



CONVEGNO S.I.S.S. '98

SUOLI
TRA VULCANISMO E ANTROPIZZAZIONE

Napoli – Ischia
1–5 Giugno 1998

Contributi scientifici

Genesi e morfologia dell'halloysite nei depositi piroclastici dell'area vulcanica del Roccamonfina

P. Adamo^{a)}, P. Violante^{a)}, M.J. Wilson^{b)}

a) Dipartimento di Scienze Chimico-Agrarie, Università degli Studi di Napoli "Federico II"

b) Macaulay Land Use Research Institute, Craigiebuckler, Aberdeen, Scotland

Introduzione

Depositi di piroclastiti profondamente alterate, caratterizzate dalla presenza di halloysite, sono stati accertati sugli affioramenti della serie calcareo-dolomitica del Mesozoico che costituiscono le formazioni collinari nell'area di Pratella, Ailano, Prata Sannita, in prossimità dell'apparato vulcanico del Roccamonfina, in provincia di Caserta (Regione Campania).

E' stata avanzata l'ipotesi che la formazione di questi depositi sia stata definita da tre fasi: trasporto eolico e deposito delle piroclastiti originarie sulle pendici collinari; rimozione e trasporto operato dalle acque superficiali con successivo riempimento e modellamento delle aree vallive; alterazione "in posto" conseguente anche a possibile fenomenologia termica endogena le cui residue manifestazioni esterne consistono, oggi, in limitate emanazioni di CO₂ e di H₂S (Sinno, 1967).

I depositi sono costituiti prevalentemente da materiale grigiastro, caratterizzato dalla presenza di pomici alterate delle dimensioni della sabbia grossa (>200 µm), e da intercalazioni limo-argillose di colore più chiaro. Si nota con frequenza la presenza di fessurazioni bruno-giallastre, che si insinuano verticalmente nelle vulcaniti, riconducibili all'espansione dell'apparato radicale delle piante.

In questa Nota si riportano i risultati conseguiti per la definizione delle caratteristiche fisico-chimiche, chimiche e mineralogiche dei diversi materiali che formano i depositi di piroclastiti e, sulla base di indagini micromorfologiche ed osservazioni al microscopio elettronico, vengono avanzate ipotesi sul processo di genesi di halloysite con peculiare abito cristallino.

Materiali e metodi

Sono stati prelevati campioni dalla matrice grigiastrea a più elevato contenuto di pomici (campione 1), dalle masse a tessitura prevalentemente limo-argillosa, di colore biancastro (campione 2), e dalle zone prossime alle fessurazioni ad andamento verticale, presenti in questo materiale, caratterizzate da colorazione bruno-giallastra (campione 3).

La granulometria dei diversi campioni è stata accertata per setacciatura e sedimentazione (metodo alla pipetta di Andreasen) dopo dispersione per trattamento agli ultrasuoni a pH 10 per 15 minuti a 20 kHz e 200 W. Successivamente, la frazione argillosa ($\varnothing < 2 \mu\text{m}$) è stata suddivisa per centrifugazione in due sub-frazioni con diametro delle particelle compreso tra 2 e 0,5 e $< 0,5 \mu\text{m}$.

Il contenuto di carbonio organico è stato determinato con il metodo di Walkley-Black. I valori di pH sono stati misurati, potenziometricamente, in H₂O, KCl e NaF 1M.

La composizione chimica delle due sub-frazioni argillose è stata determinata per spettrometria a fluorescenza a raggi X (XRF).

Campioni indisturbati sono stati impregnati con resina poliestere (Cristica) e da questi, applicando la metodologia di FitzPatrick (1964), sono state preparate sezioni sottili che sono state osservate al microscopio ottico (OM) a luce polarizzata ed al microscopio elettronico a scansione (SEM). Le diverse frazioni granulometriche di tutti i campioni sono state studiate

con l'impiego della diffrazione ai raggi X (XRD) e della microscopia elettronica a trasmissione (TEM) e a scansione (SEM).

Sono state utilizzate le apparecchiature: spettrometro a fluorescenza a raggi X Philips PW 1404; diffrattometro Rigaku Geigerflex D/Max III C; microscopio elettronico a trasmissione Philips CM120 e microscopio elettronico a scansione Cambridge Stereoscan 250 Mk2 corredati di Energy Dispersive X-Ray Analyser (EDXRA) Link System AN 10000.

Risultati e discussione

Nella Tabella 1 vengono riportati i risultati dell'analisi granulometrica e i valori del pH e del contenuto di carbonio organico accertati sui diversi materiali. I tre campioni sono risultati caratterizzati da non diverso contenuto di frazione argillosa. Nel campione 1 è presente un più elevato contenuto della frazione sabbia grossa, nella quale si rinvengono piccole pomici e aggregati dei costituenti più fini che hanno resistito al trattamento di dispersione., mentre nei campioni 2 e 3 maggiore è la quantità di limo. Nel campione 1 è stato misurato il valore di pH in NaF più basso. Solo nelle venature bruno-giallastre è stato determinato un contenuto di carbonio organico pari a 0.3 g kg^{-1} .

Tabella 1 - Valori della granulometria (g kg^{-1}), del pH e del contenuto di carbonio organico (g kg^{-1}) accertati per i diversi campioni

| Campione | >200 μm | 200-20 μm | 20-2 μm | < 2 μm | pH (H ₂ O) | pH (KCl) | pH (NaF) | O.C. |
|----------|--------------------|----------------------|--------------------|-------------------|-----------------------|----------|----------|------|
| 1 | 100.6 | 290.1 | 327.7 | 281.6 | 6.8 | 5.5 | 8.8 | - |
| 2 | 13.4 | 261.1 | 491.0 | 234.6 | 6.7 | 5.6 | 9.2 | - |
| 3 | 14.3 | 286.4 | 473.6 | 225.8 | 6.5 | 5.5 | 9.2 | 0.3 |

Tabella 2 - Composizione chimica (g kg^{-1}) delle frazioni argilla (2-0,5 μm) ed argilla fine (< 0,5 μm) separate dai diversi campioni

| | Campione 1 | | Campione 2 | | Campione 3 | |
|--------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | 2-0,5 μm | < 0,5 μm | 2-0,5 μm | < 0,5 μm | 2-0,5 μm | < 0,5 μm |
| SiO ₂ | 616.0 | 562.0 | 604.0 | 547.0 | 584.0 | 520.0 |
| TiO ₂ | 12.7 | 10.6 | 4.0 | 5.3 | 10.8 | 10.3 |
| Al ₂ O ₃ | 318.4 | 400.5 | 355.9 | 409.8 | 297.5 | 336.5 |
| Fe ₂ O ₃ | 9.0 | 9.4 | 16.3 | 17.3 | 68.2 | 108.8 |
| MnO | < 0.1 | 0.1 | < 0.1 | < 0.1 | < 0.1 | 0.1 |
| MgO | 4.7 | 2.9 | 2.0 | 2.1 | 6.1 | 5.4 |
| CaO | 4.9 | 1.5 | 3.4 | 1.1 | 3.9 | 1.3 |
| Na ₂ O | 7.6 | < 0.1 | 0.2 | < 0.1 | 4.7 | 0.7 |
| K ₂ O | 11.4 | 3.0 | 4.4 | 1.5 | 8.9 | 3.1 |
| P ₂ O ₅ | 7.2 | 5.0 | 2.0 | 2.4 | 9.7 | 9.9 |
| Totale | 991.6 | 994.4 | 991.7 | 986.4 | 993.7 | 996.2 |

Dalla diversa composizione chimica determinata per le sub-frazioni argillose, grossolana e fine, (Tabella 2) risulta che il contenuto di SiO₂ e di basi alcaline ed alcalino terrose è più elevato di quello comunemente riportato in letteratura per l'halloysite pura. Ciò può costituire indicazione della presenza di fasi minerali primarie non alterate. I caratteri chimici delle frazioni argillose separate dal materiale bruno-giallastro (campione 3) sono definiti da più elevato contenuto di ferro e di fosforo.

L'analisi diffrattometrica ha consentito di accertare che la composizione mineralogica della frazione argillosa (2-0,5 μm), separata dai diversi campioni, è caratterizzata dalla presenza di halloysite a 1,000 nm (Figura 1a). Solamente nei campioni 2 e 3 è presente anche

halloysite a 0,700 nm. In tutti i campioni di argilla più fine ($< 0,5 \mu\text{m}$), sono presenti entrambe le entità mineralogiche (Figura 1b). Questo risultato induce a ritenere che le minori dimensioni delle particelle di argilla possano facilitare processo di disidratazione. Sui diffrattogrammi di tutte le frazioni argillose sono evidenti effetti di diffrazioni caratteristici del sanidino.

Nelle frazioni limo e sabbia fine si nota la presenza di halloysite a 1,000 nm, di sanidino, di plagioclasti e di mica.

L'indagine condotta con l'impiego della microscopia elettronica ha messo in evidenza che le particelle di halloysite sono caratterizzate da diversa morfologia. In particolare, osservazioni al SEM, su granuli delle dimensioni della sabbia grossa, e al TEM, su campioni di argilla fine ($< 0,5 \mu\text{m}$), hanno portato all'individuazione nella matrice grigiastra (campione 1) di halloysite prevalentemente tubulare e nel materiale di colore più chiaro (campioni 2 e 3) di halloysite sferoidale (Figura 2).

La microanalisi di un numero significativo di singole particelle di halloysite di uguale dimensione ha consentito di accertare che a ciascuna morfologia corrisponde diversa composizione chimica. I risultati delle microanalisi condotte utilizzando la metodologia TEM/EDXRA indicano, infatti, che nell'halloysite sferoidale il valore dei rapporti molari $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ e $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ sono, in media, più bassi (2,2 e 2,1) che nell'halloysite tubulare (2,7 e 2,6).

Nel campione 3, caratterizzato da più elevato contenuto di ferro, è stata evidenziata la presenza di microcristalli aghiformi di goethite inclusi in un materiale apparentemente amorfo, che, da risultati ancora in elaborazione, può essere considerato riferibile alla ferridrite.

Le osservazioni al microscopio ottico delle sezioni sottili hanno consentito di mettere in evidenza che la piroclastite è costituita da una matrice vetrosa che ingloba pomici vescicolari molto porose, granuli scoriacei e fenocristalli di sanidino, plagioclastio e biotite. Nel materiale di colore grigiastro (campione 1) la struttura vitro-clastica appare meno cementata rispetto a quella che caratterizza le intercalazioni di colore più chiaro (campioni 2 e 3) e le pomici risultano definite, con molta frequenza, da un aspetto fibroso conseguente a probabili fenomeni di stress. I risultati dell'analisi alla microsonda hanno rivelato che negli spazi liberi prevalenti nel primo campione e nelle cavità delle pomici vescicolari il valore del rapporto molare $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ è riferibile a quello che viene riportato comunemente per l'halloysite.

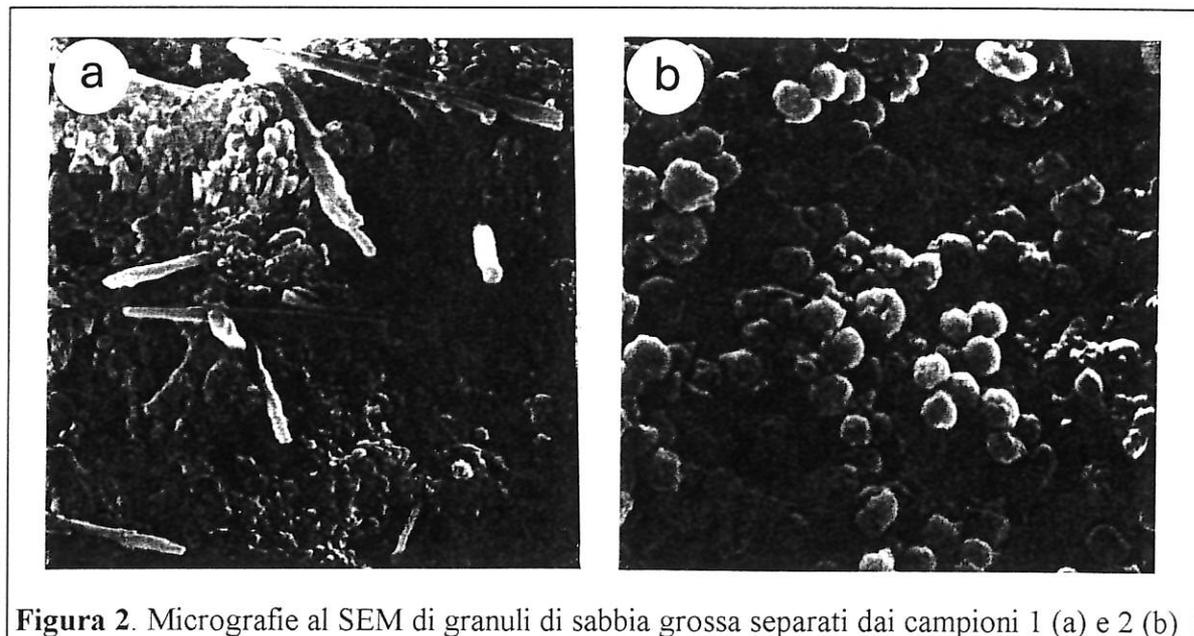
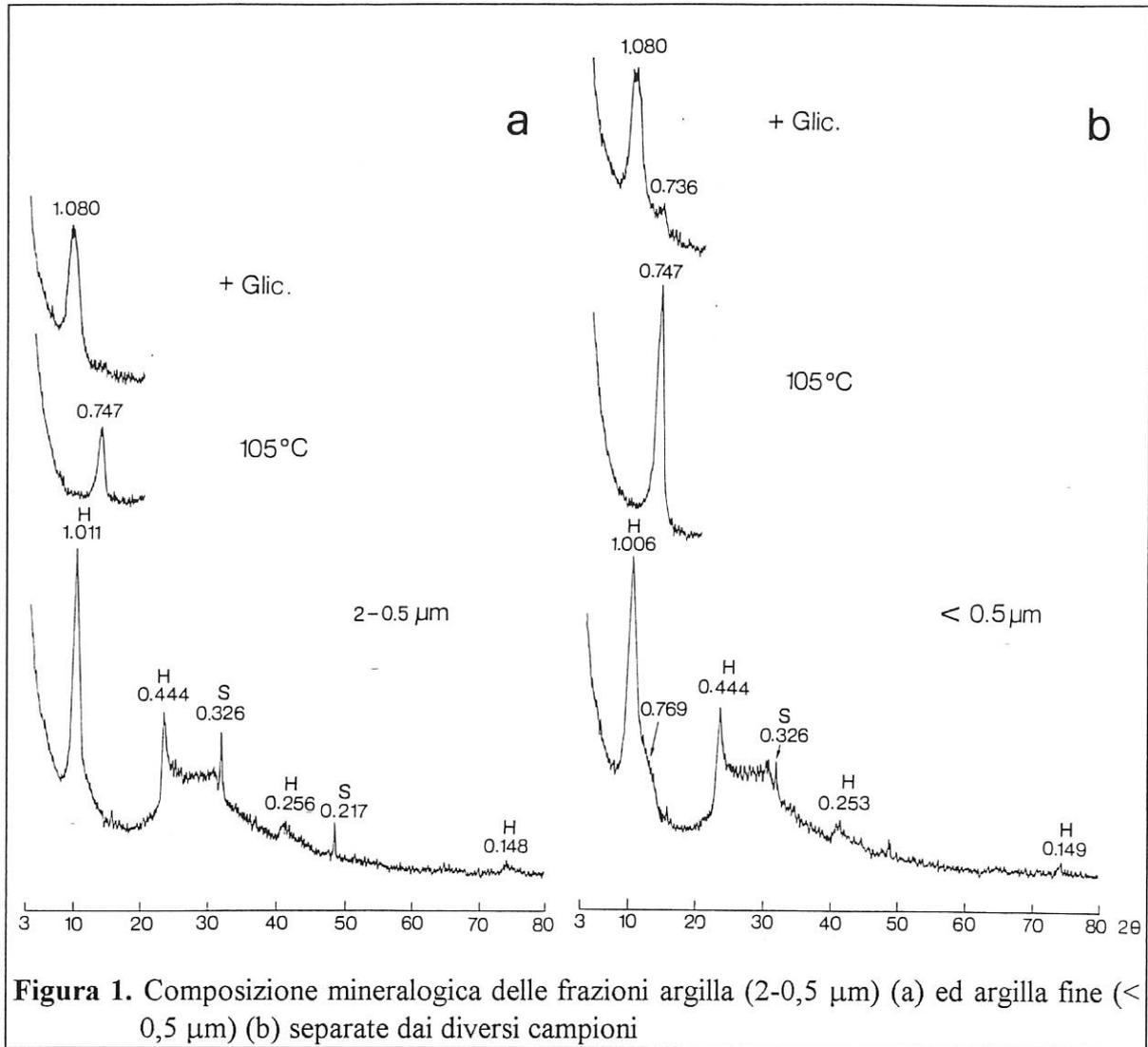
Viene confermata l'ipotesi che la morfologia dell'halloysite sia dipendente dai meccanismi che ne definiscono la genesi. L'assenza di sostanziali differenze nella natura chimica e mineralogica dei materiali caratterizzanti i depositi di piroclastiti presenti nell'area del Roccamonfina induce a ritenere che ruolo fondamentale nella diversificazione morfologica dell'halloysite sia da attribuire alle peculiari condizioni del microambiente di cristallizzazione. L'halloysite sferoidale si formerebbe dalla massa vetrosa più compatta per processi di solubilizzazione e di precipitazione in ambienti confinati che consentono ritenzione di acqua e sovrasaturazione in silice.

La genesi dell'halloysite tubulare avrebbe luogo, invece, in condizioni di limitata sovrasaturazione in silice conseguente a più rapido allontanamento dell'acqua da materiale meno cementato.

Bibliografia

- Quantin P., Gautheyrou J. e Lorenzoni P. (1987). Halloysite formation through the "in situ" weathering of volcanic glass from trachytic pumices, Vico's volcano, Italy. Summaries - Proceedings Sixth Meeting of the European Clay Groups, Seville, Spain, 451-452.
- Aomine S. e Wada K. (1962). Differential weathering of volcanic ash and pumice resulting in the formation of hydrated halloysite. *Am. Mineral.*, 47: 1024-1048.
- Sinno R. (1967). Le piroclastiti alterate della zona di Ailano (Caserta) *Boll. Soc. Nat. Napoli*, 76: 660-682.
- Tazaki K. (1982). Analytical electron microscopic studies of halloysite formation processes: Morphology and composition of halloysite. In: H. Van Olphen and F. Veniale (Eds.) *Intern. Clay Conference*, 1981. Elsevier, Amsterdam, pp.573-584.

Bailey S.W. (1990) Halloysite-A critical assessment. In: V.C. Farmer and Y. Tardy (Eds) Intern. Clay Conference, 1989. Sci. Geol. Mem, 86, Strasbourg, pp. 89-98.
 Tomura S., Shibasaki Y., Mizuta H. e Kitamura M. (1985) Growth conditions and genesis of spherical and platy kaolinite. Clays and Clay Minerals, 33: 200-206.
 FitzPatrick E.A. (1964) Micromorphology of soils. Chapman and Hall, London, pp. 433.



ALCUNI ASPETTI DELL'ANTROPIZZAZIONE DI UN SUOLO VULCANICO DELL'APPARATO SABATINO

F.A. Biondi, C. Di Dio, A. Figliolia, R. Indiati, R. Gorga, L. Ceteroni

ISNP- Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante Via della Navicella 2, 00184 Roma, Italia

Introduzione

La messa a coltura dei suoli può rappresentare una delle cause di impatto antropico. L'uso prolungato di tale pratica può avere effetti più o meno marcati sulle caratteristiche chimico-fisiche del terreno ed in definitiva sul tipo di evoluzione genetica e sullo stato chimico-nutrizionale del suolo stesso.

Il presente lavoro riporta i risultati di una ricerca condotta allo scopo di evidenziare le differenziazioni subite da un suolo originatosi da uno stesso tipo di roccia (ignimbriti dell'apparato vulcanico Sabatino) soggetto a diverso grado di antropizzazione

Materiali e Metodi

Lo studio è stato condotto nella Riserva Naturale di Canalemonterano (Lazio), che presenta la morfologia propria delle aree vulcaniche, caratterizzata dalla presenza di pianori tufacei delimitati da forre.

Le condizioni climatiche della zona (Pinna, 1979) sono caratterizzate da temperatura media annua di 15°C ed una piovosità media annuale di circa 1300 mm, da cui scaturisce un pedoclima con regime di temperatura "termico" ed un regime di umidità "xerico". I suoli in studio, data la loro modesta profondità e la ridotta capacità idrica, sono soggetti a rimanere asciutto per più di 45 giorni dopo il solstizio estivo.

Sono stati individuati tre siti pressoché contigui: il primo coltivato da lunga data, il secondo un ex coltivo (pascolo) abbandonato da qualche decennio, il terzo un sito boschivo naturale (bosco misto a *Quercus cerris*) non sottoposto ad antropizzazione (o perlomeno molto limitata).

Sono stati campionati i tre substrati e sottoposti a studio diffrattometrico. L'esame dei diffrattogrammi mostra differenze trascurabili, infatti le rocce in esame presentano analoga composizione mineralogica. In particolare i minerali maggiormente riscontrati sono: k-feldspato, miche, quarzo, caolinite e vari accessori naturalmente subordinati. Detto materiale presenta quindi caratteristiche di trachite passante a fonolite tefritica.

Sono stati effettuati i profili e quindi, le letture delle principali caratteristiche pedologiche rilevabili in campagna, nonché la campionatura dei diversi orizzonti.

