

Università degli Studi di Napoli Federico II

FACOLTÀ DI AGRARIA

Dottorato di ricerca in Pedologia Applicata
XIX Ciclo
**Valorizzazione e Gestione delle Risorse
Agro-Forestali**

Andosuoli e colate rapide in Campania

Tutor : Ch.mo Prof.
Fabio Terribile

Candidato
Susi Pepe

Coordinatore: Ch.mo Prof.
Antonio Cioffi

ANNO ACCADEMICO 2005-2006

Indice: Andosuoli e colate rapide in Campania

Indice

<i>Premessa</i>	1
<i>Obiettivi</i>	2
Capitolo 1	
Introduzione	3
1.1 Che cosa è un suolo	7
1.2 Classificazione delle frane in termini statici e dinamici	10
1.2.1 Frane da scorrimento	17
1.2.2 Colate	18
1.2.3 Frane complesse	18
1.3 Cause di innesco delle frane	18
1.4 Ruolo dell'acqua nell'instabilità di versante	20
Capitolo 2	
Inquadramento Geologico e Pedologico della regione Campania	
2.1 Inquadramento geologico dell'Appennino Meridionale	21
2.1.2 Geologia della Piana campana	22
2.2 La dinamica dei versanti nella regione Campania e tipologie di suoli presenti	23
Capitolo 3	
Materiali e Metodi	
3.1 Studio territoriale	25
3.2 Studio puntuale ed analisi chimiche e chimico-fisiche di laboratorio	25
Capitolo 4	
Risultati e Discussione	
4.1 Costruzione del data base dei fenomeni franosi	29
4.2 Studio dei suoli delle nicchie di distacco	38
4.2.1 Schede Pedologiche :	39
Cervinara	
Molina	
Monte Pendolo Nord (1)	
Monte Pendolo Sud (2)	

Indice: Andosuoli e colate rapide in Campania

Quindici Sud	
Ischia (P1)	
Ischia (P2)	
Nocera (1)	
Nocera (2)	
Campi Flegrei Nord (1)	
Campi Flegrei Sud (2)	
San felice a Canello Nord (1)	
San felice a Canello Sud (2)	
Quindici Nord	
Sarno Nord	
4.3 Il Suolo	40
4.4 Analisi Integrata del sistema Suolo- Paesaggio	43
Capitolo 5	
Conclusioni	47
<i>Bibliografia</i>	<i>i</i>

Premessa e Obiettivo: Andosuoli e colate rapide in Campania

Premessa

Con il presente lavoro di Tesi di Dottorato è stata condotta una valutazione pedogeografica della vulnerabilità delle coltri pedologiche vulcaniche campane ai dissesti franosi, sulla scorta degli studi pregressi nell' area del rilievo di Pizzo d'Alvano (Terribile et al., 2000a,b) a seguito degli eventi calamitosi del 5-6 maggio 1998.

I suoli oggetto di studio si sono originati da depositi di ceneri e pomici da caduta che, a più riprese, hanno ricoperto come un manto i rilievi carbonatici; la loro alterazione chimica è dovuta essenzialmente agli agenti meteorici, in particolare al vento e all'erosione delle acque dilavanti; quando lo strato superficiale viene rimosso o subisce fenomeni di degradazione molto spinti, i suoli vulcanici possono evolvere ad altri tipi di suoli (Arnalds, 1990; Kimble et al., 1998). Come risultato dell'alterazione chimica si ha formazione nel suolo di alcuni minerali come allofane, imogolite e ferridrite. Questi minerali argillosi colloidali conferiscono al suolo proprietà singolari, proprietà andiche, che permettono di distinguere i suoli vulcanici da altre tipologie di suoli: bassa densità apparente, alta capacità di ritenzione idrica e assorbimento fosfatico; alta porosità; scarsa coesione, grande variabilità verticale e laterale delle proprietà del suolo (Kimble et al., 1998). Tali suoli vulcanici sono definiti Andosuoli se classificati secondo il WRB (FAO, 1998) o Andisuoli se classificati con le chiavi della Soil Taxonomy (USDA, 1998).

Le aree vulcaniche in cui sono presenti gli Andosuoli sono tra quelle porzioni della superficie terrestre a più alta densità abitativa, grazie alla grandissima fertilità di questi suoli (Kimble et al., 1998), i quali sostengono ecosistemi forestali di elevato pregio, tra i più produttivi nel nostro Paese ed in Europa, di notevole valore estetico, naturalistico e paesaggistico (di Gennaro et al., 1995, di Gennaro et al., 1998). Si tratta di suoli anche molto fragili (Maeda et al., 1977, Lulli 1990, Quantin, 1990) che rendono sensibile il sistema ambientale considerato. Tali comportamenti e tali qualità sono da considerarsi tra i fattori predisponenti di maggiore rilevanza nelle dinamiche sia di dissesto franoso che di fenomeni erosivi; entrambe le manifestazioni sortiscono effetti sulle componenti geomorfologiche, idrogeologiche, vegetazionali e sull'uso del suolo. Conoscere le proprietà dei suoli vulcanici può aiutarci a preservare il valore e l'uso di questa risorsa vulnerabile (Arnalds and Stahr, 2004).

Obiettivi della tesi

Il percorso formativo, seguito durante il dottorato di ricerca, ha avuto come obiettivo la conoscenza, ovvero lo studio delle caratteristiche dei suoli coinvolti negli eventi franosi verificatisi nella regione Campania.

Già a partire dal 1998, a seguito dell'evento calamitoso che ha investito l'abitato di Sarno, Quindici e Bracigliano (5-6 maggio 1998), il Gruppo di Ricerca di Pedologia, si è interessato allo studio dei suoli coinvolti nelle colate rapide.

Con questo elaborato è stato proseguito ed ampliato il lavoro avviato nel 1998 e lo studio dei fenomeni franosi è stato affrontato più dal punto di vista pedologico che da quello geologico e idrogeologico, utilizzando le metodiche della Scienza del Suolo per capire i legami tra le proprietà della copertura pedologica presente sui versanti (su cui si sono impostate le frane) e la tipologia delle frane stesse.

Il lavoro è stato incentrato sull'approfondimento dei seguenti aspetti:

1. Caratterizzazione morfologica e pedologica dei suoli presenti nelle aree di innesco delle frane, ovvero nelle nicchie di distacco;
2. Valutazione del ruolo che hanno alcuni fattori (ad es. esposizione, pendenza dei versanti, spessore di suolo) nell'innesco di colate di terra e detrito;
3. Valutazione del ruolo che alcune proprietà chimiche e chimico-fisiche di questi suoli possono aver nei meccanismi d'innesco delle frane.

CAPITOLO 1

Introduzione

Le forme del paesaggio sono il risultato dell'interazione tra processi endogeni, dovuti alla geodinamica interna e processi esogeni dovuti alla geodinamica esterna, con l'eventuale prevalenza dell'uno e dell'altro nello spazio e nel tempo.

Talvolta sono i processi endogeni ad imprimere i caratteri più rilevanti alla superficie terrestre prevalendo sui processi esterni di demolizione o accumulo, altre volte è il modellamento esterno che cancella rilievi o depressioni di origine endogena.

Tutti gli elementi fisiografici presenti in un'area registrano e forniscono indicazioni sul processo in atto dominante sia esso di demolizione ossia degradazionale (demolizione dei rilievi), sia esso di accumulo o aggradazionale (accumulo di sedimenti in aree depresse).

Con riferimento alle coperture di suolo la dinamica dei versanti comprende i fenomeni di erosione del suolo ed i movimenti in massa o frane. I fenomeni erosionali sono legati quasi esclusivamente all'azione meccanica delle acque dilavanti che, per forza di gravità, si spostano con velocità crescente, da monte verso valle. Chiaramente i profili di suolo che restano in posto saranno depauperati degli orizzonti più superficiali, esponendo così i sottostanti, che nel tempo subiranno processi di alterazione chimico-fisica. I movimenti in massa o frane sono costituiti dalla caduta, da lenta a rapida, o comunque dallo spostamento unitario o differenziale, di masse rocciose o di materiali sciolti, sotto l'azione della gravità; in tal caso i prodotti colluviali si andranno a depositare su orizzonti di suolo già in equilibrio con il versante; ne discende una riorganizzazione del suolo con l'inizio di una nuova pedogenesi. I processi erosionali del suolo hanno generalmente inizio con la degradazione fisica che può essere conseguenza delle condizioni climatiche; i prodotti di tale degradazione possono essere facilmente rimossi e trasportati dalle acque dilavanti, le quali, possono infiltrarsi o dar luogo al ruscellamento, che determina appunto, l'asportazione e il trasporto dei detriti verso la parte bassa dei versanti. I fenomeni legati al ruscellamento sono discontinui, presentano una intensità variabile e si arrestano al cessare delle piogge. L'entità dei processi di dilavamento è da mettere in relazione all'intensità, alla durata e al tipo di precipitazioni, all'infiltrazione, al tipo di copertura vegetale, alla scabrosità della superficie topografica, alle resistenze delle rocce (sciolte o lapidee), alla pendenza, e alla lunghezza dei versanti oltre che ai fattori antropici. Molti fenomeni di dilavamento evolvono a vere e proprie frane. Nell'ambito della problematica della dinamica dei versanti, i maggiori disastri (in termini di danni, ossia di vittime e di valore esposto) causati dai dissesti idrogeologici che negli anni si

Capitolo 1: Andosuoli e colate rapide in Campania

sono verificati in diverse parti del mondo (frana di Thisle e di Puerto Rico nel 1985 negli Stati Uniti; regione di Vargas in Venezuela nel 1999; Piemonte 1994; Versilia 1996; Sarno 1998; Noverato 2000) hanno portato in tempi più recenti, ad una nuova sensibilità nei confronti dei fenomeni franosi. L'America e l'Europa sono i continenti che registrano il maggior numero di vittime per frane (**Fig. 1.1**).

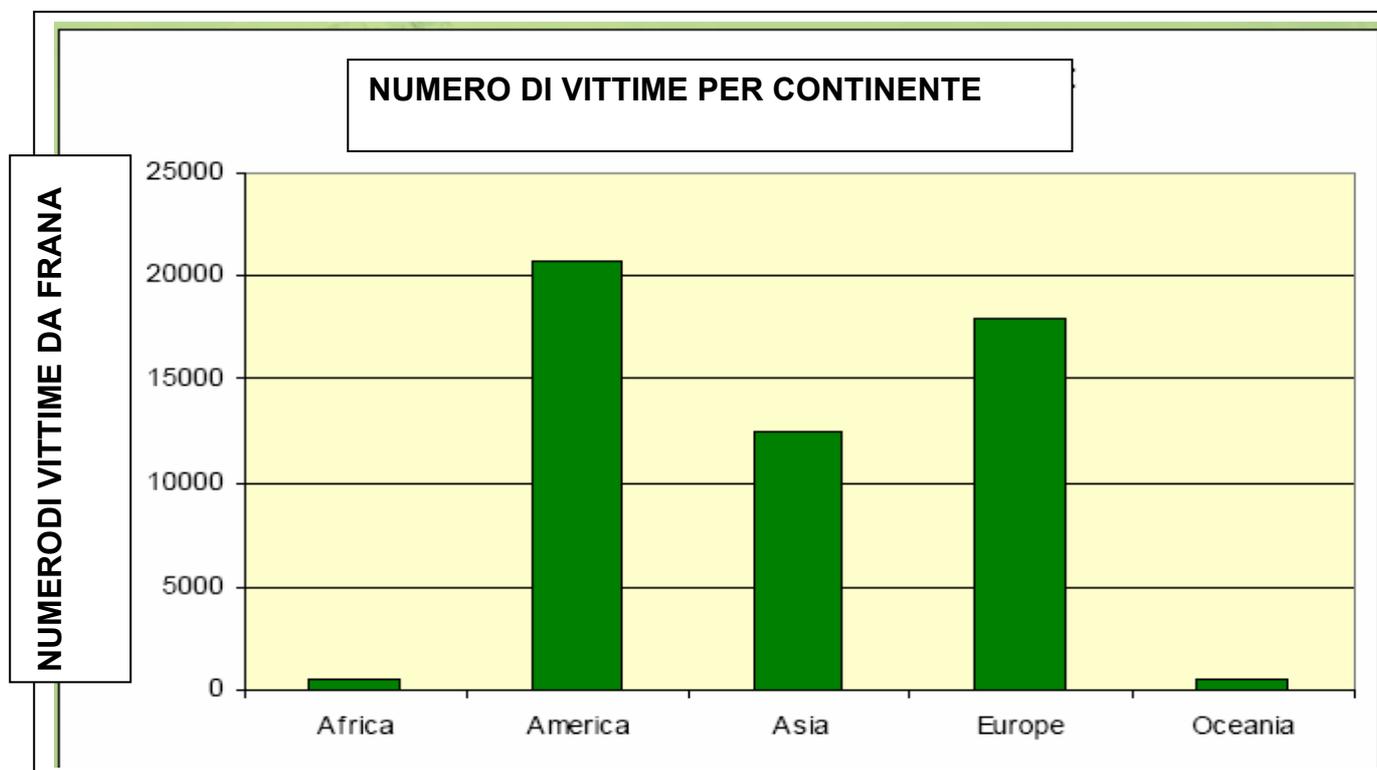


Fig. 1.1 Relazione tra numero di vittime e frane (eventi compresi tra il 1900-2005) nei diversi continenti. Presentation Green (Dream)Team. Summer School Alpbach 2006 Remote Sensing of Natural Hazards.

I concetti di previsione e prevenzione dei rischi sono entrati nelle normative internazionali e nazionali e sono stati intrapresi programmi di ricerca volti alla caratterizzazione dei fenomeni franosi, alla realizzazione di piani per la loro previsione e gestione, al fine di prevenire le grandi catastrofi. I presupposti metodologici degli attuali studi finalizzati alla valutazione del rischio da frana risalgono ad alcuni decenni or sono. E' infatti a partire dalla fine degli anni '60 che la comunità scientifica internazionale inizia a produrre elaborati geotematici "previsionali" in tema di rischi geologici. Allo stesso periodo risalgono anche i primi studi "moderni"svolti sul tema (in Italia), allorquando furono rese note le prime carte della franosità o della stabilità (Civita et al., 1975; Amadesi et alii,1977; Bosi, 1978; Guida et alii, 1988). Nell'insieme tali iniziative si basavano su una valutazione empirica, per lo più qualitativa, della suscettibilità a franare, basata essenzialmente su dati geologici e geomorfologici, ma

Capitolo 1: Andosuoli e colate rapide in Campania

soprattutto sull'interpretazione "soggettiva" della carta-inventario dei fenomeni franosi; la disuniformità dei vari approcci proposti dai vari gruppi di ricercatori e lo scarso confronto dei rispettivi risultati furono tra i principali motivi che portarono ad una fase di "stallo" nel progresso delle conoscenze, a cui si accompagnava una marcata confusione nell'uso e nei significati di termini quali pericolosità, rischio a franare, suscettibilità, ecc. Nel 1984, su mandato dell'UNESCO, una commissione internazionale di studio fu incaricata di svolgere ricerche sulla zonazione della pericolosità per frana (Varnes & IAEG, 1984) ciò sancisce un importante momento di sintesi, proponendo alla comunità tecnico-scientifica una terminologia di riferimento per quanto attiene i rischi geologici. E' in quella sede, infatti, che vengono definiti i termini fondamentali per ogni studio sul rischio. A tutt'oggi sono pochissimi gli studi completi di analisi del rischio basati su metodi quantitativi, a causa delle difficoltà, sovente insormontabili, nel definire concetti complessi quali la pericolosità e la vulnerabilità. A livello internazionale, la previsione e gestione delle catastrofi naturali è tra i compiti istituzionali dell'UNESCO, che dal 1976, ha istituito una Commissione frane presso l'IAEG (International Association of Engineering Geology) col compito di svolgere ricerche sulla pericolosità da frana. Nel 1990, tale Commissione, insieme al *Comitato tecnico sulle frane della ISMFE (International Society of Soil Mechanics and Foundation Engineering)* e ai membri della ISRM (International Society of Rock Mechanics), ha costituito una *Commissione delle Società Geotecniche Internazionali per il censimento mondiale delle frane*, il cui obiettivo è la creazione di una banca dati mondiale (D' Agostino et al., 2001). Il calcolo del Rischio idrogeologico proposto dalla *Commissione frane* dell' UNESCO (Varnes & IAEG, 1984), segue a pieno quello formulato anche per il rischio vulcanico e sismico ed è espresso dal prodotto della *pericolosità* (p), probabilità con cui si può manifestare un certo evento pericoloso in un assegnato periodo, per il *valore del bene esposto al rischio* (*in termini di vite umane*) (e), per il grado di *vulnerabilità* (v) del bene, che tiene conto dei gruppi di elementi a rischio che possono subire danni e perdite in funzione dell'intensità dell'evento atteso ($\text{Rischio} = p \times e \times v$).

Il Rischio Idrogeologico può aumentare per una intensificazione della pericolosità dei fenomeni meteorologici, intesa come una maggiore piovosità e/o maggiore intensità delle piogge, e/o per un incremento dei beni esposti al rischio. A livello Nazionale e in particolare in quello campano emerge l'Archivio AVI (Censimento delle aree italiane storicamente vulnerate da calamità geologiche ed idrauliche) (Guzzetti et al., 1994) realizzato mediante la raccolta e la selezione di notizie riguardanti l'accadimento di fenomeni franosi e alluvionali derivanti da fonti di cronaca a partire dall'inizio del '900. I dati di detto archivio (attualmente

Capitolo 1: Andosuoli e colate rapide in Campania

risulta essere il più completo) evidenziano sul territorio campano una progressiva crescita delle segnalazioni di frane ed alluvioni. Tuttavia ciò non sembra imputabile solo ad una presunta modificazione dei fattori meteoroclimatici, quanto ad una maggiore antropizzazione del territorio, spesso senza un'adeguata pianificazione ambientale, anche in aree a rischio (Vallario, 2001). Di rilievo è anche l'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi Tecnici (APAT) che attraverso il progetto IFFI fornisce un quadro completo ed aggiornato sulla distribuzione dei fenomeni franosi sull'intero territorio nazionale attraverso la raccolta e l'omogeneizzazione dei dati; offre uno strumento conoscitivo di base per la valutazione del rischio da frana, per la programmazione degli interventi di difesa del suolo e per la pianificazione territoriale a scala nazionale e locale. Il confronto incrociato, mediante GIS, dei vari "strati" di informazione corrispondenti alle carte di base (geologica, geomorfologia, delle coperture, dell'acclività, dell'uso del suolo) ha comportato la produzione di alcune centinaia di elaborati in scala 1:5.000, che a loro volta hanno condotto alla redazione di Carte di Suscettibilità all'innescamento ed all'invasione da frana. Affinché sempre una maggiore utenza possa servirsi dei risultati ottenuti, è stata costruita dall'IRPI e dal GNDCI nel 2003 una Carta delle aree colpite da frane ed inondazioni con conseguenze per la popolazione a scala Nazionale.

Un passo importante di grande aiuto alla conoscenza del nostro territorio napoletano è stata la redazione nel 1999 della Carta dei Suoli a scala di semidettaglio 1:50.000; ciò ha reso possibile capire qual è l'organizzazione spaziale delle coperture di suolo a scala provinciale (di Gennaro e Terribile, 1999). Un passo successivo potrebbe essere quello di relazionare ad esempio la tipologia di frana con il suolo coinvolto nell'evento franoso, oppure relazionare le pendenze o l'esposizione dei versanti con la copertura di suolo presente, magari creando delle carte tematiche di dettaglio.

In Campania, negli ultimi 100 anni, sono state registrate oltre 1100 frane ed alluvioni. Fra questi le colate rapide di detrito e terra (debris flow e earthflow) hanno causato i danni maggiori, producendo, negli ultimi 60 anni, oltre 380 vittime.

Ricordiamo gli eventi catastrofici del 5-6 maggio 1998 che hanno coinvolto l'abitato di Sarno, Quindici e Bracigliano. A seguito di tale evento sono stati pubblicati (Terribile F. et al., 2000a; Terribile F. et al., 2000b) i primi risultati ottenuti dal Gruppo di Pedologia di cui faccio parte, che sono stati il punto di partenza per la mia ricerca.

Lo studio dei processi gravitativi verificatisi nella regione riveste quindi un ruolo primario nella zonazione della pericolosità; essa è associata direttamente ed indirettamente ai fenomeni vulcanici ed idrogeologici, specie se si considera che i complessi carbonatici

Capitolo 1: Andosuoli e colate rapide in Campania

mesozoici che costituiscono l'ossatura dell'orogene Appenninico, possono essere ricoperti da suoli formati da depositi vulcanici, in particolare da depositi piroclastici delle eruzioni pliniane del Somma - Vesuvio e dei Campi Flegrei.

In tale contesto, l'obiettivo di questa tesi è quello di studiare i suoli in alcune nicchie di distacco di importanti colate rapide di fango campane, al fine di caratterizzare il suolo coinvolto nell'evento e di relazionarlo al paesaggio in cui si è formato e sviluppato.

1.1 Che cosa è il suolo

Il suolo è un corpo naturale e può definirsi come l'insieme di tanti ped ovvero di tante unità elementari individuabili di suolo inserito in un sistema complesso, l'ambiente; la sua formazione è intimamente legata ai flussi di energia e di materia che provengono dalla biosfera, litosfera ed idrosfera (Rose, 2004) (**Fig. 1.2**). Il suolo si sviluppa appena sopra la litosfera e si organizza dalla profondità alla superficie in orizzonti; l'orizzonte più superficiale coincide con il nostro piano campagna. Gli orizzonti che seguono sono una porzione nascosta dell'ecosistema soggetto a trasformazioni continue, per questo può definirsi un sistema aperto: è sottoposto ad intensi processi chimici, fisici e biologici di alterazione dei minerali e di accumulo di sostanza organica che lo rendono anche molto dissimile dal deposito da cui ha avuto origine.

Come è chiaramente espresso dalla funzione empirica di Jenny (1941), il suolo (S) posto al primo termine, può essere definito come prodotto di un insieme di fattori di stato (al secondo termine) che interagiscono fra loro: clima (cl), roccia madre (r), morfologia (m), biota (b), uomo (u), nel tempo (t)

$$S = f(\text{cl}, r, m, b, u, t)$$

Gli orizzonti principali in cui si organizza un suolo riconoscibili in campo sono:

Orizzonte O: dominato dalla sostanza organica, in cui la frazione minerale rappresenta solo una piccola percentuale del volume dell'orizzonte. La materia organica può essere costituita da lettiera o da torba e può essere più o meno decomposta. Tale orizzonte può trovarsi al di sopra di un orizzonte minerale o sepolto.

Orizzonte A: si formano in superficie o al di sotto di un orizzonte O. Sono caratterizzati da un accumulo di sostanza organica umificata e intimamente unita alla frazione minerale.

Orizzonte B: si sono formati al di sotto di un orizzonte O, A e sono caratterizzati dall'obliterazione della struttura della roccia originaria e si apprezzano una o più delle seguenti caratteristiche: concentrazione illuviale di argilla silicata, ferro, alluminio, humus,

Capitolo 1: Andosuoli e colate rapide in Campania

carbonati, gesso, silice; evidenze di rimozione di carbonati; concentrazione residuale di sesquiossidi che provocano una colorazione dell'orizzonte con croma (tono del colore ovvero grado di intensità dovuto al mescolamento del colore principale con colori neutri come il bianco, il nero, il grigio) più alti, value (la luminosità ovvero la luce che viene riflessa) più bassi o hue (colore dominante o tinta) più rossi degli orizzonti sopra e sottostanti, senza apparente illuviazione di ferro; un'alterazione che genera argilla silicata o che libera ossidi. In tal caso si formano strutture granulari, poliedriche o prismatiche se cambia il volume di suolo, effetto del cambiamento del contenuto idrico; fragilità.

Orizzonte C: sono strati o orizzonti poco influenzati dai processi pedogenetici e non sono rocce dure; per lo più è un orizzonte minerale e può essere o meno simile a quello da cui si sono evoluti gli orizzonti sovrastanti e può essere costituito da sedimenti freschi o già alterati, ma anche da sedimenti consolidati.

Orizzonte R: La lettera R indica la presenza di roccia dura e impenetrabile dalle radici delle piante (**Fig. 1.3**) (Cremaschi M. and Rodolfi G., 1991).

Nei profili studiati sono presenti anche orizzonti di transizione (per esempio B/C) in cui la precedenza si dà alla lettera che indica l'orizzonte maggiormente rappresentato. Agli strati principali possono affiancarsi delle lettere suffisse che specificano ulteriormente il tipo di orizzonte. Ritroviamo negli orizzonti studiati l'orizzonte B affiancato da una lettera minuscola w (**Bw**) che sta per weathering e designa un orizzonte B di alterazione, nel quale il materiale di origine del suolo si è differenziato per colore o per struttura, o per entrambi, e nel quale vi possono essere solo tracce di accumulo illuviale di materiale. La lettera b, invece, dall'inglese buried ossia sepolto, contrassegna un orizzonte genetico sepolto (es. **Ab**).

Individuati gli orizzonti, bisogna necessariamente capirne i rapporti stratigrafici ed individuare i seguenti elementi che sono senza dubbio utili per mettere a confronto i vari tipi di suolo: tipo e andamento del limite tra un orizzonte e l'altro, lo spessore e il colore (utilizzando le Tavole Munsell create nel 1954) di ogni singolo orizzonte, la struttura, l'umidità osservata, la percentuale di scheletro presente in un campione preso come riferimento, le dimensioni dello scheletro, il tipo e la dimensione degli aggregati di suolo, l'adesività e la resistenza, la tessitura, la quantità e le dimensioni delle radici presenti, la presenza di allofane e imogolite e di carbonati rispettivamente attraverso un test di campo del fluoruro di sodio (NaF) e dell'acido cloridrico HCl (Cremaschi M. and Rodolfi G., 1991).

Capitolo 1: Andosuoli e colate rapide in Campania

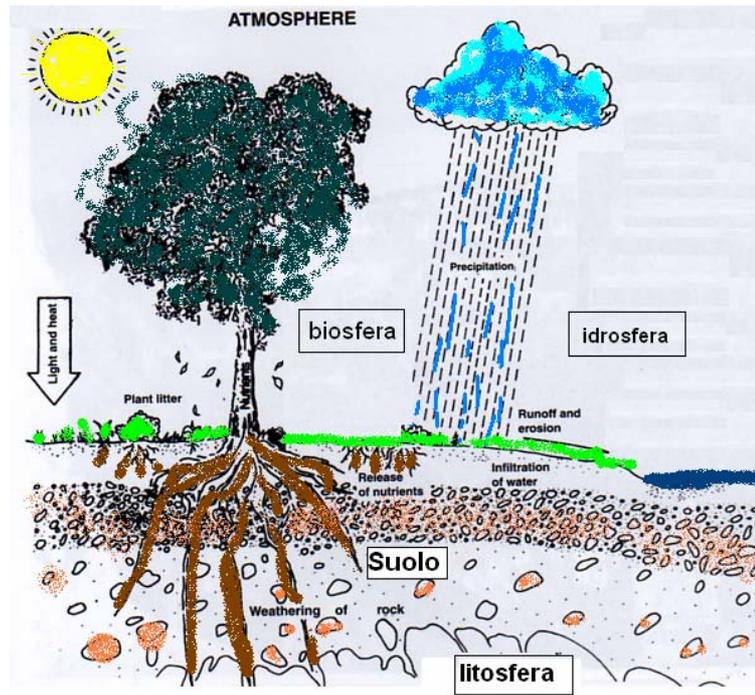


Fig.1.2 Interazione tra biosfera, idrosfera e litosfera

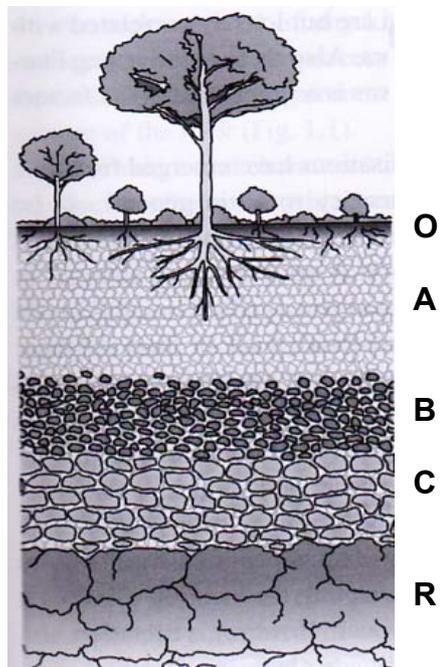


Fig.1.3 Schema semplificato profilo di suolo diviso in orizzonti (O,A,B,C)

1.2 Classificazione delle frane in termini statici e dinamici

In accordo con Varnes (1978), e Cruden e Varnes (1996) con il termine *frana* si intende un fenomeno naturale in cui si verifica un movimento del materiale (roccia, terreno, rinterri), che costituisce il versante (naturale o artificiale), verso il basso o verso l'esterno del pendio, lungo una superficie, sotto l'azione della forza di gravità. Tali fenomeni sono anche comunemente definiti *movimenti in massa*, cioè movimenti di versante che si realizzano sotto l'azione della gravità e senza un vero mezzo di trasporto; a questo termine può essere opposto quello di *trasporto in massa* ossia di materiale trasportato in un mezzo di movimento, per esempio come l'acqua (Crosta, 2001).

