

## ASPETTI PEDOLOGICI DELL'AREA DI PRODUZIONE DEI VINI D.O.C. "COLLI DEL TRASIMENO"

### PEDOLOGICAL CHARACTERISTICS OF WINES D.O.C. "COLLI DEL TRASIMENO" PRODUCTION AREA

Calandra Rolando, Leccese Angelo

(Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali – Università degli Studi di Perugia)

#### **Riassunto**

Nell'area di produzione dei vini D.O.C. "Colli del Trasimeno" è stato eseguito uno studio pedologico tramite sopralluoghi in aziende vitivinicole rispondenti alle prescrizioni del disciplinare ed i cui terreni fossero rappresentativi dei substrati presenti nel territorio. Lo studio dei suoli rappresentativi ha consentito di mettere in evidenza, notevoli differenze circa le caratteristiche morfologiche, chimiche, fisiche ed idrologiche chiaramente correlate con gli aspetti edafici e quelli biologici, produttivi e tecnologici. Tra i fattori della pedogenesi, il rilievo assume un ruolo decisivo per il condizionamento dei tipi pedologici

#### **Abstract**

*In the territory of production of wines "Colli del Trasimeno" D.O.C. it has been executed a pedological survey and, through various inspections in grapevine companies, have been characterize and study several vineyards representative for different pedological zones. It has been executed the description of the soils profiles and remarkable differences in morphologic, physics, chemical and idrological characteristics, are emerged. Inside the specific geological area the values oscillate in a geomorfological logic and, among the pedogenetic factors, the relief has a decisive role.*

#### **1. Premessa**

Seguendo una tradizione ormai consolidata del nostro gruppo di lavoro, in questa occasione è stata svolta un'indagine pedologica che ha riguardato il settore occidentale della regione Umbria e, più esattamente, la zona di produzione dei vini D.O.C. "Colli del Trasimeno".

Questo è il sesto contributo della "serie", che speriamo di completare presto con gli ultimi quattro articoli; anche in questo caso, lo studio ha necessariamente risentito dello spirito con cui è stata delimitata la zona d'indagine, vuoi nella localizzazione della maggior parte dei profili esaminati, vuoi per il tipo di accertamenti di laboratorio che sono stati eseguiti.

Le metodologie relative alle indagini di campagna e di laboratorio restano, però, quelle ufficiali (Mi.P.A.F., 1997; 2000); per quanto concerne la classificazione dei suoli si è fatto riferimento all'ultima edizione della tassonomia del suolo (U.S.D.A., 2006).

#### **2. Caratteristiche del territorio**

L'area oggetto di studio (fig. 1), per grandi linee, è delimitata ad ovest dal confine con la regione Toscana, a nord dai rilievi di Tuoro, Passignano e Corciano di cui esclude le aree a quote più elevate, quindi dai sobborghi di Perugia segue la S.P. Pievaiola fino a raggiungere l'estremità meridionale del territorio chiudendo il perimetro. In tal modo sono interessati per la totalità o

quasi della propria superficie, i comuni di: Città della Pieve, Paciano, Panicale, Castiglione del Lago, Tuoro sul Trasimeno, Passignano sul Trasimeno, Magione, Corciano e, marginalmente, Perugia e Piegaro.

I substrati geologici dell'area esaminata sono costituiti da rocce sedimentarie clastiche ed è presente una notevole variabilità di litotipi. Le notevoli differenze esistenti, non solo a livello cronologico, ma anche tra i vari ambienti di sedimentazione e soprattutto tra le granulometrie (pur prevalendo i termini psammitici), permettono di distinguere almeno quattro categorie di substrati.

Il complesso arenaceo oligo-miocenico, dominato da sedimenti in facies di flysch e con netta prevalenza delle arenarie della formazione del "Macigno", è presente in corrispondenza delle colline che da Borghetto si sviluppano sopra Tuoro e Passignano, di quelle di Magione e Monte Buono e di quelle da Monte Solare a Panicale, nonché a Sud di Paciano fino a Piegaro e nelle tre isole. Tale formazione è da riferire a sedimentazione marina di età compresa tra Miocene e Paleocene.