Gli orizzonti dei suoli considerati, sono stati prelevati e sottoposti ad uno screening di analisi chimico-fisiche secondo la metodica ufficiale (MIRAF, 1994; SISS, 1995) e classificati secondo la Soil Taxonomy (SCS, 1992).

Il livello di fosforo assimilabile è stato determinato usando come estraente la soluzione di Mehlich 3 (Mehlich, 1984). L'indice di adsorbimento del fosforo (P SI), parametro correlato alla capacità di ritenzione del P del suolo, è stato determinato dal rapporto: $X/\log C$, dove X è la quantità di P adsorbito (mg/100g suolo) in seguito all'aggiunta di 1,5 g P/kg in una soluzione 0.02 KCl e dibattimento per 24 ore ad un rapporto suolo: soluzione 1:20 (Bache and Williams, 1971), e C è la concentrazione di P in soluzione espressa in μmol P/litro.

Risultati e discussione

Dalla lettura dei profili e dall'analisi chimico-fisica dei singoli orizzonti, risulta che il suolo coltivato è un Typic Xerochrept, il suolo ex coltivato un Typic Xerumbrept, il suolo naturale un Ultic Haploxeralf (Tabella 1).

| Parametri | Typic Xerochrept (coltivo) | | Typic Xerumbrept (ex coltivo) | | | Ultic Haploxeralf (naturale) | |
|--|----------------------------------|-------------|-------------------------------------|-----------------|-------------|------------------------------------|----------------|
| | A _p | B | A _{1(p)} | A ₁₂ | B | A | B _t |
| <i>prof. cm</i> | 0-36 | 36-65 | 0-12 | 12-24 | 24-41 | 0-17 | 17-52 |
| <i>Colore (umido)</i> | 7,5YR 4/4 | 10YR 4/6 | 7,5YR 2/1 | 7,5YR 3/1 | 10YR 3/2 | 5YR 3/2 | 10YR 3/3 |
| <i>Tessitura</i> | FS | FS | FL | FS | FL | F | FL |
| <i>Sabbia %</i> | 62,3 | 66,1 | 49,9 | 52,2 | 46,2 | 54,6 | 33,9 |
| <i>Limo %</i> | 34,7 | 29,6 | 41,1 | 40,8 | 46,8 | 37,4 | 48,1 |
| <i>Argilla%</i> | 3,0 | 4,3 | 9,0 | 7,0 | 7,0 | 8,0 | 18,0 |
| <i>pH (H₂O) 1:2,5</i> | 6,1 | 6,9 | 6,0 | 5,9 | 6,9 | 6,2 | 5,9 |
| <i>pH (KCl) 1:2,5</i> | 5,4 | 6,1 | 5,2 | 4,8 | 6,2 | 5,5 | 4,7 |
| <i>E.C. ms/cm 1:5</i> | 0,037 | 0,040 | 0,092 | 0,074 | 0,145 | 0,073 | 0,062 |
| <i>C org %</i> | 1,5 | 0,3 | 3,3 | 1,3 | 0,9 | 3,5 | 2,1 |
| <i>N tot %</i> | 0,22 | 0,12 | 0,36 | 0,23 | 0,25 | 0,42 | 0,24 |
| <i>C org/N tot</i> | 6,9 | 2,5 | 9,2 | 5,6 | 3,6 | 8,3 | 8,7 |
| <i>P₂O₅ ass (Mehlich3) (ppm)</i> | 27,3 | 21,5 | 17,4 | 21,5 | 19,7 | 14,9 | 12,4 |
| <i>P₂O₅ org (ppm)</i> | 660 | 749 | 1438 | 1136 | 1060 | 1330 | 1527 |
| <i>P₂O₅ tot (ppm)</i> | 2143 | 2226 | 2524 | 2524 | 2276 | 1934 | 1864 |
| <i>P-SI</i> | 18,7 | 13,4 | 25,4 | 24,7 | 24,2 | 24,9 | 24,9 |
| <i>P org/Ptot</i> | 0,31 | 0,34 | 0,60 | 0,45 | 0,47 | 0,69 | 0,82 |
| <i>C org/P org</i> | 52,1 | 9,2 | 52,5 | 26,2 | 19,4 | 60,2 | 31,5 |
| <i>Somma basi meq/100g</i> | 8,6 | 14,4 | 11,5 | 10,5 | 11,4 | 8,9 | 7,1 |
| <i>Ac. Scambio meq/100g</i> | 7,0 | 5,8 | 22,9 | 6,7 | 21,3 | 16,2 | 14,6 |
| <i>CSC meq/100g</i> | 15,6 | 20,2 | 34,4 | 29,2 | 32,7 | 25,1 | 21,7 |
| <i>Sat. Basi %</i> | 55,1 | 71,3 | 33,2 | 35,3 | 34,8 | 35,5 | 32,9 |
| <i>AWC (mm)</i> | 51,0 | 34,2 | 22,6 | 19,0 | 28,0 | 31,0 | 68,4 |

Tabella 1. Caratteristiche chimico-fisiche dei tre profili di suolo.

Dall'analisi comparata dei dati, relativa ai tre profili, si sono osservate nette differenziazioni nel contenuto di argilla, di sostanza organica, del pool del P organico ed inorganico, nonché nella capacità di scambio cationica.

Relativamente al contenuto di argilla, nell'epipedon la frazione argillosa è del 3 % nel coltivo e del 9 % circa nell'ex coltivo e nel suolo naturale; nell'orizzonte profondo il contenuto di argilla oscilla tra il 4/7% nei suoli coltivato e nell'ex coltivo, mentre è pari al 18% nel suolo naturale.

Il contenuto del carbonio organico nell'orizzonte A del suolo naturale (copertura vegetale boschiva) e dell'ex coltivo (copertura vegetale prativa) presenta valori compresi tra 3,3 % e 3,5 %, mentre nel coltivo tale contenuto è pari a 1,5 % (Figura 1).

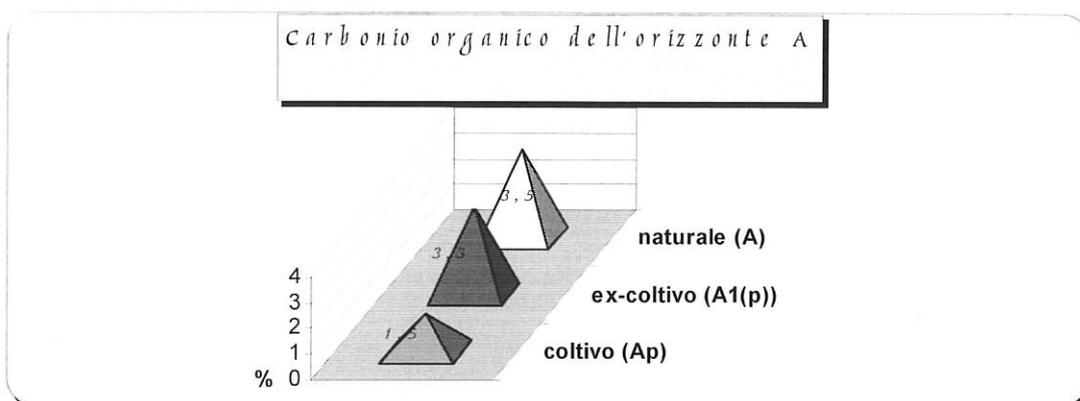


Figura 1. Andamento del carbonio organico nell'epipedon.

Si osserva lo stesso andamento per l'azoto, che dallo 0,22 % nel coltivo, passa allo 0,36 % nell'ex coltivo ed allo 0,42 % nel suolo naturale.

Il rapporto C/N, indice della mineralizzazione della sostanza organica, risulta in tutti i suoli piuttosto basso. Il valore più alto si presenta nell'epipedon dell'ex coltivo utilizzato a pascolo con un valore di circa 9.

In merito al fosforo (Figure 2-3) nei tre profili si osserva che i valori di P_2O_5 totale nei suoli coltivati è sensibilmente più alto rispetto al suolo naturale. Infatti in media negli orizzonti considerati, si trova che il P_2O_5 totale è rispettivamente pari a 2185 ppm nel suolo coltivato, 2441 nell'ex coltivo e 1900 nel suolo naturale. Parallelamente il contenuto di P organico medio è rispettivamente pari a 705, 1211 e 1429 ppm. Da ciò scaturisce che il rapporto P_{org}/P_{tot} risulta essere 32, 50 e 75 % rispettivamente nel suolo coltivato, nell'ex coltivo e nel suolo naturale. Il valore di P_2O_5 assimilabile più alto si trova nei suoli coltivati con un contenuto medio dei diversi orizzonti di 24,4 ppm per passare a 19,4 ppm nell'ex coltivo e a 13,7 nel suolo naturale. Il valore medio dell'indice di adsorbimento fosfatico dei tre suoli (P SI) risulta essere pari a 16,1 nel coltivo, 24,8 nell'ex coltivo e 24,9 in quello naturale. Il basso valore di tale indice presentato nel coltivo è peculiare di terreni che presentano una capacità di ritenzione del P minore rispetto agli altri suoli, il che testimonia l'impatto antropico attraverso le fertilizzazioni.

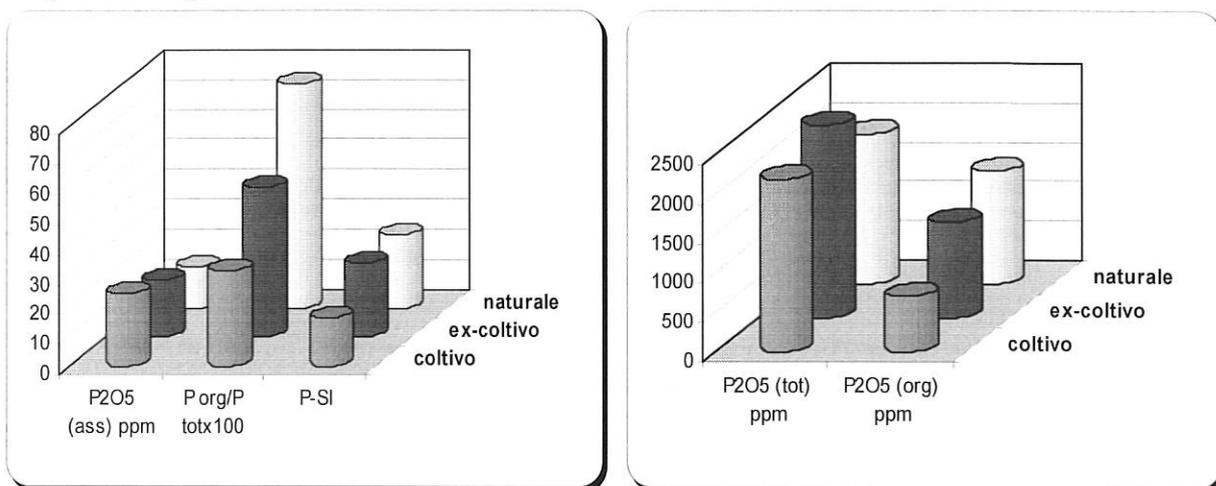


Figure 2-3. Andamento del fosforo assimilabile, del rapporto P organico/P totale (%), dell'indice di adsorbimento fosfatico (P-SI), del P totale e del P organico per i tre suoli studiati.

Anche il rapporto C org/P org presenta valori pressoché uguali per il suolo coltivato e per l'ex coltivo, mentre valori nettamente maggiori nel suolo naturale.

Conclusioni

Dal confronto dei dati analitici dei profili di questi tre suoli, formatisi dallo stesso substrato si è notato:

- una differenziazione del contenuto di argilla e della sua migrazione lungo il profilo.
- Un netto decremento della sostanza organica nei suoli sottoposti a coltivo.
- Un abbassamento del rapporto C/N nel suolo attualmente coltivato rispetto agli altri due.
- Una diminuzione della capacità di ritenzione del P, corrispondente ad un aumento del P tot e del P ass.
- Una netta differenziazione del rapporto Porg/Ptot.

Tali dati confermano che l'impatto in questione ha avuto effetto sulla pedogenesi dei tre suoli. Infatti, a livello di ordine si passa dall'Alfisuolo del suolo naturale all'ordine degli Inceptisuoli per il coltivo e per l'ex coltivo. Questi ultimi a loro volta si diversificano al livello di sottordine per il differente contenuto di sostanza organica, che determina il passaggio da suoli umbrici a suoli ocrici.

Bibliografia

- Bache, B.W. and E.G. Williams (1971) A phosphate sorption index for soils. *J. Soil Sci.* 22: 289-301.
- Mehlich, A. (1984). Mehlich 3 soil test extractant: a modification of Mehlich 2 extractant. In: *Comm. Soil Sci. Plant Anal.* 15 (12:pp 1409-1416).
- Metodi Normalizzati di Analisi dei Suoli S.I.S.S. (1985) Eda Agricole, Bologna.
- Ministero delle Risorse Agricole, Alimentari e Forestali (1994) Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo. Osservatorio Nazionale Pedologico e per la Qualità del Suolo. Roma.
- Munsell Color Company (1975) –Munsell Soil Color Chart- Baltimora, USA.
- Pinna M. (1979) *Climatologia* – UTET- Torino
- Soil Survey Staff, SCS, (1980) *Tassonomia del suolo*. Edagricole, Bologna.
- Soil Survey Staff, SCS. (1990) *Soil Survey Manual*. USDA, Handbook n°18, Washington D.C.
- Soil Survey Staff, SCS. (1992) *Keys to Soil Taxonomy*. (5th ed.). SMSS technical monograph n°19. Backburg, Virginia.

UN MODELLO DI ANTROPIZZAZIONE DEL TERRITORIO IN AMBIENTE MEDITERRANEO; L'UTILIZZAZIONE AGROPASTORALE DI AREE A VOCAZIONE FORESTALE

M. d'Angelo^{a)}, S. Madrau^{a)}, L. Percich^{b)}, F. Previtali^{b)} e C. Zucca^{a)}

a) Nucleo Ricerca Desertificazione, Università di Sassari, Via De Nicola 9, Sassari, Italia

b) Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio, Università di Milano, Via Emanuelli 15, Milano, Italia

Introduzione

L'antropizzazione del territorio può svolgersi secondo modelli assai diversi (praticamente infiniti) e con impatti negativi di intensità altrettanto diversi. L'analisi dell'utilizzazione storica del suolo (e quindi anche di uno degli aspetti caratteristici dell'antropizzazione del territorio) pone in evidenza, seppure in modo parziale, il modello di antropizzazione oggettivamente adottato e i rischi di degrado ambientale a questo esplicitamente connessi. Mediante il confronto tra il modello di antropizzazione così evidenziato e le reali attitudini del territorio è possibile analizzare criticamente le scelte effettuate nel passato, al fine di definire nuovi modelli compatibili con le esigenze di conservazione delle risorse naturali.

In ambiente mediterraneo l'antropizzazione può esplicarsi attraverso l'urbanizzazione, l'utilizzo semi-intensivo delle superfici agricole, il sovrapascolamento e la sensibile riduzione delle superfici boscate (Mairota et al., 1997; Thornes, 1996). In Sardegna durante gli anni '80, l'utilizzazione agronomica di aree marginali a scarsa attitudine finalizzata alla creazione di nuove superfici a pascolo, costituisce un chiaro esempio di antropizzazione ad alto rischio di degrado ambientale/desertificazione (Pulina et al., 1997).

Nell'ambito del programma di ricerca Mediterranean Desertification and Land Use - MEDALUS (Geeson e Thornes, 1996), dal 1994 sono state avviate una serie di attività sul delicato equilibrio tra agropastoralismo e ambiente, con l'obiettivo di identificare sistemi agro-silvo-pastorali sostenibili in ambiente mediterraneo. In questo contesto è stata sviluppata una metodologia per la valutazione dell'attitudine delle terre al miglioramento pascoli basata su un approccio GIS (Zucca et al., 1998). L'applicazione di modelli basati su questo tipo di approccio ha consentito di ottenere risultati incoraggianti nella valutazione del rischio di degrado dovuto ad attività agropastorali a scala regionale.

L'obiettivo di questa comunicazione è di presentare i risultati preliminari ottenuti in un'area di studio della Sardegna centro-orientale interessata da fenomeni di degradazione dovute ad attività agropastorali.

Materiali e metodi

L'area di studio è rappresentata dai territori dei comuni di Irgoli, Onifai, Orosei, situati nella Sardegna centro-orientale, su una superficie complessiva di circa 21000 ettari, dove l'agropastoralismo rappresenta la principale attività economica. Il clima varia da secco sub-umido a semi-arido, con temperature medie annue di circa 17°C e precipitazioni comprese tra 500 e 700 mm.

Le principali coperture cartografiche dell'area di studio realizzate nell'ambito del progetto MEDALUS, costituite dalle carte dei suoli e della copertura dei suoli (1955 e 1996) a scala 1:25.000, sono state acquisite in un Sistema Informativo Territoriale (SIT) realizzato con software ARC-INFO. Dal modello digitale del terreno realizzato digitalizzando i dati altitudinali delle tavolette topografiche IGMI (1:25000) sono stati poi generati automaticamente gli strati informativi pendenza ed esposizione.

I dati così acquisiti sono stati utilizzati per i) analizzare le dinamiche relative all'utilizzazione del territorio, ii) valutare l'attitudine delle terre al miglioramento dei pascoli

e iii) derivare una carta delle aree sensibili alla degradazione/desertificazione dovuta all'impatto delle pratiche agronomiche utilizzate nel miglioramento pascoli.

Le dinamiche storiche dell'uso del suolo sono state analizzate mediante operazioni di "overlay" tra le carte multitemporali della copertura del suolo del 1955 e del 1996; particolare attenzione è stata rivolta ad evidenziare le trasformazioni da aree a vegetazione naturale ad aree agricole (colture e pascoli).

Il modello impiegato per la valutazione dell'attitudine al miglioramento pascoli, è basato su un approccio parametrico ed utilizza un numero limitato di variabili; pertanto si presta ad essere utilizzato a scala regionale ed in modo semiautomatico all'interno di un SIT (Zucca, 1997). Le variabili territoriali utilizzate dal modello sono: acclività, profondità del suolo, rocciosità e pietrosità superficiali, esposizione, copertura vegetale, caratteristiche chimico-fisiche del suolo (quest'ultima rappresenta un indice che tiene conto dei valori medi di tessitura, stabilità strutturale, saturazione in basi, disponibilità idrica). I valori delle variabili, derivati dagli strati informativi del SIT disponibili per l'intera area di studio, sono poi convertiti in coefficienti calcolati sulla base di specifiche funzioni-peso che tengono conto anche del peso relativo di ciascuna variabile. L'indice di attitudine cumulativo deriva dalla somma dei singoli coefficienti di attitudine per le singole variabili; a questo valore viene quindi attribuita una delle cinque classi di attitudine previste (S1: attitudine elevata; S2: attitudine media; S3: attitudine marginale; N1: attualmente inadatto; N2: permanentemente inadatto). Una descrizione dettagliata del modello può essere reperita in Zucca et al. (1998).

Infine la carta delle aree sensibili alla degradazione/desertificazione dovuta all'impatto delle pratiche agronomiche utilizzate nel miglioramento pascoli è stata derivata "intersecando" la carta dell'attitudine al miglioramento pascoli (derivata dall'applicazione del modello GIS di valutazione) con la carta della distribuzione delle aree a pascolo migliorato (derivata dalla carta di copertura del suolo del 1996).

Risultati e discussione

L'analisi dei principali cambiamenti della copertura del suolo (tabella 1) evidenzia che nell'area di studio la superficie forestale ha subito una netta riduzione (-34%), dovuta soprattutto all'eliminazione delle formazioni a macchia (-65%), in parte limitata dalla forte espansione dei rimboschimenti (superficie più che triplicata), legata alla funzione sociale dei cantieri forestali nella regione Sardegna. Il dato più significativo in termini di cambiamento di copertura delle terre è il sensibile aumento delle superfici a pascolo migliorato, che nel periodo considerato sono più che raddoppiate (da 1497 ha nel 1955 nel a 3388 ha nel 1996). Queste dinamiche sono principalmente dovute alla progressiva intensivizzazione dei sistemi agropastorali (da estensivi a semi-estensivi) negli ultimi 25 anni, a seguito della favorevole situazione del mercato del formaggio e del latte di pecora, con un aumento dell'80% del numero di capi ovini (ISTAT, 1982; 1992).

| <i>Classi di copertura del suolo</i> | <i>Superfici (ha)</i> | | <i>Differenza</i> | |
|--------------------------------------|-----------------------|-------------|-------------------|------------|
| | <i>1955</i> | <i>1996</i> | <i>(ha)</i> | <i>(%)</i> |
| Aree agricole | 2518.6 | 2932.4 | + 415.8 | +16.5 |
| Pascolo | 3326.6 | 2174.4 | - 1152.2 | -34.6 |
| Pascolo migliorato | 1497.5 | 3388.1 | + 1890.5 | +126.2 |
| Pascolo cespugliato | 4429.8 | 6086.1 | + 1656.3 | +37.4 |
| Aree boscate | 1625.0 | 1631.1 | + 6.1 | +0.4 |
| Macchia mediterranea | 6219.6 | 2158.3 | - 4061.3 | -65.3 |
| Rimboschimenti | 514.0 | 1723.7 | + 1209.7 | +235.3 |

Tabella 1. Cambiamenti a carico delle principali classi di copertura del suolo (1955-1996).

| Classe di Attitudine | Superfici (ha) | | | |
|-------------------------|----------------|--------|--------|--------|
| | Irgoli | Onifai | Orosei | Totale |
| S1 | 207.1 | 63.3 | 604.6 | 875 |
| S2 | 992.9 | 750.3 | 2133.2 | 3876.4 |
| S3 | 2180.0 | 1687.3 | 2350.7 | 6218.0 |
| N1 | 2006.4 | 685.0 | 758.5 | 3449.9 |
| N2 | 2029.0 | 1072.1 | 2571.6 | 5672.7 |
| Altro | 119.2 | 57.2 | 593.9 | 770.3 |

Tabella 2. Statistiche relative alle classi di attitudine alle pratiche di miglioramento pascoli

Dal confronto tra la carta della copertura del suolo e quella della pendenza si rileva che il 26% delle attuali aree a pascolo migliorato presenta una pendenza superiore al 15%, e che, di conseguenza, le pratiche che vi si adottano (lavorazioni, decespugliamenti, etc..) per mantenere le superfici pulite da arbusti possono avere un notevole impatto sui suoli.

