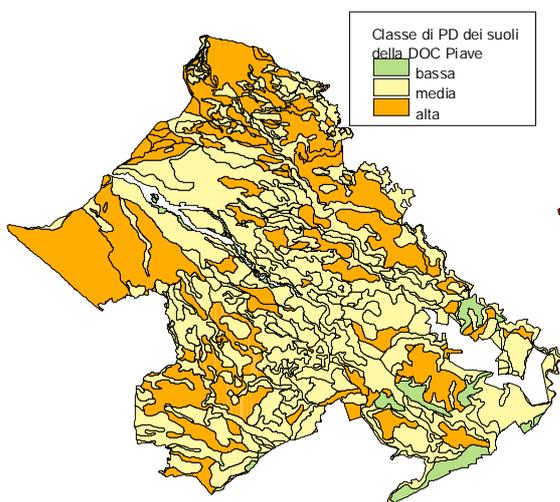


Figura 4.3. Carta della packing density dei suoli.

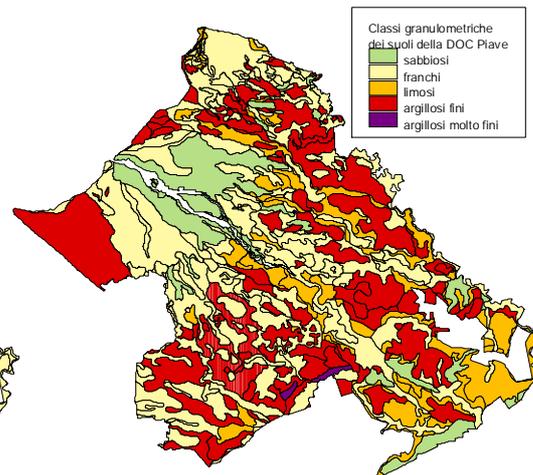


Figura 4.4. Carta delle classi granulometriche dei suoli.

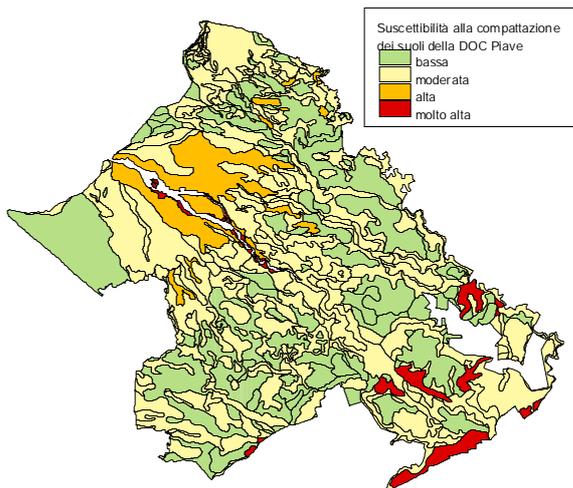


Figura 4.5. Carta della suscettibilità del *subsoil* alla compattazione.

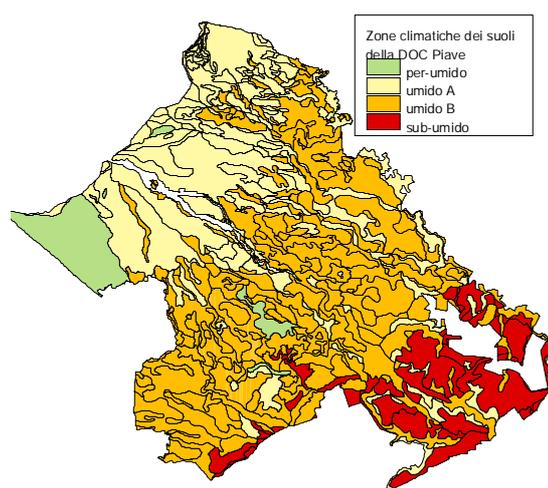


Figura 4.6. Carta delle zone climatiche.

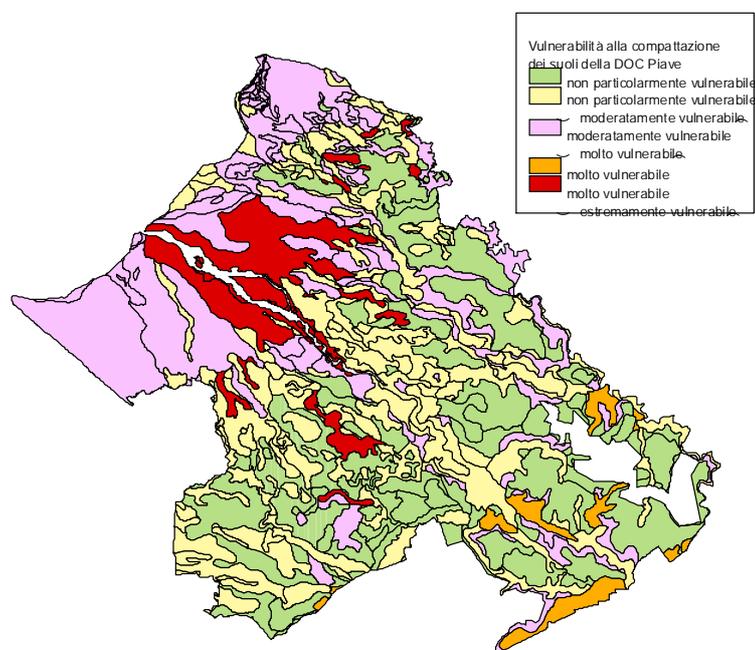


Figura 4.7. Carta della vulnerabilità del *subsoil* alla compattazione.

### 4.3. METODO AAFC APPLICATO AL VENETO

Vista la poca rispondenza con le evidenze di campagna del metodo di Jones è stato usato il metodo AAFC per valutare la vulnerabilità alla compattazione, dapprima in tutta l'area di pianura del Veneto, poi nella DOC Piave.

Come col primo metodo, sono state usate le carte a maggior dettaglio disponibili. La carta della vulnerabilità alla compattazione (fig. 4.8) indica che molti suoli sono molto vulnerabili, ma la carta è ben ripartita tra le tre classi.

Si può notare che le carte finali ottenute dai due modelli sono quasi opposte: le zone che con Jones erano altamente vulnerabili diventano a vulnerabilità bassa nel metodo canadese e viceversa. Questo perché i principi da cui partono i metodi sono completamente diversi e antitetici.

Con il modello AAFC sono stati ottenuti risultati coerenti alle aspettative, risultando molto più efficace del precedente metodo.

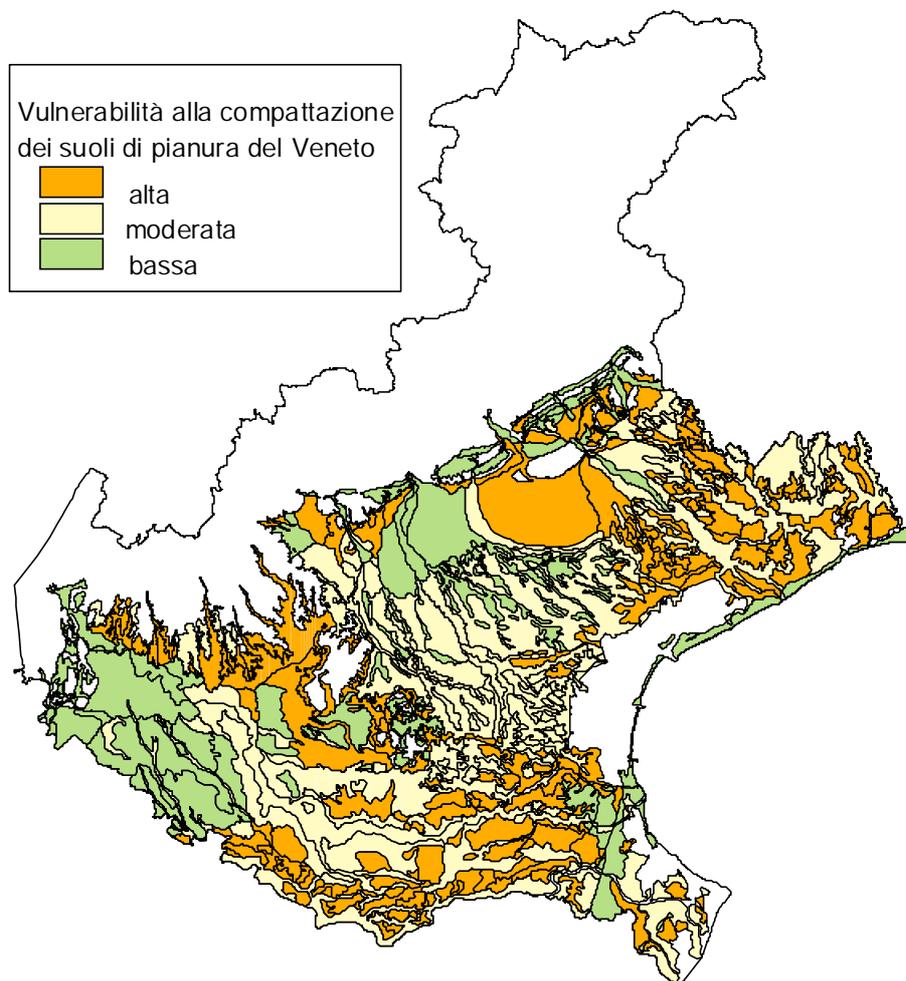


Figura 4.8. Carta della vulnerabilità alla compattazione dei suoli di pianura del Veneto.

#### 4.4. METODO AAFC APPLICATO ALL'AREA DOC PIAVE

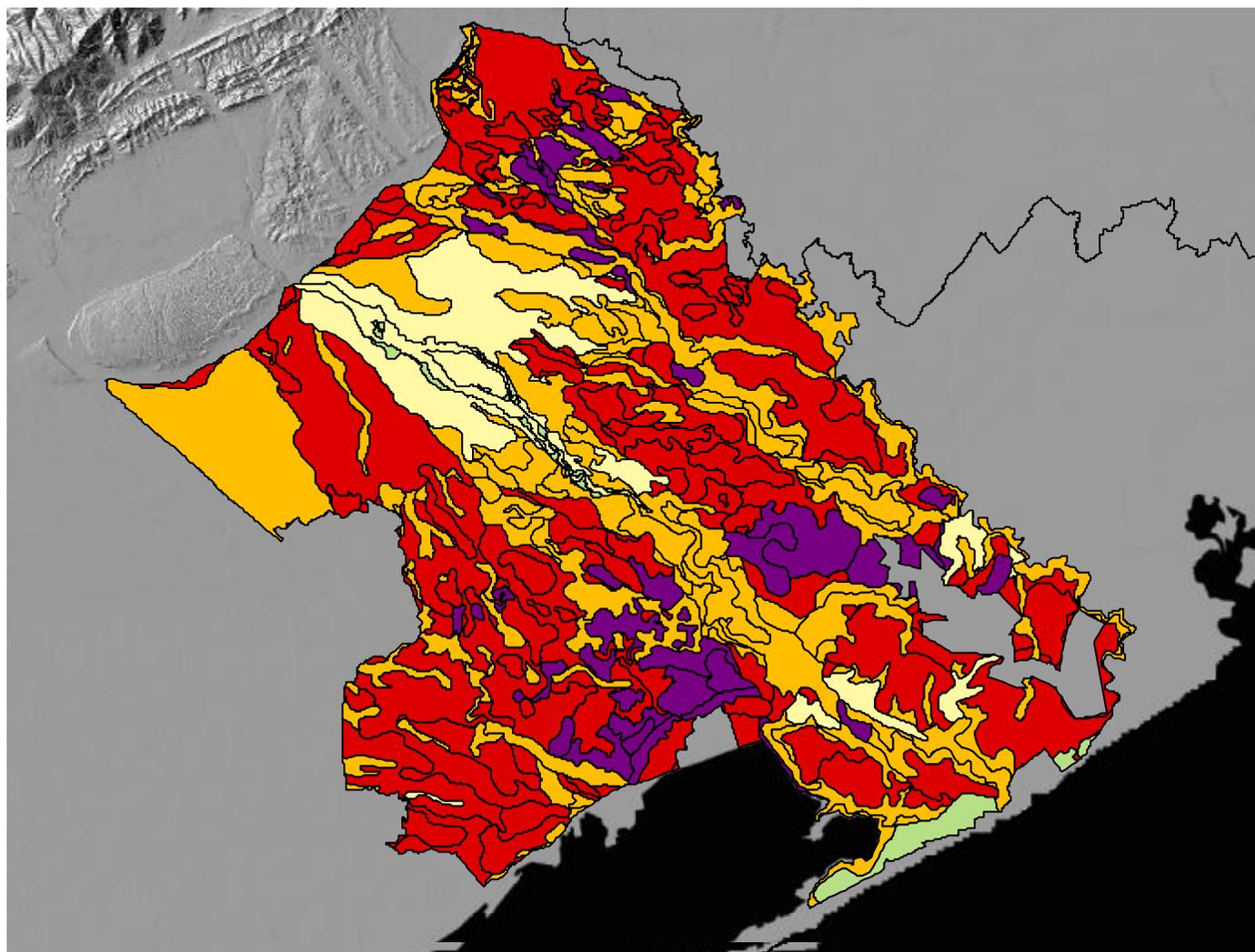
Il metodo AAFC è stato poi applicato alla DOC Piave.

In primo luogo sono state create le carte dei tre parametri utilizzati dal metodo.

La carta delle classi tessiturali superficiali (fig. 4.9) mostra che l'area presenta molti suoli a tessitura prevalentemente argillosa (FSA, FA, FLA), alcune aree ancora più fini (AS, A, AL), altre a tessitura media (F, FL, L); è da notare che ci sono pochissime zone con tessitura in prevalenza sabbiosa (S, SF, FS) in superficie. La carta del CO (fig. 4.10) evidenzia che la maggior parte dei suoli della DOC Piave ha CO basso in superficie (< 1,7%) secondo la classificazione di questo metodo. Nella carta del drenaggio (fig. 4.11) si vede che una vasta area ha drenaggio lento, in parte correlato alla tessitura fine, ma soprattutto al ristagno idrico, evidenziato dalle screziature grigie.

Si può notare che le carte finali ottenute dai due modelli sono quasi opposte: le zone che con Jones erano altamente vulnerabili diventano a vulnerabilità bassa nel metodo canadese e viceversa. Questo perché i principi da cui partono i metodi sono completamente diversi e antitetici.

Con il modello AAFC sono stati ottenuti risultati coerenti alle aspettative, risultando molto più efficace del precedente metodo.



Classi tessiturali superficiali  
dei suoli della DOC Piave

- S, SF
- FS
- F, FL, L
- FSA, FA, FLA
- AS, A, AL

Figura 4.9. Carta delle classi tessiturali superficiali dei suoli della DOC Piave.

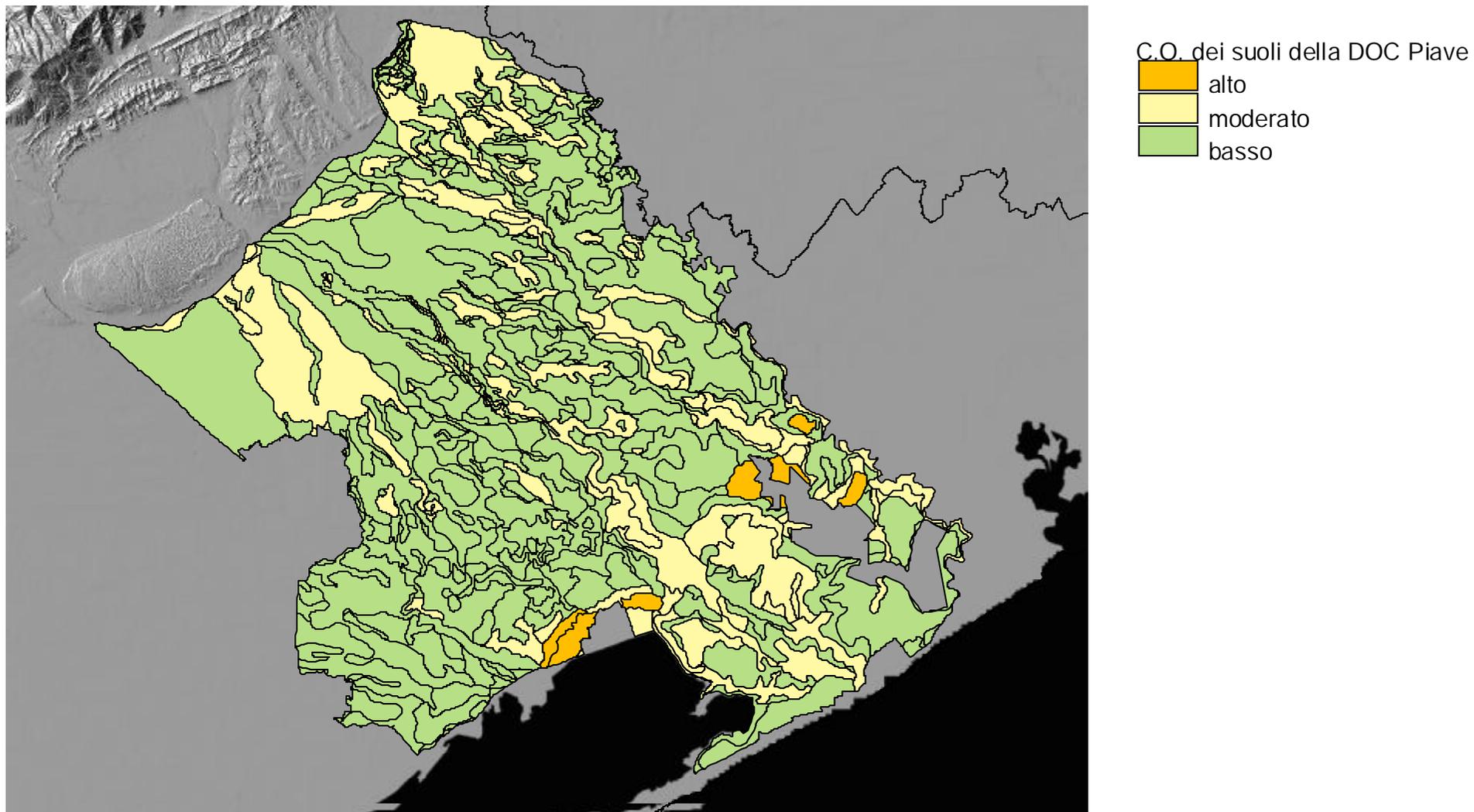
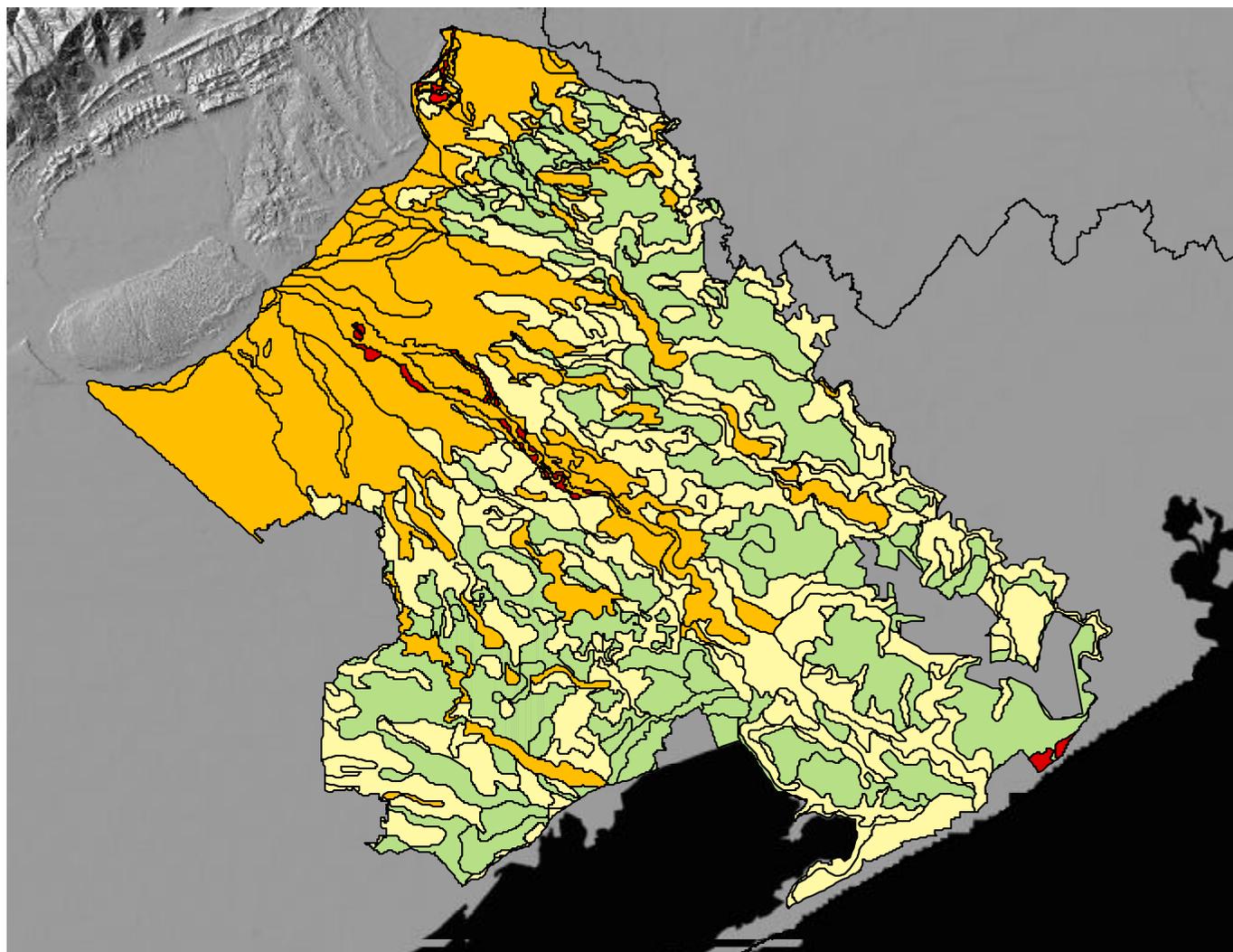


Figura 4.10. Carta del CO superficiale dei suoli della DOC Piave.



Drenaggio dei suoli della DOC Piave

- rapido
- moderatamente rapido
- buono
- mediocre
- lento

Figura 4.11. Carta del drenaggio dei suoli della DOC Piave.

Infine è stata creata la carta della vulnerabilità alla compattazione (fig. 4.12) dei suoli della DOC Piave.

Le zone più vulnerabili di quest'area ricadono a sud est di Treviso, nei comuni di San Biagio di Callalta, Silea e Roncade, la fascia a est di Oderzo, da Gaiarine a Motta di Livenza e l'area centrale tra Ponte di Piave e Salgareda (fig. 4.12).

Tra i suoli altamente vulnerabili si individuano:

- **suoli della bassa pianura antica del Piave:** i suoli Marteggia e San Fior, franco limoso argillosi, con drenaggio mediocre, i suoli Lutrano e Borin, argilloso limosi e i suoli Olmi, franco limoso argillosi, a drenaggio mediocre o lento;
- **suoli della bassa pianura antica del Tagliamento:** i suoli Cinto Caomaggiore, argilloso limosi, a drenaggio lento;
- **suoli della pianura recente del Monticano e del Meschio:** i suoli Termen, argilloso limosi, a drenaggio lento;
- **suoli idromorfi delle bassure di risorgiva:** i suoli Meolo e Biancade, delle aree umide bonificate, franco limoso argillosi, a drenaggio lento.

Tutti questi suoli hanno moderato contenuto di CO in superficie moderato o alto.

Ci sono molti suoli vitati che hanno basso contenuto di CO, tessitura fine o medio fine in superficie e drenaggio buono o suoli franchi con basso tenore in CO a drenaggio lento e quindi sono molto vulnerabili alla compattazione.

La maggior parte (il 44%) delle unità cartografiche della DOC Piave ha vulnerabilità moderata alla compattazione, circa il 38% alta e il restante 18% da nulla a bassa. Ciò significa che più dell'80% dei terreni ha almeno vulnerabilità moderata, perciò qui si dovranno adottare le tecniche di lavorazione più adatte e un'adeguata gestione del suolo per conservarlo e per mantenere la resa colturale.

Questo modello ha portato a risultati coerenti con le evidenze di campagna, dove risulta che gli effetti maggiori del compattamento si hanno sui suoli in cui prevale la componente limosa e argillosa, poveri di sostanza organica. Sembra quindi che il modello sia più efficace del precedente.

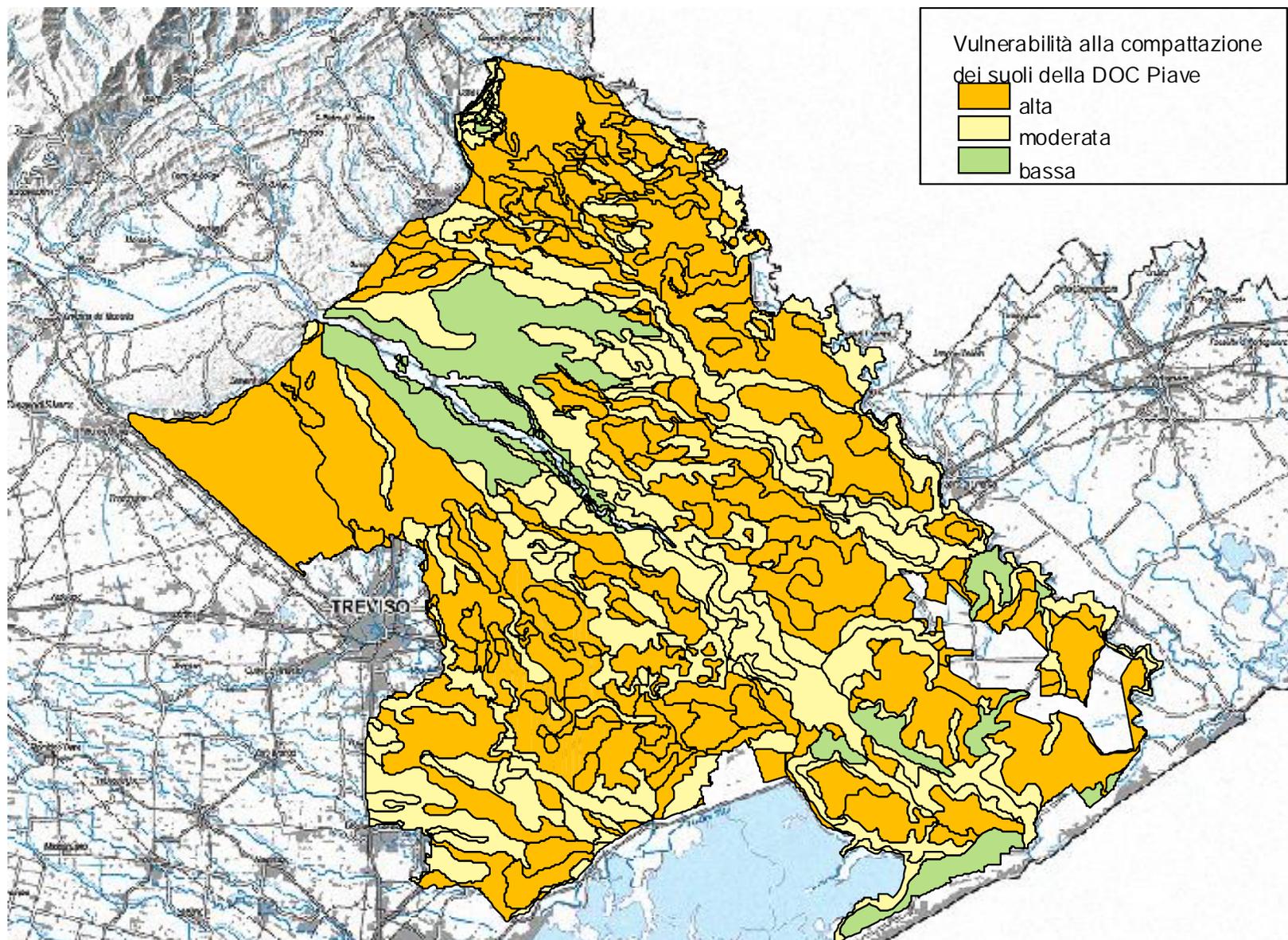


Figura 4.12. Carta della vulnerabilità alla compattazione dei suoli della DOC Piave.

## 4.5. ATTIVITÀ DI VERIFICA IN CAMPO NELLA DOC PIAVE

### 4.5.1. Caratterizzazione pedologica dell'azienda Cescon

In seguito all'individuazione del modello canadese come più adatto al nostro territorio, è stata eseguita una verifica, effettuando analisi in siti campione vitati per validare il metodo scelto.

Per quanto riguarda l'area a DOC Piave è stata scelta come rappresentativa, l'Azienda Agricola Giuseppe Cescon di Chiarano (TV), in cui ricadono più classi di vulnerabilità alla compattazione.

L'Azienda Agricola Cescon Giuseppe consta di 2 siti, uno a Fossalta Maggiore di Chiarano e l'altro a Ponte di Piave, in località Busco (Fig 4.13).

Per la descrizione dei suoli si può fare riferimento alla Carta dei Suoli di Treviso alla scala 1:50.000.

Nell'ambito di questa tesi, sono state eseguite quattro trivellate in quest'area:

- T1, T2 e T3 che ricadono nell'unità cartografica BNF1/CDP1 (a Ponte di Piave);
- T4 che ricade nell'unità cartografica LUT1 (a Chiarano) (fig. 4.15).

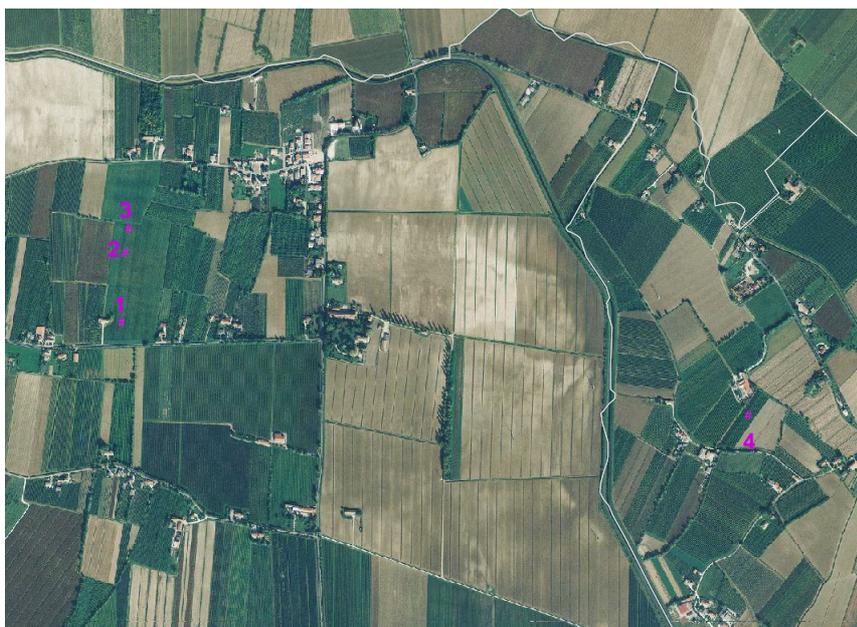


Figura 4.13. Localizzazione delle trivellate eseguite nell'azienda Cescon.

Come spiegato nel capitolo 3, la carta dei suoli è strutturata in quattro livelli gerarchici di cui i primi tre, relativi al paesaggio, consentono di individuare gli ambienti di formazione del suolo attraverso gradi di approfondimento successivi, mentre il quarto dipende esclusivamente dalle tipologie di suolo presenti (UTS).

Di seguito verranno indicati il distretto, la sovraunità di paesaggio, l'unità di paesaggio e le unità cartografiche in cui ricadono i vigneti dell'azienda Cescon.

L'area ricade nel distretto P, cioè nella pianura alluvionale del fiume Piave a sedimenti estremamente calcarei (colore rosa, fig. 4.14), nella sovraunità di paesaggio P3, nella bassa pianura antica (pleni-tardiglaciale) con suoli decarbonatati e con accumulo di carbonati negli orizzonti profondi.

Nella superficie antica, di età tardi-glaciale, del Piave (**P3**) è riconoscibile un modello a **dossi, piane modali e depressioni**. I dossi sono caratterizzati da suoli decarbonatati e a granulometria grossolana, via via più fine procedendo da monte a valle. Nelle superfici di transizione, dominano i limi fini, con un drenaggio generalmente peggiore rispetto ai suoli precedenti, tipicamente mediocre, con la falda sempre presente entro 150 cm e la formazione di un orizzonte calcico, chiamato "caranto". Le aree depresse, caratterizzate da suoli argillosi, con maggiori problemi di drenaggio, sempre con la presenza di caranto, sono poco estese e limitate alla parte sud-orientale della provincia.

In tutta l'area, nonostante l'età della superficie, il processo di lisciviazione dell'argilla, seppure presente nei suoli di dosso, raramente risulta tale da essere diagnostico; la presenza della falda poco profonda (in passato più superficiale dell'attuale) e la tessitura prevalentemente limoso fine, sono i fattori che più hanno influito sulla pedogenesi, determinando spesso la formazione di un orizzonte calcico e impedendo o rallentando i processi di illuviazione delle argille.

Le unità di paesaggio presenti sono queste:

P3.1 - **dossi** fluviali poco espressi, costituiti prevalentemente da sabbie;

P3.2 - **pianura alluvionale indifferenziata**, costituita prevalentemente da limi;

P3.3 - **depressioni** della pianura alluvionale, costituite prevalentemente da argille e limi.

Di seguito si riportano le unità cartografiche (UC) presenti nelle tre unità di paesaggio (fig. 4.15):

P3.1 - Dossi fluviali poco espressi, costituiti prevalentemente da sabbie.

- BNF1/CDP1

P3.2 - Pianura alluvionale indifferenziata, costituita prevalentemente da limi.

- MAT1
- MAT1/LUT1
- SAF1

P3.3 - Depressioni della pianura alluvionale, costituite prevalentemente da argille e limi.

- LUT1
- LUT1/BOI1
- BOI1
- OLM1
- STG1/BOI1

La descrizione più dettagliata delle UC si trova nell'Allegato 1, quella delle UTS nell'Allegato 2.

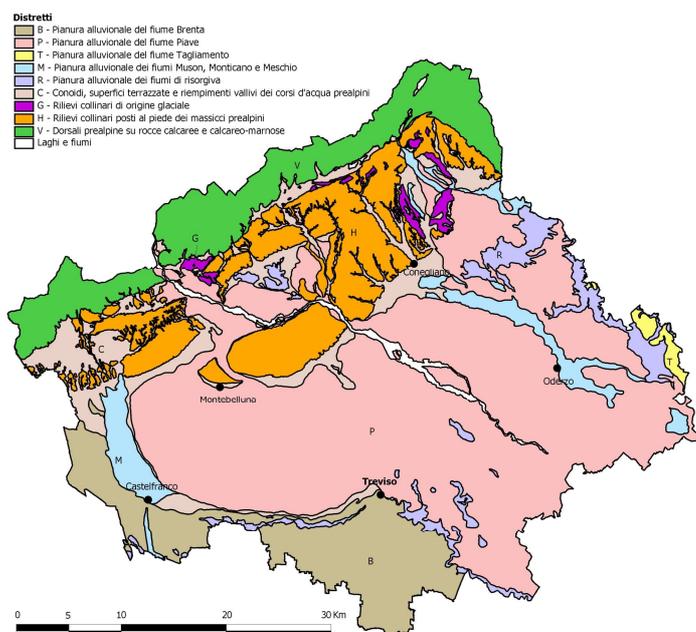


Figura 4.14. Distretti della carta dei suoli della provincia di Treviso.

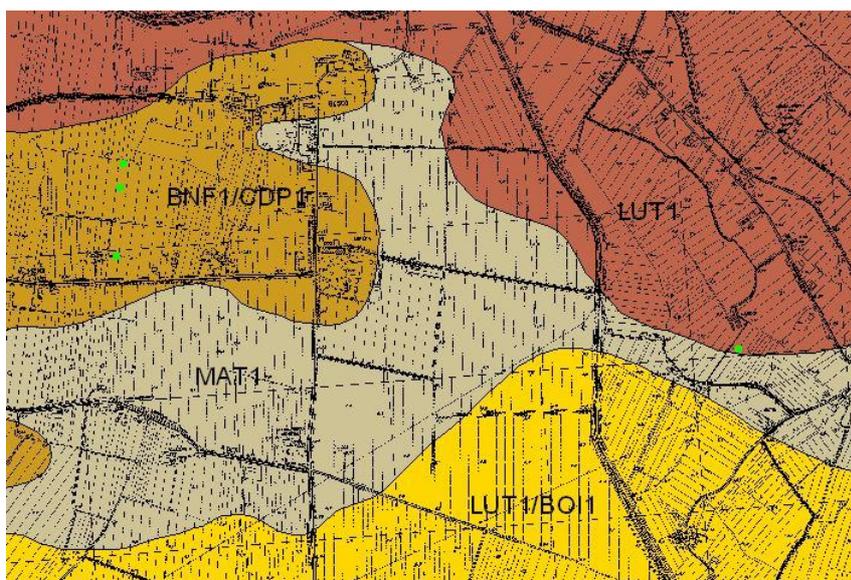


Figura 4.15. Localizzazione delle trivellate nei vigneti dell'azienda Cescon con le unità cartografiche.

A causa della scala a maggior dettaglio alla quale sono state eseguite le quattro trivellate, rispetto alla scala della carta dei suoli, sono stati riscontrati, in alcuni casi, dei discostamenti dalle tipologie di suolo descritte dalla carta:

- T1: suolo Bonfante BNF1 (franco limoso), drenaggio mediocre;
- T2: suolo intermedio tra il Borin BO1 (argilloso) e il Lutrano LUT1 (argilloso limoso), drenaggio mediocre;
- T3: suolo intermedio tra il Lutrano LUT1 (argilloso limoso) e il Marteggia MAT1 (franco limoso argilloso), drenaggio mediocre;

- T4: suolo Lutrano LUT1 (argilloso limoso), drenaggio mediocre.

La T2 è stata scartata perché come suolo più argilloso è già presente la T4 con suolo Lutrano e perché ha caratteristiche intermedie tra due suoli.

Rimandiamo all'Allegato 3 per la descrizione delle UC e all'Allegato 4 per le UTS attribuite alle trivellate eseguite.

Nella carta della vulnerabilità alla compattazione risulta che BNF1 ha vulnerabilità moderata mentre LUT1 l'ha alta; il suolo intermedio (che è considerato MAT1) sulla carta presenta moderata vulnerabilità ma come caratteristiche sito-specifiche l'avrebbe alta.

#### **4.5.2. Misure di densità apparente e resistenza alla penetrazione**

E' stato scelto di effettuare misurazioni di densità apparente e di resistenza alla penetrazione, perché sono due parametri principali per valutare il grado di compattazione di un suolo.

Nel tentativo di avere rappresentate più classi di vulnerabilità sono stati scelti due siti in cui effettuare le misurazioni: il suolo F (BNF1) e il suolo FLA (MAT1), quindi la trivellata n. 1 e la n. 3 (fig. 4.13). E' stato escluso il suolo intermedio, come detto prima, e anche il suolo LUT1 argilloso limoso perché ancora più argilloso e quindi vulnerabile alla compattazione rispetto al suolo MAT1, che già rappresenta la classe di vulnerabilità alta.

I campioni di densità apparente sono stati prelevati in superficie, togliendo il cotico erboso.

Dalle tre ripetizioni risulta che la densità apparente sulla ruotata dei macchinari (ormai) è maggiore di quella dell'interfila sia nel suolo F (+3,7%) che nel suolo FLA (+4,8%); si riscontrano valori assoluti maggiori nel suolo più argilloso sia nella ruotata (+9,4%) che nell'interfila (+8,2%). Ciò rispecchia le aspettative, indicando che nel suolo più argilloso e nell'ormai il terreno è più compattato.

In contemporanea al prelievo dei campioni per la densità apparente, sono state effettuate le misurazioni di resistenza alla penetrazione con Penetrometro Eijkelkamp Penetrologger mod. 06.15.SA (descrizione nell'Allegato 7).

Per quanto riguarda le misurazioni con penetrometro, per ogni vigneto sono stati eseguiti 5 transetti in lunghezza della fila, ognuno in 5 punti (2 nelle ormaie e 3 nell'interfila).

Tutti i dati (25 punti per ogni cm di profondità) sono riportati nell'Allegato 9.

Sono stati creati dal programma del penetrometro i grafici di resistenza alla penetrazione (MPa) al variare della profondità, considerando i valori medi totali, delle ormaie e delle interfila (fig. 4.16).

Dalle misure con penetrometro risulta che il suolo FLA presenta una resistenza alla penetrazione maggiore nell'ormai rispetto all'interfila fino a 35 cm mentre nel suolo F fino a 20 cm. Ciò indica che nei suoli argillosi il passaggio delle trattrici fa sì che il compattamento arrivi più profondità rispetto ai suoli sabbiosi. Si notano anche valori maggiori nel suolo FLA come media complessiva e nelle ormaie. Nelle ormaie il suolo FLA ha sempre valori maggiori a 2 MPa, ad indicare che un suolo più argilloso è più facilmente compattabile.

Considerando la carta della vulnerabilità alla compattazione creata, entrambi i siti cadono nella classe di vulnerabilità alla compattazione moderata, però il secondo possiede le caratteristiche pedologiche tipiche dell'alta vulnerabilità. Ciò si vede bene nei valori degli indici di cono: infatti i valori sono sempre inferiori a 2 MPa per il suolo F, maggiori per il suolo FLA solo nella ruotata (tab. 4.2).

Tabella 4.1. Risultati di densità apparente nei due siti.

Sito	interfila /	Umidità	Densità app.
CESCON F	interfila	22,53	1,30
	interfila	24,50	1,41
	interfila	25,55	1,31
CESCON F	ruotata	19,83	1,31
	ruotata	22,14	1,42
	ruotata	23,26	1,44
CESCON FLA	interfila	23,97	1,32
	interfila	22,02	1,41
	interfila	21,95	1,45
CESCON FLA	ruotata	18,60	1,21
	ruotata	21,39	1,52
	ruotata	22,85	1,33

Tabella 4.2. Indici di cono a diverse profondità nei due siti.

Azienda	Osservazione	C.I. 0-10	C.I. 0-20	C.I. 0-30	C.I. 0-40
CESCON F	interfila	0,97	1,34	1,46	-
CESCON F	ruotata	1,55	1,82	1,88	-
CESCON FLA	interfila	1,23	1,39	1,46	1,59
CESCON FLA	ruotata	1,96	2,08	2,13	2,15

**Suolo F** - umidità interfila 24% - ormaie 22%      **Suolo FLA** - umidità interfila 23% - ormaie 21%

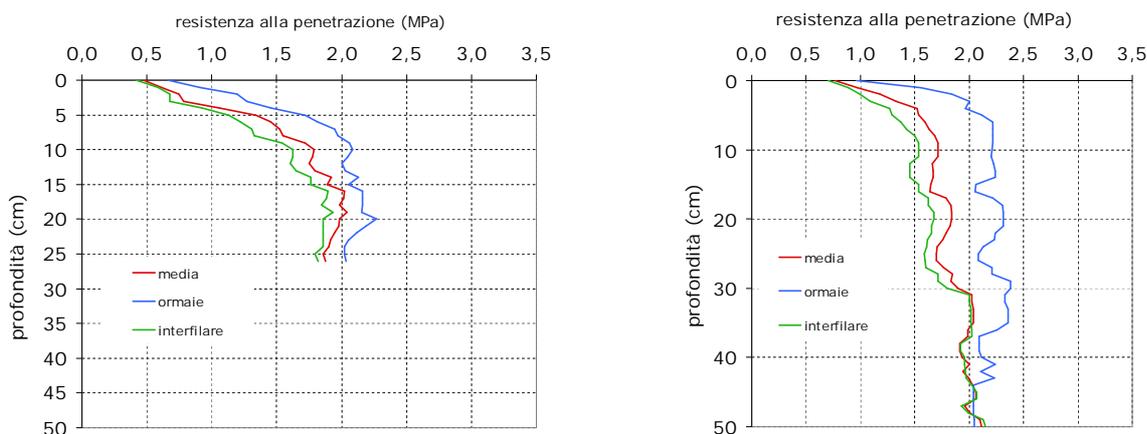


Figura 4.16. Grafici della resistenza alla penetrazione lungo il profilo del suolo F e del suolo FLA.