Le arenarie sono costituite da strati abbastanza potenti ed a granulometria generalmente sottile di sedimenti quarzoso-feldspatico-micacei, i cui clasti sono cementati da marne siltose. Talora, intercalate per piccole estensioni, sono presenti lenti di marne giallastre e rosate. Sempre nell'ambito di questo complesso, sono da segnalare banchi di calcareniti ed arenarie calcaree a Castiglione del Lago e di scisti argillosi, marne ed arenarie presso Sanfaticchio.

Meno rappresentate (M. Rentella, S. Mariano, Agello) sono le turbidite mioceniche della formazione Marnoso-Arenacea, rappresentata, appunto, da alternanze di banconate arenacee e strati marnosi di variabile potenza.

L'estremità occidentale del territorio (Rengone, Porto, Laviano, ecc.) è caratterizzata, invece, da affioramenti sabbiosi con lenti argillose e conglomeratiche di ambiente marino, più esattamente litorale e salmastro riferibili al Pliocene.

Alla stessa epoca risalgono le sabbie con livelli conglomeratici che costituiscono il rilievo su cui sorge Città della Pieve.

I sedimenti di colmamento lacustre e fluvio-lacustre pleistocenici, costituiti da sabbie e argille con lenti e livelli ciottolosi, nel complesso, occupano la gran parte del territorio esaminato. Per quanto riguarda i materiali propriamente lacustri, riferibili al Pleistocene inferiore e più genericamente al Villafranchiano, si osserva il prevalere dei terreni argillosi su quelli più grossolani nelle aree più in quota (Petrignano, Pozzuolo, Gioella, Lopi, Villa, Vaiano, Paciano, ecc.) e nelle aree periferiche (Sanguinetto, Macchie), mentre abbondano quelli sabbiosi a quote inferiori (Ferretto, Piana, Vitellino, ecc.); sedimenti analoghi si osservano nella valle del fiume Nestore

Per i materiali fluvio-lacustri del Pleistocene superiore si osserva, invece, una generale prevalenza di termini sabbiosi (Spina, Cuccaia, Pescia, ecc.), salvo i casi di affioramento di lenti argillose (Carraia).

Nelle aree situate a quote più basse, alle formazioni precedenti si sovrappongono sedimenti più recenti, ascrivibili al Pleistocene superiore ed all'Olocene. Sono rappresentati da depositi alluvionali



Fig. 1 – Localizzazione dell'area D.O.C.

che vanno a formare una sottile fascia lungo le sponde del lago e si allungano negli alvei attuali dei principali corsi d'acqua; si hanno inoltre depositi colluviali, falde e conoidi di detrito che raccordano le alluvioni con i rilievi circostanti.

Nell'area oggetto di indagine, i litotipi risalenti all'era terziaria, in larga parte costituite da areniti con elevati contenuti in argilla, mostrano generalmente un livello di permeabilità molto basso: ciò consente soltanto la genesi di piccole falde, più che altro a carico degli strati superficiali, le quali a loro volta, danno origine a piccole sorgenti.

Le formazioni del Quaternario, invece, risultano relativamente più permeabili per la presenza di sabbia e di ciottolame, anche se in una matrice argillosa: in questa situazione, per infiltrazione delle acque meteoriche, si sono costituite falde superficiali abbastanza continue, come quella che si rinviene nell'area che circonda tutto il lago.

Abbastanza eterogenei sono anche gli aspetti geografici e morfologici di questo territorio.

Lungo ipotetici allineamenti presi perpendicolarmente alla statale Umbro-Casentinese all'altezza di Ferretto o della Piana, l'osservatore difficilmente riesce a percepire il passaggio dalle alluvioni attuali a quelle fluvio-lacustri tardo-pleistoceniche sabbiose, fino ai depositi lacustri villafranchiani anch'essi sabbiosi; sarà solo proseguendo ancora più ad ovest, oltrepassati i Pieracci, che si ha nel materiale lacustre il passaggio da sedimenti sabbiosi ad argillosi e, contemporaneamente, l'interruzione della morfologia piatta (pendenza attorno al 2%) ed il passaggio a pendici più acclivi, forme più articolate ed incisive, accenni di terrazzamento, ecc. Rotture di pendio si rinvengono invece sotto Carraia e presso Macchie, proprio perché in quei settori il materiale fluvio-lacustre è nettamente più argilloso di quello alluvionale olocenico.