La *nicchia di distacco* ha forma solitamente arcuata ed ha larghezza maggiore nella porzione a quota più alta; è la zona ove gli stress di taglio esplicano il valore massimo che induce rottura repentina dell'equilibrio interno. In altre parole è la zona del versante dalla quale si è distaccato il materiale in movimento. Ne discende che lo studio delle nicchie di distacco rappresenta un elemento fondamentale per la comprensione dei processi di dinamica dei versanti, in quanto in queste aree le proprietà fisico-chimiche dei suoli variano significativamente sino ad indurre fenomeni critici nella struttura dei materiali in esame; il *pendio di frana* è la porzione di versante dove è avvenuto lo spostamento del cumulo di frana; il *cumulo di frana* è l'insieme dei materiali accumulatisi nella parte bassa del versante, esso presenta spesso una forma convessa, rispetto alla superficie topografica preesistente.

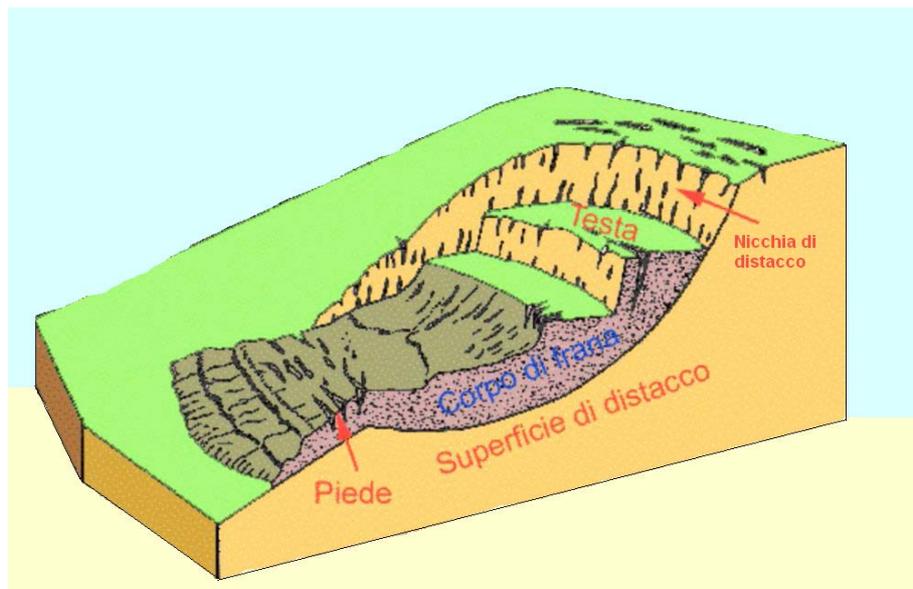


Fig. 1.4 Modello generalizzato di un corpo di frana

Capitolo 1: Andosuoli e colate rapide in Campania

Prima di esaminare in dettaglio le diverse tipologie di frana, bisogna stabilire una nomenclatura per le caratteristiche macroscopiche delle frane e discutere i metodi per esprimere le dimensioni e le geometrie delle frane stesse. Per le caratteristiche e geometrie delle frane nel 1990 la IAEG Commission on landslides ha prodotto un diagramma teorico di rappresentazione delle frane, aggiornato alla versione di Varnes (1978), nel quale sono stabiliti precisi criteri descrittivi e classificativi (**Tabella 1**).

Un corpo di frana può essere costituito da **roccia** quando, prima dell'inizio del primo movimento, è una massa integra ed in posto; da **terreno sciolto** quando esso è un aggregato di particelle solide, trasportate o formate dalla disgregazione della roccia in posto. Sono considerati inclusi nel terreno sciolto i gas e i liquidi di riempimento dei pori. A sua volta il terreno sciolto si divide in terra e detrito. Le prime includono materiali in cui l'80% ha diametro minore di 2 mm, il detrito invece contiene una porzione superiore di materiale grossolano maggiore di 2 mm. Da sottolineare che il termine usato nella classificazione di una frana è sempre riferito al materiale prima che venga movimentato.

Nella regione Campania si verificano molteplici tipologie di fenomeni franosi. Il sistema di classificazione maggiormente utilizzato per descriverli è quello proposto da Varnes (1978) (**Tabella 1**).

TIPO DI MOVIMENTO		TIPO DI MATERIALE		
		<i>terra (earth)</i>	<i>detrito (debris)</i>	<i>roccia (rock)</i>
crolli (falls)		crolli di terra	crolli di detrito	crolli di roccia
ribaltamenti (topples)		ribaltamenti di terra	ribaltamenti di detrito	ribaltamenti di roccia
scivolamenti (slides)	rotazionali	scivolamenti rotazionali di terra	scivolamenti rotazionali di detrito	scivolamenti rotazionali di roccia
	traslativi	scivolamenti traslazionali di terra	scivolamenti traslazionali di detrito	scivolamenti traslazionali di roccia
espandimenti laterali (lateral spreads)		espandimenti laterali di terra	espandimenti laterali di detrito	espandimenti laterali di roccia
colamenti o flussi (flows)		colata di terra	colata di detrito	flusso in roccia
frane complesse (complex)		combinazione di due o più tipi di movimento		

Tab. 1 Tipologia dei movimenti franosi (Varnes, 1978)

Tale classificazione si basa, in primis, sul tipo di movimento e, secondariamente, sulla natura dei materiali coinvolti. I tipi di movimento vengono suddivisi in 6 gruppi principali:

Capitolo 1: Andosuoli e colate rapide in Campania

crolli, ribaltamenti, scivolamenti (rotazionali e traslazionali), espandimenti laterali, colate o flussi e frane complesse. I materiali sono distinti in tre classi: terra, detrito e roccia.

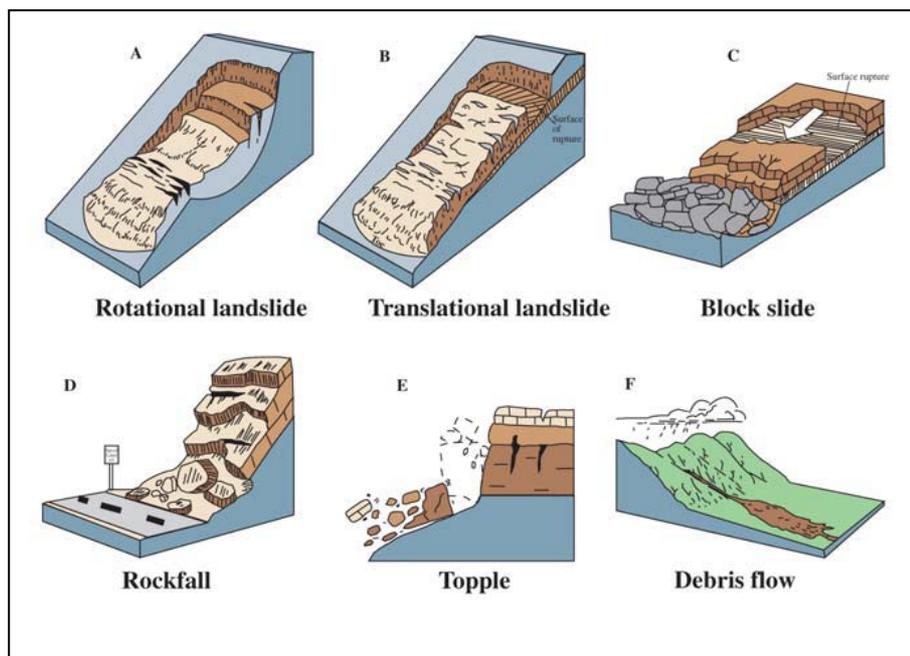


Fig. 1.4 Alcuni esempi di tipologie di frana: A, B sono rispettivamente scivolamenti rotazionali e traslazionali che coinvolgono materiale fine; C movimento rotazionale che coinvolge rocce; D è un crollo di rocce; E è un ribaltamento; F è un flusso di detrito
Da USGS in Presentation Green (Dream)Team. Summer School Alpach 2006 Remote Sensing of Natural Hazards

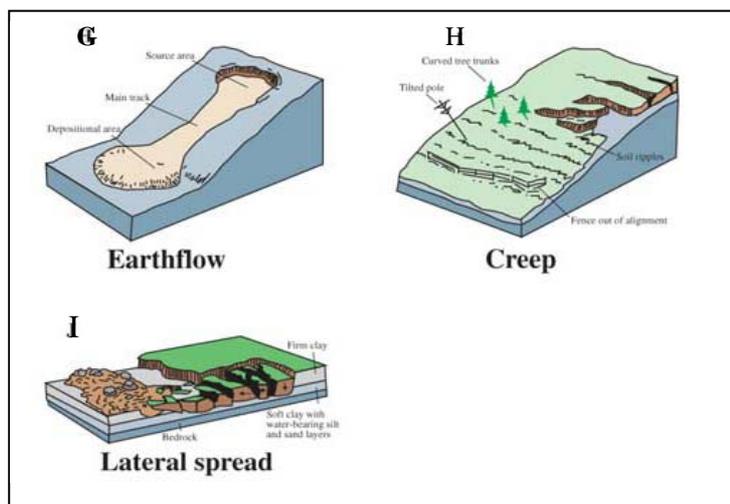


Fig. 1.5 Alcuni esempi di tipologia di frana: G flusso di terra; H movimento lento tipo flusso; I espandimento laterale

La classificazione di Varnes (1978) è stata rivista da Cruden e Varnes (1994) con l'aggiunta di due parametri, la velocità a cui sono legati i danni. In particolare è presente una classificazione dell'intensità del fenomeno sulla base dei danni attesi per le classi di velocità individuate (**Tabella 2**). I movimenti franosi variano da estremamente lento (Classe I), molto lento (16 mm/anno) (classe II), lento (16 m/anno) (Classe III), a moderato (13 m/mese) (classe IV), rapido (1.8 m/h) (classe V), a molto rapido (3 m/min.) (classe VI), ad estremamente rapido (5 m/s) (classe VII) (**Tabella 2**). Si tenga conto che le colate che coinvolgono le piroclastiti sciolte poggianti su rocce calcaree dell'Appennino

Capitolo 1: Andosuoili e colate rapide in Campania

campano possono raggiungere velocità dell'ordine dei 50-70 Km/h. L'elemento velocità appare determinante per ipotizzare la estrema catastoficità delle colate in Campania.

Tab.2 Classificazione di Cruden e Varnes, 1994

CLASSE	VELOCITA'	DESCRIZIONE
VII	5 m/s	EDIFICI DISTRUTTI PER IMPATTO DEL MATERIALE; QUALSIASI TENTATIVO DI PORSI IN SALVO E' IMPOSSIBILE; CATASTROFE DI ECCEZIONALE VIOLENZA
VI	3 m/min	PERDITA DI ALCUNE VITE UMANE, L'EVACUAZIONE COMPLETA DELLA POPOLAZIONE E' IMPOSSIBILE
V	1.8 m/h	L'EVACUAZIONE DELLA POPOLAZIONE E' POSSIBILE, DISTRUZIONE DI IMMOBILI ED INSTALLAZIONI PERMANENTI
IV	13 m/mese	POSSIBILE MANTENIMENTO DI STRUTTURE TEMPORANEE O POCO DANNEGGIABILI
III	16 m/anno	POSSIBILITA' DI INTRAPRENDERE LAVORI DI RINFORZO E RESTAURO DURANTE IL MOVIMENTO; STRUTTURE MENO DANNEGGIABILI E MANTENIBILI CON FREQUENTI LAVORI DI RINFORZO, SALVO ACCELERAZIONI DEL MOVIMENTO
II	16 mm/anno	ALCUNE STRUTTURE PERMANENTI POSSONO ESSERE DANNEGGIATE DAL MOVIMENTO
I		MOVIMENTO IMPERCETTIBILE SENZA MONITORAGGIO; COSTRUZIONE EDIFICI POSSIBILE CON PRECAUZIONI

Altre classificazioni relative alla frane sono note in bibliografia, ricordiamo quella di Coussot 1994; Coussot 1995; Coussot 1997; che tiene conto secondo delle frane in termini sedimentologici ovvero della concentrazione solida totale delle particelle (asse delle ordinate) e del rapporto tra la frazione fine inferiore a 0.04 mm e la frazione solida totale (asse ascisse) (**Fig. 1.6**)

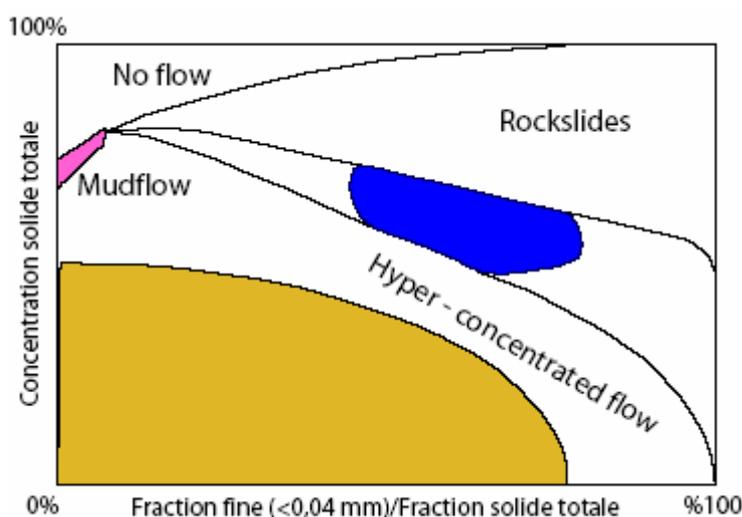


Fig. 1.6 I sei campi che si individuano nel grafico: No flow, rockslides, mudflow, debrisflow, Hyperconcentrated flow, floods, sono il risultato della concentrazione solida totale delle particelle (asse delle ordinate) con il rapporto tra frazione fine e frazione solida totale (asse delle ascisse)

Le classificazioni dinamiche invece, utilizzano gli stress di taglio attivi (τ) all'interno del sistema (O'Brien and Julien, 1985; Julien and Lan, 1991) e tengono conto delle dimensioni delle particelle, della viscosità, del contrasto di densità dei materiali e dei gradienti di velocità. E' importante sottolineare che le colate in termini reologici coprono un ampio spettro di caratteristiche passando da sistemi a bassa ad alta viscosità (Johnson, 1970; Iverson, 1997) la cui velocità è dipendente dalla pendenza del versante e dal contenuto d'acqua della massa in movimento (**Fig. 1.7**).

In particolare:

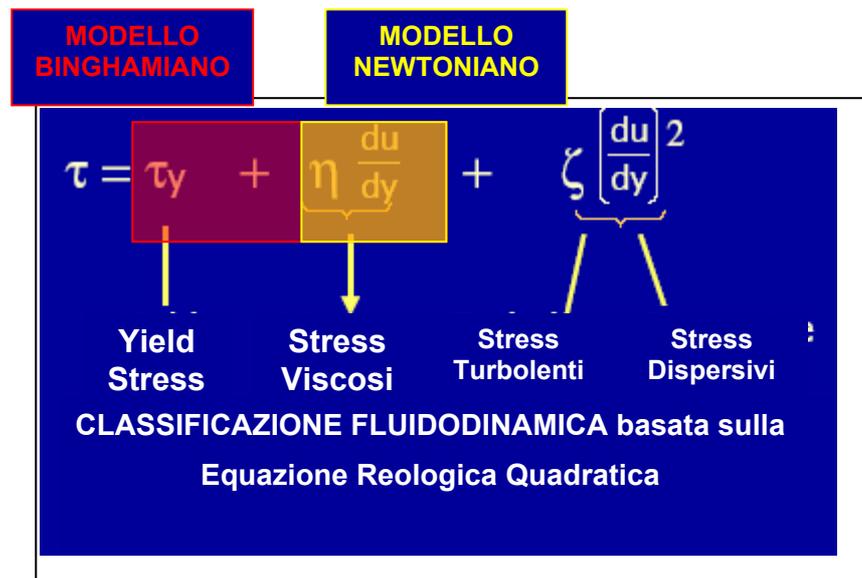


Fig.1.7

τ_y = stress di taglio lungo la componente verticale (profondità del profilo di suolo)

du/dy = gradiente di velocità verticale (lungo il profilo del suolo)

η = viscosità newtoniana del sistema clasto-matrice

ζ = parametro delle reologia di ordine superiore. Esso dipende dalle dimensioni e distribuzione dei clasti nella matrice, dalla lunghezza d'onda del flusso, dalle dimensioni e geometria del sistema, dalla densità dei materiali e dalle proprietà idrauliche

Da questa analisi ne discende la classificazione dinamica delle colate lente e veloci:

La classificazione di Julien and Lan (1991) ad esempio, tiene conto della dinamica dei flussi.

I flussi vengono classificati in Viscoso, Turbolento e Dispersivo:

Capitolo 1: Andosuoli e colate rapide in Campania

VISCOSO: Associamo grandi depositi da flusso con un sistema non abrasivo con alta concentrazione di silt e argille; a bassa velocità quindi ad alta viscosità ed alta yield stress (soglia di attivazione); basso numero di Froude; alta pressione dinamica come i Mudflow o colate di fango (**Fig. 1.8**)

Fig. 1.8 Es. di danni provocati al territorio

www.engr.colostate.edu/~pierre/ce_old/Projects/linkfiles/mudpresvene.pdf



Capitolo 1: Andosuoli e colate rapide in Campania

TURBOLENTO: Associamo un sistema turbolento abrasivo ad alta velocità con particelle non coesive e alto numero di Froude come i Mud Flood **Fig. 1.9**

Fig. 1.9 Es. di danni provocati al territorio

www.engr.colostate.edu/~pierre/ce_old/Projects/linkfiles/mudpresvene.pdf

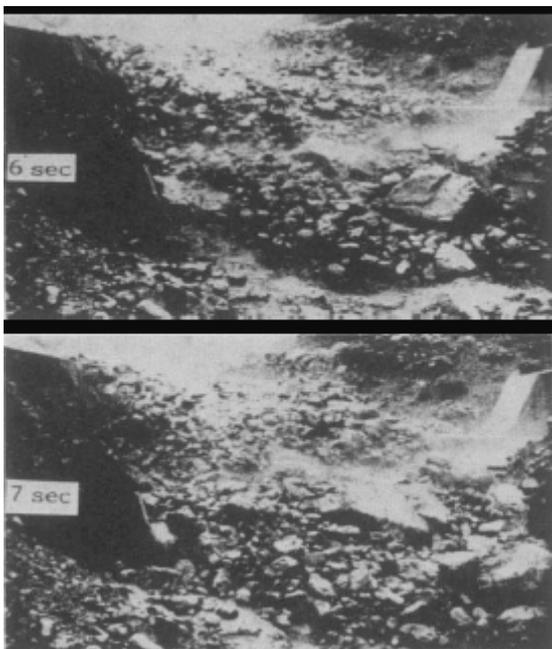


Capitolo 1: Andosuoli e colate rapide in Campania

DISPERSIVO: Associamo un sistema non coesivo con particelle a grandi clasti; ad elevato potere distruttivo quindi con alta velocità e bassa viscosità e pressione dispersiva come un Debris Flow (**Fig. 1.10**)

Fig. 1.10 Es. di danni provocati al territorio

www.engr.colostate.edu/~pierre/ce_old/Projects/linkfiles/mudpresvene.pdf



Per i nostri scopi, soffermeremo la nostra attenzione sulle frane da *scorrimento* e sulle colate così come le intende Varnes (1978).

1.2.1 Frane da scorrimento si verificano per superamento della resistenza di taglio dei materiali rocciosi lungo una o più superfici taglio dei materiali rocciosi lungo una o più superfici di neoformazione, o preesistenti come i contatti stratigrafici tra materiali di copertura e substrato, contatto tra porzione alterata e integra di un ammasso roccioso. Il corpo di frana può scomporsi in vari blocchi limitati da fessure trasversali e longitudinali; tali fenomeni, dopo una fase iniziale estremamente rapida, possono portare al progressivo collasso del pendio; distinguiamo gli *scorrimenti rotazionali* e *quelli traslativi*.

Gli scorrimenti rotazionali avvengono attorno ad un punto esterno al versante e al di sopra della massa in movimento; gli scorrimenti traslativi sono caratterizzati da un movimento

Capitolo 1: Andosuoli e colate rapide in Campania

planare lungo una superficie di discontinuità poco scabrosa e preesistente, quale un giunto di stratificazione o una frattura. La condizione predisponente essenziale è che la potenziale superficie di scorrimento sia disposta nello stesso senso del versante (a franapoggio) e con un'inclinazione uguale o minore a quella del pendio.

Le cause predisponenti di entrambe le tipologie di scorrimento va ricercata nel decremento delle resistenze di attrito lungo le superfici di discontinuità, oppure in improvvisi incrementi degli sforzi di taglio (sisma) capaci di imprimere un primo movimento alle rocce in precarie condizioni di equilibrio avviandone lo scorrimento; nelle acque di infiltrazione provenienti da eventi meteorici o rottura di reti idriche.

1.2.2 Colate: Secondo quanto descritto da Varnes (1978) possono includere tipologie abbastanza differenti sia per caratteristiche dei materiali coinvolti (flussi in terreni e detriti asciutti e umidi o in substrato roccioso), sia per morfologie ad esse connesse, che per velocità di movimento (da lentissimi movimenti di flusso o creep in roccia a estremamente rapidi per fenomeni di liquefazione e colamento). Le colate detritiche (*debris flow*) coinvolgono in genere materiali grossolani lungo aste torrentizie, scavano solchi con profilo a V e lasciano depositi laterali. Le colate in terra (*earth flow*) coinvolgono in genere materiali fini, probabilmente noti in letteratura come mudflow (Julien and Lan, 1991).

Le colate rapide non sono di tipo gravitativo profondo ma di tipo superficiale, ossia è solo il suolo che poggia sul substrato roccioso a muoversi. Di conseguenza focalizzeremo la nostra attenzione sull'analisi pedologica della sorgente (copertura superficiale); analizzeremo quindi il profilo di suolo in condizioni indisturbate (nicchie di distacco) al fine di acquisire informazione sullo stato del sistema nelle fasi che precedono i fenomeni gravitativi e quindi individuare le proprietà del suolo che unitamente alle condizioni al contorno, determineranno l'innescio del fenomeno.

1.2.3 Frane complesse: Varnes (1978) include in tale tipologia il movimento risultante dalla combinazione di una o più tipologie di movimento sia in settori diversi (suddivisione spaziale) sia in fasi diverse di sviluppo del movimento stesso (suddivisione temporale). Mentre per frane composite intende quelle in cui la superficie di movimento è formata dalla combinazione di elementi piani e curvi.

1.4 Cause d'innescò delle frane

Tutte le azioni che turbano gli equilibri naturali di un versante, provocando lo spostamento di ammassi rocciosi e/o di suolo sotto l'azione della gravità, costituiscono le cause dei fenomeni franosi. Secondo diversi studiosi (Johnson, 1970; Iverson, 1997; D'Agostino et al., 2000; Vallario, 2001) è possibile riconoscere cause strutturali o predisponenti e cause occasionali o determinanti. **Le cause strutturali** sono quelle connesse ai fattori geologici, morfologici, idrogeologici, quali la forma e le dimensioni dei corpi geologici, i tipi litologici, la giacitura degli strati, lo strato di fatturazione, l'alterazione delle rocce e del suolo, la permeabilità, la pendenza dei versanti, ecc. **Le cause occasionali** sono quelle che determinano in quel particolare momento l'alterazione degli equilibri naturali, in conseguenza della sfavorevole combinazione di più fattori: le più frequenti sono legate all'azione delle acque sia superficiali che profonde, all'attività antropica e a fenomeni naturali come terremoti e eruzioni vulcaniche.

Di seguito sono riportati in dettaglio i fattori che discriminano le cause predisponenti (da **1 a 5**) a da quelle determinanti (**da 7 a 9**) :

- 1. fattori geologici** in cui si individua il tipo di roccia in affioramento e in profondità che costituisce l'area di interesse
- 2. fattori morfologici** come la pendenza dei versanti su cui agisce la forza di gravità; per cui tanto più è inclinata la superficie topografica, tanto maggiore è l'instabilità (in quanto determina l'aumento della sollecitazione al taglio applicata al versante) e la velocità con la quale il movimento franoso si esplicherà
- 3. fattori strutturali** quali la presenza o meno di fratture o faglie, superfici di stratificazione, scistosità (orientazione degli strati di roccia dovuta all'effetto della pressione esercitata) e quant'altro possa costituire una superficie di debolezza del deposito
- 4. fattori geologico-tecnici** ovvero quelli, misurabili in laboratorio mediante indagini accurate e specifiche per ogni litologia, che ci danno indicazione delle resistenze alle sollecitazioni di taglio offerte dalle rocce agli sforzi direzionali
- 5. fattori pedologici** quali, lo spessore del suolo, il grado di alterazione e le proprietà chimiche e fisiche che possono provocare l'innescò di una frana "veloce".
- 6. fattori idrogeologici** quali la permeabilità delle formazioni rocciose che condiziona il tipo di circolazione idrica superficiale e sotterranea; la circolazione delle acque sotterranee è collegata all'entità ed alla distribuzione delle pressioni neutre che sono spesso causa dei fenomeni franosi

Capitolo 1: Andosuoli e colate rapide in Campania

7. fattori climatici e vegetazionali che svolgono un ruolo determinante nell'innescare dei fenomeni franosi, soprattutto nei climi dove si alternano lunghe stagioni secche a periodi di intensa e/o prolungata piovosità. Ciò può comportare sia variazioni di portata della rete drenante superficiale con incrementi delle azioni erosive, sia innalzamenti delle superfici libere delle falde acquifere sotterranee, con effetti particolarmente negativi, soprattutto quando le falde sono prossime alla superficie topografica. Per quanto concerne poi la vegetazione, una estesa copertura boschiva costituisce un naturale ostacolo all'azione degli agenti atmosferici.

8. fattori antropici ovvero legati all'azione dell'uomo, siano esse effettuate in tempi estremamente brevi, pensiamo agli scavi o ai tagli stradali, o in tempi molto lunghi come gli appesantimenti dei versanti.

9. Sismi ed eruzioni vulcaniche Innumerevoli frane (fenomeno di frane a catena) si sono attivate a seguito di liberazione istantanea di energia ovvero di terremoti; frane sineruttive e posteruttive possono verificarsi per la mobilitazione dovuta alle piogge, di prodotti eruttivi posti sui versanti più alti.

1.4.1 Ruolo dell'acqua nell'instabilità di versante

Da quanto precedentemente illustrato, l'acqua rappresenta un fattore dominante nell'instabilità di versante e in particolare nell'innescare dei movimenti franosi, come del resto è evidente anche dalla concomitanza tra frane ed eventi meteorici caratterizzati da precipitazioni abbondanti e/o intense. La presenza dell'acqua nel suolo può essere dovuta a cause differenti, quali la presenza di falde sotterranee o sospese, l'umidità del suolo nella zona non satura, il deflusso superficiale e sottosuperficiale, l'acqua di idratazione dei minerali (proprietà tixotropiche). In tali fenomeni può essere rilevante, oltre alle condizioni climatiche (entità e caratteristiche spazio-temporali delle precipitazioni) e al regime idrologico, anche l'azione dell'uomo in termini di gestione delle acque superficiali e sottosuperficiali (Calcaterra et al., 1997; Basile et al. 2003).

Capitolo 2

Inquadramento Geologico e Pedologico della regione Campania

1.1 Inquadramento geologico dell'Appennino meridionale

L'Appennino Campano-Lucano è costituito da una pila di coltri di ricoprimento messe in posto durante le *fasi tettogenetiche* mioceniche e plioceniche: tali coltri costituiscono la *catena sudappenninica*. Ad est della catena si rinviene *l'avanfossa bradanica* interessata solo da fasi orogenetiche nel Plio-Quaternario, e infine *l'avampaese murgiano* che ha subito deformazioni verticali di tipo epirogenetico.

La catena sudappenninica è costituita da una serie di coltri di ricoprimento, messe in posto essenzialmente durante il Miocene, che raggiungono uno spessore complessivo dell'ordine dei quindicimila metri. Su queste coltri ci sono depositi clastici mio-pliocenici trasgressivi, a loro volta interessati dalle ultime fasi tettogenetiche.

L'avanfossa bradanica, il cui substrato è costituito dal tetto dei carbonati dell'Avampaese Pugliese, ribassato a gradinata verso l'Appennino, è colmata da terreni pliocenici e quaternari che hanno subito soltanto movimenti verticali. In questi depositi sono intercalate, per colamenti gravitativi, masse alloctone provenienti dal fronte dell'Appennino. Lo spessore massimo dei terreni che riempiono l'avanfossa è di oltre tremila metri.

L'avampaese pugliese è costituito da una successione di carbonati neritici dello spessore massimo di oltre seimila metri, che ricoprono un basamento non affiorante, né incontrato in perforazione. L'Appennino meridionale è dunque un edificio tettonico a coltri di ricoprimento. I terreni che lo costituiscono si possono raggruppare in *unità stratigrafico-strutturali*. Questo termine indica grandi corpi geologici, unitari e/o in frammenti non necessariamente continui, corrispondenti a parti di preesistenti unità paleogeografiche. I loro caratteri litologici specifici, il comportamento meccanico omogeneo a grande scala ed i loro rapporti geometrici con le unità adiacenti consentono di tracciarne i limiti. Le unità stratigrafico-strutturali possono aver conservato i rapporti stratigrafici con il loro originario basamento, ovvero risultare rimosse dalla loro giacitura iniziale. Esse, infine, possono aver subito deformazioni più o meno spinte o essere, al limite, quasi per nulla deformate .