## 4.6. ATTIVITÀ DI VERIFICA IN CAMPO NEL VENETO

### 4.6.1. Caratterizzazione pedologica delle aziende del progetto bio-bio

Per verificare il metodo AAFC in tutto il territorio veneto sono state prese in considerazione 20 aziende vitate del progetto BIO-BIO.

Nel progetto originale sono stati analizzati campioni di suolo da aziende biologiche e convenzionali (7 ripetizioni per sito, a 25 cm di profondità) per determinare la tessitura, la sostanza organica e il carbonio organico, alcuni parametri microbiologici e indicatori biologici (presenza di lombrichi, api selvatiche, carabidi e aracnidi).

Di queste aziende è stata raccolta la localizzazione precisa di tutti gli appezzamenti e dei punti di prelievo.

Inoltre sono state eseguite delle trivellate per avere un'indicazione più precisa del tipo di suolo.

Le aziende sono localizzate in 4 aree:

- Pramaggiore (VE): Portogruaro, Annone veneto, Pramaggiore;
- Alto trevigiano: Refrontolo, Farra di Soligo;
- Colli euganei: Vo';
- Colli veronesi: Monteforte d'Alpone, Soave, Colognola ai Colli.

La localizzazione delle aziende è indicata nella tabella 4.2 e nella figura 4.17.

Dopo l'esecuzione delle trivellate, sono state attribuite le UTS ai suoli (Tab. 4.4) e di seguito si riporta la descrizione dei livelli in cui ricadono i suoli; si rimanda all'Allegato 3 per la descrizione delle UC e all'Allegato 4 per quella delle UTS.

Per quanto riguarda le aree del Pramaggiore e del trevigiano sono state usate le carte dei suoli della provincia di Venezia e di Treviso, rispettivamente, a scala 1:50.000; per l'area dei colli euganei e del veronese è stata usata la carta dei suoli del Veneto, a scala 1:250.000.

La localizzazione precisa dei siti è riportata in figura 4.17.

Tabella 4.3. Aziende indagate con localizzazione e conduzione.

Azienda viticola	Comune	Prov	Conduzione
Le Carline	Pramaggiore	VE	Biologica
Ai Galli	Pramaggiore	VE	Convenz
Le Contrade	Annone Veneto	VE	Biologica
Piazza	Annone Veneto	VE	Convenz
La Baratta	Annone Veneto	VE	Biologica
La Mazzolada	Portogruaro	VE	Convenz
Perlage	Farra di Soligo	TV	Biologica
Perlage	Farra di Soligo	TV	Biologica
Villa Maria	Farra di Soligo	TV	Convenz
Villa Maria	Farra di Soligo	TV	Convenz
De Stefani	Refrontolo	TV	Biologica

Azienda viticola	Comune	Prov	Conduzion
Villa Sceriman	Vo'	PD	Biologica
Zavattiero	Vo'	PD	Convenz
Bacco e Arianna	Vo'	PD	Biologica
Vigna Roda	Vo'	PD	Convenz
La Cappuccina	Monteforte D'Alpone	VR	Biologica
Le Mandolare	Monteforte D'Alpone	VR	Convenz
Filippi	Soave	VR	Biologica
Suavia	Soave	VR	Convenz
Fasoli	Colognola ai Colli	VR	Biologica
Vicentini	Colognola ai Colli	VR	Convenz

Toffoli	Refrontolo	TV	Convenz
---------	------------	----	---------

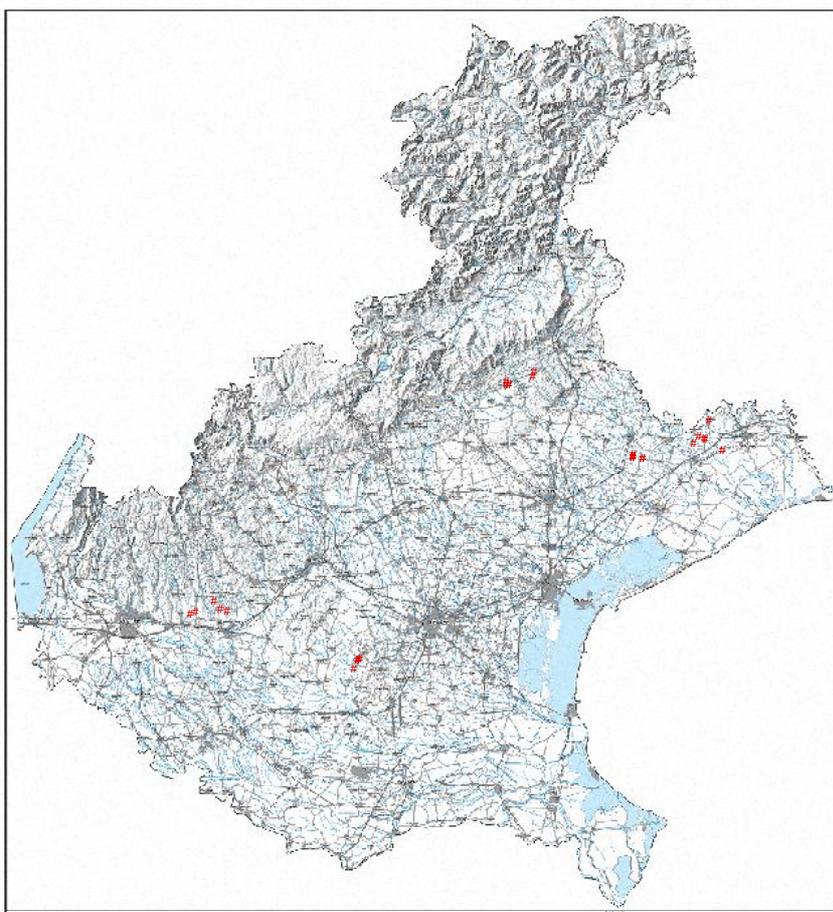


Figura 4.17. Localizzazione delle aziende indagate del progetto bio-bio (trivellate).

Tre aziende inizialmente prese in considerazione sono state poi escluse e non sono state eseguite trivellate perché presentavano caratteristiche pedologiche anomale (es. La Cappuccina) o perché rappresentavano una ripetizione di un'altra coppia.

Tabella 4.4. Attribuzione delle trivellate alle UTS con relativo grado ricollegamento.

Azienda	UTS	Ricoll	Azienda	UTS	Ricoll
Le Carline	CIN1	2	Villa Sceriman	CTN1	2
Ai Galli	BIS1	3	Zavattiero 1	CTN1 – SOL1	5
Le Contrade	CIN1	2	Zavattiero 2	MAD1	3
Piazza	BLL1	3	Bacco e Arianna	CTN1	2
La Baratta	CIN1	2	Vigna Roda	SLC1	2
La Mazzolada	SNN1	2	Le Mandolare	MCS1 – CUC1	5
Perlage PA	MUL2 – TRS1	5	Filippi	MCS1	2
Perlage PB	TRS1	2	Suavia	MCS1 – CUC1	5
Villa Maria VMA	MUL1	2	Fasoli	MAL1	2
Villa Maria VMB	MUL2	2	Vicentini	SPI1	2
De Stefani	SLC1	2			
Toffoli	FEL2	2			

Tutte le aziende dell'area DOC Lison – Pramaggiore prese in considerazione (Le Carline, Ai Galli, Le Contrade, Piazza, La Baratta e La Mazzolada) appartengono al distretto T, pianura alluvionale del fiume tagliamento a sedimenti estremamente calcarei, alla sovraunità di paesaggio T1, la Bassa pianura antica (pleni-tardiglaciale) con suoli decarbonatati e con accumulo di carbonati negli orizzonti profondi e all'unità di paesaggio T1.2, la pianura alluvionale indifferenziata, costituita prevalentemente da limi e argille. Le Carline, Le Contrade e La Baratta sono suoli CIN1, molto argillosi, con l'orizzonte k, con accumulo di concrezioni di carbonato di calcio, a drenaggio lento. L'azienda La Mazzolada appartiene all'UTS SNN1, con le stesse caratteristiche di CIN1, un po' meno calcareo. L'azienda Ai Galli presenta un suolo più sabbioso dei precedenti (BIS1) e Piazza possiede caratteristiche anomale, per cui non è facilmente collocabile in un'UTS; quella più simile potrebbe essere BLL1, un suolo a tessitura media, a drenaggio mediocre.

Per le simili caratteristiche pedologiche è stata scelta la coppia La Baratta – La Mazzolada, le altre aziende simili non potevano essere scelte perché non formavano una coppia biologico – convenzionale.

Le aziende Perlage (sito PA) e Villamaria (siti VMA e VMB) fanno parte del distretto C, cioè dei conoidi, superfici terrazzate e riempimenti vallivi dei corsi d'acqua prealpini, in particolare della sovraunità di paesaggio C1, delle superfici antiche (pleni-tardiglaciali), con suoli parzialmente o completamente decarbonatati, localmente con accumulo di argilla in profondità.

I siti PA e VMB appartengono all'unità di paesaggio C1.4, alle porzioni distali dei conoidi con pendenze inferiori a 2%, costituiti da argille, limi e ghiaie. Il suolo di PA, comunque, è intermedio tra le UTS MUL2 e TRS1, infatti il vigneto si trova al limite con l'UC P1.1, descritta per il sito PB, mentre nel sito VMB abbiamo un suolo MUL2 puro.

Il sito VMA (suolo MUL1), invece, fa parte dell'unità di paesaggio C1.3, cioè delle porzioni medio-apicali dei conoidi con pendenze comprese tra 2 e 10%, costituiti da argille, limi e ghiaie.

Il sito PB (suolo TRS1) appartiene a un distretto diverso, alla pianura alluvionale del Fiume Piave a sedimenti estremamente calcarei (P) e alla sovraunità di paesaggio P1, all'alta pianura antica (pleistocenica) con suoli fortemente decarbonatati, con accumulo di argilla e a evidente rubefazione. L'unità di paesaggio è la P1.1, i conoidi ghiaiosi e superfici terrazzate con evidenti canali intrecciati, costituiti prevalentemente da ghiaie e sabbie.

Il suolo di PA arriva fino a 100 cm di profondità, il PB addirittura solo a 55 cm per l'alto contenuto di scheletro; VMA è un suolo profondo, VMB arriva a 70 cm; in questo caso è stata scelta la coppia PA – VMA per la maggior profondità del suolo, per sfruttare al meglio le capacità del penetrometro, che arriva a rilevare al massimo fino a una profondità di 80 cm.

Le aziende Toffoli e De Stefani appartengono al distretto H, cioè ai rilievi collinari posti al piede dei massicci prealpini, alla sovraunità di paesaggio H4, ai rilievi collinari a bassa energia del rilievo su marne e siltiti, con suoli moderatamente profondi e a moderata differenziazione del profilo.

Dato che l'unità di paesaggio è quella dei versanti da molto inclinati a ripidi (con pendenza compresa tra 10 e 30%), coltivati, su substrato eterogeneo composto da marne calcaree e secondariamente conglomerati (H4.8), si ritrovano suoli poco profondi. Infatti il suolo dell'azienda Toffoli è spesso 75 cm (FEL2) e con la trivella non si andava più in profondità a causa dell'alto contenuto di scheletro. Invece l'azienda De Stefani presenta un suolo profondo (almeno 120 cm, SLC1), con caratteristiche diverse dal precedente, per cui questa coppia biologico – convenzionale è stata scartata.

Tutte le aziende di Vo' nei Colli Euganei appartengono alla regione di suolo (L1, Carta della Regione Veneto, vedi il par. 3.1.1.4) 34.3, Leptosol-Region con Cambisols delle Alpi meridionali (materiale parentale: rocce calcaree mesozoiche, con dolomie e calcari) e alla provincia di suoli RI (L2), rilievi collinari isolati nella pianura, in forma di emergenze tabulari o coniche, con morfologia strettamente controllata dalla giacitura e dalla diversa competenza dei materiali, su rocce della serie stratigrafica terziaria (calcari marnosi, conglomerati calcarei, rocce vulcaniche effusive), con suoli a differenziazione del profilo da moderata (*Cambisols*) ad alta (*Luvisols*).

L'azienda Vigna Roda (SLC1) fa parte del sistema di suoli RI2 (cfr. Livello gerarchico L3), cioè dei suoli dei versanti a pendenze dolci formati da substrato marnoso e calcareo-marnoso, quindi suoli profondi, ad alta differenziazione del profilo, con accumulo di carbonati in profondità (*Haplic Calcisols*) su marne e suoli moderatamente profondi, a moderata differenziazione del profilo (*Calcaric Cambisols*) su calcari marnosi.

Le aziende Bacco e Arianna (CTN1), Villa Sceriman (CTN1) e Zavattiero (siti 1 e 2) appartengono al sistema di suoli RI3 (L3), cioè dei suoli su ripidi versanti di coni eruttivi a chimismo acido e secondariamente basico, quindi suoli profondi, a moderata differenziazione del profilo (*Eutric* o *Dystric Cambisols*). Il sito 1 di Zavattiero è un suolo intermedio tra CTN1 e SOL1 ed è sottile (solo 30 cm). Il sito 2 (MAD1) ha caratteristiche ancora più anomale: il suolo si presenta più arrossato, forse ha un substrato di rioliti.

Anche in quest'area è stata scelta una sola coppia di aziende biologico – convenzionale Bacco e Arianna e Vigna Roda, perché presentavano i suoli più simili (non stessa tessitura ma probabilmente substrato marnoso) e perché le altre si sono rivelate troppo differenti.

Anche le aziende dell'area veronese Filippi, Suavia e Le Mandolare appartengono alla regione di suolo 34.3, Leptosol-Region con Cambisols delle Alpi meridionali. Esse però fanno parte di un'altra provincia di suolo, la LB, cioè i rilievi prealpini con forme tabulari, uniformemente inclinati, su rocce delle serie stratigrafiche giurassico-cretacica e terziaria (calcari duri, calcari marnosi, calcareniti e secondariamente vulcaniti basiche), con suoli a differenziazione del profilo da alta (*Luvisols*) a moderata (*Cambisols*). Il sistema di suoli è LB1, suoli su basse dorsali a substrato basaltico con versanti modellati prevalentemente in balze e fortemente antropizzati, quindi suoli profondi, ad alta differenziazione del

profilo, con accumulo di argilla in profondità e con contrazione e rigonfiamento delle argille (*Vertic Luvisols*) su ripiani e suoli moderatamente profondi, a moderata differenziazione del profilo (*Eutric Cambisols*) su versanti ripidi.

Il suolo dell'azienda Filippi (MCS1) è molto argilloso e molto organico in superficie e presenta molto scheletro, misto basaltico e calcareo. I suoli di Suavia e Le Mandolare hanno caratteristiche intermedie tra due UTS, MCS1 e CUC1, sono anch'esso argillosi, ma con scheletro solo basaltico.

Le aziende Fasoli e Vicentini appartengono a un'altra regione di suolo, 18.8, Cambisol-Luvisol-Region con Fluvisols, Calcisols, Vertisols, Gleysols (Arenosols e Histosols) della pianura Padano-Veneta, con materiale parentale costituito da depositi alluvionali e glaciali quaternari. La provincia di suoli è AR, cioè l'alta pianura recente, ghiaiosa e calcarea, costituita da conoidi e terrazzi dei fiumi alpini e secondariamente da pianure alluvionali dei torrenti prealpini (Olocene), con suoli a differenziazione del profilo da moderata (*Cambisols*) a bassa (*Regosols*).

Il sistema di suoli è AR2, cioè suoli su conoidi e superfici terrazzate dei torrenti prealpini, formati da materiali misti (ghiaie e materiali fini), da poco a estremamente calcarei, suoli da moderatamente profondi a profondi, ghiaiosi, a differenziazione del profilo da moderata a bassa e a iniziale decarbonatazione (*Calcari-Fluvic Cambisols*; *Calcari-Skeletal Fluvisols*).

Il suolo dell'azienda Fasoli (MAL1) è FLA e presenta scheletro calcareo in profondità; il suolo di Vicentini (SPI1) ha caratteristiche molto simili, solo che ha meno scheletro, sempre calcareo.

Quindi, dato che in quest'area erano presenti 2 regioni di suolo diverse, sono state scelte due coppie di aziende biologico – convenzionale, Filippi e Le Mandolare, con simili caratteristiche tessiturali e di scheletro nella regione di suolo 34.3 e Fasoli e Vicentini nella 18.8, anch'essi molto simili.

Riassumendo, in questo studio sono state scelte 6 coppie di aziende (biologiche e convenzionali) con simile tipologia di suolo:

- La Baratta (BAR) ad Annone veneto e La Mazzolada (MAZ) a Portogruaro;
- Perlage (PER) e Villa Maria (VMA) a Farra di Soligo;
- Bacco e Arianna (BEA) e Vigna Roda (VRO) a Vo';
- Filippi (FIL) a Soave e Le Mandolare (MAN) a Monteforte d'Alpone;
- Fasoli (FAS) e Vicentini (VIC) a Colognola ai Colli.

Di queste coppie la prima azienda è a conduzione biologica.

Si riporta la localizzazione dei siti di campionamento delle aziende scelte (fig. 4.18) e quelle più dettagliate con la carta tecnica regionale (CTR) come sfondo (figg. 4.19, 4.20, 4.21, 4.22).

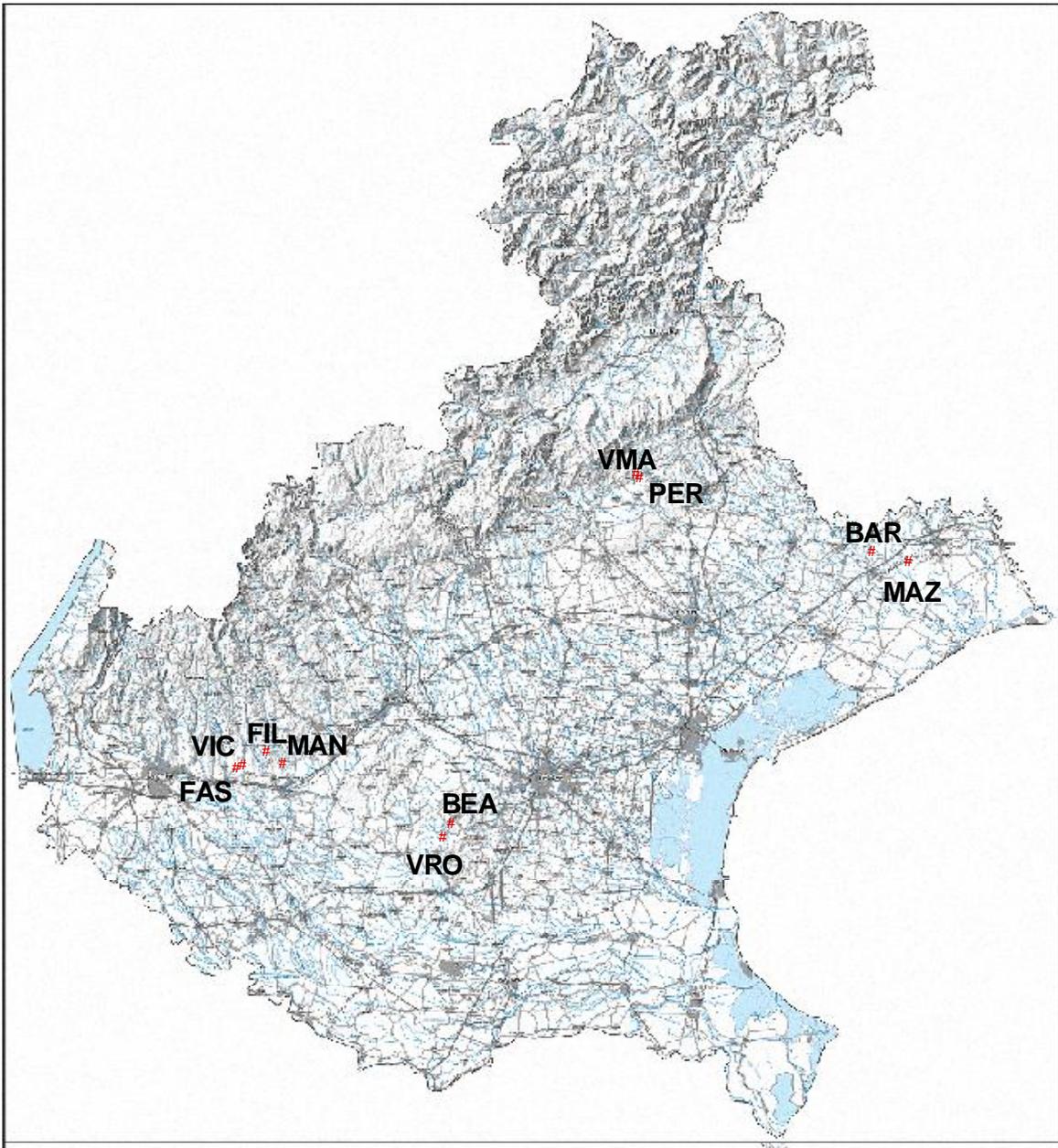


Figura 4.18. Localizzazione delle aziende scelte.

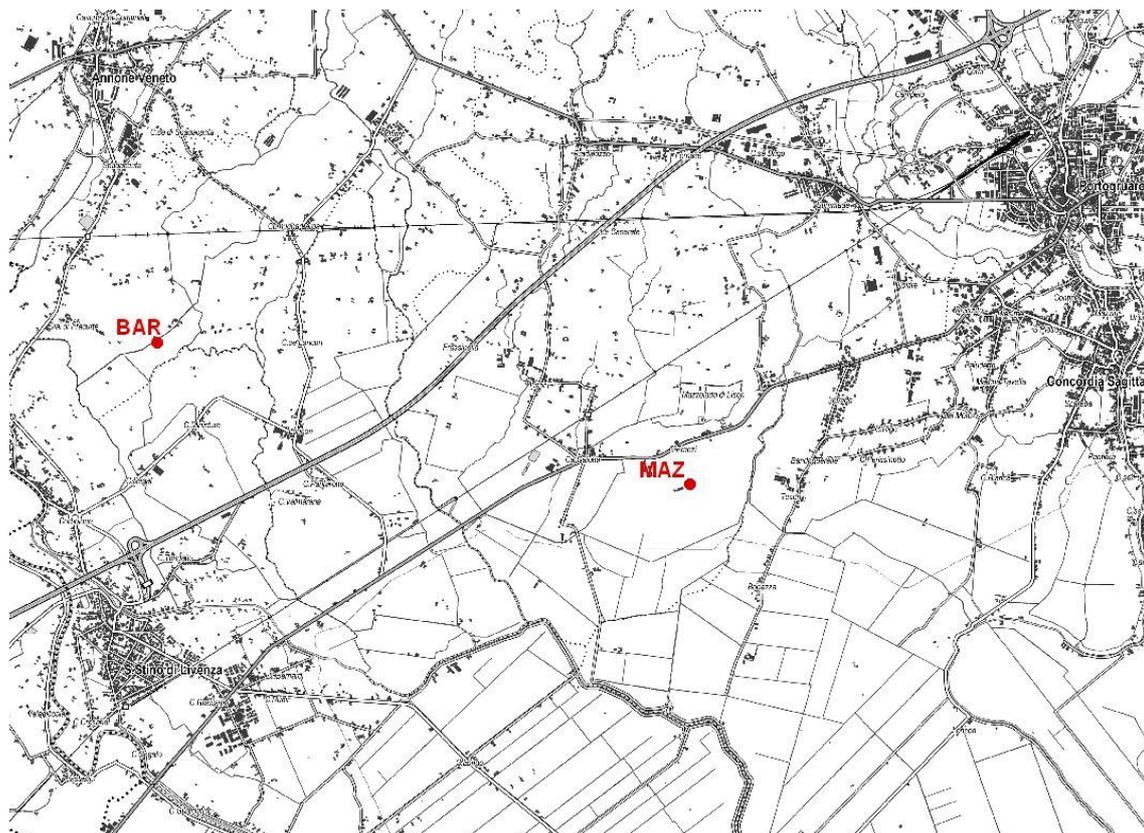


Figura. 4.19. Localizzazione dei punti di campionamento delle aziende La Baratta e La Mazzolada.

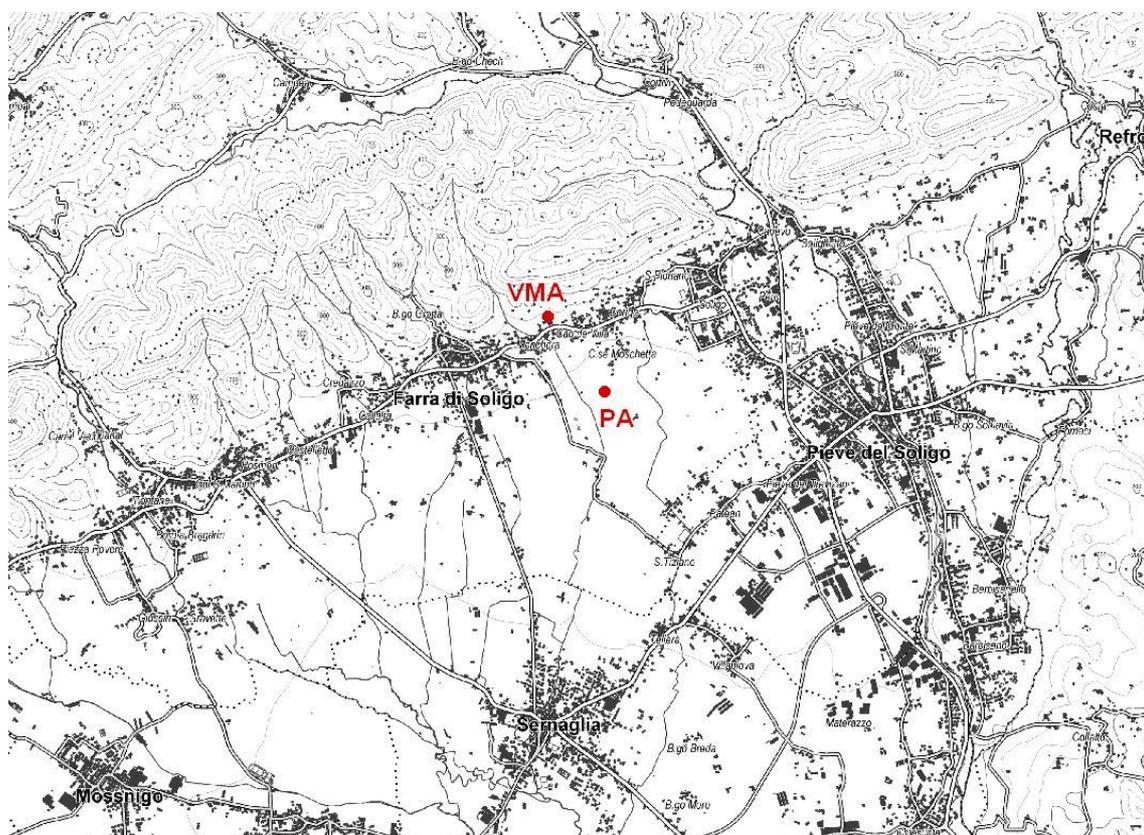


Figura. 4.20. Localizzazione dei punti di campionamento delle aziende Perlage e Villamaria.

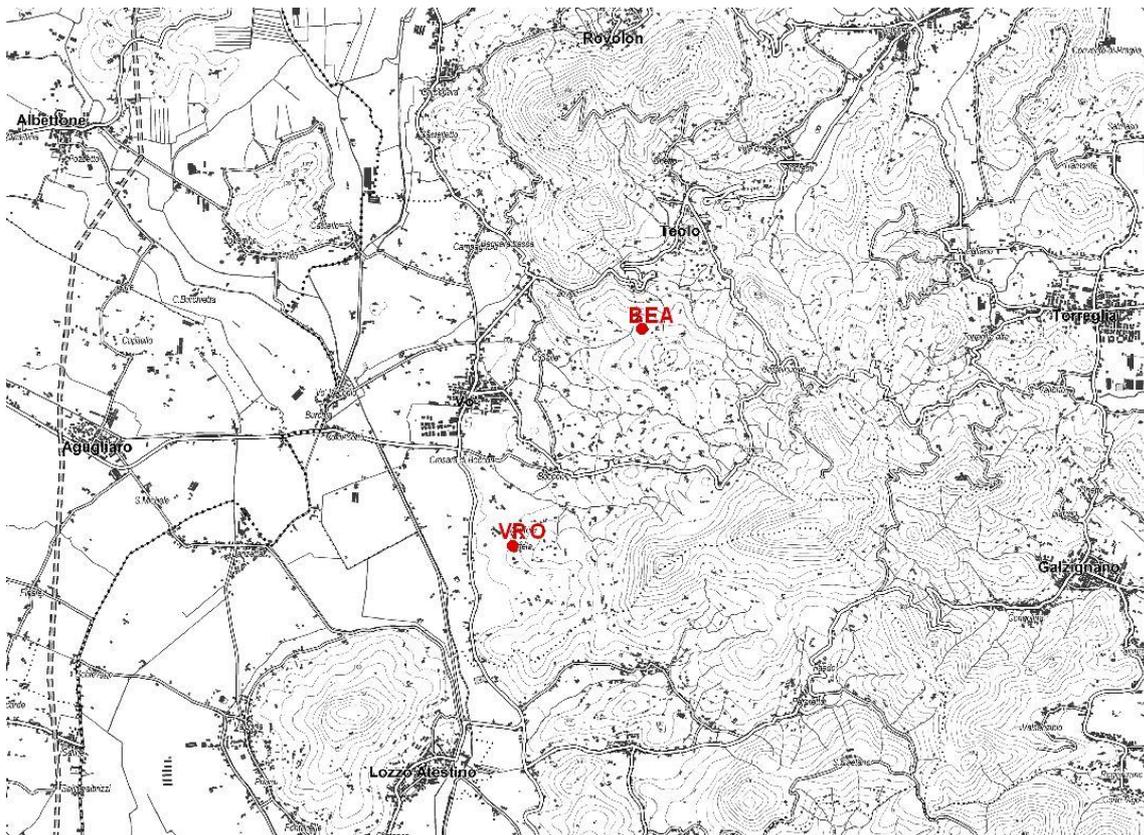


Figura. 4.21. Localizzazione dei punti di campionamento delle aziende Bacco e Arianna e Vigna Roda.

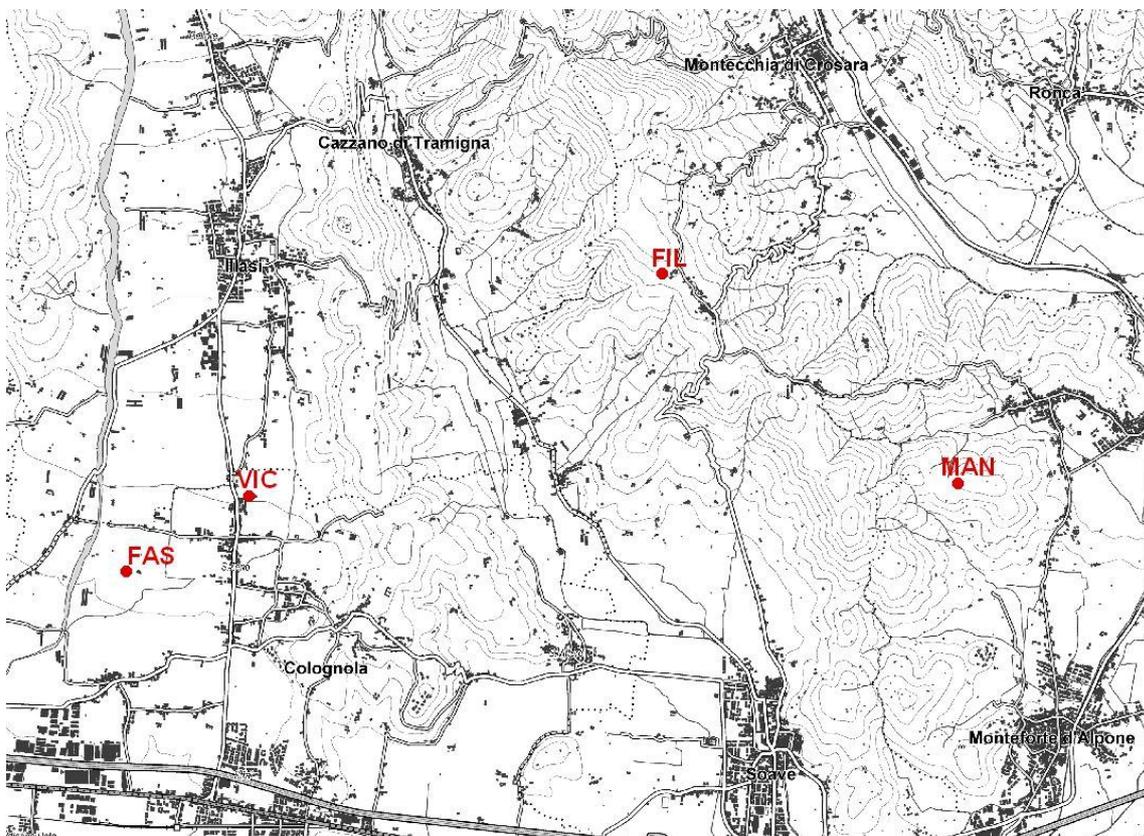


Figura. 4.22. Localizzazione dei punti di campionamento delle aziende Filippi, Le Mandolare, Fasoli e Vicentini.

#### 4.6.2. Misure di densità apparente

Come per l'azienda Cescon, i campioni di densità apparente sono stati prelevati in superficie con i cilindretti metallici, con 3 ripetizioni per sito (3 per l'interfila, 3 per la ruotata). I dati di densità apparente si possono vedere nella Tabella 4.5. Da questi campioni poi sono state effettuate le analisi dei parametri chimico-fisici.

E' stato eseguito un test ANOVA tra tutte le aziende (compresi i due siti di Cescon) e si evidenzia differenza statisticamente significativa di densità apparente tra le tesi ( $p=0,0002$ ) (nell'allegato 8).

In tutti i grafici che seguono le barre verticali rappresentano l'errore standard dalla media.

Nel grafico seguente (fig. 4.23) si possono vedere le stesse medie, considerando solo le aziende del progetto bio-bio, differenziate per conduzione. Si può notare che in quasi tutte le coppie, presenta valore maggiore di densità apparente l'azienda convenzionale, con qualche eccezione. In due casi la differenza è statisticamente significativa (Vicentini vs Fasoli e Le Mandolare vs Filippi).

Dalle analisi effettuate in questo lavoro risulta che non ci sono differenze significative di densità apparente tra ormaia e interfila ( $p=0,6$ ), anche se si riscontra un valore maggiore nella ruotata (fig. 4.24). Ci si aspettava una differenza più netta dato che nella traccia del passaggio del macchinario il terreno è più compattato e quindi la densità apparente aumenta; in questo caso, però, i valori relativi all'ormiaia non hanno mostrato una media nettamente più alta, forse perché ci sono tipologie di suolo diverse e si sa che suoli più argillosi hanno di per sé valori maggiori di densità apparente.

Poi è stata confrontata la media dei valori di densità apparente tra conduzione convenzionale e biologica: considerando tutti i dati, c'è praticamente differenza statisticamente significativa ( $p=0,0578$ ) con prevalenza della conduzione convenzionale (fig. 4.25), ad indicare che in questa tipologia di azienda ci sono maggiori passaggi di macchinari o che i suoli di queste aziende sono più facilmente compattati. Sono stati poi confrontati i valori di densità apparente considerando prima solo l'interfila e poi solo la ruotata: in entrambi i casi non sono risultate differenze statisticamente significative ( $p=0,0863$  e  $p=0,3374$ , rispettivamente), anche se nel caso dell'interfila la differenza nel grafico risulta evidente, non essendoci sovrapposizione delle barre verticali (fig. 4.26); questo può voler dire che la differenza non sta nel passaggio dei macchinari ma nell'interfila, quindi probabilmente è data dalla tipologia di suolo.

Tabella 4.5. Dati di densità apparente e umidità dei campioni superficiali.

Azienda	interfila / ruotata	Umidità (%)	Densità app. (g/cm <sup>3</sup> )	Azienda	interfila / ruotata	Umidità (%)	Densità app. (g/cm <sup>3</sup> )
PERLAGE	interfila	27,18	1,31	FASOLI	interfila	26,90	1,07
	interfila	28,28	1,09		interfila	24,64	1,05
	interfila	26,17	1,32		interfila	23,56	1,23
	ruotata	19,72	1,65		ruotata	39,10	0,64
	ruotata	20,30	1,60		ruotata	33,15	0,82
	ruotata	22,78	1,60		ruotata	23,93	1,29
VILLA MARIA	interfila	22,56	1,48	VICENTINI	interfila	19,05	1,20
	interfila	21,43	1,59		interfila	16,51	1,35
	interfila	23,21	1,47		interfila	16,94	1,44
	ruotata	19,95	1,58		ruotata	15,41	1,33
	ruotata	20,44	1,61		ruotata	16,23	1,55
	ruotata	18,43	1,64		ruotata	15,98	1,52
LA BARATTA	interfila	22,87	1,19	FILIPPI	interfila	39,63	0,88
	interfila	20,73	1,34		interfila	31,12	0,72
	interfila	20,10	1,27		interfila	35,41	0,60
	ruotata	21,40	1,27		ruotata	32,37	0,75
	ruotata	21,20	1,16		ruotata	48,50	0,66
	ruotata	21,41	1,32		ruotata	87,35	0,34
LA MAZZOLADA	interfila	22,03	1,38	LE MANDOLARE	interfila	18,37	1,24
	interfila	23,01	1,35		interfila	19,61	1,07
	interfila	24,53	1,04		interfila	19,00	1,22
	ruotata	23,10	1,02		ruotata	23,01	1,12
	ruotata	30,00	1,29		ruotata	18,15	1,17
	ruotata	25,40	1,01		ruotata	21,28	1,03
BACCO E ARIANNA	interfila	18,43	1,19	VIGNA RODA	interfila	32,15	0,88
	interfila	26,21	1,09		interfila	30,95	1,08
	interfila	20,11	1,12		interfila	30,29	1,11
	ruotata	27,74	1,18		ruotata	30,66	1,25
	ruotata	25,74	1,21		ruotata	33,57	1,13
	ruotata	24,99	1,22		ruotata	32,39	1,18

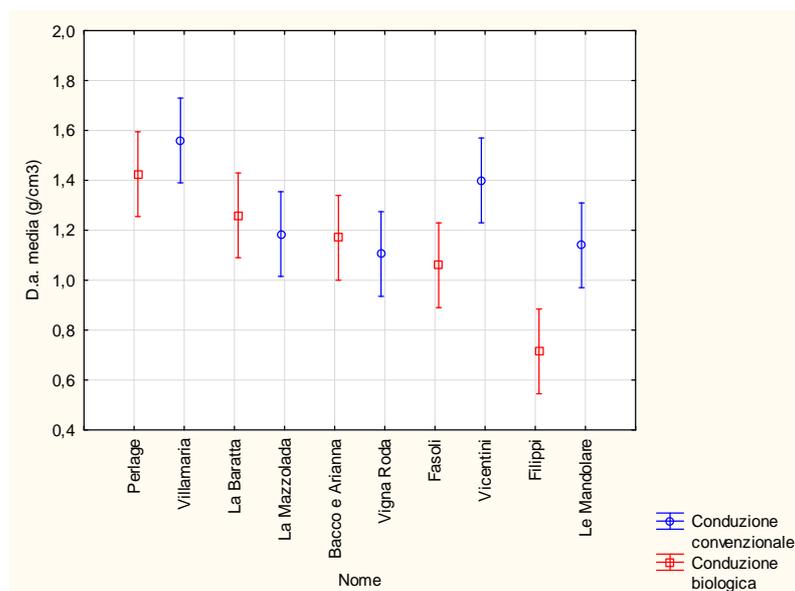


Figura 4.23. Grafico dei valori medi di densità apparente delle aziende biologiche convenzionali.

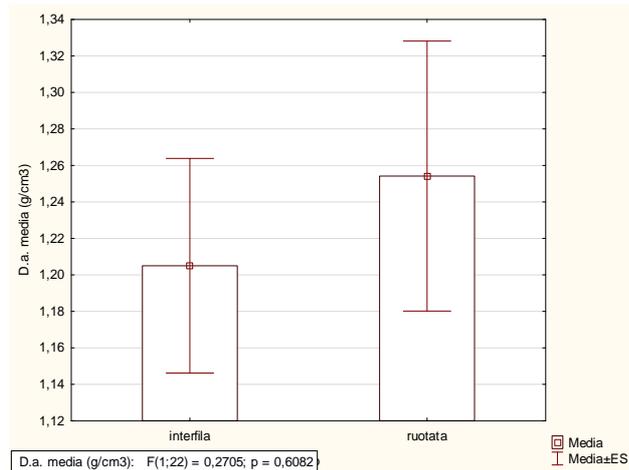


Figura 4.24. Valori di densità apparente nell'interfila e nella ruotata.

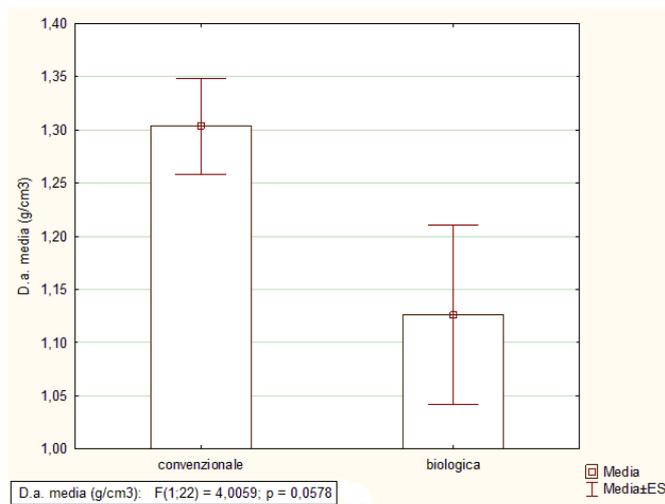


Figura 4.25. Confronto dei valori di densità apparente tra conduzione convenzionale e biologica.

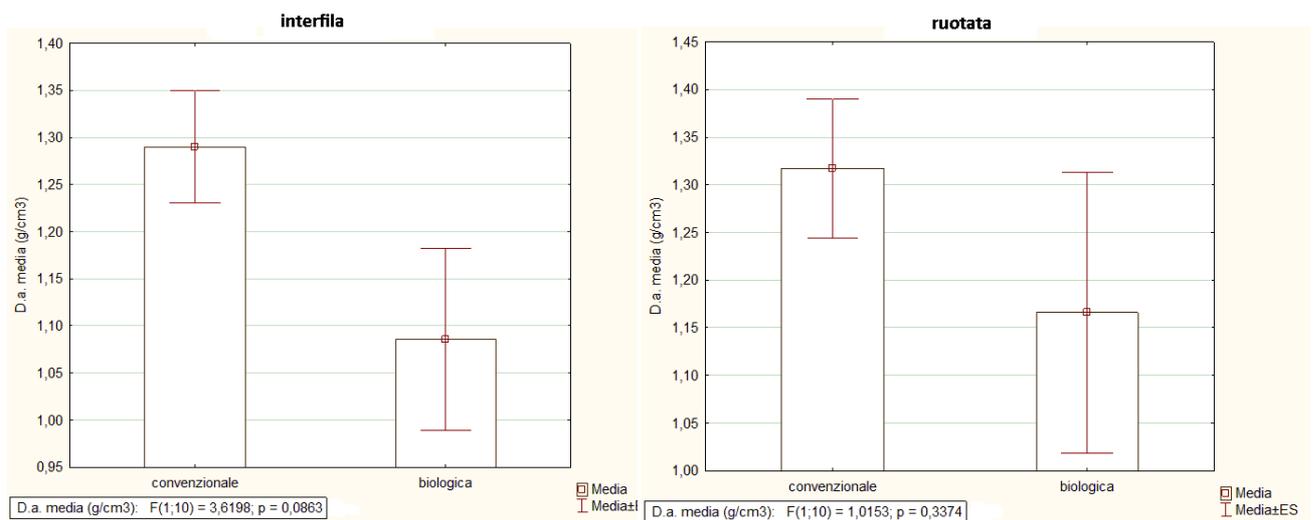


Figura 4.26. Confronto dei valori di densità apparente tra conduzione convenzionale e biologica considerando prima solo l'interfila poi solo la ruotata.