Lungo l'allineamento Punta Navaccia-Tuoro, infine, il paesaggio riguarda le alluvioni oloceniche ed il Villafranchiano ma, nonostante il forte divario cronologico, esso è poco evidente per l'analogia granulometrica dei sedimenti; più evidente è lo stacco morfologico tra Villafranchiano e Miocene, anche in presenza di potenti coltri detritiche di raccordo.

Le zone propriamente pianeggianti, con pendenze inferiori al 5% e che occupano circa 1/3 del territorio, risultano quindi impostate non soltanto sulla totalità dei depositi alluvionali olocenici e fluvio-lacustri tardo-pleistocenici, ma anche su una larga fascia di sedimenti villafranchiani sabbioso-limosi nell'entroterra di Castiglione del Lago e su coltri colluviali (Ellera).

Le aree collinari assumono aspetti variabili nei vari settori del bacino: sui sedimenti argillosi villafranchiani, ad Est dello spartiacque Petrignano-Pozzuolo-Gioiella-Vaiano, si hanno rilievi dolci e stoncati con pendenze distribuite pressoché equamente tra gli intervalli 5-10% e 10-20%. Tali rilievi non creano incisioni eccessivamente profonde, per cui si riscontrano limitate aree con acclività tra il 20 e il 40%. Ad ovest del citato spartiacque, in coincidenza con gli affioramenti sabbiosi pliocenici, si ha un paesaggio decisamente più acclive ed inciso; infatti, solo metà del territorio possiede una pendenza modesta o moderata (comunque <20%) mentre l'altra metà risulta avere acclività compresa tra il 20 e il 40% e con punte ancora superiori. Analoga simmetria si riscontra a Città della Pieve che sorge su un rilievo delimitato ad ovest da una scarpata mentre ad est si continua con un altopiano ondulato che, gradualmente, assume morfologia collinare.

La collina arenacea di Tuoro, Passignano, Panicale, Paciano e Piegara mostra, infine aspetti decisamente più aspri in quanto meno di un quarto del territorio possiede pendenze inferiori al 20%, mentre più di metà di esso rientra nell'intervallo 30-60%, con punte anche superiori al 60% di acclività.

L'asprezza del paesaggio è, ovviamente, dovuta anche alla concomitanza della maggiore erosione e quindi alla frequenza di affioramenti di roccia.

Dall'esame dei dati meteorologici delle stazioni di Castiglione del Lago, S. Martino dei Colli, Panicale, Tuoro sul Trasimeno, Ceraso, Casalini, Villastrada, Monte del lago, San Savino, Castel Rigone e Città della Pieve (per alcune di esse i dati termometrici sono stati desunti con apposito modello matematico) (Giovagnotti et alii., 2000), si può definire il clima generalmente subumido, secondo

mesotermico, con moderata deficienza idrica estiva e moderata concentrazione dell'efficienza termica; a luoghi, si riscontra un'eccedenza idrica invernale. Dai dati termopluviometrici disponibili o ricostruiti, deriva un regime di temperatura del suolo, a 50 cm di profondità, di tipo mesico.

Sempre per quanto riguarda la sezione di controllo dei suoli esaminati, era stato già constatato (Giovagnotti et alii., 2003) un regime di umidità che oscillava dallo xerico (oltre 45 giorni consecutivi di secchezza) all'ustico (secchezza presente ma inferiore a 45 giorni) in relazione alle caratteristiche intrinseche dei suoli (AWC, profondità, ecc.).

### 3. Caratteristiche fisico-chimiche e tassonomia dei suoli

Lo studio di campagna ha mostrato un'elevata variabilità del paesaggio pedologico, giustificata dalle notevoli differenze dei vari fattori ambientali (litologia e morfologia del territorio) e dello stesso uso del suolo che si ripercuotono tanto sul livello evolutivo raggiunto dai suoli, quanto sulle caratteristiche morfologiche, chimiche e fisiche da essi acquisite.