Capitolo 2: Inquadramento geologico e Pedologico della regione Campania

1.1.2 Geologia della Piana campana

La Piana Campana da un punto di vista geomorfologico una vasta area pianeggiante, delimitata a Nord dal M.te Massico, a Nord-Est dai M.ti di Caserta, a Est dai M.ti di Sarno, a Sud dai M.ti Lattari e dalla Piana del Sarno e ad Ovest dal Mar Tirreno (**Fig.1**). In epoca storica e durante il Quaternario recente, si sono avuti importanti fenomeni vulcanici che hanno contribuito sensibilmente a definire l'assetto morfologico attuale. La Piana Campana rappresenta un grande graben, individuatosi probabilmente nel Pliocene superiore, soggetto ad un pronunciato sprofondamento durante il Quaternario.

Le linee tettoniche lungo le quali è avvenuto l'abbassamento sono ben riconoscibili ai bordi della pianura; qui si osservano faglie orientate NE-SW e NW-SE che determinano il graduale sprofondamento delle rocce carbonatiche, appartenenti a due distinte unità tettoniche sovrapposte affioranti tutto intorno al graben, al di sotto di notevoli spessori di depositi alluvionali e vulcanici quaternari.

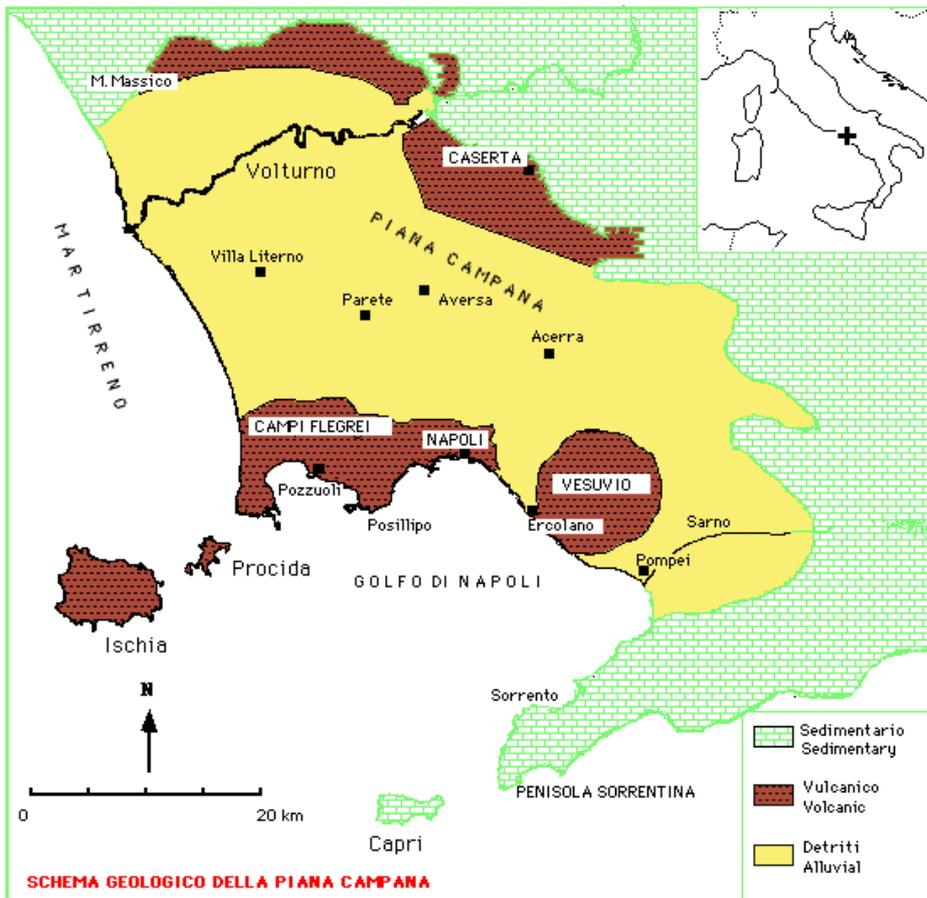
In superficie, quindi, sono ben osservabili le strutture marginali del graben. Le strutture recenti principali sono rappresentate da faglie normali orientate NE-SW e NW-SE, che in almeno due fasi del Quaternario hanno determinato rigetti verticali dell'ordine di qualche migliaia di metri.

Le faglie recenti, cui sono connessi anche i fenomeni vulcanici del graben della Piana Campana sono evidenti con gli stessi orientamenti e sempre con notevoli rigetti verticali in tutto l'Appennino Campano-Lucano.

Le strutture principali recenti che hanno controllato il vulcanismo campano, sarebbero da collegare principalmente all'assetto strutturale profondo determinatosi dal Pliocene al Quaternario.

I fenomeni vulcanici dell'area flegrea, del Roccamonfina e del Vesuvio sono connessi a strutture recenti che interessano anche la crosta deformatasi probabilmente per fenomeni compressivi fino al Messiniano. Queste zone vulcaniche sono ubicate in corrispondenza dei graben delimitati da faglie dirette e trascorrenti orientate NE-SW e NW-SE, in particolare dove si individuano le zone di massimo sprofondamento (Brancaccio e Cinque, 1992; Brancaccio et al., 1995).

Fig. 1 Schema geologico della Piana campana



1.2 La dinamica dei versanti nella regione Campania e tipologie di suoli presenti.

Il territorio campano presenta caratteristiche litologiche, geologico-strutturali, pedologiche, idrogeologiche e geomorfologiche che lo rendono suscettibile a diverse tipologie di frana. Nelle aree ad est dell'allineamento Matese-Taburno-Picentini e nell'area cilentana affiorano successioni litologiche terziarie in cui predominano i terreni argillosi, ricoperti talvolta dai cicli sedimentari quaternari di natura sabbiosa-conglomeratica-argillosa. Tali territori sono caratterizzati da franosità diffusa; le tipologie di frana sono riconducibili a scorrimenti rotazionali che interessano la roccia in posto; non di rado gli accumuli di frana evolvono in colamenti, in tal caso i materiali coinvolti oltre alla roccia in posto coinvolgono anche accumuli di frane preesistenti e materiale rimaneggiato con una velocità di spostamento basse (D'Agostino et al., .2000; Budetta e de Riso, 1988; Budetta et al., 1998; Budetta, 1991; 1994; 1996; 1997; 1998). I principali suoli sono: Molli-Vitric Andosols, Lepti-Vitric Andosols. (Di Gennaro e Terribile, 1999) (Classificazione World Reference Base, FAO, 1998)

Capitolo 2: Inquadramento geologico e Pedologico della regione Campania

Lungo le falesie costiere, i versanti a forte acclività dei massicci montuosi carbonatici e dei rilievi collinari vulcanici dell'area napoletana dove l'evoluzione morfotettonica o l'intervento antropico hanno prodotto scarpate e pareti sub-verticali, prevale una franosità riconducibile a tipologie da crollo subordinatamente con ribaltamenti. Essi interessano successioni vulcaniche e sedimentarie a comportamento fragile più o meno interessate da sistemi di discontinuità che isolano blocchi di varie dimensioni predisponendolo al movimento. Laddove i versanti sono caratterizzati da elevate pendenze e queste successioni risultano coperte da depositi piroclastici sciolti, derivanti dall'attività del complesso vulcanico Somma-Vesuvio - Campi Flegrei - Ischia, prevalgono i fenomeni franosi disastrosi del tipo "colate veloci di detrito e fango" (D'Agostino et al., 2000; Amato A, 1999; Augelli P.P.C, 1996; Bellucci F.,1993; Calcaterra e Guarino, 1997;); tali depositi piroclastici presentano un'elevata mobilità in special modo per particolari situazioni del regime pluviometrico (Vallario, 2001). Le principali tipologie di suolo (WRB, 1998) riscontrate sui rilievi dei Monti Lattari sono Molli-Vitric Andosols, Pachi-Vitric Andosols, Molli-Eutrisilic Andosols, Vitric Andosols, Lepti-Eutrisilic Andosols; sui rilievi collinari della penisola Sorrentina sono: calcaric Cambisols, Skeletic Cambisols, Lepti-Eutrisilic Andosols, Molli-Vitric Andosols; delle colline Flegree sono: Vitric Andosols, Molli-Vitric Andosols, Lepti -Vitric Andosols; dell'Isola di Ischia sono: Lepti -Vitric Cambisols; del complesso vulcanico Somma - Vesuvio sono: Vitric-Eutric Leptosols, Lepti-Vitric Andosols, Vitric Andosols (di Gennaro e Terribile, 1999).

Nel settore nord-orientale dell'allineamento Terminio-Cervialto dove affiorano suoli a struttura complessa a componente prevalentemente argillosa, la franosità si manifesta tipicamente attraverso fenomeni lenti il cui innesco è da associare oltre che a cause prettamente geologiche anche ad eventi sismici o eventi pluviometrici particolari (Brancaccio e Cinque,1992; Brancaccio, 1995; Budetta e Calcaterra,1991; Budetta, 1994; Budetta, 1997). Le tipologie di suolo riscontrate sono: Eutric Vertisols, Pellic Vertisols, Vitric Calcisols, Haplic Calcisols, Vitric Andosols.

Nell'area meridionale della Campania, ai margini di alcune strutture montuose come il Monte Bulgheria, Monte S. Michele, Monte Pannello sono stati segnalati numerosi fenomeni deformativi profondi lenti del sistema crinale-versante-fondovalle (Guida et al.,1988).Le tipologie di suolo riscontrate sono: Chromic Luvisols, Cromi- Leptic Luvisols, Cromi- Profondic Luvisols.

Capitolo 3

Materiali e Metodi

Come già espresso nell'introduzione, per affrontare lo studio di dettaglio dei suoli nella regione Campania, (per esempio dei suoli presenti sui singoli versanti), non è stato possibile fare riferimento a studi pedologici esistenti, per cui si è proceduto con un'analisi del territorio mirata ad individuare le aree maggiormente colpite da eventi franosi (Bordiga, 1914, 1924; Lazzari, 1954; Calcaterra e Guarino 1997; Mele e del Prete, 1999; Calcaterra et al, 2000, Vallario 2001; Esposito et al., 2003; Archivio AVI Guzzetti et al., 1994; 1999; Guzzetti 2000) e studiare i suoli coinvolti.

3.1 Studio Territoriale

Per il territorio campano sono stati utilizzati strati informativi che hanno consentito di definire i caratteri litologici (dalla carta geologica 1:100.000), morfologici (dalle foto aeree) e pedologici (dalla Carta dei Sistemi di terre, di Gennaro et al. 2002) degli ambienti indagati. I parametri relativi alla quota delle nicchie di distacco e alla pendenza dei versanti sono stati calcolati utilizzando il DEM (Modello Digitale del Terreno), attraverso il programma Arcview. Con opportune query al DEM (ad es. derive slope), è stata calcolata sia la quota che il valore dell'inclinazione rispetto alle celle adiacenti per tutti i punti indagati. Analogo ragionamento è stato eseguito per individuare la diversa esposizione dei versanti.

Di ciascun sito indagato è stato definito l'NDVI o *Normalized Difference Vegetation Index*, uno dei più classici, semplici e diffusi indici di vegetazione. Tale indice è, con buona approssimazione, proporzionale alla biomassa fotosintetica attiva (Malingreau, 1989). E' stato ottenuto dalla elaborazione di immagini satellitari Landsat-TM5, con risoluzione di 28 metri, scaricate gratuitamente dal sito internet <http://glcf.umiacs.umd.edu/index.shtml>).

3.2 Studio puntuale ed analisi chimiche e chimico-fisiche di laboratorio

Lo studio dei suoli, nelle aree selezionate, è stato condotto mediante il rilevamento di campo e l'analisi di circa 13 profili di suolo sia nelle nicchie di distacco dei versanti esposti a nord sia sui versanti esposti a sud; essi sono stati descritti utilizzando i

metodi della FAO (1990). E' stato effettuato un campionamento di materiale sciolto per le analisi chimiche e chimico-fisiche.

I campioni sciolti sono stati essiccati all'aria, setacciati ($\varnothing < 2$ mm) e analizzati seguendo i metodi MiPAF (2000). I primi risultati delle analisi di laboratorio, ottenuti dalla determinazione del grado di reazione (pH del suolo), del contenuto di sostanza organica, uniti a valutazioni di campo (colore, tessitura del suolo) e a conoscenze geologiche pregresse del territorio si è proceduto analisi specifiche mirate a classificare il suolo secondo la Soil Taxonomy (1998) o il WRB.

Il pH è stato determinato in H₂O (sospensione suolo:acqua 1:2,5), KCl 1M (sospensione suolo:soluzione 1:2,5) e NaF 1M con il metodo descritto da Blackmore et al., (1987). La sostanza organica è stata determinata per ossidazione con soluzione di potassio bicromato in presenza di acido solforico (metodo Walkley-Black); Le basi di scambio sono state determinate con una soluzione di ammonio acetato a pH7, mentre le letture spettrofotometriche sono state eseguite con ICP-AES (modello Liberty 150, Varian). La CSC non è stata determinata secondo il metodo tradizionale del BaCl₂ a pH 8.2, la sua attendibilità infatti è limitata dal fatto che la CSC dipende dalla presenza di materiale a carica variabile e ciò rende questo metodo poco affidabile nei suoli vulcanici (Mizota & Van Reeuwijk, 1989). Di conseguenza essa è stata determinata come somma delle basi di scambio e dell'acidità di scambio, ottenuta quest'ultima titolando con sodio idrossido un'aliquota dell'estratto del suolo in soluzione di potassio cloruro.

Le analisi che seguono sono utili per la caratterizzazione diagnostica dei suoli e in tal caso verifichiamo se i suoli studiati hanno proprietà andiche tali da essere definiti Andosuoli: per la determinazione dell'assorbimento fosfatico, il suolo è stato trattato con una soluzione di potassio diidrogeno fosfato a pH 4.6. Il contenuto di fosforo in soluzione viene determinato con spettrofotometria con il metodo dell'ammonio vanadato.

Le estrazioni di Fe, Al, Si rispettivamente dei materiali amorfi e della materia organica, sono state effettuate in ammonio ossalato acido a pH 3 (Feo, Alo, Sio) secondo il metodo di Schwertmann (1964) e Holmgren (1967) e con pirofosfato di sodio (Fep, Alp, Sip) secondo il metodo di Bascomb (1968) e Bertsch and Bloom (1996), determinati dall' ICP-AES. I valori di alluminio e ferro estratti con ammonio

ossalato sono stati usati per calcolare le proprietà andiche del suolo, ossia è stato determinato per ogni campione il valore $Al_{ox} + 0.5 Fe_{ox}$. La stima del contenuto di allofane ed imogolite è stata effettuata in base alle estrazioni selettive, secondo il metodo proposto da Parfitt (1990). Allo scopo di considerare un unico valore dell'andicità, rappresentativo dell'intero profilo, è stata calcolata l'andicità ponderata per profilo, che ha tenuto conto dello spessore dei singoli orizzonti.

Ricordiamo che i requisiti minimi secondo la Soil Taxonomy (1998), per classificare un suolo come Andosuolo sono:

- Carbonio Organico inferiore al 25% in peso a cui si associa uno o entrambi dei seguenti requisiti:
 1. Nella frazione fine devono essere soddisfatte tutte le seguenti proprietà:
 - $Al_{ox} + 0.5 Fe_{ox}$ (%) maggiore di 2; e
 - densità apparente misurata a 33 kPa con ritenzione in fosforo a 0.90 g/cm^3 o minore; e
 - ritenzione in fosforo uguale o superiore all'85%; oppure
 2. Nella frazione fine la ritenzione in fosforo deve essere uguale o superiore al 25%; il 30% o più delle particelle deve essere compreso tra 0.02 e 2 mm in dimensione; e deve essere soddisfatto uno dei seguenti requisiti:
 - $Al_{ox} + 0.5 Fe_{ox}$ (%) maggiore o uguale di 0.40; nella frazione fine compresa tra 0.02 e 2 mm deve esserci almeno il 30% di vetro vulcanico; oppure
 - $Al_{ox} + 0.5 Fe_{ox}$ (%) maggiore o uguale di 2.0; nella frazione fine compresa tra 0.02 e 2 mm deve esserci almeno il 5% di vetro vulcanico; oppure
 - relazione tra $Al_{ox} + 0.5 Fe_{ox}$ (%) e % di vetro nella frazione compresa tra 0.02 e 2 mm, tale che si rientri nell'area con proprietà andiche (zona arancione) (Fig. 3.1)

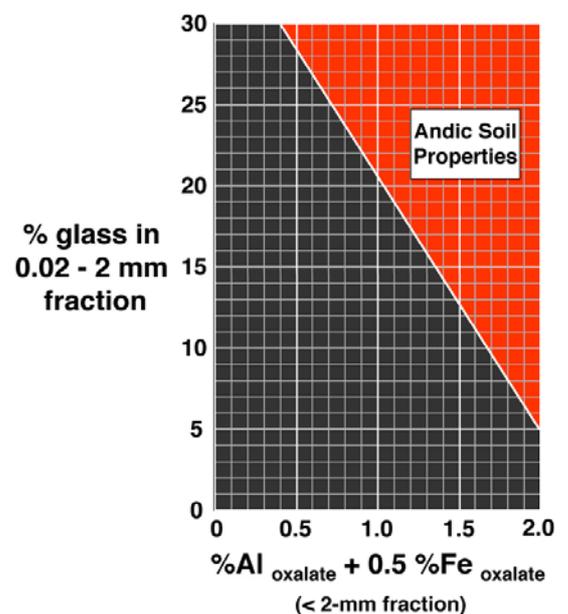


Fig. 3.1 (USDA-Soil Taxonomy, 1998)

L'analisi granulometrica non è stata effettuata in laboratorio, poichè i metodi classici (metodo della pipetta, metodo con l'idrometro di Bouyoucos) su campioni dispersi con Na esametafosfato, creano problemi di dispersione nei suoli vulcanici dotati di carica variabile (pH dipendente)(Mizota & van Reeuwijk 1989). La metodica più indicata per i suoli vulcanici è quella che prevede l'impiego di resine a scambio ionico, che risolvono i problemi di dispersione. In ogni caso, nel presente lavoro di tesi, si è scelto di non effettuare la determinazione della granulometria essendo la metodica con resina molto impegnativa in termini di tempo. Si è preferito inserire valori indicativi delle granulometrie ottenuti da una procedura di valutazione al tatto, come test di campagna. Infatti, l'utilizzo del seppur meno preciso metodo di determinazione in campo è preferibile a quello delle analisi di laboratorio effettuate con i comuni disperdenti (Na esametafosfato), che possono portare ad una importante sottostima del contenuto di argilla (Ping et al., 1989).

**Capitolo 4
Risultati e Discussione**

4.1 Costruzione del data base dei fenomeni franosi

Per la realizzazione del progetto di tesi si è proceduto sviluppando le seguenti fasi operative:

1. Raccolta di una cospicua bibliografia inerente ai fenomeni franosi in Campania (Bordiga, 1914, 1924; Lazzari, 1954; Calcaterra e Guarino 1997; Mele e del Prete, 1999; Calcaterra et al, 2000, Vallario 2001; Esposito et al., 2003).
2. Raccolta delle cartografie presenti nell'Archivio AVI (Censimento delle aree italiane storicamente vulnerate da calamità geologiche ed idrauliche) (Guzzetti et al., 1994), dal GNDCI (Gruppo Nazionale per la Difesa delle Catastrofi Idrogeologiche) in collaborazione con l'IRPI (Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica) disponibile sul sito <http://sici.irpi.cnr.it>. Di seguito riportiamo la cartografia relativa ai Siti colpiti da frane (**Fig. 4.1**), al numero di eventi di frana (**Fig. 4.2**) e ai Danni da frana alla popolazione (**Fig. 4.3**)

Fig. 4.1 Siti colpite da frane

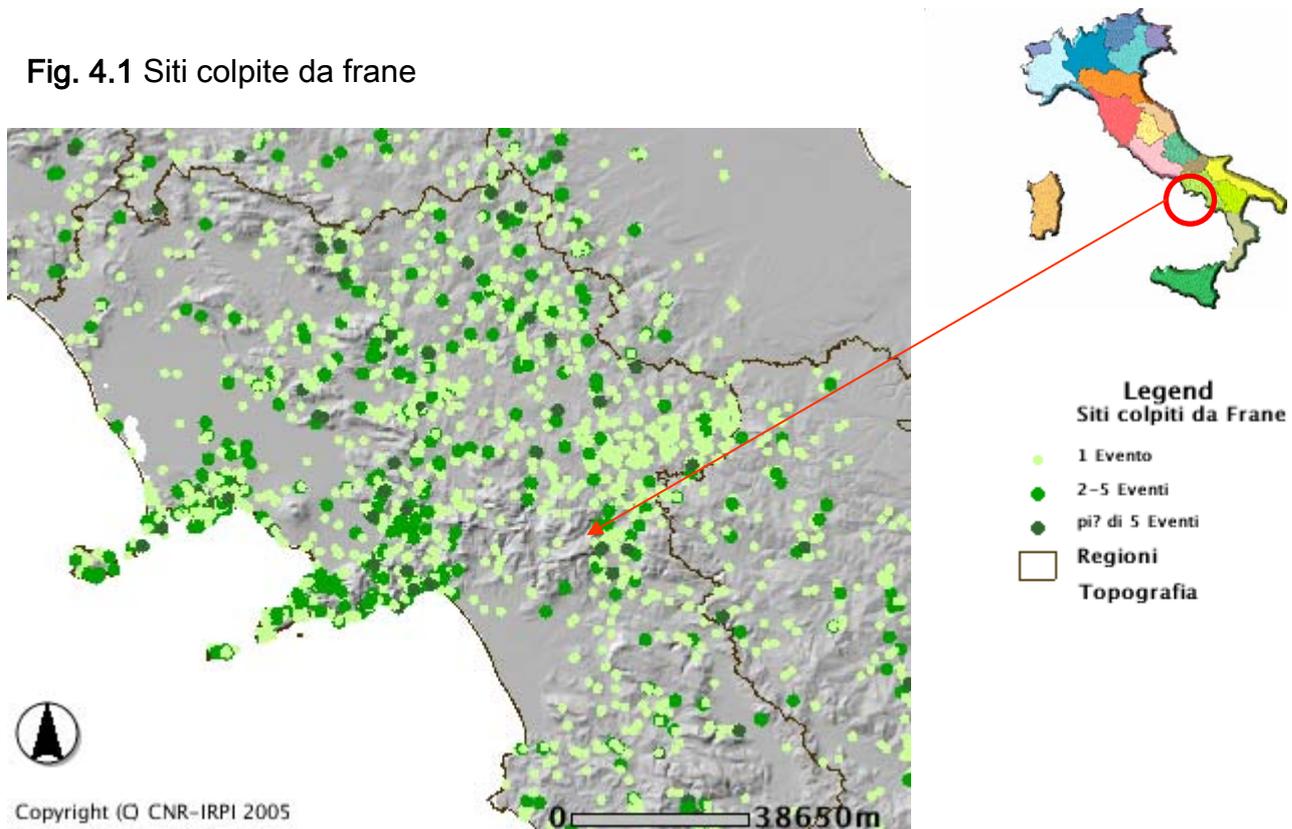


Fig. 4.2 Numero eventi di frana

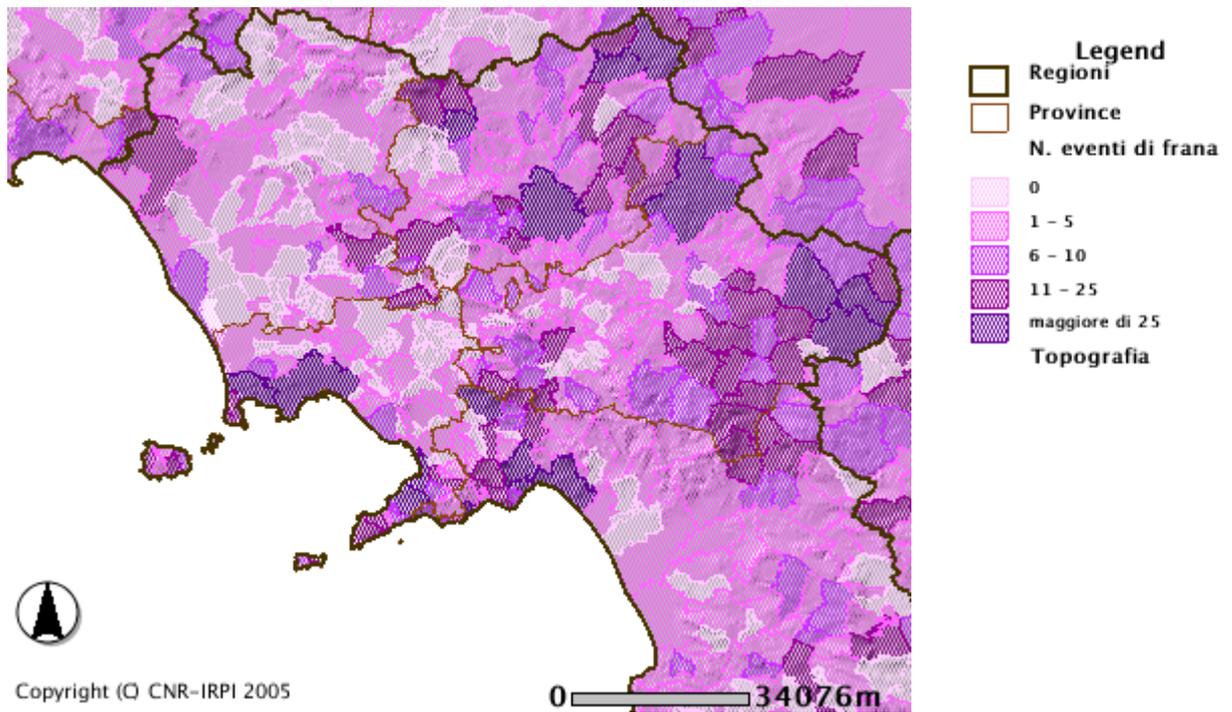
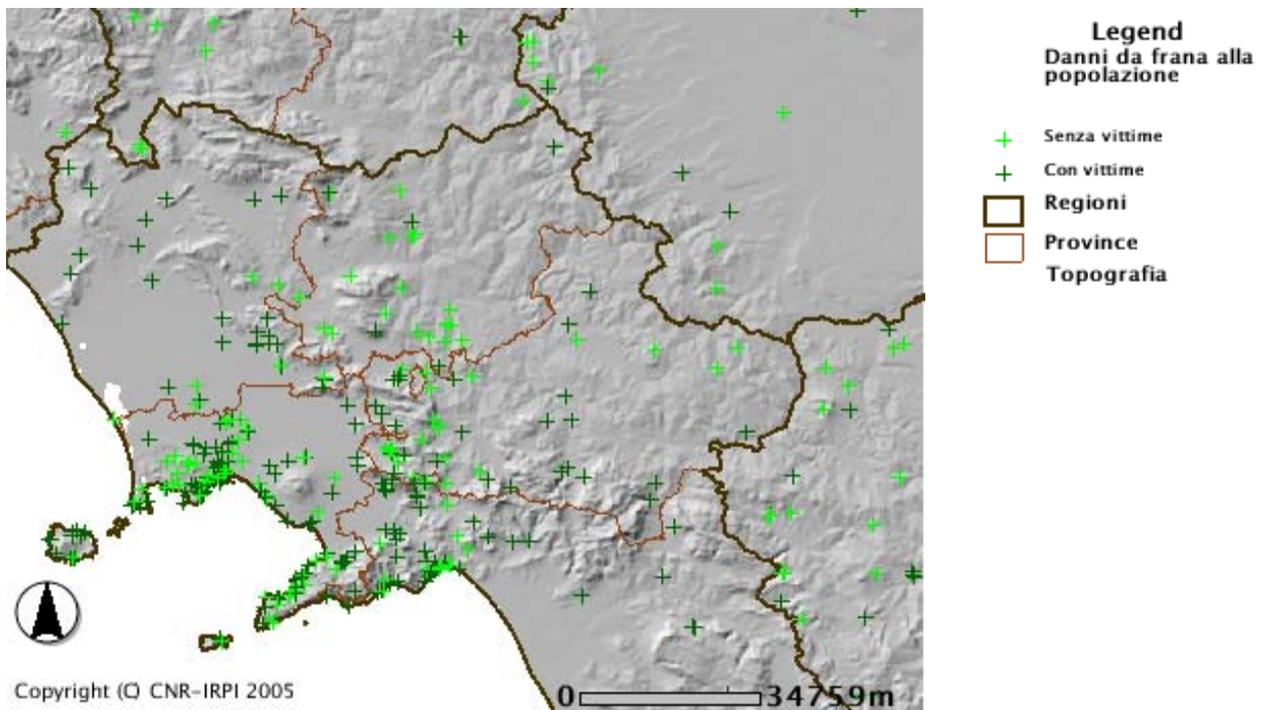


Fig. 4.3 Danni da frana alla popolazione



Capitolo 4: Risultati e Discussione

3. Studio della Carta Geologica 1:100.000, 1:25.000, (fornite dal Servizio Geologico d'Italia in collaborazione con la Regione Campania) per individuare le diverse rocce affioranti.
4. Studio della Carta dei Sistemi di Terre della Campania 1:250.000. Questa cartografia, alla scala di riconoscimento, fornisce alcune informazioni sui pedopaesaggi della regione campana (**Fig. 4.4**).