#### 4.6.2. Misure di resistenza alla penetrazione

Come per l'azienda Cescon, sono state effettuate le misurazioni di resistenza alla penetrazione con il penetrometro in 25 punti (valori riportati nell'Allegato 9).

Inizialmente è stato fatto un confronto della resistenza alla penetrazione totale tra le aziende convenzionali e quelle biologiche (fig. 4.27) che ha evidenziato un valore medio significativamente superiore per la conduzione convenzionale ( $p=0,0212$ ).

Utilizzando tutte le misure di resistenza alla penetrazione di tutte le aziende ed è stato creato un grafico in funzione della profondità del suolo (Allegato 8): esso evidenzia che la resistenza alla penetrazione aumenta rapidamente fino a 15 cm, poi si assesta ma ha comunque un andamento ondulatorio.

Anche il confronto tra interfila e ormaia (fig. 4.28) mette in luce che la resistenza alla penetrazione è nettamente superiore ( $p<0,00001$ ) sulla traccia del passaggio del macchinario.

La Figura 4.29 mostra che non vi sono differenze significative degli indici di cono (C.I.) tra le aziende, anche se in quasi tutte le coppie, si registra il valore maggiore nell'azienda convenzionale. È stato riportato solo il grafico dell'indice di cono tra 0 e 30 cm, gli altri (0-10, 0-20, 0-30) si trovano nell'Allegato 8. In questo allegato sono riportati anche i grafici con l'analisi della varianza tra tutte le aziende (compresi i 2 siti di Cescon) che evidenziano come non ci siano differenze statisticamente significative; abbiamo inoltre notato che all'aumentare della profondità, i valori di C.I. aumentano, probabilmente per effetto della soletta d'aratura che si forma al limite inferiore dell'orizzonte lavorato, che ostacola la penetrazione del cono.

Il confronto dei valori degli indici di cono (C.I. 0-10, 0-20, 0-30, 0-40) tra la ruotata e l'interfila (in fig. 4.30 è riportato C.I. 0-30, gli altri sono nell'allegato 8) di tutte le aziende ha mostrato valori nettamente superiori nella ruotata rispetto all'interfila con significatività molto alta ( $p\leq 0,0001$ ); naturalmente il C.I. 0-40 considera solo le aziende le cui misurazioni raggiungono i 40 cm. Questi risultati non sorprendono dato che ci si aspettava proprio che nella traccia del passaggio del macchinario il terreno fosse più compattato.

Poi sono stati confrontati gli indici di cono tra le due tipologie di conduzione aziendale: non è stata riscontrata differenza statisticamente significativa in tutti e 4 gli indici ( $p>0,76$ ). Sono stati separati i campioni dell'interfila da quelli della ruotata, ma anche in questo caso non sono emerse differenze significative, anche se i valori di  $p$  sono diminuiti, soprattutto C.I. 0-40 nell'interfila e C.I. 0-10 e 0-40 nella ruotata (Allegato 8).

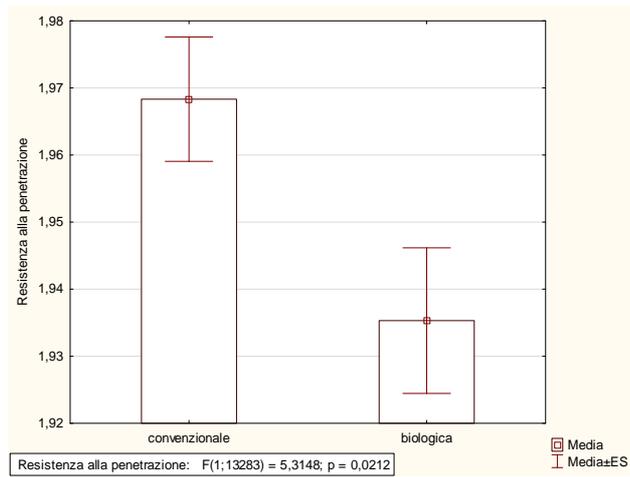


Figura 4.27. Confronto della resistenza alla penetrazione tra le aziende convenzionali e quelle biologiche.

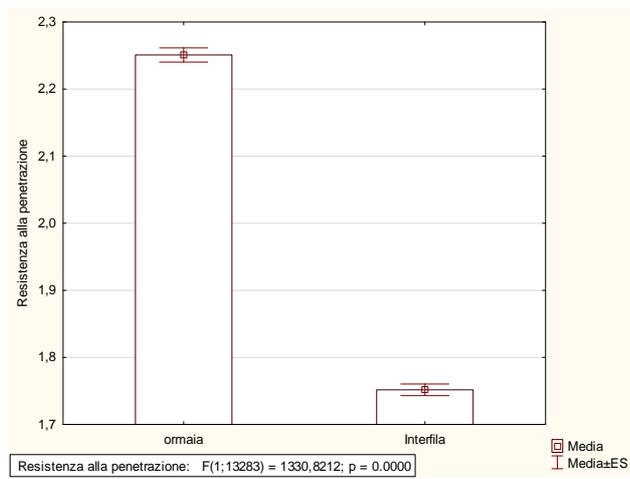


Figura 4.28. Confronto della resistenza alla penetrazione tra l'ormaia e l'interfila.

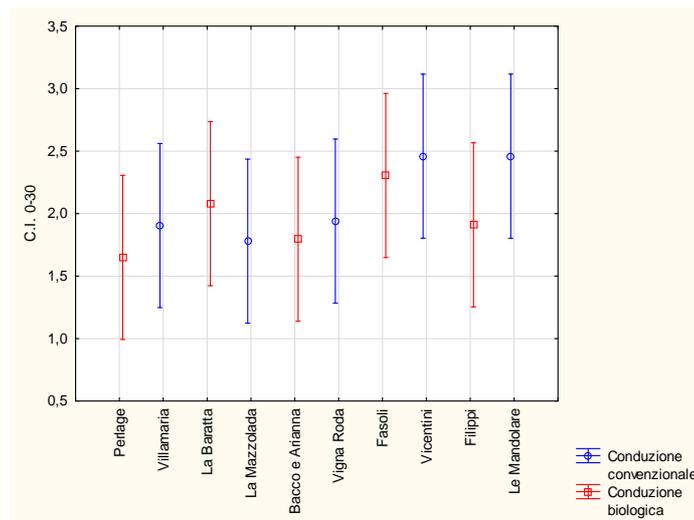


Figura 4.29. Confronto dei valori del C.I. 0-30 tra le aziende.

\$

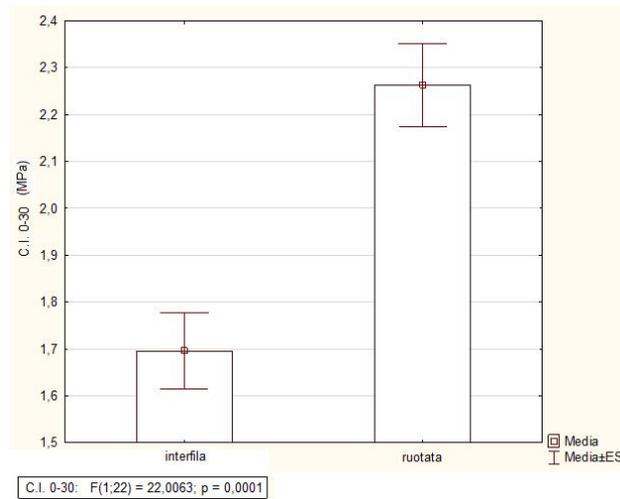


Figura 4.30. Confronto dei valori del C.I. 0-30 tra l'interfila e la ruotata.

Sono stati poi confronti a coppie i grafici della resistenza alla penetrazione lungo il profilo del suolo delle aziende biologiche e convenzionali. Si può notare che in quasi tutti i casi la linea dell'interfila (media dei valori rilevati nell'interfila) e quella della media totale sono molto vicine, vanno di pari passo, mentre si differenzia il profilo dell'ormaia (media dei valori rilevati nelle ormaie), ad indicare che il passaggio del macchinario rappresenta la situazione più critica per la compattazione.

Sopra i grafici vengono riportati i valori di umidità del suolo rilevati sui campioni superficiali.

Dal confronto tra le aziende **Perlage e Villamaria** (fig. 4.31), sembra che l'andamento della resistenza alla penetrazione nelle ormaie sia opposto tra le due aziende: in Perlage fino a 30 cm si rilevano 2 MPa, poi aumenta anche a 2,5 MPa, invece nel profilo di Villamaria i valori si attestano tra 2 e 2,5 MPa fino a 30 cm, poi diminuiscono. In Perlage attorno ai 60 cm c'è quasi sovrapposizione delle linee delle ormaie e dell'interfila a 2,3 MPa, ad indicare che l'effetto compattante è praticamente terminato; in Villamaria le linee si assottigliano prima, intorno ai 45 cm a 1,8 MPa; ciò può essere spiegato con il fatto che in campo non erano ben visibili le ormaie e che viene effettuata una ripuntatura ogni 2-3 anni; questa tecnica è molto utile, infatti si riscontrano valori minori di resistenza alla penetrazione rispetto a un'azienda che non la pratica.

La Figura 4.32. mostra che nell'azienda **La Baratta** la linea dell'ormaia è molto più evidente, anche in campo ciò è stato riscontrato. L'ormaia presenta valori sempre maggiori a 2 MPa e tra 10 e 20 cm superiori a 2,5 MPa; si ha sovrapposizione delle linee di ormaia e interfila a 40 cm. **La Mazzolada** invece presenta valori nell'ormaia sempre tra 2 e 2,5 MPa con assottigliamento a 50 cm, ma già a 30 cm i valori di penetrazione erano simili.

Anche nell'azienda Bacco e Arianna (fig. 4.33) è ben distinta la linea dell'ormaia, valori tra 2 e 2,5 MPa, da quelle dell'interfila e della media totale che si assestano attorno a 1,5 MPa. L'ormaia è evidente anche in Vigna Roda con valori sempre maggiori a 2 MPa con picchi maggiori a 2,5 MPa tra 10 e 20 cm.

E' è notare che Vigna Roda, oltre a presentare valori di resistenza alla penetrazione leggermente superiori rispetto all'azienda biologica, ha un andamento molto altalenante. La sovrapposizione delle linee si ha attorno i 50 cm per Vigna Roda, mentre per Bacco e Arianna a 40 cm non c'è ancora assottigliamento completo ma lo strumento non ha rilevato oltre.

L'azienda Fasoli (fig. 4.34) presenta valori alti nell'ormiaia, sotto i 5 cm presenta valori tra 2,5 MPa e 3 MPa; la rilevazione del penetromento arriva fino a 30 cm come per l'azienda Vicentini, però quest'ultima presenta valori maggiori (maggiori di 3 MPa da 10 cm). In queste due aziende la zona compattata è molto superficiale.

Nell'azienda Filippi (fig. 4.35) è molto bene evidente l'ormiaia, mentre nell'azienda Le Mandolare non del tutto. Filippi presenta valori tra 2 e 2,5 MPa, mentre Le Mandolare fino a 18 cm non presenta differenze tra ormaia e interfila, poi per 10 cm si rilevano valori maggiori a 3 MPa, poi si assottiglia di nuovo ai 30 cm, tra 2,5 e 3 MPa. Il suolo dell'azienda Filippi è molto argilloso, ma anche con molto scheletro e sostanza organica, per questo presenta valori minori rispetto all'azienda convenzionale; in più ha effettuato arieggiatura con decompattatore ad ancora diritta 2 anni fa e ciò ha contribuito al contrasto dell'effetto della compattazione.

Concludendo, in quasi tutti i casi si riscontrano valori di resistenza alla penetrazione maggiori nell'azienda convenzionale, più evidenti in Vicentini, Le Mandolare, meno per Vigna Roda.

La situazione è opposta per La Baratta che pur essendo un'azienda a conduzione biologica presenta valori maggiori, forse per la tessitura più fine rispetto a La Mazzolada e perché presenta un numero maggiore di passaggi con i macchinari per i trattamenti. Un caso a parte è rappresentato dalla coppia Perlage – Villamaria: quest'ultima presenta valori maggiori in superficie, mentre Perlage li ha più alti in profondità.

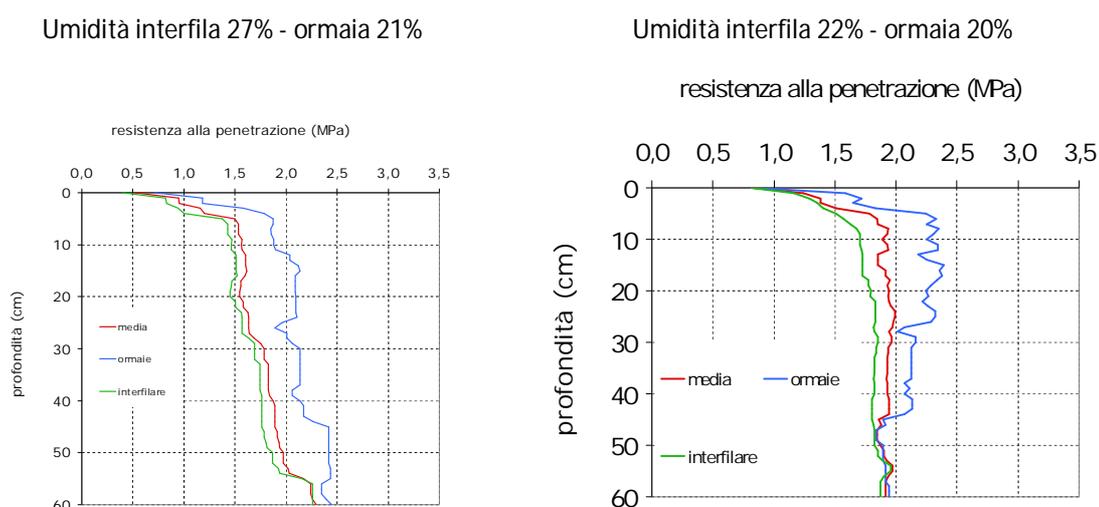
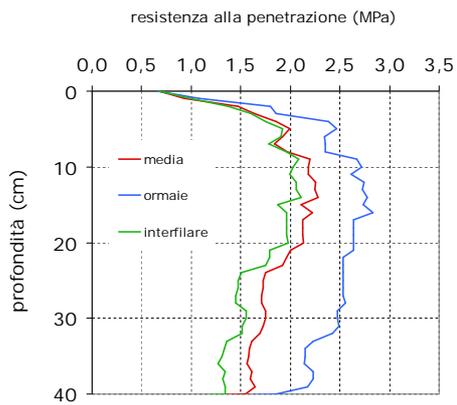


Figura 4.31. Confronto del grafico di resistenza alla penetrazione nel profilo tra le aziende Perlage e Villamaria.

Umidità interfila 21% - ormaia 21%



Umidità interfila 23% - ormaia 26%

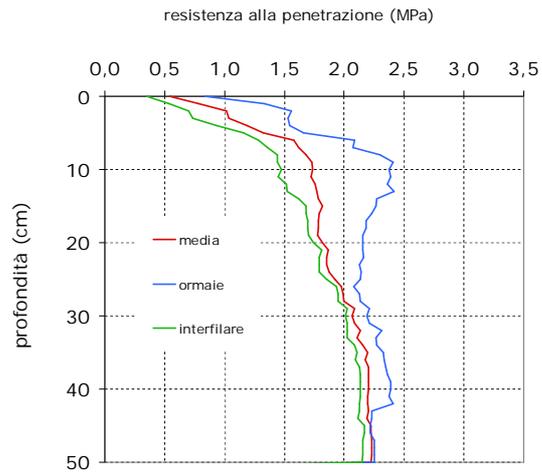
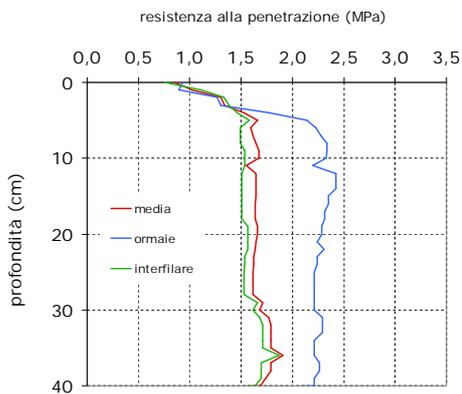


Figura 4.32. Confronto del grafico di resistenza alla penetrazione lungo il profilo tra La Baratta e La Mazzolada.

Umidità interfila 22% - ormaia 26%



Umidità interfila 31% - ormaia 32%

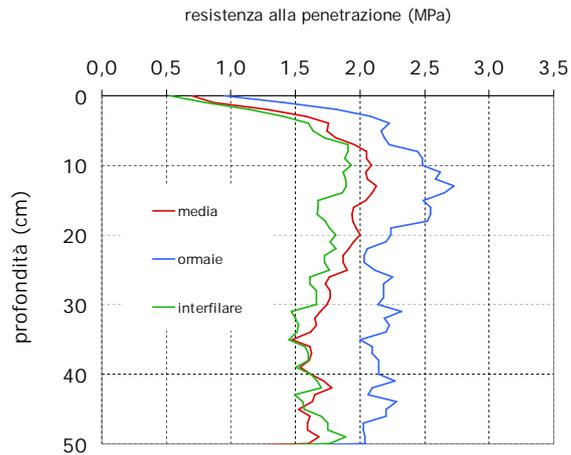
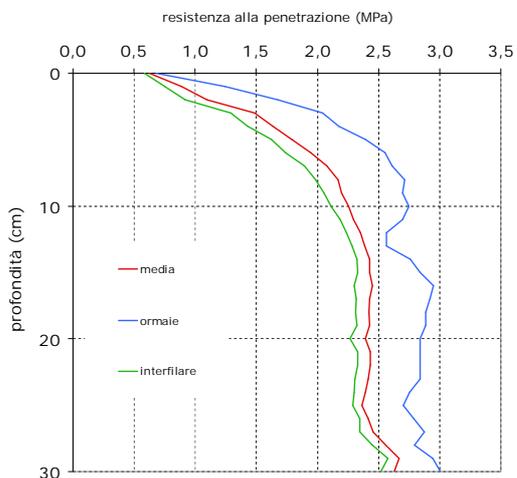


Figura 4.33. Confronto del grafico di resistenza alla penetrazione nel profilo tra Bacco e Arianna e Vigna Roda.

Umidità interfila 25% - ormaia 32%



Umidità interfila 17% - ormaia 16%

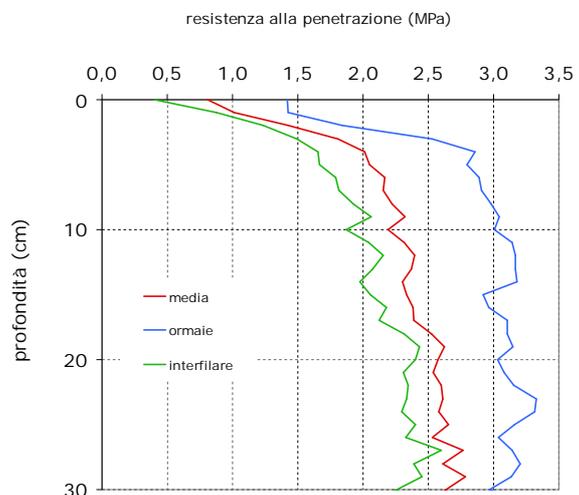


Figura 4.34. Confronto del grafico di resistenza alla penetrazione lungo il profilo tra Fasoli e Vicentini.

Umidità interfila 35% - ormaia 40%

Umidità interfila 19% - ormaia 21%

resistenza alla penetrazione (MPa)

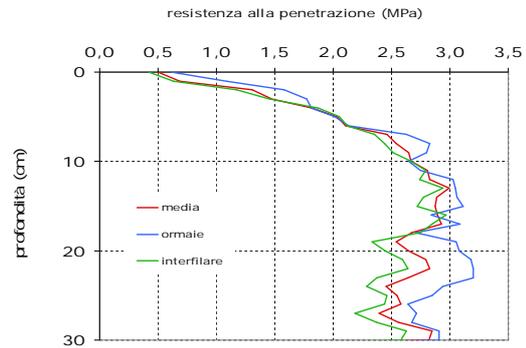
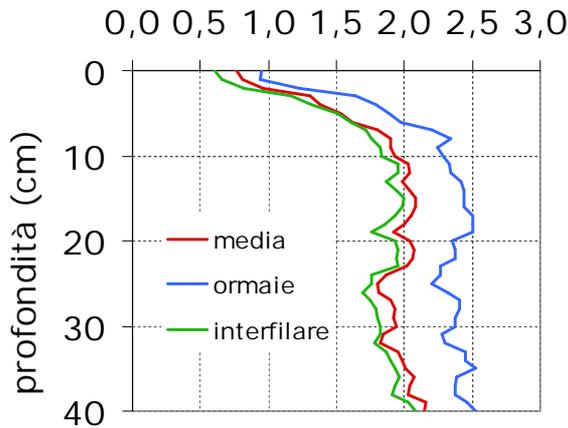


Figura 4.35. Confronto del grafico di resistenza alla penetrazione lungo il profilo tra Filippi e Le Mandolare.

#### 4.6.3. Parametri chimici

Dai campioni prelevati per la determinazione della densità apparente, quindi da campioni superficiali di 5 cm di profondità, sono state eseguite le analisi di alcuni parametri chimici, come TN (azoto totale), S (zolfo), TC (carbonio totale),  $\text{CaCO}_3$  (carbonato di calcio), TOC (carbonio organico totale), SO (sostanza organica), TEC (carbonio totale estratto), C/N (rapporto carbonio/azoto) in g/kg, pH e EC (conducibilità elettrica, in dS/m). Le analisi sono riportate nell'Allegato 5.

Per tutti i parametri, il valore rilevato nell'azienda biologica è superiore e con differenza statisticamente significativa al valore corrispondente dell'azienda convenzionale (Allegato 8). Solo il calcare ha mostrato non ha mostrato differenze significative.

E' particolarmente evidente la differenza del valore di TOC (carbonio organico totale) tra le aziende biologiche e quelle convenzionali ( $p=0,0032$ , fig. 4.36).

Il fatto che le aziende biologiche almeno in superficie abbiamo valori più alti di CO è facilmente spiegabile dato che apporta più materiale organico, fanno comunque trattamenti organici, anche con azoto e zolfo; mentre il calcare è un parametro intrinseco del terreno e non dipende dai trattamenti effettuati.

Dal confronto tra tutte le aziende emerge che il CO superficiale non differisce di molto tra Perlage e Villamaria e tra La Baratta e La Mazzolada, comincia ad essere evidente tra Bacco e Arianna e Vignaroda, c'è differenza statisticamente significativa tra Fasoli e Vicentini e tra Filippi e Le Mandolare. Infatti Fasoli e Filippi sono le aziende che apportano più materiale organico (fig. 4.37).

Invece dal confronto tra ruotata ed interfila non emerge alcuna differenza statisticamente significativa (Allegato 8), perché i parametri chimici del suolo non cambiano in pochi centimetri di distanza.

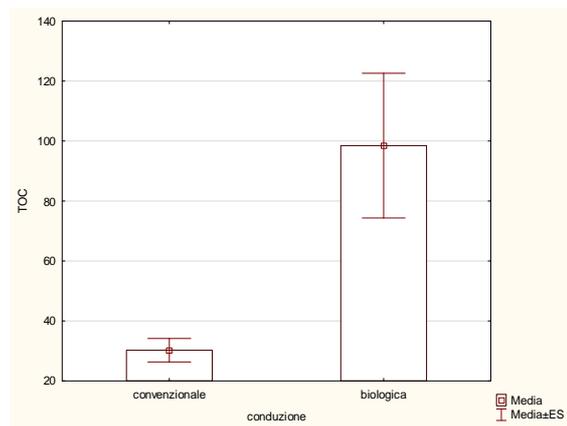


Fig. 4.36. Confronto di TOC tra aziende convenzionali e biologiche.

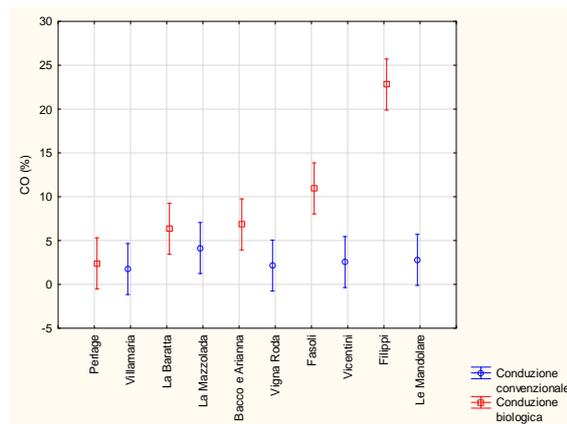


Figura 4.37. Confronto del carbonio organico (%) superfiale tra aziende convenzionali e biologiche.

Prendendo in esame le analisi dei campioni di suolo di 25 cm (riportate nell'Allegato 6) è stato prima fatto un confronto dei parametri più significativi per la compattazione tra tutte le aziende (Allegato 8); sono emerse differenze statisticamente significative tra tutte le aziende ovviamente e anche confrontando le coppie si vedrà che viene mantenuta questa differenza e in tutti i casi l'azienda biologica mostra valori di carbonio totale e carbonio organico superiori rispetto all'azienda convenzionale.

Come prima, il confronto dei parametri chimici tra la conduzione biologica e quella convenzionale evidenzia che anche più in profondità si riscontrano valori maggiori nell'azienda biologica per quanto riguarda il contenuto di N, S, TC, TOC (figg. 4.38 e 4.39) e anche altri parametri (grafici nell'Allegato 8).

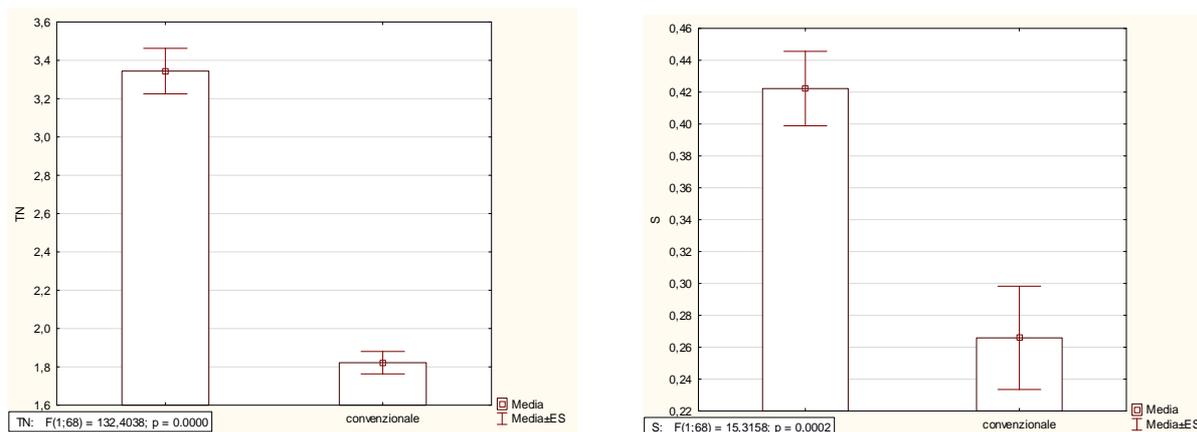


Figura 4.38. Confronto di TN e S tra aziende convenzionali e biologiche in campioni di 25 cm di suolo.

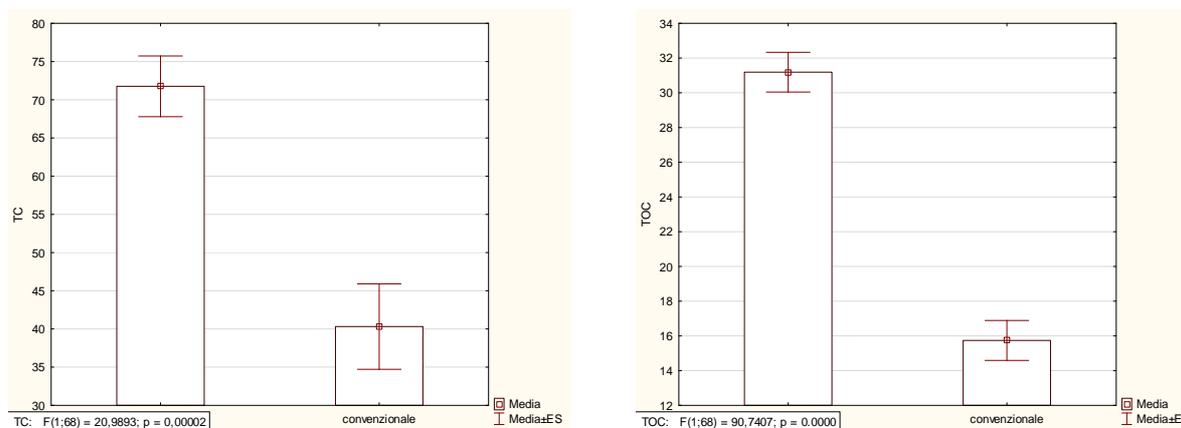


Figura 4.39. Confronto di TC, TOC tra aziende convenzionali e biologiche in campioni di 25 cm di suolo.

Considerando le medie dei parametri analizzati è stata calcolata la differenza media significativa (DMS), per cui per un parametro un'azienda mostra una differenza maggiore o uguale alla DMS significa che c'è differenza statisticamente significativa tra le aziende, se è al di sotto no.

Se si prende in considerazione il parametro TOC, si nota che tra le coppie c'è sempre differenza significativa (tab. 4.6).

Tabella 4.6. Medie dei parametri chimici delle aziende con DMS.

Azienda		sabbia	limo	argilla	TN	S	TC	CaCo3	TOC	SO	C/N	TEC	TEC/TOC
		%	%	%	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg		%
Perlage	Bio	55	16	28	7,0	1,0	68,3	7	67,4	116,2	9,6	27,3	41,8
Villa Maria	Conv	57	16	26	1,8	0,4	26,7	97	15,0	25,8	8,5	5,4	36,0
La Baratta	Bio	37	26	37	3,4	0,4	43,2	126	28,0	48,4	8,2	9,2	33,0
Mazzolada	Conv	55	17	28	1,6	0,2	19,4	63	11,9	20,5	7,6	3,9	32,4
Bacco e Arianna	Bio	32	28	40	2,9	0,3	87,5	500	27,5	47,4	9,3	6,3	23,0
Vigna Roda	Conv	29	26	45	1,9	0,2	43,9	249	14,0	24,1	7,4	2,9	20,6
Fasoli	Bio	33	23	44	3,1	0,4	94,4	493	35,2	60,8	11,9	8,0	22,7
Vicentini	Conv	36	29	34	2,2	0,2	100,8	609	27,8	47,9	12,4	6,0	22,0
Filippi	Bio	34	19	47	3,6	0,4	45,8	129	30,3	52,3	8,3	9,2	30,7
Le Mandolare	Conv	55	19	26	1,7	0,2	10,8	6	10,1	17,4	5,9	3,3	32,1
<b>DMS (0.01)</b>		4	2	4	0,6	0,1	10,7	59	5,8	10,1	0,5	1,9	3,1

Per capire le interazioni tra i parametri studiati è stata utilizzata l'analisi della correlazione, strumento che consente un confronto a coppie. La Tabella 4.7 segna in rosso le correlazioni statisticamente

significative ( $p < 0,05$ ); con segno positivo sono indicate le correlazioni dirette, con segno negativo quelle inverse. Possiamo notare che c'è una correlazione diretta tra il contenuto di argilla e quello di C.O. La densità apparente media presenta una correlazione negativa con il CO e l'umidità. Questi risultati sono ovvi, infatti è risaputo che aumentando il carbonio organico, il terreno risulta meno compresso e quindi la densità apparente diminuisce e che un terreno argilloso di solito ha un maggiore contenuto organico. Si vede anche che i parametri della resistenza alla penetrazione, gli indici di cono, non correlano con nessun'altro parametro, solo tra di loro. Il fatto che gli indici di cono abbiano un comportamento diverso dagli altri parametri verrà confermato anche dall'analisi delle componenti principali.

Tab. 4.7. Correlazioni tra i parametri tessiturali, il CO, l'umidità, la densità apparente e gli indici di cono.

Variabile	Correlazioni (Spreadsheet5) Corr. marcate significative al livello $p < ,05000$ N=7 (Eliminaz. casewise dati mancanti)						Correlazioni (Spreadsheet5) Corr. marcate significative al livello $p < ,05000$ N=7 (Eliminaz. casewise dati mancanti)					
	Medie	Dev. Std.	SABBIA	LIMO	ARGILLA	CO (%)	Umidità media (%)	D.a. media (g/cm3)	C.I. 0-10	C.I. 0-20	C.I. 0-30	C.I. 0-40
SABBIA	39,40816	18,62929	1,000000	<b>-0,901748</b>	-0,684930	-0,295507	0,035794	0,124809	-0,138371	-0,065093	0,102225	0,062426
LIMO	26,24490	14,24153	<b>-0,901748</b>	1,000000	0,302684	-0,109745	-0,284769	0,252034	-0,031497	-0,153825	-0,329002	-0,276767
ARGILLA	34,34694	8,44907	-0,684930	0,302684	1,000000	<b>0,836544</b>	0,401077	-0,700013	0,358183	0,402807	0,329163	0,328868
CO (%)	7,24286	7,36271	-0,295507	-0,109745	<b>0,836544</b>	1,000000	<b>0,814107</b>	<b>-0,938706</b>	0,122984	0,251976	0,286068	0,342865
Umidità media (%)	24,80714	5,06194	0,035794	-0,284769	0,401077	<b>0,814107</b>	1,000000	<b>-0,820567</b>	-0,214767	-0,040321	0,066494	0,181636
D.a. media (g/cm3)	1,21857	0,24688	0,124809	0,252034	-0,700013	<b>-0,938706</b>	<b>-0,820567</b>	1,000000	0,034973	-0,097444	-0,114995	-0,134215
C.I. 0-10	1,31429	0,19965	-0,138371	-0,031497	0,358183	0,122984	-0,214767	0,034973	1,000000	<b>0,938098</b>	<b>0,792904</b>	0,424373
C.I. 0-20	1,49143	0,17865	-0,065093	-0,153825	0,402807	0,251976	-0,040321	-0,097444	<b>0,938098</b>	1,000000	<b>0,936417</b>	0,648477
C.I. 0-30	1,55571	0,12647	0,102225	-0,329002	0,329163	0,286068	0,066494	-0,114995	<b>0,792904</b>	<b>0,936417</b>	1,000000	<b>0,858083</b>
C.I. 0-40	1,62143	0,08745	0,062426	-0,276767	0,328868	0,342865	0,181636	-0,134215	0,424373	0,648477	<b>0,858083</b>	1,000000

#### 4.6.4. L'analisi della varianza fattoriale

L'analisi della varianza (Anova) è una tecnica statistica nata nell'ambito della ricerca sperimentale per valutare l'effetto di determinati fattori, variabili indipendenti di tipo continuo o categoriale, sulla variabile dipendente di tipo continuo.

Si usa l'Anova fattoriale quando si ha una sola variabile dipendente, ma più variabili indipendenti.

L'analisi della varianza fattoriale è utile perché può studiare contemporaneamente l'effetto di 2 (o più) fattori e può identificare l'interazione tra fattori.

Come si può vedere dalla tabella 4.8 sono significativi sia l'effetto dell'azienda, sia della conduzione ma anche quello della loro interazioni ( $p < 0,001$ ). Sono stati creati i grafici di alcuni dei parametri analizzati considerando l'interazione tra azienda e conduzione.

E' stato considerato l'effetto dell'interazione tra azienda e conduzione nel parametro del TOC (carbonio organico totale); si può vedere (fig. 4.40) che in tutte le coppie, l'azienda biologica ha il valore più alto; questo vale anche per l'azoto totale e per lo zolfo (Allegato 8) anche se in proporzioni minori. L'analisi di questi parametri è stata eseguita su campioni prelevati a 20-25 cm, con 7 ripetizioni per campione.

E' stato poi valutato l'effetto sul CO dei campioni superficiali e non è risultata particolare evidenza, se non per la coppia Filippi – Le Mandolare, in cui la prima azienda ha un valore nettamente superiore alla seconda (fig. 4.40). Per quanto riguarda la densità apparente media in 3 coppie c'è evidenza che l'azienda convenzionale presenta il valore maggiore, negli altri due casi no (fig. 4.41). Infine è stato visto

l'effetto dell'interazione sugli indici di cono: come in precedenza, essi non hanno mostrato differenze significative a tutte e 3 le profondità (fig. 4.41).

Tabella 4.8. Effetti dei fattori azienda e conduzione e della loro interazione con l'Anova fattoriale.

Effetto	Wilks Valore	F	Effetto gl	Errore gl	p
Azienda	0,003	20,28	36	196,6	0,00*
Conduzione	0,095	55,28	9	52,0	0,00*
Azienda*Conduzione	0,018	10,53	36	196,6	0,00*

**Legenda dei grafici seguenti:**

coppia 1: PERLAGE – VILLAMARIA

coppia 2: LA BARATTA – LA MAZZOLADA

coppia 3: BACCO E ARIANNA – VIGNA RODA

coppia 4: FASOLI – VICENTINI

coppia 5: FILIPPI – LE MANDOLARE

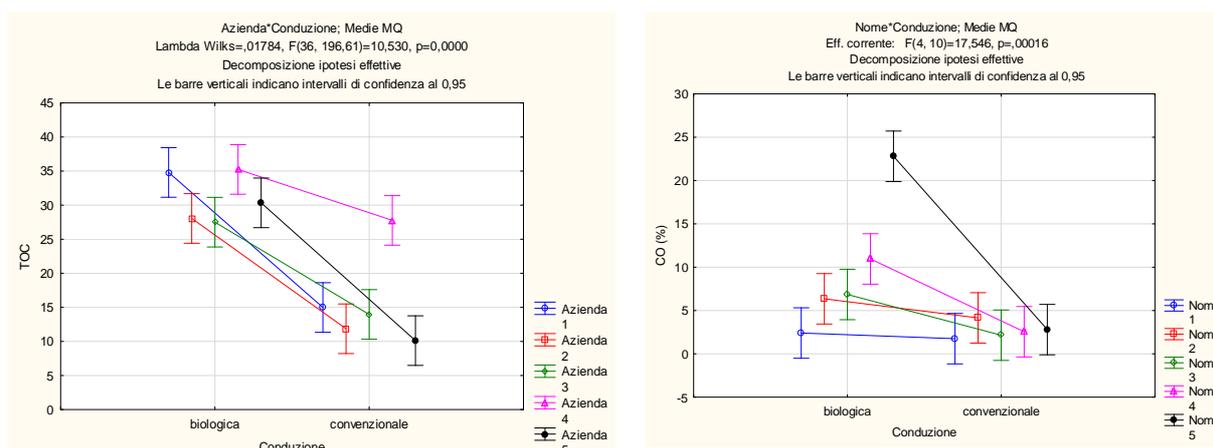


Figura 4.40. Effetto dell'interazione sul TOC nei campioni di 25 cm e del CO superficiale.

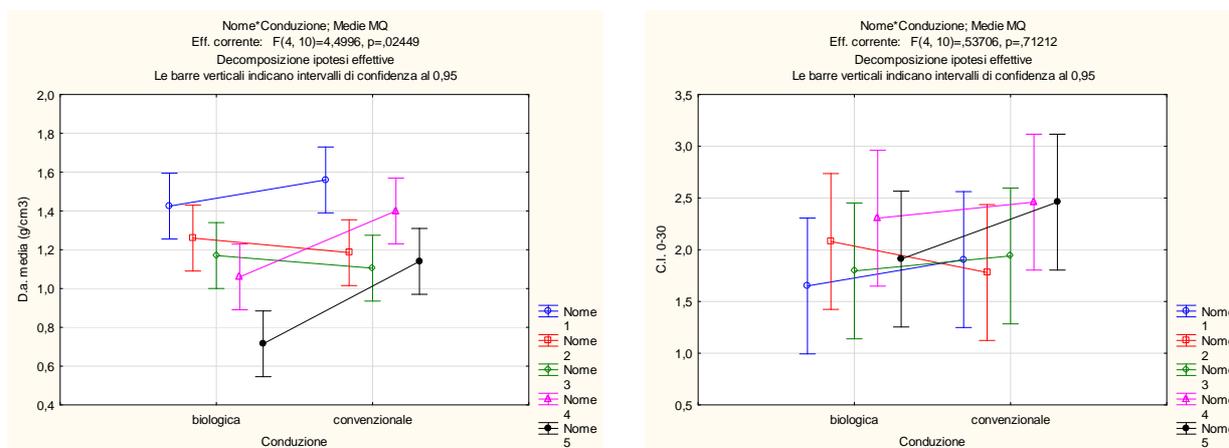


Figura 4.41. Effetto dell'interazione sulla densità apparente media superficiale e sul C.I. 0-30.

#### 4.6.5. L'analisi delle componenti principali (PCA)

Per chiarire le interrelazioni tra i diversi parametri del suolo indagati è stata effettuata un'analisi delle componenti principali (PCA, *Principal Component Analysis*) che consente di stabilire, tra le variabili considerate nelle matrici di correlazione, quali pesano di più nel determinare la variabilità totale. Inoltre la PCA segnala le relazioni più o meno strette tra le variabili e, quindi, consente di individuare anche quelle più significative nel determinare l'andamento del CO del suolo.

La determinazione delle componenti principali e l'estrazione dei fattori è fatta a partire dalla matrice di correlazione con l'idea di ridurre il numero delle variabili sostituendole con dei "fattori" in grado di rappresentarle. Nel caso più semplice di due sole variabili, la relazione tra le due può essere esemplificata dalla linea di regressione che fornisce la migliore rappresentazione della relazione lineare tra le variabili. Potendo definire una variabile che approssimi la linea di regressione, questa variabile sarebbe in grado di riassumere le caratteristiche principali delle due variabili considerate. Questa nuova variabile, rappresentata dalla linea di regressione, viene definita "fattore" e può essere utilizzata per rappresentare le due variabili, riducendone così il numero ad una sola; questo "fattore" altro non è che una combinazione lineare delle due variabili originarie. L'estensione a  $n$  variabili è piuttosto complessa ma il principio di fondo è il medesimo del caso di sole due variabili (Ungaro, 2005).

Quindi lo scopo primario di questa tecnica è la riduzione di un numero più o meno elevato di variabili (rappresentanti altrettante caratteristiche del fenomeno analizzato) in alcune variabili latenti.

Ciò avviene tramite una trasformazione lineare delle variabili che proietta quelle originarie in un nuovo sistema cartesiano nel quale la nuova variabile con la maggiore varianza viene proiettata sul primo asse, la variabile nuova, seconda per dimensione della varianza, sul secondo asse e così via.

La riduzione della complessità avviene limitandosi ad analizzare le principali (per varianza) tra le nuove variabili.

L'analisi è stata eseguita sul dataset che considera tutti i parametri analizzati in questo studio, quindi su campioni superficiali per i parametri chimici. In un primo momento erano stati considerati tutti i campioni insieme, poi si è deciso di separare i campioni dell'interfila da quelli della ruotata. Si riportata la proiezione delle variabili sul piano fattoriale e la corrispondente proiezione dei casi.