La successione degli orizzonti osservata nei vari profili, ci autorizza ad inserirli in tre diversi Ordini della tassonomia americana.

#### 3.1. Entisuoli

Nell'Ordine degli Entisuoli sono riuniti tutti quei suoli minerali che non possiedono caratteri evolutivi di un certo rilievo, neppure di un orizzonte B di alterazione; sono presenti quattro Sottordini, ognuno con un Grande Gruppo, per un totale di nove Sottogruppi (tab. 1)

TABELLA 1 - ENTISUOLI

Ordine	Sottordine	Grande Gruppo	Sottogruppo
	Aquents	Psammaquents	Typici
			Mollici
	Fluents	Xerofluents	Typici
Entisuoli			Aquici
	Psamments	Xeropsamments	Typici
			Aquici
	Orthents	Xerorthents	Typici
			Lithici
			Aquici

#### *Psammaquents*

Entisuoli costantemente saturi d'acqua nella parte bassa del profilo e, per qualche periodo dell'anno, anche a profondità minori di 50 cm; sono caratterizzati inoltre da una tessitura sabbiosa. Si tratta di suoli a profilo ApC, formati su depositi alluvionali recenti; l'attività biologica è concentrata

nell'orizzonte superficiale, l'unico che contenga sostanza organica e possieda una struttura pedologica (generalmente di tipo poliedrico-subangolare).

Li troviamo in una sottile fascia di territorio che circonda il lago per vari chilometri; quelli che si trovano a qualche centinaio di metri dalla riva e sono ancora adatti per essere coltivati appartengono al Sottogruppo Typico, sono grigi o bruno-giallastri e possiedono dotazioni modeste in sostanza organica.

Ancora più vicino al lago, cioè nell'area del canneto, sono sostituiti da suoli analoghi ma con falda più superficiale e più ricchi in sostanza organica appartenenti al Sottogruppo Mollico.

#### *Xerofluvents*

Sviluppati su materiali colluviali, lacustri e fluviali recenti, si localizzano soprattutto nelle parti collinari dei corsi di alcuni torrenti. Hanno un regime di umidità xerico, sono profondi e presentano caratteristiche (anomalie nella distribuzione della sostanza organica, granulometria dei materiali) che derivano dalla loro origine alluvionale.

Il profilo è ancora di tipo AC e la differenziazione tra gli Xerofluvents Tipici e quelli Aquici consente di distinguere quelli a falda freatica profonda da quelli in cui questa risale a meno di 1,5 m dalla superficie per periodi di tempo significativi nella maggior parte degli anni.

#### *Xeropsamments*

Siamo ancora nell'ordine degli Entisuoli; il regime è xerico e l'elemento caratterizzante è la tessitura (sabbia fine franca o più grossolana). Specialmente nei terreni coltivati, ciò comporta necessariamente tenori di sostanza organica e livelli di capacità di scambio decisamente bassi, un eccesso di permeabilità ed una struttura debole o inesistente.

Derivano da materiali alluvionali scarsamente classati, sia olocenici che tardo-pleistocenici, che rappresentano il risultato di fattori locali (Panigarola-Anguillara) oppure di eventi episdici (Varco Bianco) nella sedimentazione fluvio-lacustre.

La profondità della falda freatica supera il metro nei Tipici ed è invece inferiore, almeno per qualche periodo dell'anno, negli Aquici. Alcune caratteristiche li avvicinano ai Quartzipsamments o agli Xeropsamments Dystrici.

#### *Xerorthents*

Osserviamo ancora un regime xerico ed un profilo AC: se si tratta di suoli calcarei, profondi e privi di falda, sviluppati su sedimenti teneri fluvio-lacustri, lacustri e marini, parliamo di Xerorthents Tipici (fig. 1). Altri, situati sulla collina arenacea, con presenza di bosco o pascolo, hanno spessore modesto, tessitura franco-sabbiosa, debole aggregazione e sono ascrivibili agli Xerorthents Lithici.

In funzione del substrato pedogenetico e della loro elevata permeabilità risultano più o meno acidificati.

Occasionale è, infine, la presenza, su substrati alluvionali, di suoli da riferire agli Xerorthents Aquici, generalmente collegati alla presenza di lenti argillose all'interno del substrato.