In Tabella 2 sono riportate le statistiche derivanti dall'applicazione del modello di valutazione dell'attitudine al miglioramento dei pascoli precedentemente descritto; circa il 44% dell'area di studio è stata classificata come *non adatta*, ed un ulteriore 30% come *marginamente adatta*. Inoltre, tenendo conto della effettiva distribuzione delle superfici a pascolo migliorato (tabella 3), si può constatare l'elevato rischio di degrado dei suoli da essi generato: il 14% di tali superfici è caratterizzato da pendenze superiori al 25%, mentre un ulteriore 14% presenta una pendenza compresa tra il 15% ed il 25%.

| Comuni | Acclività (%) | | | Attitudine al miglioramento | | | | | Totale |
|--------|---------------|-------|-------|-----------------------------|--------|--------|-------|-------|--------|
| | <15 | 15-25 | >25 | S1 | S2 | S3 | N1 | N2 | |
| Irgoli | 669.3 | 362.3 | 416.6 | 31.4 | 437.0 | 805.3 | 147.0 | 27.4 | 1448.1 |
| Onifai | 813.7 | 88.9 | 48.3 | 9.6 | 497.1 | 404.1 | 21.0 | 19.0 | 950.9 |
| Orosei | 965.2 | 19.8 | 4.1 | 78.3 | 438.3 | 401.6 | 15.9 | 55.0 | 989.1 |
| Totale | 2448.1 | 471.1 | 468.9 | 119.3 | 1372.5 | 1611.1 | 183.9 | 101.3 | 3388.1 |

Tabella 3. Superfici a pascolo migliorato (ha) suddivise per classi di pendenza e di attitudine al miglioramento

Considerando l'attitudine effettiva delle superfici a pascolo migliorato (tabella 3), si può ottenere una stima della "sensibilità al degrado" dei suoli in rapporto a questo specifico uso. Il 48% di queste aree è classificato come *marginamente adatto* (S3), e quindi come aree potenzialmente a rischio di degradazione se le pratiche agronomiche in atto, quali il decespugliamento meccanico e l'aratura lungo le linee di massima pendenza, sono ripetute nel tempo. E' opportuno ricordare infatti che l'intensa antropizzazione dell'area è un fenomeno relativamente recente, in quanto riguarda solo gli ultimi decenni.

Attualmente, solo un'esigua porzione di territorio è interessata da fenomeni di degrado irreversibile (aree critiche dal punto di vista ambientale afferenti alla classe N2), o difficilmente reversibili (aree fragili afferenti alla classe N1). Questi fenomeni sono particolarmente gravi nel comune di Irgoli, dove il 29% degli interventi di miglioramento pascolo sono stati realizzati su pendenze superiori al 25% ed il 56% in solo aree *marginamente adatte*.

Conclusioni

Lo studio ha contribuito ad evidenziare gli effetti, in molti casi negativi, che le politiche agricole degli ultimi decenni hanno esercitato sui suoli dell'area. Queste politiche, finalizzate all'aumento della produzione agro-zootecnica, si sono basate su un modello di antropizzazione che non ha tenuto conto delle reali potenzialità e della vulnerabilità dei suoli e delle altre componenti del territorio.

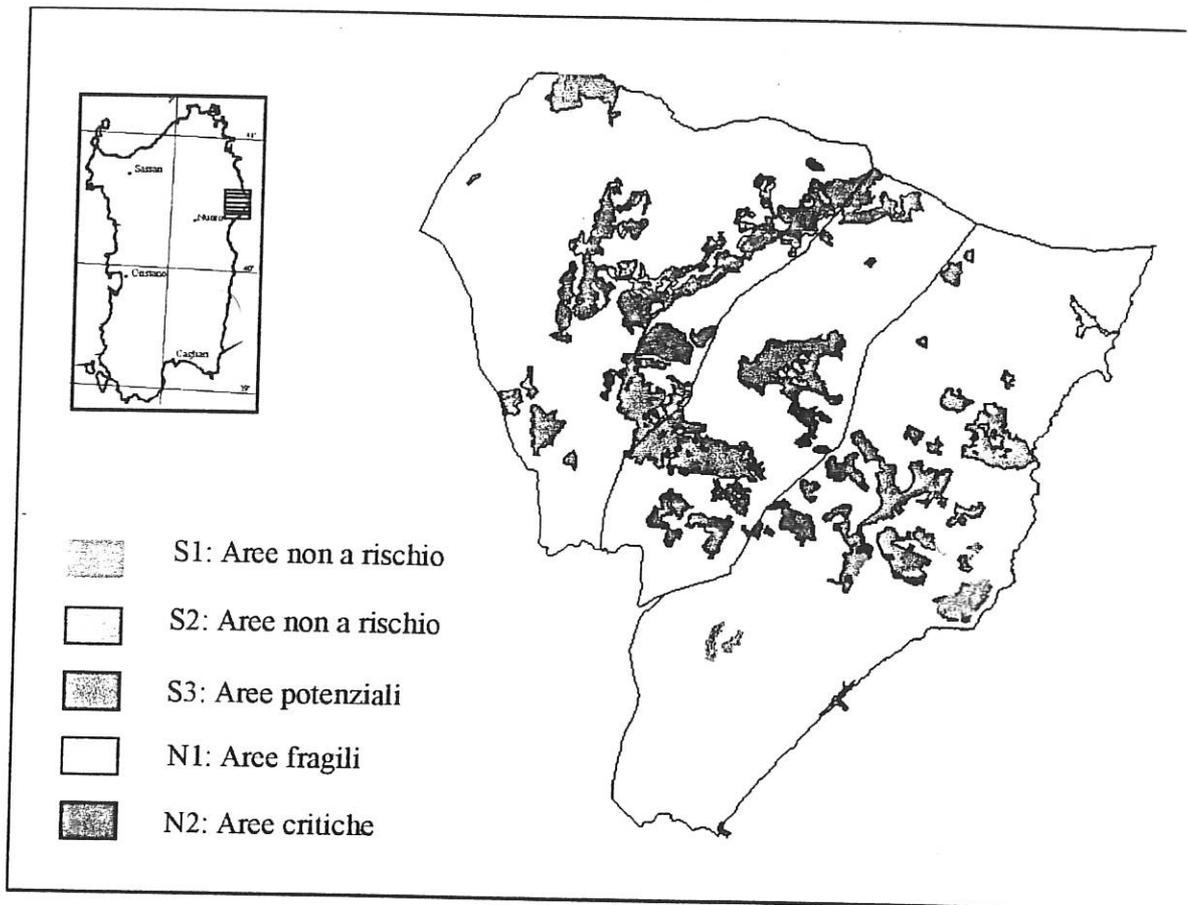


Figura 1. Carta delle aree sensibili alla degradazione/desertificazione dovuta all'impatto delle pratiche agronomiche utilizzate nei miglioramento pascoli

In questo contesto appare importante individuare le aree a rischio di degradazione e su queste attuare dei programmi di conservazione del suolo, anche in considerazione della futura predisposizione del Piano di Azione Nazionale di Lotta alla Desertificazione previsto dalla Convenzione delle Nazioni Unite per la Lotta alla Desertificazione (CCD, 1997).

La metodologia presentata in questo lavoro può rappresentare un primo strumento a supporto della pianificazione territoriale per il monitoraggio dei processi di degrado ambientale causati dalle attività agropastorali e la predisposizione di misure di mitigazione.

Ringraziamenti

Lavoro svolto nell'ambito del progetto Mediterranean Desertification And Land Use - MEDALUS III, Progetto 1 della UE, contratto n. ENV4-CT95-0115.

Bibliografia

- CCD (1997). United Nations Convention to Combat Desertification in those countries experiencing serious drought and/or desertification, particularly in Africa. Interim Secretariat for the Convention to Combat Desertification, Geneva. 71 p.
- Geeson N. and Thornes J. (1996). Mediterranean Desertification And Land Use; Executive Summary Phase II. King's College, London. 30p.
- ISTAT (1982). 3° Censimento generale dell'Agricoltura. Caratteristiche strutturali delle aziende agricole. Fascicolo regionale della Sardegna. Istituto Centrale di Statistica, Roma.
- ISTAT (1992). 4° Censimento generale dell'Agricoltura. Caratteristiche strutturali delle aziende agricole. Fascicolo regionale della Sardegna. Istituto Centrale di Statistica, Roma.
- Mairota P., Thornes J., and Geeson N. (1997). Atlas of Mediterranean environments in Europe: the desertification context. John Wiley, Chichester.
- Pulina G., d'Angelo M., Caredda S., Dettori S. e Enne G. , (1997). Attività agropastorali e degrado ambientale nel bacino del Mediterraneo. *Genio Rurale*, LX , 6, 48-53.
- Thornes J. (1996). Mediterranean Desertification: the Problem. Proceedings of the International Conference on Mediterranean Desertification, Crete, Greece, 29 October - 1 November (in press).
- Zucca C. (1997). Desertificazione ed usi del suolo in ambienti mediterranei. Applicazioni dei sistemi informativi territoriali e proposta di un metodo di valutazione dell'attitudine delle terre al pascolo. Tesi di laurea, Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali - Corso di Laurea in Scienze Ambientali, Università di Milano, 139 p.
- Zucca C., Loda B., d'Angelo M., Madrau S., Percich L., Previtali F. 1998. Sistemi agrosilvopastorali mediterranei: un approccio metodologico per la valutazione delle terre all'utilizzo agropastorale. *Genio Rurale* LX, 3, 47-56.

BILANCIO DI MASSA DEGLI ELEMENTI MAGGIORI IN SUOLI SVILUPPATISI SU ROCCE GRANITICHE IN AMBIENTE MEDITERRANEO

C. De Siena¹, G. Brimhall² e R. Papini¹

1 - Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo, P.za D'Azeglio, 30, 50121 Firenze, Italia.

2 - Department of Geology and Geophysics, University of California, Berkeley, CA 94720, USA

Introduzione

L'applicazione delle equazioni numeriche che derivano dalla teoria del bilancio di massa (Brimhall et al., 1988, 1992) permette di comprendere, tramite l'analisi dell'entità delle perdite e degli accumuli degli elementi chimici, alcuni aspetti della genesi dei suoli.

Oggetto di studio è il plutone granodioritico di M.te Capanne (Isola d'Elba, Italia) dove sono stati individuati due comparti pedologici: uno costituito da stazioni poste a quote inferiori di 400-500 m s.l.m., con un regime di temperatura *termico*, l'altro al di sopra di tale altitudine, con un regime di temperatura *mesico* (De Siena, 1996).

La prima area è caratterizzata da scarsa piovosità (556 mm/a); il lato esposto a settentrione è ricoperto da una vegetazione boschiva di alto fusto che favorisce la formazione di Alfisuoli, nel versante sud prevale invece la macchia mediterranea e il regime di umidità risulta intermedio tra lo xerico e l'aridico.

Le stazioni poste alle quote più elevate del M.te Capanne sono caratterizzate da abbondanti piogge (900 mm/a) e da temperature rigide che favoriscono l'accumulo di sostanza organica nel suolo. In questo ambiente avvengono processi di acidificazione del suolo con formazione di un orizzonte *umbrico*.

Materiali e metodi

I suoli sul M.te Capanne sono stati descritti e classificati seguendo le indicazioni del Soil Survey Staff (1994). Sono stati selezionati 4 profili rappresentativi della variabilità pedologica dell'area di studio, sui quali sono state calcolate le equazioni del bilancio di massa applicate agli elementi maggiori:

sito IV (Ultic Haploxeralf fine loamy, mixed, thermic) a 325 m s.l.m.;

sito VIII (Ultic Haploxeralf/Xeralfic Haplargid fine loamy, mixed, th/arid.) a 220 m s.l.m.;

sito XII (Entic Xerumbrept coarse loamy, mixed, mesic) a 705 m s.l.m.;

sito XVIII (Entic Haploxeroll sandy, mixed, mesic) a 800 m s.l.m.

Per utilizzare le equazioni conservative di massa per ogni orizzonte sono state determinate la densità apparente con il metodo "dell'escavazione" e la densità specifica con l'ausilio di un picnometro ad He. Circa 10 Kg di materiale per ciascun orizzonte sono stati omogeneizzati tramite inquarteratura e poi polverizzati con un mortaio di carburo-tungsteno a dischi. Nei campioni così ottenuti, dopo fusione alcalina con tetraborato di litio, sono stati determinati Na, Ca, Mn, P, Mg, Ti, K, Fe, Al e Si con strumentazione XRF (Spectrace 440).

La stima quantitativa delle perdite e dei guadagni elementari relativi, dovuti ai processi di alterazione è stata calcolata utilizzando il modello descritto da Brimhall et al. (1988, 1992), assumendo Zr quale elemento immobile. Sono state utilizzate le seguenti funzioni: $\tau_{j,w}$ (%), che rappresenta la percentuale di massa di un elemento j aggiunto o allontanato dal suolo (w) rispetto alla massa elementare j,p presente nella roccia fresca (p); $m_{j,flux}$ (g/cm²), che è il flusso di massa netto di un elemento j fino alla profondità investigata e $\delta_{j,w}$ (g/cm³), il quale indica la massa assoluta di un elemento j aggiunto o perso rispetto all'unità di volume di roccia fresca.

Risultati e discussione

Na e Ca: questi elementi evidenziano perdite generalizzate dagli orizzonti ($\delta_j, w < 0$) a causa dell'alterazione dei plagioclasti che costituiscono circa il 35% dei minerali della roccia. Le perdite maggiori raggiungono il 67% per il Na e il 60% per il Ca e corrispondono a flussi reali di $\delta_{Na, Ca}$ pari a 0.055 e 0.045 g/cm³ rispettivamente. Integrando la funzione $\delta_{Na, Ca}$ per la profondità di campionamento dei profili è possibile determinare il flusso di massa elementare $m_j, flux$ subito dal profilo IV, valutabile in $m_{Na} = -15.06$ g/cm² e $m_{Ca} = -12.89$ g/cm².

Mn e P: in generale in tutti i profili si osservano perdite nette relativamente esigue di flussi di massa di Mn (m_{Mn} (medio) = -0.025 g/cm²), che corrispondono però a rimozioni percentuali consistenti, dell'ordine di τ_{Mn} (medio) = -20%. Il P nei suoli granitici tende ad essere lisciviato analogamente a quanto accade per il Mn; le perdite relative attraverso gli orizzonti non sono uniformi, ma legate alle caratteristiche chimico-fisiche e mineralogiche dei profili: i siti VIII e XII denotano una perdita elementare generalizzata, con valori massimi registrabili negli orizzonti intermedi e profondi (VIII-AB2, $\tau_P = -74\%$, $m_P = -0.136$ g/cm²; XII-Cr, $\tau_P = -21\%$, $m_P = -0.015$ g/cm²). Nel profilo IV invece si registrano perdite di P dalla superficie con precipitazione nell'orizzonte intermedio Bt2/BC1, dove dà origine a fosfati secondari; nel profilo XVIII si registra un guadagno di massa di P all'interfaccia suolo-roccia.

Mg e Ti: la distribuzione di questi due elementi nei suoli studiati risulta piuttosto simile nonostante le loro spiccate differenze nelle proprietà geochimiche. Tale analogia di comportamento nei suoli deriva dal fatto che entrambi sono componenti della biotite presente nella granodiorite elbana. Per questi elementi si osservano trends con perdite di massa dagli orizzonti superficiali e successiva precipitazione in quelli profondi; il fenomeno è esaltato nei siti IV e VIII dove i maggiori guadagni di massa si verificano negli orizzonti Bt, i quali raccolgono parte dei colloidi minerali lisciviati dall'alto. Gli accumuli di masse elementari nette calcolate negli orizzonti inferiori, solo in parte si possono spiegare con la lisciviazione di Mg e Ti dagli orizzonti superiori. Ad esempio, alla profondità di 120 cm nel sito IV si registra una differenza positiva tra le masse di Mg e Ti accumulate nell'orizzonte Bt e quelle degli orizzonti superficiali ($m_{Mg} = +0.06$ g/cm², $m_{Ti} = +0.30$ g/cm²), che indica un accumulo di masse elementari in eccesso rispetto a quelle provenienti dall'alto. I surplus di massa di Ti diventano ancora più cospicui se si considera l'intero profilo di campionamento (sito IV, $m_{Ti} = 0.71$ g/cm², sito VIII, $m_{Ti} = 0.08$ g/cm², sito XII, $m_{Ti} = 0.003$ g/cm², sito XVIII, $m_{Ti} = 0.025$ g/cm²). Per poter spiegare tali esuberi di masse elementari bisogna ipotizzare fonti elementari esterne al sistema suolo. Una delle ipotesi più plausibili è quella che, per processi erosivi, siano state rimosse porzioni superficiali dei profili, la cui alterazione ha fornito i metalli attualmente accumulati negli orizzonti più profondi (De Siena, 1996). Un'altra possibilità è che questi elementi si accumulino nel suolo in seguito alle deposizioni eoliche (Brimhall et al., 1991).

K e Fe: biotite ed ortoclasio pertitico rappresentano le uniche fasi minerali contenenti K nella roccia. Nei siti VIII e XII si registrano perdite generalizzate di K, intorno al 30%, da tutti gli orizzonti (fig. 1). Nel sito IV al contrario si osserva un sostanziale accumulo negli orizzonti profondi, tale che la differenza tra masse guadagnate e perse risulta positiva (m_K nette = 2.53 g/cm²). In questo caso le concentrazioni più elevate registrate negli orizzonti saprolitici possono essere spiegate sia con l'esistenza di una sorgente "dall'alto" (come per il Ti), sia con l'apporto di elementi "dal basso" attraverso la falda freatica posta, in questo caso, a 2.30 m dal piano campagna nel periodo estivo.

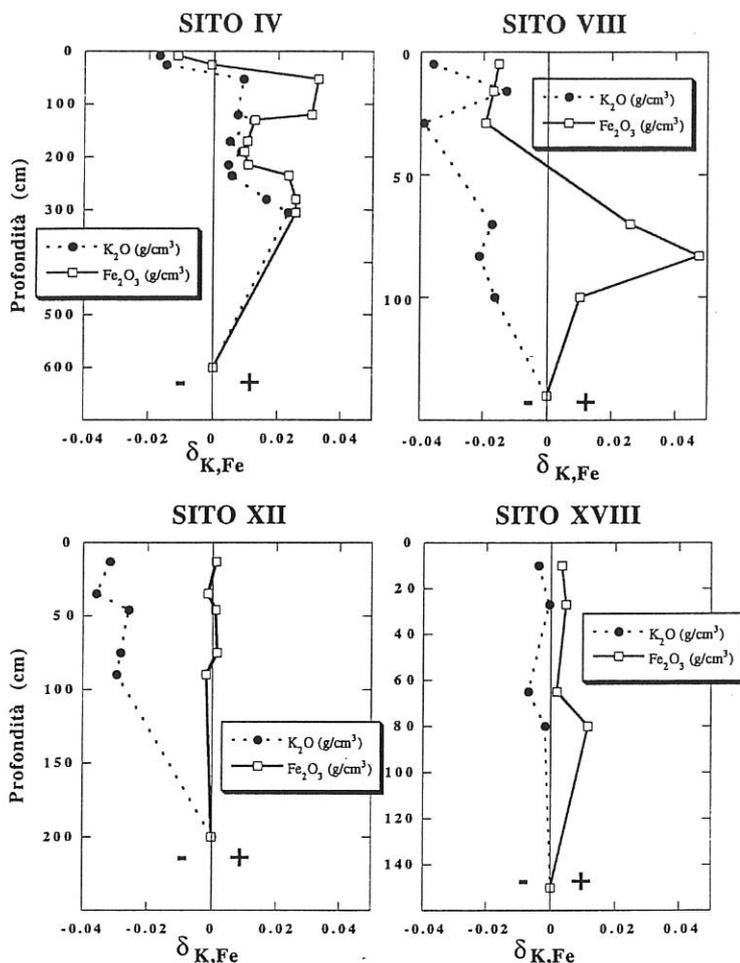


Fig. 1 - Diagrammi binari delle masse assolute di K e Fe ($\delta_{K, Fe}$) in funzione della profondità dei profili.

Il Fe nelle rocce del M.te Capanne è contenuto principalmente nella biotite e in misura minore nella magnetite. Nel profilo VIII la traslocazione del Fe è molto evidente, con perdite consistenti negli orizzonti superiori ($\delta_{Fe, oriz. Sup.} = -0.017 \text{ g/cm}^3$) ed accumuli alla profondità di 80 cm (fig. 1). Integrando le perdite e gli accumuli di massa di Fe per la profondità di campionamento di ciascun profilo, risultano masse positive (sito IV, $m_{Fe, nette} = 6.08 \text{ g/cm}^2$; sito VIII, $m_{Fe, nette} = 1.33 \text{ g/cm}^2$; sito XVIII, $m_{Fe, nette} = 0.35 \text{ g/cm}^2$), per cui è necessario presupporre anche in questo caso una sorgente elementare esterna ai sistemi considerati. La distribuzione del ferro nei profili ricalca il loro sviluppo pedogenetico: gli Alfisuoli (siti IV e VIII) sviluppano accumuli importanti di Fe, mentre gli Inceptisuoli e Mollisuoli (siti XII e XVIII) non evidenziano traslocazioni di massa significative (fig. 1). Per il K invece, la distribuzione delle masse attraverso gli orizzonti avviene in modo analogo sia nel sito XII che nel VIII. Quest'ultimo sembra essere stato dunque sottoposto ad una maggiore lisciviazione rispetto al sito IV; tale fenomeno è in apparente contrasto con il microclima al limite dell'aridico che caratterizza la stazione VIII, potrebbe quindi trattarsi di un paleosuolo, relitto di una condizione ambientale estranea a quella attuale.