Nella Figura 4.42 si può osservare come la densità apparente sia inversamente proporzionale all'umidità e alla SO; ciò è coerente con le aspettative dato che aumentando il contenuto di sostanza organica il terreno si compatta più facilmente. Mentre i fattori della resistenza alla penetrazione si comportano in maniera diversa e senza una relazione con gli altri parametri. Nella distribuzione dei casi si può vedere come i campioni della ruotata si dispongano quasi tutti nel 4° quadrante, mentre quelli dell'interfila si trovino tra il 1° e il 2° quadrante; un caso a parte è rappresentato dall'azienda Filippi, che sia nella ruotata che nell'interfila, si comporta in maniera diversa dalle altre aziende, perché ha un tenore in sostanza organica in superficie nettamente superiore alle altre.

Poi sono stati considerati anche i parametri chimici analizzati nel progetto bio-bio. Si nota che nel primo quadrante si ritrovano i parametri chimici (TOC, TC, C/N, S), inversamente proporzionali a TEC/TOC e densità apparente; gli indici di cono si trovano sempre separati dal resto, nel 4° quadrante (fig. 4.43). Nella distribuzione dei casi considerando solo i campioni dell'interfila, si nota che solo poche aziende sono raggruppate: solo le aziende Bacco e Arianna, Fasoli e Vicentini si trovano insieme (nel 4° quadrante); le altre sono distribuite negli altri quadranti con un paio di sovrapposizioni (La Mazzolada e Le Mandolare per i simili valori dei parametri chimici e Filippi e La Baratta per simile tessitura e simile composizione chimica).

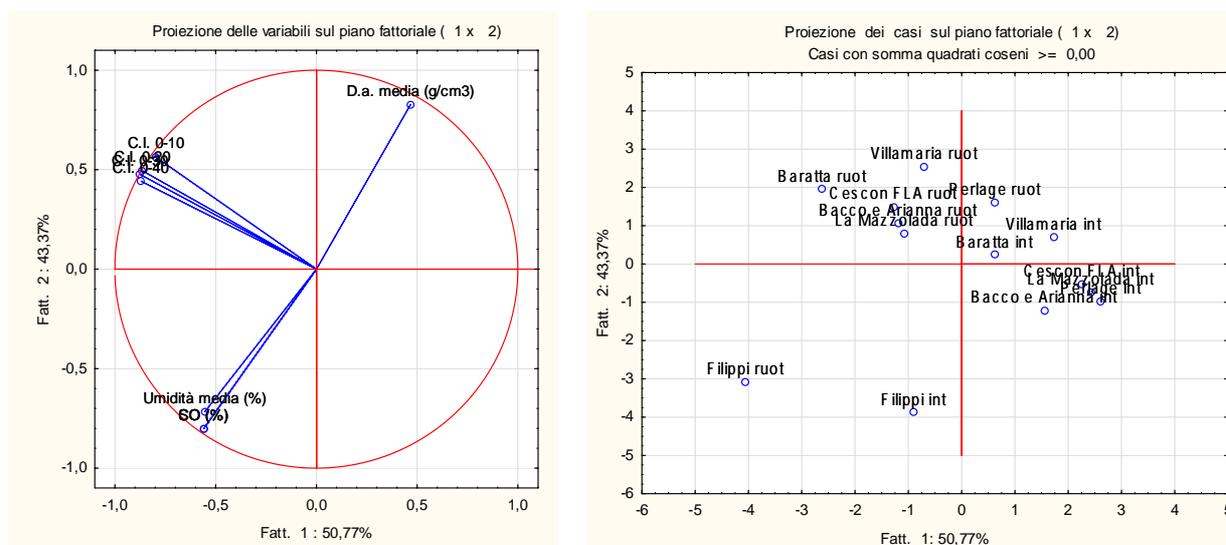


Figura 4.42. L'analisi delle componenti principali e la distribuzione dei casi secondo i fattori indicati dalla PCA.

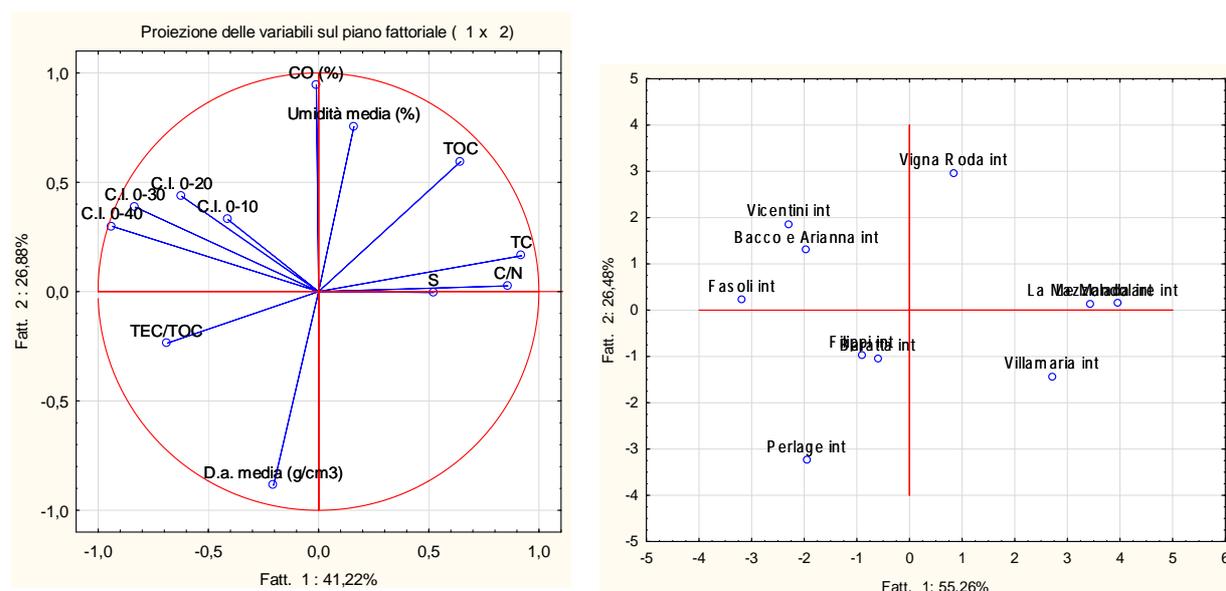


Figura 4.43. L'analisi delle componenti principali e la distribuzione dei casi secondo i fattori indicati dalla PCA.

#### 4.6.6. Confronto della resistenza alla penetrazione con la meccanizzazione

Da un estratto della carta della vulnerabilità alla compattazione creata con il metodo AAFC (fig. 4.8) abbiamo notato che quasi tutte le aziende ricadono nella classe di vulnerabilità alta, infatti tutte presentano valori elevati (maggiori di 2 MPa nel C.I. 0-30), soprattutto l'area del veronese, che infatti presenta le caratteristiche tipiche dell'alta vulnerabilità.

Però le differenze tra le aziende si spiegano meglio confrontando gli indici di cono con il numero di trattamenti effettuati

Utilizzando dei questionari sottoposti alle aziende, è stato ricavato il dato del numero di trattamenti fitosanitari effettuati sul vigneto (con erbicidi, fungicidi, insetticidi), che corrisponde grosso modo al numero di passaggi sul campo, molto variabile da azienda ad azienda.

Dalla Tabella 4.9 che indica per azienda i vari indici di cono rilevati nell'ormaja e il numero di trattamenti effettuati per azienda, è stato creato un grafico che evidenzia meglio le differenze tra le coppie biologico-convenzionale (fig. 4.44).

Le aziende Perlage e Villa Maria mostrano minime differenze nei trattamenti e anche minime differenze nell'indice di cono tra 0 e 30 cm, con resistenza alla penetrazione leggermente superiore per l'azienda convenzionale.

La Baratta, azienda a conduzione biologica, presenta un alto numero di trattamenti (26); infatti in questa azienda si rileva un'alta resistenza alla penetrazione nell'ormaja, a differenza di La Mazzolada.

L'azienda Bacco e Arianna presenta meno trattamenti rispetto a Vigna Roda e anche un minor indice di cono, anche se non proporzionale al numero di passaggi.

Anche la coppia Fasoli – Vicentini rispetta questo trend: l'azienda a conduzione convenzionale presenta un maggior numero di trattamenti e un indice di cono più elevato.

L'ultima coppia, invece, presenta un andamento opposto: nell'azienda Filippi si passa più volte sul campo rispetto all'azienda Le Mandolare, in cui però si rilevano i valori maggiori di resistenza alla penetrazione; ciò è facilmente spiegabile considerando che l'azienda biologica dispone di un'alto contenuto di CO soprattutto in superficie, per cui risente meno della compattazione del suolo, a differenza di Le Mandolare che presenta un suolo leggermente diverso e non ricco in sostanza organica.

Concludendo, in tutte le coppie con simile composizione tessiturale e chimica, il numero di trattamenti gioca un ruolo importante per la resistenza alla penetrazione, mentre per la coppia che ha caratteristiche chimico-fisiche nel suolo differenti, quella a maggior contenuto di CO sarà favorita e presenterà valori minori dell'indice di cono.

Tabella 4.9. Indici di cono e numero di trattamenti per azienda.

Azienda	C.I. 0-10	C.I. 0-20	C.I. 0-30	C.I. 0-40	n. trattamenti
Perlage	1,61	1,83	1,90	1,95	14
Villamaria	1,94	2,12	2,15	2,14	16
La Baratta	2,06	2,36	2,42	2,38	26
La Mazzolada	1,79	2,01	2,06	2,12	14
Bacco e Arianna	1,80	2,05	2,11	2,16	9
Vigna Roda	2,04	2,27	2,23	-	20
Fasoli	2,14	2,45	2,58	-	16
Vicentini	2,52	2,79	2,91	-	22
Filippi	1,77	2,08	2,17	2,22	13
Le Mandolare	1,99	2,46	2,61	-	12

C.I. 0-30 - n. trattamenti

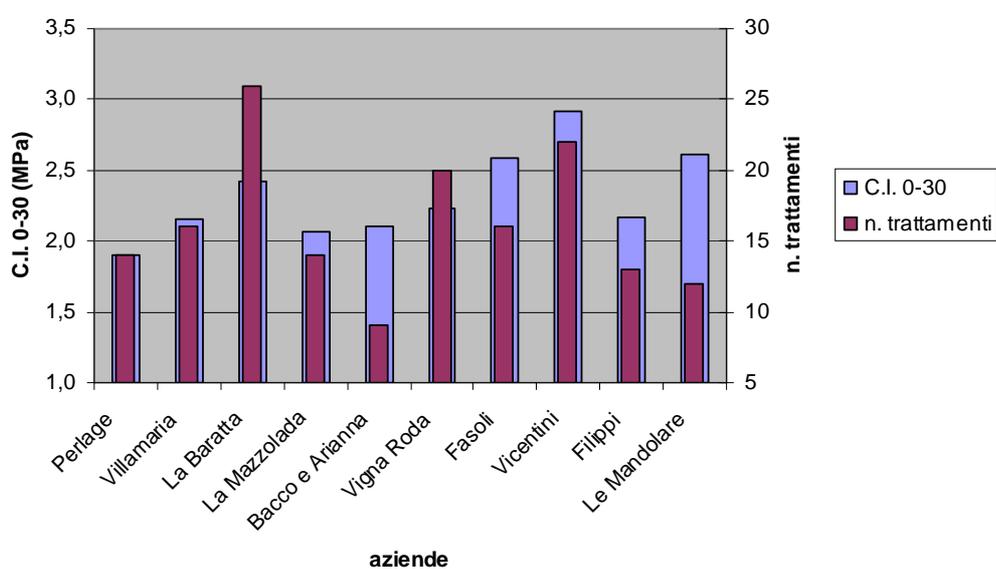


Figura 4.44. C.I. 0-30 e n. di trattamenti per azienda.

## 5. CONCLUSIONI

Nella presente tesi di dottorato è stata approfondito il tema della compattazione del suolo, una delle "otto minacce" di degrado del suolo individuate dalla Commissione europea.

Sono stati presi in esame i vari modelli utilizzati a livello europeo e internazionale per valutare il rischio di compattazione e utilizzando le indicazioni dei metodi precedentemente illustrati sono state prodotte delle elaborazioni cartografiche riguardanti il tema della compattazione.

Con il metodo di Jones usato a livello europeo, utilizzando il database dei suoli (ARPAV) sono state create le seguenti carte:

- carta della suscettibilità alla compattazione dei subsoil di pianura del Veneto;
- carta della vulnerabilità alla compattazione dei subsoil di pianura del Veneto;
- carta della *packing density* dei suoli della DOC Piave;
- carta delle classi granulometriche dei suoli della DOC Piave;
- carta della suscettibilità del *subsoil* alla compattazione della DOC Piave;
- carta delle zone climatiche della DOC Piave;
- carta della vulnerabilità del *subsoil* alla compattazione della DOC Piave.

Con il metodo canadese AAFC sono state create le seguenti carte:

- carta della vulnerabilità alla compattazione dei suoli di pianura del Veneto;
- carta delle classi tessiturali superficiali dei suoli della DOC Piave;
- carta del carbonio organico superficiale dei suoli della DOC Piave;
- carta del drenaggio dei suoli della DOC Piave;
- carta della vulnerabilità alla compattazione dei suoli della DOC Piave.

Le carte create con il modello AAFC, risultato molto più efficiente del precedente, rappresentano degli strumenti utili al fine di identificare le aree più vulnerabili alla compattazione per essere in grado di adottare gli opportuni accorgimenti di gestione del suolo per preservarlo.

E' seguita un'attività di validazione in campo del metodo AAFC, inizialmente condotta nell'azienda vitata Cescon, un'azienda rappresentativa dell'area DOC Piave. Sono stati scelti due siti in cui effettuare le misurazioni di densità apparente e di resistenza alla penetrazione, due parametri fondamentali per valutare il grado di compattazione. Le misurazioni sono state eseguite nell'interfila e nell'ormaia, in modo da disporre della situazione naturale e di quella più compattata a causa dei passaggi dei macchinari.

I risultati dimostrano che la densità apparente sull'ormaia è maggiore di quella sull'interfila sia nel suolo franco che nel suolo franco limoso argilloso, con i valori maggiori nel suolo più argilloso.

Ciò conferma che nel suolo più argilloso e nell'ormaia il terreno è più compattato.

Dalle misure con il penetrometro si nota che nel suolo più argilloso il passaggio delle trattrici causa un approfondimento del compattamento rispetto ai suoli sabbiosi.

Si notano anche valori maggiori nel suolo più argilloso.

Per estendere la verifica a tutto il territorio veneto sono state indagate 20 aziende vitate attraverso l'indagine pedologica e l'analisi chimica. Le aziende sono localizzate nell'area del Pramaggiore, nell'alto Trevigiano, nei Colli Euganei e nei colli veronesi. Sono state scelte 5 coppie di aziende: entro ogni coppia avevamo una tipologia di suolo simile, una azienda a conduzione biologica e l'altra convenzionale; i parametri analizzati sono stati densità apparente, resistenza alla penetrazione e caratteristiche chimico-fisiche.

Non sono state riscontrate differenze significative di densità apparente tra ormaia e interfila, anche se si riscontra un valore maggiore nella ruotata. Poi è stata confrontata la media dei valori di densità apparente tra conduzione convenzionale e biologica: si è riscontrata differenza statisticamente significativa con prevalenza della conduzione convenzionale.

Dai dati di resistenza alla penetrazione si evidenzia che le aziende convenzionali presentano valori maggiori rispetto alle aziende biologiche, ad indicare che in questa tipologia di azienda ci sono maggiori passaggi di macchinari, a differenza di quanto si potrebbe pensare per la somministrazione di rame nelle aziende biologiche, o che i suoli di queste aziende sono più facilmente compattati.

Il valore nell'ormiaia è nettamente superiore a quello dell'interfila, sottolineando che nel passaggio del macchinario il terreno è più compresso.

Un'azienda presenta valori maggiori (La Baratta) perché pur essendo un'azienda a conduzione biologica ha tessitura più fine della corrispondente aziende convenzionale e perché presenta un numero maggiore di passaggi con i macchinari per i trattamenti.

Dall'analisi chimica dei suoli vitati su campioni superficiali, per tutti i parametri il valore rilevato nell'azienda biologica è superiore e con differenza statisticamente significativa al valore corrispondente dell'azienda convenzionale, soprattutto per il CO e questo vale anche per i campioni di 25 cm.

Inoltre è stato considerato il numero di trattamenti fitosanitari effettuati sul vigneto (con erbicidi, fungicidi, insetticidi). Abbiamo notato che in tutte le coppie con simile composizione tessiturale e chimica la resistenza alla penetrazione è quasi direttamente proporzionale al numero di trattamenti effettuati, mentre per la coppia che ha caratteristiche chimico-fisiche differenti, quella a maggior contenuto di CO sarà favorita e presenterà valori minori di resistenza alla penetrazione.

Si può concludere che il modello AAFC è valido perché anche in campo si sono riscontrate le considerazioni del metodo. Ad esempio i suoli con maggior contenuto di sostanza organica sono risultati meno suscettibili alla compattazione (es. Azienda Filippi) mentre i suoli più ricchi in argilla sono più facilmente compattabili (es. Azienda Vicentini).

In conclusione la sperimentazione in aziende vitate del modello AAFC ha restituito un insieme di valori che ben rappresentano la situazione individuata dalla carta della vulnerabilità della compattazione dei suoli prodotta.

## ALLEGATI

### ALLEGATO 1 - UNITA' CARTOGRAFICHE PRESENTI NEI VIGNETI DELL'AZIENDA CESCON

P3.1 - Dossi fluviali poco espressi, costituiti prevalentemente da sabbie.

Complesso:

suoli **Bonfante, franco limosi**

USDA 2006: Oxyaquic Eutrudepts coarse-loamy, carbonatic, mesic

WRB 2006: Endogleyic Hypercalcic Calcisols (Episiltic)

Suoli a profilo Ap-Bk-Ckg, moderatamente profondi, tessitura moderatamente fine, grossolana nel substrato, reazione alcalina, fortemente alcalina nel substrato, molto calcarei, estremamente calcarei in profondità, drenaggio mediocre, permeabilità moderatamente alta, con accumulo di carbonati in profondità, falda profonda.

Capacità d'uso: IISw

BNF1/CDP1

suoli **Campodipietra, franco argillosi**

USDA 2006: Oxyaquic Eutrudepts fine-loamy, mixed, mesic

WRB 2006: Endogleyic Cambisols (Calcaric)

Suoli a profilo Ap-Bw-BC(g)-Cg, da profondi a molto profondi, tessitura moderatamente fine, moderatamente grossolana in profondità, con scheletro assente, da molto calcarei in superficie a fortemente calcarei in profondità, drenaggio mediocre, permeabilità moderatamente alta, con occasionale accumulo di carbonati in profondità, falda da profonda a moderatamente profonda.

Capacità d'uso: IIw

P3.2 - Pianura alluvionale indifferenziata, costituita prevalentemente da limi.

<b>MAT1</b>	<p>Consociazione: suoli <b>Marteggia, franco limoso argillosi</b> USDA 2006: Oxyaquic Eutrudepts fine-silty, mixed, mesic WRB 2006: Endogleyic Hypercalcic Calcisols (Orthosiltic)</p>	<p>Suoli a profilo Ap-Bw-BCKg-Cg, profondi, tessitura moderatamente fine in superficie, media in profondità, molto calcarei in superficie ed estremamente calcarei in profondità, drenaggio mediocre, permeabilità moderatamente bassa, con accumulo di carbonati in profondità, falda molto profonda. Capacità d'uso: IISw</p>
<b>MAT1/LUT1</b>	<p>Complesso: suoli <b>Marteggia, franco limoso argillosi</b> USDA 2006: Oxyaquic Eutrudepts fine-silty, mixed, mesic WRB 2006: Endogleyic Hypercalcic Calcisols (Orthosiltic)</p> <p>suoli <b>Lutrano, argilloso limosi</b> USDA 2006: Vertic Eutrudepts fine, mixed, mesic WRB 2006: Endogleyic Vertic Calcisols (Orthosiltic)</p>	<p>Suoli a profilo Ap-Bw-BCKg-Cg, profondi, tessitura moderatamente fine in superficie, media in profondità, molto calcarei in superficie ed estremamente calcarei in profondità, drenaggio mediocre, permeabilità moderatamente bassa, con accumulo di carbonati in profondità, falda molto profonda. Capacità d'uso: IISw</p> <p>Suoli a profilo Ap-Bw-BCKg-Ckg, profondi, tessitura da fine in superficie a media in profondità, privi di scheletro, da molto calcarei in superficie a estremamente calcarei in profondità, drenaggio mediocre, permeabilità moderatamente bassa, con accumulo di carbonati in profondità, con moderata tendenza a fessurare durante la stagione estiva, falda molto profonda. Capacità d'uso: IIIs</p>
<b>SAF1</b>	<p>Consociazione: suoli <b>San Fior, franco limoso argillosi</b> USDA 2006: Oxyaquic Eutrudepts fine-silty, mixed, mesic WRB 2006: Endogleyic Calcisols (Siltic)</p>	<p>Suoli a profilo Ap-B(k)-C(k)g, profondi, tessitura da moderatamente fine in superficie a moderatamente grossolana in profondità, da moderatamente calcarei in superficie a estremamente calcarei in profondità, drenaggio mediocre, permeabilità moderatamente alta, con accumulo di carbonati in profondità, falda profonda. Capacità d'uso: IISw</p>

### P3.3 - Depressioni della pianura alluvionale, costituite prevalentemente da argille e limi.

<b>LUT1</b>	<p>Consociazione: suoli <b>Lutrano, argilloso limosi</b> USDA 2006: Vertic Eutrudepts fine, mixed, mesic WRB 2006: Endogleyic Vertic Calcisols (Orthosiltic)</p>	<p>Suoli a profilo Ap-Bw-BCKg-Ckg, profondi, tessitura da fine in superficie a media in profondità, privi di scheletro, da molto calcarei in superficie a estremamente calcarei in profondità, drenaggio mediocre, permeabilità moderatamente bassa, con accumulo di carbonati in profondità, con moderata tendenza a fessurare durante la stagione estiva, falda molto profonda. Capacità d'uso: IIIs</p>
-------------	--	--

<b>LUT1/BO11</b>	<p>Complesso: suoli <b>Lutrano, argilloso limosi</b> USDA 2006: Vertic Eutrudepts fine, mixed, mesic WRB 2006: Endogleyic Vertic Calcisols (Orthosiltic)</p>	<p>Suoli a profilo Ap-Bw-BCkg-Ckg, profondi, tessitura da fine in superficie a media in profondità, privi di scheletro, da molto calcarei in superficie a estremamente calcarei in profondità, drenaggio mediocre, permeabilità moderatamente bassa, con accumulo di carbonati in profondità, con moderata tendenza a fessurare durante la stagione estiva, falda molto profonda. Capacità d'uso: IIIs</p>
	<p>suoli <b>Borin, argilloso limosi</b> USDA 2006: Vertic Eutrudepts fine, mixed, mesic WRB 2006: Endogleyic Vertic Calcisols (Orthosiltic)</p>	<p>Suoli a profilo Ap-Bkssg-Bkg-Ckg, moderatamente profondi, tessitura fine, molto calcarei in superficie ed estremamente calcarei in profondità, drenaggio lento, permeabilità bassa, con concrezioni di carbonato di calcio in profondità, con moderata tendenza a fessurare durante la stagione estiva, falda molto profonda. Capacità d'uso: IIIsw</p>
<b>BO11</b>	<p>Consociazione: suoli <b>Borin, argilloso limosi</b> USDA 2006: Vertic Eutrudepts fine, mixed, mesic WRB 2006: Endogleyic Vertic Calcisols (Orthosiltic)</p>	<p>Suoli a profilo Ap-Bkssg-Bkg-Ckg, moderatamente profondi, tessitura fine, molto calcarei in superficie ed estremamente calcarei in profondità, drenaggio lento, permeabilità bassa, con concrezioni di carbonato di calcio in profondità, con moderata tendenza a fessurare durante la stagione estiva, falda molto profonda. Capacità d'uso: IIIsw</p>
	<p>Consociazione: suoli <b>Olmì, franco limoso argillosi</b> USDA 2006: Typic Endoaquepts fine-silty, mixed, calcareous, mesic WRB 2006: Hypercalcic Gleysols (Calcaric, Orthosiltic)</p>	<p>Suoli a profilo Ap-Bkg-BC(k)g-Cg, moderatamente profondi, tessitura da moderatamente fine in superficie a fine in profondità, da fortemente a estremamente calcarei, drenaggio lento, permeabilità bassa, con accumulo di carbonati in profondità, falda da molto profonda a profonda. Capacità d'uso: IIIw</p>
<b>OLM1</b>	<p>Complesso: suoli <b>Stangon, argillosi</b> USDA 2006: Vertic Calcudolls clayey over loamy, mixed, mesic WRB 2006: Calcic Vertic Chernozems (Oxyaquic Epiclayic)</p>	<p>Suoli a profilo Ap-Bw-Ck, moderatamente profondi, tessitura fine, moderatamente grossolana in profondità, scarsamente calcarei, estremamente calcarei in profondità, drenaggio mediocre, permeabilità moderatamente bassa, con concrezioni di carbonato di calcio in profondità, con moderata tendenza a fessurare durante la stagione estiva, falda profonda. Capacità d'uso: IIIsw</p>
	<p>suoli <b>Borin, argilloso limosi</b> USDA 2006: Vertic Eutrudepts fine, mixed, mesic WRB 2006: Endogleyic Vertic Calcisols (Orthosiltic)</p>	<p>Suoli a profilo Ap-Bkssg-Bkg-Ckg, moderatamente profondi, tessitura fine, molto calcarei in superficie ed estremamente calcarei in profondità, drenaggio lento, permeabilità bassa, con concrezioni di carbonato di calcio in profondità, con moderata tendenza a fessurare durante la stagione estiva, falda molto profonda. Capacità d'uso: IIIsw</p>
<b>STG1/BO11</b>		

## ALLEGATO 2 - UTS PRESENTI NEI VIGNETI DELL'AZIENDA CESCON

### Bonfante - BNF1

**Nome e codice:** Bonfante (VT01-BNF1) franco limosi

**Tipo di UTS:** fase di serie

#### AMBIENTE E DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA

**Catalogo dei paesaggi del Veneto:** p-PWB02xx

**Descrizione dell'ambiente:** Dossi in bassa pianura antica del Piave costituita prevalentemente da sabbie e limi.

**Morfologia:** dosso o argine naturale di piana alluvionale (levee)

**Materiale parentale:** sedimenti fluviali, depositi di piena ad alta energia, limosi o franchi, estremamente calcarei

**Substrato:** sedimenti fluviali, depositi di piena ad alta energia, sabbiosi

**Quote:** 4-35 m s.l.m.

**Pendenze:** pianeggiante (<0,2%)

**Uso del suolo:** codominanti seminativi avvicendati, vigneti

**Diffusione:** molto frequente in BNF1/CDP1, molto frequente in BNF1/CDP1, frequente in LMA1/BNF1, frequente in GOD1/BNF1, frequente in LMA1/BNF1, frequente in GOD1/BNF1

**Località caratteristiche:** Fontanelle, Lancenigo, Pezzan, Ormelle, Campodipietra

**Gestione delle acque:** con fossi

#### PROPRIETÀ DEL SUOLO

**Differenziazione del profilo:** alta

**Profondità utile alle radici:** da elevata a moderatamente elevata (85-130 cm; modale 130 cm), limitata da scarsa disponibilità di ossigeno

**Pietrosità superficiale:** 0% ghiaia 0% ciottoli 0% pietre

**Rocciosità:** 0% **Falda:** da profonda a molto profonda (110-180 cm; modale 140 cm)

**Deflusso superficiale:** trascurabile

**Drenaggio interno:** mediocre

**Permeabilità:** moderatamente alta

**AWC:** moderata, valore modale mm 221

**Forma di humus principale:** assente

**Sequenza orizzonti:** Ap-Bk-Ckg

**Orizzonti diagnostici:**

**WRB:** calcico

**USDA:** ochrico, calcico

**Regime di umidità:** udico

**Regime di temperatura:** mesico

**Formula climatica di Thornthwaite:** B1B2'rb3' (umido, secondo mesotermico, (A, B, C2) non vi è deficienza idrica o è molto piccola, concentrazione estiva dell'efficienza termica 51,9-56,3%).

#### CARATTERISTICHE DEGLI ORIZZONTI

**Ap:** spessore 50 cm; colore bruno oliva (2.5Y4/4); tessitura franco limosa; scheletro assente; comuni concrezioni di carbonati di Ca e Mg; fortemente calcareo; alcalino; saturazione molto alta; non salino; contenuto in carbonio organico moderatamente basso.

**Bk:** spessore 30 cm; colore bruno oliva chiaro (2.5Y5/4); occasionali screziature di colore grigio (2.5Y6/1), frequenti screziature di colore bruno giallastro (10YR5/6); tessitura franca; scheletro assente; comuni concrezioni di carbonati di Ca e Mg; estremamente calcareo; alcalino; saturazione molto alta; non salino; contenuto in carbonio organico molto basso.

**Ckg:** a partire da 80 cm; colore grigio brunastro chiaro (2.5Y6/2); occasionali screziature di colore grigio (2.5Y6/1), molte screziature di colore giallo bruno (10YR6/8); tessitura franco sabbiosa; scheletro assente; comuni concrezioni di carbonati di Ca e Mg; estremamente calcareo; alcalino; saturazione molto alta; non salino; contenuto in carbonio organico molto basso.

#### CLASSIFICAZIONE

**Soil Taxonomy (KEYS 2006):** Oxyaquic Eutrudepts coarse-loamy, carbonatic, mesic

**WRB (2006):** Endogleyic Hypercalcic Calcisols (Episiltic)

## PROFILO DI RIFERIMENTO

**Sigla:** BSL1P0079

**Ricollegamento UTS:** BSL3 BNF1

**Grado di ricollegamento:** osservazione tipica

**Località:** C. BONFANTE

**Materiale parentale:** limosi

**Substrato:** sabbiosi

**Pietrosità:** 0% ghiaia 0% ciottoli 0% pietre

**Rocciosità:** assente

**Aspetti superficiali:** arato di recente

**Falda:** profonda (120cm)

**Drenaggio:** mediocre

**Permeabilità:** moderatamente alta

**Uso del suolo:** seminativo avvicendato

**Rilevatori:** Ialina Vinci, Luca Rinaldi

**Data di descrizione:** 11/12/1998

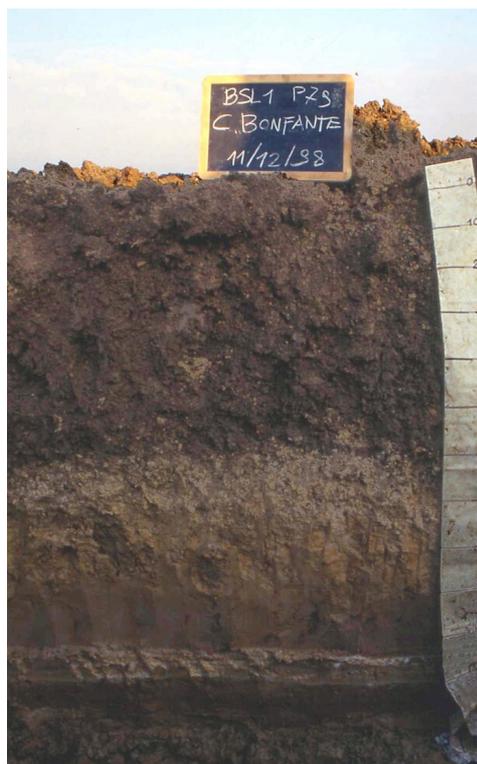
## Classificazione

**Soil Taxonomy (KEYS 1996):** Oxyaquic Eutrochrepts coarse-loamy, carbonatic, mesic

**WRB (1990):** Gleyic Haplic Calcisols

**Soil Taxonomy (KEYS 1998):** Oxyaquic Eutrochrepts coarse-loamy, carbonatic, mesic

**WRB (1998):** Hypercalcic Calcisols



Oriz	Lim. sup. cm	Lim. inf. cm	Sab. tot. %	Sab. m.f. %	Limo tot. %	Arg. %	Cl. tes.	pH	Carbonati tot. %	Calc. att. %	C org. %	P ass. mg/kg	CSC meq/100g	Ca sc. meq/100g	Mg sc. meq/100g	Na sc. meq/100g	K sc. meq/100g	TSB %	EC mS/cm
Ap	0	55	17,6	6,3	43,2	39,2	FLA	8,0	15	3	1,9	70	28,1	29,1	5,9		0,9	100	
Bck	55	73	25,5	9,0	54,8	19,7	FL	8,3	57	12	0,4		10,8	18,8	3,4		0,1	100	
Cg	73	105	71,1	26,6	25,8	3,1	FS	8,4	55	2	0,0		4,9	6,9	1,4		0,0	100	
Ckg	105	110	12,4		61,7	26,0	FL	8,5	70	14	0,0		16,1	111,6	4,7		0,1	100	
Cg	110	120	66,5	46,4	30,8	2,7	FS	8,6	51	3	0,0		7,7	26,8	1,6		0,0	100	

## Descrizione del profilo

**I colori sono stati descritti allo stato umido.**

**Ap:** (0-55 cm), colore di massa bruno oliva chiaro (2.5Y5/3); umido; stima della tessitura franco limoso argillosa; scheletro assente; struttura principale poliedrica subangolare grossolana, moderata, struttura secondaria poliedrica angolare fine, moderata; frequenti concrezioni di carbonati di Ca e Mg grossolane e frequenti noduli di ferro e manganese medie; pori grandi abbondanti; effervescenza forte; limite abrupto lineare.

**Bck:** (55-73 cm), colore di massa bruno giallastro chiaro (2.5Y6/3); molte screziature di colore grigio oliva chiaro (5Y6/2) piccole; umido; stima della tessitura franco limosa; scheletro assente; struttura principale poliedrica subangolare grossolana, debole; molte concrezioni di carbonati di Ca e Mg grossolane; pori medi abbondanti; canali e coproliti di lombrichi; effervescenza violenta; limite abrupto ondulato.

**Cg:** (73-105 cm), colore di massa grigio chiaro (5Y7/2); molte screziature di colore giallo bruno (10YR6/8) medie; umido; stima della tessitura sabbioso franca; scheletro assente; struttura principale assente (orizzonte incoerente); frequenti concentrazioni soffici di ferro e manganese grossolane; pori medi abbondanti; effervescenza violenta; limite abrupto lineare.

**Ckg:** (105-110 cm), colore di massa grigio chiaro (5Y7/2); molte screziature di colore giallo bruno (10YR6/6) medie; umido; stima della tessitura franco limoso argillosa; scheletro assente; struttura principale assente (orizzonte massivo); molte concrezioni di carbonati di Ca e Mg grossolane; effervescenza violenta; limite abrupto lineare.

**Cg:** (110-120 cm), colore di massa grigio brunastro chiaro (2.5Y6/2); molte screziature di colore giallo bruno (10YR6/6) medie; bagnato (acqua libera presente); stima della tessitura sabbioso franca; scheletro assente; struttura principale assente (orizzonte incoerente); effervescenza violenta; limite sconosciuto.

## VARIABILITÀ DELLE CARATTERISTICHE DEGLI ORIZZONTI GENETICI

**Ap:** spessore medio di 50 cm (40-60 cm); colore bruno oliva (2.5Y4/4) (, chroma da 3 a 4); tessitura da franco limosa a franco argillosa (argilla 24-31% modale 27%, sabbia 19-29% modale 24%, sabbia molto fine modale 10%); struttura poliedrica subangolare grossolana moderata; comuni concrezioni di carbonati di Ca e Mg; da fortemente calcareo a molto calcareo (modale 27%); alcalino; saturazione molto alta; non salino; contenuto in carbonio

organico moderatamente basso (modale 1,1%); AWC 1,8 mm/dm; CSC media (modale 16meq/100g); permeabilità moderatamente alta.

**Bk:** spessore medio di 30 cm (20-35 cm); colore bruno oliva chiaro (2.5Y5/4) (value da 5 a 6, chroma da 3 a 4); occasionali screziature di colore grigio (2.5Y6/1) e frequenti screziature di colore bruno giallastro (10YR5/6); tessitura da franca a franco limosa (argilla 12-19% modale 16%, sabbia 31-55% modale 41%, sabbia molto fine modale 12%); struttura poliedrica subangolare grossolana debole; comuni concrezioni di carbonati di Ca e Mg e occasionali noduli di ferro e manganese; estremamente calcareo (modale 42%); alcalino; saturazione molto alta; non salino; contenuto in carbonio organico molto basso (modale 0,3%); AWC 1,8 mm/dm; CSC media (modale 10meq/100g); permeabilità moderatamente alta; note: Possono avere anche tessitura franco sabbiosa.

**Ckg:** a partire da 80 cm (65-90 cm) colore grigio brunastro chiaro (2.5Y6/2) (hue da 2.5Y a 5Yvalue da 5 a 7, chroma da 2 a 4); occasionali screziature di colore grigio (2.5Y6/1) e molte screziature di colore giallo bruno (10YR6/8); tessitura da franco sabbiosa a sabbioso franca (argilla 2-13% modale 7%, sabbia 35-75% modale 56%, sabbia molto fine modale 20%); struttura assente (orizzonte incoerente) non rilevante, non pertinente; comuni concrezioni di carbonati di Ca e Mg e occasionali noduli di ferro e manganese; estremamente calcareo (modale 58%); alcalino; saturazione molto alta; non salino; contenuto in carbonio organico molto basso (modale 0,1%); AWC 1,1 mm/dm; CSC bassa (modale 5meq/100g); permeabilità moderatamente alta.

## Marteggia - MAT1

**Nome e codice:** Marteggia (VT01-MAT1) franco limoso argillosi

**Tipo di UTS:** fase di serie

### AMBIENTE E DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA

**Catalogo dei paesaggi del Veneto:** p-PWB04xx

**Descrizione dell'ambiente:** Bassa pianura antica del Piave con suoli a parziale decarbonatazione degli orizzonti superficiali e accumulo di carbonati negli orizzonti profondi: pianura alluvionale indifferenziata.

**Morfologia:** area di transizione di piana alluvionale (pianura modale)

**Materiale parentale:** sedimenti fluviali, depositi di piena a bassa energia, limosi, estremamente calcarei

**Substrato:** sedimenti fluviali, depositi di piena a bassa energia, limosi

**Quote:** 1-30 m s.l.m.

**Pendenze:** pianeggiante (<0,2%)

**Uso del suolo:** dominante seminativi avvicendati, subordinato vigneti

**Diffusione:** dominante in MAT1, dominante in MAT1, dominante in MAT1, molto frequente in MAT1/LUT1, molto frequente in MAT1/LUT1, frequente in BOI1/MAT1, frequente in BOI1/MAT1

**Località caratteristiche:** Treviso, Carbonera, Biban, Pezzan, Olmi, S. Biagio di C., Roncade, S. Polo, Ormelle

**Gestione delle acque:** con fossi

### PROPRIETÀ DEL SUOLO

**Differenziazione del profilo:** alta

**Profondità utile alle radici:** elevata (100-160 cm; modale 125 cm), limitata da scarsa disponibilità di ossigeno

**Pietrosità superficiale:** 0% ghiaia 0% ciottoli 0% pietre

**Rocciosità:** 0%**Falda:** molto profonda (140-200 cm; modale 170 cm)

**Deflusso superficiale:** basso

**Drenaggio interno:** mediocre

**Permeabilità:** moderatamente bassa

**AWC:** moderata, valore modale mm 223

**Forma di humus principale:** assente

**Sequenza orizzonti:** Ap-Bw-BCKg-Cg

**Orizzonti diagnostici:**

**WRB:** calcico, cambico

**USDA:** ochrico, calcico e cambico

**Regime di umidità:** udico

**Regime di temperatura:** mesico

**Formula climatica di Thornthwaite:** B1B2'rb3' (umido, secondo mesotermico, (A, B, C2) non vi è deficienza idrica o è molto piccola, concentrazione estiva dell'efficienza termica 51,9-56,3%).

### CARATTERISTICHE DEGLI ORIZZONTI

**Ap:** spessore 50 cm; colore bruno oliva (2.5Y4/3); tessitura franco limoso argillosa; scheletro assente; occasionali noduli di ferro e manganese; molto calcareo; alcalino; saturazione molto alta; non salino; contenuto in carbonio organico moderato.

**Bw:** spessore 30 cm; colore bruno oliva chiaro (2.5Y5/4); occasionali screziature di colore grigio brunastro chiaro (2.5Y6/2), occasionali screziature di colore giallo bruno (10YR6/8); tessitura franco limosa; scheletro assente; occasionali concrezioni di carbonati di Ca e Mg; fortemente calcareo; alcalino; saturazione molto alta; non salino; contenuto in carbonio organico basso.

**BCKg:** spessore 30 cm; colore bruno giallastro chiaro (2.5Y6/3); molte screziature di colore grigio brunastro chiaro (2.5Y6/2), molte screziature di colore giallo bruno (10YR6/8); tessitura franco limosa; scheletro assente; frequenti concrezioni di carbonati di Ca e Mg; estremamente calcareo; alcalino; saturazione molto alta; non salino; contenuto in carbonio organico molto basso.

**Cg:** a partire da 110 cm; colore grigio brunastro chiaro (2.5Y6/2), molte screziature di colore bruno giallastro (10YR5/8); tessitura franco limoso argillosa; scheletro assente; occasionali concrezioni di carbonati di Ca e Mg; estremamente calcareo; alcalino; saturazione molto alta; non salino; contenuto in carbonio organico molto basso.

## CLASSIFICAZIONE

**Soil Taxonomy (KEYS 2006):** Oxyaquic Eutrudepts fine-silty, mixed, mesic

**WRB (2006):** Endogleyic Hypercalcic Calcisols (Orthosiltic)

## PROFILO DI RIFERIMENTO

**Sigla:** BSL1P0064

**Ricollegamento UTS:** BSL3 MAT1

**Grado di ricollegamento:** osservazione tipica

**Località:** DODICI - BIANCADE

**Materiale parentale:** limosi

**Substrato:** argillosi

**Pietrosità:** 0% ghiaia 0% ciottoli 0% pietre

**Rocciosità:** assente

**Falda:** assente

**Drenaggio:** mediocre

**Permeabilità:** moderatamente bassa

**Uso del suolo:** prato avvicendato

**Rilevatori:** Ialina Vinci, Paolo Mozzi

**Data di descrizione:** 10/03/1998

## Classificazione

**Soil Taxonomy (KEYS 1996):** Oxyaquic Eutrochrepts fine-silty, mixed, mesic

**WRB (1990):** Gleyic Haplic Calcisols

**Soil Taxonomy (KEYS 1998):** Oxyaquic Eutrochrepts fine-silty, mixed, mesic

**WRB (1998):** Hypercalcic Gleyic Calcisols



Oriz	Lim. sup. cm	Lim. inf. cm	Sab. tot. %	Sab. m.f. %	Limo tot. %	Arg. %	Cl. tes.	pH	Carbonati tot. %	Calc. att. %	C org. %	P ass. mg/kg	CSC meq/100g	Ca sc. meq/100g	Mg sc. meq/100g	Na sc. meq/100g	K sc. meq/100g	TSB %	EC mS/cm
Ap	0	50	5,0		57,7	37,3	FLA	8,2	5	2	1,3	3	19,6	22,7	4,6		0,4	100	
Bw	50	70	3,2		67,6	29,2	FLA	8,4	7	1	0,3		16,6	21,0	6,7		0,3	100	
Ck	70	100	8,7		65,3	26,0	FL	8,7	50	13	0,2		18,6	30,0	5,9		0,2	100	
Cg1	100	140	0,9		70,4	28,6	FLA	8,6	45	12	0,1		16,4	57,9	5,7		0,2	100	
Cg2	140	160	1,4		48,3	50,3	AL	8,5	50	13	0,3		23,9	47,1	7,0		0,3	100	

## Descrizione del profilo

**I colori sono stati descritti allo stato umido.**

**Ap:** (0-50 cm), colore di massa bruno oliva chiaro (2.5Y5/3); poco umido; stima della tessitura franco limoso argillosa; scheletro assente; struttura principale poliedrica subangolare grossolana, moderata, struttura secondaria poliedrica subangolare fine, moderata; frequenti noduli di ferro e manganese medie; pori grandi abbondanti e medi abbondanti; comuni radici medie e molte fini; canali e coproliti di lombrichi; effervescenza debole; limite abrupto ondulato.