### *3.2. Inceptisuoli*

I suoli appartenenti all'Ordine degli Inceptisuoli sono accomunati dal possedere un orizzonte di alterazione (B cambico) che si interpone tra l'epipedon (di tipo ochrico) ed il substrato, per cui il profilo risulta essere del tipo ABwC.

Sono presenti due Sottordini, ognuno con due Grandi Gruppi ed un totale di sei Sottogruppi (tab. 2).

TABELLA 2 - INCEPTISUOLI

Ordine	Sottordine	Grande Gruppo	Sottogruppo
	Xerepts	Haploxerepts	Typici
			Lithici
Inceptisuoli			Aquici
			Fluventici
			Calcici
	Ustepts	Dystrustepts	Typici

### *Haploxerepts*

La maggior parte di essi ricadono nel sottogruppo Tipico (fig. 2), cioè non presentano particolari caratteri differenziali: l'orizzonte di superficie non è particolarmente ricco in sostanza organica, il B cambico ha una colorazione bruna per liberazione di ossidi di ferro di tipo limonitico, i carbonati, ove presenti all'origine, sono parzialmente o totalmente rimossi e lo spessore del suolo può raggiungere anche 1,5 m. Si rinvencono su substrati e su morfologie differenti come le alluvioni recenti e attuali di pianura, i depositi pleistocenici, le conoidi detritiche come pure sulla bassa collina villafranchiana o impostata sui sedimenti pliocenici marini e sulle formazioni turbiditiche del Miocene.

Su quest'ultimo substrato, frequentemente, l'erosione assottiglia i suoli al punto da farli classificare nel sottogruppo Lithico. A parte lo spessore, che in questi casi non raggiunge i 50 cm, le altre caratteristiche sono analoghe a quelle dei suoli precedenti.

In alcuni, pur permanendo il regime xerico della sezione di controllo, si osserva una risalita della falda nei periodi umidi, evidenziata da variegature a meno di 75 cm di profondità. Sono localizzati su alluvioni oloceniche e su sedimenti fluvio-lacustri tardo-pleistocenici e vanno classificati come Aquici.

Tra gli altri Haploxerepts, presenti su aree più modeste, ve ne sono alcuni su superfici giovani che conservano caratteri legati alla natura fluviale o colluviale del materiale di origine e vanno classificati come Fluventici.

Altri ancora, pur avendo il complesso di scambio ben saturato con ioni  $Ca^{++}$  o disponendo ancora di  $CaCO_3$  in superficie, mostrano vistosi accumuli di carbonati in profondità, come ai Pieracci e agli Scopeti su sedimenti villafranchiani; appartengono, quindi, al Sottogruppo Calcico. Quelli, invece, desaturati e leggermente acidificati preannunciano il Grande Gruppo successivo.



Fig. 2 – Esempio di Entisuolo

*Dystrustepts*

Sono localizzati quasi esclusivamente sulle arenarie del “Macigno” e sulle sabbie e ciottoli dell’altopiano Pievese, in aree dalla morfologia non troppo accidentata nelle quali, con la protezione del bosco, si riesce ad osservare un inspessimento del suolo ed una sua spinta evoluzione: la desaturazione è notevole ed in certi casi si hanno accenni di lisciviazione.

3.3. *Alfisuoli*

Il terzo Ordine presente nell’area esaminata è quello degli Alfisuoli, cioè di quei suoli decarbonatati e spesso acidificati che hanno subito un processo di lisciviazione a carico delle argille determinando un profilo di tipo AEBtC.

Il regime di umidità ci porta a classificarli nel Sottordine degli Ustalfs (tab. 3). Vista la semplicità dei profili e l’assenza di morfologie o caratteristiche particolari, il Grande Gruppo di appartenenza sarà comunque quello degli Haplustalfs.