Al e Si = Nei suoli del M.te Capanne, la dinamica dell'Al e Si dipende dall'entità dei processi pedogenetici. I siti VIII, XII e XVIII hanno un comportamento simile: per l'Al non si osservano traslocazioni significative tra gli orizzonti, mentre per il Si è possibile calcolare notevoli perdite di massa. Il sito IV invece sviluppa orizzonti superficiali impoveriti in Al e Si (i.e. $\delta_{Al} \text{ (medio)} = -0.06 \text{ g/cm}^3$) e orizzonti illuviali (i.e. $\delta_{Al, Bt} = 0.12 \text{ g/cm}^3$) e saprolitici (i.e. $\delta_{Al, oriz. Cr} \text{ (medio)} = 0.12 \text{ g/cm}^3$), nei quali l'Al viene concentrato con un guadagno netto di massa di 25.03 g/cm^2 , non compensato dalle perdite dagli orizzonti sovrastanti.

Dal bilancio di massa è stato possibile calcolare che la neogenesi degli Al-silicati amorfi impiega una frazione esigua della massa assoluta di Al trasportata negli orizzonti, pertanto l'Al potrebbe essersi accumulato nei vari orizzonti all'interno dei minerali espandibili come si può dedurre dalla presenza dei minerali vermiculitici o smectitici (HIV/HIS) riempiti da polimeri di idrossidi di Al (De Siena, 1996).

Nel sito IV esiste una buona disponibilità di Si in tutti gli orizzonti sottosuperficiali, con un massimo di trasporto di massa nell'orizzonte Cr6 ($\delta_{Si,or.Cr6} = 0.286 \text{ g/cm}^3$). L'identificazione dei minerali argillosi in questo profilo denota un marcato aumento di halloysite-caolinite in profondità, mentre è assente la gibbsite. Al contrario nel sito XVIII le perdite di Si ($\delta_{Si, oriz. A-C} \text{ (medio)} = -0.135 \text{ g/cm}^3$), maggiori rispetto all'Al, permettono la precipitazione della gibbsite. Nei siti VIII e XII si osservano cospicue perdite di Si (sito VIII, $m_{Si} = -23.02 \text{ g/cm}^2$; sito XII, $m_{Si} = -20.86 \text{ g/cm}^2$). Questo fenomeno per il sito XII è compatibile con l'ambiente dilavante caratteristico delle quote più elevate del M.te Capanne, mentre per il sito VIII rafforza l'ipotesi, formulata in precedenza, di essere in presenza di un paleosuolo.

Conclusioni

L'applicazione del bilancio di massa ha permesso di delineare alcune tendenze dei cicli geochimici degli elementi maggiori che avvengono durante l'alterazione supergenica delle rocce granitiche.

Alle quote più basse del M.te Capanne si delinea la costituzione di orizzonti geochimici di eluviazione e di accumulo per Si, Al, K, Fe, Mg, Ti. Le masse di P, Na, Ca e Mn vengono invece allontanate dal sistema, presumibilmente nella falda freatica, con perdite medie di massa di $\tau = -57\%$, $\tau = -55\%$, $\tau = -53\%$, $\tau = -21\%$, rispettivamente. Le ingenti masse di Si e Al traslocate attraverso i profili conducono alla genesi di caolinite, per cui i suoli di questo comparto presentano un maggior contenuto di tale minerale rispetto a quelli delle quote superiori.

Nelle stazioni poste a quote comprese tra 700 e 1000 m s.l. m., le precipitazioni meteoriche abbondanti determinano la lisciviazione di ingenti masse di $\text{Na} > \text{Ca} > \text{P} > \text{Mg} > \text{Si} > \text{Al}$. In questo caso la maggiore tendenza al dilavamento del Si rispetto all'Al determina la precipitazione della gibbsite negli orizzonti profondi.

Bibliografia

- Brimhall G.H., Lewis C.J., Ague J.J., Dietrich W.E., Hampel J., Teague T. e Rix P., 1988. Nature, vol. 333, No. 6176: 819-824.
- Brimhall G.H., Lewis C.J., Ford C., Bratt J., Taylor G. e Warin O., 1991. Geoderma, 51: 51-91.
- Brimhall G.H., Chadwick O.A., Lewis C.J., Compston W., Williams I.S., Danti K.J., Dietrich W.E., Power M.E., Hendricks D. e Bratt J., 1992. Science, 255: 695-702.
- De Siena C., 1996. Tesi di Dottorato in Scienza del Suolo, VIII ciclo. Dip. Scienza del Suolo e Nutrizione delle Piante, Univ. Di Firenze, 162 pp.
- Soil Survey Staff, 1994. Keys to Soil Taxonomy. 6th Ed., USDA, SCS, US Pocahontas Press Inc., Blacksburg, Virginia, 524 pp.

Il progetto "Carta dei suoli della provincia di Napoli in scala di semi-dettaglio 1:50.000"

A. di Gennaro^{a)}, Giusy Aronne^{b)}, Maurizio Buonanno^{c)} e F. Terribile^{d)}

a) GE.PRO.TER. soc. coop. a r.l., Centro Direzionale Is. G7, 80143 Napoli

b) Via Roma 47, 80056 Ercolano (NA)

c) Via M. Preti 4/d, 80127 Napoli

b) CNR - ISPAIM, Via Cupa Patacca 85, 80100 Ercolano (NA)

Introduzione

Il progetto per la realizzazione della Carta dei suoli della provincia di Napoli in scala di semi-dettaglio 50.000 si inserisce in un programma di lavoro promosso dalla Camera di Commercio a partire dal 1993, finalizzato alla acquisizione di conoscenze tecnico-scientifiche aggiornate relative alle risorse territoriali dell'area partenopea.

La prima fase del programma è stata finalizzata alla definizione di un primo modello pedo-geografico in scala di riconoscimento 1:100.000 del territorio provinciale, pubblicato nel 1995 nell'ambito della collana di Studi dell'Ente Camerale. Gli obiettivi del lavoro erano in primo luogo culturali e riguardavano la diffusione di una più diffusa consapevolezza nel pubblico dell'importanza del suolo come risorsa basilare per le attività produttive e per il mantenimento di standard accettabili di qualità ambientale. Ciò nonostante il lavoro ha successivamente trovato ampia applicazione in ambito pianificatorio, scientifico e professionale.

L'iniziativa intrapresa dalla Camera ha contribuito anche ad evidenziare l'esigenza di poter disporre, in tempi ragionevoli, di strumenti conoscitivi ad una scala di maggior dettaglio, adeguata alle esigenze poste dalle delicate e complesse attività di tutela e valorizzazione delle risorse del territorio rurale partenopeo.

In tale contesto è divenuto possibile progettare e portare a compimento la seconda fase del programma di lavoro, che ha condotto alla realizzazione della prima approssimazione della Carta dei suoli in scala di semi-dettaglio 1:50.000 del territorio provinciale di Napoli.

Le attività per la realizzazione della Carta dei suoli in scala 1:50.000 hanno avuto inizio nel novembre 1996, per concludersi nel mese di ottobre 1997. Di seguito, vengono sinteticamente descritti i risultati della prima fase di correlazione dei suoli, nonché gli approcci metodologici adottati.

Materiali e metodi

Le diverse fasi del programma di lavoro che ha condotto alla realizzazione della prima approssimazione della Carta dei suoli della provincia di Napoli in scala di semi-dettaglio 1:50.000 possono essere schematizzate come segue.

La Carta dei suoli della provincia di Napoli in scala di riconoscimento 1:100.000, precedentemente realizzata dal gruppo di lavoro (di Gennaro et al., 1995), ha rappresentato la base conoscitiva per l'inquadramento pedo-paesaggistico preliminare dell'area da rilevare. La fotointerpretazione del territorio provinciale è stata condotta utilizzando fotografie aeree pancromatiche in scala approssimativa 1:30.000 (volo Regione Campania 1984, volo IGM 1990). Al fine di giungere ad una più accurata caratterizzazione ambientale delle aree di pianura del territorio provinciale si è proceduto alla realizzazione di una carta morfologica di dettaglio, sulla base dell'interpretazione di basi topografiche in scala 1:5.000. Tali attività hanno condotto

alla realizzazione di una Carta delle unità di paesaggio del territorio provinciale, restituita successivamente su basi topografiche in scala 1:25.000 (cartografia IGM, aggiornamento Regione Campania 1990).

Il rilevamento di campagna delle caratteristiche dei suoli presenti nei diversi ambiti territoriali omogenei individuati nella Carta delle unità di paesaggio è avvenuto secondo uno schema ragionato, con lo scavo di profili pedologici in corrispondenza di siti rappresentativi. La descrizione e la registrazione codificata dei caratteri del suolo è stata condotta in accordo con il Soil Survey Manual (Soil Conservation Service, 1981). La densità di osservazioni adottata per la realizzazione della prima approssimazione della Carta è di circa 1 osservazione ogni 75 ha, con un rapporto profili trivellate di 1:3.

Sui campioni di suolo relativi a circa il 25% dei profili descritti e campionati sono state effettuate analisi routinarie di laboratorio. Su un numero ridotto di campioni sono state eseguite determinazioni chimiche e idrologiche non routinarie, finalizzate alla risoluzione di particolari problemi classificatori.

Nel corso della fase successiva di interpretazione dei dati si è proceduto alla definizione delle tipologie di suolo maggiormente diffuse all'interno di ciascun ambito territoriale omogeneo ed alla individuazione dei modelli geografici che regolano la distribuzione dei diversi tipi di suolo nel territorio. Le tipologie di suolo rappresentative sono state classificate secondo la Tassonomia del Suolo (Soil Survey Staff, 1994), giungendo al livello di famiglia, e secondo la Legenda FAO (FAO, 1990). La stima dei regimi idrici e termici dei suoli è stata realizzata elaborando le serie storiche di dati termo-pluviometrici relativi a sette stazioni presenti nel territorio provinciale, utilizzando il modello Newhall (Newhall, 1972).

La digitalizzazione, la gestione automatica dei dati e la produzione dei documenti cartografici sono state condotte utilizzando il software di cartografia automatica Arc/Info.

Risultati e discussione

Nella tabella 1 è presentata una sintesi schematica della Legenda della Carta dei suoli realizzata nell'ambito dello studio, con indicazioni relative alle caratteristiche dei principali sistemi di suolo.

I risultati delle attività di correlazione dei suoli finalizzate alla definizione della legenda della prima approssimazione della Carta pedologica 1:50.000 evidenziano una elevata complessità tipologica e strutturale delle coperture pedologiche a scala provinciale.

Tale complessità è da mettere in relazione alla presenza, in un territorio relativamente poco esteso (115.000 ha circa), di sistemi ambientali estremamente differenziati per quanto concerne i fattori che influenzano la genesi dei suoli.

La Legenda della prima approssimazione della Carta contiene circa 100 unità cartografiche, costituite per la maggior parte da consociazioni di suoli. Le unità tipologiche definite in sede di prima correlazione sono circa 80, ma gli autori ritengono che questo numero possa ridimensionarsi nel corso delle successive fasi di correlazione.

Le attività interpretative finalizzate alla definizione e correlazione delle unità tipologiche hanno evidenziato tra l'altro alcune difficoltà che possono sorgere nell'applicazione della Tassonomia del suolo in aree, come quella napoletana, interessate da vulcanesimo attuale e recente e sottoposte a forte antropizzazione, nelle quali l'espressione delle proprietà andiche e la conseguente collocazione tassonomica dei suoli è notevolmente condizionata dalla storia di uso dei suoli.

Inoltre, l'evoluzione pedogenetica delle coltri pedologiche vulcaniche campane non sempre porta alla individuazione di proprietà andiche e di andisuoli lì dove si applichino rigidamente i criteri diagnostici proposti dalla Tassonomia del suolo; ciò induce a ritenere che i processi pedogenetici che avvengono nei regimi idrici ustici campani non sempre possano essere inquadrati in modo appropriato nei criteri Soil Taxonomy riguardanti le "proprietà diagnostiche andiche".

| Sistemi di suolo | Morfologia | Uso del suolo | Natura e probabile età dei materiali di partenza | Tipo e grado di differenz. del profilo | Orizzonti e Proprietà diagnostiche salienti | N. di Unità tipologiche |
|--|---|--|--|--|--|-------------------------|
| Suoli dei rilievi calcarei con coperture piroclastiche della Penisola Sorrentina | Rilievi montani ad elevata energia | Bosco misto mesofilo, orti arborati terrazzati, oliveto, agrumeto | Depositi vesuviani da caduta di pomici e ceneri del 79 dC. ed anteriori. | A-Bw-C-Bwb Elevato | Proprietà andiche fortemente espresse (Epipedon mollico) | 8 |
| Suoli dei rilievi calcarei con coperture piroclastiche dei monti di Cancellò ed Avella | Rilievi montani ad energia di rilievo da moderata ad elevata | Bosco misto mesofilo, orti arborati terrazzati, nocciolo | Depositi vesuviani da caduta di pomici e ceneri del 3800 BP (Avellino), 472 dC (Pollena) ed anteriori | A-Bw-C-Bwb Elevato | Proprietà andiche fortemente espresse (Epipedon mollico) | 6 |
| Suoli delle colline arenacee della Penisola Sorrentina | Rilievi collinari a moderata energia | Bosco misto mesofilo, oliveto | Arenarie a cemento calcareo o non calcareo | A- Bw-C Moderato | Orizzonte cambico (Orizzonte calcico) | 5 |
| Suoli dei rilievi vulcanici Flegrei | Vestigia di edifici vulcanici a bassa o moderata energia di rilievo | Orti ed orti arborati ciglionati, bosco misto mesofilo, macchia, | Depositi da caduta di ceneri e pomici e da flusso dei vulcani flegrei, principalmente della fase subaerea (4500 anni b.p.) | A-Bw-C Da debole a elevato | Orizzonte cambico Proprietà andiche moderatamente e espresse | 15 |
| Suoli dei rilievi vulcanici dell'Isola d'Ischia | Vestigia di edifici vulcanici a moderata o elevata energia di rilievo | Orti ed orti arborati ciglionati, vigneto, bosco misto mesofilo, macchia | Materiali tufacei dell'Epomeo, depositi da caduta di ceneri e pomici e da flusso (4000 anni b.p.); depositi vulcanoclastici, lahar | A-Bw-C Da debole a moderato | Orizzonte cambico (Proprietà andiche moderatamente e espresse) | 12 |

| | | | | | | |
|---|---|---|--|--|---|----|
| Suoli del complesso vulcanico del Somma-Vesuvio | Edificio vulcanico ad elevata energia di rilievo | Orti ed orti arborati terrazzati, vigneto, bosco misto mesofilo, pinete antropiche, macchia | Depositi di ceneri e lapilli di età storica | A-C A-Bw-C Da debole a moderato | Proprietà anche da debolmente a moderatamente e espresse | 17 |
| Suoli della pianura pedemontana | Aree da subpianeggianti a debolmente acclivi | Orto arborato, frutteto specializzato e promiscuo | Depositi da caduta di ceneri e da flusso di età neolitica (11.000 anni b.p.) e posteriori | A-Bw-C-Bwb Da moderato a elevato | Epipedon mollico Orizzonte cambico Proprietà anche moderatamente e espresse | 23 |
| Suoli della pianura alluvionale | Aree pianeggianti, talora relativamente depresse | Ortive da pieno campo, ortofloricoltura protetta | Depositi alluvionali, vulcanoclastici, talora intercalati a depositi da caduta di ceneri e pomice e di flusso, attuali e recenti | A-Bw-C Moderato | Epipedon ochrico Orizzonte cambico | 9 |
| Suoli della pianura costiera | Aree dolcemente ondulate, soggette a spianamento antropico, localmente depresse | Ortive da pieno campo, ortofloricoltura protetta, colture foraggere | Depositi eolici, depositi alluvionali delle depressioni retrodunari e di laguna, attuali e recenti | A-C A-Bg-Cg Da debole a moderato | Epipedon ochrico Condizioni endoaquiche | 6 |

Tab. 1 - Caratteristiche ambientali schematiche dei principali sistemi di suolo individuati nella Legenda della Carta dei suoli 1:50.000 della provincia di Napoli

Conclusioni

Gli autori hanno sinteticamente illustrato i risultati del programma di lavoro per la realizzazione della prima approssimazione della Carta dei suoli della provincia di Napoli in scala di semi-dettaglio 1:50.000, promosso dalla Camera di Commercio di Napoli.

Il lavoro si inquadra in un progetto di più ampio respiro finalizzato alla produzione di strumenti conoscitivi relativi alla risorsa suolo della provincia partenopea, da poter utilizzare nei diversi contesti applicativi, programmatici ed educativi.

La definizione di un primo modello pedogeografico alla scala di semi-dettaglio per l'area napoletana rappresenta a giudizio degli autori una fase importante del processo conoscitivo avviato, in un momento nel quale le istituzioni locali sono impegnate ai diversi livelli nella messa a punto di programmi di riqualificazione e tutela di un territorio rurale di notevolissimo pregio produttivo, paesaggistico ed ambientale.

Bibliografia

Di Gennaro et. al (1995). I suoli della provincia di Napoli. CUEN, Napoli
Dent D., Young A.(1981). Soil survey and Land evaluation. Allen & Unwin

- E.R.S.A.L. (1993). Norme generali per il rilevamento e la compilazione della Carta Pedologica della Lombardia in scala 1:50.000. A cura di R. Rasio. Milano
- Lulli L. (1990). Breviario sui suoli che derivano da materiali vulcanici in Italia. In: Lulli L. et al. (a cura di), I suoli caposaldo dell'apparato vulcanico di Vico, Istituto Sperimentale per lo studio e la difesa del suolo, Firenze
- Newhall, F. (1972). Calculation of soil Moisture regimes from the climatic record, Rev. 4. Mimeographed, Soil Conservation Service, USDA, Washington D.C.
- Quantin, P. (1990). Andisols. In: Referentiel pedologique francais, 3eme proposition, INRA.
- Regione Emilia Romagna (1992). Manuale per il rilevamento e la descrizione dei suoli. Bologna
- Soil Survey Staff (1975). Soil Taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. Agric. Handb. 436. Washington DC: Department of agriculture
- Soil Conservation Service. 1981. Soil Survey Manual, 430-V, Issue 1. Washington D.C., Department of Agriculture.
- Soil Survey Staff (1990). Keys to Soil Taxonomy (fourth edition), SMSS Technical Monograph No 19, Virginia Polytechnic Institute and State University

Caratterizzazione fisico-chimica e mineralogica di un suolo vulcanico dei Monti Cimini

A. Mirabella ^{a)} e *P. Lorenzoni* ^{b)}

a) Istituto Sper. Studio e Difesa Suolo, Sezione di Chimica del Suolo, P.zza D'Azeglio 30, I-50121 Firenze, Italy

b) Istituto Sper. Studio e Difesa Suolo, Sezione di Conservazione del Suolo, P.O. Box 117, I-02100 Rieti, Italy.

Introduzione

La halloysite è un minerale che si riscontra molto spesso nei suoli vulcanici. Essa prende origine per cristallizzazione dei prodotti di dissoluzione dei minerali primari, quali i feldspati (Calvert et al., 1980; Buol e Weed, 1991), o per dissoluzione delle allofane e della imogolite e susseguente arricchimento in silice (Dahlgren et al., 1993). Recentemente Kretzschmar et al. (1997) hanno suggerito un complesso meccanismo di trasformazione della biotite in halloysite.

Molti autori hanno riscontrato una differente composizione mineralogica nei suoli vulcanici, con formazione di caolinite nella parte superiore del profilo e di halloysite nella parte profonda. La formazione di halloysite nella parte profonda del profilo è stata attribuita alla riduzione del drenaggio e all'arricchimento di Si proveniente dagli orizzonti superficiali, mentre la caolinite negli orizzonti superficiali proviene dall'invecchiamento dell'halloysite (Wada e Harward, 1974; Dudas e Harward, 1975a; Allen e Hajek, 1989).

È comunque da tener presente che i suoli vulcanici possono prendere origine da substrati non omogenei e che pertanto le differenze mineralogiche riscontrate possano essere ricondotte all'alterazione di matrici litologiche differenti.

L'importanza dell'influenza del litotipo sulla genesi dei suoli vulcanici è stata messa in evidenza in uno studio effettuato su alcuni suoli del Complesso Vulcanico dei Monti Cimini, da cui è emerso che una lava tefritica a leucite produce principalmente minerali amorfi e piccole quantità di halloysite, mentre la lava latitica del Monte Cimino produce minerali argillosi cristallini (Lorenzoni et al., 1995).

Nella parte sommitale del Monte Cimino è stato riscontrato un suolo che presentava una discontinuità litologica fra gli orizzonti superficiali e quelli sottostanti. Contemporaneamente, a pochi metri di distanza dal suddetto suolo, si è potuto osservare un affioramento di lava latitica, che appariva fratturata e presentava uno strato piroclastico al suo interno.

Per chiarire i meccanismi di formazione del suolo, ed in particolar modo l'origine degli orizzonti profondi, è stato intrapreso uno studio del quale si riportano i risultati preliminari delle analisi fisico-chimiche e mineralogiche del suolo e dello strato piroclastico.