**Bw:** (50-70 cm), colore di massa bruno oliva chiaro (2.5Y5/3); molte screziature di colore bruno giallastro (10YR5/6) piccole e molte screziature grigio chiaro (5Y7/2) medie; umido; stima della tessitura franco limosa; scheletro assente; struttura principale poliedrica subangolare grossolana, debole; comuni noduli di ferro e manganese medie; pori medi abbondanti; comuni radici fini; effervescenza debole; limite abrupto ondulato.

**Ck:** (70-100 cm), colore di massa grigio chiaro (5Y7/2); molte screziature di colore giallo oliva (2.5Y6/8) medie e molte screziature grigio chiaro (5Y7/1) piccole; poco umido; stima della tessitura franco limoso argillosa; scheletro assente; struttura principale assente (orizzonte massivo); frequenti concrezioni di carbonati di Ca e Mg grossolane e frequenti concentrazioni soffici di carbonati di Ca e Mg grossolane; pori medi abbondanti; poche radici fini; effervescenza violenta; limite chiaro ondulato.

**Cg1:** (100-140 cm), colore di massa grigio chiaro (5Y7/1); molte screziature di colore giallo oliva (2.5Y6/6) medie; poco umido; stima della tessitura franco limoso argillosa; scheletro assente; struttura principale assente (orizzonte massivo); comuni concrezioni di carbonati di Ca e Mg grossolane; pori medi abbondanti; effervescenza violenta; limite graduale lineare.

**Cg2:** (140-160 cm), colore di massa <V 7/;>; screziature di colore giallo oliva (2.5Y6/6); poco umido; stima della tessitura argilloso limosa; scheletro assente; struttura principale assente (orizzonte massivo); frequenti concentrazioni soffici di carbonati di Ca e Mg medie; pori medi abbondanti; effervescenza violenta; limite sconosciuto.

#### **VARIABILITÀ DELLE CARATTERISTICHE DEGLI ORIZZONTI GENETICI**

**Ap:** spessore medio di 50 cm (40-55 cm); colore bruno oliva (2.5Y4/3) (value da 4 a 5, chroma da 3 a 4); tessitura franco limoso argillosa (argilla 27-39% modale 33%, sabbia 12-21% modale 17%, sabbia molto fine modale 10%); struttura poliedrica subangolare grossolana moderata; occasionali noduli di ferro e manganese e occasionali concrezioni di carbonati di Ca e Mg; molto calcareo (modale 21%); alcalino; saturazione molto alta; non salino; ESP -998,0; contenuto in carbonio organico da moderato a moderatamente basso (modale 1,2%); AWC 1,3 mm/dm; CSC alta (modale 23meq/100g); permeabilità moderatamente alta.

**Bw:** spessore medio di 30 cm (20-35 cm); colore bruno oliva chiaro (2.5Y5/4) (value da 5 a 6, chroma da 3 a 4); occasionali screziature di colore grigio brunastro chiaro (2.5Y6/2) e occasionali screziature di colore giallo bruno (10YR6/8); tessitura franco limosa (argilla 19-31% modale 24%, sabbia 9-24% modale 20%, sabbia molto fine modale 12%); struttura poliedrica angolare grossolana moderata; occasionali concrezioni di carbonati di Ca e Mg; da fortemente calcareo a estremamente calcareo (modale 37%); alcalino; saturazione molto alta; non salino; ESP -998,0; contenuto in carbonio organico da basso a molto basso (modale 0,5%); AWC 1,5 mm/dm; CSC media (modale 17meq/100g); permeabilità moderatamente alta.

**BCKg:** spessore medio di 30 cm (20-40 cm); colore bruno giallastro chiaro (2.5Y6/3) (, chroma da 2 a 4); molte screziature di colore grigio brunastro chiaro (2.5Y6/2) e molte screziature di colore giallo bruno (10YR6/8); tessitura franco limosa (argilla 12-26% modale 20%, sabbia 7-29% modale 21%, sabbia molto fine modale 13%); struttura poliedrica angolare grossolana debole; frequenti concrezioni di carbonati di Ca e Mg; estremamente calcareo (modale 50%); alcalino; saturazione molto alta; non salino; ESP -998,0; contenuto in carbonio organico molto basso (modale 0,2%); AWC 1,5 mm/dm; CSC media (modale 16meq/100g); permeabilità moderatamente alta.

**Cg:** a partire da 110 cm (100-120 cm) colore grigio brunastro chiaro (2.5Y6/2) (hue da 2.5Y a 5Yvalue da 6 a 7, chroma da 1 a 2) e molte screziature di colore bruno giallastro (10YR5/8); tessitura da franco limoso argillosa a franco limosa (argilla 15-36% modale 27%, sabbia 2-14% modale 12%, sabbia molto fine modale 6%); struttura assente (orizzonte massivo) non rilevante, non pertinente; occasionali concrezioni di carbonati di Ca e Mg; estremamente calcareo (modale 51%); alcalino; saturazione molto alta; non salino; ESP -998,0; contenuto in carbonio organico molto basso (modale 0,2%); AWC 1,7 mm/dm; CSC media (modale 20meq/100g); permeabilità moderatamente bassa.

## **Lutrano - LUT1**

**Nome e codice:** Lutrano (RVT3-LUT1)

**Tipo di UTS:** serie

#### **AMBIENTE E DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA**

**Catalogo dei paesaggi del Veneto:** p-PWB05xx

**Descrizione dell'ambiente:** Aree depresse a drenaggio mediocre, nella parte prossimale della bassa pianura alluvionale antica del Piave, pianeggianti (<0,2% di pendenza). Il materiale parentale è costituito da limi e argille, estremamente calcarei

**Morfologia:** depressione (bacino interfluviale) di piana alluvionale

**Materiale parentale:** sedimenti fluviali, depositi di piena a bassa energia, limosi o franchi, estremamente calcarei

**Substrato:** sedimenti fluviali, depositi di piena a bassa energia

**Quote:** 4-43 m s.l.m.

**Pendenze:** pianeggiante (<0,2%)

**Uso del suolo:** dominante vigneti, codominanti colture a ciclo estivo (mais, sorgo ecc.)

**Diffusione:** dominante in BA3.2

**Gestione delle acque:** con fossi

#### PROPRIETÀ DEL SUOLO

**Differenziazione del profilo:** moderata

**Profondità utile alle radici:** elevata (modale 105 cm), limitata da orizzonte petrocalcico e scarsa disponibilità di ossigeno

**Pietrosità superficiale:** 0% ghiaia 0% ciottoli 0% pietre

**Rocciosità:** 0%**Falda:** molto profonda (modale 200 cm)

**Drenaggio interno:** mediocre

**Permeabilità:** moderatamente bassa

**AWC:** alta, valore modale mm 240

**Forma di humus principale:** assente

**Sequenza orizzonti:** Ap-Bw-Ck-Ckg

**Orizzonti diagnostici:**

**WRB:** ocrico, cambico e calcico

**USDA:** ochrico, cambico e calcico

**Regime di umidità:** udico

**Regime di temperatura:** mesico

#### CARATTERISTICHE DEGLI ORIZZONTI

**Ap:** spessore 40 cm; colore bruno oliva (2.5Y4/4); tessitura argilloso limosa; scheletro assente; molto scarsamente calcareo; subalcalino; saturazione molto alta; contenuto in carbonio organico moderato.

**Bw:** spessore 35 cm; colore bruno oliva (2.5Y4/4); comuni screziature di colore bruno oliva chiaro (2.5Y5/3) medie, comuni screziature di colore giallo oliva (2.5Y6/6) medie; tessitura argilloso limosa; scheletro assente; molte concrezioni di ferro e manganese; facce di pressione occasionali; moderatamente calcareo; alcalino; saturazione molto alta; contenuto in carbonio organico moderatamente basso.

**Ck:** spessore 45 cm; colore giallo oliva (2.5Y6/8); frequenti screziature di colore grigio chiaro (2.5Y7/2) medie, frequenti screziature di colore giallo oliva (2.5Y6/8) medie; tessitura franco limosa; scheletro assente; molte concrezioni di carbonati di Ca e Mg; estremamente calcareo; alcalino; saturazione molto alta; contenuto in carbonio organico basso.

**Ckg:** a partire da 120 cm; colore giallo oliva (2.5Y6/6); molte screziature di colore grigio chiaro (2.5Y7/2) medie; tessitura franco limosa; scheletro assente; molte concrezioni di carbonati di Ca e Mg; estremamente calcareo; alcalino; saturazione molto alta; contenuto in carbonio organico molto basso.

#### CLASSIFICAZIONE

**Soil Taxonomy (KEYS 1998):** Vertic Eutrudepts fine, mixed, mesic

**WRB (1998):** Hypercalcic Vertic Calcisols

#### PROFILO DI RIFERIMENTO

**Sigla:** TV02P0047

**Ricollegamento UTS:**

**Grado di ricollegamento:**

**Località:** Lutrano

**Materiale parentale:** argillosi

**Pietrosità:**

**Rocciosità:** assente

**Falda:** non rilevata

**Drenaggio:** mediocre

**Permeabilità:**

**Uso del suolo:** vigneto

**Rilevatori:** Ivo Nardi, Edda Catalano

**Data di descrizione:** 23/08/1994



## Descrizione del profilo

### I colori sono stati descritti allo stato umido.

**Ap:** (0-40 cm), colore di massa bruno oliva (2.5Y4/4); stima della tessitura argilloso limosa; scheletro assente; struttura principale prismatico grossolana, forte, struttura secondaria poliedrica angolare fine, forte; poche concrezioni di ferro e manganese medie; facce di pressione discontinue; effervescenza molto debole; limite chiaro lineare.

**Bw:** (40-75 cm), colore di massa bruno oliva (2.5Y4/4) e bruno oliva chiaro (2.5Y5/3); frequenti screziature di colore giallo oliva (2.5Y6/6) medie; stima della tessitura argilloso limosa; scheletro assente; struttura principale prismatico grossolana, forte, struttura secondaria poliedrica angolare media, moderata; molte concentrazioni soffici di ferro e manganese grossolane e frequenti rivestimenti di ferro e manganese; facce di pressione continue; effervescenza molto debole; limite chiaro irregolare.

**2Ckg1:** (75-120 cm), colore di massa giallo oliva (2.5Y6/8); molte screziature di colore grigio chiaro (2.5Y7/2) medie e molte screziature giallo oliva (2.5Y6/8) medie; stima della tessitura franco limosa; scheletro assente; struttura principale assente (orizzonte massivo); molte concrezioni di carbonati di Ca e Mg grossolane e poche concentrazioni soffici di ferro e manganese medie; effervescenza violenta.

**2Ckg2:** (120-140 cm), colore di massa giallo oliva (2.5Y6/6); molte screziature di colore grigio chiaro (2.5Y7/2) medie; stima della tessitura franco limosa; scheletro assente; struttura principale assente (orizzonte massivo); molte concrezioni di carbonati di Ca e Mg grossolane e molte concentrazioni soffici di carbonati di Ca e Mg grossolane; effervescenza violenta; limite sconosciuto.

Oriz	Lim. sup. cm	Lim. inf. cm	Sab. tot. %	Sab. m.f. %	Limo tot. %	Arg. %	Cl. tes.	pH	Carbonati tot. %	Calc. att. %	C org. %	P ass. mg/kg	CSC meq/100g	Ca sc. meq/100g	Mg sc. meq/100g	Na sc. meq/100g	K sc. meq/100g	TSB %	EC mS/cm
Ap	0	40	7,8		52,7	39,5	FLA	8,4	23	5	1,8	14	20,8		6,8		0,8	100	
Bss	40	80	9,2		54,6	36,1	FLA	8,5	26	4	1,6	10	23,9		10,0		0,7	100	
Ck	80	115	2,7		57,1	40,2	AL	8,6	52	12	0,3		21,3		11,2		0,3	100	
Cg	115	160	1,1		54,6	44,3	AL	8,9	59	13	0,2		28,7		11,2		0,3	100	

### VARIABILITÀ DELLE CARATTERISTICHE DEGLI ORIZZONTI GENETICI

**Ap:** spessore medio di 40 cm (- cm); colore bruno oliva (2.5Y4/4); tessitura argilloso limosa (argilla modale 41%, sabbia 10-15% modale 14%, sabbia molto fine modale 8%); struttura prismatico grossolana forte; da molto scarsamente calcareo a scarsamente calcareo (modale %); da subalcalino a alcalino; saturazione molto alta; contenuto in carbonio organico da moderato a moderatamente basso (modale 1,4%); AWC 1,7 mm/dm; CSC alta (modale meq/100g); permeabilità moderatamente bassa.

**Bw:** spessore medio di 35 cm (30-40 cm); colore bruno oliva (2.5Y4/4); comuni screziature medie di colore bruno oliva chiaro (2.5Y5/3) e comuni screziature medie di colore giallo oliva (2.5Y6/6); tessitura argilloso limosa (argilla modale 50%, sabbia modale 10%, sabbia molto fine modale 5%); struttura prismatico grossolana forte; molte concrezioni di ferro e manganese, facce di pressione occasionali; moderatamente calcareo (modale %); alcalino; saturazione molto alta; contenuto in carbonio organico moderatamente basso (modale 0,7%); AWC 1,3 mm/dm; permeabilità moderatamente bassa.

**Ck:** spessore medio di 45 cm (40-50 cm); colore giallo oliva (2.5Y6/8); frequenti screziature medie di colore grigio chiaro (2.5Y7/2) e frequenti screziature medie di colore giallo oliva (2.5Y6/8); tessitura franco limosa (argilla modale 26%, sabbia 20-25% modale 22%, sabbia molto fine modale 10%); struttura assente (orizzonte massivo) non rilevante, non pertinente; molte concrezioni di carbonati di Ca e Mg e poche concentrazioni soffici fini di ferro e manganese; estremamente calcareo (modale %); alcalino; saturazione molto alta; contenuto in carbonio organico basso (modale 0,6%); AWC 1,6 mm/dm; CSC media (modale meq/100g); permeabilità moderatamente alta.

**Ckg:** a partire da 120 cm (- cm) colore giallo oliva (2.5Y6/6); molte screziature medie di colore grigio chiaro (2.5Y7/2); tessitura franco limosa (argilla modale 15%, sabbia modale 25%, sabbia molto fine modale 10%); struttura assente (orizzonte massivo) non rilevante, non pertinente; molte concrezioni di carbonati di Ca e Mg e molte concentrazioni soffici di carbonati di Ca e Mg; estremamente calcareo (modale %); alcalino; saturazione molto alta; contenuto in carbonio organico molto basso (modale 0,3%); AWC 1,8 mm/dm; permeabilità moderatamente alta.

## ALLEGATO 3 - UNITÀ CARTOGRAFICHE PRESENTI NEI VIGNETI DELLE AZIENDE SCELTE

distretto T: pianura alluvionale del fiume Tagliamento a sedimenti estremamente calcarei;

sovraunità di paesaggio T1: bassa pianura antica (pleni-tardiglaciale) con suoli decarbonatati e con

accumulo di carbonati negli orizzonti profondi e all'unità di paesaggio

unità di paesaggio T1.2: pianura alluvionale indifferenziata, costituita prevalentemente da limi e argille.

BIS1/BLL1	<p>Complesso: suoli <b>Bisciola, franco limosi</b> USDA: Oxyaquic Eutrudepts fine-silty, mixed, mesic WRB: Endogleyic Calcisols (Orthosiltic)</p>	<p>Suoli a profilo Ap-(Bw)-Bk-Ckg, moderatamente profondi, tessitura da media a moderatamente fine, molto calcarei e subcalcini, fortemente calcarei e alcalini in profondità, drenaggio mediocre, con accumulo di carbonati in profondità, falda profonda.</p>
	<p>suoli <b>Bellia, franchi</b> USDA: Oxyaquic Eutrudepts coarse-silty, mixed, mesic WRB: Endogleyic Calcisols (Endosiltic)</p>	<p>Suoli a profilo Ap-Bw-Bkg-Cg, profondi, tessitura media, grossolana nel substrato, molto calcarei e subcalcini, estremamente calcarei e alcalini in profondità, drenaggio mediocre, con accumulo di carbonati in profondità, falda profonda.</p>
CIN1/BIS1	<p>Complesso: suoli <b>Cinto Caomaggiore, argilloso limosi</b> USDA: Aquertic Eutrudepts fine, carbonatic, mesic WRB: Endogleyic Hypercalcic Calcisols (Orthosiltic)</p>	<p>Suoli a profilo Ap-Bkg-Cg, moderatamente profondi, tessitura fine, moderatamente fine in profondità, moderatamente calcarei, estremamente calcarei nel substrato, alcalini, drenaggio lento, con accumulo di carbonati in profondità e moderata tendenza a fessurare durante la stagione estiva, falda profonda.</p>
	<p>suoli <b>Bisciola, franco limosi</b> USDA: Oxyaquic Eutrudepts fine-silty, mixed, mesic WRB: Endogleyic Calcisols (Orthosiltic)</p>	<p>Suoli a profilo Ap-(Bw)-Bk-Ckg, moderatamente profondi, a tessitura da media a moderatamente fine, molto calcarei e subcalcini, fortemente calcarei e alcalini in profondità, drenaggio mediocre, con accumulo di carbonati in profondità, falda profonda.</p>
ANN1	<p>Consociazione: suoli <b>Annone Veneto, franco limosi</b> USDA: Aquic Eutrudepts fine-silty, mixed, mesic WRB: Endogleyic Calcisols (Orthosiltic)</p>	<p>Suoli a profilo Ap-Bkg-Ckg, moderatamente profondi, tessitura media, molto calcarei, estremamente calcarei in profondità, alcalini, drenaggio lento, con accumulo di carbonati in profondità, falda profonda.</p>
	<p>Complesso: suoli <b>Annone Veneto, franco limosi</b> USDA: Aquic Eutrudepts fine-silty, mixed, mesic WRB: Endogleyic Calcisols (Orthosiltic)</p>	<p>Suoli a profilo Ap-Bkg-Ckg, moderatamente profondi, tessitura media, molto calcarei, estremamente calcarei in profondità, alcalini, drenaggio lento, con accumulo di carbonati in profondità, falda profonda.</p>
ANN1/SNN1	<p>suoli <b>Sant'Anna, franco limoso argilloso</b> USDA: Aquic Eutrudepts fine, mixed, mesic WRB: Endogleyic Calcisols (Orthosiltic)</p>	<p>Suoli a profilo Ap-Bkg-Ckg-2Cg, moderatamente profondi, tessitura moderatamente fine, media nel substrato, molto calcarei in superficie, estremamente calcarei in profondità, alcalini, drenaggio lento, con accumulo di carbonati in profondità, falda profonda.</p>

(I suoli della provincia di Venezia alla scala 1:50.000, ARPAV)

distretto C: conoidi, superfici terrazzate e riempimenti vallivi dei corsi d'acqua prealpini;

sovraunità di paesaggio C1: superfici antiche (pleni-tardiglaciali), con suoli parzialmente o completamente decarbonatati, localmente con accumulo di argilla in profondità.

unità di paesaggio C1.4: porzioni distali dei conoidi con pendenze inferiori a 2%, costituiti da argille, limi e ghiaie.

unità di paesaggio C1.3: porzioni medio-apicali dei conoidi con pendenze comprese tra 2 e 10%, costituiti da argille, limi e ghiaie.

CTE2/MUL2	Complesso: suoli Coste, franco limoso argillosi, scarsamente ghiaiosi, a pendenza inferiore al 2% USDA 2006: Typic Eutrudepts fine, mixed, mesic WRB 2006: Haplic Cambisols (Hypereutric, Orthosiltic)	Suoli a profilo Ap-Bw1-Bw2, molto profondi, tessitura da moderatamente fine in superficie a fine in profondità, con scarso scheletro, da non calcarei a scarsamente calcarei in profondità, reazione subalcalina, saturazione molto alta, drenaggio buono, permeabilità moderatamente bassa, falda assente. Capacità d'uso: IIs
	suoli Muliparte, franchi, scarsamente ghiaiosi, a pendenza inferiore al 2% USDA 2006: Typic Eutrudepts fine-loamy, mixed, mesic WRB 2006: Haplic Cambisols (Hypereutric)	Suoli a profilo Ap-Bw1-Bw2, molto profondi, tessitura da media in superficie a moderatamente fine in profondità, con scarso scheletro in superficie e comune in profondità, da non calcarei a scarsamente calcarei, drenaggio buono, permeabilità moderatamente alta, falda assente. Capacità d'uso: I
MUL1/CTE1	Complesso: suoli <b>Muliparte, franchi, scarsamente ghiaiosi, a pendenza compresa tra 2 e 10%</b> USDA 2006: Typic Eutrudepts fine-loamy, mixed, mesic WRB 2006: Haplic Cambisols (Hypereutric)	Suoli a profilo Ap-Bw1-Bw2, molto profondi, tessitura da media in superficie a moderatamente fine in profondità, con scarso scheletro in superficie e comune in profondità, da non calcarei a scarsamente calcarei, drenaggio buono, permeabilità moderatamente alta, falda assente. Capacità d'uso: I
	suoli <b>Coste, franco limoso argillosi, scarsamente ghiaiosi, a pendenza compresa tra 2 e 10%</b> USDA 2006: Typic Eutrudepts fine, mixed, mesic WRB 2006: Haplic Cambisols (Hypereutric, Orthosiltic)	Suoli a profilo Ap-Bw1-Bw2, molto profondi, tessitura da moderatamente fine in superficie a fine in profondità, con scarso scheletro, da non calcarei a scarsamente calcarei in profondità, reazione subalcalina, saturazione molto alta, drenaggio buono, permeabilità moderatamente bassa, falda assente. Capacità d'uso: IIs

distretto P: pianura alluvionale del Fiume Piave a sedimenti estremamente calcarei.

sovraunità di paesaggio P1: alta pianura antica (pleistocenica) con suoli fortemente decarbonatati, con accumulo di argilla e a evidente rubefazione.

unità di paesaggio P1.1; conoidi ghiaiosi e superfici terrazzate con evidenti canali intrecciati, costituiti prevalentemente da ghiaie e sabbie.

TRS1/SNF1	<p>Complesso: suoli <b>Travesagna, franco argillosi, ghiaiosi, a substrato sabbioso franco estremamente ghiaioso</b> USDA 2006: Inceptic Hapludalfs clayey-skeletal, mixed, mesic WRB 2006: Cutanic Luvisols (Hypereutric, Skeletic)</p>	<p>Suoli a profilo Ap-Bt-BC-C, moderatamente profondi, tessitura moderatamente fine con scheletro frequente, tessitura grossolana con scheletro molto abbondante nel substrato, non calcarei, reazione subalcalina, estremamente calcarei nel substrato, drenaggio buono, permeabilità moderatamente alta, con rivestimenti di argilla, falda molto profonda. Capacità d'uso: IIIs</p>
	<p>suoli <b>San Floriano, franchi, molto ghiaiosi</b> USDA 2006: Alfic Udarents loamy-skeletal, mixed, nonacid, mesic WRB 2006: Aric Regosols (Hypereutric, Skeletic, Endoarenic)</p>	<p>Suoli a profilo Ap1-Ap2/Bt-BC-C, moderatamente profondi, tessitura da media a moderatamente fine con scheletro abbondante, tessitura grossolana, con scheletro molto abbondante nel substrato, moderatamente calcarei, estremamente calcarei nel substrato, drenaggio moderatamente rapido, permeabilità alta, con rivestimenti di argilla, falda molto profonda. Capacità d'uso: IIIs</p>
SIC1/FEI2	<p>Complesso: suoli Santa Lucia, franco argillosi, a pendenza superiore al 20% USDA 2006: Oxyaquic Eutrudepts fine-silty, mixed, mesic WRB 2006: Endogleyic Calcisols</p>	<p>Suoli a profilo Ap-Bw-Bkg-C(r), moderatamente profondi, tessitura moderatamente fine, con scheletro assente o scarso, da molto calcarei in superficie a fortemente calcarei in profondità, drenaggio mediocre, permeabilità moderatamente bassa, con accumulo di carbonati in profondità, falda assente. Capacità d'uso: IIIe</p>
	<p>suoli Feletto, franco argillosi, scarsamente ghiaiosi, a pendenza superiore al 10% USDA 2006: Typic Paleudalfs fine, mixed, mesic WRB 2006: Cutanic Luvisols (Profondic, Endoclayic, Chromic)</p>	<p>Suoli a profilo Ap-Bt, molto profondi, tessitura moderatamente fine, fine in profondità, con scheletro comune, reazione da neutra in superficie a subacida in profondità, saturazione alta, drenaggio buono, permeabilità moderatamente bassa, con molti rivestimenti di argilla in profondità, falda assente. Capacità d'uso: IIIe</p>

(Carta dei suoli della provincia di Treviso alla scala 1:50.000, ARPAV)

SOTTOSISTEMI DI SUOLI (L4)						
Unità Cartografica	Paesaggio	Sigla UTS	Frequenza (%)	Descrizione sintetica	Classificazione WRB	Capacità d'uso
RI2.1	Versanti ondulati con pendenze medio-basse su marne e/o materiale di alterazione fine derivante da marne. <b>Materiale parentale:</b> marnoso. <b>Quote:</b> 20-200 m. <b>Uso del suolo:</b> vigneti e seminativi. <b>Non suolo:</b> 10% (urbano).	SLC1	50-75	Suoli a profilo Ap-Bw-Bk-(Ck)-C, moderatamente profondi, tessitura moderatamente fine, scheletro comune, molto calcarei, estremamente in profondità, drenaggio mediocre, con concrezioni di carbonato di calcio.	Haplic Calcisols	IIIse
		GIA1	10-25	Suoli a profilo A-C-Cr, sottili, tessitura moderatamente fine, estremamente calcarei, drenaggio mediocre.	Calcari-Gleyic Regosols	IVs
		CUC1	10-25	Suoli a profilo Ap-Bt, profondi, tessitura moderatamente fine, fine in profondità, scheletro scarso, reazione neutra, drenaggio buono, con discreta tendenza a fessurare durante la stagione estiva e rivestimenti di argilla.	Chromi-Vertic Luvisols	IIIc
RI3.1	Colline arrotondate, apici collinari e creste corrispondenti ai maggiori corpi vulcanici acidi, con versanti a pendenze medio-alte. <b>Materiale parentale:</b> vulcanico acido. <b>Quote:</b> 20-300 m. <b>Vegetazione/Uso del suolo:</b> castagneti e querceti dei substrati magmatici, subordinati vigneti. <b>Non suolo:</b> 10% (urbano).	MAD1	25-50	Suoli a profilo A-Bw-R, moderatamente profondi, tessitura media, reazione acida, saturazione molto bassa, drenaggio buono.	Dystri-Endoleptic Cambisols	VIse
		SOL1	25-50	Suoli a profilo A-R, sottili, tessitura media, scheletro frequente, reazione subacida, saturazione media, drenaggio moderatamente rapido.	Dystric Leptosols	VIse
		CTN1	10-25	Suoli a profilo Ap-Bw, molto profondi, tessitura media, scheletro scarso, comune in profondità, reazione subacida, saturazione molto alta, drenaggio buono.	Eutric Cambisols	IIIe
LB1.1	Versanti ad alta pendenza intervallati da ripiani con frequenti terrazzamenti antropici. <b>Materiale parentale:</b> silicatico basico (basalti). <b>Quote:</b> 50-300 m. <b>Uso del suolo:</b> vigneto.	MCS1	50-75	Suoli a profilo Ap-Bw-BC-(Cr), profondi, tessitura moderatamente fine, scheletro scarso, reazione neutra, saturazione molto alta, drenaggio buono.	Eutric Cambisols	IIIec
		CUC1	25-50	Suoli a profilo Ap-Bt, profondi, tessitura moderatamente fine, fine in profondità, scheletro scarso, reazione neutra, drenaggio buono, con discreta tendenza a fessurare durante la stagione estiva e rivestimenti di argilla.	Chromi-Vertic Luvisols	IIIc
		MMD1	<10	Suoli a profilo A-Cr, sottili, a contenuto di sostanza organica moderatamente alta in superficie, tessitura moderatamente grossolana, scheletro scarso, abbondante in profondità, reazione acida, saturazione media, drenaggio moderatamente rapido.	Endoleptic Phaeozems	IIIc
AR2.2	Riempimenti vallivi e conoidi, con depositi misti fini e ghiaiosi derivanti da rocce di origine sedimentaria, estremamente calcarei, con tracce di canali intrecciati poco evidenti, dolcemente inclinati (1-3 % di pendenza). <b>Materiale parentale:</b> argille e limi misti a ghiaie, estremamente calcarei. <b>Quote:</b> 30-580 m. <b>Uso del suolo:</b> seminativi (mais), vigneti e prati. <b>Non suolo:</b> 25% (urbano). <b>Regime idrico:</b> udico.	SPI1	25-50	Suoli a profilo Ap-Bw-C, molto profondi, tessitura moderatamente fine, reazione alcalina, estremamente calcarei, drenaggio buono.	Calcari-Fluvic Cambisols	IIs
		MEZ1	25-50	Suoli a profilo Ap-Bw-C, moderatamente profondi, tessitura moderatamente fine, scheletro comune, molto abbondante in profondità, reazione alcalina, estremamente calcarei, drenaggio buono.	Calcari-Fluvic Cambisols (Endoskeletal)	IIIs
		MAL1	10-25	Suoli a profilo Ap-Bw-C, profondi, tessitura moderatamente fine, scheletro frequente, reazione alcalina, da fortemente a estremamente calcarei, drenaggio buono.	Calcari-Fluvic Cambisols	IIs

(Carta dei suoli della Regione Veneto alla scala 1:250.000, ARPAV)

## ALLEGATO 4- UTS PRESENTI NEI VIGNETI DELLE AZIENDE SCELTE

### Cinto Caomaggiore - CIN1

**Nome e codice:** Cinto Caomaggiore (RVT3-CIN1)

**Tipo di UTS:** serie

#### AMBIENTE E DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA

**Catalogo dei paesaggi del Veneto:** t-PWB04xx

**Descrizione dell'ambiente:** Parte meridionale della bassa pianura antica indifferenziata del Tagliamento, pianeggiante (<0,2% di pendenza). Il materiale parentale è costituito da argille estremamente calcaree

**Morfologia:** piana alluvionale (bassa pianura)

**Materiale parentale:** sedimenti fluviali, depositi di piena a bassa energia, argillosi, estremamente calcarei

**Substrato:** sedimenti fluviali, depositi di piena a bassa energia

**Quote:** 0-12 m s.l.m.

**Pendenze:** pianeggiante (<0,2%)

**Uso del suolo:** dominante colture a ciclo estivo (mais, sorgo ecc.), codominanti soia, vigneti

**Diffusione:** frequente in RVT3 BA2.4

**Gestione delle acque:** con fossi

**Note:**

#### PROPRIETÀ DEL SUOLO

**Differenziazione del profilo:** alta

**Profondità utile alle radici:** moderatamente elevata (modale 80 cm), limitata da orizzonte petrocalcico e scarsa disponibilità di ossigeno

**Pietrosità superficiale:** 0% ghiaia 0% ciottoli 0% pietre

**Rocciosità:** 0%

**Falda:** profonda (modale 140 cm)

**Drenaggio interno:** lento

**Permeabilità:** bassa

**AWC:** alta, valore modale mm 227

**Forma di humus principale:** assente

**Sequenza orizzonti:** Ap-Bk-Ckg

**Orizzonti diagnostici:**

**WRB:** ocrico, calcico

**USDA:** ochrico, calcico

**Regime di umidità:** udico

**Regime di temperatura:** mesico

#### CARATTERISTICHE DEGLI ORIZZONTI

**Ap:** spessore 40 cm; colore bruno oliva (2.5Y4/3); tessitura argilloso limosa; scheletro assente; non calcareo; alcalino; saturazione molto alta; contenuto in carbonio organico moderato.

**Bk:** spessore 20 cm; colore bruno giallastro chiaro (2.5Y6/3); frequenti screziature di colore grigio (2.5Y6/1) piccole, frequenti screziature di colore giallo oliva (2.5Y6/6) piccole; tessitura argilloso limosa; scheletro assente; frequenti concentrazioni soffici di carbonati di Ca e Mg grossolane; estremamente calcareo; alcalino; saturazione molto alta; contenuto in carbonio organico moderatamente basso.

**Ckg:** a partire da 60 cm; colore grigio brunastro chiaro (2.5Y6/2); molte screziature di colore grigio chiaro (5Y7/1) grossolane, frequenti screziature di colore giallo oliva (2.5Y6/8) medie; tessitura franco limoso argillosa; scheletro assente; estremamente calcareo; alcalino; saturazione molto alta; contenuto in carbonio organico molto basso.

#### CLASSIFICAZIONE

**Soil Taxonomy (KEYS 1998):** Aquertic Eutrudepts fine, carbonatic, mesic

**WRB (1998):** Gleyic Vertic Calcisols (Hypercalcic)

#### PROFILO DI RIFERIMENTO

**Sigla:** VE04P0009

**Ricollegamento UTS:**

**Grado di ricollegamento:**

**Località:** VIA BARCO

**Quota:** 12m s.l.m.

**Natura della forma:** piana alluvionale di fondovalle (hm)  
**Materiale parentale:** sedimenti fluviali argillosi, misto, molto eterogeneo  
**Substrato:** argillosi  
**Pietrosità:** 0% ghiaia 0% ciottoli 0% pietre  
**Rocciosità:** assente  
**Falda:** assente  
**Drenaggio:** lento  
**Permeabilità:** bassa  
**Uso del suolo:** soia  
**Rilevatori:** Piero Magazzini  
**Data di descrizione:** 19/10/1999

#### Classificazione

**Soil Taxonomy (KEYS 1998):** Aquertic Eutrudept fine, carbonatic, mesic  
**WRB (1998):** Gleyic Vertic Calcisol (Hypercalcic)

#### Descrizione del profilo

**I colori sono stati descritti allo stato umido.**

**Ap:** (0-40 cm), colore di massa bruno oliva (2.5Y4/3); umido; stima della tessitura franco limoso argillosa; scheletro assente; struttura principale poliedrica subangolare grossolana, debole; resistente (umido) molto adesivo molto plastico; pori fini abbondanti; poche radici fini; effervescenza debole; limite chiaro lineare.

**Bk:** (40-60 cm), colore di massa bruno giallastro chiaro (2.5Y6/3); frequenti screziature di colore grigio (2.5Y6/1) piccole, frequenti screziature giallo oliva (2.5Y6/6) piccole; umido; stima della tessitura franco limoso argillosa; scheletro assente; struttura principale poliedrica angolare fine, forte; molto resistente (umido) molto adesivo molto plastico; frequenti concentrazioni soffici di carbonati di Ca e Mg grossolane; pori fini abbondanti; effervescenza forte; limite chiaro lineare.

**Ckg:** (60-110 cm), e grigio brunastro chiaro (2.5Y6/2); molte screziature di colore grigio chiaro (5Y7/1) grossolane, molte screziature giallo oliva (2.5Y6/8) medie; secco; stima della tessitura franco limosa; scheletro assente; struttura principale poliedrica angolare media, forte; molto adesivo molto plastico; frequenti concentrazioni soffici di carbonati di Ca e Mg grossolane; pori medi abbondanti; effervescenza violenta; limite chiaro lineare.

Oriz	Lim. sup. cm	Lim. inf. cm	Sab. tot. %	Sab. m.f. %	Limo tot. %	Arg. %	Cl. tes.	pH	Carbonati tot. %	Calc. att. %	C org. %	P ass. mg/kg	CSC meq/100g	Ca sc. meq/100g	Mg sc. meq/100g	Na sc. meq/100g	K sc. meq/100g	TSB %	EC mS/cm
Ap	0	40	2,7		49,2	48,1	AL	8,0			3,2	8	29,0	28,0	4,8		0,4	100	
Bk	40	60	6,1		49,4	44,5	AL	8,2	41	12	0,4		17,7	22,9	6,8		0,3	100	
Ckg	60	110	0,5		61,2	38,3	FLA	8,3	56	13	0,0		18,2	91,1	7,1		0,2	100	

#### VARIABILITÀ DELLE CARATTERISTICHE DEGLI ORIZZONTI GENETICI

**Ap:** spessore medio di 40 cm (- cm); colore bruno oliva (2.5Y4/3); tessitura argilloso limosa (argilla 45-50% modale 48%, sabbia modale 3%, sabbia molto fine modale 3%); struttura poliedrica subangolare grossolana debole; non calcareo; alcalino; saturazione molto alta; contenuto in carbonio organico da moderato a moderatamente alto (modale 1,4%); AWC 1,7 mm/dm; CSC alta (modale meq/100g); permeabilità bassa.

**Bk:** spessore medio di 20 cm (- cm); colore bruno giallastro chiaro (2.5Y6/3); frequenti screziature piccole di colore grigio (2.5Y6/1) e frequenti screziature piccole di colore giallo oliva (2.5Y6/6); tessitura argilloso limosa (argilla modale 45%, sabbia modale 5%, sabbia molto fine modale 5%); struttura poliedrica angolare molto fine forte; frequenti concentrazioni soffici grossolane di carbonati di Ca e Mg; estremamente calcareo (modale %); alcalino; saturazione molto alta; contenuto in carbonio organico moderatamente basso (modale 0,8%); AWC 1,2 mm/dm; CSC alta (modale meq/100g); permeabilità moderatamente bassa.

**Ckg:** a partire da 60 cm (60-70 cm) colore grigio brunastro chiaro (2.5Y6/2); molte screziature grossolane di colore grigio chiaro (5Y7/1) e frequenti screziature medie di colore giallo oliva (2.5Y6/8); tessitura franco limoso argillosa (argilla modale 38%, sabbia modale 1%, sabbia molto fine modale 1%); struttura poliedrica angolare media forte; estremamente calcareo (modale %); alcalino; saturazione molto alta; contenuto in carbonio organico molto basso (modale 0,3%); AWC 1,5 mm/dm; CSC alta (modale meq/100g); permeabilità bassa.

#### Sant'Anna - SNN1

**Nome e codice:** Sant'Anna (VE07-SNN1) franco limoso argillosi

**Tipo di UTS:** fase di serie

**AMBIENTE E DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA**

**Catalogo dei paesaggi del Veneto:** t-PWB04xx

**Descrizione dell'ambiente:** Pianura alluvionale indifferenziata antica (pleni-tardiglaciale) del fiume Tagliamento.  
**Morfologia:** area di transizione di piana alluvionale (pianura modale), depressione (bacino interfluviale) di piana alluvionale  
**Materiale parentale:** sedimenti fluviali, depositi di piena a bassa energia, argillosi, estremamente calcarei  
**Substrato:** sedimenti fluviali, depositi di piena a bassa energia, limosi o franchi  
**Quote:** 0-4 m s.l.m.  
**Pendenze:** pianeggiante (<0,2%)  
**Uso del suolo:** dominante seminativi avvicendati, codominanti mais, vigneti  
**Diffusione:** frequente in VE09 ANN1/SNN1, frequente in SD01 ANN1/SNN1  
**Località caratteristiche:** Aree a drenaggio difficoltoso nella parte meridionale della bassa pianura antica del Tagliamento, indicativamente a sud della ferrovia che collega Motta di Livenza a Portogruaro e San Michele al Tagliamento.  
**Gestione delle acque:** con fossi

**Note:**

#### **PROPRIETÀ DEL SUOLO**

**Differenziazione del profilo:** alta

**Profondità utile alle radici:** moderatamente bassa (50-85 cm; modale 65 cm), limitata da scarsa disponibilità di ossigeno

**Pietrosità superficiale:** 0% ghiaia 0% ciottoli 0% pietre

**Rocciosità:** 0%

**Falda:** profonda (125-160 cm; modale 130 cm)

**Deflusso superficiale:** medio

**Drenaggio interno:** lento

**Permeabilità:** bassa

**AWC:** alta, valore modale mm 246

**Forma di humus principale:** assente

**Sequenza orizzonti:** Ap-Bkg-Ckg-2Cg

**Orizzonti diagnostici: WRB:** calcico **USDA:** calcico

**Regime di umidità:** udico

**Regime di temperatura:** mesico

**Formula climatica di Thornthwaite:** B2B2'rb3' (umido, secondo mesotermico, (A, B, C2) non vi è deficienza idrica o è molto piccola, concentrazione estiva dell'efficienza termica 51,9-56,3%).

#### **CARATTERISTICHE DEGLI ORIZZONTI**

**Ap:** spessore 50 cm; colore bruno oliva chiaro (2.5Y5/3); tessitura franco limoso argillosa; scheletro assente; molto calcareo; alcalino; saturazione molto alta; non salino; contenuto in carbonio organico moderatamente basso.

**Bkg:** spessore 25 cm; colore grigio brunastro chiaro (2.5Y6/2); frequenti screziature di colore grigio (2.5Y6/1) piccole, frequenti screziature di colore giallo oliva (2.5Y6/8) medie; tessitura franco limoso argillosa; scheletro assente; frequenti masse cementate di carbonati di Ca e Mg grossolane; estremamente calcareo; alcalino; saturazione molto alta; non salino; contenuto in carbonio organico molto basso.

**Ckg:** spessore 35 cm; colore grigio chiaro (2.5Y7/1), molte screziature di colore bruno giallastro (10YR5/6) grossolane; tessitura argilloso limosa; scheletro assente; frequenti concentrazioni soffici di carbonati di Ca e Mg grossolane; estremamente calcareo; alcalino; saturazione molto alta; non salino; contenuto in carbonio organico molto basso.

**2Cg:** a partire da 110 cm; colore grigio chiaro (2.5Y7/1), molte screziature di colore bruno giallastro (10YR5/8) grossolane; tessitura franco limosa; scheletro assente; comuni masse cementate di carbonati di Ca e Mg medie; molto calcareo; alcalino; saturazione molto alta; non salino; contenuto in carbonio organico molto basso.

#### **CLASSIFICAZIONE**

**Soil Taxonomy (KEYS 2006):** Aquic Eutrudepts fine, mixed, mesic

**WRB (2006):** Endogleyic Calcisols (Orthosiltic)

#### **PROFILO DI RIFERIMENTO**

**Sigla:** VE04P0022

**Ricollegamento UTS:**

**Grado di ricollegamento:**

**Località:** TENUTA S.ANNA

**Quota:** 2m s.l.m.

**Pendenza:** 0%

**Natura della forma:** area interdunale (hm)

**Materiale parentale:** sedimenti fluviali limosi o franchi, calcareo

**Substrato:** sedimenti fluviali sabbiosi, calcareo  
**Pietrosità:** 0% ghiaia 0% ciottoli 0% pietre  
**Rocciosità:** assente  
**Falda:** molto profonda (150cm)  
**Drenaggio:** lento  
**Permeabilità:** bassa  
**Uso del suolo:** vigneto  
**Rilevatori:** Pietro Accolti Gil, Stefano Cecchi  
**Data di descrizione:** 18/01/2000  
**Classificazione**  
**Soil Taxonomy (KEYS 1998):** Aquic Eutrudept fine, carbonatic, mesic  
**WRB (1998):** Gleyic Calcisol

### Descrizione del profilo

**I colori sono stati descritti allo stato umido.**

**Ap:** (0-50 cm), colore di massa bruno oliva (2.5Y4/3); umido; stima della tessitura franco limoso argillosa; scheletro assente; struttura principale poliedrica subangolare grossolana, forte; resistente (umido) debolmente adesivo abbastanza plastico; frequenti concrezioni di carbonati di Ca e Mg medie; pori medi abbondanti; comuni radici medie e poche grossolane; canali e coproliti di lombrichi; effervescenza violenta; limite abrupto lineare.