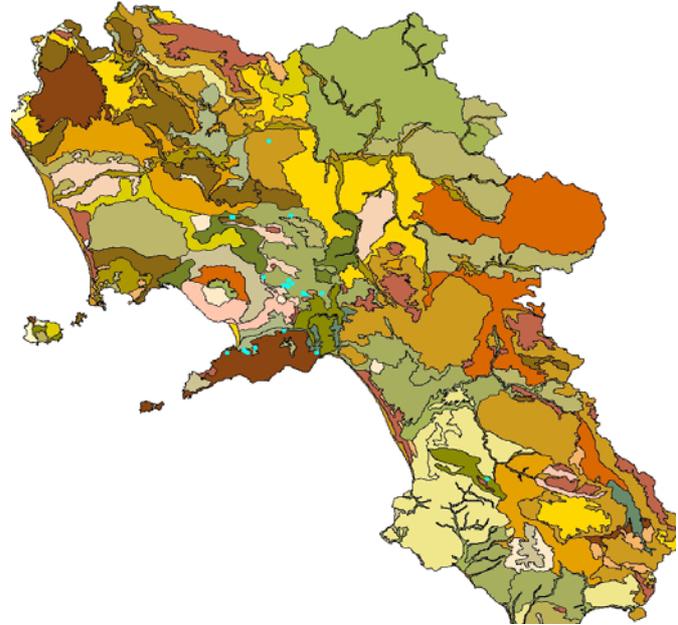
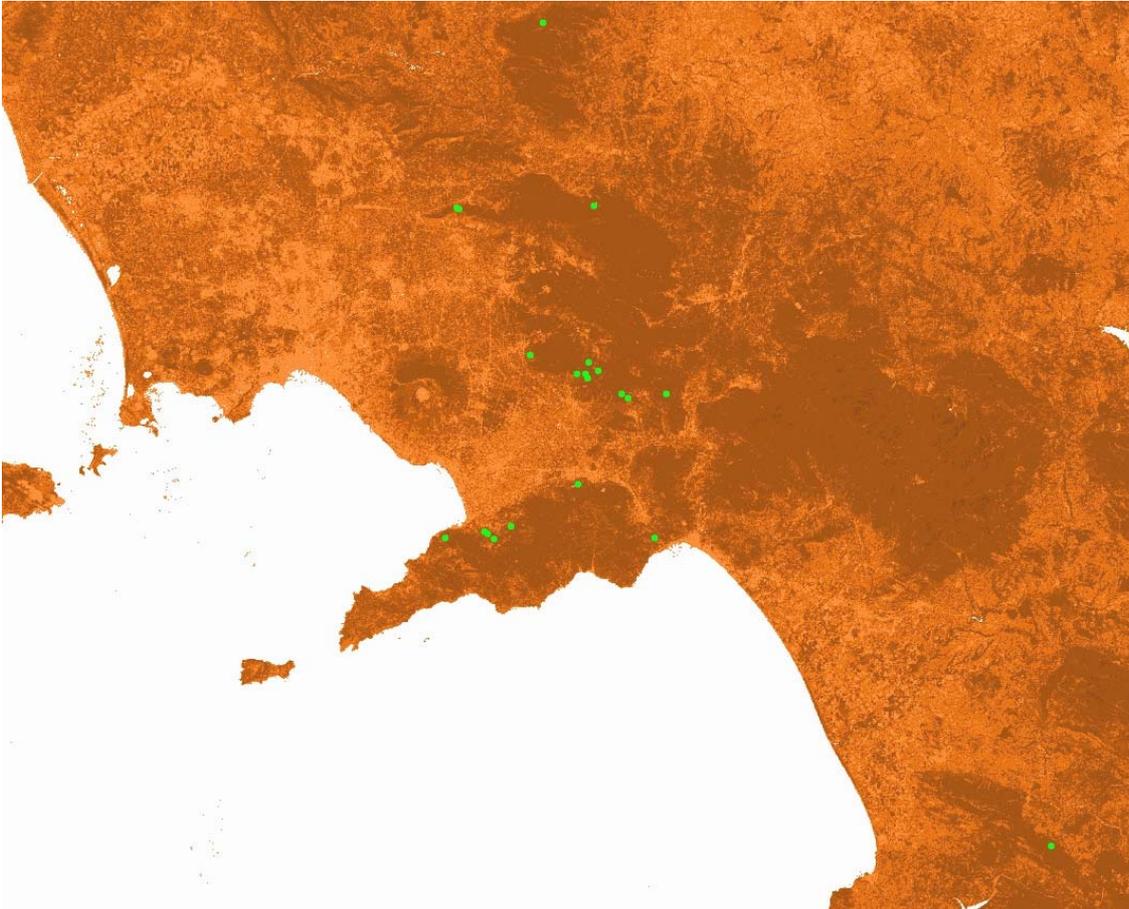


Fig. 4.4 Carta dei Sistemi di Terre della Campania
1:250.000

5. Costruzione di un database in cui sono state inserite 23 frane campane che in bibliografia (Mele R. e Del Prete S. 1999; Vallario A. 2001; Calcaterra et al., 1999; Calcaterra et al., 2000; Esposito et al., 2003; Calcaterra e Guarino P.M., 1997; Lazzari 1954; Budetta et al., 1997) sono riportate come quelle maggiormente catastrofiche in termini di vittime e valore esposto (**Tabella 4.1**). Di conseguenza si è posta l'attenzione sulle nicchie di distacco delle stesse frane e sono state localizzate su un DEM, (Modello Digitale del Terreno) con risoluzione di 270 metri (Servizio Geologico Nazionale) per una preliminare analisi geomorfologia (**Fig. 4.5**)

Fig. 4.5 DEM con i 25 siti selezionati



Capitolo 4: Risultati e Discussione

Tab. 4.1 Database relativo ai 25 siti investigati

Data	Città più vicina	Località	Uso suolo	Unità di paesaggio	Quota (m)	Esposizione	Pendenza nella nicchia (°)	ND VI	Vittime	Danni
20/01/1841 (1)	Gragnano (Napoli)	Monte pendolo	Castagno	Hapludand molto profondi su versanti ripidi dei rilievi calcarei dei Monti Lattari	475	N	48	0.65	120 morti	Danni economici dovuti alla distruzione di alcune case
20/01/1841 (2)	Gragnano (Napoli)	Monte pendolo	Castagno e alberi di ulivo	Hapludand molto profondi su versanti ripidi dei rilievi calcarei dei Monti Lattari	500	N	45	0.65	120 morti	Distruzione del Mulino delle Capre; danni economici per distruzione case
26/10/54	Vietri (Salerno)	Bacini tra Salerno e Minori. Es. Molina	Castagno e campi agricoli abbandonati	Hapludand molto profondi su versanti ripidi dei rilievi calcarei dei Monti Lattari	275	E	40	0.68	205 morti e 113 feriti	Molte case e strade distrutte tra Salerno e Minori. 5466 senzatetto
22/02/86	Palma Campania (Napoli)	Margine orientale della Piana Campana		Hapludand molto profondi su depositi alluvionali localizzati ai piedi dei Monti di Sarno	225	W	35	0.61	8 morti	Il rapido flusso ha distrutto campi agricoli piante e 1 casa
09/01/97	Pagani (Napoli)	Collina San Pantaleone		Hapludand (vitrici) molto profondi su versanti di bassa energia	175	N	35	0.57	1 morto e 2 feriti	Il rapido flusso ha distrutto campi agricoli e la strada Pompei-Salerno
09/01/97	Gragnano (Napoli)	Monte Pendolo		Hapludand molto profondi su versanti ripidi dei rilievi calcarei dei Monti Lattari	325	N	43	0.65	0	Danni economici dovuti alla distruzione di alcune case
05/05/98 (1)	San Felice a Cancellò (Caserta)	Severa Avalle	ginestre	Hapludand (tipici e vitrici) molto profondi su versanti moderatamente ripidi dei rilievi preappenninici	325	N	43	0.60	1 morto	Danni rilevanti alla produzione agricola e all'industria
05/05/98 (2)	San Felice a Cancellò (Caserta)	Severa Avalle	trifogli	Hapludand (tipici e vitrici) molto profondi su versanti moderatamente ripidi dei rilievi preappenninici	325	NE	41	0.63	1 morto	Danni rilevanti alla produzione agricola e all'industria
05/05/98	Avellino	Siano		Hapludand molto profondi su depositi alluvionali localizzati ai piedi dei Monti di Sarno	475	SE	40	0.67	0	Danni economici dovuti alla distruzione di alcune case

Capitolo 4: Risultati e Discussione

05/05/98	Avellino	Montoro inf.		Hapludand molto profondi su depositi alluvionali localizzati ai piedi dei Monti di Sarno	750	E	50	0.72	0	Danni economici dovuti alla distruzione di alcune case
05/05/98	Avellino	Quindici	ceduo di latifoglie caducifoglie	Hapludand molto profondi su depositi alluvionali localizzati ai piedi dei Monti di Sarno	800	N	42	0.73	181 (include Sarno e Bracigliano)	distruzione di alcune case
05/05/98	Avellino	Quindici	ceduo di latifoglie caducifoglie	Hapludand molto profondi su depositi alluvionali localizzati ai piedi dei Monti di Sarno	900	NE	40	0.73	181 (include Sarno e Bracigliano)	distruzione di alcune case
05/05/98	Salerno	Sarno	ceduo di latifoglie caducifoglie	Hapludand molto profondi su depositi alluvionali localizzati ai piedi dei Monti di Sarno	800	SW	47	0.70	181 (include Sarno e Bracigliano)	distruzione di alcune case
05/05/98	Salerno	Sarno	ceduo di latifoglie caducifoglie	Hapludand molto profondi su depositi alluvionali ai piedi dei M.Sarno	800	S	35	0.70	181 (Sarno e Bracigliano)	distruzione di alcune case
05/05/98	Salerno	Sarno	ceduo di latifoglie caducifoglie	Hapludand molto profondi su depositi alluvionali localizzati ai piedi dei Monti di Sarno	800	SW	41	0.71	181 (include Sarno e Bracigliano)	Distruzione di 400 case e un ospedale
05/05/98	Salerno	Bracigliano	ceduo di latifoglie caducifoglie	Hapludand molto profondi su depositi alluvionali localizzati ai piedi dei Monti di Sarno	825	NE	41	0.20	181 (include Sarno e Bracigliano)	distruzione di alcune case
15/12/99	Avellino (Cervinara)	Ioffredo	castagneto	Hapludand molto profondi su depositi alluvionali localizzati ai piedi dei Monti di Sarno	825	NE	42	0.70	5	distruzione di alcune case
15/12/99	Salerno (Cilento)	Monte Chianello		Hapludand profondi e superficiali su versanti moderatamente ripidi dei rilievi preappenninici	620	NE	45	0.72	0	distruzione di foreste e agricoltura

Capitolo 4: Risultati e Discussione

15/12/99	Benevento	Solopaca		Hapludand profondi e superficiali su versanti moderatamente ripidi dei rilievi appenninici	800	N	41	0.69	0	distruzione di foreste e agricoltura
2005	Salerno	Nocera località Vescovado		Molli-Vitric Andosols molto profondi su ceneri e pomici da caduta su versanti molto ripidi dell'alta montagna calcarea		NW			3	Varie strade e 2 abitazioni
2005	Salerno	Nocera località Vescovado		Molli-Vitric Andosols molto profondi su ceneri e pomici da caduta su versanti molto ripidi dell'alta montagna calcarea		NW			3	Varie strade e 2 abitazioni
30/04/2006	Ischia	Monte Vezzi	bosco ceduo di castagno	Ustivivitrando molto profondi su ceneri e pomici da caduta su versanti da moderatamente ripidi a molto ripidi degli edifici vulcanici recenti e dei rilievi collinari con terrazzamenti antropici	315	N		0.55	4	1 abitazione
30/04/2006	Ischia	Monte Vezzi	bosco ceduo di castagno	Ustivivitrando molto profondi su ceneri e pomici da caduta su versanti da moderatamente ripidi a molto ripidi degli edifici vulcanici recenti e dei rilievi collinari con terrazzamenti antropici	347	N		0.55	4	1 abitazione

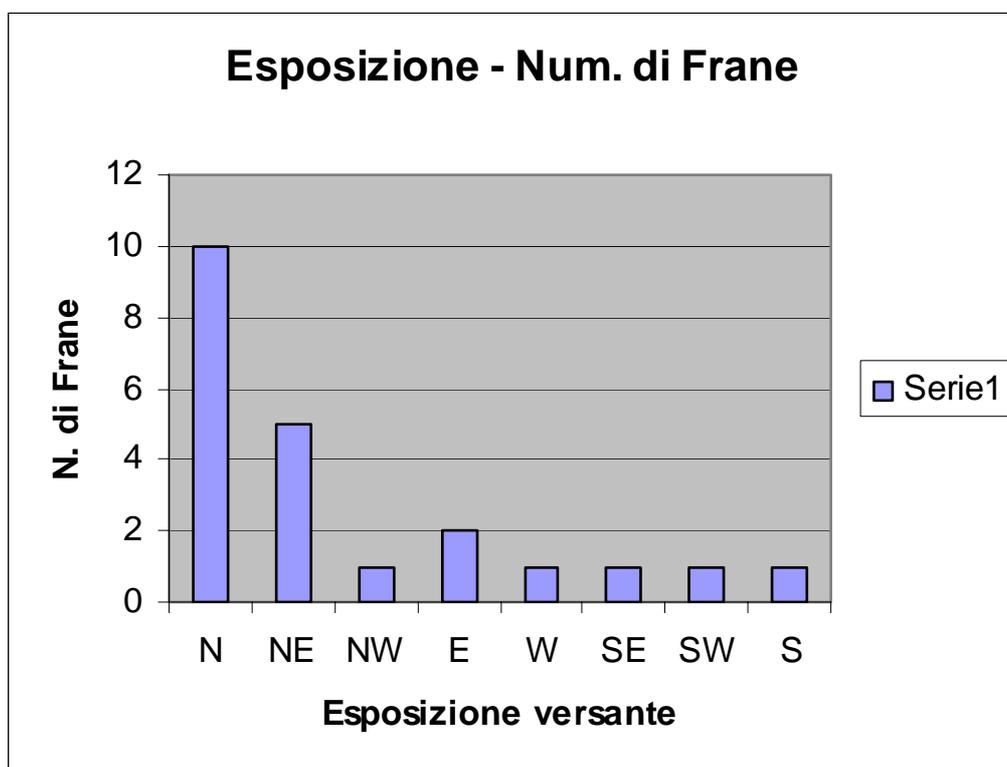
Da studi pregressi, sono noti i depositi che affiorano nella regione Campania (Vallario, 2001; Rosi M. e Sbrana A., 1987; Santacroce R., 1987; Brancaccio L. e Cinque A., 1992; Brancaccio L. et al., 1995); in particolare la copertura di suolo su cui si impostano le frane è da attribuire ai depositi relativi alle eruzioni derivanti dai sistemi vulcanici attivi: Vesuvio, Campi Flegrei ed Ischia. I depositi piroclastici costituiti da pomici e ceneri posizionati sui versanti sono coinvolti nei fenomeni franosi di cui ci occupiamo. La velocità della colata può essere anche dell'ordine dei 50-60 km/ora.

Esaminiamo ora in dettaglio i parametri presenti in Tabella 4.1. La quota delle nicchie di distacco varia da un minimo di 175 m s.l.m. ad un massimo di 900 m; La pendenza del

versante, eccetto per un caso, è sempre maggiore di 35° e giunge ad un massimo di 50°, ciò non ci ha permesso però di stabilire un range entro il quale si verifica sicuramente un evento franoso;

In **Fig. 4.6** abbiamo relazionato gli eventi franosi con l'esposizione del versante su cui si sono impostati; 12 su 19 frane sono localizzate su versanti esposti a Nord; ciò suggerisce una relazione tra lo sviluppo dei suoli giacenti su rilievi carbonatici esposti a Nord e i meccanismi che innescano le colate di fango o detrito.

FIG. 4.6: Numero Frana-Esposizione del versante



Tutti i suoli coinvolti negli eventi franosi sono degli Andosuoli, secondo la classificazione americana (Soil Taxonomy, 1998; solo il profilo di suolo di Nocera è stato classificato con la chiave WRB, FAO1998); in particolare sono Hapludand giacenti sui versanti acclivi dei rilievi carbonatici campani.

Abbiamo relazionato anche l'unità di paesaggio con il numero di frane (Fig. 4.7)

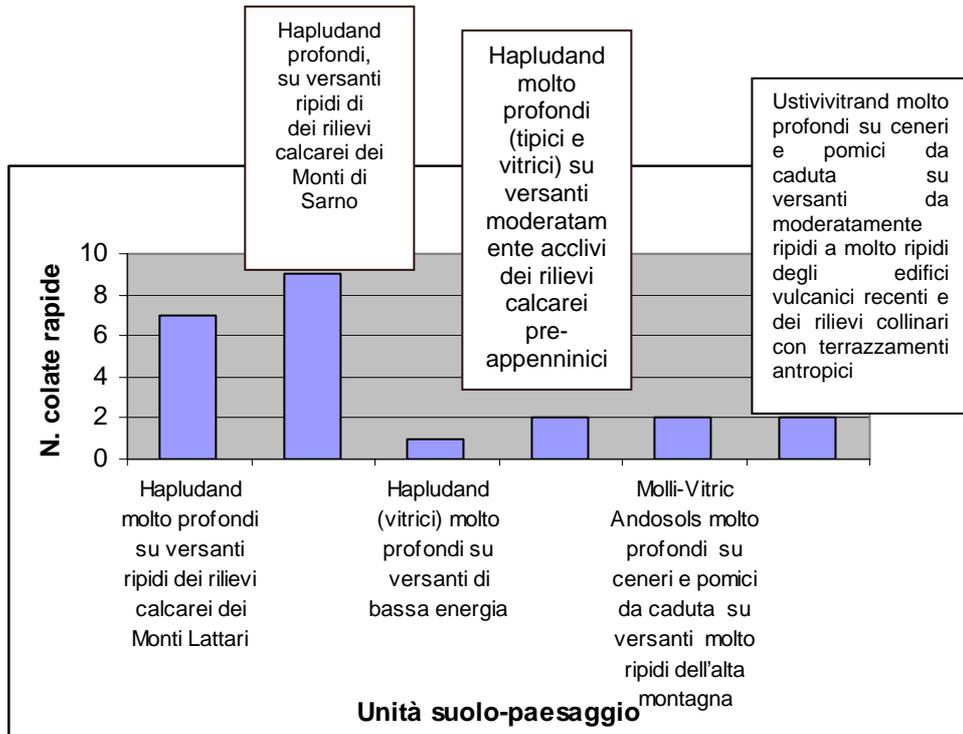


FIG. 4.7: Numero colte rapide e Unità suolo-Paesaggio

In tutti i casi il valore dell'NDVI è maggiore di 60, indicando un'alta attività di fotosintesi della biomassa; l'esistenza di ecosistemi produttivi è rispecchiata nella presenza di castagneti su Andosuoli. Alla luce di questi risultati il passo successivo è stato quello di scegliere tra i 23 siti suddetti, quelli più rappresentativi in termini di danni e perdite di vite umane trovando un compromesso con le informazioni a disposizione in bibliografia e la fattibilità di accesso ai siti.

In particolare abbiamo soffermato la nostra attenzione sulla tipologia e sulle proprietà dei suoli delle nicchie di distacco delle seguenti frane campane: frana di Mt. Pendolo (Gragnano), San Felice a Canello (Caserta), Cervinara (Benevento), Molina (Salerno), Nocera (Salerno), Ischia (Napoli). A questi siti studiati aggiungiamo i risultati principali dello studio pregresso di Quindici (Avellino) e Sarno (Salerno). Nel caso di Quindici e San Felice a Canello confrontiamo i suoli esposti sul versante nord con quelli del versante sud (Quindici Sud); inoltre abbiamo studiato i suoli della Collina dei Camaldoli (Napoli) con esposizione sia sud che nord.

4.2 Studio dei suoli delle nicchie di distacco

Per ognuno dei siti studiati è stata creata una scheda di dettaglio comprendente l'inquadramento geomorfologico dell'area in cui si è verificato l'evento franoso, lo studio di campo del profilo di suolo coinvolto, le analisi pedologiche di laboratorio relative ad ogni orizzonte di suolo all'interno del profilo, e una discussione sui risultati ottenuti.

4.2.1 Schede Pedologiche

Capitolo 4: Schede pedologiche



Cervinara 1 **Cervinara**
Periodo: marzo 2004
Località: Ioffredo (Avellino)
Regione: Campania
Longitudine: 470093
Latitudine: 4539537
Quota: 825m s.l.m.
Pendenza: 47%
Esposizione: NE
NDVI: 0,70
Morfologia: versante – nicchia di frana
Uso del suolo: castagneto
Substrato: calcari

A 0 - 15

Umido; colore bruno scuro (10YR 2/1); granuloso sabbioso; fortemente sviluppata; scheletro assente; limite abrupto ondulato; quantità e dimensioni radici: molte e medie (2 - 5 mm)

Bw1 15 - 40

Umido; colore bruno scuro (10YR 3/3); granuloso sabbioso; scheletro comune, subangolare e molto piccolo (2mm - 6mm); limite chiaro lineare; quantità e dimensioni radici: comuni e medie (2 - 5 mm)

Bw2 40-75

Umido; colore inserire (10YR 3/3); granuloso sabbioso; scheletro comune subangolare e molto piccolo (2mm - 6mm); limite abrupto e lineare; quantità e dimensioni radici: comuni e fini (1 - 2 mm)

Ab 75-85

Umido; colore bruno scuro (10YR 3/3); granuloso sabbioso; Scheletro scarso arrotondato e molto piccolo (2mm - 6mm) limite abrupto e lineare; quantità e dimensioni radici: poche e fini (1 - 2 mm)

Bwb1 85 – 105

Umido; colore bruno scuro (10YR 3/3); granuloso sabbioso franco; scheletro comune, subangolare e piccolo (6mm - 2 cm); limite abrupto e irregolare; quantità e dimensioni radici: poche e fini (1 - 2 mm)

Bwb2 105 –140

Umido; colore bruno olivastro (2.5Y 4/3); granuloso sabbioso; scheletro frequente, subangolare e piccolo (6mm - 2 cm) limite abrupto e irregolare; quantità e dimensioni radici: comuni e grosse (> 5mm)

Tasca Bwb2 105 – 122

Umido; colore bruno grigiastro molto scuro (2.5Y 3/2); granuloso sabbioso; scheletro comune, subangolare e piccolo (6mm - 2 cm); limite abrupto e irregolare

Bwb3140 – 170

Bagnato; colore bruno giallastro scuro (10YR 3/4); granuloso sabbioso; scheletro scarso subarrotondato e piccolo (6mm - 2 cm); limite chiaro e ondulato; quantità e dimensioni radici :comuni, fini (1 - 2 mm) e molto fini (< 1mm);comuni e grosse (> 5mm)



Cervinara Il sito è ubicato a 825 m.s.l.m, su un versante montuoso molto acclive, il substrato è costituito da rocce carbonatiche, l'uso del suolo è il castagneto.

Il suolo è un....., molto profondo, granuloso sabbioso, non calcareo.

L'orizzonte superficiale è bruno scuro, scheletro assente, lievemente acido, saturazione in basi 99.7%, spinta andicità.

Gli orizzonti profondi sono bruno scuro e scheletro scarso. Lievemente acidi saturazione in basi intorno al 99% , andicità molto spinta.

Capitolo 4: Schede pedologiche

Cervinara	C org g/kg	pH_H2O	pH_KCl	pH_NaF	ritenz. in P %	CSC cmol*kg-1	Na cmol*kg-1	K cmol*kg-1	Ca cmol*kg-1	Mg cmol*kg-1	Al di scambio (cmol*kg-1)	Acidità di scambio (cmol*kg-1)
A	85,08	6,63	5,9	9,99	74,00	24,103	0,841	1,360	17,780	4,043	0,04	0,08
Bw1	25,39	6,54	5,65	10,08	86,00	11,443	0,705	1,460	7,066	2,132	0	0,08
Bw2	20,49	6,65	5,69	10,04	86,00	9,651	0,422	1,463	6,402	1,284	0,04	0,08
Ab	12,88	6,68	5,56	9,73	80,00	7,076	0,463	1,531	4,268	0,736	0	0,079
Bwb1	10,52	6,81	5,64	9,61	85,00	9,412	0,474	1,760	6,083	1,016	0,02	0,078
Bwb2	9,62	6,72	5,38	9,84	83,00	8,470	0,730	1,620	5,143	0,898	0,02	0,08
Tasca												
Bwb2	7,25	6,5	5,22	9,9	79,00	7,518	1,244	1,442	3,915	0,817	0,06	0,1
Bwb3	8,84	6,89	5,66	9,67	83,00	12,761	0,651	2,030	8,570	1,432	0,02	0,079

Cervinara	Alp %	Fep %	Sip %	Alo %	Feo %	Sio %	Saturaz. in basi %	Alp/Alo	Alo+Feo/2 %	Al/Si	Si in allophane %	allophane %	ferrihydrate %
A	0,30	0,07	0,00	3,39	1,44	2,16	99,668	0,09	4,11	1,49	15,80	13,69	2,44
Bw1	0,24	0,05	0,06	4,13	1,53	2,48	99,301	0,06	4,89	1,63	15,09	16,44	2,60
Bw2	0,15	0,03	0,04	4,04	1,23	2,86	99,171	0,04	4,65	1,41	16,18	17,66	2,09
Ab	0,17	0,03	0,07	3,91	1,80	2,57	98,884	0,04	4,81	1,52	15,66	16,39	3,06
Bwb1	0,15	0,03	0,06	5,42	1,08	4,07	99,171	0,03	5,96	1,35	16,53	24,62	1,83
Bwb2	0,11	0,03	0,05	3,77	0,69	2,71	99,056	0,03	4,12	1,41	16,23	16,69	1,18
Tasca													
Bwb2	0,16	0,05	0,07	3,34	0,88	2,58	98,670	0,05	3,78	1,28	16,87	15,32	1,49
Bwb3	0,14	0,04	0,07	3,93	1,14	2,94	99,381	0,04	4,50	1,34	16,55	17,76	1,94

Caso Studio Cervinara

Discussione dei risultati

Il profilo di Cervinara, situato sul versante con esposizione NE, è molto profondo 170 cm ed è caratterizzato da orizzonti con colore bruno scuro (10 YR), fino ad una profondità di di 105 cm che diviene leggermente più giallastro (2.5Y) in profondità (orizzonti Bwb2). Il profilo mostra un suolo recente con uno spessore di 75 cm (orizzonte da A a Bw2) sovrapposto ad uno più antico (da Ab a Bwb3) direttamente in contatto stratigrafico con il substrato calcareo.

Tutti gli orizzonti hanno un pH in acqua neutro, eccetto per il Bw1 che è debolmente acido con tessitura sabbiosa. Il pH in cloruro di potassio (KCl) è più basso rispetto a quello in acqua di circa 1 unità, ciò fa presumere la presenza di alluminio e H^+ scambiabile; il pH in fluoruro di sodio (NaF) è di circa 4 unità superiore al pH in acqua lungo tutto il profilo; ciò è un indicatore della presenza di alluminio libero nei suoli di origine vulcanica contenenti allofane ed imogolite; quando nel suolo è presente l'alluminio attivo, esso combinandosi con gli ioni fluoruro, libera ioni OH^- che provocano un innalzamento del pH nella soluzione.

La ritenzione fosfatica è compresa tra il 74% (orizzonte A) e l'86% (Orizzonte Bwb2) indicando la presenza di allofane e imogolite.

Il contenuto di sostanza organica è molto alto in superficie (146.7 g/Kg nell'orizzonte A) e decresce con la profondità raggiungendo valori di 15.2 g/Kg nell'orizzonte Bwb3.

Le proprietà andiche, espresse dall'indice percentuale ($Al+0.5 Fe\%$) in ossalato sono ben sviluppate sia nei suoli antichi che in quelli recenti con valori compresi tra 4.1% (orizzonte A) e 5.96% (Orizzonte Bwb1). Il contenuto di allofane e imogolite (minerali a basso ordine cristallino) è alto e varia tra 13.7 e il 24.6 % rispettivamente nell'orizzonte A e Bwb1.

Tutti gli orizzonti sono umidi, tranne il Bwb3 che è bagnato.

Capitolo 4: Schede pedologiche



Molina **Costiera amalfitana**

Periodo: aprile 2004

Località: Molina (Napoli)

Regione: Campania

Longitudine: 476194

Latitudine: 4503127

Quota: 275 m s.l.m.

Pendenza: 100%

Esposizione: NE

NDVI: 0,55

Morfologia: versante – nicchia di frana

Uso del suolo: terrazzamenti - lecceta

Substrato: rocce carbonatiche

Molina Il sito è ubicato a 275 m.s.l.m, su un versante montuoso molto acclive, il substrato è costituito da rocce carbonatiche, l'uso del suolo è la lecceta.

Il suolo è un *Endoleptic Silandic Andosol*, moderatamente profondo, franco sabbioso, non calcareo.