Materiali e Metodi

Il suolo, secondo la Soil Taxonomy un Vitrandic Haplumbrept, è costituito dai seguenti orizzonti: A1, A2, BA, Bw1, 2Bw2, 2BC1, 2BC2, 2BC3, mentre lo strato piroclastico è formato da due livelli: L(a) e L(b).

L'analisi granulometrica è stata effettuata dopo trattamento con H₂O₂; la frazione argillosa è stata determinata per dispersione in H₂O distillata; l'Al, il Fe e il Si sono stati estratti con NH₄-ossalato a pH 3 (Al₀, Fe₀, Si₀); mentre il Fe è stato estratto anche con ditionito-citrato-bicarbonato (Fe_d); l'Al, il Fe e il Si in soluzione sono stati determinati per spettrofotometria ad assorbimento atomico; il contenuto di allofane è stato calcolato moltiplicando la percentuale di Si₀ per 7.1 (Parfitt e Henmi, 1982).

L'analisi dei minerali argillosi (< 2m μ) è stata eseguita su campioni orientati con un diffrattometro a raggi X Rigaku D/MAX III C da 3 Kw, equipaggiato con goniometro

orizzontale, monocromatore di grafite e lampada al Cu. Le curve diffrattometriche digitalizzate sono state sottoposte a smoothing e corrette con i fattori di Lorentz e della polarizzazione ed i picchi diffrattometrici sono stati separati con un procedimento dei minimi quadrati che utilizza una funzione Pearson VII. I campioni sono stati sottoposti ai seguenti trattamenti: saturazione con Mg, solvatazione con glicol etilenico, saturazione con K, seguita da riscaldamento a 335°C e 550°C per due ore. Per la distinzione tra la caolinite e l'halloysite si è utilizzata l'intercalazione con acetato di potassio.

Risultati e discussione

L'analisi granulometrica ha confermato la discontinuità litologica all'interno del suolo messa in luce durante il rilevamento del suolo in campagna. Infatti il contenuto di argilla, molto basso nell'orizzonte superficiale, aumenta negli orizzonti più profondi (Tabella 1); essa non proviene dagli orizzonti superiori, dato che non è stata riscontrata una migrazione di argilla sia nella descrizione di campagna che all'indagine microscopica su sezioni sottili (dati non riportati).

Parallelamente all'argilla, il contenuto di limo è maggiore negli orizzonti superficiali rispetto a quelli più profondi.

| Orizzonte | Sabbia % (2-0.05 mm) | Limo % (0.05-0.002 mm) | Argilla % (<0.002 mm) |
|-----------|----------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| A2 | 43.8 | 48.3 | 7.9 |
| BA | 36.6 | 51.2 | 12.2 |
| Bw1 | 41.5 | 45.0 | 13.5 |
| 2Bw2 | 45.9 | 38.0 | 16.1 |
| 2BC1 | 47.4 | 34.5 | 18.1 |
| 2BC2 | 41.4 | 42.1 | 16.5 |
| 2BC3 | 64.3 | 30.3 | 5.4 |
| L(a) | 51.7 | 35.3 | 13.0 |
| L(b) | 56.3 | 38.2 | 5.5 |

Tabella 1. Analisi granulometrica

L'analisi chimica ha messo in evidenza una diversità nel grado di alterazione presente all'interno di questo suolo. Si sono riscontrati, infatti, valori maggiori del contenuto di ferro cristallino (Fed-Feo) negli orizzonti profondi rispetto a quelli superficiali, e valori più alti del rapporto Feo/Fed negli orizzonti superficiali (Tabella 2). Ciò è in contraddizione con la sequenza evolutiva degli orizzonti dei suoli che prevede un maggior grado di alterazione negli orizzonti superficiali. Anche i livelli di piroclastite, in media, hanno riportato valori del contenuto di ferro cristallino equivalenti a quelli riscontrati negli orizzonti profondi del suolo; questo fatto, associato al basso tenore di ferro amorfo riscontrato in questi livelli, denota un alto grado di alterazione. Nel suolo il contenuto di allofane è risultato modesto in tutti gli orizzonti, con valori più alti negli orizzonti di transizione Bw1 e 2Bw2.

| Orizzonte | Fed % | Feo % | Fec % | Alo % | Sio % | Allofane % |
|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------------|
| A2 | 1.99 | 0.84 | 1.15 | 0.60 | 0.07 | 0.50 |
| BA | 2.07 | 0.71 | 1.36 | 0.50 | 0.12 | 0.86 |
| Bw1 | 2.14 | 0.59 | 1.56 | 0.52 | 0.21 | 1.50 |
| 2Bw2 | 2.23 | 0.65 | 1.58 | 0.57 | 0.32 | 2.28 |
| 2BC1 | 2.37 | 0.67 | 1.70 | 0.40 | 0.13 | 0.93 |
| 2BC2 | 2.33 | 0.70 | 1.63 | 0.38 | 0.13 | 0.93 |
| 2BC3 | 1.24 | 0.28 | 0.96 | 0.21 | 0.04 | 0.29 |
| L(a) | 1.59 | 0.21 | 1.38 | 0.13 | 0.03 | 0.21 |
| L(b) | 2.14 | 0.32 | 1.82 | 0.12 | 0.03 | 0.21 |

Tabella 2. Dissoluzione chimica selettiva

L'analisi mineralogica ha rivelato una notevole differenza fra la parte superiore e quella inferiore del suolo. Nei tre orizzonti superficiali si è riscontrata la presenza di un minerale con distanza dei piani basali intorno a 0.7 nm, di illite e di vermiculite per lo più interstratificata con Al (HIV). Gli orizzonti profondi erano caratterizzati dalla presenza di illite e di un minerale che presentava un picco diffrattometrico allargato intorno a 0.7 nm e dall'assenza di vermiculite. I due livelli piroclastici presentavano una mineralogia delle argille molto simile a quella degli orizzonti profondi del suolo, come evidenziato dalle curve diffrattometriche relative ai campioni saturati con potassio (Fig. 1).

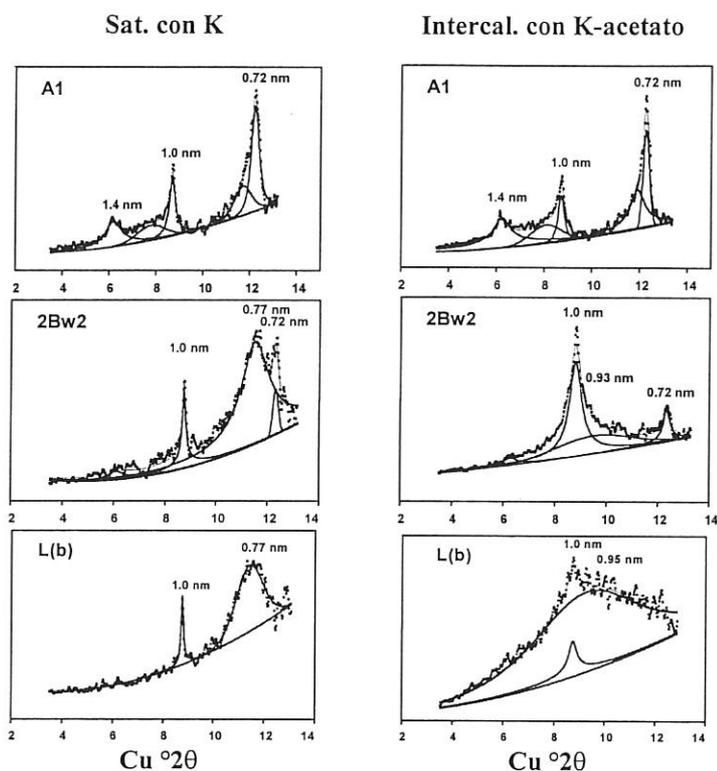


Figura 1. Separazione dei picchi diffrattometrici di campioni di suolo e del livello di piroclastite alterata.

Per caratterizzare il minerale argilloso con picco di diffrazione intorno a 0.7 nm si è pertanto eseguita l'intercalazione con acetato di potassio. Questa procedura permette di differenziare la caolinite dalla halloysite, dato che la prima non modifica la sua struttura, mentre il picco della halloysite collassa verso gli angoli più bassi, ed inoltre consente di determinare le proporzioni di caolinite ed halloysite, quando presenti nello stesso campione, mediante la risoluzione dei picchi sovrapposti (Carnicelli e Mirabella, 1994).

La separazione dei picchi diffrattometrici ha mostrato che il picco risolto intorno a 0.72 nm nei diffrattogrammi relativi all'orizzonte A2 non ha subito alcun dislocamento a seguito della saturazione con K e della successiva intercalazione con acetato di potassio; pertanto può essere attribuito alla caolinite (Fig. 1). A partire dal sottostante orizzonte BA appare, accanto alla caolinite, una piccola quantità di halloysite che però tende ad aumentare procedendo verso gli orizzonti profondi, sino ad essere l'unico minerale di tipo 1:1 nell'orizzonte più profondo 2BC3.

La curva diffrattometrica elaborata col programma di deconvoluzione relativa al campione saturato con potassio dell'orizzonte 2Bw2 ha permesso di risolvere il picco a 0.7 nm in due picchi centrati a 0.74 e 0.72 nm (Fig. 1). A seguito dell'intercalazione con acetato di potassio il picco a 0.74 nm è collassato a 0.93 e 1.0 nm; questo comportamento è tipico della presenza di halloysite. Il picco a 0.72 nm è rimasto invariato dopo questo trattamento e pertanto è stato assegnato alla caolinite (Fig. 1). La percentuale relativa di questi due minerali,

stimata sulla base delle aree dei due picchi risolti nella curva diffrattometrica del campione saturato con potassio, è risultata del 94% per l'halloysite e del 6% per la caolinite.

Un simile rapporto di halloysite e caolinite è stato riscontrato anche negli orizzonti inferiori 2BC1 e 2BC2, mentre nell'orizzonte più profondo 2BC3 è stata ritrovata soltanto halloysite (Fig. 1).

Per quanto riguarda i due livelli piroclastici, L(a) e L(b), nel primo era presente illite ed halloysite con una piccola percentuale di caolinite, mentre nel secondo, oltre alla illite, l'unico minerale presente è risultato essere l'halloysite (Fig. 1).

I risultati chimici e mineralogici hanno confermato la discontinuità litologica che era stata riscontrata nel suolo durante il rilevamento in campagna; inoltre, i dati chimici e particolarmente i risultati inerenti la mineralogia delle argille hanno mostrato l'esistenza di una parentela molto stretta tra gli orizzonti profondi del suolo ed i livelli piroclastici.

Negli orizzonti superficiali del suolo è stata rilevata la presenza di caolinite, di illite e di vermiculite interstratificata con idrossidi. Quest'ultimo minerale è invece risultato assente nei due livelli piroclastici e negli orizzonti profondi del suolo, ad eccezione di piccole tracce riscontrate nell'orizzonte 2Bw2.

Conclusioni

La genesi di questo suolo è apparsa alquanto complessa, sembra comunque che si possa asserire che esso abbia preso origine da due materiali litologici differenti.

La parte superiore del profilo potrebbe essersi evoluta a partire dalla roccia latitica che, essendo molto compatta, è molto resistente all'alterazione. I processi di modificazione dei minerali primari sono pertanto rallentati e possono dare luogo alla formazione di minerali argillosi meglio cristallizzati.

Gli orizzonti profondi del suolo, invece, potrebbero essersi sviluppati dai livelli piroclastici, che per la loro natura intrinseca sono più friabili e danno luogo principalmente alla formazione di halloysite.

Il fatto che l'halloysite sia stata riscontrata sia negli orizzonti profondi del suolo che nei livelli piroclastici, e quindi anche al di fuori dei processi pedogenetici, sembra escludere, almeno in parte, che la formazione di halloysite negli orizzonti profondi possa ricondursi ad un processo di lisciviazione del silicio dagli orizzonti superiori ed al suo conseguente arricchimento in un ambiente confinato. Questa supposizione è avvalorata dalla esigua concentrazione di silicio solubile in ossalato riscontrato nei campioni analizzati.

In questo caso, l'halloysite nel suolo ha preso origine dall'alterazione di un substrato, un livello piroclastico friabile, differente dal substrato di origine degli orizzonti superficiali, una lava latitica, che invece, data la sua struttura compatta, favorisce la formazione di caolinite.

Bibliografia

- Allen B L e Hajek B F (1989). Mineral occurrence in soil environment, p. 198-278. In J.B. Dixon e S.B. Weed (Ed.). Minerals in soil environments., SSSA.
- Buol S.W. e Weed S.B. (1991). Saprolite-soil transformations in the Piedmont and mountains of North Carolina. *Geoderma* 51, 15-28.
- Calvert C.S., Buol S.W. e Weed S.B. (1980). Mineralogical characteristics and transformation of a vertical rock-saprolite-soil sequence in the North Carolina Piedmont. II Feldspar alteration products - their transformations through the profile. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 44, 1104-1112.
- Carnicelli S. e Mirabella A. (1994). X-ray peak separation for improving semiquantitative estimates of halloysite in mixtures with kaolinite. *Miner. Petrogr. Acta*, XXXVII, 337-343.
- Dahlgren R., Shoji S. e Nanzyo M. (1993) Mineralogical characteristics of volcanic ash soils, p. 101-143. In *Volcanic ash soils - Developments in soil science* 21. Elsevier Science Publishers, The Netherlands.
- Dudas M.J. e Harward M.E. (1975a). Weathering and authigenic halloysite in soil developed in Mazama ash. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 39, 561-566.
- Kretzschmar R., Robarge W.P., Amoozegar A. e Vepraskas M.J. (1997). Biotite alteration to halloysite and kaolinite in soil-saprolite profiles developed from mica schist and granite gneiss. *Geoderma* 75, 155-170.
- Parfitt R.L. e Henmi T. (1982). Comparison of an oxalate extraction method and an infrared spectroscopic method for determining allophane in soil clay. *Soil Sci. Plant Nutr.* 28, 183-190.
- Wada K. e Harward M.E. (1974). Amorphous clay constituents of soils. *Adv. Agron.* 26, 211-260.

Il clima ed il pedoclima dei suoli vulcanici dell'Etna¹

S. Raimondi, M. Lupo, D. Tusa (*)

(*) Istituto di Agronomia generale e Coltivazioni erbacee - Viale delle Scienze, 90128 Palermo, tel. 091 - 6650228, fax 091 - 6650229.

Introduzione

I regimi idrico e termico dei suoli (Pedoclima) sono due importanti qualità del territorio che determinano l'attitudine per qualsiasi utilizzazione agricola e forestale, perché condizionano la germinazione, lo sviluppo e la produttività delle piante. Il pedoclima indirizza anche tutti i processi pedogenetici. La classificazione migliore dei suoli, secondo la Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 1997), è quella che armonizza i caratteri del suolo e la sua attitudine nei confronti delle piante (Raimondi, in corso di stampa).

Il presente lavoro si inserisce in un settore di studi e ricerche che ha come obiettivo la definizione e la distribuzione dei parametri pedoclimatici nei suoli del territorio siciliano. Queste informazioni sono di base per poter interpretare ed utilizzare per fini applicativi i caratteri morfologici e genetici dei suoli.

Nell'area dell'edificio etneo ricade una delle poche zone in cui è stato individuato il regime di umidità udico in Sicilia (Raimondi, 1991; 1993).

Materiali e metodi

Il complesso vulcanico etneo con i suoi 3242 m di quota si inserisce fra le cime più alte in Italia e in Europa. Ha sezione basale ellissoidale con la direzione dell'asse maggiore nord-sud. E' facilmente individuabile in quanto risulta delimitato ad ovest dal fiume Simeto, a sud dalla piana di Catania, ad est dal mare e a nord, nord-est dal fiume Alcantara. Ha la forma approssimativamente di un cono. La sezione nord-sud (secondo l'asse maggiore dell'ellisse passante per il cratere sommitale, proiettato su un piano) non è divisa simmetricamente dalla cima del vulcano, in quanto il semiasse settentrionale risulta di 16 Km circa, mentre quello meridionale è il doppio: 32 Km circa. I relativi punti più bassi sono posti rispettivamente a 700 ed a 50 m s.l.m.. Anche la pendenza media dei due versanti è diversa, essendo: del 16% circa il settentrionale e del 10% quello meridionale. Nel versante settentrionale dai 1000 m di quota in su le pendenze risultano maggiori, mentre nel versante meridionale tale limite è posto a 1300 m di quota. Il versante meridionale ha un pendio nettamente più dolce. I due semiassi trasversali risultano quasi uguali, essendo rispettivamente lunghi 18 Km quello occidentale e 19 Km quello orientale. I punti più bassi sono posti rispettivamente a 500 m di quota ad occidente e al livello medio del mare ad oriente. I due versanti trasversali (orientale ed occidentale) hanno pendenza media molto vicina essendo del 15% quello occidentale e del 17% quello orientale. Le pendenze risultano più elevate a partire da 1300 e dai 700 m rispettivamente ad occidente e ad oriente. Fra i 700 ed i 300 m è presente un pianalto, che circonda il vulcano, e arriva fino ai 750 m nell'area settentrionale di Randazzo.

Gli affioramenti litologici dominanti risultano di natura basaltica dell'olocene, mentre quelli più antichi sono pleistocenici. Nel settore basale si riscontrano alluvioni terrazzate

¹ Ricerca effettuata nell'ambito del progetto "I suoli vulcanici dell'Etna e la loro capacità d'uso", finanziamento MURST 40%, responsabile G. Fierotti.

Il lavoro è da attribuire in parti uguali agli Autori.

continentali e marine; mentre nel versante orientale dominano le arenarie e le marne dell'eocene medio-superiore (Romano et al., 1979).

L'utilizzazione del suolo alle quote più basse è rappresentata dall'agrumeto, dall'uliveto, dal vigneto e dai frutteti (pistacchio, ficodindia e fichi). Alle quote maggiori si riscontra il vigneto, il frutteto (melo, pero e ciliegio), il pascolo ed il bosco (querce, castagno, faggio, pini, cipressi). Al di sopra dei 2000 m circa di quota scompare la vegetazione ed inizia il deserto montano.

Il pedoclima del monte Etna è stato valutato tramite i dati termopluviometrici delle stazioni di: Catania, Nicolosi, Adrano, Troina, Linguaglossa, Viagrande, Taormina, Acireale e Zafferana Etnea.; mentre per le stazioni di: Randazzo e Bronte sono state considerate soltanto le pluviometrie, perchè non sono disponibili le termometrie. Il periodo storico considerato è il 1951-'94.

I dati termopluviometrici sono stati elaborati secondo la seguente metodologia: bilancio idrico del suolo, secondo i principi di Thornthwaite (Thornthwaite e Mather, 1957); rappresentazione grafica di Billaux, per studiare la sezione di controllo dell'umidità; capacità di ritenzione idrica del suolo considerata nei bilanci 25, 50, 100, 200 e 300 mm. I bilanci sono stati effettuati con i dati termopluviometrici medi del periodo storico.

La zonizzazione delle variabili ottenute è stata effettuata mediante l'interpolazione altimetrica e sono stati elaborati 10 documenti cartografici.

Risultati e discussione

La fig. 1 mostra la distribuzione della temperatura media annua dell'aria, che oscilla da valori inferiori ai 4 °C sulla sommità dell'Etna, a valori superiori ai 18 °C nella fascia meridionale. Con l'isoterma 18 °C si è voluto mettere in evidenza la fascia più calda in cui domina l'agrumeto e si hanno condizioni climatiche diverse rispetto ai territori con temperatura <18 °C (le escursioni giornaliere e stagionali sono inferiori).

La fig. 2 mostra la distribuzione della piovosità totale annua (mm). La fascia sud-occidentale presenta una piovosità inferiore ai 500 mm. Questo versante è quello meno piovoso e soltanto oltre i 2.000 m di quota si superano i 1000 mm. Il più piovoso è quello orientale in cui al di sopra dei 1000 m di quota si oltrepassano i 1.500 mm.

Per quanto riguarda i tipi climatici (fig. 3), è risultato assente solo l'aridico. Fra i tipi climatici del gruppo degli aridici, con indice di umidità globale ($I_m < 0$), è presente il Semiarido (D) e quello da Subumido a Subarido (C1); il primo si riscontra in tutta la fascia pedemontana sud-occidentale fra i 200 (a sud) ed i 600 (ad ovest) m s.l.m.; mentre il secondo interessa la fascia inferiore ai 300 m di quota a sud, e nel versante occidentale sale fino a toccare i 1000 m. Nel gruppo dei climi Umidici ($I_m > 0$), sono presenti tutti i tipi previsti dal sistema e si distribuiscono con l'altimetria. Il perumido è presente soltanto nella parte sommitale ad ovest, mentre è molto esteso ad est, al di sopra dei 1000 m di quota.

In base all'efficienza termica (evapotraspirazione potenziale) sono state individuate sette varietà climatiche (fig. 4) comprese fra il clima del gelo ($PE < 142$ mm) ed il terzo mesotermico ($PE = 855-997$ mm). Le varietà climatiche più diffuse sono il secondo ed il terzo mesotermico. Il clima del gelo è presente nel settore sommitale, ove interessa il versante settentrionale.