**Bk:** (50-65 cm), colore di massa bruno giallastro chiaro (2.5Y6/3); molte screziature di colore giallo oliva (2.5Y6/8) medie, comuni screziature bruno giallastro (10YR5/6) medie; umido; stima della tessitura franco limoso argillosa; scheletro assente; struttura principale poliedrica angolare grossolana, moderata; resistente (umido) debolmente adesivo abbastanza plastico; frequenti concentrazioni soffici di carbonati di Ca e Mg grossolane e frequenti concrezioni di carbonati di Ca e Mg medie; pori medi abbondanti; canali e coproliti di lombrichi; effervescenza violenta; limite chiaro lineare.

**Ckg:** (65-130 cm), colore di massa grigio chiaro (2.5Y7/1); molte screziature di colore bruno giallastro (10YR5/6) grossolane; umido; stima della tessitura argilloso limosa; scheletro assente; struttura principale assente (orizzonte massivo); resistente (umido) debolmente adesivo abbastanza plastico; frequenti concentrazioni soffici di carbonati di Ca e Mg grossolane; canali e coproliti di lombrichi; effervescenza violenta; limite abrupto lineare.

**2Cg:** (130-150 cm), colore di massa grigio chiaro (2.5Y7/1); molte screziature di colore giallo bruno (10YR6/8) grossolane; umido; stima della tessitura franco sabbiosa; scheletro assente; struttura principale assente (orizzonte incoerente); friabile (umido) non adesivo non plastico; effervescenza violenta; limite sconosciuto.

Oriz	Lim. sup. cm	Lim. inf. cm	Sab. tot. %	Sab. m.f. %	Limo tot. %	Arg. %	Cl. tes.	pH	Carbonati tot. %	Calc. att. %	C org. %	P ass. mg/kg	CSC meq/100g	Ca sc. meq/100g	Mg sc. meq/100g	Na sc. meq/100g	K sc. meq/100g	TSB %	EC mS/cm
Ap	0	50	12,8		65,6	21,6	FL	8,1	20	8	0,9	2	15,8	19,3	3,8		0,4	100	
Bk	50	65	8,2		66,0	25,8	FL	8,2	42	12	0,2		20,7	74,6	5,4		0,2	100	
Ckg	65	130	1,1		54,3	44,6	AL	8,4	47	13	0,2		23,7	103,9	7,4		0,3	100	
2Cg	130	150	29,3		56,7	14,0	FL	8,3	23	4	0,1		7,6	16,4	4,0		0,2	100	

©2003-2007 ARPAV

### VARIABILITÀ DELLE CARATTERISTICHE DEGLI ORIZZONTI GENETICI

**Ap:** spessore medio di 50 cm (45-60 cm); colore bruno oliva chiaro (2.5Y5/3) (value da 4 a 5, chroma da 3 a 4); tessitura da franco limoso argillosa a franco limosa (argilla 21-34% modale 28%, sabbia 13-30% modale 16%, sabbia molto fine modale 10%); struttura poliedrica subangolare grossolana forte; molto calcareo (modale 20%); alcalino; saturazione molto alta; non salino; ESP -998,0; contenuto in carbonio organico moderatamente basso (modale 0,8%); AWC 1,4 mm/dm; CSC media (modale 16meq/100g); permeabilità moderatamente alta.

**Bkg:** spessore medio di 25 cm (20-35 cm); colore grigio brunastro chiaro (2.5Y6/2) (, chroma da 2 a 3); frequenti screziature piccole di colore grigio (2.5Y6/1) e frequenti screziature medie di colore giallo oliva (2.5Y6/8) (hue da 10YR a 2.5Y, value da 5 a 6, chroma da 6 a 8); tessitura da franco limoso argillosa a franco limosa (argilla 26-38% modale 30%, sabbia 5-10% modale 8%, sabbia molto fine modale 4%); struttura poliedrica subangolare media moderata; frequenti masse cementate grossolane di carbonati di Ca e Mg e frequenti concentrazioni soffici medie di carbonati di Ca e Mg; da estremamente calcareo a fortemente calcareo (modale 41%); alcalino; saturazione molto alta; non salino; ESP -998,0; contenuto in carbonio organico molto basso (modale 0,2%); AWC 1,5 mm/dm; CSC alta (modale 25meq/100g); permeabilità moderatamente bassa.

**Ckg:** spessore medio di 50 cm (55-65 cm); colore grigio chiaro (2.5Y7/1) (value da 6 a 7, chroma da 1 a 2) e molte screziature grossolane di colore bruno giallastro (10YR5/6) (hue da 10YR a 2.5Y, value da 5 a 6, chroma da 6 a 8); tessitura da argilloso limosa a franco limoso argillosa (argilla 37-45% modale 41%, sabbia 1-10% modale 2%, sabbia molto fine modale 1%); struttura assente (orizzonte massivo); frequenti concentrazioni soffici grossolane di

carbonati di Ca e Mg e frequenti masse cementate medie di carbonati di Ca e Mg; estremamente calcareo (modale 47%); alcalino; saturazione molto alta; non salino; ESP -998,0; contenuto in carbonio organico molto basso (modale 0,2%); AWC 1,8 mm/dm; CSC alta (modale 24meq/100g); permeabilità bassa.

**2Cg:** a partire da 110 cm (90-120 cm) colore grigio chiaro (2.5Y7/1) (value da 6 a 7) e molte screziature grossolane di colore bruno giallastro (10YR5/8) (hue da 10YR a 2.5Y, value da 5 a 6, chroma da a ); tessitura da franco limosa a franco sabbiosa (argilla 3-18% modale 15%, sabbia 30-60% modale 50%, sabbia molto fine modale 10%); struttura assente (orizzonte massivo); comuni masse cementate medie di carbonati di Ca e Mg; molto calcareo (modale 18%); alcalino; saturazione molto alta; non salino; ESP -998,0; contenuto in carbonio organico molto basso (modale 0,1%); AWC 1,9 mm/dm; CSC bassa (modale 8meq/100g); permeabilità moderatamente alta.

## Travesagna - TRS1

**Nome e codice:** Travesagna (TV07-TRS1) franco argillosi, ghiaiosi, a substrato sabbioso franco, estremamente ghiaioso

**Tipo di UTS:** fase di serie

### AMBIENTE E DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA

**Catalogo dei paesaggi del Veneto:** p-PEA02px

**Descrizione dell'ambiente:** Alta pianura antica del Piave (Wurm antico e medio). Superficie modale del conoide di Montebelluna, caratterizzato da un modello distributivo del tipo a "canali intrecciati", nelle zone (aree di canale) dove in superficie vi è maggior presenza di materiale fine. Pendenza 0,3-1%

**Morfologia:** conoide di piana pedemontana, con tracce di canali intrecciati

**Materiale parentale:** sedimenti fluviali, depositi di conoide, sabbiosi estremamente ghiaiosi, estremamente calcarei

**Substrato:** sedimenti fluviali, depositi di conoide, sabbiosi estremamente ghiaiosi

**Quote:** 16-210 m s.l.m.

**Pendenze:** subpianeggiante (0,2-2%)

**Uso del suolo:** dominante mais, subordinato cereali autunno-vernini (frumento, orzo, avena)

**Diffusione:** molto frequente in TV07 TRS2/TRS1, molto frequente in TV07 TRS1/SNF1, molto frequente in SD01 TRS2/TRS1, molto frequente in SD01 TRS1/SNF1

**Località caratteristiche:** Caerano S. Marco, Vedelago, Trevignano, Paese, Istrana, Sernaglia

**Note:**

mais irriguo

### PROPRIETÀ DEL SUOLO

**Differenziazione del profilo:** alta

**Profondità utile alle radici:** elevata (modale 100 cm), limitata da scheletro (>70% in volume)

**Pietrosità superficiale:** 28% ghiaia 2% ciottoli 0% pietre

**Rocciosità:** 0%

**Falda:** assente

**Deflusso superficiale:** trascurabile

**Drenaggio interno:** buono

**Permeabilità:** moderatamente alta

**AWC:** bassa, valore modale mm 139

**Forma di humus principale:** assente

**Sequenza orizzonti:** Ap-Bt-BC-C

**Orizzonti diagnostici:**

**WRB:** argico

**USDA:** ochrico, argillico

**Regime di umidità:** udico

**Regime di temperatura:** mesico

**Formula climatica di Thornthwaite:** B2B2'rb3' (umido, secondo mesotermico, (A, B, C2) non vi è deficienza idrica o è molto piccola, concentrazione estiva dell'efficienza termica 51,9-56,3%).

### CARATTERISTICHE DEGLI ORIZZONTI

**Ap:** spessore 40 cm; colore bruno (7.5YR4/4); tessitura franco argillosa; scheletro frequente ghiaioso medio di litologia mista carbonatica; non calcareo; subalcalino; saturazione molto alta; non salino; contenuto in carbonio organico moderato.

**Bt:** spessore 25 cm; colore bruno (7.5YR4/4); tessitura franco argillosa; scheletro abbondante ghiaioso medio di litologia mista carbonatica; molti rivestimenti di argilla; non calcareo; subalcalino; saturazione molto alta; non salino; contenuto in carbonio organico basso.

**BC:** spessore 35 cm; colore bruno (7.5YR5/4); tessitura franco sabbiosa; scheletro molto abbondante ghiaioso medio di litologia mista carbonatica; frequenti rivestimenti di argilla; fortemente calcareo; alcalino; saturazione molto alta; non salino; contenuto in carbonio organico molto basso.

**C:** a partire da 100 cm; colore bruno pallido (10YR6/3); tessitura sabbioso franca; scheletro molto abbondante ghiaioso grossolano di litologia mista carbonatica; estremamente calcareo; alcalino; saturazione molto alta; non salino; contenuto in carbonio organico molto basso.

## CLASSIFICAZIONE

**Soil Taxonomy (KEYS 2006):** Inceptic Hapludalfs clayey-skeletal, mixed, mesic

**WRB (2006):** Cutanic Luvisols (Hypereutric, Skeletic)

## PROFILO DI RIFERIMENTO

**Sigla:** TV07P0067

**Ricollegamento UTS:**

**Grado di ricollegamento:**

**Località:** COLOMBERE (GIAVERA)

**Materiale parentale:** sedimenti fluviali, depositi di piena ad alta energia sabbiosi estremamente ghiaiosi

**Substrato:** sedimenti fluviali, depositi di piena ad alta energia sabbiosi estremamente ghiaiosi

**Pietrosità:** -997% ghiaia -997% ciottoli -997% pietre

**Rocciosità:** assente

**Falda:** assente

**Drenaggio:** buono

**Permeabilità:** moderatamente alta

**Uso del suolo:** latifoglie

**Rilevatori:** Adriano Garlato, Paola Zamarchi

**Data di descrizione:** 15/01/2004

**Classificazione**

## Descrizione del profilo

**I colori sono stati descritti allo stato umido.**

**Ap:** (0-50 cm), colore degli aggregati bruno scuro (7.5YR3/4); umido; stima della tessitura franco argillosa; scheletro frequente, isodiametrico arrotondato, poco alterato; struttura principale zollosa molto fine, debole; friabile (umido), fragile (umido); pori fini comuni e medi comuni; comuni radici molto fini e poche fini; effervescenza nulla; limite chiaro lineare.

**Bt:** (50-75 cm), colore degli aggregati bruno (7.5YR4/3); umido; stima della tessitura argillosa; scheletro abbondante, isodiametrico arrotondato, mediamente alterato; struttura principale poliedrica subangolare fine, moderata; sciolto (umido); molti rivestimenti di argilla su superfici di frammenti grossolani; poche radici molto fini; effervescenza nulla; limite chiaro ondulato.

**BC:** (75-85 cm), colore degli aggregati bruno (7.5YR4/4); umido; stima della tessitura franco sabbioso argillosa; scheletro abbondante, isodiametrico arrotondato, mediamente alterato; struttura principale poliedrica subangolare fine, moderata; sciolto (umido); comuni rivestimenti di argilla su superfici di frammenti grossolani; poche radici molto fini; effervescenza molto debole; limite chiaro ondulato.

**CB:** (85-105 cm), colore di massa bruno (7.5YR5/4); umido; stima della tessitura sabbioso franca; scheletro molto abbondante, isodiametrico arrotondato, fresco o leggermente alterato; struttura principale assente (orizzonte incoerente); sciolto (umido); effervescenza debole; limite graduale lineare.

**C:** (105-140 cm), colore di massa bruno giallastro (10YR5/4); umido; stima della tessitura sabbiosa; scheletro molto abbondante, isodiametrico arrotondato, fresco o leggermente alterato; struttura principale assente (orizzonte incoerente); sciolto (umido); effervescenza debole; limite sconosciuto.

Oriz	Lim. sup. cm	Lim. inf. cm	Sab. tot. %	Sab. m.f. %	Limo tot. %	Arg. %	Cl. tes.	pH	Carbonati tot. %	Calc. att. %	C org. %	P ass. mg/kg	CSC meq/100g	Ca sc. meq/100g	Mg sc. meq/100g	Na sc. meq/100g	K sc. meq/100g	TSB %	EC mS/cm
Ap	0	50	29,7		46,1	24,2		8,1	1	1	0,6	19	18,9	14,2	4,9		0,2	100	
Bt	50	75	38,5		27,3	34,2		8,3	24	1	0,5		21,1	18,0	6,0		0,2	100	
CB	85	105	84,7		8,9	6,4		8,6	42	1	0,0		8,3	6,9	2,0		0,1	100	
C	105	140	91,7		6,0	2,3		8,6	35	1	0,0		2,6	4,7	1,3		0,0	100	

### VARIABILITÀ DELLE CARATTERISTICHE DEGLI ORIZZONTI GENETICI

**Ap:** spessore medio di 40 cm (35-45 cm); colore bruno (7.5YR4/4) (hue da 10YR a 7.5YRvalue da 3 a 4, chroma da 3 a 4); tessitura da franco argillosa a franca (argilla 24-28% modale 26%, sabbia 30-40% modale 36%, sabbia molto fine modale 7%); scheletro frequente (20-30%, modale 24%), da ghiaioso medio a ghiaioso grossolano di litologia mista carbonatica; struttura poliedrica subangolare grossolana moderata; non calcareo; subalcalino; saturazione molto alta; non salino; contenuto in carbonio organico moderato (modale 1,4%); AWC 1,44 mm/dm; CSC alta (modale 21meq/100g); permeabilità moderatamente alta.

**Bt:** spessore medio di 25 cm (20-40 cm); colore bruno (7.5YR4/4) (hue da 5YR a 7.5YRvalue da 3 a 4); tessitura da franco argillosa a argillosa (argilla 32-50% modale 40%, sabbia 28-37% modale 35%, sabbia molto fine modale 5%); scheletro abbondante (35-45%, modale 40%), da ghiaioso medio a ghiaioso grossolano di litologia mista carbonatica; struttura poliedrica subangolare grossolana moderata molti rivestimenti di argilla; non calcareo; da subalcalino a alcalino; saturazione molto alta; non salino; contenuto in carbonio organico basso (modale 0,6%); AWC 1,38 mm/dm; CSC alta (modale 24meq/100g); permeabilità moderatamente alta.

**BC:** spessore medio di 35 cm (20-50 cm); colore bruno (7.5YR5/4) (hue da 10YR a 7.5YRvalue da 4 a 5); tessitura da franco sabbiosa a franco sabbioso argillosa (argilla 13-26% modale 20%, sabbia 44-68% modale 60%, sabbia molto fine modale 5%); scheletro molto abbondante (60-70%, modale 65%), da ghiaioso medio a ghiaioso grossolano di litologia mista carbonatica; struttura poliedrica subangolare molto fine debole frequenti rivestimenti di argilla; da fortemente calcareo a estremamente calcareo (modale 36%); alcalino; saturazione molto alta; non salino; contenuto in carbonio organico molto basso (modale 0,4%); AWC 0,65 mm/dm; CSC media (modale 14meq/100g); permeabilità alta.

**C:** a partire da 100 cm (- cm) colore bruno pallido (10YR6/3) (hue da 2.5Y a 10YRvalue da 6 a 5, chroma da 3 a 4); tessitura sabbioso franca (argilla 2-7% modale 5%, sabbia 75-92% modale 81%, sabbia molto fine modale 6%); scheletro molto abbondante (65-75%, modale 70%), ghiaioso grossolano di litologia mista carbonatica; struttura assente (orizzonte incoerente) non rilevante, non pertinente; estremamente calcareo (modale 50%); alcalino; saturazione molto alta; non salino; contenuto in carbonio organico molto basso (modale 0,1%); AWC 0,48 mm/dm; CSC bassa (modale 8meq/100g); permeabilità alta.

## Muliparte - MUL1

**Nome e codice:** Muliparte (TV07-MUL1) franchi, scarsamente ghiaiosi, a pendenza compresa tra 2 e 10%

**Tipo di UTS:** fase di serie

### AMBIENTE E DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA

**Catalogo dei paesaggi del Veneto:** c-PPP01xx

**Descrizione dell'ambiente:** Conoidi pedecollinari. Porzione medio-apicale dei conoidi di deiezione ubicati allo sbocco in pianura dei corsi d'acqua provenienti dai rilievi collinari e prealpini. Pendenza compresa tra 2 e 10%

**Morfologia:** conoide di piana pedemontana

**Materiale parentale:** sedimenti fluviali, depositi di conoide, limosi o franchi, non calcarei

**Substrato:** sedimenti fluviali, depositi di conoide, limosi o franchi

**Quote:** 70-230 m s.l.m.

**Pendenze:** da dolcemente inclinato (2-5%) a inclinato (5-10%)

**Uso del suolo:** dominante mais, codominanti vigneti

**Diffusione:** molto frequente in TV07 MUL1/CTE1, molto frequente in SD01 MUL1/CTE1

**Località caratteristiche:** Coste, Maser, Cornuda, Vidor, Farra, Soligo

**Gestione delle acque:** assente

**Note:**

### PROPRIETÀ DEL SUOLO

**Differenziazione del profilo:** moderata

**Profondità utile alle radici:** molto elevata (modale 999 cm)

**Pietrosità superficiale:** 10% ghiaia 0% ciottoli 0% pietre

**Rocciosità:** 0%

**Falda:** assente

**Deflusso superficiale:** da basso a medio

**Drenaggio interno:** buono

**Permeabilità:** moderatamente bassa

**AWC:** moderata, valore modale mm 204

**Forma di humus principale:** assente

**Sequenza orizzonti:** Ap-Bw1-Bw2

**Orizzonti diagnostici:**

**WRB:** cambico

**USDA:** ochrico, cambico

**Regime di umidità:** udico

**Regime di temperatura:** mesico

**Formula climatica di Thornthwaite:** B3B2'rb3' (umido, secondo mesotermico, (A, B, C2) non vi è deficienza idrica o è molto piccola, concentrazione estiva dell'efficienza termica 51,9-56,3%).

#### **CARATTERISTICHE DEGLI ORIZZONTI**

**Ap:** spessore 50 cm; colore bruno oliva (2.5Y4/4); tessitura franca; scheletro scarso ghiaioso medio di litologia mista carbonatica; non calcareo; alcalino; saturazione molto alta; non salino; contenuto in carbonio organico moderatamente basso.

**Bw1:** spessore 40 cm; colore bruno giallastro (10YR5/4); occasionali screziature di colore grigio brunastro chiaro (2.5Y6/2), occasionali screziature di colore bruno giallastro (10YR5/6); tessitura franca; scheletro scarso ghiaioso medio di litologia mista carbonatica; non calcareo; alcalino; saturazione molto alta; non salino; contenuto in carbonio organico molto basso.

**Bw2:** a partire da 90 cm; colore bruno giallastro (10YR5/4); frequenti screziature di colore grigio brunastro chiaro (2.5Y6/2), frequenti screziature di colore bruno giallastro (10YR5/6); tessitura franco argillosa; scheletro scarso ghiaioso medio di litologia mista carbonatica; non calcareo; alcalino; saturazione molto alta; non salino; contenuto in carbonio organico molto basso.

#### **CLASSIFICAZIONE**

**Soil Taxonomy (KEYS 2006):** Typic Eutrudepts fine-loamy, mixed, mesic

**WRB (2006):** Haplic Cambisols (Hypereutric)

#### **VARIABILITÀ DELLE CARATTERISTICHE DEGLI ORIZZONTI GENETICI**

**Ap:** spessore medio di 50 cm (40-60 cm); colore bruno oliva (2.5Y4/4) (hue da 10YR a 2.5Yvalue da 4 a 5, chroma da 3 a 4); tessitura da franca a franco argillosa (argilla 17-26% modale 21%, sabbia 33-45% modale 39%, sabbia molto fine modale 15%); scheletro scarso (0-10%, modale 3%), da ghiaioso medio a ghiaioso grossolano di litologia mista carbonatica; struttura poliedrica subangolare grossolana moderata; non calcareo; alcalino; saturazione molto alta; non salino; contenuto in carbonio organico moderatamente basso (modale 1,0%); AWC 1,755 mm/dm; CSC media (modale 17meq/100g); permeabilità moderatamente bassa.

**Bw1:** spessore medio di 40 cm (25-45 cm); colore bruno giallastro (10YR5/4) (hue da 2.5Y a 10YRvalue da 4 a 5, chroma da 4 a 5); occasionali screziature di colore grigio brunastro chiaro (2.5Y6/2) e occasionali screziature di colore bruno giallastro (10YR5/6); tessitura franca (argilla 18-25% modale 22%, sabbia 30-42% modale 37%, sabbia molto fine modale 15%); scheletro da scarso a comune (0-10%, modale 4%), da ghiaioso medio a ghiaioso grossolano di litologia mista carbonatica; struttura poliedrica subangolare media moderata; non calcareo; alcalino; saturazione molto alta; non salino; contenuto in carbonio organico molto basso (modale 0,3%); AWC 1,164 mm/dm; CSC media (modale 16meq/100g); permeabilità moderatamente alta.

**Bw2:** a partire da 90 cm (70-105 cm) colore bruno giallastro (10YR5/4) (hue da 10YR a 2.5Yvalue da 4 a 5, chroma da 4 a 6); frequenti screziature di colore grigio brunastro chiaro (2.5Y6/2) e frequenti screziature di colore bruno giallastro (10YR5/6); tessitura franco argillosa (argilla 25-35% modale 30%, sabbia 20-35% modale 29%, sabbia molto fine modale 15%); scheletro da scarso a comune (0-10%, modale 5%), da ghiaioso medio a ghiaioso grossolano di litologia mista carbonatica; struttura poliedrica subangolare grossolana moderata; non calcareo; alcalino; saturazione molto alta; non salino; contenuto in carbonio organico molto basso (modale 0,3%); AWC 1,155 mm/dm; CSC media (modale 20meq/100g); permeabilità moderatamente bassa; note: Si presentano spesso orizzonti sepolti e discontinuità, testimonianza dei successivi fenomeni di deposizione.

## **Muliparte - MUL2**

**Nome e codice:** Muliparte (TV07-MUL2) franchi, scarsamente ghiaiosi, a pendenza inferiore al 2%

**Tipo di UTS:** fase di serie

#### **AMBIENTE E DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA**

**Catalogo dei paesaggi del Veneto:** c-PPP02xx

**Descrizione dell'ambiente:** Conoidi pedecollinari. Porzione distale e terminale dei conoidi di deiezione ubicati allo sbocco in pianura dei corsi d'acqua provenienti dai rilievi collinari e prealpini. Pendenza inferiore a 2%

**Morfologia:** conoide di piana pedemontana

**Materiale parentale:** sedimenti fluviali, depositi di conoide, limosi o franchi, non calcarei

**Substrato:** sedimenti fluviali, depositi di conoide, limosi o franchi

**Quote:** 46-150 m s.l.m.

**Pendenze:** pianeggiante (<0,2%)

**Uso del suolo:** dominante mais, codominanti vigneti, subordinato prati permanenti asciutti

**Diffusione:** frequente in TV07 CTE2/MUL2, frequente in SD01 CTE2/MUL2

**Località caratteristiche:** S. Zenone, Casella d'Asolo, Sernaglia, Farra, Susegana, Conegliano, S. Vendemmiano

**Gestione delle acque:** assente

#### **PROPRIETÀ DEL SUOLO**

**Differenziazione del profilo:** moderata

**Profondità utile alle radici:** molto elevata (modale 999 cm)

**Pietrosità superficiale:** 10% ghiaia 0% ciottoli 0% pietre

**Rocciosità:** 0%

**Falda:** assente

**Deflusso superficiale:** da basso a medio

**Drenaggio interno:** buono

**Permeabilità:** moderatamente bassa

**AWC:** moderata, valore modale mm 204

**Forma di humus principale:** assente

**Sequenza orizzonti:** Ap-Bw1-Bw2

**Orizzonti diagnostici:**

**WRB:** cambico

**USDA:** ochrico, cambico

**Regime di umidità:** udico

**Regime di temperatura:** mesico

**Formula climatica di Thornthwaite:** B3B2'rb3' (umido, secondo mesotermico, (A, B, C2) non vi è deficienza idrica o è molto piccola, concentrazione estiva dell'efficienza termica 51,9-56,3%).

#### **CARATTERISTICHE DEGLI ORIZZONTI**

**Ap:** spessore 50 cm; colore bruno oliva (2.5Y4/4); tessitura franca; scheletro scarso ghiaioso medio di litologia mista carbonatica; non calcareo; alcalino; saturazione molto alta; non salino; contenuto in carbonio organico moderatamente basso.

**Bw1:** spessore 40 cm; colore bruno giallastro (10YR5/4); occasionali screziature di colore grigio brunastro chiaro (2.5Y6/2), occasionali screziature di colore bruno giallastro (10YR5/6); tessitura franca; scheletro scarso ghiaioso medio di litologia mista carbonatica; non calcareo; alcalino; saturazione molto alta; non salino; contenuto in carbonio organico molto basso.

**Bw2:** a partire da 90 cm; colore bruno giallastro (10YR5/4); frequenti screziature di colore grigio brunastro chiaro (2.5Y6/2), frequenti screziature di colore bruno giallastro (10YR5/6); tessitura franco argillosa; scheletro scarso ghiaioso medio di litologia mista carbonatica; non calcareo; alcalino; saturazione molto alta; non salino; contenuto in carbonio organico molto basso.

#### **CLASSIFICAZIONE**

**Soil Taxonomy (KEYS 2006):** Typic Eutrudepts fine-loamy, mixed, mesic

**WRB (2006):** Haplic Cambisols (Hypereutric)

#### **VARIABILITÀ DELLE CARATTERISTICHE DEGLI ORIZZONTI GENETICI**

**Ap:** spessore medio di 50 cm (40-60 cm); colore bruno oliva (2.5Y4/4) (hue da 10YR a 2.5Yvalue da 4 a 5, chroma da 3 a 4); tessitura da franca a franco argillosa (argilla 17-26% modale 21%, sabbia 33-45% modale 39%, sabbia molto fine modale 15%); scheletro scarso (0-10%, modale 3%), da ghiaioso medio a ghiaioso grossolano di litologia mista carbonatica; struttura poliedrica subangolare grossolana moderata; non calcareo; alcalino; saturazione molto alta; non salino; contenuto in carbonio organico moderatamente basso (modale 1,0%); AWC 1,755 mm/dm; CSC media (modale 17meq/100g); permeabilità moderatamente bassa.

**Bw1:** spessore medio di 40 cm (25-45 cm); colore bruno giallastro (10YR5/4) (hue da 2.5Y a 10YRvalue da 4 a 5, chroma da 4 a 5); occasionali screziature di colore grigio brunastro chiaro (2.5Y6/2) e occasionali screziature di colore bruno giallastro (10YR5/6); tessitura franca (argilla 18-25% modale 22%, sabbia 30-42% modale 37%, sabbia molto fine modale 15%); scheletro da scarso a comune (0-10%, modale 4%), da ghiaioso medio a ghiaioso grossolano di litologia mista carbonatica; struttura poliedrica subangolare media moderata; non calcareo; alcalino; saturazione molto alta; non salino; contenuto in carbonio organico molto basso (modale 0,3%); AWC 1,164 mm/dm; CSC media (modale 16meq/100g); permeabilità moderatamente alta.

**Bw2:** a partire da 90 cm (70-105 cm) colore bruno giallastro (10YR5/4) (hue da 10YR a 2.5Yvalue da 4 a 5, chroma da 4 a 6); frequenti screziature di colore grigio brunastro chiaro (2.5Y6/2) e frequenti screziature di colore bruno giallastro (10YR5/6); tessitura franco argillosa (argilla 25-35% modale 30%, sabbia 20-35% modale 29%, sabbia

molto fine modale 15%); scheletro da scarso a comune (0-10%, modale 5%), da ghiaioso medio a ghiaioso grossolano di litologia mista carbonatica; struttura poliedrica subangolare grossolana moderata; non calcareo; alcalino; saturazione molto alta; non salino; contenuto in carbonio organico molto basso (modale 0,3%); AWC 1,155 mm/dm; CSC media (modale 20meq/100g); permeabilità moderatamente bassa; note: Si presentano spesso orizzonti sepolti e discontinuità, testimonianza dei successivi fenomeni di deposizione.

## Case Tonido - CTN1

**Nome e codice:** Case Tonido (RVT3-CTN1)

**Tipo di UTS:** serie

### AMBIENTE E DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA

**Catalogo dei paesaggi del Veneto:** 7-MCG01mi

**Descrizione dell'ambiente:** Versanti a pendenze moderate (10-15°) parzialmente terrazzati per rendere possibili le pratiche agricole dei Colli Euganei. Il substrato è costituito prevalentemente da rocce vulcaniche acide (rioliti e trachiti)

**Morfologia:** versante lineare, versante terrazzato

**Materiale parentale:** depositi di saprolite (riolite)

**Substrato:** depositi di saprolite (trachite)

**Pendenze:** da molto inclinato (10-15%) a moderatamente ripido (15-30%)

**Fascia fitoclimatica:** collinare

**Uso del suolo:** dominante prati permanenti asciutti, codominanti vigneti

**Diffusione:** subordinato in RVT3 RI3.1

**Località caratteristiche:** Colli Euganei

**Gestione delle acque:** assente

**Note:**

Pendenze 15-25%

### PROPRIETÀ DEL SUOLO

**Differenziazione del profilo:** moderata

**Profondità contatto litico:** elevata

**Profondità utile alle radici:** elevata (modale 130 cm)

**Pietrosità superficiale:** 10% ghiaia 0% ciottoli 0% pietre

**Rocciosità:** 0%

**Falda:** assente

**Deflusso superficiale:** medio

**Drenaggio interno:** buono

**Permeabilità:** moderatamente bassa

**AWC:** moderata, valore modale mm 201

**Forma di humus principale:** assente

**Sequenza orizzonti:** Ap-Bw

**Orizzonti diagnostici:** WRB: ocrico, cambico **USDA:** ochrico, cambico

**Regime di umidità:** udico

**Regime di temperatura:** mesico

### CARATTERISTICHE DEGLI ORIZZONTI

**Ap:** spessore 25 cm; tessitura franco limosa; scheletro scarso di riolite; non calcareo; neutro; saturazione molto alta; contenuto in carbonio organico moderato.

**Bw:** a partire da 25 cm; tessitura franco limosa; scheletro comune di riolite; non calcareo; neutro; saturazione molto alta; contenuto in carbonio organico basso.

### CLASSIFICAZIONE

**Soil Taxonomy (KEYS 1998):** Dystric Eutrudepts fine-loamy, mixed, mesic

**WRB (1998):** Eutric Cambisols

**Duchaufour (1995):** Suoli bruni

### PROFILO DI RIFERIMENTO

**Sigla:** PD02P0057

**Ricollegamento UTS:** BSL3 CTN1

**Grado di ricollegamento:** osservazione tipica

**Località:** Casa Tonido  
**Quota:** 225m s.l.m.  
**Esposizione:** 180°N  
**Natura della forma:** versante con vallecicole (hm)  
**Materiale parentale:** franchi  
**Pietrosità:** 15% ghiaia 0% ciottoli 0% pietre  
**Rocciosità:** assente  
**Aspetti superficiali:** arato di recente  
**Falda:** assente  
**Drenaggio:** mediocre  
**Permeabilità:** moderatamente bassa  
**Capacità di acqua disponibile (AWC):** molto bassa (23mm)  
**Uso del suolo:** vigneto  
**Rilevatori:** Luigi Maccioni, Fabio Sammiceli  
**Data di descrizione:** 29/11/1995

### Classificazione

**Soil Taxonomy (KEYS 1994):** Dystric Eutrochrept fine-loamy, mixed, mesic

**WRB (1990):** Eutric Cambisol

**Soil Taxonomy (KEYS 1998):** Dystric Eutrochrept fine-loamy, mixed, mesic

**WRB (1998):** Eutric Cambisol

### Descrizione del profilo

**I colori sono stati descritti allo stato umido.**

**Ap:** (0-20 cm), colore di massa bruno giallastro (10YR5/4); umido; stima della tessitura franco limosa; scheletro comune, isodiametrico subangolare; struttura principale poliedrica subangolare grossolana, forte, struttura secondaria poliedrica subangolare fine, forte; molto resistente (umido); pori medi abbondanti; poche radici fini; canali e coproliti di lombrichi; effervescenza nulla; pH di campagna alcalino; limite chiaro lineare.

**Bw1:** (20-65 cm), colore di massa bruno giallastro (10YR5/4); umido; stima della tessitura franco limosa; scheletro comune, isodiametrico subangolare; struttura principale poliedrica subangolare grossolana, forte, struttura secondaria poliedrica subangolare media, forte; molto resistente (umido); pori medi abbondanti; poche radici fini; canali e coproliti di lombrichi; effervescenza nulla; pH di campagna alcalino; limite graduale lineare.

**Bw2:** (65-100 cm), colore di massa bruno (10YR5/3); umido; stima della tessitura franco limosa; scheletro frequente, isodiametrico subangolare; struttura principale poliedrica subangolare molto grossolana, forte, struttura secondaria poliedrica subangolare media, forte; molto resistente (umido); pori medi abbondanti; poche radici fini; effervescenza nulla; pH di campagna alcalino; limite chiaro lineare.

**Bw3:** (100-150 cm), colore di massa bruno giallastro chiaro (10YR6/4); umido; stima della tessitura franco limosa; scheletro frequente, isodiametrico subangolare; struttura principale poliedrica subangolare grossolana, moderata, struttura secondaria poliedrica subangolare fine, moderata; molto resistente (umido); pori medi comuni; poche radici fini; effervescenza nulla; pH di campagna alcalino; limite sconosciuto.

Oriz	Lim. sup. cm	Lim. inf. cm	Sab. tot. %	Sab. m.f. %	Limo tot. %	Arg. %	Cl. tes.	pH	Carbonati tot. %	Calc. att. %	C org. %	P ass. mg/kg	CSC meq/100g	Ca sc. meq/100g	Mg sc. meq/100g	Na sc. meq/100g	K sc. meq/100g	TSB %	EC mS/cm
Ap	0	20	30,3		48,5	21,2	F	6,3		-998	1,4	52	16,1	11,0	3,0		1,6	97	
Ap	0	20							-997	-997				13,1	1,6		0,4		
Bw1	20	65	31,3		51,9	16,9	FL	6,2	1		0,9	78	10,8	7,1	1,7		0,7	88	
Bw1	20	65							-997	-997				8,9	1,3		0,2		
Bw2	65	100	30,6		49,8	19,7	F	6,1		-998	1,1	37	15,2	11,0	2,3		0,6	91	
Bw2	65	100							-997	-997				19,3	2,7		1,1		
Bw3	100	150	36,0		45,7	18,3	F	7,8	3	2	0,3	6	7,8	10,8	1,5		0,3	100	
Bw3	100	150							-997	-997					1,2		0,3		

©2003-2007 ARPAV

### VARIABILITÀ DELLE CARATTERISTICHE DEGLI ORIZZONTI GENETICI

**Ap:** spessore medio di 25 cm (20-30 cm); tessitura franco limosa (argilla 17-20% modale 18%, sabbia 30-35% modale 32%, sabbia molto fine modale 0%); scheletro scarso (1-5%, modale 2%) di riolite e trachite; struttura poliedrica subangolare grossolana forte; non calcareo; neutro; saturazione molto alta; contenuto in carbonio organico moderato (modale 1,3%); AWC 1,77 mm/dm; CSC media (modale 13meq/100g); permeabilità moderatamente alta.

**Bw:** a partire da 25 cm (20-30 cm); tessitura franco limosa (argilla 16-19% modale 18%, sabbia 27-34% modale 30%, sabbia molto fine modale 0%); scheletro da comune a frequente (5-15%, modale 8%) di riolite e trachite; struttura poliedrica subangolare grossolana forte; non calcareo; neutro; saturazione molto alta; contenuto in carbonio organico basso (modale 0,6%); AWC 1,496 mm/dm; CSC bassa (modale 10meq/100g); permeabilità moderatamente bassa.

## Santa Lucia - SLC1

**Nome e codice:** Santa Lucia (RVT3-SLC1)

**Tipo di UTS:** serie

### AMBIENTE E DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA

**Catalogo dei paesaggi del Veneto:** 4-MCC01xx

**Descrizione dell'ambiente:** Fascia collinare, versanti da dolcemente inclinati a moderatamente ripidi caratterizzati da morfologia dolce e solo raramente terrazzati. Il substrato è costituito da marne e detriti marnosi calcarei

**Morfologia:** versante lineare, versante con terrazzamento meccanizzato

**Materiale parentale:** depositi di saprolite (marna)

**Materiale parentale secondario:** alluvioni di versante

**Substrato:** depositi di saprolite

**Substrato secondario:** alluvioni di versante

**Pendenze:** da dolcemente inclinato (2-5%) a moderatamente ripido (15-30%)

**Fascia fitoclimatica:** collinare

**Uso del suolo:** dominante vigneti

**Diffusione:** molto frequente in RVT3 RI2.1, frequente in RVT3 RC2.5, frequente in RVT3 RC2.3, subordinato in RVT3 RC2.1

**Località caratteristiche:** Colli Euganei, Trevigiano, Soave

**Gestione delle acque:** assente

**Note:**

marne calcaree

### PROPRIETÀ DEL SUOLO

**Differenziazione del profilo:** moderata

**Profondità contatto litico:** elevata

**Profondità utile alle radici:** da moderatamente elevata a elevata (modale 95 cm)

**Pietrosità superficiale:** 2% ghiaia 0,5% ciottoli 0% pietre

**Rocciosità:** 0%

**Falda:** assente

**Deflusso superficiale:** da medio a alto

**Drenaggio interno:** mediocre

**Permeabilità:** bassa

**AWC:** moderata, valore modale mm 151

**Forma di humus principale:** assente

**Sequenza orizzonti:** Ap-Bw-Bk-(Ck o C)

**Orizzonti diagnostici:**

**WRB:** cambico, calcico

**USDA:** cambico, calcico

**Regime di umidità:** udico

**Regime di temperatura:** mesico

### CARATTERISTICHE DEGLI ORIZZONTI

**Ap:** spessore 35 cm; tessitura franco argillosa; scheletro comune di marna; molto calcareo; alcalino; contenuto in carbonio organico moderato.

**Bw:** spessore 25 cm; tessitura franco argillosa; scheletro comune di marna; molto calcareo; alcalino; contenuto in carbonio organico basso.

**Bk:** spessore 30 cm; tessitura franco argillosa; scheletro assente di marna; frequenti concentrazioni soffici di carbonati di Ca e Mg medie; estremamente calcareo; alcalino; contenuto in carbonio organico molto basso.

**C:** a partire da 90 cm; tessitura franco argillosa; scheletro comune; comuni concrezioni di carbonati di Ca e Mg fini; molto calcareo; contenuto in carbonio organico molto basso.

### CLASSIFICAZIONE

**Soil Taxonomy (KEYS 1998):** Typic Eutrudepts fine, carbonatic, mesic

**WRB (1998):** Haplic Calcisols

Note: Endoleptic Calcisols

**Duchaufour (1995):** Suoli bruni calcici coltivati

#### PROFILO DI RIFERIMENTO

**Sigla:** PD02P0009

**Ricollegamento UTS:** BSL3 SLC1

**Grado di ricollegamento:** osservazione tipica

**Località:** Santa Lucia

**Quota:** 104m s.l.m.

**Pendenza:** 13%

**Esposizione:** 315°N

**Natura della forma:** versante con vallecole (hm)

**Materiale parentale:** di marna

**Pietrosità:** 0% ghiaia 0% ciottoli 0% pietre

**Rocciosità:** assente

**Falda:** assente

**Drenaggio:** buono

**Permeabilità:** moderatamente bassa

**Capacità di acqua disponibile (AWC):** molto bassa (17mm)

**Uso del suolo:** vigneto

**Rilevatori:** Luigi Maccioni, Fabio Sammicheli

**Data di descrizione:** 22/10/1995

#### Classificazione

**Soil Taxonomy (KEYS 1994):** Rendollic Eutrochrept fine, mixed, mesic

**WRB (1990):** Haplic Calcisol

**Soil Taxonomy (KEYS 1998):** Rendollic Eutrochrept fine, mixed, mesic

**WRB (1998):** Hypercalcic Calcisol

#### Descrizione del profilo

**I colori sono stati descritti allo stato umido.**

**Ap:** (0-30 cm), colore di massa bruno oliva (2.5Y4/4); umido; stima della tessitura argillosa; scheletro assente; struttura principale poliedrica subangolare fine, forte; friabile (umido); pori grandi abbondanti; fessure larghe; poche radici fini; canali e coproliti di lombrichi; effervescenza debole; pH di campagna alcalino; limite chiaro lineare.

**Bw:** (30-65 cm), colore di massa giallo oliva (2.5Y6/6); frequenti screziature di colore giallo bruno (10YR6/8) grossolane; umido; stima della tessitura argillosa; scheletro assente; struttura principale poliedrica angolare media, moderata; friabile (umido); comuni concrezioni di carbonati di Ca e Mg grossolane e comuni concentrazioni soffici di carbonati di Ca e Mg grossolane; pori grandi abbondanti; poche radici fini; canali e coproliti di lombrichi; effervescenza forte; pH di campagna alcalino; limite graduale lineare.

**Bk:** (65-100 cm), colore di massa giallo pallido (2.5Y8/2); frequenti screziature di colore giallo bruno (10YR6/8) grossolane; umido; stima della tessitura franco limoso argillosa; scheletro assente; struttura principale poliedrica angolare media, forte; friabile (umido); frequenti concrezioni di carbonati di Ca e Mg grossolane e frequenti concentrazioni soffici di carbonati di Ca e Mg grossolane; pori medi abbondanti; poche radici fini; effervescenza violenta; pH di campagna fortemente alcalino; limite diffuso lineare.

**B/Ck:** (100-150 cm), colore di massa giallo pallido (2.5Y8/2); frequenti screziature di colore giallo bruno (10YR6/8) grossolane; umido; scheletro assente; struttura principale lamellare grossolana, forte; friabile (umido); frequenti concrezioni di carbonati di Ca e Mg grossolane; pori medi abbondanti; effervescenza violenta; pH di campagna fortemente alcalino; limite diffuso lineare.

**Cr:** (150-155 cm), secco; scheletro; effervescenza nulla; limite sconosciuto.

Oriz	Lim. sup.	Lim. inf.	Sab. tot.	Sab. m.f.	Limo tot.	Arg.	Cl. tes.	pH	Carbonati tot.	Calc. att.	C org.	P ass.	CSC	Ca sc.	Mg sc.	Na sc.	K sc.	TSB	EC
	cm	cm	%	%	%	%			%	%	%	mg/kg	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	%	mS/cm	
Ap	0	30	19,8		36,8	43,4	A	8,2	13	9	1,6	55	37,6	2,9		1,0	100		
Bw	30	65	17,3		39,1	43,6	A	8,5	34	13	0,2		36,3	3,4		0,2	100		
Bk	65	100	9,5		58,7	31,8	FLA	8,7	52	16	0,1		29,8	3,1		0,2	100		

## VARIABILITÀ DELLE CARATTERISTICHE DEGLI ORIZZONTI GENETICI

**Ap:** spessore medio di 35 cm (25-45 cm); tessitura franco argillosa (argilla modale 38%, sabbia modale 35%, sabbia molto fine modale 0%); scheletro da comune a assente (-10%, modale 5%) di marna; struttura poliedrica subangolare molto fine forte; molto calcareo (modale %); alcalino; contenuto in carbonio organico moderato (modale 1,6%); AWC 1,63 mm/dm; permeabilità alta.