L'orizzonte superficiale è bruno molto scuro, ha struttura granulare grande, scheletro frequente, neutro, andicità molto elevata.

Gli orizzonti profondi sono bruno scuri, hanno struttura poliedrica subangolare e scheletro scarso. Debolmente alcalini, andicità molto elevata.

A 0-9

Umido; colore bruno molto scuro (10YR 2/2); struttura granulare grande, fortemente sviluppata; molto friabile; scheletro frequente, subangolare e molto piccolo (2 - 6 mm); limite abrupto lineare; quantità e dimensioni radici: molte e fini

Bw1 9-28

Umido; colore bruno scuro (10YR 3/3); struttura poliedrica subangolare media, fortemente sviluppata; molto friabile; scheletro comune, subarrotondato e molto piccolo (2 - 6 mm); limite abrupto lineare; quantità e dimensioni radici: molte e fini

Bw2 28-48

Umido; colore bruno scuro (10YR 3/3); struttura poliedrica subangolare media, moderatamente sviluppata; molto friabile; scheletro scarso, subarrotondato e molto piccolo (2 - 6 mm); limite abrupto ondulato; quantità e dimensioni radici: comuni e fini

Bw3 48-70

Umido; colore bruno giallastro scuro (10YR 3/4); struttura poliedrica subangolare media, moderatamente sviluppata; molto friabile; scheletro scarso, subarrotondato e molto piccolo; limite abrupto irregolare. quantità e dimensioni radici : poche e medie



Capitolo 4: Schede pedologiche

Molina	C org g/kg	pH_H2O	pH_KCl	pH_NaF	ritenz. in P %	CSC cmol*kg-1	Na cmol*kg-1	K cmol*kg-1	Ca cmol*kg-1	Mg cmol*kg-1	Al di scambio (cmol*k g-1)	Acidità di scambio (cmol*k g-1)
A (0-9)	58,00	7,29	6,24	9,95	63,00	21,397	1,224	5,258	10,903	3,932	0	0,08
Bw1 (9-28)	24,28	7,39	6,34	9,80	78,00	15,918	1,141	5,896	5,479	2,401	0,1	1
Bw2 (28-48)	15,60	7,57	6,39	10,47	78,00	15,649	1,318	6,891	4,138	2,312	0,02	0,99
Bw3 (48-70)	9,60	7,78	6,67	9,65	64,00	15,765	1,603	6,880	4,553	2,649	0	0,08

Molina	Alo %	Feo %	Sio %	Alp %	Fep %	Sip %	Alp/Alo	Alo+Feo/2 %	Al/Si	Si in allophan e %	allophan e %	ferrihydr ite %
A (0-9)	3,85	1,25	2,48	0,15	0,05	0,07	0,04	4,47	1,55	15,5	16,0	2,1
Bw1 (9-28)	4,34	1,21	3,18	0,12	0,03	0,07	0,03	4,95	1,38	16,3	19,4	2,1
Bw2 (28-48)	4,90	1,13	3,99	1,10	0,62	2,24	0,22	5,47	0,99	18,3	21,8	1,9
Bw3 (48-70)	2,94	1,11	1,98	0,15	0,04	0,17	0,05	3,49	1,47	15,9	12,4	1,9

Caso Studio Molina

Discussione dei risultati

Il profilo di Molina situato sul versante con esposizione NE, è moderatamente profondo (70cm) e giace in continuità stratigrafica sul substrato carbonatico.

È caratterizzato da orizzonti con colore bruno scuro (10YR) che diviene leggermente più giallognolo in profondità (Orizzonte Bw3).

Il pH in acqua è neutro in superficie (orizzonte A) e diviene debolmente alcalino lungo l'intero profilo giungendo fino ad un valore di 7.78 nell'orizzonte Bw3. Il pH in cloruro di potassio (KCl) è più basso rispetto a quello in acqua di circa 1 unità, ciò fa presumere la presenza di alluminio e H^+ scambiabile; il pH in fluoruro di sodio (NaF) è di circa 3 unità di pH superiore a quello in acqua lungo tutto il profilo; ciò è un indicatore della presenza di alluminio libero nei suoli di origine vulcanica contenenti allofane ed imogolite; quando nel suolo è presente l'alluminio attivo, esso combinandosi con gli ioni fluoruro, libera ioni OH^- che provocano un innalzamento del pH nella soluzione.

La ritenzione in fosfatica è compresa tra il 63% (orizzonte A) e il 78% (Orizzonte Bwb1 e Bwb2) indicando la presenza di allofane e imogolite.

Il contenuto di sostanza organica è alta in superficie (99.9 g/Kg nell'orizzonte A) e decresce con la profondità raggiungendo valori di 16.55 g/Kg nell'orizzonte B3.

Le proprietà andiche, espresse dall'indice percentuale ($Al+0.5 Fe \%$) in ossalato sono ben sviluppate con valori compresi tra 3.49% (orizzonte Bw3) e 5.47% (orizzonte Bw2). Il contenuto di allofane e imogolite (minerali a basso ordine cristallino) è alto e varia tra 12.4 e il 21.8 % rispettivamente nell'orizzonte Bw3 e Bw2.

Tutti gli orizzonti sono umidi.

Capitolo 4: Schede pedologiche



Monte Pendolo 1 Costiera sorrentina

Periodo maggio 2003

Località: Gragnano (Napoli)
Regione: Campania
Longitudine: 458490
Latitudine: 4504259
Quota: 475 m s.l.m.
Pendenza: 54%
Esposizione: N
NDVI: 0,65
Morfologia: versante – nicchia di frana
Uso del suolo: castagneto
Substrato: rocce carbonatiche

A 0-5

Umido; colore bruno molto scuro (10YR 2/2); struttura grumosa fine e poliedrica subangolare media; scheletro scarso, subangolare e molto piccolo (2 - 6 mm); limite chiaro e irregolare; quantità e dimensioni radici: comuni (>5 mm)

Bw 5-30

Umido; colore bruno scuro (10YR 3/3); struttura poliedrica subangolare e media; scheletro abbondante, subangolare e molto piccolo (2 - 6 mm); limite chiaro e irregolare; quantità e dimensioni radici: molte (2 - 5 mm)

BC 30-60

Umido; colore bruno scuro (10YR 3/3); struttura poliedrica subangolare e fine; scheletro molto abbondante sia subarrotondato e molto piccolo (2 - 6 mm), piccolo (6mm - 2 cm); sia subangolare e medio (2 - 6 cm); limite chiaro irregolare/discontinuo; quantità e dimensioni radici: abbondanti

2Bw 60-90+

Umido; colore bruno giallastro scuro (10YR 3/4); struttura poliedrica subangolare; scheletro frequente e angolare; quantità e dimensioni radici: comuni



Monte Pendolo 1 Il sito è ubicato a 475 m.s.l.m, su un versante montuoso moderatamente acclive, il substrato è costituito da rocce carbonatiche, l'uso del suolo è il castagneto.

Il suolo è un ...moderatamente profondo, granuloso sabbioso, non calcareo.

L'orizzonte superficiale è bruno molto scuro, ha struttura granulare grande, scheletro scarso, neutro, andicità moderata.

Gli orizzonti profondi sono bruno scuri, hanno struttura poliedrica subangolare da fine a media e scheletro in media abbondante; debolmente alcalini, andicità moderata

Capitolo 4: Schede pedologiche

Monte Pendolo 1	C org g/kg	pH_H2O	pH_KCl	pH_NaF	ritenz. in P %	CSC cmol*kg-1	Na cmol*kg-1	K cmol*kg-1	Ca cmol*kg-1	Mg cmol*kg-1	Al di scambio (cmol*kg- 1)	Acidità di scambio (cmol*kg- 1)
A	69,07	6,92	6,09	11,2	61,92	31,80	0,793	1,923	24,593	4,398	0	0,089
Bw	32,23	7,22	6,09	10,82	78,55	18,66	0,996	1,919	13,858	1,810	0,02	0,079
BC	27,45	7,7	6,34	10,68	82,77	22,12	1,495	2,165	17,036	1,339	0,099	0,09
2Bw	19,83	7,82	6,43	10,19	77,70	29,82	1,828	3,105	23,397	1,411	0,02	0,08

Monte Pendolo 1	Alp %	Fep %	Sip %	Alo %	Feo %	Sio %	Saturaz. in basi %	Alp/Alo	Alo+Feo/2 %	Al/Si	Si in allophane %	allophane %	ferrihydrate %
A	0,18	0,05	0,05	1,82	1,02	1,17	99,720	0,10	2,33	1,46	15,9	7,3	1,73
Bw	0,17	0,04	0,06	0,24	0,11	0,15	99,577	0,70	0,29	0,49	20,9	0,7	0,19
BC	0,14	0,03	0,08	2,13	0,49	1,12	99,593	0,07	2,37	1,85	14,0	8,0	0,83
2Bw	0,10	0,02	0,08	2,80	0,75	1,40	99,732	0,04	3,18	2,00	13,2	10,6	1,28

Caso Studio Monte Pendolo 1

Discussione dei risultati

Il profilo di Monte Pendolo 1 situato sul versante con esposizione N, è moderatamente profondo (circa 90 cm) e giace in continuità stratigrafica sul substrato carbonatico.

È caratterizzato dalla presenza di 2 cicli pedogenetici in cui l'orizzonte A del suolo più antico non è visibile. Gli orizzonti hanno un colore bruno scuro (10YR) in superficie che diviene leggermente più giallognolo in profondità (Orizzonte 2Bw)

Il pH in acqua è neutro in superficie (orizzonte A e Bw) e diviene debolmente alcalino fino ad un valore di 7.82 nell'orizzonte 2Bw. Il pH in cloruro di potassio (KCl) è più basso rispetto a quello in acqua di circa 1 unità, ciò fa presumere la presenza di alluminio e H⁺ scambiabile; il pH in fluoruro di sodio (NaF) è di circa 3-4 unità di pH superiore a quello in acqua lungo tutto il profilo; ciò è un indicatore della presenza di alluminio libero nei suoli di origine vulcanica contenenti allofane ed imogolite; quando nel suolo è presente l'alluminio attivo, esso combinandosi con gli ioni fluoruro, libera ioni OH⁻ che provocano un innalzamento del pH nella soluzione.

La ritenzione in fosfatica è compresa tra il 61.92% (orizzonte A) e l'82.77% (Orizzonte BC) indicando la presenza di allofane e imogolite.

Il contenuto di sostanza organica è alto in superficie (119.08 g/Kg nell'orizzonte A) e decresce con la profondità raggiungendo valori di 34.19 g/Kg nell'orizzonte 2Bw.

Le proprietà andiche, espresse dall'indice percentuale (Al+0.5 Fe %) in ossalato sono comprese tra 0.29% (orizzonte Bw) e 3.18% (orizzonte 2Bw). Il contenuto di allofane e imogolite (minerali a basso ordine cristallino) varia tra 0.7 e il 10.6 % rispettivamente nell'orizzonte Bw e 2Bw.

Tutti gli orizzonti sono umidi.

Capitolo 4: Schede pedologiche



Monte Pendolo 2 Il sito è ubicato a 540 m.s.l.m, su un versante montuoso moderatamente acclive, il substrato è costituito da rocce carbonatiche, l'uso del suolo è erbacea arbustiva con radi ulivi.

Il suolo è un.....poco profondo, granuloso sabbioso, non calcareo.

L'orizzonte superficiale è bruno molto scuro, scheletro abbondante, neutro, andicità molto forte.

Gli orizzonti profondi sono bruno scuri, scheletro in media abbondante; lievemente subcalino

Monte Pendolo 2 Costiera sorrentina

Periodo maggio 2003

Località: Gragnano (Napoli)

Regione: Campania

Longitudine: 459334

Latitudine: 4503544

Quota: 475 m s.l.m.

Pendenza: 44,5%

Esposizione: NO

NDVI: 0,65

Morfologia: versante – nicchia di frana

Uso del suolo: Vegetazione erbacea arbustiva con radi ulivi

Substrato: rocce carbonatiche



A 0-5

Umido; colore bruno molto scuro (10YR 2/2); struttura grumosa fine e poliedrica subangolare media; scheletro abbondante, subarrotondato e molto piccolo (2 - 6 mm) e piccolo (2 - 6 mm); limite chiaro e ondulato; quantità e dimensioni radici: molte

Bw 5-15

Umido; colore bruno scuro (10YR 3/3); struttura poliedrica subangolare e media; scheletro abbondante; limite chiaro e ondulato/irregolare; quantità e dimensioni radici: molte

C 15-27

Umido; colore bruno scuro (10YR 3/3); struttura poliedrica subangolare e fini; scheletro molto abbondante; limite chiaro e lineare; quantità e dimensioni radici: poche

2Bw 27-35

Bagnato; colore bruno giallastro scuro (10YR 3/4); struttura poliedrica subangolare; scheletro frequente Abrupto e lineare; quantità e dimensioni radici: poche

R 35 - 48+

Capitolo 4: Schede pedologiche

Monte Pendolo 2	C org g/kg	pH_H2O	pH_KCl	pH_NaF	ritenz. in P %	CSC cmol*kg-1	Na cmol*kg-1	K cmol*kg-1	Ca cmol*kg-1	Mg cmol*kg-1	Al di scambio (cmol*kg-1)	Acidità di scambio (cmol*kg-1)
A	61,63	6,55	5,32	10,52	43,83	14,162	0,832	1,399	9,569	2,283	0,079	0,079
Bw												
C												
2Bw	11,33	7,3	5,54	10,06	67,97	25,288	1,115	3,290	18,307	2,496	0,02	0,08
R												

Monte Pendolo 2	Alp %	Fep %	Sip %	Alo %	Feo %	Sio %	Saturaz. in basi %	Alp/Alo	Alo+Feo/2 %	Al/Si	Si in allophane %	allophane %	ferrihydrate %
A	0,18	0,05	0,04	1,66	0,90	1,10	99,442	0,11	2,11	1,39	16,3	6,8	1,53
Bw									0,00				
C									0,00				
2Bw	0,05	0,01	0,10	2,76	0,55	1,41	99,684	0,02	3,04	2,00	13,2	10,7	0,94
R									0,00				

Caso Studio Monte Pendolo 2

Discussione dei risultati

Il profilo di Monte Pendolo 2 situato sul versante con esposizione NO, è superficiale (circa 35 cm) e giace in continuità stratigrafica sul substrato carbonatico.

È caratterizzato dalla presenza di 2 cicli pedogenetici in cui l'orizzonte A del suolo più antico non è visibile. Gli orizzonti hanno un colore bruno scuro (10YR) in superficie che diviene leggermente più giallognolo in profondità (Orizzonte 2Bw)

Il pH in acqua è debolmente acido in superficie (orizzonte A) e diviene debolmente alcalino con un valore di 7.3 nell'orizzonte 2Bw. Il pH in cloruro di potassio (KCl) è più basso rispetto a quello in acqua di circa 1 unità, ciò fa presumere la presenza di alluminio e H^+ scambiabile; il pH in fluoruro di sodio (NaF) è di circa 3-4 unità di pH superiore a quello in acqua lungo tutto il profilo; ciò è un indicatore della presenza di alluminio libero nei suoli di origine vulcanica contenenti allofane ed imogolite; quando nel suolo è presente l'alluminio attivo, esso combinandosi con gli ioni fluoruro, libera ioni OH^- che provocano un innalzamento del pH nella soluzione.

La ritenzione fosfatica è di 43.83% nell'orizzonte A ed è 67.97% nell'Orizzonte 2Bw; indicando la presenza di allofane e imogolite.

Il contenuto di sostanza organica è alto in superficie (106.25 g/Kg nell'orizzonte A) ed è 19.53g/Kg nell'orizzonte 2Bw.

Le proprietà andiche, espresse dall'indice percentuale ($Al+0.5 Fe$ %) in ossalato sono 2.11% nell'orizzonte A e 3.04% nell'orizzonte 2Bw). Il contenuto di allofane e imogolite (minerali a basso ordine cristallino è 6.8 nell'orizzonte A e il 10.7% nell'orizzonte 2Bw).

Tutti gli orizzonti sono umidi.

Capitolo 4: Schede pedologiche

Quindici sud

Periodo maggio 2003

Località: Quindici (Avellino)
Regione: Campania
Longitudine: 470252
Latitudine: 4521777
Quota: 525 m s.l.m.
Pendenza: 50%
Esposizione: S
NDVI:
Morfologia: versante
Uso del suolo: querce sparse e terrazzamenti
Substrato: rocce carbonatiche

Quindici Sud Il sito è ubicato a 525 m.s.l.m, su un versante montuoso moderatamente acclive, il substrato è costituito da rocce carbonatiche, l'uso del suolo è erbacea arbustiva con radi ulivi. Il suolo è moderatamente profondo, granuloso sabbioso, non calcareo. L'orizzonte superficiale è bruno molto scuro, scheletro abbondante, neutro, andicità moderata. Gli orizzonti profondi sono bruno giallastri, scheletro in media abbondante Debolmente acidi; andicità assente

A/C1 0-52

Umido; colore bruno molto scuro (10YR 2/2); struttura; scheletro abbondante, molto piccolo (2 - 6 mm); limite diffuso e lineare; quantità e dimensioni radici: poche e fini

A/C2 52 - 85

Umido; colore bruno scuro (10YR 3/3); scheletro abbondante, molto piccolo (2 - 6 mm) e piccolo (6mm - 2 cm); limite diffuso e lineare; quantità e dimensioni radici: poche e fini

2C 85 - 95

Umido; colore bruno giallastro (10YR 5/6); scheletro molto abbondante, molto piccolo (2 - 6 mm) e piccolo (6mm - 2 cm); limite diffuso e lineare

3Bw 95 - 110

Bagnato; colore bruno giallastro scuro (10YR 4/6); scheletro frequente, limite diffuso e lineare

R >110

Caso Studio Quindici Sud

Discussione dei risultati

Il profilo di Quindici Sud situato sul versante con esposizione S, è profondo (110cm) e giace in continuità stratigrafica sul substrato carbonatico.

Il profilo probabilmente racconta di 3 cicli pedogenetici successivi in cui manca l'orizzonte A e B del secondo ciclo (rappresentato dall'orizzonte 2C) e l'orizzonte A del suolo ancora più antico (rappresentato dall'orizzonte 3Bw).

È caratterizzato da orizzonti con colore bruno molto scuro (10YR) in superficie che diviene leggermente più giallognolo in profondità (Orizzonte 2C e 3Bw).

Il pH in acqua è neutro lungo l'intero profilo di suolo. Il pH in cloruro di potassio (KCl) è più basso rispetto a quello in acqua di circa 1 unità, ciò fa presumere la presenza di alluminio e H^+ scambiabile; il pH in fluoruro di sodio (NaF) è di circa 2-3 unità di pH superiore a quello in acqua lungo tutto il profilo; ciò è un indicatore della presenza di alluminio libero nei suoli di origine vulcanica contenenti allofane ed imogolite; quando nel suolo è presente l'alluminio attivo, esso combinandosi con gli ioni fluoruro, libera ioni OH^- che provocano un innalzamento del pH nella soluzione.

La ritenzione fosfatica è compresa tra l'11.25% (orizzonte C) il 49.07% (Orizzonte Bw) indicando la presenza di allofane e imogolite.

Il contenuto di sostanza organica è alto in superficie (54.03 g/Kg nell'orizzonte A/C1) e decresce con la profondità raggiungendo valori di 2.74 g/Kg nell'orizzonte 3Bw.

Le proprietà andiche, espresse dall'indice percentuale ($Al+0.5 Fe \%$) in ossalato sono compresi tra 0.21% (orizzonte C) e 2.04% (orizzonte A). Il contenuto di allofane e imogolite (minerali a basso ordine cristallino) varia tra 0.72 e 14.85 % rispettivamente nell'orizzonte C e 2Bw.

Tutti gli orizzonti sono umidi, eccetto l'orizzonte 3Bw che è bagnato.

Capitolo 4: Schede pedologiche



Ischia P1 (Frana 2) Il sito è ubicato a 315 m.s.l.m, su un versante montuoso molto acclive, il substrato è costituito da scorie cementate di eruzioni vulcaniche dell'isola, l'uso del suolo: bosco ceduo di castagno. Il suolo è un....., moderatamente profondo. L'orizzonte superficiale è bruno grigiastro molto scuro, ha struttura grumosa media, moderatamente sviluppata, scheletro 40%, neutro, andicità moderata. Gli orizzonti profondi sono bruno oliva, hanno struttura poliedrica struttura poliedrica subangolare media e scheletro in media frequente Debolmente alcalini; andicità bassa



Profilo P1 Monte Vezzi
Periodo: 12 MAGGIO 2006
Località: frazione Pilastrì, isola d'Ischia
Regione: Campania
Longitudine: 4507351
Latitudine: 411028
Morfologia: versante
Esposizione: N; quota: 315.5 m
NDVI: 0.55
Uso del suolo: bosco ceduo di castagno
Litologia del substrato: scorie cementate

A 0-5 cm

Poco umido; colore bruno grigiastro molto scuro (10YR 3/2); struttura grumosa media, moderatamente sviluppata; comuni (10-25) radici molto fini (<1 mm), abbondante (circa 40%) scheletro piccolo (2-5 mm) pomiceo; effervescenza molto debole; limite abrupto ondulato.

B1 5-18 cm

Poco umido; colore bruno giallastro scuro (10YR 4/4); struttura poliedrica subangolare media, moderatamente sviluppata, poche (1-10) radici fini (1-2mm) e molto fini (<1mm), abbondante (circa 50%) scheletro medio (5-20 mm); effervescenza nulla; limite chiaro lineare.

B2 18-55 cm

Umido; colore bruno oliva (2.5Y 4/3); struttura poliedrica subangolare media, moderatamente sviluppata; poche radici molto fini (<1mm); frequente (circa 30%) scheletro medio (5-20 mm); effervescenza nulla; limite chiaro lineare;

B3 55-70 cm

Bagnato; colore bruno oliva (2.5Y 4/3), massivo, assenza di radici; frequente (circa 30%) scheletro medio (5-20 mm) pomiceo, effervescenza nulla, limite graduale lineare;

C 70-100 e oltre cm

Bagnato; colore bruno oliva chiaro (2.5Y 5/3), massivo, assenza di radici; scarso (1-2%) scheletro fine (2-5 mm) frammenti litici; effervescenza nulla, limite sconosciuto.

Capitolo 4: Schede pedologiche

Ischia P1	C org g/kg	pH_H2O	pH_KCl	pH_NaF	ritenz. in P %	CSC cmol*kg-1	Na cmol*kg-1	K cmol*kg-1	Ca cmol*kg-1	Mg cmol*kg-1	Al di scambio (cmol*kg-1)	Acidità di scambio (cmol*kg-1)
A	38,58	6,93	5,84	9,5	25,34	22,337	0,601	1,886	19,170	0,479	0,120	0,200
B1	15,37	6,82	5,41	10,27	34,39	18,838	0,515	1,974	15,754	0,446	0,100	0,150
B2	4,54	6,96	4,91	9,44	19,25	12,614	0,765	2,127	9,222	0,302	0,059	0,198
B3	3,14	7,44	5,23	9,21	15,47	11,760	1,194	2,477	7,621	0,270	0,059	0,198
CIN	1,14	7,61	5,09	8,82	2,20	29,704	1,252	2,414	25,118	0,721	0,120	0,200

Ischia P1	Alp %	Fep %	Sip %	Alo %	Feo %	Sio %	Saturaz. in basi %	Alp/Alo	Alo+Feo/2 %	Al/Si	Si in allophane %	allophane %	ferrihydrate %
A				0,35	0,33	0,36	99,104		0,52	1,03	18,2	2,0	0,56
B1				0,55	0,44	0,75	99,206		0,77	0,76	19,5	3,8	0,76
B2				0,24	0,27	0,26	98,429		0,37	0,96	18,5	1,4	0,46
B3				0,19	0,19	0,19	98,315		0,28	1,07	17,9	1,0	0,32
CIN				0,07	0,05	0,05	99,327		0,10	1,55	15,5	0,3	0,08

Ischia 1	sabbia grossa	sabbia fine	limo	argilla
A	444,77	297,53	163,2	94,5
B1	355,65	373,67	174,08	96,6
B2	347,4	306,1	214,2	132,3
B3	216,55	343,85	287,7	151,9
CIN	101,96	384,94	361,9	151,2

Caso Studio Ischia (P1) frana 2

Discussione dei risultati

Il profilo di Ischia (P1) frana 2 situato sul versante con esposizione N, è profondo (circa 100cm) ed è caratterizzato da orizzonti con colore da bruno grigiastro molto scuro (10 YR) in superficie a bruno olivastro (2.5 Y) fino a 100 cm (orizzonte C). L'orizzonte C più profondo giace direttamente in contatto stratigrafico con il substrato calcareo.

Gli orizzonti (A, B1 e B2) hanno un pH in acqua neutro, e gli orizzonti B3 e C debolmente alcalini. Il pH in cloruro di potassio (KCl) è da 1 a 2 unità di pH minore rispetto a quello in acqua, ciò fa presumere la presenza di quantità di alluminio e H⁺ scambiabile; il pH in fluoruro di sodio (NaF) va da 2 a 4 unità di pH superiore al pH in acqua lungo tutto il profilo; ciò è un indicatore di una certa percentuale di alluminio libero nei suoli di origine vulcanica contenenti allofane ed imogolite; quando nel suolo è presente l'alluminio attivo, esso combinandosi con gli ioni fluoruro, libera ioni OH⁻ che provocano un innalzamento del pH nella soluzione.

La ritenzione fosfatica è compresa tra il 2.20% (orizzonte C) e il 34.39% (Orizzonte B1) indicando la presenza di allofane e imogolite.

Il contenuto di sostanza organica è in superficie circa 66.51 g/Kg (orizzonte) e decresce linearmente con la profondità raggiungendo un valore di 1.97 g/Kg nell'orizzonte C. Le proprietà andiche, espresse dall'indice percentuale (Al+0.5 Fe) in ossalato hanno valori compresi tra 0.10% (orizzonte C) e 0.77% (Orizzonte B1). Il contenuto di allofane e imogolite (minerali a basso ordine cristallino) varia tra 0.3 e 3.8 % rispettivamente nell'orizzonte C e B1.

L'orizzonte A e B1 è poco umido, B2 è umido, B3 e C è bagnato.

Capitolo 4: Schede pedologiche



Ischia P2 (Frana 3) Il sito è ubicato a 347 m.s.l.m, su un versante montuoso molto acclive, il substrato è costituito da scorie cementate di eruzioni vulcaniche dell'isola, l'uso del suolo: bosco ceduo di castagno

Il suolomoderatamente profondo. L'orizzonte superficiale è bruno oliva scuro, ha struttura poliedrica subangolare media da debolmente a moderatamente sviluppata, scheletro 40%, neutro, andicità bassa. Gli orizzonti profondi sono bruno oliva chiaro, scheletro scarso; neutro; andicità bassa



Profilo P2 Monte Vezzi
Periodo: 12 MAGGIO 2006
Località: frazione Pilastrì, isola d'Ischia
Regione: Campania
Morfologia: versante
Longitudine: 4507353
Latitudine: 410944
Esposizione: N; quota: 347
NDVI: 0.55
Uso del suolo: bosco ceduo di castagno
Litologia del substrato: scorie cementate

A- AB 0-30 cm

Poco umido; colore bruno oliva scuro (2.5Y 3/3); struttura poliedrica subangolare media da debolmente a moderatamente sviluppata; comuni (10-25) radici molto fini (<1 mm), abbondante (circa 40%) scheletro piccolo (2-5 mm) pomiceo; effervescenza assente; limite abrupto ondulato.

B 30-80 cm

Umido; colore bruno oliva chiaro (2.5Y 5/4); incoerente, poche (1-10) radici molto fini (<1mm), abbondante (circa 50%) scheletro da piccolo (2-5 mm) a medio (5-20 mm); effervescenza assente; limite chiaro lineare.

C 80-110+ cm

Bagnato; colore bruno oliva chiaro (2.5Y 5/3); massivo, radici assenti; scarso (circa 1-5%) scheletro medio (5-20 mm); effervescenza nulla; limite sconosciuto.

Capitolo 4: Schede pedologiche

Ischia P2	C org g/kg	pH_H2O	pH_KCl	pH_NaF	ritenz. in P %	CSC cmol*kg-1	Na cmol*kg-1	K cmol*kg-1	Ca cmol*kg-1	Mg cmol*kg-1	Al di scambio (cmol*kg-1)	Acidità di scambio (cmol*kg-1)
A/AB	16,47	7,2	5,63	10,37	58,95	11,048	0,611	1,360	8,702	0,276	0,119	0,099
B	3,45	7,55	5,27	8,85	2,26	10,140	0,811	1,484	7,414	0,231	0,120	0,200
C	1,14	7,68	4,97	8,44	5,43	8,033	1,289	2,206	4,239	0,199	0,040	0,100

Ischia P2	Alp %	Fep %	Sip %	Alo %	Feo %	Sio %	Saturaz. in basi %	Alp/Alo	Alo+Feo/2 %	Al/Si	Si in allophane %	allophane %	ferrihydrite %
A				1,60	0,54	3,38	99,105		1,87	0,49	20,9	16,2	0,92
B				0,14	0,11	0,21	98,026		0,19	0,66	20,0	1,1	0,19
C				0,09	0,07	0,08	98,758		0,13	1,20	17,3	0,4	0,12

Ischia 2	sabbia grossa	sabbia fine	limo	argilla
C1A	468,85	351,57	106,08	73,5
C1B	712,55	114,55	97,3	75,6
C1C	195,8	409,4	255,5	139,3

Caso Studio Ischia (P1) frana 2

Discussione dei risultati

Il profilo di Ischia (P1) frana 2 situato sul versante con esposizione N, è profondo (circa 100cm) ed è caratterizzato da orizzonti con colore da bruno grigiastro molto scuro (10 YR) in superficie a bruno olivastro (2.5 Y) fino a 100 cm (orizzonte C). L'orizzonte C più profondo giace direttamente in contatto stratigrafico con il substrato calcareo.