La fig. 5 mette in evidenza la valutazione dell'andamento della temperatura media del suolo, interpretata secondo le classi del regime di temperatura riportate dalla Soil Taxonomy. Il territorio considerato si inserisce prevalentemente nel regime di temperatura termico ($T \geq 15^\circ\text{C}$). L'area interessata è posta a quote inferiori ai 1000 m nel versante meridionale, mentre nei versanti occidentale ed orientale scende rispettivamente a 800 ed a 600 m di quota. Quest'area sulla carta è stata suddivisa per distinguere l'area in cui dominano gli agrumeti ed i

seminativi in cui la stasi vegetativa invernale del grano duro è assente o quasi e si registra la chiusura del ciclo colturale a metà maggio. Questa sottoclasse è stata indicata come termometrica marittima (T1), perchè in essa è notevole l'influenza del mare; mentre l'altra sottoclasse è stata denominata termometrica continentale (T2). Nell'area di quest'ultima sottoclasse dominano la vite, l'ulivo ed il seminativo chiude il ciclo mediamente nella seconda metà di giugno. Al di sopra del termico si ha il regime mesico ($8 \leq T < 15$) che sale a 2200 m di quota nel versante meridionale; mentre scende ai 1300 m nei versanti laterali e tocca i 1000 m in quello settentrionale. Il regime frigido ($0 \leq T < 8$) comincia a 2200 m di quota nel versante meridionale, scende a 1300 m ai lati occidentale ed orientale, toccando i 1000 m in quello settentrionale. Il cryico ($0 \leq T < 8$ con una differenza fra la temperatura del suolo, a 50 cm di profondità, estiva ed invernale inferiore ai 5 °C) è presente in un'area sommitale del versante nord-occidentale, posta al di sopra dei 2000-2500 m di quota. Dall'elaborazione dei dati emergerebbe in quest'area una temperatura del suolo inferiore a 0 °C; però, considerando che durante l'estate la neve nella parte sommitale si scioglie ed il colore bruno scuro o nero dei substrati, associato all'intensa insolazione, determina un riscaldamento notevole della superficie durante il giorno, l'area è stata valutata a regime di temperatura cryico piuttosto che pergelico.

Nelle figure 6, 7, 8, 9 e 10 vengono riportate le distribuzioni dei regimi idrici dei suoli per i seguenti valori di capacità di ritenzione in acqua disponibile (A.W.C.): 25, 50, 100, 200 e 300 mm. Nel primo caso (fig. 6) risulta dominante il regime xerico, mentre l'intermedio xerico torrico è presente a quote inferiori ai 300 m a sud, al di sotto dei 400 m ad est, mentre nel versante occidentale sale a 800-900 m. Alla sommità del rilievo è presente l'udico, al di sopra dei 2500 m nel versante meridionale; scende a 2000 m nel versante occidentale ed in quello orientale si spinge ai 1300 m. Nella fig. 7 (A.W.C.=50 mm), l'area a regime idrico udico resta quasi costante, mentre diminuisce la superficie a regime intermedio xerico torrico (posta a quota inferiore a 100 m ad est ed inferiore ai 500 m ad ovest). Nella fig. 8 (A.W.C.=100 mm), l'area dell'udico è leggermente più ampia, mentre scompare il regime intermedio xerico torrico e lo xerico è dominante. Nella fig. 9 (A.W.C.=200 mm), risulta molto più ampia l'area a regime idrico udico, diffuso nella parte sommitale. Infatti a sud scende a 2000 m, ad occidente a 1500 m, a 1000 m a nord ed a 700 m nel versante orientale. Nella fig. 10 (A.W.C.=300 mm), l'area a regime idrico udico raggiunge quasi la metà del complesso etneo. Il limite fra l'udico e lo xerico si pone a sud ed a occidente a 1000 m circa, a nord a 750 m circa, mentre ad est scende a 600 m di quota.

Conclusioni

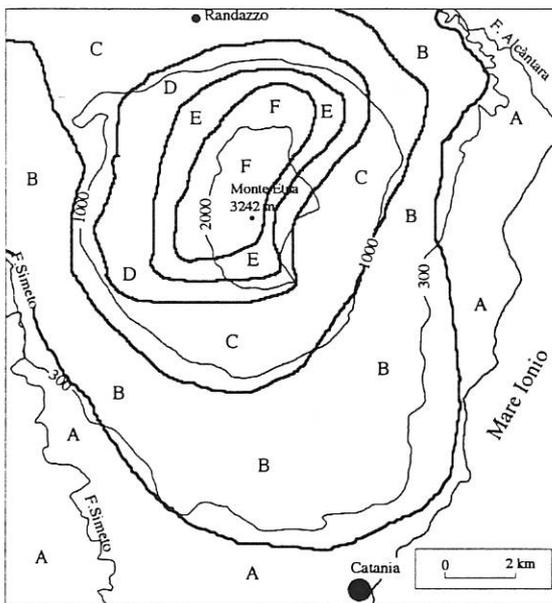
Gli elaborati cartografici mettono in evidenza un clima molto umido nella parte sommitale dell'Etna; man mano che si scende lungo i versanti l'aridità diventa sempre più forte. Contemporaneamente la temperatura media annua da valori intorno allo 0 °C della vetta (versante nord), aumenta superando i 18 °C nelle pendici meridionale, occidentale ed orientale. Il regime di temperatura conseguentemente da valori della classe cryica passa a valori della classe termica. Bisogna sottolineare però che la definizione dell'area a regime cryico necessita di un ulteriore controllo, perchè relativamente al versante settentrionale, se i raggi del sole non arrivano a riscaldare abbastanza il suolo durante l'estate, allora probabilmente si potrebbe parlare di regime pergelico. Questa conclusione è avvalorata dalla presenza di alcuni piccoli ghiacciai, nel versante settentrionale, che durante l'estate non arrivano a sciogliersi completamente. La suddivisione del regime termico nelle sottoclassi, marittima (T1) e continentale (T2) riesce a distinguere bene gli ambienti. A tal fine si propone di utilizzare queste sottoclassi nella classificazione dei suoli secondo la Soil Taxonomy a livello delle

famiglie.

Per quanto concerne il regime idrico, il presente lavoro ha confermato la presenza dell'udico sull'Etna ed il maggiore dettaglio cartografico ha messo in evidenza la presenza di questo regime a quote più basse rispetto ai lavori precedenti.

Nella distribuzione degli elementi climatici e pedoclimatici l'elaborazione ha evidenziato una grande influenza del rilievo etneo, molto elevato (3242 m di quota) che determina versanti con diversa esposizione rispetto ai punti cardinali che influenzano la circolazione delle correnti, sia umide che fredde. Il versante settentrionale è risultato quello più freddo, mentre quello più caldo è il meridionale. Il versante meno piovoso è quello occidentale, mentre quello più piovoso è l'orientale. La minore piovosità è probabilmente dovuta alla direzione est-ovest dei monti Nebrodi, che costituiscono una barriera alle correnti fredde provenienti da nord. Bisogna sottolineare ancora che probabilmente l'elevata piovosità del versante orientale è anche influenzata positivamente dalle acque calde del mar Ionio. Come è noto l'agro di Taormina ha temperature piuttosto elevate anche in inverno che favoriscono l'evaporazione delle acque del mare, con formazione di correnti umide che scaricano il vapore acqueo sul corrispondente versante dell'Etna.

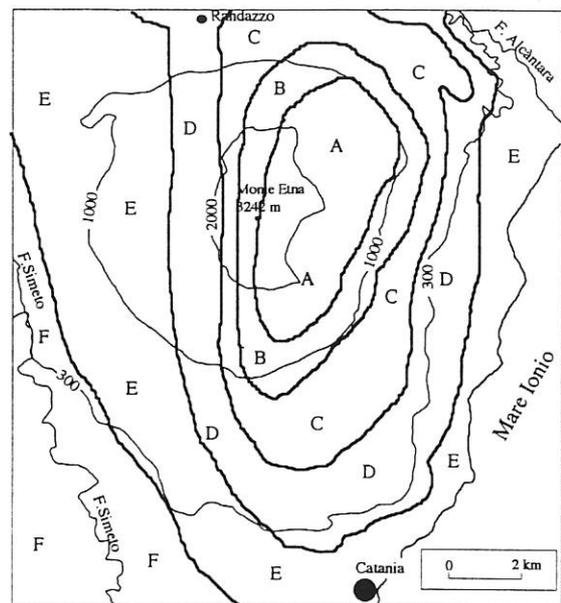
Questi risultati sul pedoclima della regione etnea giustificano le caratteristiche antiche di alcuni suoli, osservati durante le escursioni pedologiche effettuate negli anni ottanta per la redazione della carta dei suoli della Sicilia (Fierotti, 1988). Questi risultati saranno utilizzati nella classificazione dei suoli vulcanici del monte Etna, il cui studio è già stato avviato.



| | |
|---|-------------|
| A | >18,0 |
| B | 18,0 - 14,0 |
| C | 14,0 - 10,0 |

| | |
|---|------------|
| D | 10,0 - 7,0 |
| E | 7,0 - 4,0 |
| F | ≤ 4,0 |

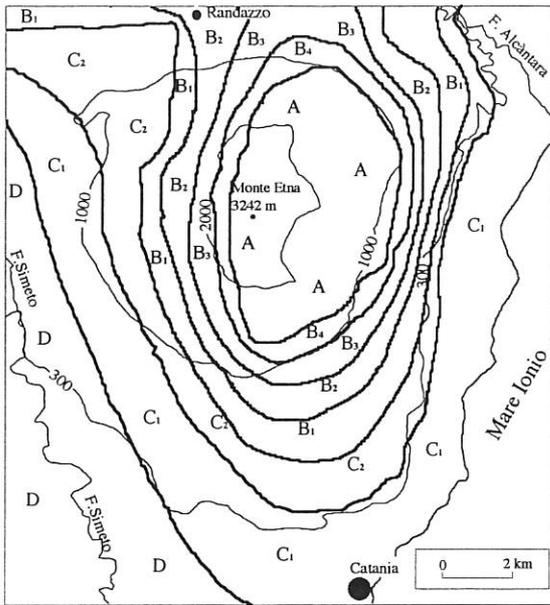
1 - Distribuzione della temperatura media annua dell'aria (°C).



| | |
|---|-------------|
| A | ≥ 1500 |
| B | 1500 - 1250 |
| C | 1250 - 1000 |

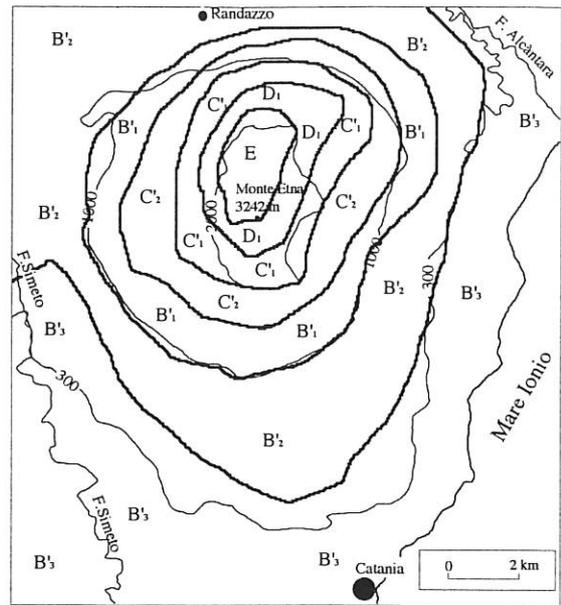
| | |
|---|------------|
| D | 1000 - 750 |
| E | 750 - 500 |
| F | < 500 |

2 - Distribuzione della piovosità media annua (mm).



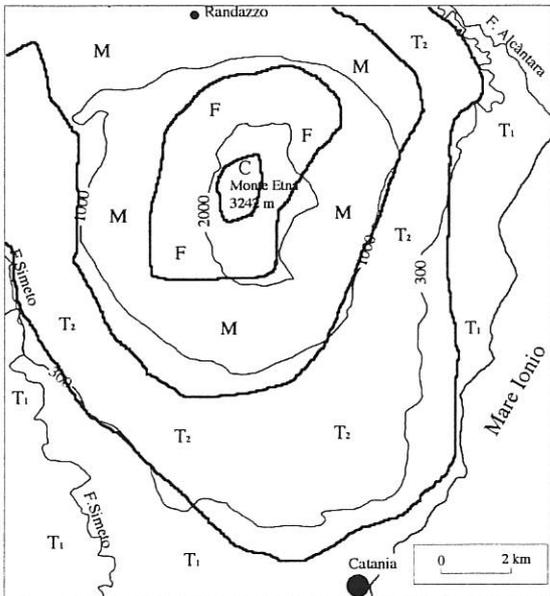
- | | |
|--|--|
| A perumido ($Im \geq 100$) | C₂ da umido a subumido ($0 < Im < 20$) |
| B₄ umido ($80 < Im < 100$) | C₁ da subumido a subarido ($-33,3 < Im < 0$) |
| B₃ umido ($60 < Im < 80$) | D semiarido ($Im < -33,3$) |
| B₂ umido ($40 < Im < 60$) | |
| B₁ umido ($20 < Im < 40$) | |

3 - Distribuzione dei tipi climatici secondo la classificazione di C. W. Thornthwaite (Im = indice di umidità globale).



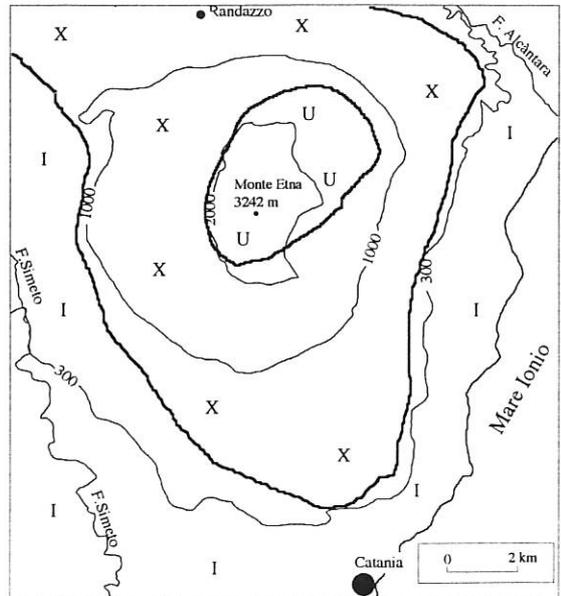
- | | |
|---|---|
| B'₃ Terzo Mesotermico ($855 < PE < 997$) | C'₁ Primo Microtermico ($285 < PE < 427$) |
| B'₂ Secondo Mesotermico ($712 < PE < 855$) | D'₁ Clima della tundra ($142 < PE < 285$) |
| B'₁ Primo Mesotermico ($570 < PE < 712$) | E Clima del gelo ($PE < 142$) |
| C'₂ Secondo Microtermico ($427 < PE < 570$) | |

4 - Distribuzione delle varietà climatiche (PE = Evapotraspirazione potenziale in mm).



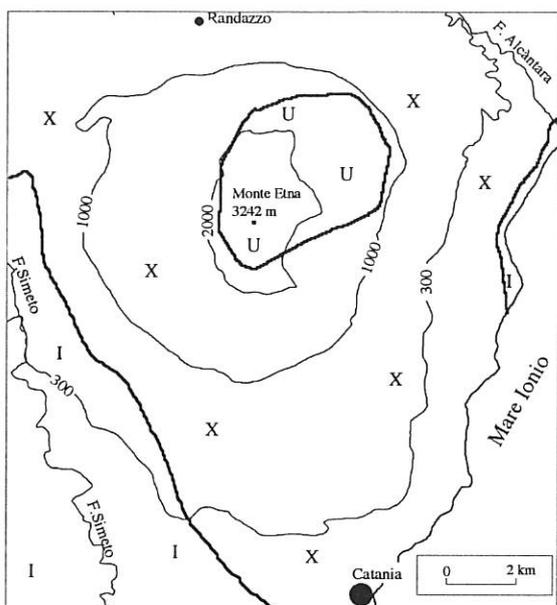
- | | |
|--|----------------------------------|
| T₁ Termico ($T \geq 19$) | F Frigido ($0 < T < 8$) |
| T₂ Termico ($15 < T < 19$) | C Cryico ($T < 0$) |
| M Mesico ($8 < T < 15$) | |

5 - Distribuzione dei regimi termometrici dei suoli (T = temperatura media annua del suolo in °C)



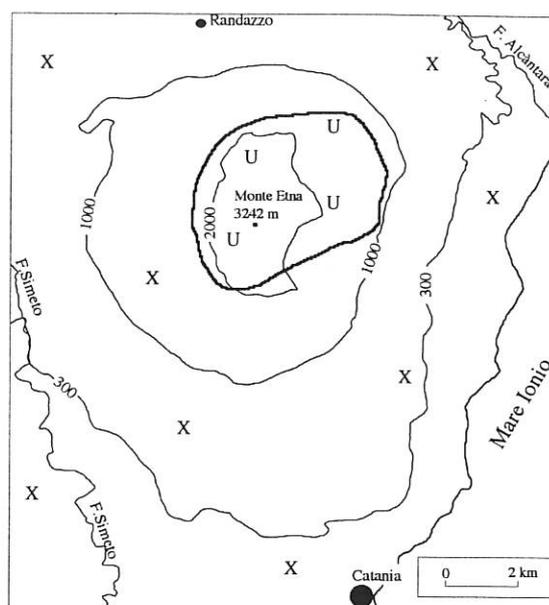
- | |
|---|
| U Regime idrico Udico. |
| X Regime idrico Xerico. |
| I Regime idrico intermedio Xerico-Torrico. |

6 - Distribuzione dei regimi idrici dei suoli aventi una capacità di ritenzione idrica disponibile di 25 mm.



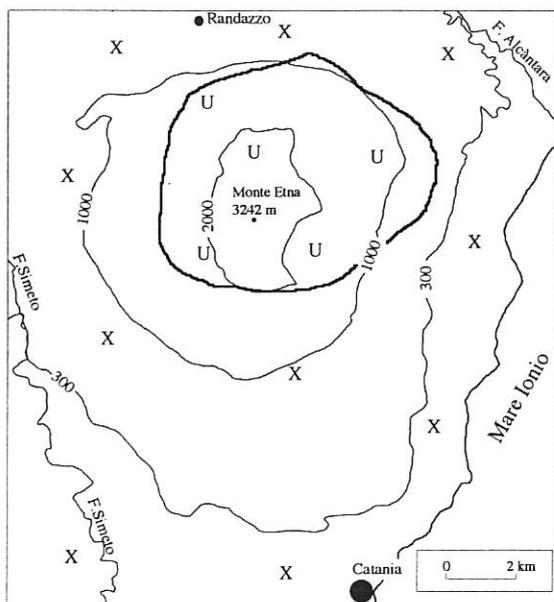
- U Regime idrico Udico.
- X Regime idrico Xerico.
- I Regime idrico intermedio Xerico-Torrico.

7 - Distribuzione dei regimi idrici dei suoli aventi una capacità di ritenzione idrica disponibile di 50 mm.



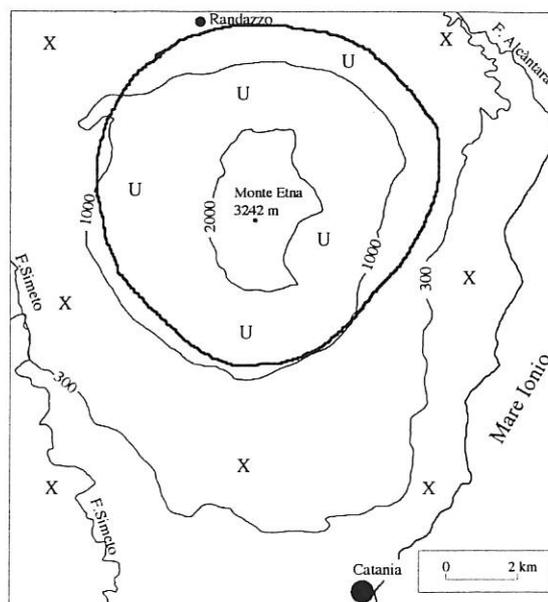
- U Regime idrico Udico.
- X Regime idrico Xerico.

8 - Distribuzione dei regimi idrici dei suoli aventi una capacità di ritenzione idrica disponibile di 100 mm.



- U Regime idrico Udico.
- X Regime idrico Xerico.

9 - Distribuzione dei regimi idrici dei suoli aventi una capacità di ritenzione idrica disponibile di 200 mm.



- U Regime idrico Udico.
- X Regime idrico Xerico.

10 - Distribuzione dei regimi idrici dei suoli aventi una capacità di ritenzione idrica disponibile di 300 mm.

Bibliografia

- Billaux P (1978). Estimation du <<regime hidrique>> des sols au moyen des données climatiques. La méthode graphique: son utilisation dans le cadre de la Taxonomie Americaine des sols. *ORSTOM, ser. Pedol. Vol. XVI, n 3, France*, pp 317-338.
- Fierotti G. (1988). Carta dei Suoli della Sicilia. Assessorato Territorio e Ambiente. Regione Sicilia.
- Raimondi S. (1991). L'impiego dei dati termopluviometrici in Pedologia: il pedoclima dei suoli siciliani durante il trentennio 1921-1950. *Atti del convegno "Agrometeorologia e Telerilevamento". Agronica, Palermo, Italia*, pp. 76-92.
- Raimondi S. (1993a). Il clima ed il pedoclima dei suoli siciliani durante il trentaduenno 1951-1982. *Quaderni di Agronomia, 13*. Istituto di Agronomia generale e Coltivazioni erbacee di Palermo, Italia, pp. 24-51.
- Raimondi S (1996a). L'influenza dell'altimetria sul pedoclima nel versante Sud-occidentale di M. Erice (TP). *"Il pedoclima e applicazioni tassonomiche"*. Palermo.
- Raimondi S. (1996b). La serie di Suoli Raddusa (Typic Haplotorrerts). *"Il pedoclima e applicazioni tassonomiche"*. Istituto di Agronomia e Coltivazioni erbacee, Palermo
- Raimondi S., Poma I., Frenda A. S. (1997). Il pedoclima come fattore di sensibilità ambientale: esempio di metodologia applicata all'agro di Sparacia - Cammarata (AG). *Rivista di Agronomia, anno XXXI n. 3 suppl.*. Bologna, luglio-settembre 1997.
- Raimondi S. (in corso di stampa). Attività vegetativa delle piante erbacee e pedoclima nella Sicilia centro-occidentale durante il 1996. Lavoro presentato al convegno S.I.S.S. su "La qualità del suolo per un ambiente sostenibile, Roma 3-5 giugno 1997.
- Raimondi S., Lupo M., Sarno M. (in corso di stampa). Il clima ed il pedoclima dei monti Erei Meridionali.
- Romano R. Lentini F. et. al. (1979). Carta geologica del monte Etna. Consiglio Nazionale delle Ricerche. Litografia Artistica Cartografica, Firenze.
- Soil Survey Staff (1997). Soil Taxonomy. Seventh Edition. United States Department of Agriculture. Washington: 544.
- Thornthwaite C. W., Mather J. R., (1957). Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance. *Climatology, X, 3*. Centerton N.Y. USA.