**Bw:** spessore medio di 25 cm (15-30 cm); tessitura franco argillosa (argilla modale 36%, sabbia modale 25%, sabbia molto fine modale 0%); scheletro da comune a assente (-10%, modale 5%) di marna; struttura poliedrica angolare media moderata; molto calcareo (modale %); alcalino; contenuto in carbonio organico basso (modale 0,6%); AWC 1,535 mm/dm; permeabilità moderatamente bassa.

**Bk:** spessore medio di 30 cm (20-40 cm); tessitura franco argillosa (argilla modale 36%, sabbia modale 25%, sabbia molto fine modale 0%); struttura poliedrica angolare media forte; frequenti concentrazioni soffici medie di carbonati di Ca e Mg e poche concrezioni medie di carbonati di Ca e Mg; estremamente calcareo (modale %); alcalino; contenuto in carbonio organico molto basso (modale 0,2%); AWC 1,5935 mm/dm; permeabilità bassa.

**C:** a partire da 90 cm (85-95 cm); tessitura franco argillosa (argilla modale 30%, sabbia modale 40%, sabbia molto fine modale 0%); scheletro comune (modale 10%); struttura lamellare grossolana forte; comuni concrezioni fini di carbonati di Ca e Mg; molto calcareo (modale %); contenuto in carbonio organico molto basso (modale 0,1%); AWC 1,47 mm/dm; permeabilità moderatamente alta.

## Monte Castellaro - MCS1

**Nome e codice:** Monte Castellaro (RVT3-MCS1)

**Tipo di UTS:** serie

### AMBIENTE E DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA

**Descrizione dell'ambiente:** Versanti da dolcemente inclinati a moderatamente ripidi di rilievi collinari, spesso interessati da terrazzamenti o spianamenti antropici. Il substrato è costituito da basalti

**Morfologia:** versante lineare, versante terrazzato

**Materiale parentale:** depositi di saprolite (basalto)

**Substrato:** depositi di saprolite

**Pendenze:** da dolcemente inclinato (2-5%) a moderatamente ripido (15-30%)

**Fascia fitoclimatica:** collinare

**Uso del suolo:** dominante vigneti, codominanti vegetazione naturale

**Vegetazione:** orno-ostrieto e secondariamente ostrio-querceto, robinieto

**Diffusione:** molto frequente in RVT3 LB1.1, frequente in RVT3 LB1.2, subordinato in RVT3 LB1.5

**Località caratteristiche:** Lessini vulcanici

**Gestione delle acque:** assente

**Note:**

### PROPRIETÀ DEL SUOLO

**Differenziazione del profilo:** alta

**Profondità contatto litico:** elevata

**Profondità utile alle radici:** elevata (120-150 cm; modale 135 cm), limitata da contatto litico

**Pietrosità superficiale:** 0% ghiaia 0% ciottoli 0% pietre

**Rocciosità:** 0%

**Falda:** assente

**Deflusso superficiale:** da alto a molto alto

**Drenaggio interno:** buono

**Permeabilità:** bassa

**AWC:** da alta a moderata, valore modale mm 252

**Forma di humus principale:** assente

**Sequenza orizzonti:** Ap-Bw-BC-(Cr)

**Orizzonti diagnostici:**

**WRB:** ocrico, cambico

**USDA:** ochrico, cambico

**Regime di umidità:** udico

**Regime di temperatura:** mesico

## CARATTERISTICHE DEGLI ORIZZONTI

**Ap:** spessore 70 cm; tessitura argillosa; scheletro scarso di basalto; non calcareo; neutro; saturazione molto alta; contenuto in carbonio organico moderatamente basso.

**Bw:** spessore 50 cm; tessitura argillosa; scheletro scarso di basalto; non calcareo; neutro; saturazione molto alta; contenuto in carbonio organico basso.

**BC:** spessore 25 cm; tessitura argillosa; scheletro frequente; non calcareo; subalcalino; saturazione molto alta; contenuto in carbonio organico molto basso.

**Cr:** a partire da 145 cm.

## CLASSIFICAZIONE

**Soil Taxonomy (KEYS 1998):** Typic Eutrudepts fine, mixed, mesic

**WRB (1998):** Eutric Cambisols

Note: Eutri-Chromic Cambisols

**Duchaufour (1995):** Suoli bruni coltivati

## VARIABILITÀ DELLE CARATTERISTICHE DEGLI ORIZZONTI GENETICI

**Ap:** spessore medio di 70 cm (60-80 cm); tessitura argillosa (argilla 50-57% modale 53%, sabbia 12-13% modale 13%, sabbia molto fine modale 0%); scheletro da scarso a assente (modale 0%) di basalto; struttura poliedrica subangolare grossolana debole; non calcareo; neutro; saturazione molto alta; contenuto in carbonio organico moderatamente basso (modale 0,9%); AWC 1,7 mm/dm; CSC alta (modale 34meq/100g); permeabilità bassa.

**Bw:** spessore medio di 50 cm (30-70 cm); tessitura da argillosa a franco argillosa (argilla 38-48% modale 44%, sabbia 16-24% modale 21%, sabbia molto fine modale 10%); scheletro da scarso a assente (modale 1%) di basalto; struttura poliedrica subangolare grossolana moderata; non calcareo; neutro; saturazione molto alta; contenuto in carbonio organico da basso a molto basso (modale 0,6%); AWC 2,082 mm/dm; CSC alta (modale 26meq/100g); permeabilità moderatamente bassa.

**BC:** spessore medio di 25 cm (20-30 cm); tessitura argillosa (argilla 35-45% modale 40%, sabbia 23-36% modale 25%, sabbia molto fine modale 10%); scheletro frequente (6-14%, modale 10%); struttura poliedrica subangolare media moderata; non calcareo; subalcalino; saturazione molto alta; contenuto in carbonio organico molto basso (modale 0,3%); AWC 1,92 mm/dm; CSC alta (modale 43meq/100g); permeabilità moderatamente bassa.

**Cr:** a partire da 145 cm (120-150 cm) (argilla modale -998%, sabbia modale -998%, sabbia molto fine modale -998%); scheletro (modale -998%); struttura non rilevante, non pertinente non rilevante, non pertinente; contenuto in carbonio organico(modale -998,0%); AWC 0 mm/dm; permeabilità molto bassa; note: Roccia alterata.

## La Cucca - CUC1

**Nome e codice:** La Cucca (RVT3-CUC1)

**Tipo di UTS:** serie

## AMBIENTE E DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA

**Descrizione dell'ambiente:** Ripiani, rotture di pendenza del versante o versanti rettilinei da dolcemente inclinati a moderatamente ripidi dei rilievi collinari. Il substrato è costituito da detriti e colluvi provenienti da rocce basaltiche

**Morfologia:** versante a balze, versante lineare

**Materiale parentale:** alluvioni di versante (basalto)

**Materiale parentale secondario:** depositi colluviali

**Substrato:** alluvioni di versante

**Substrato secondario:** depositi colluviali

**Pendenze:** da dolcemente inclinato (2-5%) a moderatamente ripido (15-30%)

**Fascia fitoclimatica:** collinare

**Uso del suolo:** dominante prati permanenti asciutti, codominanti vigneti

**Diffusione:** molto frequente in RVT3 LB1.5, frequente in RVT3 LB2.4, frequente in RVT3 LB1.6, frequente in RVT3 LB1.4, frequente in RVT3 LB1.3, frequente in RVT3 LB1.2, frequente in RVT3 LB1.1, subordinato in RVT3 RI2.1, subordinato in RVT3 PD3.4, subordinato in RVT3 PD3.2, subordinato in RVT3 PD2.1, subordinato in RVT3 LB2.3

**Località caratteristiche:** Lessini Vulcanici, Colli Euganei

**Gestione delle acque:** assente

### Note:

Rilievi collinari su ripiani, rotture di pendenza del versante

Le formazioni boschive sono circoscritte in piccole aree estremamente marginali e sono rappresentate principalmente da orno-ostrieti e ostrio querceti interessati dall'ingresso della robinia.

## PROPRIETÀ DEL SUOLO

**Differenziazione del profilo:** alta

**Profondità utile alle radici:** elevata (125-150 cm; modale 138 cm)

**Pietrosità superficiale:** 3% ghiaia 0% ciottoli 0% pietre

**Rocciosità:** 0%

**Falda:** assente

**Deflusso superficiale:** da medio a basso

**Drenaggio interno:** buono

**Permeabilità:** moderatamente bassa

**AWC:** da moderata a alta, valore modale mm 198

**Forma di humus principale:** assente

**Sequenza orizzonti:** Ap-Bt

**Orizzonti diagnostici:** WRB: argico USDA: argillico

**Regime di umidità:** udico

**Regime di temperatura:** mesico

### CARATTERISTICHE DEGLI ORIZZONTI

**Ap:** spessore 60 cm; tessitura franco argillosa; scheletro scarso di basalto; scarsamente calcareo; neutro; saturazione molto alta; contenuto in carbonio organico moderatamente basso.

**Bt:** a partire da 60 cm; tessitura argillosa; scheletro scarso di basalto; scarsamente calcareo; neutro; saturazione molto alta; contenuto in carbonio organico molto basso.

### CLASSIFICAZIONE

**Soil Taxonomy (KEYS 1998):** Typic Hapludalfs fine-loamy, mixed, mesic

Note: Pachic Vertic Argiudolls, Alfic Vertic Argiudolls

**WRB (1998):** Chromic Vertic Luvisols

Note: Luvi-Vertic Phaeozems (Pachic), Haplic Luvisols

**Duchaufour (1995):** Suoli bruni coltivati

©2003-2007 ARPAV

### VARIABILITÀ DELLE CARATTERISTICHE DEGLI ORIZZONTI GENETICI

**Ap:** spessore medio di 60 cm (40-80 cm); tessitura da franco argillosa a franco limoso argillosa (argilla 30-40% modale 36%, sabbia 21-31% modale 27%, sabbia molto fine modale 6%); scheletro da scarso a assente (1-4%, modale 3%) di basalto; struttura poliedrica subangolare grossolana debole; scarsamente calcareo (modale 2%); neutro; saturazione molto alta; contenuto in carbonio organico moderatamente basso (modale 0,8%); AWC 1,658 mm/dm; CSC alta (modale 45meq/100g); permeabilità moderatamente bassa.

**Bt:** a partire da 60 cm (50-70 cm); tessitura argillosa (argilla 30-54% modale 45%, sabbia 15-30% modale 21%, sabbia molto fine modale 5%); scheletro da scarso a assente (0-11%, modale 4%) di basalto; struttura poliedrica subangolare grossolana forte; scarsamente calcareo (modale 3%); neutro; saturazione molto alta; contenuto in carbonio organico molto basso (modale 0,5%); AWC 1,26 mm/dm; CSC alta (modale 46meq/100g); permeabilità moderatamente bassa; note: Struttura poliedrica angolare e subangolare grossolana fortemente sviluppata.

L'orizzonte illuviale può essere suddiviso in più sott'orizzonti differenziati per tessitura o colorazione leggermente diversa.

## Malavicina - MAL1

**Nome e codice:** Malavicina (RVT3-MAL1)

**Tipo di UTS:** serie

### AMBIENTE E DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA

**Catalogo dei paesaggi del Veneto:** c-PPP01xx

**Descrizione dell'ambiente:** Riempimenti vallivi e conoidi dei torrenti prealpini, con tracce di canali intrecciati poco evidenti, dolcemente inclinati (1-3% di pendenza); nella parte mediana delle valli più ampie e nella parte alta delle valli più strette. Il materiale parentale è costituito da argille e limi misti a ghiaie, derivanti da rocce di origine sedimentaria, estremamente calcarei

**Morfologia:** conoide di piana pedemontana, con tracce di canali intrecciati

**Materiale parentale:** sedimenti fluviali, depositi di conoide, limosi o franchi ghiaiosi (litologia mista carbonatica), estremamente calcarei

**Materiale parentale secondario:** sedimenti fluviali, depositi di piena a bassa energia

**Substrato:** sedimenti fluviali, depositi di conoide

**Substrato secondario:** sedimenti fluviali, depositi di piena a bassa energia

**Quote:** 30-580 m s.l.m.

**Pendenze:** da subpianeggiante (0,2-2%) a dolcemente inclinato (2-5%)

**Uso del suolo:** dominante vigneti, codominanti colture a ciclo estivo (mais, sorgo ecc.), prati permanenti irrigui

**Diffusione:** frequente in RVT3 AR2.2

**Gestione delle acque:** non determinato

**Note:**

#### **PROPRIETÀ DEL SUOLO**

**Differenziazione del profilo:** moderata

**Profondità utile alle radici:** elevata (modale 145 cm), limitata da scheletro (>70% in volume)

**Pietrosità superficiale:** 10% ghiaia 1% ciottoli 0% pietre

**Rocciosità:** 0%

**Falda:** assente

**Drenaggio interno:** buono

**Permeabilità:** moderatamente alta

**AWC:** moderata, valore modale mm 220

**Forma di humus principale:** assente

**Sequenza orizzonti:** Ap-Bw-C

**Orizzonti diagnostici:**

**WRB:** ocrico, cambico

**USDA:** ochrico, cambico

**Regime di umidità:** udico

**Regime di temperatura:** mesico

#### **CARATTERISTICHE DEGLI ORIZZONTI**

**Ap:** spessore 30 cm; colore bruno giallastro scuro (10YR4/4); tessitura franco argillosa; scheletro comune ghiaioso grossolano di litologia mista carbonatica fresco o leggermente alterato; fortemente calcareo; alcalino; saturazione molto alta; contenuto in carbonio organico moderatamente basso.

**Bw:** spessore 120 cm; colore bruno giallastro scuro (10YR4/4); tessitura franca; scheletro comune di litologia mista carbonatica fresco o leggermente alterato; fortemente calcareo; alcalino; saturazione molto alta; contenuto in carbonio organico molto basso.

**C:** a partire da 150 cm; colore; tessitura franco argillosa; scheletro frequente di litologia mista carbonatica fresco o leggermente alterato; fortemente calcareo; alcalino; saturazione molto alta; contenuto in carbonio organico molto basso.

#### **CLASSIFICAZIONE**

**Soil Taxonomy (KEYS 1998):** Fluventic Eutrudepts fine-loamy, carbonatic, mesic

**WRB (1998):** Calcaric Fluvisol Cambisol

#### **PROFILO DI RIFERIMENTO**

**Sigla:** VR02P0031

**Ricollegamento UTS:** VR02 MAL1

**Grado di ricollegamento:** osservazione tipica

**Località:** Leone di Sopra

**Quota:** 99,6m s.l.m.

**Substrato:** limosi ghiaiosi, calcareo

**Pietrosità:**

**Rocciosità:** assente

**Falda:** assente

**Drenaggio:** buono

**Permeabilità:** moderatamente alta

**Uso del suolo:** vigneto

**Rilevatori:** Giuseppe Benciolini, Andrea Bertacchini

**Data di descrizione:** 11/09/1996

#### **Classificazione**

**Soil Taxonomy (KEYS 1994):** Fluventic Eutrochrept fine-loamy, carbonatic, mesic

**WRB (1990):** Calcaric Cambisol

#### **Descrizione del profilo**

**I colori sono stati descritti allo stato umido.**

**Ap:** (0-30 cm), colore di massa bruno giallastro scuro (10YR4/4); umido; stima della tessitura franco limosa; scheletro comune, di litologia mista carbonatica, fresco o leggermente alterato; struttura principale poliedrica

subangolare grossolana, moderata; pori fini abbondanti; poche radici molto fini; effervescenza violenta; limite chiaro lineare.

**Bw1:** (30-60 cm), colore di massa bruno giallastro scuro (10YR4/4); umido; stima della tessitura franca; scheletro comune, di litologia mista carbonatica, fresco o leggermente alterato; struttura principale poliedrica subangolare grossolana, moderata; pori medi abbondanti; poche radici medie; effervescenza violenta; limite chiaro lineare.

**Bw2:** (60-110 cm), colore di massa bruno giallastro (10YR5/4); umido; stima della tessitura franco limosa; scheletro frequente, di litologia mista carbonatica, fresco o leggermente alterato; struttura principale poliedrica subangolare grossolana, debole; pori fini abbondanti; poche radici medie; effervescenza violenta; limite chiaro lineare.

**BC:** (110-150 cm), colore di massa bruno giallastro (10YR5/4); umido; stima della tessitura franco limosa; scheletro frequente, di litologia mista carbonatica, fresco o leggermente alterato; struttura principale poliedrica subangolare grossolana, debole; pori fini abbondanti; poche radici medie; effervescenza violenta; limite sconosciuto.

Oriz	Lim. sup. cm	Lim. inf. cm	Sab. tot. %	Sab. m.f. %	Limo tot. %	Arg. %	Cl. tes.	pH	Carbonati tot. %	Calc. att. %	C org. %	P ass. mg/kg	CSC meq/100g	Ca sc. meq/100g	Mg sc. meq/100g	Na sc. meq/100g	K sc. meq/100g	TSB %	EC mS/cm
Ap	0	30	27,0	13,6	43,0	30,0	FA	8,3	38	12	1,3		22,3	26,3	2,4		0,3	100	
Bw1	30	60	28,9	13,4	43,5	27,7	FA	8,3	39	12	1,0		19,9	26,6	2,1		0,3	100	
Bw2	60	110	30,0	14,8	42,4	27,5	FA	8,3	48	14	0,7		14,7	31,0	2,4		0,2	100	
BC	110	150	21,3	12,4	45,3	33,4	FA	8,3	35	14	0,8		19,3	43,9	3,9		0,2	100	

©2003-2007 ARPAV

#### VARIABILITÀ DELLE CARATTERISTICHE DEGLI ORIZZONTI GENETICI

**Ap:** spessore medio di 30 cm (30-40 cm); colore bruno giallastro scuro (10YR4/4); tessitura franco argillosa (argilla modale 30%, sabbia 25-30% modale 28%, sabbia molto fine modale 15%); scheletro comune (modale 5%), ghiaioso grossolano di litologia mista carbonatica fresco o leggermente alterato; struttura poliedrica subangolare grossolana moderata; fortemente calcareo (modale 27%); alcalino; saturazione molto alta; contenuto in carbonio organico moderatamente basso (modale 1,2%); AWC 1,725 mm/dm; CSC media (modale 20meq/100g); permeabilità moderatamente alta.

**Bw:** spessore medio di 120 cm (- cm); colore bruno giallastro scuro (10YR4/4) (, value 5); tessitura franca (argilla modale 27%, sabbia modale 30%, sabbia molto fine modale 14%); scheletro da comune a frequente (modale 15%) di litologia mista carbonatica fresco o leggermente alterato; struttura poliedrica subangolare grossolana moderata; fortemente calcareo (modale 29%); alcalino; saturazione molto alta; contenuto in carbonio organico molto basso (modale 0,5%); AWC 1,405 mm/dm; CSC media (modale 14meq/100g); permeabilità moderatamente alta.

**C:** a partire da 150 cm (- cm) colore; tessitura franco argillosa (argilla modale 33%, sabbia modale 30%, sabbia molto fine modale 15%); scheletro da frequente a abbondante (modale 30%) di litologia mista carbonatica fresco o leggermente alterato; struttura poliedrica subangolare grossolana debole; da fortemente calcareo a estremamente calcareo (modale 35%); alcalino; saturazione molto alta; contenuto in carbonio organico molto basso (modale 0,4%); AWC 1,21 mm/dm; CSC media (modale 14meq/100g); permeabilità moderatamente alta.

### San Pietro di Lavagno - SPI1

**Nome e codice:** San Pietro di Lavagno (RVT3-SPI1)

**Tipo di UTS:** serie

#### AMBIENTE E DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA

**Catalogo dei paesaggi del Veneto:** c-PPP02xx

**Descrizione dell'ambiente:** Riempimenti vallivi e conoidi dei torrenti prealpini, con depositi misti fini e ghiaiosi derivanti da rocce di origine sedimentaria, estremamente calcarei, con tracce di canali intrecciati poco evidenti; superfici distali dal corso d'acqua e parte bassa delle valli più ampie; la pendenza è compresa tra l'1 e il 3%. Il materiale parentale è costituito da argille e limi, estremamente calcarei

**Morfologia:** conoide di piana pedemontana, con tracce di canali intrecciati

**Materiale parentale:** sedimenti fluviali, argillosi, estremamente calcarei

**Materiale parentale secondario:** sedimenti fluviali, depositi di piena a bassa energia, limosi o franchi

**Substrato:** sedimenti fluviali, argillosi

**Substrato secondario:** sedimenti fluviali, depositi di piena a bassa energia, limosi o franchi

**Quote:** 30-580 m s.l.m.

**Pendenze:** da subpianeggiante (0,2-2%) a dolcemente inclinato (2-5%)

**Uso del suolo:** dominante vigneti, codominanti mais

**Diffusione:** frequente in RVT3 AR2.2

**Località caratteristiche:** Val d'Ilasi (Caldiero)

**Gestione delle acque:** non determinato

**Note:**

#### **PROPRIETÀ DEL SUOLO**

**Differenziazione del profilo:** moderata

**Profondità utile alle radici:** molto elevata (modale 160 cm)

**Pietrosità superficiale:** 0% ghiaia 0% ciottoli 0% pietre

**Rocciosità:** 0%

**Falda:** assente

**Drenaggio interno:** buono

**Permeabilità:** moderatamente bassa

**AWC:** alta, valore modale mm 259

**Forma di humus principale:** assente

**Sequenza orizzonti:** Ap-Bw-C

**Orizzonti diagnostici:**

**WRB:** ocrico, cambico

**USDA:** ochrico, cambico

**Regime di umidità:** udico

**Regime di temperatura:** mesico

#### **CARATTERISTICHE DEGLI ORIZZONTI**

**Ap:** spessore 55 cm; colore bruno giallastro scuro (10YR4/4); tessitura franco argillosa; scheletro assente; estremamente calcareo; alcalino; saturazione molto alta; contenuto in carbonio organico moderatamente basso.

**Bw:** spessore 80 cm; colore; comuni screziature di colore piccole, comuni screziature di colore bruno giallastro (10YR5/6) piccole; tessitura franco limoso argillosa; scheletro assente; estremamente calcareo; alcalino; saturazione molto alta; contenuto in carbonio organico moderatamente basso.

**C:** a partire da 135 cm; tessitura franco argillosa; scheletro assente; estremamente calcareo; alcalino; saturazione molto alta; contenuto in carbonio organico molto basso.

#### **CLASSIFICAZIONE**

**Soil Taxonomy (KEYS 1998):** Fluventic Eutrudepts fine-silty, carbonatic, mesic

**WRB (1998):** Calcaric Fluvisol Cambisols

#### **PROFILO DI RIFERIMENTO**

**Sigla:** VR02P0006

**Ricollegamento UTS:** VR02 SPI1

**Grado di ricollegamento:** osservazione tipica

**Località:** Osteria

**Quota:** 53m s.l.m.

**Substrato:** limosi ghiaiosi, calcareo

**Pietrosità:**

**Rocciosità:** assente

**Falda:** assente

**Drenaggio:** buono

**Permeabilità:** moderatamente alta

**Uso del suolo:** vigneto

**Rilevatori:** Giuseppe Benciolini, Andrea Bertacchini

**Data di descrizione:** 03/09/1996

#### **Classificazione**

**Soil Taxonomy (KEYS 1994):** Fluventic Eutrochrept fine-silty, carbonatic, mesic

**WRB (1990):** Calcaric Cambisol

**Soil Taxonomy (KEYS 1998):** Fluventic Eutrochrept fine-silty, carbonatic, mesic

#### **Descrizione del profilo**

**I colori sono stati descritti allo stato umido.**

**Ap:** (0-50 cm), colore di massa bruno giallastro scuro (10YR4/4); umido; stima della tessitura franco limosa; scheletro assente; struttura principale poliedrica subangolare grossolana, forte; molte radici molto grossolane; effervescenza violenta; limite chiaro lineare.

**Bw1:** (50-100 cm), colore di massa <G 4/5>; umido; stima della tessitura franco limosa; scheletro assente; struttura principale poliedrica angolare grossolana, forte; comuni radici molto grossolane; effervescenza violenta; limite chiaro lineare.

**Bw2:** (100-130 cm), colore di massa bruno giallastro scuro (10YR4/4); umido; stima della tessitura franco limosa; scheletro assente; struttura principale prismatica media, forte; comuni radici medie; effervescenza violenta; limite chiaro lineare.

**Bw3:** (130-160 cm), colore di massa bruno giallastro scuro (10YR4/6); umido; stima della tessitura franco limosa; scheletro assente; struttura principale poliedrica subangolare media, moderata; effervescenza violenta; limite sconosciuto.

Oriz	Lim. sup. cm	Lim. inf. cm	Sab. tot. %	Sab. m.f. %	Limo tot. %	Arg. %	Cl. tes.	pH	Carbonati tot. %	Calc. att. %	C org. %	P ass. mg/kg	CSC meq/100g	Ca sc. meq/100g	Mg sc. meq/100g	Na sc. meq/100g	K sc. meq/100g	TSB %	EC mS/cm
Ap	0	50	17,9	13,7	50,7	31,5	FLA	8,6	47	5	1,5		21,6	22,8	4,7		0,3	100	
Bw1	50	100	19,0	16,5	55,3	25,8	FL	8,4	50	5	0,8		17,8	20,0	4,0		0,2	100	
Bw2	100	130	14,5		53,9	31,6	FLA	8,4	53	4	1,2		20,3	21,3	4,5		0,2	100	
Bw3	130	160	17,1	13,7	55,7	27,2	FLA	8,5	60	7	0,8		14,5	17,4	3,6		0,1	100	

©2003-2007 ARPAV

#### VARIABILITÀ DELLE CARATTERISTICHE DEGLI ORIZZONTI GENETICI

**Ap:** spessore medio di 55 cm (50-60 cm); colore bruno giallastro scuro (10YR4/4) (, value 3, chroma 3); tessitura franco argillosa (argilla 26-32% modale 29%, sabbia 15-25% modale 20%, sabbia molto fine modale 10%); struttura poliedrica subangolare media forte; estremamente calcareo (modale 43%); alcalino; saturazione molto alta; contenuto in carbonio organico moderatamente basso (modale 1,1%); AWC 1,8 mm/dm; CSC media (modale 19meq/100g); permeabilità moderatamente alta.

**Bw:** spessore medio di 80 cm (60-100 cm); colore (, chroma 6); comuni screziature piccole e comuni screziature piccole di colore bruno giallastro (10YR5/6); tessitura da franco limoso argillosa a franco limosa (argilla 27-35% modale 32%, sabbia 15-20% modale 18%, sabbia molto fine modale 15%); struttura poliedrica angolare media forte; estremamente calcareo (modale 42%); alcalino; saturazione molto alta; contenuto in carbonio organico moderatamente basso (modale 0,7%); AWC 1,7 mm/dm; CSC media (modale 19meq/100g); permeabilità moderatamente alta; note: Può essere suddiviso in più sotto orizzonti..

**C:** a partire da 135 cm (- cm); tessitura franco argillosa (argilla 25-30% modale 28%, sabbia 18-21% modale 20%, sabbia molto fine modale 10%); struttura assente (orizzonte massivo) non rilevante, non pertinente; estremamente calcareo (modale 70%); alcalino; saturazione molto alta; contenuto in carbonio organico molto basso (modale 0,3%); AWC 1,6 mm/dm; CSC media (modale 11meq/100g); permeabilità moderatamente bassa.

#### ALLEGATO 5 – ANALISI DEI PARAMETRI CHIMICI DELLE AZIENDE SCELTE SU CAMPIONI DI 5 cm

Azienda	conduzione	sito	TN g/kg	S g/kg	TC g/kg	CaCO3 g/kg	TOC g/kg	SO g/kg	pH	EC dS/m
Perlage	biologica	interfila	3,71	0,51	61,4	271	28,9	49,7	8,1	0,5
Perlage	biologica	ormaia	3,59	0,48	65,1	387	18,6	32,0	8,1	0,8
Villa Maria	convenz	interfila	2,39	0,36	19,9	35	15,7	27,0	8,3	0,2
Villa Maria	convenz	ormaia	2,47	0,37	21,6	25	18,6	32,0	8,3	0,2
La Mazzolada	convenz	interfila	3,82	0,63	53,9	152	35,7	61,4	8,4	0,2
La Mazzolada	convenz	ormaia	4,92	0,70	65,0	147	47,4	81,5	8,4	0,4
La Baratta	biologica	interfila	6,45	0,84	73,3	138	56,7	97,5	8,4	0,2
La Baratta	biologica	ormaia	6,72	0,88	69,8	2	69,5	119,6	8,5	0,2
Vigna Roda	convenz	interfila	2,61	0,39	28,6	141	11,7	20,1	8,3	0,2
Vigna Roda	convenz	ormaia	2,93	0,43	64,0	272	31,5	54,1	8,2	0,3
Bacco E Arianna	biologica	interfila	5,09	1,09	103,3	130	87,7	150,9	8,4	0,2
Bacco E Arianna	biologica	ormaia	5,89	0,64	112,8	532	48,9	84,1	8,6	0,2
Fasoli	biologica	interfila	8,61	1,65	134,7	493	75,5	129,9	8,2	0,2
Fasoli	biologica	ormaia	14,03	1,73	189,1	382	143,3	246,5	8,4	0,2

Vicentini	convenz	interfila	3,55	0,50	105,8	667	25,7	44,3	8,5	0,2
Vicentini	convenz	ormai	3,48	0,62	101,7	640	24,9	42,8	8,7	0,2
Filippi	biologica	interfila	21,88	2,84	243,0	102	230,8	397,0	8,6	0,2
Filippi	biologica	ormai	22,76	2,81	235,8	92	224,8	386,7	8,4	0,3
Le Mandolare	convenz	interfila	3,61	0,43	25,9	2	25,8	44,3	7,3	0,1
Le Mandolare	convenz	ormai	4,00	0,50	30,0	4	29,5	50,8	7,8	0,1

## ALLEGATO 6 – ANALISI DEI PARAMETRI CHIMICI DELLE AZIENDE SCELTE SU CAMPIONI DI 25

cm

Azienda	conduzione	replica	%	%	%	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	C/N	TEC/TOC
			SABBIA	LIMO	ARGILLA	TN	S	TC	CaCO3	TOC	SO	TEC		
Perlage	biologica	1	56	21	23	3,10	0,72	78,1	452	23,9	41,2	9,3	7,7	39
Perlage	biologica	2	56	21	23	4,22	0,66	93,9	433	42,0	72,4	11,5	9,9	27
Perlage	biologica	3	56	21	23	3,05	0,60	84,3	446	30,7	52,9	9,5	10,1	31
Perlage	biologica	4	58	19	23	3,55	0,57	85,7	454	31,2	53,8	12,1	8,8	39
Perlage	biologica	5	58	19	23	3,22	0,58	84,9	447	31,3	53,9	7,2	9,7	23
Perlage	biologica	6	52	23	25	2,89	0,58	86,7	452	32,4	55,8	8,6	11,2	27
Perlage	biologica	7	54	21	25	5,57	0,76	101,7	412	52,2	90,1	14,3	9,4	27
Villa Maria	convenz	1	56	19	25	1,98	0,28	24,1	73	15,4	26,5	5,3	7,7	35
Villa Maria	convenz	2	56	15	29	1,69	0,17	26,6	117	12,5	21,6	5,3	7,4	43
Villa Maria	convenz	3	52	19	29	1,76	0,22	27,6	98	15,8	27,3	5,3	9,0	34
Villa Maria	convenz	4	60	15	25	1,78	1,03	45,5	239	16,9	29,1	5,6	9,5	33
Villa Maria	convenz	5	56	17	27	1,72	0,50	22,6	67	14,6	25,1	5,1	8,5	35
Villa Maria	convenz	6	60	15	25	1,74	0,45	20,9	49	15,1	26,0	5,0	8,7	33
Villa Maria	convenz	7	60	15	25	1,63	0,36	19,2	38	14,6	25,2	5,9	9,0	40
La Mazzolada	convenz	1	54	17	29	1,57	0,20	22,5	85	12,3	21,2	2,6	7,8	21
La Mazzolada	convenz	2	54	17	29	1,65	0,19	19,8	64	12,1	20,9	3,6	7,3	30
La Mazzolada	convenz	3	56	15	29	1,50	0,21	19,3	63	11,7	20,1	3,7	7,8	32
La Mazzolada	convenz	4	54	19	27	1,58	0,22	18,6	59	11,5	19,8	4,5	7,3	39
La Mazzolada	convenz	5	56	17	27	1,44	0,20	18,3	57	11,4	19,7	3,3	7,9	29
La Mazzolada	convenz	6	54	17	29	1,51	0,20	18,0	55	11,4	19,6	3,7	7,5	33
La Mazzolada	convenz	7	54	17	29	1,69	0,21	19,5	56	12,7	22,0	5,5	7,5	43
La Baratta	biologica	1	28	24	48	3,78	0,43	47,1	134	31,1	53,6	10,6	8,2	34
La Baratta	biologica	2	46	19	35	3,98	0,46	50,5	139	33,8	58,3	11,1	8,5	33
La Baratta	biologica	3	34	28	38	3,09	0,39	38,5	116	24,6	42,3	8,1	8,0	33
La Baratta	biologica	4	42	16	42	3,36	0,41	34,4	62	27,0	46,5	8,7	8,0	32
La Baratta	biologica	5	46	25	29	4,23	0,41	54,4	156	35,7	61,5	10,8	8,4	30
La Baratta	biologica	6	28	38	34	3,07	0,38	37,4	106	24,7	42,6	8,3	8,0	34
La Baratta	biologica	7	38	29	33	2,46	0,22	40,1	171	19,5	33,7	6,7	7,9	35
Vigna Roda	convenz	1	20	24	56	1,64	0,02	39,4	242	10,3	17,8	2,6	6,3	25
Vigna Roda	convenz	2	60	14	26	1,90	0,01	30,0	151	11,9	20,5	2,4	6,3	20
Vigna Roda	convenz	3	34	22	44	2,45	0,66	38,7	169	18,4	31,7	3,7	7,5	20
Vigna Roda	convenz	4	24	31	45	1,58	0,22	53,5	334	13,4	23,1	2,7	8,5	20
Vigna Roda	convenz	5	26	31	43	1,74	0,26	40,7	252	10,5	18,1	2,5	6,0	24
Vigna Roda	convenz	6	12	32	56	1,48	0,21	52,2	319	14,0	24,1	1,8	9,4	13
Vigna Roda	convenz	7	26	31	43	2,43	0,23	52,4	276	19,3	33,3	4,3	7,9	22
Bacco E Arianna	biologica	1	42	21	37	2,52	0,19	74,8	456	20,1	34,6	4,9	8,0	24
Bacco E Arianna	biologica	2	34	29	37	3,19	0,36	86,2	465	30,4	52,4	6,4	9,5	21

Bacco E Arianna	biologica	3	28	26	46	2,68	0,27	87,1	488	28,5	49,1	6,4	10,6	22
Bacco E Arianna	biologica	4	30	30	40	3,98	0,41	96,8	502	36,6	63,1	8,3	9,2	23
Bacco E Arianna	biologica	5	28	26	46	2,60	0,26	88,4	550	22,4	38,5	6,0	8,6	27
Bacco E Arianna	biologica	6	28	32	40	2,51	0,23	87,3	524	24,4	42,1	4,7	9,7	19
Bacco E Arianna	biologica	7	34	33	33	3,14	0,44	92,4	518	30,2	52,1	7,5	9,6	25
Fasoli	biologica	1	44	18	38	3,38	0,34	94,7	512	33,3	57,4	6,5	9,9	19
Fasoli	biologica	2	26	24	50	3,20	0,42	93,7	495	34,3	59,1	6,5	10,7	19
Fasoli	biologica	3	38	26	36	3,34	0,54	95,4	473	38,6	66,5	8,3	11,5	22
Fasoli	biologica	4	32	18	50	3,00	0,46	92,1	502	31,9	55,0	6,6	10,7	21
Fasoli	biologica	5	28	24	48	1,94	0,30	94,7	491	35,7	61,6	10,5	18,4	29
Fasoli	biologica	6	28	26	46	3,07	0,37	91,8	470	35,5	61,2	8,5	11,5	24
Fasoli	biologica	7	32	26	42	3,54	0,46	98,5	509	37,5	64,6	9,2	10,6	25
Vicentini	convenz	1	40	30	30	2,03	0,13	103,9	630	28,3	48,8	8,2	13,9	29
Vicentini	convenz	2	40	32	28	2,38	0,28	105,0	616	31,1	53,5	4,3	13,0	14
Vicentini	convenz	3	40	30	30	2,13	0,23	101,2	626	26,1	45,1	4,1	12,3	16
Vicentini	convenz	4	40	28	32	2,19	0,21	100,2	609	27,1	46,7	3,3	12,4	12
Vicentini	convenz	5	38	28	34	2,51	0,24	102,1	601	29,9	51,6	4,9	11,9	16
Vicentini	convenz	6	34	30	36	2,19	0,30	98,1	583	28,2	48,6	8,4	12,9	30
Vicentini	convenz	7	22	28	50	2,21	0,23	95,2	597	23,6	40,6	8,8	10,7	38
Filippi	biologica	1	40	20	40	3,81	0,37	55,9	187	33,5	57,8	7,5	8,8	22
Filippi	biologica	2	38	20	42	3,10	0,31	46,2	168	26,0	44,8	9,8	8,4	38
Filippi	biologica	3	34	18	48	3,55	0,36	45,9	131	30,1	52,0	8,7	8,5	29
Filippi	biologica	4	36	22	42	3,16	0,31	40,8	125	25,8	44,6	8,7	8,2	34
Filippi	biologica	5	30	18	52	2,85	0,27	37,8	132	22,0	37,9	7,0	7,7	32
Filippi	biologica	6	28	18	54	4,13	0,42	44,8	84	34,7	59,8	10,1	8,4	29
Filippi	biologica	7	32	16	52	4,78	0,48	48,9	73	40,2	69,3	12,8	8,4	32
Le Mandolare	convenz	1	52	20	28	1,48	0,18	8,5	9	7,5	12,9	3,4	5,0	45
Le Mandolare	convenz	2	54	20	26	2,38	0,29	17,1	5	16,5	28,4	5,3	6,9	32
Le Mandolare	convenz	3	58	18	24	1,43	0,15	8,4	4	7,9	13,6	2,3	5,5	29
Le Mandolare	convenz	4	58	20	22	1,35	0,11	8,1	5	7,5	12,9	2,3	5,6	31
Le Mandolare	convenz	5	58	23	19	1,99	0,18	14,5	5	13,8	23,9	4,9	7,0	36
Le Mandolare	convenz	6	44	16	40	1,30	0,11	8,1	9	7,0	12,1	1,8	5,4	26
Le Mandolare	convenz	7	62	16	22	1,72	0,63	11,2	4	10,6	18,3	2,8	6,2	26

## ALLEGATO 7 - DATI TECNICI DEL PENETROMETRO USATO

### Penetrometro Eijkelkamp Penetrologger mod. 06.15.SA

Operational temperature = 0–50 °C

Operational humidity = IP 54 (water-resistant)

Penetrologger weight = 3.4 kg (not including probing rod, including batteries)

Set weight = 15.5 kg

Transport case dimensions = 58 x 29 x 25 cm

Memory = 1500 measurements

Max. penetration force = 1000 N

Force resolution = 1 N

Total length measuring rod = 97 cm (excl. cone)

Depth registration = 80 cm

Depth resolution = 1 cm

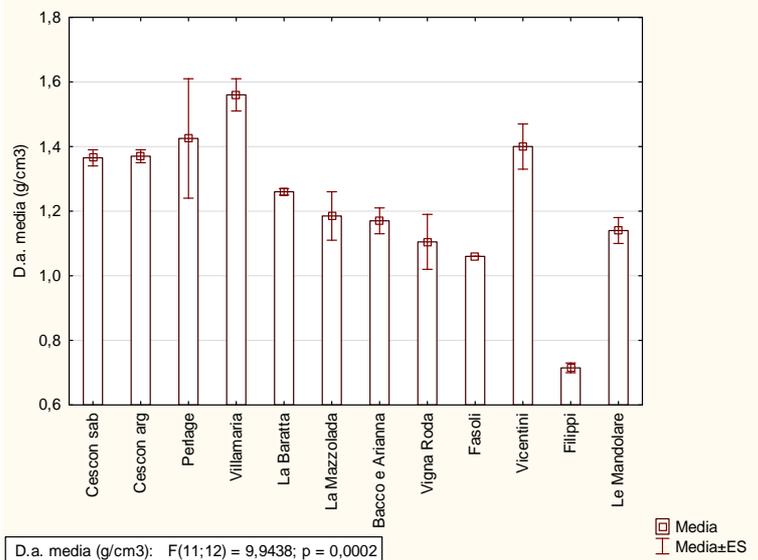
GPS accuracy = < 2.5 m CEP (Circular Error Probable)

Soil moisture resolution = 1 %

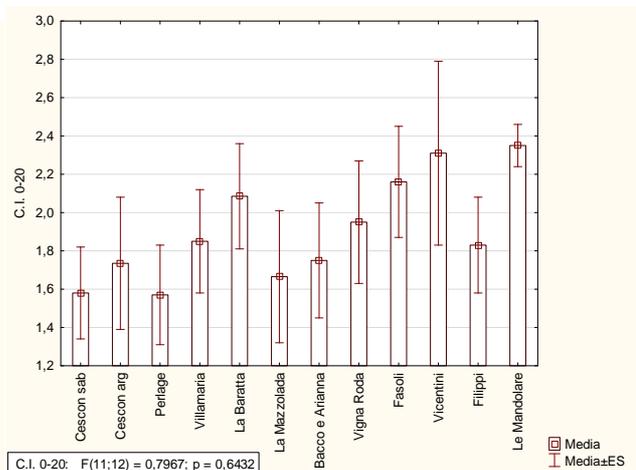
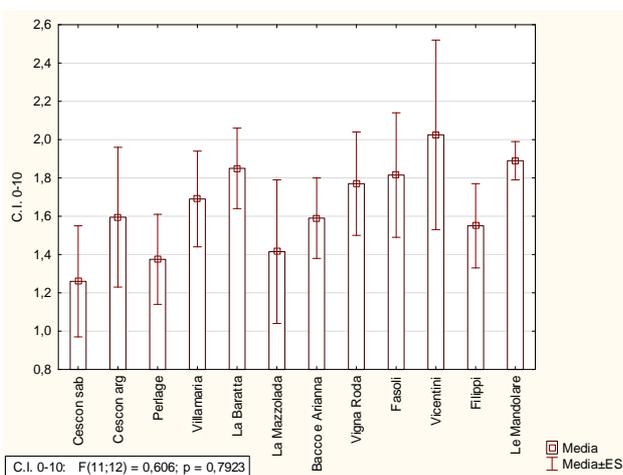
Batteries = 5 x AA NiMH 2700

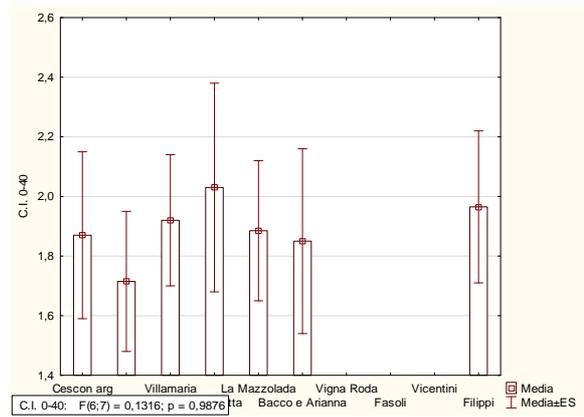
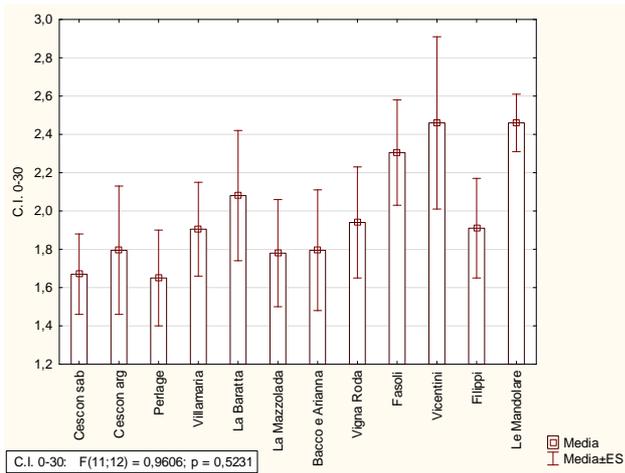
## ALLEGATO 8 – GRAFICI