Gli orizzonti (A, B1 e B2) hanno un pH in acqua neutro, e gli orizzonti B3 e C debolmente alcalini. Il pH in cloruro di potassio (KCl) è da 1 a 2 unità di pH minore rispetto a quello in acqua, ciò fa presumere la presenza di quantità di alluminio e H⁺ scambiabile; il pH in fluoruro di sodio (NaF) va da 2 a 4 unità di pH superiore al pH in acqua lungo tutto il profilo; ciò è un indicatore di una certa percentuale di alluminio libero nei suoli di origine vulcanica contenenti allofane ed imogolite; quando nel suolo è presente l'alluminio attivo, esso combinandosi con gli ioni fluoruro, libera ioni OH⁻ che provocano un innalzamento del pH nella soluzione.

La ritenzione fosfatica è compresa tra il 2.20% (orizzonte C) e il 34.39% (Orizzonte B1) indicando la presenza di allofane e imogolite.

Il contenuto di sostanza organica è in superficie circa 66.51 g/Kg (orizzonte) e decresce linearmente con la profondità raggiungendo un valore di 1.97 g/Kg nell'orizzonte C. Le proprietà andiche, espresse dall'indice percentuale (Al+0.5 Fe) in ossalato hanno valori compresi tra 0.10% (orizzonte C) e 0.77% (Orizzonte B1). Il contenuto di allofane e imogolite (minerali a basso ordine cristallino) varia tra 0.3 e 3.8 % rispettivamente nell'orizzonte C e B1.

L'orizzonte A e B1 è poco umido, B2 è umido, B3 e C è bagnato.

Capitolo 4: Schede pedologiche



Nocera 1

L'orizzonte superficiale è bruno molto scuro. Gli orizzonti profondi sono bruno scuri

Profilo Nocera 1 Nocera Inferiore

Periodo: Marzo 2004

Località: M.S. Angelo di Cava

Regione: Campania

Coordinate WGS84-33N

Longitudine: 4508543

Latitudine: 470547

Quota: 285 m s.l.m.

Pendenza: 120%

Esposizione: N

Morfologia: versante

Uso del suolo: bosco ceduo

Litologia del substrato: rocce carbonatiche

A 0-10

Umido; colore bruno molto scuro (10YR 2/2); sabbioso; struttura grumosa media e grande, fortemente sviluppata; friabile; scheletro abbondante (50%) e molto piccolo (2-5 mm), di forma irregolare (scorie vulcaniche); effervescenza nulla; limite abrupto ondulato.

AC 10-20

Umido; colore bruno molto scuro (10YR 2/2); sabbioso; struttura grumosa fine, fortemente sviluppata; friabile; scheletro molto abbondante (80%) e molto piccolo (2-5 mm), di forma irregolare (scorie vulcaniche); effervescenza nulla; limite chiaro ondulato.

2BA_b 20-30

Umido; colore bruno scuro (10YR 3/3); franco; struttura poliedrica subangolare grande, fortemente sviluppata, molto friabile, scheletro frequente (35%) e molto piccolo (2-5 mm), di forma subarrotondata (pomici); effervescenza nulla; limite graduale ondulato.

2BC_b 30-40

Umido; colore bruno grigiastro molto scuro (10YR 3/2); struttura poliedrica subangolare media, debolmente sviluppata; molto friabile; scheletro molto abbondante (>70%), molto piccolo (2-5 mm), di forma subarrotondata (pomici); effervescenza nulla; limite graduale irregolare.

2C_b 40+

Pomici; limite chiaro ondulato.

Capitolo 4: Schede pedologiche

Nocera 1	C org g/kg	pH_H2O	pH_KCl	pH_NaF	ritenz. in P %	CSC cmol*kg-1	Na cmol*kg-1	K cmol*kg-1	Ca cmol*kg-1	Mg cmol*kg-1	Al di scambio (cmol*kg- 1)	Acidità di scambio (cmol*kg- 1)
A	27,55	7,97	7,06	10,06	70,38	35,249	0,555	1,583	26,447	6,165	0,580	0,500
AC	27,95	8	7,26	9,76	62,49	34,902	0,398	1,237	29,336	3,433	0,378	0,498
2BA _b	23,78	7,92	7,31	10,08	58,54	27,777	0,325	1,040	22,495	3,618	0,279	0,299
2BC _b	26,38	7,86	7,27	10,22	73,60	26,503	0,437	1,296	21,336	3,035	0,479	0,399

Nocera 1	Alp %	Fep %	Sip %	Alo %	Feo %	Sio %	Saturaz. in basi %	Alp/Alo	Alo+Feo/2 %	Al/Si	Si in allophane %	allophane %	ferrihydrate %
A				1,28	0,60	2,07	98,583		1,58	0,64	20,1	10,3	1,03
AC				1,07	0,52	1,68	98,574		1,33	0,66	20,0	8,4	0,88
2BA _b				1,46	1,23	3,31	98,925		2,08	0,46	21,1	15,7	2,09
2BC _b				1,08	0,62	1,65	98,493		1,39	0,68	19,9	8,3	1,05

Caso Studio Nocera 1

Discussione dei risultati

Il profilo di Nocera 1, situato sul versante con esposizione N, è superficiale (40 cm) ed è caratterizzato da orizzonti con colore da bruno molto scuro (10 YR2/2) in superficie a bruno grigiastro molto scuro (10YR 3/2).

Tutti gli orizzonti hanno un pH in acqua moderatamente alcalino. Il pH in cloruro di potassio (KCl) è di pochissimo più basso rispetto a quello in acqua, ciò fa presumere la scarsa presenza di quantità di alluminio e H^+ scambiabile; il pH in fluoruro di sodio (NaF) va da 1 a 3 unità di pH superiore al pH in acqua lungo tutto il profilo; ciò è un indicatore di una certa percentuale di alluminio libero nei suoli di origine vulcanica contenenti allofane ed imogolite; quando nel suolo è presente l'alluminio attivo, esso combinandosi con gli ioni fluoruro, libera ioni OH^- che provocano un innalzamento del pH nella soluzione.

La ritenzione fosfatica è compresa tra il 58.54% (orizzonte 2BA_b) e 73.60% (Orizzonte 2BC_b) indicando la presenza di allofane e imogolite.

Il contenuto di sostanza organica è alto in superficie (47.50 g/Kg nell'orizzonte A) e decresce non linearmente con la profondità raggiungendo un valore di 41.00 g/Kg nell'orizzonte 2BA_b. Le proprietà andiche, espresse dall'indice percentuale ($Al+0.5 Fe$ %) in ossalato hanno valori compresi tra 1.33% (orizzonte AC) e 2.08% (Orizzonte 2BA_b). Il contenuto di allofane e imogolite (minerali a basso ordine cristallino) varia tra 8.3 e 15.7 % rispettivamente nell'orizzonte 2BC_b e 2BA_b)

Tutti gli orizzonti sono umidi.

Capitolo 4: Schede pedologiche



Nocera 2

Questo profilo di suolo è in continuità orizzontale (pochi metri) con il profilo Nocera 1. L'orizzonte superficiale è bruno giallastro scuro. Gli orizzonti profondi sono bruno da olivastro a giallastro scuro

Nocera 2 Montagne di Salerno

Periodo marzo 2006

Località: (Salerno)
Regione: Campania
Longitudine:
Latitudine:
Quota: m s.l.m.
Pendenza:
Esposizione: NW
NDVI:
Morfologia: versante
Uso del suolo:
Substrato: rocce carbonatiche

A 0-10

Umido; colore bruno molto scuro (10YR 2/2); sabbioso; struttura grumosa media e grande, fortemente sviluppata; friabile; scheletro abbondante (50%) e molto piccolo (2-5 mm), di forma irregolare (scorie vulcaniche); effervescenza nulla; limite abrupto ondulato.

AC 10-30

Umido; colore bruno molto scuro (10YR 2/2); sabbioso; struttura grumosa fine, fortemente sviluppata; friabile; scheletro molto abbondante (80%) e molto piccolo (2-5 mm), di forma irregolare (scorie vulcaniche); effervescenza nulla; limite chiaro ondulato.

2BA_b 30-80

Umido; colore bruno scuro (10YR 3/3); franco; struttura poliedrica subangolare grande, fortemente sviluppata, molto friabile, scheletro frequente (35%) e molto piccolo (2-5 mm), di forma subarrotondata (pomici); effervescenza nulla; limite graduale ondulato.

2BC_b 80-90

Umido; colore bruno grigiastro molto scuro (10YR 3/2); struttura poliedrica subangolare media, debolmente sviluppata; molto friabile; scheletro molto abbondante (>70%), molto piccolo (2-5 mm), di forma subarrotondata (pomici); effervescenza nulla; limite graduale irregolare.

2C_b 90-160

Pomici; limite chiaro ondulato.



Capitolo 4: Schede pedologiche

Nocera 2	C org g/kg	pH_H2O	pH_KCl	pH_NaF	ritenz. in P %	CSC cmol*kg-1	Na cmol*kg-1	K cmol*kg-1	Ca cmol*kg-1	Mg cmol*kg-1	Al di scambio (cmol*kg-1)	Acidità di scambio (cmol*kg-1)
A	11,69	7,42	6,32	10,02	67,54	18,081	0,719	1,423	12,953	2,492	0,436	0,495
AC	9,84	7,36	6,3	9,89	49,10	26,112	0,532	1,373	17,898	5,909	0,419	0,399
2BA _b	6,62	7,57	6,3	9,87	39,66	28,737	0,646	1,500	19,269	6,924	0,517	0,398
2BC _b	3,59	7,58	5,92	9,73	67,03	33,792	0,961	4,849	20,554	7,131	0,298	0,298

Nocera 2	Alp %	Fep %	Sip %	Alo %	Feo %	Sio %	Saturaz. in basi %	Alp/Alo	Alo+Feo/2 %	Al/Si	Si in allophane %	allophane %	ferrihydrite %
A				13,01	8,10	23,01	97,262		17,06	0,59	20,4	11,3	1,38
AC				8,91	6,86	16,32	98,472		12,34	0,57	20,5	8,0	1,17
2BA _b				8,84	5,63	13,04	98,616		11,66	0,71	19,8	6,6	0,96
2BC _b				7,94	10,66	13,50	99,119		13,27	0,61	20,3	6,7	1,81

Caso Studio Nocera 2

Discussione dei risultati

Il profilo di Nocera 2, situato sul versante con esposizione N, è molto profondo (160 cm) ed è caratterizzato da orizzonti con colore da bruno molto scuro (10YR 2/2) in superficie a bruno grigiastro molto scuro (10YR 3/2); l'orizzonte più profondo (strato di pomici) giace direttamente in contatto stratigrafico con il substrato calcareo.

Tutti gli orizzonti hanno un pH in acqua debolmente alcalino, tranne l'orizzonte AC che è neutro. Il pH in cloruro di potassio (KCl) è di pochissimo più basso rispetto a quello in acqua, ciò fa presumere la scarsa presenza di quantità di alluminio e H⁺ scambiabile; il pH in fluoruro di sodio (NaF) va da 2 a 3 unità di pH superiore al pH in acqua lungo tutto il profilo; ciò è un indicatore di una certa percentuale di alluminio libero nei suoli di origine vulcanica contenenti allofane ed imogolite; quando nel suolo è presente l'alluminio attivo, esso combinandosi con gli ioni fluoruro, libera ioni OH⁻ che provocano un innalzamento del pH nella soluzione.

La ritenzione fosfatica è compresa tra il 39.66% (orizzonte 2BA_b) e 67.54% (Orizzonte A) indicando la presenza di allofane e imogolite.

Il contenuto di sostanza organica è 20.15 g/Kg nell'orizzonte A e decresce linearmente con la profondità raggiungendo un valore di 6.19 g/Kg nell'orizzonte 2BC_b. Le proprietà andiche, espresse dall'indice percentuale (Al+0.5 Fe %) in ossalato hanno valori compresi tra 17.06% (Orizzonte A) e 11.66% (orizzonte 2BA_b).

Il contenuto di allofane e imogolite (minerali a basso ordine cristallino) varia tra 6.6 e 17.06 % rispettivamente nell'orizzonte 2BA_b e

Tutti gli orizzonti sono umidi.

Capitolo 4: Schede pedologiche

Campi Flegrei 1 Collina dei Camaldoli

Periodo marzo 2006

Località: Camaldoli (Napoli)

Regione: Campania

Longitudine:

Latitudine:

Quota: 430 m s.l.m.

Pendenza: 40%

Esposizione: N-NE

NDVI:

Morfologia: versante

Uso del suolo: castagneto

Substrato: rocce vulcaniche (Tufo Giallo Napoletano)

Campi Flegrei 1 Il sito è ubicato a 430 m.s.l.m., su un versante montuoso moderatamente acclive, il substrato è costituito da rocce vulcaniche in particolare tufo giallo napoletano l'uso del suolo è castagneto

Il suolo è un moderatamente profondo, pastoso franco da argilloso a sabbioso, non calcareo.

L'orizzonte superficiale è bruno molto scuro, ha struttura granulare media, scheletro scarso, neutro, andicità molto spinta.

Gli orizzonti profondi sono bruno rossiccio scuro, hanno struttura poliedrica da subangolare ad angolare da fine a grande e scheletro in media scarso, debolmente subcalcini; andicità da moderata a bassa

A/B 0 - 12

Umido; colore bruno molto scuro (7.5YR 2.5/2); struttura grumosa e media, fortemente sviluppata; scheletro scarso, arrotondato e piccolo (6 - 2 mm); limite abrupto e lineare; quantità e dimensioni radici: poche e fini (1 - 2 mm)

B/A 12 - 35

Umido; colore bruno rossiccio scuro (2.5Y 3/3); struttura grumosa e media; poliedrica subangolare e grande, debolmente sviluppata; scheletro scarso, arrotondato e piccolo (6 - 2 mm); limite graduale e lineare; quantità e dimensioni radici: poche e fini (1 - 2 mm)

Bw1 35 - 50

Umido; colore bruno rossiccio (2.5Y 4/4); struttura grumosa e media; poliedrica subangolare e grande, debolmente sviluppata; scheletro scarso, arrotondato e piccolo (6 - 2 mm); limite diffuso e lineare; quantità e dimensioni radici: poche e fini (1 - 2 mm)

Bw2 50 - 85

Umido; colore bruno rossiccio scuro (2.5Y 3/3); struttura poliedrica angolare e grande, debolmente sviluppata; scheletro scarso, arrotondato e piccolo (6 - 2 mm); limite chiaro e lineare; quantità e dimensioni radici: poche e fini (1 - 2 mm)

CB 85 - 110

Umido; colore bruno rossiccio (2.5Y 5/4); struttura poliedrica angolare e media, debolmente sviluppata; scheletro scarso, arrotondato e piccolo (6 - 2 mm); limite diffuso e lineare; quantità e dimensioni radici: poche e fini (1 - 2 mm)

Capitolo 4: Schede pedologiche

Campi Flegrei 1	C org g/kg	pH_H2O	pH_KCl	pH_NaF	ritenz. in P %	CSC cmol*kg-1	Na cmol*kg-1	K cmol*kg-1	Ca cmol*kg-1	Mg cmol*kg-1	Al di scambio (cmol*kg-1)	Acidità di scambio (cmol*kg-1)
A/B	46,36	6,55	5,34	10,75	56,30	14,00	2,075	7,113	2,317	1,508	0,059	0,99
B/A	14,22	7,19	5,45	10,89	61,30	24,98	1,380	7,178	12,236	3,191	0,08	1
Bw1	7,6	6,96	5,19	10,53	53,00	15,98	1,058	6,379	5,686	1,874	0,06	0,98
Bw2	4,67	7,29	4,89	10,03	40,20	13,98	1,235	5,964	4,571	1,217	0	0,99
CB	1,56	7,23	4,99	9,7	15,57	13,18	1,198	5,971	4,861	1,067	0,04	0,079

Campi Flegrei 1	Alp %	Fep %	Sip %	Alo %	Feo %	Sio %	Saturaz. in basi %	Alp/Alo	Alo+Feo/2 %	Al/Si	Si in allophane %	allophane %	ferrihydrate %
A/B	0,28	0,11	0,09	1,69	0,90	0,78	92,93	0,17	2,14	1,88	13,79	5,65	1,53
B/A	0,17	0,05	0,07	2,22	0,77	1,23	96,00	0,08	2,61	1,74	14,54	8,47	1,30
Bw1	0,09	0,04	0,07	1,76	0,74	1,07	93,87	0,05	2,13	1,63	15,10	7,06	1,26
Bw2	0,06	0,04	0,10	1,36	0,56	0,73	92,92	0,05	1,64	1,84	14,00	5,22	0,96
CB	0,03	0,02	0,11	0,40	0,25	0,17	99,40	0,06	0,53	2,32	11,55	1,47	0,42

Caso Studio Campi Flegrei 1

Discussione dei risultati

Il profilo dei Campi Flegrei1, situato sul versante con esposizione NE, è profondo (110 cm) ed è caratterizzato da orizzonti con colore da bruno molto scuro (7.5 YR) in superficie a rossiccio fino ad una profondità di di 110 cm (2.5Y). L'orizzonte più profondo CB giace direttamente in contatto stratigrafico con il substrato calcareo.

Tutti gli orizzonti hanno un pH in acqua neutro, eccetto l'orizzonte A/B che è debolmente acido. Il pH in cloruro di potassio (KCl) è più basso rispetto a quello in acqua da 1 a 3 unità di pH, ciò fa presumere la presenza di significative quantità di alluminio e H⁺ scambiabile; il pH in fluoruro di sodio (NaF) è da 2 a 4 unità di pH superiore al pH in acqua lungo tutto il profilo; ciò è un indicatore della presenza di alluminio libero nei suoli di origine vulcanica contenenti allofane ed imogolite; quando nel suolo è presente l'alluminio attivo, esso combinandosi con gli ioni fluoruro, libera ioni OH⁻ che provocano un innalzamento del pH nella soluzione.

La ritenzione fosfatica è compresa tra il 15.57% (orizzonte CB) e il 61.30% (Orizzonte B/A) indicando la presenza di allofane e imogolite.

Il contenuto di sostanza organica è alto in superficie (79.92 g/Kg nell'orizzonte A) e decresce con la profondità raggiungendo valori di 2.69 g/Kg nell'orizzonte CB.

Le proprietà andiche, espresse dall'indice percentuale (Al+0.5 Fe %) in ossalato hanno valori compresi tra 0.53% (orizzonte CB) e 2.61% (Orizzonte B/A). Il contenuto di allofane e imogolite (minerali a basso ordine cristallino) varia tra 1.47 e 8.47 % rispettivamente nell'orizzonte CB e B/A.

Tutti gli orizzonti sono umidi.

Capitolo 4: Schede pedologiche



Campi Flegrei 2 Collina dei Camaldoli

Periodo marzo 2006

Località: Camaldoli (Napoli)

Regione: Campania

Longitudine:

Latitudine:

Quota: 380 m s.l.m.

Pendenza: 60%

Esposizione: S-SE

NDVI:

Morfologia: versante

Uso del suolo: graminacee



A1 0 - 5

Umido; colore bruno scuro (10YR 2/1); struttura grumosa e fine; poliedrica subangolare e media; scheletro scarso, arrotondato e piccolo (6 - 2 mm); limite abrupto e lineare; quantità e dimensioni radici: comuni e grosse (>5 mm), medie (2 - 5 mm), fini (1 - 2 mm)

A2 5 - 15

Umido; colore bruno molto scuro (10YR 2/2); struttura grumosa e media; poliedrica subangolare e grande; scheletro comune, arrotondato e subarrotondato e piccolo (6 - 2 mm); limite abrupto e lineare; quantità e dimensioni radici: poche e grosse (>5 mm), fini (1 - 2 mm) e molto fini (<1 mm)

B1 15 - 40

Umido; colore bruno olivastro (2.5Y 4/3); struttura grumosa e media; struttura poliedrica subangolare media e grande, debolmente sviluppata; scheletro scarso, arrotondato e piccolo (6 - 2 mm); limite graduale e lineare; quantità e dimensioni radici: poche e grosse, fini (1 - 2 mm) e molto fini (<1 mm)

B2 40 - 70

Umido; colore bruno olivastro (2.5Y 4/3); struttura poliedrica subangolare grande, debolmente sviluppata; scheletro scarso, arrotondato e piccolo (6 - 2 mm); limite chiaro e diffuso; quantità e dimensioni radici: poche e fini (1 - 2 mm) e molto fini (<1 mm)

Ab 70 - 110

Umido; colore bruno rossiccio scuro (2.5Y 3/3); struttura poliedrica subangolare grande, debolmente sviluppata; scheletro comune, arrotondato e piccolo (6 - 2 mm); quantità e dimensioni radici: poche e fini (1 - 2 mm) e molto fini (<1 mm).

Capitolo 4: Schede pedologiche

Campi Flegrei 2	C org g/kg	pH_H2O	pH_KCl	pH_NaF	ritenz. in P %	CSC cmol*kg-1	Na cmol*kg-1	K cmol*kg-1	Ca cmol*kg-1	Mg cmol*kg-1	Al di scambio (cmol*kg- 1)	Acidità di scambio (cmol*kg- 1)
A1	51,04	7,18	5,86	9,61	15,88	17,13	2,112	7,893	4,862	2,184	0,02	0,079
A2	21,43	7,15	5,5	9,75	19,38	24,07	0,845	3,229	15,553	4,359	0	0,08
B1	10,52	7,36	5,68	9,76	18,42	19,58	0,667	2,839	12,913	3,082	0,059	0,079
B2	7,4	7,59	5,89	9,63	16,21	19,12	0,744	3,070	12,605	2,617	0,02	0,079
Ab	13,05	7,35	5,58	10,15	24,59	24,96	1,001	3,713	17,766	2,404	0	0,08

Campi Flegrei 2	Alp %	Fep %	Sip %	Alo %	Feo %	Sio %	Saturaz. in basi %	Alp/Alo	Alo+Feo/2 %	Al/Si	Si in allophane %	allophane %	ferrihydrite %
A1	0,04	0,02	0,00	0,41	0,30	0,16	99,54	0,11	0,56	2,34	11,47	1,42	0,51
A2	0,06	0,04	0,06	0,43	0,32	0,18	99,67	0,15	0,60	2,19	12,23	1,44	0,55
B1	0,06	0,04	0,08	0,50	0,28	0,21	99,60	0,11	0,64	2,26	11,89	1,73	0,48
B2	0,04	0,03	0,07	0,48	0,28	0,17	99,59	0,09	0,62	2,71	9,55	1,77	0,48
Ab	0,07	0,03	0,08	0,80	0,34	0,34	99,68	0,09	0,97	2,23	12,02	2,84	0,57

Caso Studio Campi Flegrei 2

Discussione dei risultati

Il profilo dei Campi Flegrei², situato sul versante con esposizione S-SE, è profondo (110 cm) ed è caratterizzato da orizzonti con colore da bruno scuro (10 YR), in superficie a bruno olivastro (2.5Y) fino ad una profondità di 70 cm, per poi divenire bruno rossiccio fino ad una profondità di di 110 cm (2.5Y). L'orizzonte più profondo Ab (suolo antico) giace direttamente in contatto stratigrafico con il substrato calcareo.

Gli orizzonti superficiali A1 e A2 hanno un pH in acqua neutro, mentre gli orizzonti B1, B2 e Ab sono debolmente acidi. Il pH in cloruro di potassio (KCl) è più basso rispetto a quello in acqua di 2 unità di pH, ciò fa presumere la presenza di significative quantità di alluminio e H⁺ scambiabile; il pH in fluoruro di sodio (NaF) è di circa 2 unità di pH superiore al pH in acqua lungo tutto il profilo; ciò è un indicatore della presenza di alluminio libero nei suoli di origine vulcanica contenenti allofane ed imogolite; quando nel suolo è presente l'alluminio attivo, esso combinandosi con gli ioni fluoruro, libera ioni OH⁻ che provocano un innalzamento del pH nella soluzione.

La ritenzione fosfatica è compresa tra il 15.88% (orizzonte A1) e 24.59% (Orizzonte Ab) indicando la presenza di allofane e imogolite.

Il contenuto di sostanza organica è alto in superficie (87.99 g/Kg nell'orizzonte A) e decresce con la profondità raggiungendo un valore di 12.76 g/Kg nell'orizzonte B2 e diviene più alto nell'orizzonte sepolto Ab (22.50).

Le proprietà andiche, espresse dall'indice percentuale (Al+0.5 Fe %) in ossalato hanno valori compresi tra 0.56% (orizzonte A1) e 0.97% (Orizzonte Ab). Il contenuto di allofane e imogolite (minerali a basso ordine cristallino) varia tra 1.42 e 2.84 % rispettivamente nell'orizzonte A1 e Ab.

Tutti gli orizzonti sono umidi.

Capitolo 4: Schede pedologiche



San Felice a Cancelli 1

Periodo marzo 2006

Località: Severa A valle (Caserta)
Regione: Campania
Longitudine: 454965
Latitudine: 4539253
Quota: 325 m s.l.m.
Pendenza: 48%
Esposizione: N
NDVI: 0.60
Morfologia: versante
Uso del suolo: ginestre

San Felice a Cancelli 1 Il sito è ubicato a 325 m.s.l.m, su un versante montuoso moderatamente acclive, il substrato è costituito da rocce carbonatiche, l'uso del suolo è incolto con ginestre.

Il suolo è un ... molto profondo, granuloso sabbioso, non calcareo. L'orizzonte superficiale è bruno grigiastro molto scuro, scheletro assente, debolmente subalcalini, andicità molto sviluppata.

Gli orizzonti profondi sono bruno giallognolo scuro, scheletro in media molto abbondante, subalcalini; lieve andicità

A 0 - 7

Umido; colore bruno grigiastro molto scuro (10YR 3/2); scheletro assente; limite abrupto e ondulato; quantità e dimensioni radici: poche e fini (1 - 2 mm)

AB 7 - 20

Umido; colore bruno scuro (10YR 3/3); scheletro scarso e piccolo (6 mm - 2 cm); limite abrupto e lineare quantità e dimensioni radici: poche e fini (1 - 2 mm)

Bw 20 - 55

Umido; colore bruno giallognolo scuro (10YR 3/4); scheletro molto abbondante e molto piccolo (2 - 6 mm); limite chiaro e discontinuo; quantità e dimensioni radici: poche e fini (1 - 2 mm)

BC1 55 - 65

Umido; colore bruno giallognolo scuro (10YR 3/4); scheletro molto abbondante e piccolo (6 mm - 2 cm); limite chiaro ondulato; quantità e dimensioni radici: poche e fini (1 - 2 mm)

BC2 65 - 82

Umido; colore bruno giallognolo scuro (10YR 3/4); scheletro molto abbondante e piccolo (6 mm - 2 cm); limite chiaro ondulato; quantità e dimensioni radici: poche e fini (1 - 2 mm)

C1 82 - 90

Umido; colore bruno giallognolo scuro (10YR 3/4); scheletro scarso e piccolo (6 mm - 2 cm); limite abrupto ondulato; quantità e dimensioni radici: molte e medie (2 - 5 mm)

C2 90 - 105

Umido; colore bruno rossiccio (2.5YR 4/4); scheletro molto abbondante e piccolo (6 mm - 2 cm); limite chiaro e lineare;

2Bw1 105 - 180

Bagnato; colore bruno giallognolo scuro (10YR 3/6); scheletro abbondante e piccolo (6 mm - 2 cm); limite chiaro e lineare;

2Bw2 180 - 190

Umido; colore bruno giallognolo scuro (10YR 4/6); scheletro scarso; limite abrupto e lineare;

R 190 - 200+



Capitolo 4: Schede pedologiche

San Felice a Canello 1						ritenz. in P %	CSC cmol*kg-1	Na cmol*kg-1	K cmol*kg-1	Ca cmol*kg-1	Mg cmol*kg-1	Al di scambio (cmol*kg- 1)	Acidità di scambio (cmol*kg- 1)
	C org g/kg	pH_H2O	pH_KCl	pH_NaF									
A	28,15	7,63	6,5	10,3	58,17	21,80	0,496	3,296	15,499	2,426	0	0,08	
AB	15,27	7,61	6,23	10,25	49,85	16,00	0,712	3,000	10,309	1,904	0,39	0,079	
Bw	4,13	7,93	5,86	9,63	22,29	13,16	0,489	3,533	7,748	1,315	0	0,08	
BC1	6,52	7,17	5,36	9,56	4,00	11,50	0,990	3,202	6,526	0,705	0	0,079	
BC2	3,97	7,37	5,32	9,32	8,19	10,03	0,609	2,735	5,783	0,823	0,02	0,079	
C1	2,07	7,33	5,3	9,81	18,11	6,81	0,503	2,263	3,354	0,607	0	0,079	
C2	9,7	7,55	5,41	9,02	12,22	11,81	0,640	3,347	6,245	1,499	0	0,079	
2Bw1	3,18	8,21	5,59	9,33	27,05	28,76	1,398	5,035	19,649	2,600	0	0,079	
2Bw2	2,23	8,29	6,21	9,35	20,41	27,30	1,562	5,770	18,416	1,477	0	0,079	

San Felice a Canello 1							Saturaz. in basi %	Alp/Alo	Alo+Feo/2 %	Al/Si	Si in allophane %	allophane %	ferrihydrite %
	Alp %	Fep %	Sip %	Alo %	Feo %	Sio %							
A	0,11	0,03	0,08	1,48	0,79	0,86	99,63	0,07	1,87	1,66	14,92	5,73	1,34
AB	0,08	0,03	0,08	1,11	0,41	0,57	99,51	0,07	1,31	1,90	13,73	4,13	0,70
Bw	0,03	0,02	0,11	0,43	0,22	0,15	99,39	0,06	0,53	2,77	9,26	1,62	0,37
BC1	0,02	0,01	0,11	0,43	0,18	0,14	99,31	0,04	0,52	3,04	7,89	1,78	0,31
BC2	0,03	0,02	0,10	0,21	0,12	0,07	99,21	0,14	0,27	2,64	9,96	0,70	0,20
C1	0,04	0,03	0,16	0,07	0,08	0,02	98,84	0,50	0,11	1,65	15,00	0,15	0,13
C2	0,02	0,01	0,09	0,10	0,08	0,03	99,33	0,17	0,14	2,65	9,89	0,33	0,13
2Bw1	0,02	0,01	0,17	0,58	0,17	0,17	99,73	0,03	0,66	3,54	5,35	3,09	0,29
2Bw2	0,02	0,01	0,17	0,85	0,26	0,15	99,71	0,03	0,98	5,58	0	0	0,43

Caso Studio San Felice a Cancellio 1

Discussione dei risultati

Il profilo di San Felice a Cancellio1 situato sul versante con esposizione N, è molto profondo (circa 200cm).