Un modello pedogeografico in scala di riconoscimento 1:250.000 della fascia costiera napoletana

*F. Terribile^{a)}, Giusy Aronne^{b)}, Maurizio Buonanno^{b)} A. di Gennaro^{b)} e A.P.
Leone^{a)}*

a) CNR - ISPAIM, Via Cupa Patacca 85, 80100 Ercolano (NA)

b) GE.PRO.TER. soc. coop. a r.l., Centro Direzionale Is. G7, 80143 Napoli

Introduzione

Con la presente nota gli autori intendono presentare schematicamente i risultati e gli approcci operativi impiegati per la realizzazione di un primo modello pedogeografico in scala di riconoscimento 1:250.000 realizzato per un'area della fascia costiera napoletana avente estensione di circa 1600 kmq.

Si tratta di un ambito territoriale con caratteristiche del tutto peculiari, legate alla presenza di due sistemi vulcanici attivi; di paesaggi agrari e naturali di incomparabile valore; di una conurbazione che accentra più del 60% della popolazione dell'intera regione Campania.

Da questo punto di vista, l'area partenopea è un caso emblematico di ambienti costieri mediterranei caratterizzati da forte antropizzazione e sottoposti pertanto ad una pressione d'uso estremamente intensa, fonte di molteplici minacce per l'integrità delle risorse ambientali e dei paesaggi.

In un simile contesto, la disponibilità di inventari pedologici a scala di riconoscimento può trovare utile impiego in attività legate:

- in ambito applicativo, alla pianificazione di vaste aree a scala regionale e sovra-regionale, finalizzata alla tutela e corretta gestione delle risorse;
- in ambito di ricerca, alla caratterizzazione pedogeografica di un distretto vulcanico fortemente attivo nel corso degli ultimi 30.000 anni, che ha influenzato marcatamente la struttura e le caratteristiche delle coperture pedologiche a scala regionale.

Materiali e metodi

L'elaborazione del modello pedogeografico in scala di riconoscimento 1:250.000 della fascia costiera napoletana è stata condotta mediante attività di correlazione e sintesi dei risultati di rilevamenti pedologici in scala di semidettaglio 1:50.000 realizzati dagli autori nell'ambito dei seguenti progetti:

- Carta dei suoli della provincia di Napoli in scala 1:50.000 (1997); superficie rilevata: 1170 kmq circa; ente promotore: Camera di Commercio di Napoli;
- Carta dei suoli dell'Agro Aversano (CE) in scala 1:50.000 (1996); superficie rilevata: 200 kmq circa; ente promotore: Regione Campania - Se.S.I.R.C.A., progetto U.O.T. Campania;
- Carta dei suoli dell'Agro Nocerino-Sarnese (SA) in scala 1:50.000 (1996); superficie rilevata: 22.000 ha circa; ente promotore: Regione Campania - Se.S.I.R.C.A., progetto U.O.T. Campania.

L'area interessata ha una superficie complessiva di poco inferiore a 1.600 kmq comprendente l'intera provincia partenopea e le porzioni costiere delle province di Caserta e Salerno che ad essa più direttamente si raccordano a settentrione e a mezzogiorno, andando a costituire nell'insieme un ambito territoriale continuo e fortemente integrato. I confini dell'area sono rappresentati dal Canale dei regi Lagni a N; dai rilievi calcarei bordieri dei Monti di Cancellò, Avella e Sarno a E e SE; dai Monti Lattari e dal crinale della Penisola Sorrentina a S.

Le tipologie di suolo rappresentative sono state classificate secondo la Tassonomia del Suolo (Soil Survey Staff, 1994), giungendo al livello di famiglia, e secondo la Legenda FAO (FAO, 1990).

La stima dei regimi idrici e termici dei suoli è stata realizzata elaborando le serie storiche di dati termo-pluviometrici relativi a 12 stazioni di rilevamento presenti all'interno dell'area di studio o a ridosso dei suoi confini, utilizzando il modello Newhall (Newhall, 1972).

L'elaborazione grafica del modello pedogeografico in scala 1:250.000 è stata condotta a partire dalle cartografie di semidettaglio precedentemente digitalizzate con l'ausilio del software G.I.S. Arc/Info.

Risultati e discussione

In tabella 1 sono riassunte alcune caratteristiche salienti dei sistemi e sotto-sistemi di suolo presenti nella Legenda della carta dei suoli in scala 1:250.000 della fascia costiera napoletana.

All'interno dell'area di studio l'attività vulcanica dei due centri eruttivi attivi presenti - i vulcani flegrei ed il Somma-vesuvio - ha rappresentato il fattore più influente nel determinare le caratteristiche delle coperture pedologiche, sia negli ambiti territoriali dove l'attività vulcanica ha rappresentato il processo geomorfico esclusivo, sia negli ambiti di pianura alluvionale e costiera, dove essa ha interagito con le dinamiche alluvionali e di morfogenesi costiera.

L'attività vulcanica ha, come è noto, influenzato anche la pedogenesi degli ambienti montani bordieri, dove le coltri pedologiche si evolvono pressochè esclusivamente a partire da depositi da caduta di ceneri e pomici riferibili alle diverse fasi eruttive dei due centri di emissione, quello flegreo e quello vesuviano.

Il fattore "uomo" rappresenta senza dubbio, all'interno dell'area di studio, un altro potente agente pedogenetico e di modificazione dei paesaggi, che ha operato con continuità ed intensità a partire dall'età neolitica.

In linea generale, nell'area interessata dal modello pedogeografico in scala 1:250.000, i suoli più antichi evolvono a partire da depositi piroclastici e di flusso riferibili agli ultimi episodi della fase eruttiva sottomarina esplosiva dei vulcani flegrei, caratterizzati dall'emissione del tufo giallo e databili approssimativamente a 11.000 anni circa B.P. Importanti tipologie pedologiche riferibili a questa fase occupano superfici significative all'interno del sotto-sistema della pianura pedemontana flegrea.

Numerose fasi di deposizione piroclastica e di successiva pedogenesi si sono successivamente succedute, fino all'ultima eruzione vesuviana del 1944.

In un ambiente caratterizzato da una storia tanto complessa, il lavoro di correlazione svolto per la definizione del modello in scala 1:250.000 rappresenta un primo contributo per un inquadramento pedogeografico complessivo dell'area vulcanica napoletana. Esso rappresenta anche la base conoscitiva per una correlazione regionale dei suoli, tenuto conto che i prodotti degli eventi eruttivi maggiori, di carattere esplosivo, si sono depositati su areali del territorio regionale estremamente ampi, rappresentando il materiale di partenza per fasi di pedogenesi riconoscibili, per l'appunto, a scala regionale. In questo contesto, per il rilevamento pedologico, sono risultate di enorme interesse l'individuazione e la caratterizzazione mineralogica e geochimica di orizzonti *marker*; quali ad esempio i *surge* ed i *fall* di alcune eruzioni quali quella di "Avellino" (3750 BP). Tale caratterizzazione ha permesso la comprensione di alcune dinamiche pedogenetiche in importanti sistemi e sottosistemi di suolo quali la pianura pedemontana e le coperture piroclastiche sui rilievi calcarei permettendo la correlazione tra alcune coltri pedologiche di grande estensione areale.

| Sistemi di suolo | Caratteristiche salienti dei sotto-sistemi di suolo |
|--|--|
| <i>Suoli dei rilievi calcarei con coperture piroclastiche</i> | Andosols a profilo altamente differenziato, talvolta vitrici, su depositi di ceneri e pomici vesuviani dell'eruzione del 79 d.c. ed anteriori (Settore meridionale, Monti Lattari, Penisola Sorrentina) Andosols a profilo altamente differenziato, talvolta vitrici, su depositi di ceneri e pomici vesuviani dell'eruzione di Avellino ed anteriori (3750 BP; (Settore orientale, Monti di Avella, Canello e Sarno) |
| <i>Suoli dei rilievi collinari arenacei</i> | Cambisols a tessitura media o moderatamente fine, con processi di riorganizzazione interna dei carbonati, ben drenati. |
| <i>Suoli del complesso vulcanico Somma Vesuvio</i> | Andosols vitrici a profilo poco differenziato su depositi di ceneri, lapilli e scorie recenti ed attuali. |
| <i>Suoli dei rilievi vulcanici flegrei e dell'Isola d'Ischia</i> | Andosols vitrici a profilo moderatamente differenziato, talvolta altamente differenziato, su depositi di ceneri e pomici e di flusso (settore continentale) Cambisols vitrandici su tufo verde, vulcanoclastiti e lahar del M. Epomeo, a tessitura media o moderatamente grossolana, profondi, ben drenati; Andosols vitrici su depositi da caduta di ceneri, pomici e di flusso (Isola d'Ischia) |
| <i>Suoli della pianura pedemontana</i> | Andosols vitrici, a profilo altamente differenziato, talvolta con epipedon mollici di notevole spessore, a tessitura media, su depositi piroclastici flegrei databili a 11.000 anni circa B.P. o più recenti; strati compatti di ceneri da flusso sono presenti a profondità solitamente superiori a 1 m (settore settentrionale: pianura pedemontana flegrea); Andosols vitrici a profilo moderatamente differenziato, a tessitura moderatamente grossolana, su depositi piroclastici di età storica o proto-storica, talvolta attuali; la profondità utile può essere limitata da strati compatti (depositi di flusso) presenti entro 1 m di profondità, talvolta da depositi travertinosi (settore centro-meridionale: pianura pedemontana vesuviana); Andosols vitrici a profilo moderatamente differenziato, talvolta altamente differenziato, a tessitura media o moderatamente grossolana, con scheletro calcareo in profondità (settore orientale e meridionale: pianura pedemontana dei rilievi calcarei). Andosols e Andosols vitrici a profilo altamente differenziato, estremamente profondi, a tessitura moderatamente grossolana (settore sud-orientale: valli intramontane dei rilievi calcarei) |
| <i>Suoli della pianura alluvionale</i> | Cambisols calcarei, a drenaggio moderato, a tessitura media in superficie, moderatamente fine in profondità; la profondità utile può essere limitata da strati travertinosi presenti entro 1 m di profondità (settore settentrionale: pianura alluvionale del Canale dei Regi Lagni); Cambisols calcarei e Gleysols a tessitura media o moderatamente fine; presenza di "fluvic properties" (settore centrale: piana alluvionale del F. Sebeto); Andosols vitrici; Cambisols eutrici e vitrandici, sovente calcarei in profondità, a drenaggio buono, talvolta moderato; tessitura moderatamente grossolana o media (settore meridionale: pianura alluvionale del F. Sarno) |
| <i>Suoli della pianura costiera</i> | Arenosols calcarei, a profilo non differenziato o poco differenziato degli apparati dunari attuali e recenti; Gleysols a tessitura da media a fine, calcarei, delle depressioni retrodunari (settore settentrionale: pianura costiera flegrea); Andosols a drenaggio imperfetto, a tessitura moderatamente grossolana (settore meridionale: pianura costiera del F. Sarno). |

Tabella 1 - Caratteristiche salienti dei sistemi e sotto-sistemi di suoli della fascia costiera napoletana.

Conclusioni

Gli autori hanno sinteticamente presentato un primo modello pedogeografico a scala di riconoscimento 1:250.000 dell'area costiera napoletana.

La realizzazione della Carta dei suoli è avvenuta attraverso attività di correlazione e sintesi di rilevamenti precedentemente condotti a scala di semi-dettaglio 1:50.000, nel biennio 1996-98, su di una superficie complessiva di circa 1600 kmq.

Il modello presentato rappresenta un contributo preliminare all'inquadramento pedogeografico complessivo di un'area caratterizzata da una storia naturale ed umana estremamente complessa. Esso costituisce anche una fase importante per la correlazione a scala regionale delle coperture pedologiche vulcaniche campane, nelle quali è possibile riconoscere fasi deposizionali e di pedogenesi di significato regionale.

Bibliografia

- Dent D., Young A. (1981). Soil survey and Land evaluation. Allen & Unwin
- Di Gennaro et. Al (1995). I suoli della provincia di Napoli. CUEN, Napoli
- Dudal R., Bregt A.K. e Finke P.A (1993). Feasibility study on the creation of a soil map of Europe at scale of 1:250.000. Commission of the European Communities - DG XI - European Environment Agency
- Lulli L. (1990). Breviario sui suoli che derivano da materiali vulcanici in Italia. In: Lulli L. et al. (a cura di), I suoli caposaldo dell'apparato vulcanico di Vico, Istituto Sperimentale per lo studio e la difesa del suolo, Firenze
- Newhall, F. (1972). Calculation of soil Moisture regimes from the climatic record, Rev. 4. Mimeographed, Soil Conservation Service, USDA, Washington D.C.
- Quantin, P. (1990). Andisols. In: Referentiel pedologique francais, 3eme proposition, INRA.
- Regione Emilia Romagna (1994). I suoli dell'Emilia Romagna a cura di N. Filippi e L. Sbarbati. Bologna
- Rosi M., Sbrana A. (1987) - Phlegrean fields. C.N.R., Quad. de "La ricerca scientifica", n. 114, 9, 168 pp.
- Santacroce R. (Ed.) (1987) - Somma-Vesuvius. C.N.R., Quad. de "La Ricerca Scientifica", n. 114, 8, 243 pp.
- Soil Conservation Service. 1981. Soil Survey Manual, 430-V, Issue 1. Washington D.C., Department of Agriculture.
- Soil Survey Staff (1975). Soil Taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. Agric. Handb. 436. Washington DC: Department of agriculture
- Soil Survey Staff (1990). Keys to Soil Taxonomy (fourth edition), SMSS Technical Monograph No 19, Virginia Polytechnic Institute and State University
- Vezzoli L. (1988) - Island of Ischia. C.N.R., Quad. de "La ricerca scientifica", n. 114, 10, 126 pp..

Caratterizzazione pedologica di un ambiente vulcanico effusivo nella Sardegna sud-occidentale (Guspini)

F. Terribile^{a)}, A. Vacca^{b)}

a) CNR ISPAIM, C.P.101 S. Sebastiano al Vesuvio (Na)

b) Dipartimento di Scienze Chimico-Agrarie, Università di Napoli "Federico II", 80055 Portici (Na)

Introduzione

Nel bacino del Mediterraneo le aree vulcaniche occupano porzioni di territorio rilevanti, sia per la loro estensione areale che per la fertilità dei suoli che le caratterizzano. In particolare in Sardegna, situata al centro del Mediterraneo occidentale, il vulcanismo effusivo affiora in vaste porzioni del territorio. Tali aree hanno rivestito e rivestono tuttora un'importanza notevole per l'economia agropastorale dei territori interni dell'isola. La conoscenza di questi ambienti e la comprensione dei processi in atto comportano un approccio interdisciplinare, e a più scale d'osservazione, che coinvolge la geologia, la geomorfologia, la pedologia e l'uso del suolo.

In quest'ambito è stato effettuato uno studio sui suoli di una porzione del territorio di Guspini (Sardegna sud-occidentale). Tale areale è stato ritenuto particolarmente importante in quanto all'ambiente vulcanico effusivo oligo-miocenico si correla un forte impatto antropico (pascolamento, sedimentazione di fanghi di flottazione).

Materiali e metodi

| | |
|-------------------------------------|---|
| Elaborazione della Carta Pedologica | Fotointerpretazione (IGM, 1988; scala circa 1:33000); rilevamento geomorfologico in scala 1:25.000; rilevamento pedologico in scala 1:25000. |
| Descrizione dei suoli | FAO (1990); Soil Survey Division Staff (1993) |
| Classificazione dei suoli | Soil Survey Staff (1992) |
| Analisi chimiche | SISS (1985) |
| Analisi micromorfologica | FitzPatrick (1993) |
| Analisi dei minerali argillosi | Frazionamento (centrifuga Beckman J2-21 con rotore JCF-Z); pretrattamenti (Ca, glicol etilenico); diffrazione (Philips, Fe; Co-K α); analisi dei diffrattogrammi (DACO-MP; software Diffrac AT, SOCABIM); FTIR (Nicolet 510 spettrometro; 1+300 mg KBr) |

Risultati e discussione

Il rilevamento pedologico ha messo in luce la distribuzione delle diverse tipologie di suolo nell'ambiente di studio, evidenziando una notevole correlazione con la situazione geologica e morfologica dell'area. Sulle sommità dei rilievi e nelle porzioni di versante con le

maggiori acclività (Unità cartografica 1) è presente un complesso di roccia affiorante e di suoli molto sottili, soggetti spesso a ringiovanimento per erosione, anche in conseguenza di un eccessivo carico di pascolamento ovino. I versanti dei rilievi sulle lave andesitico-basaltiche (Unità cartografica 3), in funzione della pendenza e della densità della copertura vegetale, sono prevalentemente caratterizzati da un complesso di suoli molto sottili, con profilo A-C e A-R, e di suoli sottili, con profilo A-Bw-C e A-Bw-R, che presentano comunque un contatto litico entro i 50 cm di profondità. Il grado di saturazione in basi ed il pH di questi suoli sono leggermente superiori rispetto a quelli presenti nell'Unità cartografica 1. I suoli sviluppatasi sulle brecce nelle stesse condizioni morfologiche (Unità cartografica 2) presentano una tessitura meno fine e sono sempre molto sottili. Nelle incisioni all'interno dei rilievi, ed alla base dei rilievi più acclivi, sono sempre presenti dei detriti di falda (Unità cartografica 4), con suoli sottili, a dimostrare la dinamicità morfologica dell'ambiente. Nelle parti più basse dei versanti meno acclivi (Unità cartografica 5) i suoli sono da moderatamente profondi a profondi, con tessitura fine, presentano caratteri vertici e possiedono un pH ed un grado di saturazione in basi più elevati rispetto ai suoli sui versanti. Le aree pianeggianti sono occupate da depositi detritici pleistocenici (Unità cartografica 6), con suoli da profondi a sottili, anche con presenza di orizzonti argillici. Una porzione del territorio pianeggiante, lungo il Riu Sitzerri-Riu e sa Mena, è ricoperta da depositi detritici eterogenei rimaneggiati di origine mineraria (Unità cartografica 7), con un complesso di suoli che non sono stati differenziati.

Sulla base delle indicazioni emerse dalla Carta dei suoli l'attenzione è stata successivamente focalizzata su una sequenza di quattro suoli rappresentativi dei principali ambienti pedologici dell'area in studio (Unità cartografiche 1, 3, 5 e 7).

Il suolo rappresentativo dell'Unità cartografica 1 è molto sottile ed è situato sulla sommità dei rilievi. È un suolo molto lisciviato e presenta un valore di pH moderatamente acido (5.7) ed un complesso di scambio debolmente insaturo (74% della CSC totale). La caolinite è il principale minerale argilloso presente nelle frazioni fini. Queste condizioni denotano un ambiente pedogenetico di forte alterazione; ciononostante il debole grado di alterazione dei minerali della dimensione della sabbia e l'isotropismo ottico della matrice del suolo tendono a supportare la presenza di processi di ringiovanimento del suolo a causa dell'erosione.

Il suolo rappresentativo dell'Unità cartografica 3, è sottile ed è situato sui versanti acclivi dei rilievi andesitico-basaltici; esso è lisciviato presentando valori di pH tra 6.6 e 6.8. I minerali argillosi presenti nelle frazioni fini sono interstratificati del tipo caolinite/smectite con il 20% di smectite. Il debole anisotropismo ottico della matrice del suolo, le concrezioni di Fe-Mn e le pellicole di argilla e di ossidi di Fe nel parent material sono indicativi di processi pedogenetici ben sviluppati.

Gli orizzonti inferiori Bw e R hanno figure di alterazione, quali le pellicole di argilla e di ossidi di Fe nelle fessure dei fenocristalli e degli pseudomorfi di pirosseni; l'entità di questi processi e la dinamica del Fe presente sia come concrezioni (nel suolo) che come pellicole (nel parent material) suggeriscono che l'acqua che si muove verso il basso del versante in questi orizzonti contribuisce notevolmente all'alterazione dei minerali.

Il suolo rappresentativo dell'Unità cartografica 5 è profondo ed è ubicato alla base del versante. Esso presenta caratteristiche tipiche dei Vertisuoli, quali self-mulching, fessure, facce di scivolamento, linee ed aureole di anisotropismo ottico. Il pH elevato (7.3-8.7), il complesso di scambio saturo, le concrezioni di micrite nell'orizzonte inferiore e l'elevata composizione smectitica (90%) dei minerali argillosi (presenti nelle frazioni fini) interstratificati caolinite/smectite suggeriscono che la pedogenesi di questi suoli è molto influenzata dalla loro posizione geomorfologica, con cationi ed acqua e probabilmente materiali argillosi che si muovono verso la parte bassa del versante dall'intero bacino

Il suolo rappresentativo dell'Unità cartografica 7 è caratterizzato da un parent material costituito da depositi detritici eterogenei derivanti da fanghi di flottazione della miniera di Montevecchio (Guspini), situata a SO dell'area di studio. Prima della sua chiusura questa miniera era una delle più importanti della Sardegna per quanto concerne l'estrazione di galena (PbS) e di zinco (ZnS). Il materiale detritico è stato deposto in seguito al crollo della traversa che sbarrava un bacino di flottazione, avvenuto nel 1936 in occasione di eccezionali eventi piovosi (Aru et al., 1994).