Fig. 3 – Esempio di Inceptisuolo

TABELLA 3 - ALFISUOLI

Ordine	Sottordine	Grande Gruppo	Sottogruppo
Alfisuoli	Ustalfs	Haplustalfs	Typici
			Aquici
			Aquiltici

*Haplustalfs*

Nel caso di suoli moderatamente profondi, brunastri o giallastri, che non presentano falda né variegature entro i primi 75 cm dalla superficie, siamo nel Sottogruppo Tipico (fig. 3); non è sempre presente la successione completa degli orizzonti poiché, grazie alle buone condizioni di drenaggio, il suolo è soggetto a coltivazione e quindi il profilo risulta del tipo ApBtC. Questi suoli si incontrano soprattutto su depositi fluvio-lacustri ma anche su particolari livelli teneri delle arenarie del “Macigno”.

Qualora compaiano evidenti segni di idromorfia a meno di 75 cm dalla superficie, ricadremo nel Sottogruppo Aquico o Aquiltico; buona parte di questi suoli risulta tuttora coperta da vegetazione boschiva, benché si tratti di aree pianeggianti o comunque poco acclivi. Il substrato pedogenetico è rappresentato da sedimenti fluvio-lacustri (ad ovest di Castiglione del Lago) e marini (Città della Pieve), generalmente in fase sabbiosa.

Negli Aquici si osserva un complesso di scambio ancora abbastanza saturo (S/T 60), mentre in quelli Aquiltici la desaturazione è chiaramente più spinta.

Si incontrano anche esempi di orizzonti profondi con caratteristiche di fragipan.

Conclusa la panoramica sui suoli presenti in tutta l’area di produzione D.O.C. e concentrandoci invece sulle aree effettivamente vitate, notiamo che l’intervallo di variazione dei valori assunti dalle caratteristiche chimico-fisiche dei suoli, si restringe. In pratica, osserviamo che, come si evince dalla fig. 4 , le tessiture sono distribuite in nove delle dodici zone del diagramma, coinvolgendo anche l’estremità relativa alla Sabbia, risparmiando, invece, gli altri due vertici; di conseguenza, metà dei suoli hanno una tessitura più grossolana di quella franca.

I contenuti in sostanza organica dei suoli dei vigneti, sono generalmente bassi o molto bassi, con locale tendenza a raggiungere valori medi nelle aree di collina. L’effetto combinato di ciò con la tessitura, è evidente esaminando i valori raggiunti dalla capacità di scambio cationico; infatti, il 20% dei suoli ha una C.S.C. inferiore ai 10 meq/100 g, il 45% tra 10 e 20 ed il rimanente 33% tra 20 e 40 meq/100 g. Quest’ultimo valore è superato solo dal 2% dei campioni.

Sempre in conseguenza delle tessiture prima descritte, si registrano valori generalmente bassi o medi sia per la ritenzione idrica che per la capacità di campo: il risultato finale, ossia la capacità per l’acqua utile, è abbastanza incoraggiante, con un 64% di valori medi (90 – 140 mm) ed un 30% di valori alti (> 140 mm) e quindi, soltanto il 6% dei terreni lamenta valori bassi (< 90 mm).

Evidente, per quanto scontato, il parallelismo tra contenuto totale di calcare e reazione: solo il 6,3% dei suoli studiati ha un contenuto in  $\text{CaCO}_3 > 10\%$  mentre il 27,5% è da definirsi debolmente calcareo (0,5 – 10%), ed è proprio il 33% dei suoli a far registrare un pH leggermente (7,4 – 7,8) o moderatamente (7,9 – 8,4) alcalino.

Il 66% dei terreni che risultano privi o quasi (< 0,5%) di carbonati, si distribuiscono su cinque classi di pH. Più in dettaglio abbiamo: 17,5% neutri (6,6 – 7,3), 22,5% leggermente acidi (6,1 – 6,5), 11,2% mediamente acidi (5,6 – 6,0), 10,8% molto acidi (5,1 – 5,5) e 5% fortemente acidi (4,5 – 5,0).