### Confronto dei valori medi di densità apparente tra le aziende

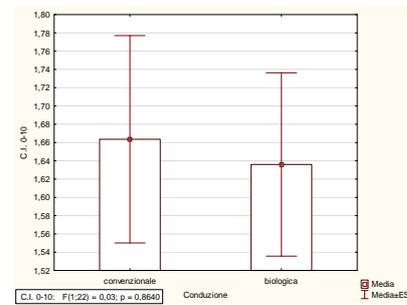
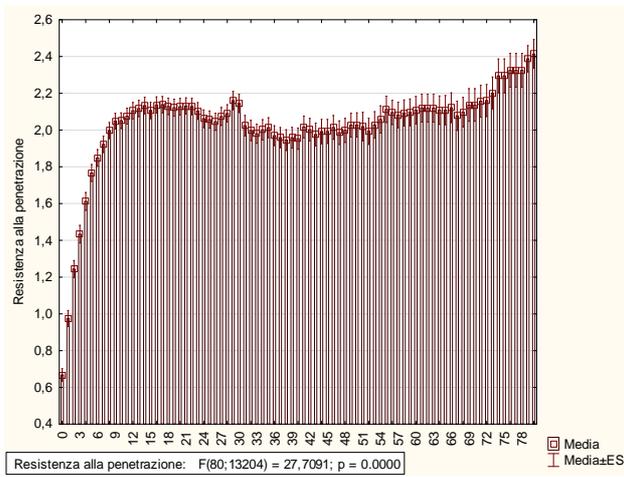


### Confronto dei valori degli indici di cono (C.I.) a diversi intervalli di profondità tra tutte le aziende

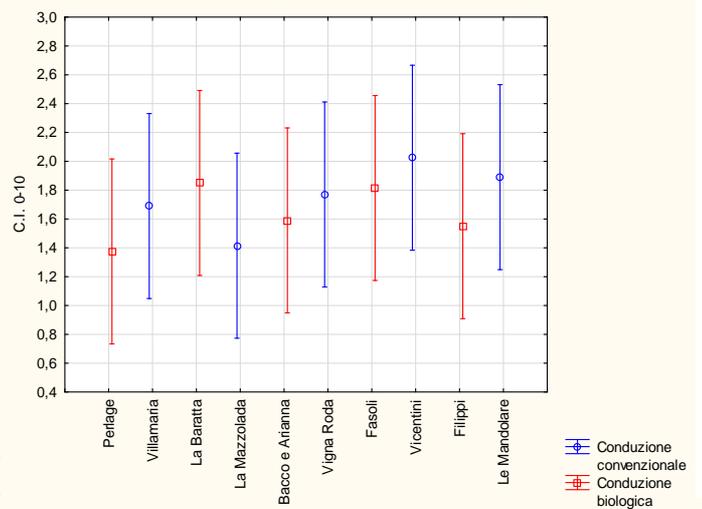
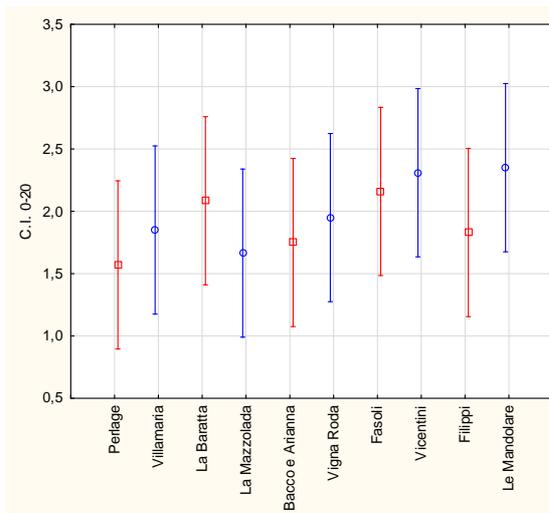




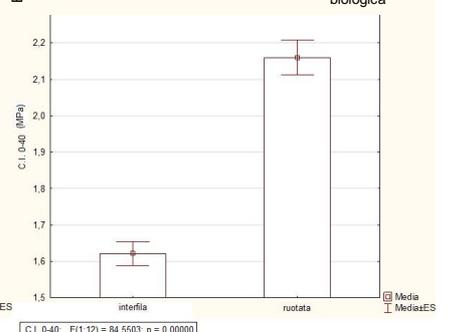
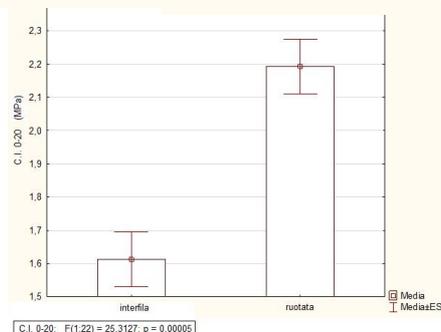
### Resistenza alla penetrazione totale in funzione della profondità

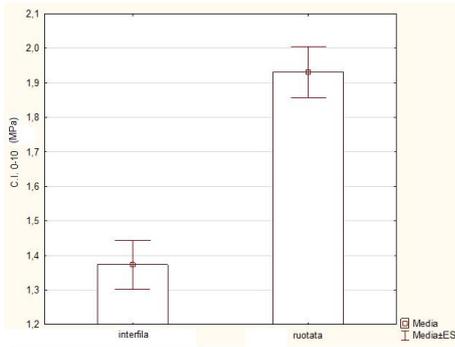


### Valori degli indici di cono (C.I.) a diversi intervalli di profondità tra le aziende

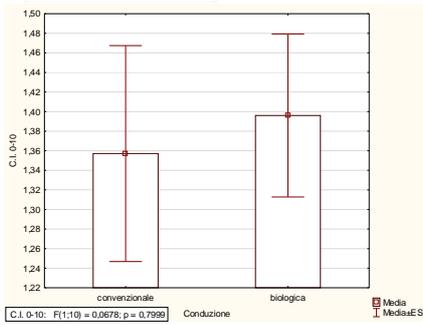


### Confronto dei valori degli indici di cono a diversi intervalli di profondità tra l'interfila e la ruotata.

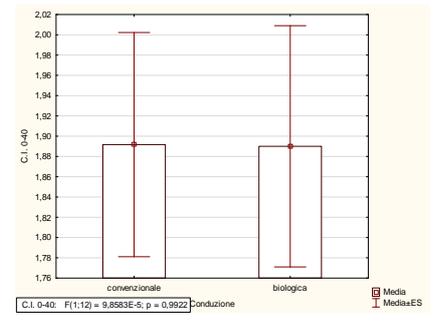
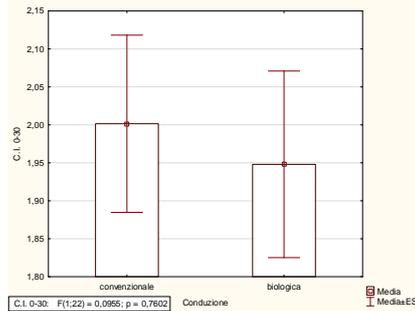




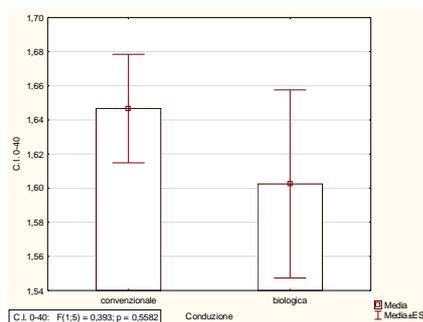
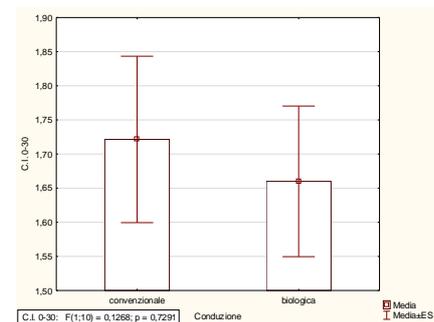
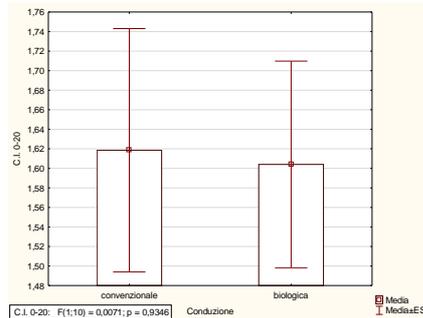
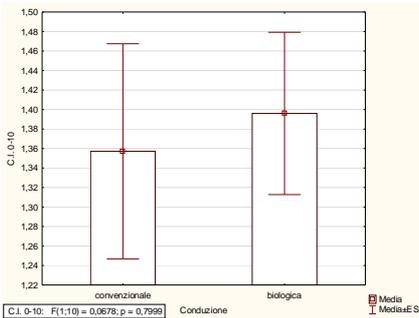
**Confronto dei valori degli indici di cono (C.I.) a diversi intervalli di profondità tra la conduzione convenzionale e**



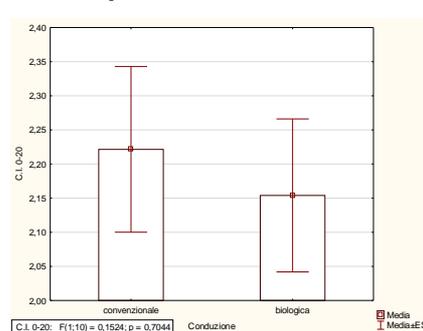
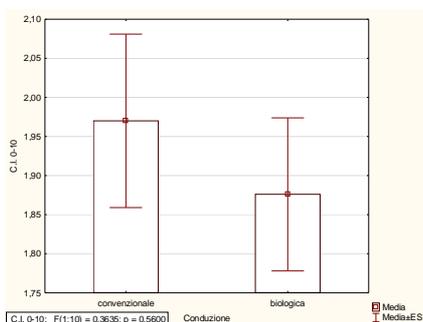
**biologica**

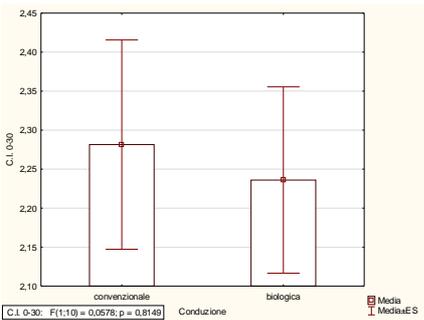


**Confronto dei valori degli indici di cono (C.I.) a diversi intervalli di profondità tra la conduzione convenzionale e biologica nei campioni dell'interfila**

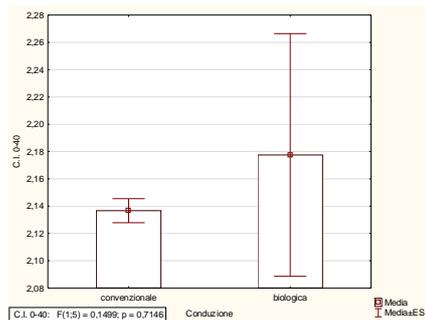


**Confronto dei valori degli indici di cono (C.I.) a diversi intervalli di profondità tra la conduzione convenzionale e biologica nei campioni della ruotata.**



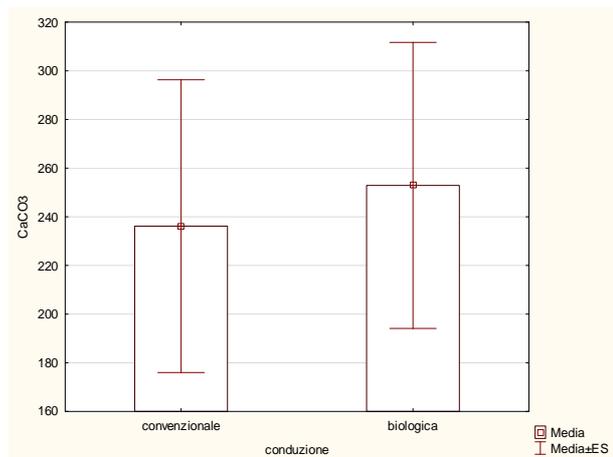


**Confronto**

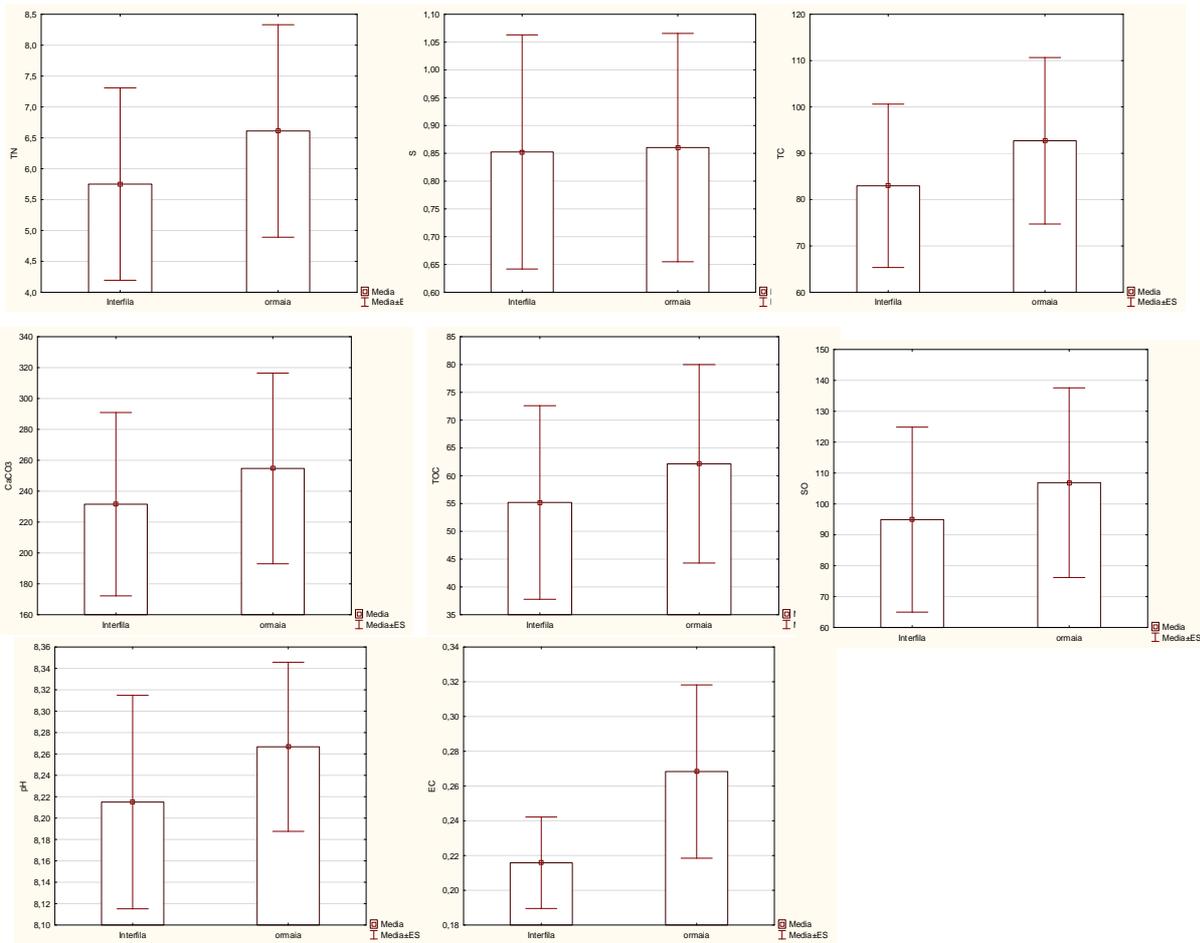


**di CaCO3 e SO tra aziende  
convenzionali e biologiche su**

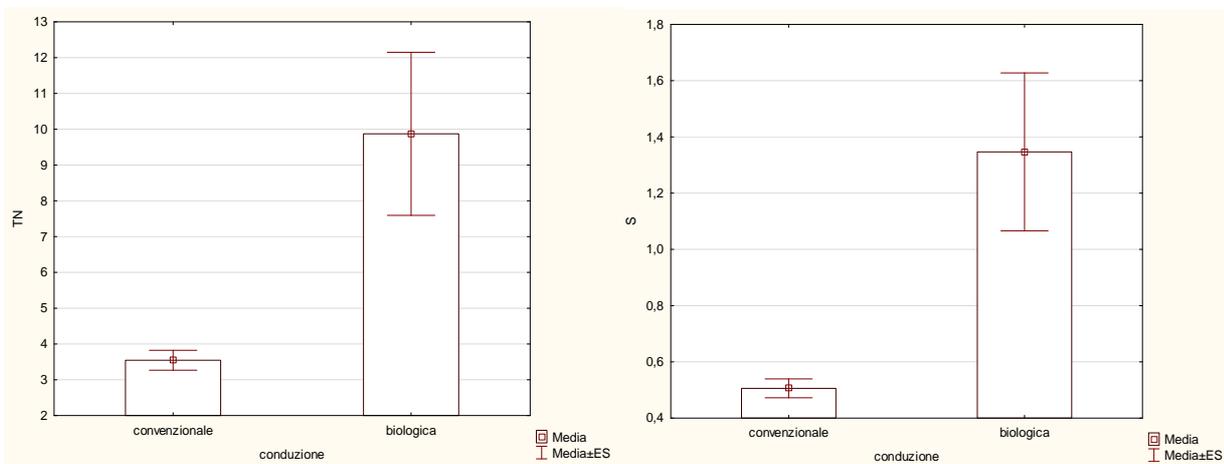
**campioni superficiali**



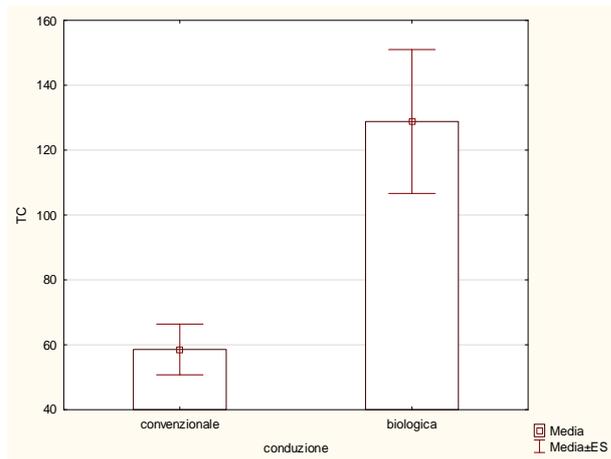
**Confronto di TN, S, TC, CaCO3, TOC, SO, pH e EC tra interfila e ruotata**



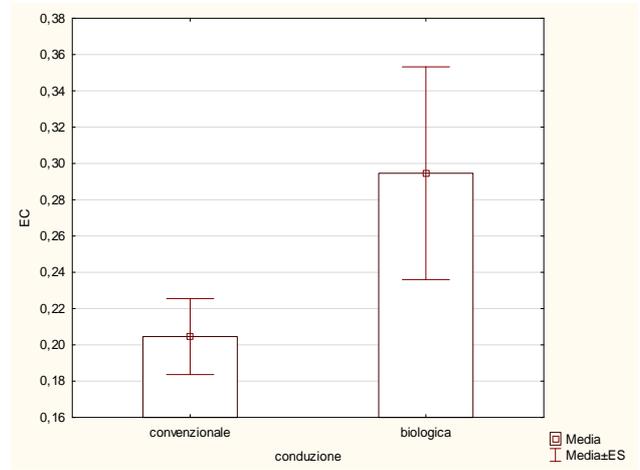
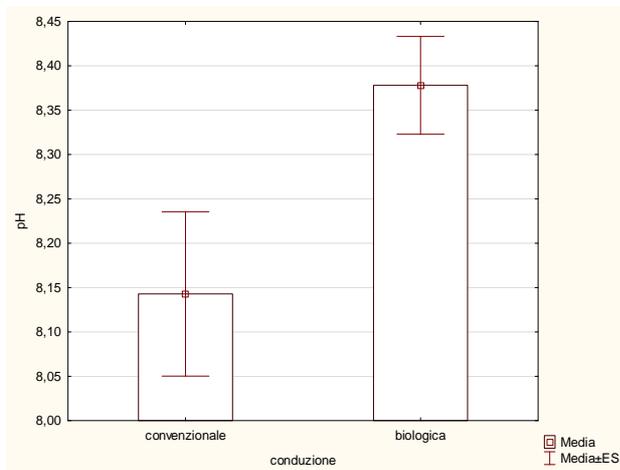
**Confronto di TN, S tra aziende convenzionali e biologiche.**



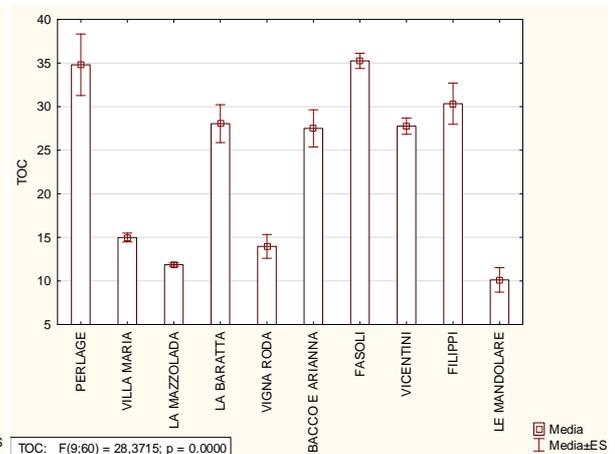
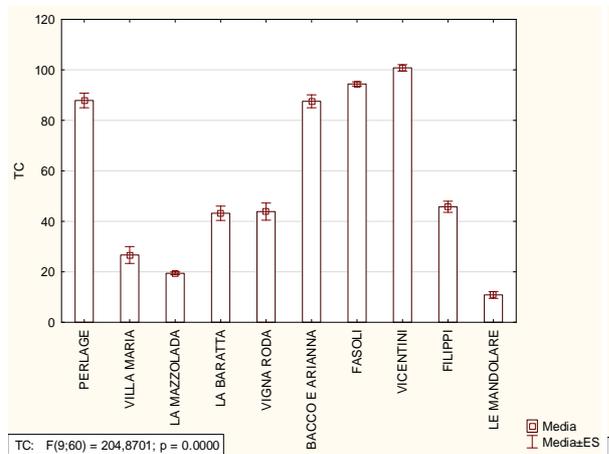
**Confronto di TC tra aziende convenzionali e biologiche**



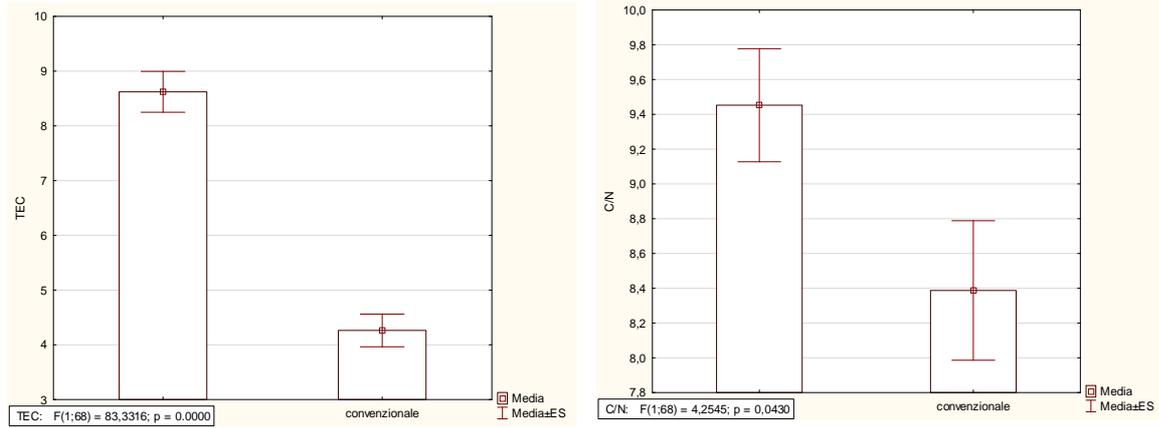
### Confronto di pH e EC tra aziende convenzionali e biologiche



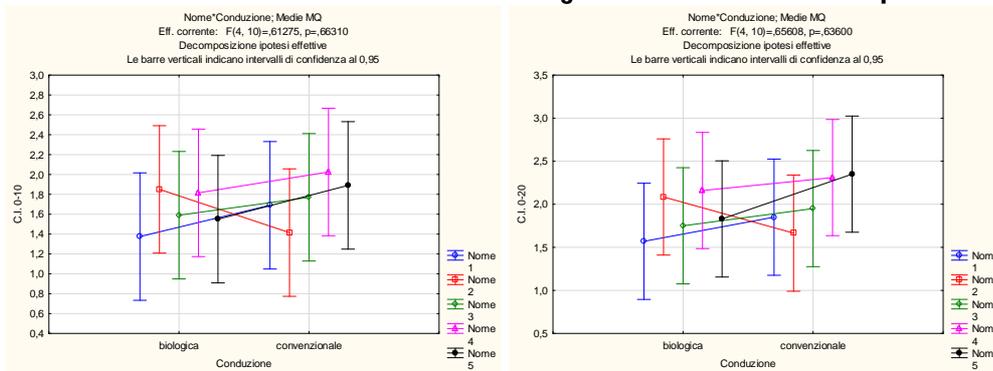
### Confronto di TC e TOC tra tutte le aziende del progetto bio-bio



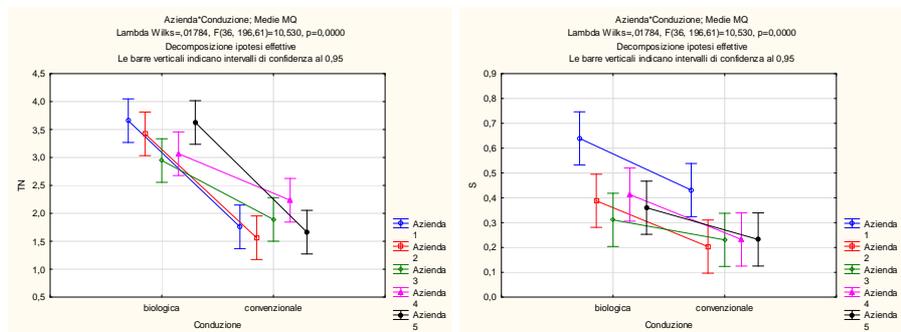
## Confronto di TC, TOC, TEC e C/N tra aziende convenzionali e biologiche.



## Effetto dell'interazione sugli indici di cono a diverse profondità.



## Effetto dell'interazione su TN e S.



















## BIBLIOGRAFIA

- APAT (2004). *Image & Corine Land Cover 2000. vol. 1: Dati vettoriali*. Dipartimento Stato dell'Ambiente e Meteorologia Ambientale, Servizio Gestione Modulo Nazionale SINAnet. Roma.
- APAT, CTN SSC, Centro Tematico Nazionale Suolo e Siti Contaminati, Elementi di progettazione della rete nazionale di monitoraggio del suolo a fini ambientali (RTI CTN\_SSC 1/2002). *Linee guida per un manuale di organizzazione e gestione della rete*.
- ARPA PIEMONTE, CTN TES, Centro Tematico Nazionale Territorio e Suolo (RTI CTN\_SSC 3/2001). *Atlante degli indicatori del suolo – 2001, Degradazione fisica e biologica dei suoli*.
- ARPA VENETO – CENTRO METEOROLOGICO DI TEOLO (2000). *La caratterizzazione climatica del territorio veneto*. Europrint, Rovigo.
- ARPA VENETO (2005). *Carta dei suoli della Regione Veneto alla scala 1:250.000*. Servizio Suoli - Dipartimento di Treviso.
- ARPA VENETO (2008). *Carta dei suoli della provincia di Treviso alla scala 1:50.000*. Servizio Suoli - Dipartimento di Treviso.
- ARPA VENETO (2008). *I suoli della provincia di Venezia alla scala 1:50.000*. Servizio Suoli - Dipartimento di Treviso.
- ARVIDSSON J. (2001). *Subsoil compaction caused by heavy sugarbeet harvesters in southern Sweden. I. Soil physical properties and crop yield in six field experiments*. Soil and Tillage Research 60, 1-2, pp. 67–78.
- CIAVATTA C., VIANELLO G. (1989). *Bilancio idrico dei suoli: applicazioni tassonomiche, climatiche e cartografiche*. Ed. CLUEB, Bologna.
- CRA (Pagliai M., Vignozzi N., Pellegrini S., Papini R., Andrenelli M.C., Brandi G.), IRPI (Salvador P., Yanez M.S., Cassi P., Torri D., Calzolari C., Ungaro F.) (2008). *Dinamica della sostanza organica ed effetti sulle caratteristiche fisiche del suolo*. Atti del convegno "Impiego in agricoltura di ammendanti compostati – Risultati di sei anni di sperimentazioni" C.R.P.A. S.p.A., Bologna, 15 aprile 2008.
- DIAS JUNIOR M.S. (Soil Science Department, Federal University of Lavras, Brazil) (2003). *A soil mechanics approach to study soil compaction and traffic on the preconsolidation pressure of tropical soils*. Letture al College on Soils Physics, Trieste, 3-21 marzo 2003
- FRATERS B. (1996). *Generalized Soil Map of Europe. Aggregation of the FAO–UNESCO soil units based on the characteristics determining the vulnerability to degradation processes*. RIVM Report n.

481505006. National Institute of Public Health and the Environment (RIVM), Bilthoven, The Netherlands, p. 60.
- GARDNER W.H. (1986). *Water content*. In: Methods of soil analysis, part 1; second edition, Klute A. ed., Am. Soc. Agron., Madison, WI, pp. 493-544.
- GIORDANO A. (1999). *Pedologia*. UTET. Torino.
- HEMMAT A., ADAMCHUK V.I. (2008). *Sensor systems for measuring soil compaction; Review and analysis*. Computers and Electronics in Agriculture 63, Science Direct, Elsevier, pp. 89-103.
- HEMMAT A., TAHMASEBI M., VAFAEIAN M., MOSADDEGHI M. R. (2009). *Relationship between pre-compaction stress and shear strength under confined and semi-confined loadings for a sandy loam soil*. Biosystems Engineering, 102, 2, pp. 219-226.
- HORN R., FLEIGE H., RICHTER F.H., CZYZ E.A., DEXTER A., DIAZ-PEREIRA, DUMITRU E., ENARCHE R., MAYOL F., RAJKAI K., DE LA ROSA D., SIMOTA C. (2005). *Prediction of mechanical strength of arable soils and its effects on physical properties at various map scales*. SIDASS project Part 5, Soil Tillage Research 82, pp. 47-56.
- HOUSKOVA B. (Institute for Environment & Sustainability, JRC Ispra) (2007). *Soil compaction as a driving force for changes in soil functions*. Joint Research Centre, European Commission, 5<sup>th</sup> ESSC congress – Palermo 2007.
- HOUSKOVA B., MONTANARELLA L. (Institute for Environment & Sustainability, JRC Ispra) (2007). *Map of Soil Susceptibility to Compaction in Europe*. Joint Research Centre, European Commission, 5<sup>th</sup> ESSC congress – Palermo 2007.
- JONES R.J.A., SPOOR G., THOMASSON A.J. (2003). *Vulnerability of subsoils in Europe to compaction: a preliminary analysis*. Soil & Tillage Research, 73, 1-2, Elsevier Science.
- JONES R.J.A., TOMASSON A.J. (1985). *An agroclimatic databank for England and Wales*. Soil Survey Technical Monograph n. 16, Harpenden, UK, p. 45
- JONES R.J.A., TOMASSON A.J. (1993). *Effects of soil-climate-system interactions on the sustainability of land use: a European perspective*. In: Utilization of Soil Survey International for Sustainable Land Use. J.M. Kimble (ed.) Proceedings of the Eighth International Soil Management Workshop, July 10-24, 1992, Oregon, California, and Nevada: Lincoln, NE, USDA, Soil Conservation Service, p. 67-76.
- JRC, EUROPEAN COMMISSION, EUROPEAN SOIL BUREAU NETWORK (2007). *A workshop in support of the Thematic Strategy for Soil Protection. Common Criteria for Risk Area Identification in the Soil Framework Directive*, Hannover, 25 April 2007.
- JRC, IES, ENVASSO (2008). *Environmental Assessment of Soil for Monitoring; volume I: Indicators & Criteria*. JRC Scientific and Technical Reports; ENVASSO Project; EUR 23490 EN/1.

- JRC, IES, ENVASSO (2008). *Environmental Assessment of Soil for Monitoring; volume IIa: Inventory & Monitoring*. JRC Scientific and Technical Reports; ENVASSO Project; EUR 23490 EN/2A.
- LE BAS C., HOUSKOVA B., BIALOUSZ S., BIELEK P., RICHARD G., KING D. (2006). *Soil compaction – Identifying Risk Area for Soil degradation in Europe by Compaction*. European Soil Bureau – Research Report n. 20, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- LEBERT M., BOKEN H., GLANTE F. (2007). *Soil compaction – indicators for the assessment of harmful changes to the soil in the context of the German Federal Soil Protection Act*. Journal of Environmental Management 82, Elsevier, pp. 388-397.
- MCGARRY D. (2004). *Soil compaction – Causes and effect, a short review*. 2<sup>nd</sup> European Summer School on Soil Survey, 12-16 June 2004.
- PRESIDENZA PER LE POLITICHE AGRICOLE (1997). Decreto ministeriale 1° agosto 1997. *Approvazione dei “Metodi ufficiali di analisi fisica del suolo”*. Allegato. Gazzetta Ufficiale, 2-9-1997, serie generale n. 204.
- REGIONE VENETO (2009). *Carta della copertura del suolo del Veneto. Edizione 2009*.
- REINERT D. J., SUZUKI L. E. A. S., REICHERT J. M. (2006). *Interrelation of mechanical and physical soil properties of six south brazilian soils under no-tillage*. In: International Soil Tillage Research Organisation 17th Triennial Conference, “Sustainability – its Impact on Soil Management and Environment” - Kiel, Germany, August 28th – Sept. 3rd, 2006.
- SMITH L.P. (1967). *Potential Transpiration*. Technical Bulletin Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, London, n. 125.
- SMITH R., BETTIGA L., CAHN M., BAUMGARTNER K., JACKSON L. E., BENSEN T. (2008). *Vineyard floor management affects soil, plant nutrition, and grape yield and quality*. California Agriculture, vol. 62, n. 4.
- THE CENTER FOR ENVIRONMENTAL MANAGEMENT OF MILITARY LANDS, Colorado State University (2004). *Guide to sampling soil compaction using hand-held soil penetrometers*.
- TOMASI D., GAIOTTI F. (2010). *Il gusto del suolo*. VIII International Terroir Congress, 14-18 giugno 2010, Soave (VR). pp. 70-75, 86-91.
- TRAUTNER A., VAN DEN AKKER J.J.H., FLEIGE H., ARVIDSSON J., HORN. R. (2003). *A subsoil database: its development, structure and content*. Soil & Tillage Research 73, Elsevier, pp. 9-13.
- UNGARO F., CALZOLARI C., TAROCCO P., GIAPPONESI A. AND SARNO G. (2005). *Quantifying spatial uncertainty of soil organic matter indicators using conditional sequential simulations: a case study in Emilia Romagna plain (Northern Italy)*. Canadian Journal of Soil Science, 85, 499-510.
- Van Beek C.L., Toth T., Hagyo A., Toth G., Recatala Boix L., Ano Vidal C., Malet J.P., Maquaire O., van den Akker J.J.H., van der Zee, S.E.A.T.M., Verzandvoort S., Simota C., Kuikman P.J., Oenema O.

- (2010). *The need for harmonizing methodologies for assessing soil threats in Europe*. Soil Use and Management. Special Issue: Soil Quality 26 (3), pp. 299-309.
- VAN DEN AKKER J. J. H., SIMOTA C. (2007). *Risk Assessment Methods of Compaction (RAMSOIL – Risk Assessment Methodologies for Soil Threats)*, 6° framework programme, scientific support to policies, project report 2.3, deliverable 2.3.2.5.
- VAN DEN AKKER J.J.H. (2002). *Determination of the susceptibility of subsoils to compaction and ways to prevent subsoil compaction*. In: Pagliai, M., Jones, R. (eds). Sustainable land management - environmental protection: A soil physical approach. Advances in GeoEcology 35. Catena Verlag, Reiskirchen, Germany, pp. 291-304.
- VAN DEN AKKER J.J.H. (2004). *SOCOMO: a soil compaction model to calculate soil stresses and the subsoil carrying capacity*. Soil & Tillage Research 79, Elsevier, pp. 113-127.
- VAN DEN AKKER J.J.H., ARVIDSSON J., HORN R. (2003). *Introduction to the special issue on experiences with the impact and prevention of subsoil compaction in the European Union*. Soil & Tillage Research 73, Elsevier, pp. 1-8.
- VAN OUWERKERK C. SOANE B.D. (1994). *Conclusions and recommendations for further research on soil compaction in crop production*. In: Soane, B.D. Van Ouwerkerk, C. (Eds.), Soil Compaction in Crop Production. Developments in Agricultural Engineering 11. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, pp. 627-642.
- VAN-CAMP L., BUJARRABAL B., GENTILE A.R., JONES R.J.A., MONTANARELLA L., OLAZÁBAL C., SELVARADJOU S.K. (2004). *Reports of the Technical Working Groups Established under the Thematic Strategy for Soil Protection*. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- VIOLANTE P. (2000). *Metodi di analisi chimica del suolo*. Franco Angeli.

### **Siti internet**

<http://eusoiils.jrc.ec.europa.eu:80/projects/envasso/>

[www.vinidelpiave.com](http://www.vinidelpiave.com)

[www.eijkelkamp.com](http://www.eijkelkamp.com)

# INDICE

<b>RIASSUNTO</b> .....	1
<b>ABSTRACT</b> .....	4
<b>1. INTRODUZIONE</b> .....	6
1.1. IL SUOLO .....	6
1.1.2. Definizioni .....	6
1.2.2 I fattori pedogenetici.....	7
1.1.2. Il profilo e gli orizzonti.....	8
1.1.3. Inquadramento normativo .....	9
1.1.4. Le principali minacce.....	10
1.2. LA COMPATTAZIONE DEL SUOLO .....	12
1.2.1. Definizione .....	12
1.2.2. Cause ed effetti.....	13
1.2.3. Durata ed interazioni con la sostanza organica.....	14
1.2.4. Metodi per ridurre gli effetti.....	14
1.2.5. Metodi di stima.....	14
1.2.5.1. <i>OSSERVAZIONI IN CAMPO</i> .....	15
1.2.5.2. <i>MISURE IN CAMPO</i> .....	17
1.2.5.2. <i>MISURE IN LABORATORIO</i> .....	19
1.2.6. Indicatori.....	20
1.5 GLI STRUMENTI CARTOGRAFICI E PEDOLOGICI DI CONOSCENZA DEL SUOLO .....	24
<b>2. SCOPO DELLO STUDIO</b> .....	28
<b>3. MATERIALI E METODI</b> .....	30
3.1 DESCRIZIONE DELL'AREA DI STUDIO.....	30
3.1.1 La pianura veneta.....	30
3.1.1.1. <i>IL CLIMA</i> .....	30
3.1.1.2. <i>USO E GESTIONE DEL SUOLO</i> .....	33
3.1.1.3. <i>ORIGINE DELLA PIANURA VENETA E NATURA DEI SUOLI</i> .....	34
3.1.1.4. <i>LA LEGENDA DELLA CARTA DEI SUOLI DEL VENETO IN SCALA 1:250.000</i> .....	39
3.1.2 La DOC Piave .....	41

3.1.2.1. LA STORIA.....	41
3.1.2.2. IL CLIMA .....	42
3.1.2.3. I SUOLI DELLA DOC PIAVE .....	43
3.1.2.4. LA LEGENDA DELLE CARTE DEI SUOLI DELLE PROVINCE DI TREVISO E DI VENEZIA IN SCALA 1:50.000 .....	46
3.1.2.5. GESTIONE DEI VIGNETI NELLA DOC PIAVE.....	47
3.1.2.6. I VINI .....	48
3.2 IL DATABASE REGIONALE DEL SUOLO.....	49
3.3 I MODELLI DI VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITÀ ALLA COMPATTAZIONE.....	49
3.3.1. RAMSOIL .....	49
3.3.2 Metodo di Jones.....	50
3.3.2.1. DENSITÀ APPARENTE E PACKING DENSITY .....	51
3.3.2.2. SOSTANZA ORGANICA .....	52
3.3.2.3. STRUTTURA .....	52
3.3.2.4. POTENZIALE DI UMIDITÀ .....	53
3.3.2 Metodo AAFC .....	55
3.4. STRUMENTAZIONI E METODICHE UTILIZZATE .....	56
3.4.1. Determinazione della densità apparente (metodo del carotaggio) .....	56
3.4.2. Determinazione del contenuto d'acqua (metodo gravimetrico) .....	57
3.4.3. Penetrometro .....	58
3.4.4. Analizzatore elementare CNS.....	60
<b>4. RISULTATI E DISCUSSIONE.....</b>	<b>62</b>
4.1. METODO DI JONES APPLICATO AL VENETO .....	62
4.2. METODO DI JONES APPLICATO ALL'AREA DOC PIAVE.....	64
4.3. METODO AAFC APPLICATO AL VENETO .....	66
4.4. METODO AAFC APPLICATO ALL'AREA DOC PIAVE.....	67
4.5. ATTIVITÀ DI VERIFICA IN CAMPO NELLA DOC PIAVE .....	74
4.5.1. Caratterizzazione pedologica dell'azienda Cescon.....	74
4.5.2. Misure di densità apparente e resistenza alla penetrazione .....	77
4.6. ATTIVITÀ DI VERIFICA IN CAMPO NEL VENETO .....	79
4.6.1. Caratterizzazione pedologica delle aziende del progetto bio-bio .....	79
4.6.2. Misure di densità apparente .....	87

4.6.2. Misure di resistenza alla penetrazione .....	90
4.6.3. Parametri chimici .....	95
4.6.4. L'analisi della varianza fattoriale .....	98
4.6.5. L'analisi delle componenti principali (PCA) .....	100
4.6.6. Confronto della resistenza alla penetrazione con la meccanizzazione .....	102
<b>5. CONCLUSIONI</b> .....	<b>104</b>
<b>ALLEGATI</b> .....	<b>106</b>
ALLEGATO 1 - UNITA' CARTOGRAFICHE PRESENTI NEI VIGNETI DELL'AZIENDA CESCO..	106
ALLEGATO 2 - UTS PRESENTI NEI VIGNETI DELL'AZIENDA CESCO .....	109
ALLEGATO 3 - UNITÀ CARTOGRAFICHE PRESENTI NEI VIGNETI DELLE AZIENDE SCELTE ...	116
ALLEGATO 4- UTS PRESENTI NEI VIGNETI DELLE AZIENDE SCELTE .....	120
ALLEGATO 5 – ANALISI DEI PARAMETRI CHIMICI DELLE AZIENDE SCELTE SU CAMPIONI DI 5 cm .....	139
ALLEGATO 6 – ANALISI DEI PARAMETRI CHIMICI DELLE AZIENDE SCELTE SU CAMPIONI DI 25 cm.....	140
ALLEGATO 7 - DATI TECNICI DEL PENETROMETRO USATO.....	141
ALLEGATO 8 – GRAFICI.....	142
ALLEGATO 9 – MISURAZIONI DI RESISTENZA ALLA PENETRAZIONE .....	149
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>157</b>