Il suolo considerato presenta un'evidente discontinuità litologica, a 30 cm di profondità, al contatto tra i depositi derivati dai fanghi minerari ed il suolo originale. Di particolare rilievo risulta l'inquinamento in Pb totale (fino a 7625 ppm), in Zn totale (fino a 5750 ppm), in Cu totale (fino a 3500 ppm), in Cd totale (fino a 40 ppm), in As totale (fino a 37 ppm) ed in Hg totale (fino a 2.2 ppm), che impedisce qualunque tipo di attività agricola (Aru et al., 1994).

Conclusioni

L'approccio metodologico utilizzato a Guspini, interdisciplinare ed a più scale di osservazione, articolato nello studio del suolo in relazione alla sua posizione geomorfologica, nello studio delle sue caratteristiche morfologiche interne e della sua composizione, ed infine nello studio del microambiente pedogenetico, si è dimostrato estremamente interessante.

E' stato dimostrato che la posizione geomorfologica influenza profondamente la distribuzione areale dei suoli e che ad essa ben si correlano le condizioni di alterazione e di pedogenesi dell'area di studio. Si è infatti riscontrata una chiara tendenza ad avere condizioni di alterazione e di lisciviazione più spinte (come quelle dedotte dalla presenza di caolinite pedogenetica) sulle sommità dei rilievi (Unità cartografica 1) rispetto ai versanti (Unità cartografica 3) ed alle parti basse dei versanti (Unità cartografica 5), in cui tali condizioni si presentano più blande (come quelle dedotte dalla presenza di minerali argillosi interstratificati caolinite/smectite con il 90% di strati smectitici).

L'ambiente di studio è soggetto ad un'intensa influenza antropica che si ripercuote fortemente sulle coltri pedologiche. In particolare i suoli delle Unità cartografiche 1 e 3 hanno mostrato evidenze di forte lisciviazione e di degrado. In questi suoli, sottili e molto sensibili, l'intenso pascolamento ovino ed i frequenti incendi inducono fenomeni erosivi.

Non meno importante è risultato il degrado dei suoli dell'Unità cartografica 7, ove la deposizione di fanghi di flottazione della miniera di Montevecchio (Guspini) ha coperto il suolo originario per circa 30 cm di profondità. L'elevato inquinamento da metalli pesanti ed in particolare di Pb, Zn Cu, Cd, As e Hg impedisce qualunque tipo di attività agricola.

Bibliografia

- Aru A., Madeddu B., Kahnamoei A. (1994). Soil contamination by heavy metals from mines. In: A. Aru, G. Enne and G. Pulina (Ed.s): Land use and soil degradation-MEDALUS in Sardinia. Proceedings of the Conference held in Sassari, Italy, 25 May, 1994: 265-283.
- FAO (1990). Guidelines for soil profile description, 3rd Edition (Revised). FAO; Rome, 70 p.
- FitzPatrick, E.A. (1993). Soil microscopy and micromorphology. Wiley, West Sussex, England, 304 p.
- SISS (1985). Metodi normalizzati di analisi del suolo. Edagricole, Bologna, 100 p.
- Soil Survey Division Staff (1993). Soil Survey Manual. U.S.D.A. Handbook No. 18, Washington D.C., 437 p.
- Soil Survey Staff (1992). Keys to Soil Taxonomy, Sixth Edition, 1994. Soil Conservation Service, U.S.D.A., Washington D.C., 306 p.

I suoli del sito archeologico U.S. Navy di Gricignano d'Aversa (CE)

S. Vingiani^{a,b)}, *C. Colombo*^{c)}, *A. di Gennaro*^{d)}, *F. Malucelli*^{a,b)}, *A. Marzocchella*^{e)} *F. Terribile*^{a)}

a) CNR ISPAIM di Ercolano (NA), b) Ge.Pro.Ter, c) DISCA, Facoltà di agraria, Univ. Napoli, d) Soprintendenza ai Beni Storici.

Introduzione

Gli studi pedologici costituiscono un importante strumento di indagine nella ricerca archeologica, soprattutto in contesti ove i siti archeologici non si presentano come emergenze monumentali, ma piuttosto come ecosistemi (naturali ed agrari) passati, in cui le sequenze di suoli contengono resti di manufatti e di tracce antropiche.

In quest'ambito, è stato effettuato uno studio finalizzato alla ricostruzione paleoambientale del sito archeologico U.S.Navy di Gricignano d'Aversa (CE), attraverso l'analisi dei suoli (naturali e antropizzati), l'analisi delle antiche tracce di lavorazioni del suolo e la ricerca di evidenze sull'origine naturale o antropica di alcune strutture particolari, quali ad esempio i "cordoli" e le "canalette". L'indagine ha riguardato l'inquadramento ambientale dell'area e le analisi morfologiche, chimiche e micromorfologiche di alcuni profili pedologici. Di seguito si riportano i risultati preliminari.

Materiali e metodi

L'inquadramento geologico, geomorfologico e pedologico è stato effettuato con l'ausilio di carte geologiche (Servizio geologico d'Italia, 1966), fotointerpretazione (foto aeree in scala 1:33.000; IGMI, 1991), e sopralluoghi sul territorio.

Tre profili pedologici sono stati descritti (ISSDS, 1996), campionati e sottoposti ad analisi chimiche (SISS, 1985) e micromorfologiche (FitzPatrick, 1993). Le analisi chimiche effettuate sono: analisi granulometrica, pH in H₂O, calcare totale, capacità di scambio cationico (CSC), basi di scambio (BS), sostanza organica, azoto totale, fosforo assimilabile ed analisi all'AAS del Fe, Al e Si estratti con ossalato di ammonio. La stima dell'allofane è stata eseguita secondo la formula di Mizota C. & van Reeuwijk L.P. (1989). La classificazione del suolo recente e le ipotesi di classificazione dei suoli sepolti sono state effettuate secondo USDA (1992).

Risultati e discussione

Inquadramento ambientale

Il sito archeologico in esame è localizzato nella porzione centro-settentrionale della Piana Campana, uno dei più estesi bacini quaternari dell'Italia meridionale. L'areale di studio è parte della fascia di pianura pedemontana compresa tra i rilievi dei Campi Flegrei a Sud e la piana alluvionale del Volturno a Nord. In questo territorio, morfologicamente subpianeggiante e caratterizzato da un reticolo idrografico molto poco sviluppato, i processi erosivi legati alle acque di ruscellamento superficiale non rappresentano un agente morfodinamico importante nella modificazione del paesaggio. Questa condizione geomorfologica ha permesso la preservazione di numerosi orizzonti di ceneri vulcaniche e delle coltri pedologiche ad essi associati.

I suoli

I suoli esaminati si rinvengono quali suoli sepolti al di sotto del suolo agrario e del deposito cineritico massivo da flusso dell'eruzione di Avellino (3800 y. B.P., Arnò et al. 1987; Marzocchella A. et alii, 1998), che, nel contesto del sito archeologico in esame, rappresenta un orizzonte guida.

Di seguito vengono presentati i risultati del profilo ritenuto il più rappresentativo (P. Croce di S. Andrea) dell'area di studio. Lungo il profilo pedologico sono state distinte 3 diverse fasi pedogenetiche:

- gli Andosuoli vitrici attuali (*Typic Ustivitrands*) caratterizzati da sviluppo pedogenetico moderatamente basso, di età compresa tra il Bronzo antico e l'attuale;
- gli Andosuoli vitrici (AV) sepolti (*Vitrandid Ustochrepts*) caratterizzati da sviluppo pedogenetico basso, di età compresa tra l'Eneolitico finale e il Bronzo antico; questi suoli sono caratterizzati dalla presenza di evidenti tracce di aratura;
- gli Andosuoli tipici (TAU) sepolti (*Humic Haplustands*) ricchi in sostanza organica caratterizzati da elevato sviluppo pedogenetico, attribuiti al periodo compreso tra il Mesolitico e l'Eneolitico recente.

In questa ricerca vengono riportati i risultati delle indagini preliminari relative solo agli orizzonti pedologici in cui sono state riscontrate evidenze di attività antropiche. Nella tabella 1 sono riportati alcuni dati analitici riguardanti gli orizzonti pedologici degli Andosuoli AV e TAU.

I suoli AV sono caratterizzati da orizzonti pedologici con spessore alquanto esiguo compreso tra 1 e 30 cm. Considerando che i materiali vulcanici subiscono processi pedogenetici piuttosto accelerati, il rinvenimento di suoli vulcanici con spessori così ridotti ha fatto ipotizzare una esposizione in superficie per periodi limitati nel tempo, a causa di un loro rapido ricoprimento da parte di materiali vulcanici di eventi successivi. Questi suoli, inoltre, hanno colori tendenzialmente bruno-olivastri, con inclusi cineritici bruno-giallastri chiari ed un pH neutro. Il loro contenuto in sostanza organica è molto basso (tra 0.31 e 0.81%), probabilmente a causa di una breve esposizione alla vegetazione naturale o agraria.

Sulla base di osservazioni stratigrafiche si può escludere la possibilità che in origine questi suoli avessero elevati contenuti in sostanza organica, diminuiti nel tempo in seguito ad ossidazione, poiché al loro tetto essi presentano un deposito massivo, con bassa permeabilità (il *surge* di Avellino), che avrebbe svolto la funzione di "sigillo", limitando l'interazione tra agenti esogeni e suolo e, quindi, l'ossidazione della sostanza organica stessa. Questi suoli, inoltre, sono caratterizzati da un tenore in limo fine + argilla¹ moderato (tra 23.4 e 29.3%) e da valori delle basi di scambio tra 65.3 e 68.4 cmol Kg⁻¹. Le proprietà andiche sono depresse, con valori di Al+1/2 Fe estratti con ossalato compresi tra 0.28 e 0.36% e con una quantità di allofane (stimata dai risultati dell'estrazione) compresa tra 0.23 e 0.53%. I tenori in fosforo assimilabile, in tutti gli orizzonti esaminati, risultano molto bassi, variando da un minimo di 0.23 mg/Kg a un max di 0.72 mg/Kg. Sulla base di questo quadro analitico è possibile formulare delle ipotesi circa il paleoambiente del periodo compreso tra l'Eneolitico finale ed il Bronzo antico. Considerando che le proprietà andiche si manifestano in modo marcato in presenza di un regime idrico con elevata e costante umidità, senza stagnazione d'acqua, è possibile che i suoli in questione abbiano avuto solo un'incipiente pedogenesi e/o che il pedoclima fosse caratterizzato da una marcata stagione secca che inibiva la formazione di composti allofanici.

Ben differente, invece, risulta l'ambiente del terzo ciclo pedogenetico, quello comprendente i TAU. Al di sotto degli AV sono presenti due suoli sovrapposti, con caratteristiche simili. Essi presentano un colore tra il bruno-oliva, con inclusi cineritici bruno-giallastri chiari, e il bruno scuro o molto scuro, da un pH neutro, un contenuto in sostanza organica da moderato a moderatamente alto (tra l'1.91 ed il 3.94%), da un tenore in limo fine + argilla da moderato a moderatamente alto (tra 23.8 e 34.1%), da valori delle basi di scambio tra 65.3 e 70.8 cmol kg⁻¹, proprietà andiche da moderate a moderatamente alte (Al+1/2 Fe in

¹ Ambedue i cicli pedogenetici distinti sono caratterizzati da contenuti in argilla molto bassi, ciò può essere anche correlato alla ben nota difficoltà nella dispersione dei suoli vulcanici in mezzo acquoso (Mizota C. & van Reeuwijk L.P., 1989), per cui, come carattere diagnostico, si è preferito tenere conto del contenuto in limo fine sommato a quello in argilla.

ossalato tra 0.46 e 1.68%, allofane tra 0.71 e 4.67%) ed un tenore in fosforo assimilabile molto basso (tra 0.01 e 1.17 mg/Kg). Qualche differenza tra il suolo 7 (A/C) e quello 8 (A1, A2, B) riguarda lo spessore. Il suolo 7 presenta uno spessore piuttosto esiguo (circa 15-20 cm) in confronto a quello del suolo 8 (il solo orizzonte A è spesso circa 70 cm), comunque anomalo, poiché alquanto elevato. Questa situazione ha indotto ad ipotizzare che l'orizzonte 8A possa essersi sviluppato per apporti successivi di piccole quantità di materiale vulcanico, obliterato nel tempo dall'intensa attività pedogenetica (fauna terricola, elevata alterabilità dei minerali presenti, ecc.), ed il suolo 7A/C rappresenterebbe quindi un suolo in uno stadio evolutivo precedente a quello raggiunto dal suolo 8A; in particolare una pedogenesi meno marcata permetterebbe il riconoscimento dei materiali cineritici non completamente alterati. Infine, considerando i valori moderatamente alti della sostanza organica, la presenza di resti di radici, le proprietà tixotropiche e le proprietà andiche medio-alte è possibile ritenere le coltri pedologiche dei TAU di elevata fertilità e caratterizzate da uno sviluppo pedogenetico moderatamente alto. Di conseguenza, è possibile ipotizzare una certa stabilità nel tempo di queste superfici pedogenetiche e l'assenza di eventi vulcanici catastrofici, che ne abbiano interrotto lo sviluppo.

Conclusioni

Lo studio pedologico condotto a Gricignano d'Aversa si è rivelato di particolare importanza, ai fini dell'interpretazione dei dati archeologici, poiché ha permesso di "leggere" una serie d'informazioni di carattere paleoambientale racchiuse (o "codificate") nel sistema suolo. È stato possibile delineare il contesto geologico, geomorfologico e pedologico attuale di queste aree, il quale, combinato con la descrizione e l'analisi dei suoli, ha portato alla definizione dell'assetto pedogeografico passato ed a contribuire alla ricostruzione degli ambienti preistorici.

Dal basso verso l'alto, sono stati osservati: suoli ad elevato sviluppo pedogenetico (Andosuoli tipici umici), attribuiti al periodo compreso tra Mesolitico ed Eneolitico recente e suoli a basso sviluppo pedogenetico (Andosuoli vitrici), di età compresa tra Eneolitico finale e Bronzo antico.

Gli Andosuoli tipici umici sono dei suoli di grande spessore e di elevata fertilità, ricchi in sostanza organica, dal drenaggio moderato e dallo sviluppo pedogenetico moderatamente elevato. Il tipo di pedogenesi fa ritenere che, tra Mesolitico ed Eneolitico recente, le superfici pedogenetiche fossero soggette ad una certa stabilità, per l'assenza di eventi vulcanici catastrofici e che questi suoli si siano sviluppati in un regime di umidità di tipo udico. Queste caratteristiche avrebbero favorito un'intensa colonizzazione vegetale delle aree (ipotesi di foresta planiziale).

Gli Andosuoli vitrici, invece, sono suoli esili, fertili, poveri in sostanza organica, a drenaggio moderatamente rapido. Essi sono pedologicamente poco evoluti, probabilmente, a causa di una loro permanenza in superficie per periodi limitati nel tempo, dovuta a rapido ricoprimento da parte di ceneri vulcaniche. Nonostante sia stato possibile evidenziare delle tracce di aratura i valori del fosforo assimilabile, non sembrano essere stati sottoposti a concimazioni organiche di origine animale durante le pratiche agricole preistoriche.

Ai fini della ricerca scientifica, è auspicabile la diffusione degli studi a carattere pedologico nei contesti archeologici, sia a scala locale (rilevamento di dettaglio dei suoli nel sito archeologico), per l'individuazione dei processi pedogenetici, la definizione del microclima del suolo e l'analisi delle tracce di uso antropico, sia a scala regionale, per la ricostruzione paleoambientale delle coltri pedologiche. Solo un'analisi interdisciplinare (tra archeologia, geomorfologia, pedologia, chimica del suolo, botanica, ecc.) può permettere, infatti, una reale comprensione delle dinamiche ambientali di un territorio e la conoscenza delle pratiche umane negli insediamenti preistorici.

Bibliografia

- Arnò V., Principe C., Rosi M., Santacroce R., Sbrana A. & Sheridan M.F (1987). Somma-Vesuvius. Progetto Finalizzato "Geodinamica" del CNR, vol. 8, Roma.
- Marzocchella A., Calderoni G., Nisbet R. (1998). Sarno e Frattaminore: evidenze dagli abitati. Atti del Convegno Internazionale "La facies di Palma Campania nel Bronzo antico italiano. Ravello, 1994.
- Mizota C. & van Reeuwijk L.P. (1989). Clay mineralogy and chemistry of soils formed in volcanic material in diverse climatic regions. ISRIC.
- Servizio geologico d'Italia (1966). Carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000, Foglio: 184 "Caserta".
- S.I.S.S. (Società Italiana della Scienza del suolo) (1985). Metodi normalizzati di analisi del suolo. Edagricole, Bologna: 1-100.
- USDA (1995). Keys to Soil Taxonomy. 6th edition: 1-30.

Tabella 1

| <i>Età*</i> | <i>Orizzonte</i> | <i>Profondità</i> | <i>pH H2O</i> | <i>Sab. G.</i> | <i>Sab. F.</i> | <i>Limo G.</i> | <i>Limo F.</i> | <i>Arg.</i> |
|---------------------------|------------------|-------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------|
| | | <i>cm</i> | | <i>%</i> | <i>%</i> | <i>%</i> | <i>%</i> | <i>%</i> |
| <i>Bronzo antico</i> | 2ACb | 20-40 | 7.2 | 18.0 | 34.2 | 18.5 | 24.8 | 4.5 |
| | 3ACb | 40-55 | 7.1 | 17.4 | 30.4 | 25.4 | 24.0 | 2.7 |
| | 4ACb | 55-68 | 6.9 | 23.3 | 34.4 | 17.8 | 21.5 | 3.1 |
| | 5Cb | 68-75 | 7 | 31.3 | 27.8 | 13.7 | 24.9 | 2.4 |
| <i>Eneolitico finale</i> | 6Ab | 75-81 | 6.9 | 24.8 | 29.0 | 22.8 | 21.3 | 2.1 |
| <i>Eneolitico recente</i> | 7A/Cb | 81-88 | 6.9 | 16.0 | 34.3 | 15.6 | 30.9 | 3.2 |
| | 8A1b | 88-120 | 6.8 | 16.3 | 35.8 | 19.2 | 27.8 | 1.0 |
| | 8A2b | 120-150 | 7 | 10.4 | 31.6 | 27.8 | 28.6 | 1.6 |
| <i>Mesolitico</i> | 8Bb | 175+ | 6.9 | 8.5 | 48.9 | 18.9 | 23.7 | 0.0 |

Abbreviazione* = datazione relativa all'analisi dei manufatti archeologici.

| <i>Orizzonte</i> | <i>Mg</i> | <i>Na</i> | <i>Ca</i> | <i>K</i> | <i>Azoto</i> | <i>S. O.</i> | <i>P. ass.</i> |
|------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------|--------------|----------------|
| | <i>cmol.Kg⁻¹</i> | <i>cmol.Kg⁻¹</i> | <i>cmol.Kg⁻¹</i> | <i>cmol.Kg⁻¹</i> | <i>%</i> | <i>%</i> | |
| 2AC | 9.4 | 16.0 | 11.3 | 31.8 | 0.028 | 0.31 | 0.30 |
| 3AC | 13.1 | 15.5 | 10.1 | 28.6 | 0.042 | 0.81 | 0.72 |
| 4AC | 9.2 | 14.2 | 13.2 | 29.5 | 0.042 | 0.77 | 0.72 |
| 5C | 7.0 | 15.9 | 16.8 | 27.5 | 0.029 | 0.43 | 0.23 |
| 6A | 11.5 | 14.1 | 13.4 | 26.2 | 0.029 | 0.38 | 0.28 |
| 7A/C | 8.1 | 18.9 | 9.6 | 34.2 | 0.102 | 1.91 | 0.68 |
| 8A1 | 10.2 | 17.3 | 8.6 | 32.2 | 0.19 | 3.94 | 1.17 |
| 8A2 | 14.5 | 17.8 | 6.0 | 30.9 | 0.143 | 3.18 | 1.17 |
| 8B | 9.5 | 15.3 | 4.2 | 36.3 | 0.035 | 0.55 | 0.01 |

| <i>Orizzonte</i> | <i>Fe in ossalato</i> | <i>Al in ossalato</i> | <i>Si in ossalato</i> | <i>Al+1/2 Fe</i> | <i>allofane.</i> |
|------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------|------------------|
| | <i>%</i> | <i>%</i> | <i>%</i> | <i>%</i> | <i>%</i> |
| 2AC | 0.11 | 0.26 | 0.11 | 0.32 | 0.53 |
| 3AC | 0.17 | 0.28 | 0.07 | 0.36 | 0.41 |
| 4AC | 0.18 | 0.26 | 0.10 | 0.35 | 0.49 |
| 5C | 0.19 | 0.19 | 0.06 | 0.28 | 0.23 |
| 6A | 0.16 | 0.21 | 0.06 | 0.29 | 0.25 |
| 7A/C | 0.26 | 0.80 | 0.27 | 0.93 | 2.24 |
| 8A1 | 0.38 | 1.28 | 0.40 | 1.47 | 4.16 |
| 8A2 | 0.45 | 1.45 | 0.53 | 1.68 | 4.67 |
| 8B | 0.30 | 0.31 | 0.14 | 0.46 | 0.71 |