Fig. 4 – Esempio di Alfisuolo

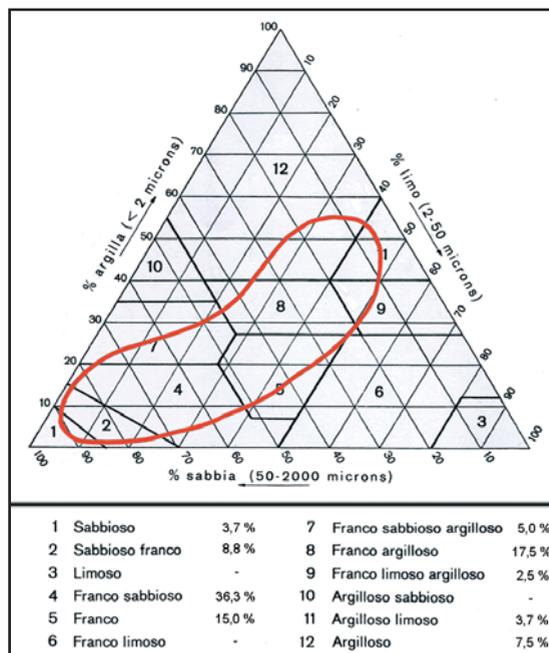


Fig. 5 – Triangolo tessiturale e frequenza delle classi

#### 4. Conclusioni

L'indagine, ha permesso di raccogliere importanti informazioni sulla tipologia e la distribuzione dei suoli presenti nonché sulle loro caratteristiche fisico-chimico-idrologiche.

Il paesaggio pedologico vede prevalere Entisuoli ed Inceptisuoli ed anche nei suoli più evoluti come gli Alfisuoli, il profilo è relativamente semplice.

Sono stati osservati evidenti segni di sofferenza per idromorfia a carico di un elevato numero di profili; essa si manifesta in forme gravi anche in suoli che, parallelamente, mostrano periodi di prolungata siccità. Il problema è particolarmente grave nelle zone poste a sud-ovest di Castiglione del Lago, dove non interessa soltanto i terreni posti nelle immediate vicinanze di corpi idrici cui le falde sono chiaramente connesse, ma condiziona l'uso agricolo di suoli distanti e sopraelevati rispetto ad essi, caratterizzati da particolari situazioni geologiche (lenti di argilla) o pedologiche (Bt e fragipan).

Tra le caratteristiche pedo-agronomiche, la tessitura ha mostrato un'ampia variabilità; negli orizzonti superficiali sono risultate prevalenti le tessiture grossolane e moderatamente grossolane. Questo fatto, abbinato al modesto tenore in sostanza organica, fa prevalere valori bassi o molto bassi della capacità di scambio cationico. Frequenti i casi di tessiture fortemente contrastanti tra suolo e sotto-suolo come pure quelli di instabilità strutturale ed elevato costo di gestione dei suoli.

Per la capacità di acqua utile i valori medi risultano prevalenti su quelli alti, così pure i 2/3 dei suoli privi di calcare e tra gli altri prevalgono quelli debolmente calcarei; di conseguenza, lo stesso rapporto si trova tra i suoli acidi e quelli leggermente alcalini.

#### 5. Bibliografia

Giovanotti C., Calandra R., Leccese A., Giovanotti E., *I paesaggi pedologici e la carta dei suoli dell'Umbria* a cura della Camera di Commercio, Industria, Artigianato e Agricoltura di Perugia, 2003.

Giovanotti E., Giovanotti C., Calandra R., Leccese A., *Caratteristiche pedoclimatiche della regione Umbria* in collaborazione con la Camera di Commercio, Industria, Artigianato e Agricoltura di Perugia. Monografie sull'economia provinciale N.2, Perugia, 2000.

Mi.P.A.F. - Osservatorio Nazionale Pedologico e per la Qualità del Suolo, *Metodi di analisi fisica del suolo*. A cura della Collana di metodi analitici per l'agricoltura diretta da Paolo Sequi. Coordinatore Marcello Pagliai. Ed. Franco Angeli, Milano, 1997.

Mi.P.A.F. - Osservatorio Nazionale Pedologico e per la Qualità del Suolo, *Metodi di analisi chimica del suolo*. A cura della Collana di metodi analitici per l'agricoltura diretta da Paolo Sequi. Coordinatore Pietro Violante. Ed. Franco Angeli, Milano, 2000.

U.S.D.A. – Soil Survey Staff and Natural Resources Conservation Service, *Soil taxonomy*. Tenth edition, 2006. <http://soils.usda.gov/>.