È caratterizzato da orizzonti con colore bruno grigiastro molto scuro in superficie (10YR) che diviene leggermente più giallognolo fino ad una profondità di 90 cm e più rossiccio tra i 90 e i 105 cm (2.5YR), per poi divenire bruno giallognolo scuro fino a 190cm (Orizzonte 2Bw2). Il profilo mostra due sequenze di suoli, uno recente (orizzonti A, AB, BC1, BC2, C1, C2) e uno sepolto (orizzonte 2Ab, 2Bw1, 2Bw2) che giace in continuità stratigrafica sul substrato carbonatico. I due suoli sono separati da due strati di pomici (orizzonte C1 e C2).

Nel suolo recente il pH in acqua è neutro nell'orizzonte BC1 e diviene moderatamente alcalino nell'orizzonte Bw. Nel suolo sepolto è moderatamente alcalino. Il pH in cloruro di potassio (KCl) è più basso rispetto a quello in acqua di circa 1 unità (suolo recente) e di circa 2 unità di pH nel suolo sepolto, ciò fa presumere la presenza di alluminio e H⁺ scambiabile; il pH in fluoruro di sodio (NaF) è di circa 2-3 unità di pH superiore a quello in acqua lungo tutto il profilo di suolo recente; in quello sepolto la differenza con il pH in acqua è di una sola unità. Ciò è un indicatore della presenza di alluminio libero nei suoli di origine vulcanica contenenti allofane ed imogolite più spinta nel suolo recente che in quello sepolto; quando nel suolo è presente l'alluminio attivo, esso combinandosi con gli ioni fluoruro, libera ioni OH⁻ che provocano un innalzamento del pH nella soluzione.

La ritenzione fosfatica è compresa tra il 58.17% (orizzonte A) e il 4% (Orizzonte BC1) nell'orizzonte recente ed è mediamente pari al 25 % nel suolo sepolto indicando la presenza di allofane e imogolite.

Il contenuto di sostanza organica è alto in superficie (48.53 g/Kg nell'orizzonte A) e decresce con la profondità raggiungendo valori di 3.57 g/Kg nell'orizzonte C1, con una ripresa nell'orizzonte C2/2Ab in cui la percentuale è pari a 16.72. La tessitura è sabbiosa. La sostanza organica è molto bassa nei suoli sepolti (2Bw1 e 2Bw2) mediamente pari a 3.5 g/Kg e la tessitura è sabbioso-franca.

Le proprietà andiche, espresse dall'indice percentuale (Al+0.5 Fe %) in ossalato sono valori compresi tra 0.11% (orizzonte C1) e 1.87% (orizzonte A) nel suolo recente e in media 0.8% nel suolo antico. Il contenuto di allofane e imogolite (minerali a basso ordine cristallino) varia tra 0.15 nell'orizzonte C1 e il 5.73 % nell'orizzonte A ed è 3.09% in 2Bw1 (orizzonte suolo sepolto) .

Tutti gli orizzonti sono umidi tranne l'orizzonte sepolto 2Bw1 che è bagnato

Capitolo 4: Schede pedologiche



San Felice a Canello2 Il sito è ubicato a 380 m.s.l.m, su un versante montuoso lievemente acclive, il substrato è costituito da rocce carbonatiche, l'uso del suolo terrazzo non coltivato con trifogli.

Il suolo è un... poco profondo, granuloso sabbioso, non calcareo. L'orizzonte superficiale è bruno scuro, scheletro in media scarso, debolmente subalcalini, lieve acidità

Gli orizzonti profondi sono bruno giallognolo scuro, scheletro assente, subalcalini ; acidità molto sviluppata

San Felice a Canello 2

Periodo marzo 2006

Località: Severa A valle(Caserta)
Regione: Campania
Longitudine: 455355
Latitudine: 4539336
Quota: 380 m s.l.m.
Pendenza: 20%
Esposizione: S
NDVI: 0.60
Morfologia: versante
Uso del suolo: trifoglio

A1 0 - 6

Umido; colore bruno scuro (10YR 2/1); scheletro scarso, subarrotondato e molto piccolo (2 - 6 mm); limite chiaro e ondulato; quantità e dimensioni radici: comuni e fini (1 - 2 mm)

A2 6 - 47

Umido; colore bruno scuro (10YR 3/3); scheletro scarso, subangolare e molto piccolo (2 - 6 mm); limite chiaro e ondulato; quantità e dimensioni radici: comuni e fini (1 - 2 mm)

Bw 47 - 60

Umido; colore bruno giallognolo scuro (10YR 4/4); scheletro assente; limite chiaro e ondulato.

R 60 - 70+



Caso Studio San felice a Canello 2

Discussione dei risultati

Il profilo di San Felice a Canello2 situato sul versante con esposizione S, è moderatamente profondo (circa 60cm).

È caratterizzato da orizzonti con colore bruno scuro in superficie (10YR) che diviene leggermente più giallognolo fino ad una profondità di 50 cm (Orizzonte Bw) e giace in continuità stratigrafica sul substrato carbonatico.

Nel suolo il pH in acqua è neutro nell'orizzonte A1, moderatamente alcalino nell'orizzonte A2 e Bw. Il pH in cloruro di potassio (KCl) è più basso rispetto a quello in acqua di circa 1 unità di pH, ciò fa presumere la presenza di alluminio scambiabile e H⁺; il pH in fluoruro di sodio (NaF) è di circa 2-3 unità di pH superiore a quello in acqua. Ciò è un indicatore della presenza di alluminio libero nei suoli di origine vulcanica contenenti allofane ed imogolite più spinta nel suolo recente che in quello sepolto; quando nel suolo è presente l'alluminio attivo, esso combinandosi con gli ioni fluoruro, libera ioni OH⁻ che provocano un innalzamento del pH nella soluzione.

La ritenzione fosfatica è compresa tra 39.98% (orizzonte A1) e il 54.70% (Orizzonte Bw) indicando la presenza di allofane e imogolite.

Il contenuto di sostanza organica è alto in superficie (105.27 g/Kg nell'orizzonte A) e decresce con la profondità raggiungendo valori di 19.74 g/Kg nell'orizzonte Bw g/Kg.

Le proprietà andiche, espresse dall'indice percentuale (Al+0.5 Fe %) in ossalato sono valori compresi tra 1.17% (orizzonte A1) e 1.65% (orizzonte Bw).

Il contenuto di allofane e imogolite (minerali a basso ordine cristallino) varia tra 3.28 nell'orizzonte A1 e il 5.51 % nell'orizzonte Bw.

Tutti gli orizzonti sono umidi.

Capitolo 4: Schede pedologiche

Di seguito riportiamo le schede e le discussioni dei risultati di Quindici e Sarno con esposizione Nord (Terribile et al., 2002a, 2002b)

Profilo Quindici NORD

Classificazione (USDA, 1998): Humic Udivitrand, ashy, mesic

Data di rilevamento: 12-06-1998

Comune: Quindici

Località: Pizzo D'Alvano

Fisiografia: versante

Pendenza: 140%

Esposizione: 225° N

Quota: 850 m s.l.m.

Rocciosità: assente

Drenaggio interno: ben drenato

Parent Material: ceneri e pomici vulcaniche.

Uso del suolo: ceduo di latifoglie caducifoglie

Descrizione del profilo

Ciclo(*)	Orizzonte	Profondità (cm)	Descrizione
(I)	A	0-10	umido; bruno molto scuro (10YR3/2); scarse (<5%) pomici angolari non alterate del tipo dimensionale della ghiaia fine (2-5 mm); struttura granulare media debolmente sviluppata; molte (25-200) radici molto fini (<1 mm) e poche (1-10) radici molto grossolane (>10 mm); effervescenza nulla; limite inferiore abrupto ondulato;
(I)	Bw	10-25	umido; bruno scuro (10YR3/3); scarse (<5%) pomici angolari non alterate del tipo dimensionale della ghiaia fine (2-5 mm); struttura granulare media, debolmente sviluppata e struttura secondaria poliedrica subangolare media, debolmente sviluppata; radici comuni (10-25) molto fini (<1 mm) effervescenza nulla; limite inferiore chiaro ondulato;
(II)	Ab	25-30	umido; bruno grigiastro molto scuro (10YR 3/2); scarse (<5%) pomici angolari non alterate del tipo dimensionale della ghiaia fine (2-5 mm); struttura poliedrica subangolare media debolmente sviluppata; poche (1-10) radici molto fini (<1 mm) e poche (1-10) radici fini (1-2 mm); attività biologica comune da anellidi; effervescenza nulla; limite inferiore chiaro ondulato;
(II)	Bwb1	30-80	umido; bruno scuro (10YR3/3); scarse (<5%) pomici irregolari non alterate del tipo dimensionale della ghiaia fine (2-5 mm) e scarse (<5%) pomici angolari non alterate del tipo dimensionale della ghiaia media (5-20 mm); struttura poliedrica subangolare grande debolmente sviluppata; poche (1-10) radici molto fini (<1 mm) e poche radici (1-10) molto grossolane (>10 mm); effervescenza nulla; limite inferiore graduale lineare;
(II)	Bwb2 P.S. (**)	80-100	umido; bruno giallastro scuro (10YR4/4); scarse (<5%) pomici angolari non alterate del tipo dimensionale della ghiaia media (5-20 mm); struttura poliedrica subangolare grande debolmente sviluppata e struttura secondaria poliedrica subangolare media debolmente sviluppata; poche (1-10) radici fini (1-2 mm); effervescenza nulla; limite inferiore chiaro ondulato;
(III)	Bwb3 P.S. (**)	100-115	umido; bruno giallastro (10YR5/4); scarse (<5%) pomici irregolari non alterate del tipo dimensionale della ghiaia fine (2-5 mm) e scarse (<5%) pomici angolari non alterate del tipo dimensionale della ghiaia media (5-20 mm); struttura poliedrica subangolare grande debolmente sviluppata; poche (1-10) radici molto grossolane (>10 mm); effervescenza nulla; limite inferiore abrupto discontinuo;
(III)	Cb	115-140	umido; bruno oliva (2.5Y4/3); scarse (<5%) pomici angolari non alterate del tipo dimensionale della ghiaia fine (2-5 mm) e scarse (<5%) pomici

Capitolo 4: Schede pedologiche

angolari non alterate del tipo dimensionale della ghiaia media (5-20 mm); struttura incoerente; poche (1-10) radici molto grossolane (>10 mm); effervescenza nulla; limite inferiore abrupto discontinuo;

(IV) **2Bwb4** 140-185

umido; bruno scuro giallastro (10YR4/4); scarse (<5%) pomici angolari alterate del tipo dimensionale della ghiaia fine (2-5 mm) e scarse (<5%) pomici angolari alterate del tipo dimensionale della ghiaia media (5-20 mm); struttura prismatica media debolmente sviluppata e struttura secondaria poliedrica subangolare molto grande debolmente sviluppata; poche (1-10) radici molto grossolane (>10 mm); effervescenza nulla; limite inferiore graduale lineare;

(IV) **2Bwb5** 185-240+

umido; bruno scuro giallastro (10YR3/4); scarse (<5%) pomici angolari alterate del tipo dimensionale della ghiaia fine (2-5 mm) e scarse (<5%) pomici angolari alterate del tipo dimensionale della ghiaia media (5-20 mm); struttura prismatica media debolmente sviluppata e struttura secondaria poliedrica subangolare molto grande debolmente sviluppata; effervescenza nulla; limite inferiore sconosciuto.

Abbrev: (*) Ciclo pedogenetico; P.S. (**) Piano di slittamento

Analisi chimiche

Profilo	orizzonte	pH in H ₂ O	pH in KCl	Sostanza organica (g/kg)	Al (ox) + 0,5 Fe(ox) (%)
Quindici nord	A	6.80		69,82	2,20
Quindici nord	Bw	7.3	25.2	25,17	3,10
Quindici nord	Ab				
Quindici nord	Bwb1	7.2	26.4	26,38	3,08
Quindici nord	Bwb2	7.4	13.8	13,79	1,67
Quindici nord	Bwb3	7.5			0,00
Quindici nord	Cb	7.4	8.5	8,45	3,17
Quindici nord	2Bwb4	7.4	17.4	17,41	3,41
Quindici nord	2Bwb5	6.8	16.7	16,72	2,59

Il caso studio di Quindici Nord

Il profilo di suolo di Quindici, esposizione Nord contiene 3 suoli sovrapposti ed è molto profondo. La tessitura degli orizzonti superficiali è sabbioso argillosa, mentre negli orizzonti più profondi la percentuale di argilla aumenta. Gli orizzonti sepolti (Bwb4 e Bwb5) infatti hanno le dimensioni delle particelle più fini rispetto ai relativi orizzonti superficiali. La sostanza organica è moderatamente alta in superficie (60.3 g/kg) e decresce in modo irregolare con la profondità. Le proprietà andiche sono molto ben sviluppate e aumentano con la profondità passando da 2.8 a 3.0 %, come anche il contenuto in allofane e imogolite (11% in profondità e 5.9% in superficie)

L'orizzonte Cb ha un colore bruno-giallognolo e una tipica morfologia di un orizzonte di alterazione, come dimostra l'elevata percentuale di allofane (11%), denotando una inaspettata marcata pedogenesi

Capitolo 4: Schede pedologiche

Profilo Sarno NORD

Classificazione:

Soil Taxonomy (1998): Humic Udivitrand, ashy over pumiceous, mesic

Data di rilevamento: 13-06-1998

Comune: Sarno

Località: Pizzo D'Alvano

Fisiografia: versante

Pendenza: 90%

Esposizione: 225° N

Quota: 885 m s.l.m.

Rocciosità: assente

Parent Material: ceneri e pomici vulcaniche.

Drenaggio interno: ben drenato

Uso del suolo: ceduo di latifoglie caducifoglie

Descrizione del profilo

Ciclo(*)	Orizzonte	Profondità (cm)	Descrizione
(I)	A	0-20	umido; grigio molto scuro (10YR3/1); comuni (5-15 %) pomici subarrotondate del tipo dimensionale della ghiaia fine (2-5 mm); struttura granulare media debolmente sviluppata; molte (25-200) radici molto fini (<1 mm) e molte (25-200) radici medie (3-5 mm); effervescenza nulla; limite inferiore abrupto ondulato;
(I)	Bw	20-38	umido; bruno (10YR4/3); comuni (5-15 %) pomici subarrotondate del tipo dimensionale della ghiaia fine (2-5 mm); struttura poliedrica subangolare media debolmente sviluppata; comuni (10-25) radici molto fini (<1 mm); effervescenza nulla; limite inferiore graduale lineare;
(I)	BC	38-71	umido; grigio scuro (2.5Y4/2); scarse (<5%) pomici subarrotondate del tipo dimensionale della ghiaia fine (2-5 mm); struttura poliedrica subangolare grande debolmente sviluppata; poche (1-10) radici molto fini (<1 mm) e poche (1-10) radici fini (1-2 mm); effervescenza nulla; limite inferiore abrupto ondulato;
(I)	C	71-100	umido; pomici giallo pallide (5Y7/3); con struttura incoerente; poche (1-10) radici molto fini (<1 mm) e poche (1-10) radici grossolane (6-10 mm); effervescenza nulla; limite inferiore abrupto lineare;
(II)	2A/Bwb P.S. (**)	100-140	umido; bruno giallastro scuro (10YR3/4); comuni (5-15 %) pomici subarrotondate del tipo dimensionale della ghiaia fine (2-5 mm); struttura poliedrica subangolare grande debolmente sviluppata; poche (1-10) radici fini (1-2 mm) e poche (1-10) radici medie (3-5 mm); effervescenza nulla; limite inferiore abrupto ondulato;
(II)	2Bw/Cb P.S. (**)	140-150	umido; bruno oliva (2.5Y4/4); struttura poliedrica subangolare media debolmente sviluppata; poche (1-10) radici molto fini (<1 mm) e poche (1-10) radici medie (3-5 mm); limite inferiore abrupto lineare;
(II)	2Cb	150-200+	umido; bruno oliva chiaro (2.5Y5/4); struttura poliedrica subangolare media debolmente sviluppata; poche (1-10) radici molto fini (<1 mm); limite inferiore sconosciuto.

Abbrev: (*) Ciclo pedogenetico; P.S. (**) Piano di slittament

Analisi chimiche

Profilo	orizzonte	pH in H ₂ O	Sostanza organica (g/kg)	Al (ox) + 0,5 Fe(ox) (%)
Sarno	A	7.3	169.8	5.0
Sarno	Bw	7.5	18.5	2.5
Sarno	BC		7.2	5.7
Sarno	C	7.50		
Sarno	2Ab/2Bwb		18.1	2.1
Sarno	2Bwb/2Cb			
Sarno	2Cb			

Il caso studio di Sarno

Il profilo di Sarno localizzato sul versante Sud-ovest è molto profondo (200 cm) ed è caratterizzato da suoli con colorebruno (10YR) in superficie e bruno –giallognolo in profondità (2.5Y). Il suolo recente (tra l'orizzonte BC e A) ricopre una sequenza di suoli dall'orizzonte Ab a Bwb. I due suoli sono separati da un orizzonte di tipo pomiceo. Il suolo superficiale ha un pH neutro, mentre quello antico è moderatamente alcalino. La tessitura dell'intero profilo è essenzialmente sabbiosa. La sostanza organica è alta nell'orizzonte A di superficie (169.8 g/kg), ma decresce con la profondità fino ad un valore di 7.2 g/kg nell'orizzonte BC. Nei suoli più profondi (orizzonti Ab/Bwb) la sostanza organica misurata è di 18.1 g/kg. Le proprietà andiche sono molto ben sviluppate nei suoli recenti (Al+0.5Fe in ossalato) ed è pari al 4.7%. Il contenuto in allofane ed imogolite è tra 8.1 e 21.1%; le proprietà andiche sono moderatamente sviluppate nei suoli sepolti (2.1%) con un valore di allofane ed imogolite pari a 7

4.2.2 Il suolo

Il profilo di suolo registra le dinamiche dei versanti e congela, come nel nostro caso il susseguirsi di vari cicli eruttivi relativi al complesso vulcanico Vesuvio - Campi Flegrei - Ischia. I suoli da noi esaminati sono il risultato della pedogenesi di materiale vulcanico sia da flusso (surge e flussi in s.s. di natura essenzialmente cineritica) che da fall ovvero da caduta, come gli strati di pomici e scorie riscontrati lungo il profilo (Sigurdsson et al., 1985). L'alternanza e la ripresa continua nel tempo di eruzioni vulcaniche ha prodotto un profilo di suolo in cui sono visibili più cicli pedogenetici sovrapposti. Infatti si osservano ad esempio gli orizzonti A, BC, C (Primo Ciclo), su orizzonti A, B, C (Secondo Ciclo), in continuità stratigrafica. In alcuni profili (Monte Pendolo, Quindici, San felice a Canello) è assente l'orizzonte A sepolto, corrispondente all'inizio di un ciclo pedogenetico antico e ciò è riconducibile ad un fenomeno di erosione causato nella maggior parte dei casi da eventi meteorici o in casi particolari per la messa in posto repentina (anche 250-300 km/h) del successivo deposito da flusso o surge in grado di erodere per la sua potenza, l'orizzonte A del piano campagna. In condizioni di equilibrio del versante, ovvero senza fenomeni di alterazione e deposizione di materiale colluviale (caso ideale), si osservano e si distinguono bene i vari orizzonti dei suoli da quello A superficiale, al B di alterazione fino al C non alterato.

Tutti i suoli esaminati, hanno proprietà molto simili, importanti per l'innescò di colate rapide.

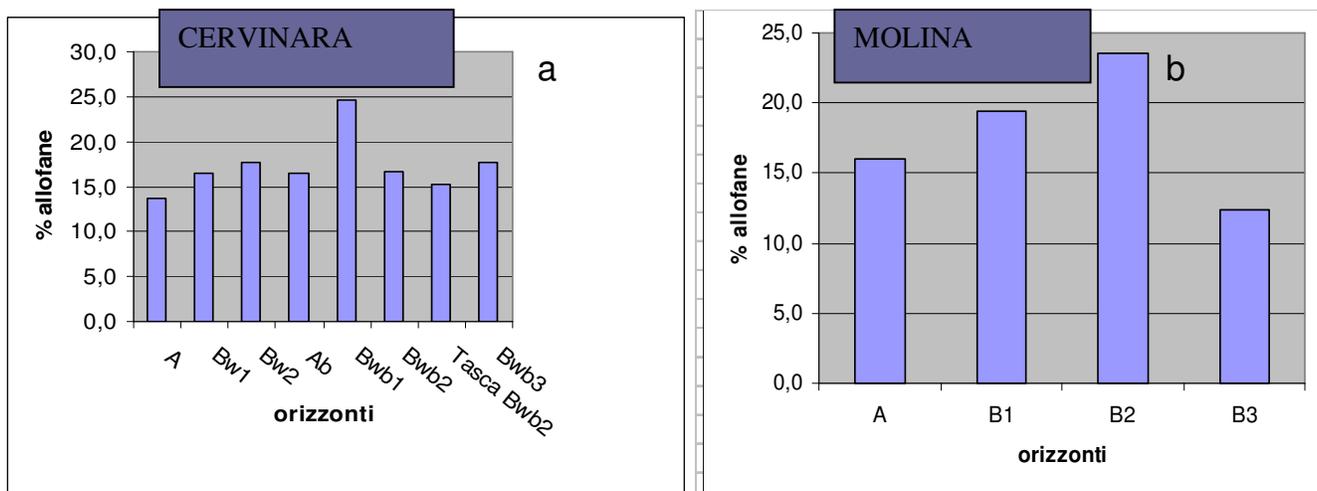
I suoli secondo la Soil Taxonomy, sono classificati come Andisuoli, in particolare sono Hapludand e Udivitrand (USDA, 1998); sono suoli forestali con una grande variabilità spaziale e temporale, ricchi in minerali alterabili e caratterizzati da un'alta fertilità chimica, fisica e biologica con una presenza notevole di radici alla profondità di 80-120 cm nel profilo.

Lo spessore dei suoli è mediamente tra i 170 e i 240 cm; la morfologia è come detto, complessa a causa dei successivi cicli pedogenetici (suoli sepolti); in particolare, è nei suoli più profondi e antichi che si crea il piano di scivolamento delle frane (Basile et al., 2003). Sono frequenti, alternanze di orizzonti allofanici, scheletrici, vitrici che conferiscono caratteristiche chimiche e fisiche diverse lungo l'intero spessore di suolo. I profili hanno come detto, sia orizzonti di suolo sepolti che quelli formati recentemente; i primi, generalmente più profondi, hanno caratteristiche particolari: lo spessore ridotto, un contenuto maggiore in limo, un più basso contenuto di sabbia, forte alterazione; più alta ritenzione in acqua, più bassa conducibilità idraulica e bassa densità apparente. Le

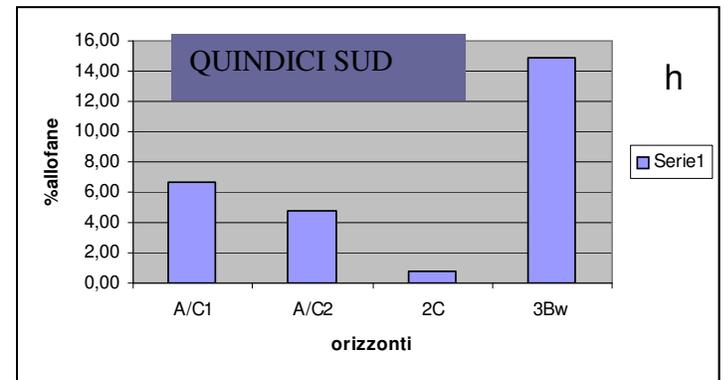
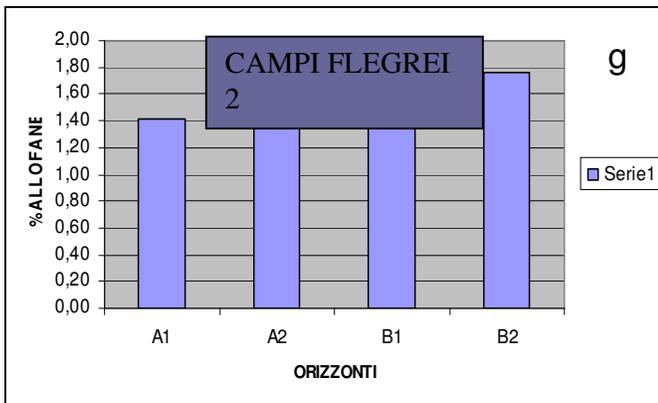
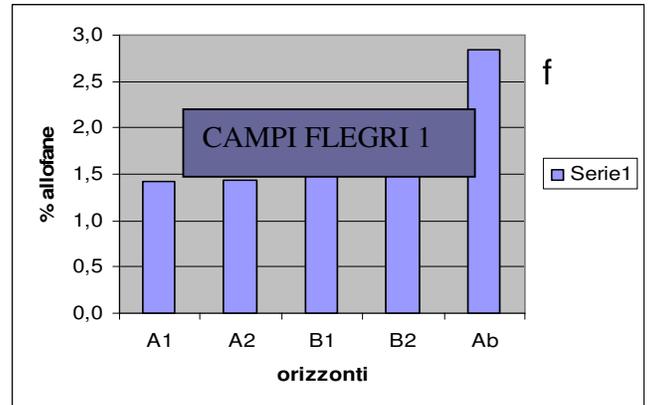
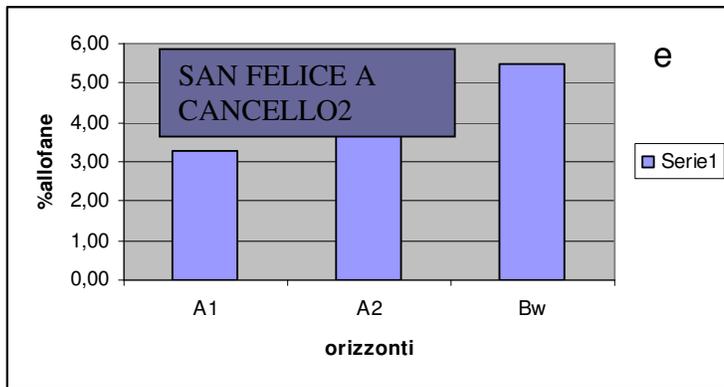
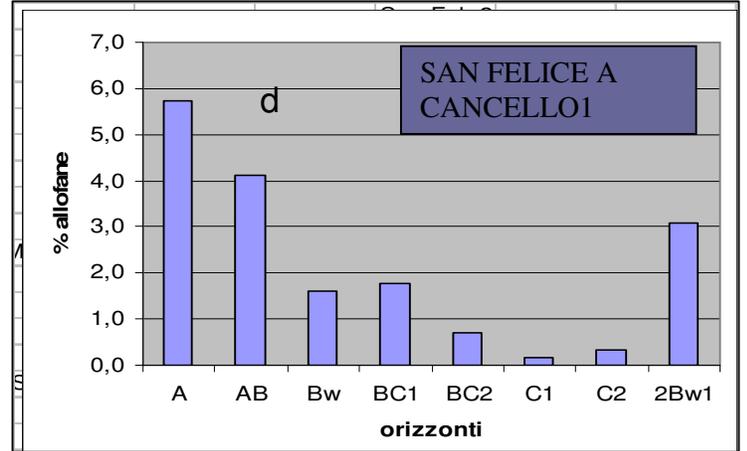
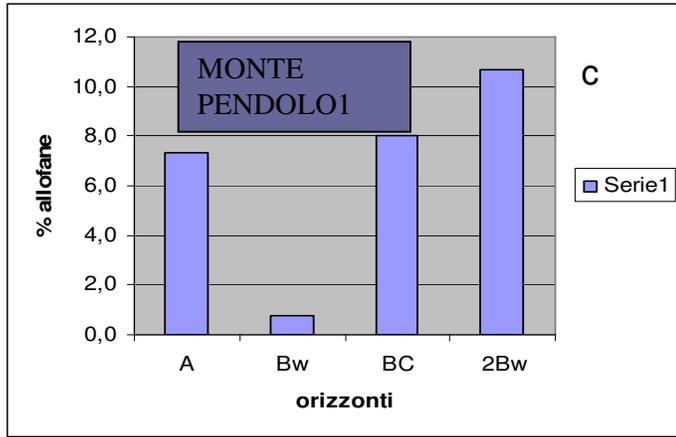
proprietà andiche, sono ben sviluppate in tutti gli orizzonti, tranne per l'orizzonte C. Gli Andosuoli campani hanno proprietà andiche molto sviluppate se confrontate con gli andosuoli in Italia, e possono definirsi moderate, comparandole con quelle presenti in ambienti tropicali.

Gli orizzonti Bw (w, indice che indica un orizzonte alterato) mostrano marcate proprietà andiche rispetto agli altri strati, espresse dalla presenza di minerali a basso ordine cristallino (allofane e imogolite). Dalla **Fig. 4.8 (a-l)** si nota come variano nei diversi siti studiati le percentuali di allofane e imogolite con la profondità; la peculiarità è che tali orizzonti se sottoposti ad una pressione meccanica rilasciano acqua velocemente, ciò contribuisce certamente all'innesco e propagazione delle colate veloci (proprietà tixotropiche). Ovviamente quanto più un suolo è profondo, più sarà sottoposto al peso degli strati superiori che per la proprietà di trattenere acqua, provocheranno forti pressioni su quelli sottostanti; come detto tali strati, hanno la caratteristica di liquefarsi e divenire dei veri e propri piani di scivolamento che diverranno di discontinuità con il substrato. In definitiva le condizioni favorevoli all'innesco sono: il peso dovuto all'acqua trattenuta negli strati di suolo; superfici di discontinuità nel suolo; alta potenzialità del suolo a liquefarsi. Ovviamente se a tali condizioni intrinseche del suolo si aggiungono problemi di altra natura, come l'apertura di strade, che interrompono la continuità della copertura di suolo (Basile et al., 2003), e l'erosione degli orizzonti superficiali fino all'esposizione dell'orizzonte Bw, si creano le condizioni favorevoli all'instabilità dell'intero ecosistema. Ricordiamo infatti che tale orizzonte è più vulnerabile all'erosione per la poca sviluppata struttura del suolo e per la sua alta capacità di ritenere acqua.

Fig. 4.8 a-l Relazione la la percentuale di allofane e imogolite con la profondità per alcuni dei siti studiati



Capitolo 4: Schede pedologiche



4.3 Analisi Integrate del sistema Suolo-Paesaggio

Relazionando i parametri morfologici e pedologici, come mostrano la **Fig. 4.9** (NDVI-QUOTA) e la **Fig. 4.10** (pH NaF- QUOTA), emerge che esiste una moderata dipendenza lineare tra l'NDVI e la quota, ma alcuna relazione tra quest'ultima e le proprietà andiche (pH in fluoruro di Sodio pesata per profilo). Una simile relazione esiste tra quota e sostanza organica (**Fig. 4.11**). I risultati suggeriscono, che a differenza di altre aree vulcaniche come le Isole Canarie, le isole Hawaii, lo sviluppo delle proprietà andiche in Campania non sono associate tanto alle variazioni di quota ma piuttosto all'esposizione del versante, alla distribuzione dei depositi delle ceneri da caduta delle eruzioni vulcaniche, al tempo di pedogenesi dei suoli, all'uso del suolo e alle sviluppate proprietà tixotropiche.

Fig. 4.9 NDVI-Quota

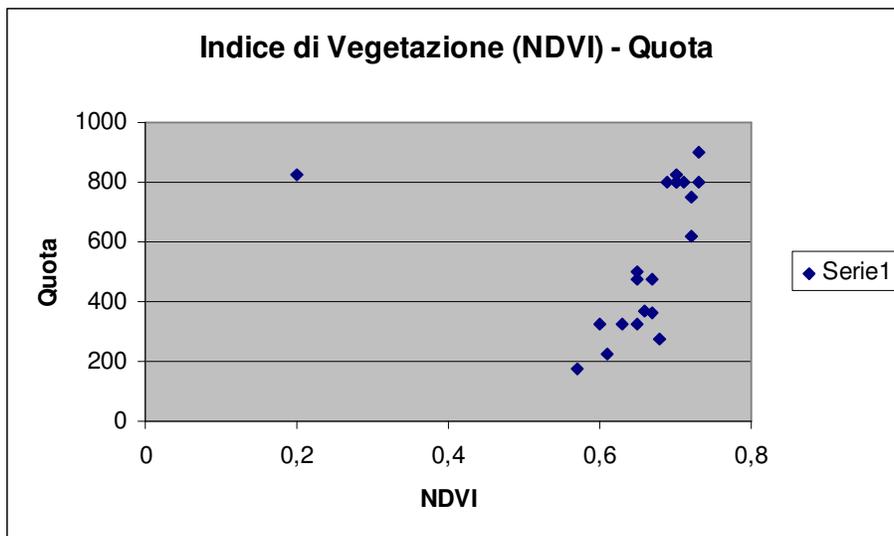


Fig. 4.10 pH in NaF-Quota

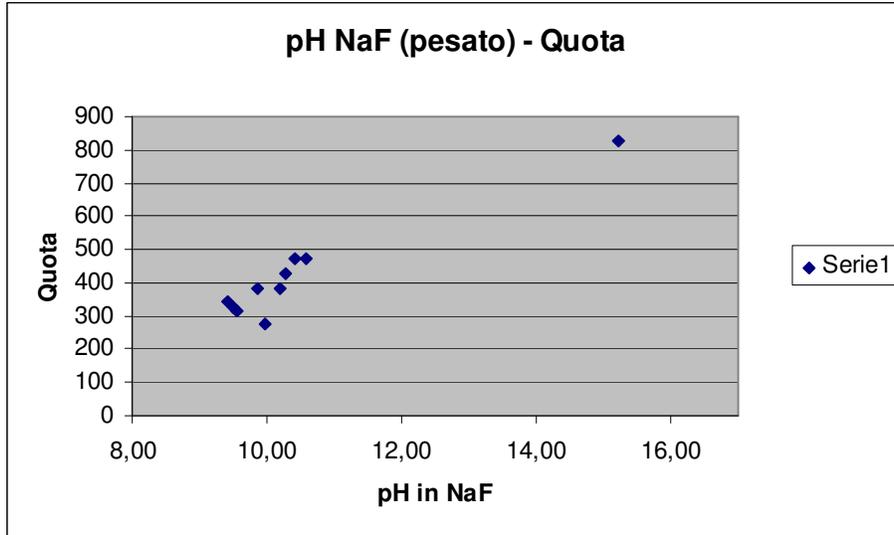
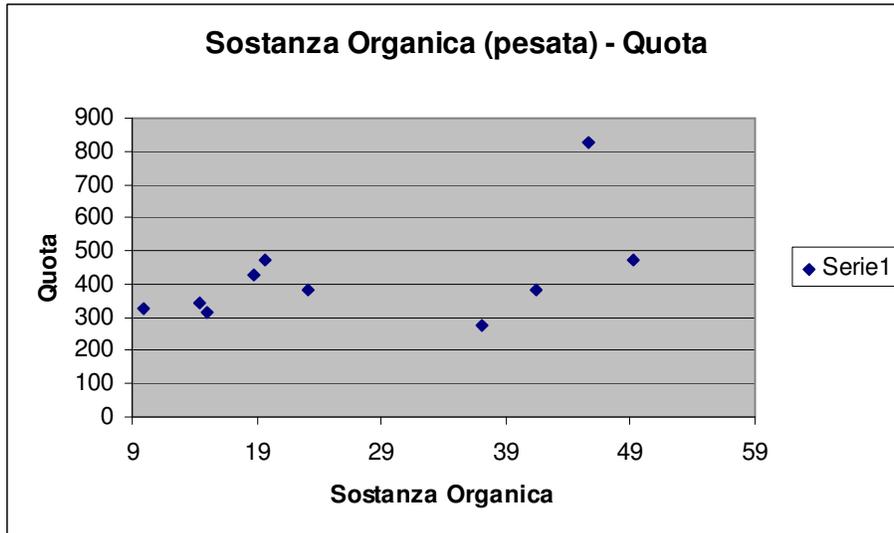


Fig. 4.11 Sostanza Organica-Quota



Per esaminare il ruolo dell'esposizione nel meccanismo di innesco, valutiamo le proprietà andiche in tutti i suoli. Mettiamo a confronto il pH in fluoruro di sodio, che ricordiamo dare una indicazione sulla presenza di allofane ed imogolite nel suolo, con le frane verificatesi

nel versante nord e nel versante sud. La differenza che si riscontra è piccola, approssimativamente di una unità di pH, ma consistente; per determinare con più accuratezza questa differenza, esaminiamo in dettaglio uno tra i casi studio, San Felice a Canello (**Fig. 4.12**).

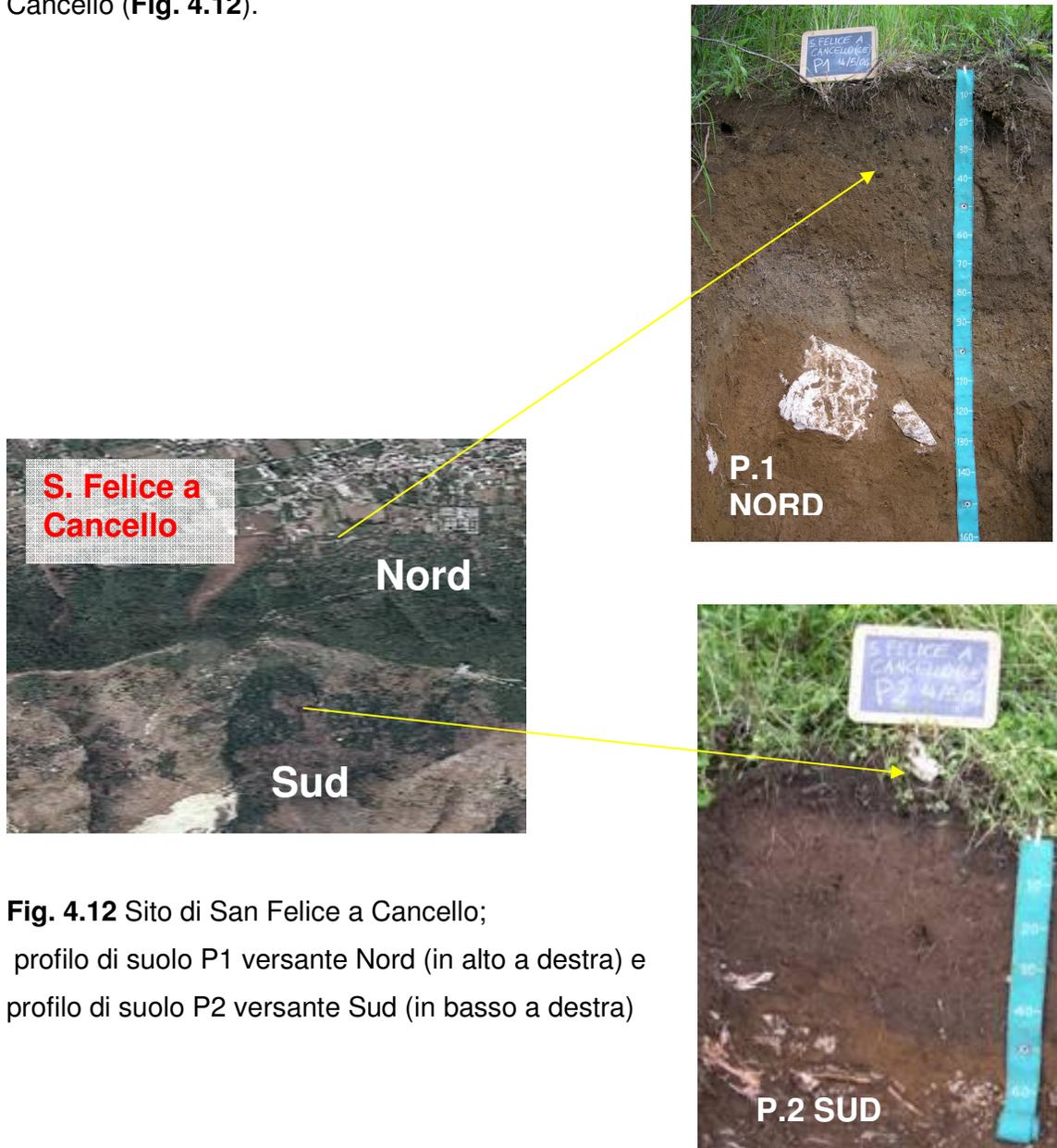


Fig. 4.12 Sito di San Felice a Canello; profilo di suolo P1 versante Nord (in alto a destra) e profilo di suolo P2 versante Sud (in basso a destra)

Questo caso studio è rappresentativo del tipico evento franoso catastrofico nel territorio campano; è caratterizzato da due diversi ecosistemi: castagneto sul versante esposto a nord, e suolo non coltivato sul versante sud. Tutte le caratteristiche del profilo di suolo studiato e il contesto geomorfologico sono nella scheda (San Felice a Canello 1-2). In dettaglio, confrontiamo i profili di suoli dei due diversi versanti: essi sono simili nel colore, nella tessitura, nella struttura del suolo (orizzonte Bwb1 e Bwb2 del versante nord e

Capitolo 4: Schede pedologiche

l'orizzonte Bw del versante sud); ciò che li differenzia è lo spessore del suolo che poggia sul rilievo carbonatico. Il suolo del versante nord è più profondo del versante sud. Questo suggerisce che la profondità del suolo sembra essere il fattore predisponente per l'innescò della frana, se associato alla spinta fertilità del suolo (come indicato dall'NDVI) e l'alta inclinazione del pendio. Ciò è confermato dalle simulazioni numeriche (Terribile et al., in stampa) che mostrano una più alta potenzialità di accumulo d'acqua e quindi un maggiore peso e pressione sugli strati profondi dei profili di suolo esposti a nord perchè più profondi. Se mettiamo a confronto tre siti, ovvero San Felice a Canello, Sarno e Campi Flegrei emerge che l'indice di tixotropia bilanciato sull'intero profilo, è di gran lunga più basso nei suoli presenti sulla Collina dei Camaldoli rispetto ai suoli di Sarno (**Fig. 4.13 a,b,c**).

SAN FELICE A CANCELLO

SARNO

CAMPI FLEGREI



(a)

(b)

(c)

Fig. 4.13 a,b,c :Indice di tixotropia profilo a (San Felice a Canello) :485

Indice di tixotropia profilo b (Sarno) :600

Indice di tixotropia profilo a (Campi Flegrei) :218

Tale osservazione è in buon accordo con la presenza di allofane lungo l'intero profilo dei tre siti in questione.

Capitolo 5

Conclusioni

Dall'insieme dei risultati emerge che molte colate rapide in Campania hanno coinvolto suoli sviluppatisi da materiale piroclastico da flusso e da caduta, proveniente dai centri eruttivi più vicini (Somma-Vesuvio e Campi Flegrei), che ha ricoperto i rilievi carbonatici appenninici. Le coperture pedologiche presenti nelle aree studiate sono costituite da Andosuoli, suoli molto fertili che ospitano ecosistemi di elevato pregio, dotati di proprietà morfologiche e funzionali (chimiche e fisiche) che li rendono estremamente sensibili all'innescò di processi di degradazione ambientale e di instabilità, quali i fenomeni franosi, se soggetti a modificazioni e sollecitazioni riferibili a cause naturali o antropiche. Tra gli elementi morfologici che rendono questi suoli suscettibili a franare, vi sono le discontinuità morfologiche tra orizzonti aventi caratteristiche morfologiche e fisiche contrastanti, quali il contatto tra un suolo sepolto ed un orizzonte pomiceo, rappresentano infatti piani di minore resistenza all'interno della copertura pedologica, sovente localizzati al di sotto dell'ordinaria profondità di radicazione delle comunità vegetali presenti. Alla discontinuità verticale si aggiunge anche la discontinuità laterale sia essa naturale o antropica.

Le cause di instabilità di questi suoli sono riconducibili alle loro peculiari proprietà chimiche e fisiche (proprietà andiche). In letteratura scientifica, la fragilità e la predisposizione al dissesto di questi suoli è nota. Gli Andosuoli presentano bassa capacità di adesione ai substrati (Yamanaka, 1963), bassa coesione interna (Maeda et al., 1977), alta suscettibilità alla liquefazione (Soil Survey Manual, 2004), alta ritenzione idrica ed alta conducibilità idraulica (Terribile et al., 2000). Pertanto, la presenza di questi suoli a copertura dei rilievi carbonatici è considerata importante fattore predisponente nelle dinamiche di dissesto, conferendo il carattere di sensibilità e fragilità agli ecosistemi forestali. Si consideri, ad esempio, che gli orizzonti più ricchi nelle componenti a basso ordine cristallino (allofane e imogolite) sono in grado di ritenere alla saturazione una quantità d'acqua in peso pari o superiore al peso dello stesso suolo secco. Ciò comporta un appesantimento notevole delle coperture pedologiche durante i periodi caratterizzati da elevata piovosità. Tali orizzonti sono dotati anche di proprietà tixotropiche, dovute alla presenza di allofane e imogolite, che attribuiscono al suolo la capacità di liberare repentinamente, a seguito di sollecitazioni meccaniche, parte dell'acqua ritenuta nei micropori. Senza dubbio queste proprietà sono tra le più rilevanti nel determinare l'evento franoso. Infatti, successivamente al distacco di una prima massa di suolo, l'impatto della

Capitolo 5: Conclusioni

massa con i suoli sottostanti genera sollecitazioni meccaniche in grado di indurre il repentino rilascio dell'acqua intrapedale. L'acqua così liberata concorre a favorire il processo di liquefazione dei suoli, innescando con un meccanismo a catena le fasi successive dell'evento (Terribile et al., 2000). I suoli delle frane di Sarno, Quindici, Cervinara, Molina, Monte Pendolo e San Felice a Canello hanno proprietà tixotropiche molto sviluppate e la tipologia con cui il fenomeno è avvenuto è quella della colata rapida di detrito molto rilevanti in termini di danni. I suoli delle frane dei Campi Flegrei hanno invece proprietà tixotropiche molto basse e tendono a franare con meccanismi del tipo scorrimenti rotazionali. Si ritiene quindi che esista una relazione importante tra proprietà tixotropiche e tipologia di frana prodotta. A San Felice a Canello i risultati dello studio condotto sui versanti nord e sud hanno evidenziato che i suoli del versante nord hanno una maggiore predisposizione a franare a causa del loro maggiore spessore che gli consente di ritenere una maggiore quantità di acqua.

Tutti i concetti sopra riportati risultano avere importanti implicazioni operative in sede di definizione di piani di corretta gestione degli ecosistemi forestali considerati.

BIBLIOGRAFIA

- Amadesi E., Vianello G., Bonfatti G., Pignone R. & Preti D. (1977) – Guida alla realizzazione di una carta della stabilità dei versanti. Regione Emilia Romagna. MB T6. Ed. Pitagora., Bologna, 72pp.
- Amato A., Cinque A. (1999) Erosional land surfaces of the Campano-Lucano Apennines (S. Italy): genesis evolution, and tectonic implications. *Tectonophysics*, Vol. 315, pag. 251-267
- Arnalds, O., 1990. Characterization and Erosion of Andisols in Iceland. PhD thesis, Texas A&M University, College Station, TX, USA.
- Arnalds O. and Stahr K. (2004) Volcanic soil resources: occurrence, development, and properties *Catena* Vol. 56 pp. 1 –2
- Augelli P.P.C., Cinque A., Merola D. (1996) Discriminazione cronologica di eventi deformativi fragili lungo il margine settentrionale dei Monti Lattari sulla base dei dati geologici e geomorfologici. *Il Quaternario*, Vol. 9 (1), pag. 319 – 324.
- Bascomb C.L. (1968) - Distribution of pyrophosphate-extractable iron and organic carbon in soils of various groups. *J. Soil Sci.* 19, 251-268
- Basile A., Mele G., Terribile F. (2003). Soil hydraulic behaviour of a selected benchmark soil involved in the landslide of Sarno 1998. *Geoderma* 117(3-4), pag. 331-346
- Bellucci F., Corniello A., de Riso R (1993) Geology and Hydrogeology of the Somma-Vesuvio Volcano (Southern Italy). *Memories of the XXIV Congress International Association of Hydrogeologists 28 June-2 July 1993 As (Oslo), Norway. Hydrogeology of Hard Rocks. I.A.H. Memories, Vol. 24, Part 1. Edited by Sheila and David Banks*
- Bertsch, P.M., Bloom, P.R., 1996. Aluminum. In: Sparks, D.L. (Ed.), *Methods of Soil Analysis: Part 3. Chemical Methods*. ASA and SSSA, Madison, WI, pp. 517– 550.
- Blakemore, L.C., P.L. Searle, and B.K. Daly. 1987. *Methods for chemical analysis of soils*. New Zealand Soil Bureau. Scientific Rep. 80. Dep. of Scientific and Industrial Research, Lower Hutt, New Zealand
- Bordiga O., (1914) Il nubifragio del 24 ottobre 1910 né suoi effetti sulle colture dell'isola di Ischia e della costiera amalfitana e la stima dei danni relativi, *Atti Ist. Incoraggiamento*, S. VI, Napoli.
- Bordiga O., (1924) Le frane dell'Amalfitano nel 1924: cause, effetti e rimedi, *Atti Ist. Incoraggiamento*, S. VI, Napoli.
- Bosi C. (1978). Considerazioni e proposte metodologiche sulla elaborazione di carte della stabilità. *Geol. Appl. e Idrogeol.*, Bari, 13, 246-281.

- Brancaccio L., Cinque A., 1992 L'evoluzione geomorfologica dell'Appennino campano – lucano, Mem. Soc. Geol. It., Vol. 41, Roma
- Brancaccio L., Cinque A., Romano P., Roskopf C., Russo F., Santangelo N., Santo A. (1995) L'evoluzione delle pianure costiere della Campania: geomorfologia e neotettonica, Mem. Soc. Geogr. It., Vol. LIII
- Budetta P., Calcaterra D. (1991) Caratteristiche di resistenza al taglio di discontinuità in ammassi carbonatici della penisola Sorrentina (Campania). Atti del 1°Convegno Nazionale dei Giovani Ricercatori in Geologia Applicata. Ricerca scientifica ed educazione permanente. Supplemento n. 93
- Budetta P., Calcaterra D., Crescenzi E., de Riso R., Parise M., Santo A. (1994) Fenomeni di instabilità nell'area compresa tra Pieraroia e Guardia Sanframondi (Campania). Estratto da Geologia Applicata e idrogeologia. Vol. 2
- Budetta P., Calcaterra D., De Luca C. (1997) Aspetti geologici e problematiche geologico-ambientali dell'area urbana occidentale di Salerno. Geologia delle grandi Aree Urbane. Progetto strategico CNR. Atti del Convegno
- Budetta P., Calcaterra D., de Riso R., Santo A. (1998) Deformazioni di versanti carbonatici e delle relative coperture piroclastiche in Penisola Sorrentina. Da Atti dei Convegni Lincei 154 Il rischio idrogeologico e la difesa del suolo
- Budetta P., Calcaterra D., Ducci D. (1991) Caratterizzazione geomeccanica di ammassi rocciosi carbonatici tra Castellammare di Stabia e Vico Equense (Penisola Sorrentina-Campania). Geologia tecnica, pag. 13-22
- Budetta P., Calcaterra D., Santo A. (1997) Fenomeni di instabilità e caratterizzazione geotecnica dell'Unità Sifilide del Cilento: l'abitato di Serre (Salerno). Quaderni di Geologia Applicata, Vol. 4-1, pag. 5-16
- Budetta P., Calcaterra D., Santo A. (1996) Frane e centri abitati: Un esempio da Cilento (Campania). Atti del Convegno Lincei. La stabilità del suolo in Italia: zonazione sismica-frane. Roma, 30-31 maggio 1996
- Budetta P., Corniello A., De Riso R., Santo A. (1994) Geologia ed idrogeologia del settore della piana del Sele compreso tra i fiumi Tusciano e Sele (Campania). Geologia Romana, Vol. 30, pag. 87-96
- Budetta P., de Riso R. (1988) Studio delle condizioni di stabilità di alcuni versanti in roccia nell'Appennino Campano. Atti del 74°Convegno della Soc. Geol. It. (Sezione B) Pag. 39 – 45.
- Budetta P., de Riso R. (1988) Studio delle condizioni di stabilità di alcuni versanti in roccia nell'Appennino campano. Mem. Soc. Geol. It., Vol. 41, Pag. 917 – 927.
- Budetta P., Galletta G., Santo A. (1998) Fenomeni d'erosione e frane in alcune aree a coste alte del Cilento (Campania). Atti del Convegni Lincei. Il Rischio idrogeologico e la difesa del suolo

- Calcaterra D., Guarino P.M. (1997) Dinamica morfologica e fenomeni recenti nell'area collinare napoletana (Settore occidentale). *Geologia Tecnica e Ambientale* Pag. 11 – 17
- Calcaterra D., Guarino P. M. (1997) Dinamica morfologica e fenomeni franosi recenti nell'area collinare napoletana (settore occidentale). Istituto di Geologia Applicata. Facoltà di Ingegneria. (Università di Napoli Federico II). Lavoro presentato al IX Congresso O.N.G., Roma 17 – 20 Aprile 1997. Pubblicazione n. 371
- Calcaterra D., Guarino P.M. (1997) Fenomeni franosi recenti nell'area urbana napoletana: il settore centro-orientale. *Geologia delle Grandi aree urbane. Progetto Strategico CNR. Atti del Convegno*
- Calcaterra D., Parise M., Palma B., Palella L. (1999) The May 5th 1998 landsliding event in Campania, Southern Italy: Inventory of slope movements in the Quindici area. In Yagi N., Yamagami T., Jiang J.C. *Slope Stability Engineering*. A.A. Balkema/Rotterdam/Brookfield.
- Calcaterra D., Parise M., Palma B., Palella L. (2000) Multiple debris-flow in volcanoclastic materials mantling carbonate slopes. In Wieczorek G.F., Naeser N.D. *Debris Flow Hazards Mitigation, mechanics, Prediction and Assessment*. A.A. Balkema/Rotterdam/Brookfield.
- Calcaterra, D., Santo A., de Riso R., Budetta P., Di Crescenzo G., Franco I., Galletta G., Iovinelli R., Napoletano P., Palma B. (1997) Fenomeni franosi connessi all'evento pluviometrico del gennaio 1997 in Penisola Sorrentina-M.ti Lattari: primo contributo. Lavoro presentato al IX Congresso O.N.G. Roma 17-20 Aprile 1997
- Civita, M., de Riso, R., Lucini, P., D'Elogio, Nota, 1975. Studio delle condizioni di stabilità dei terreni della Penisola Sorrentina (Campania). *Geol. Appl. Idrogeol.* 10, 129– 188.
- Coussot P.(1994), *Steady, laminar, flow of concentrated mud suspensions in open channel*, *Journal of Hydraulic Research*, vol. 32 n° 4, p. 535-559
- Coussot P. (1997), *Mudflow Rheology and Dynamics*, IAHR Monograph Series, ed . Balkema.
- Coussot, P. (1995) Structural similarity and transition from Newtonian to non-Newtonian behavior for clay-water suspensions, *Phys. Rev. Lett.*, 74, 3971–3974,.
- Crevaschi M. and Rodolfi G., (1991): *Il Suolo. Pedologia nelle scienze della terra e nella valutazione del territorio*, pp. 1-415.
- Crosta G.B.(2001) Rilevamento geologico tecnico in aree con problemi di stabilità dei pendii. In: Cancelli A., e Crosta G.B. (a cura di) *principi e metodi di rilevamento geologico-tecnico*, Geo-Graph, Segrate (Milano)
- Cruden D.M. & Varnes D.J. (1994). *Landslides Types and Processes* In: *Landslides: Investigation and Mitigation* Transportation Research Board National Academy of Sciences

- Cruden, D., Varnes, D.J., 1996. Landslide types and processes, Landslides, investigation and mitigation. Special Report 247. A.K. Turner and R.L. Schuster Eds.
- D'Agostino G., Franco M., Guida M., Ma stellone F., Spinelli R., Vallario A. (2000) Gli insiemi di frane nelle formazioni argillose strutturalmente complesse: evoluzione e pericolosità. Atti del X Congresso dell'ordine dei Geologi, Roma 7 – 10 dicembre, pp. 223 - 232
- D'Agostino V., Marchi L. (2001) Debris Flow Magnitudo in the Eastern Italian Alps: Data Collection and Analysis. Phys. Chem. Earth, Vol. 26, No. 9, pag. 657-663
- di Gennaro A. (2002) I Sistemi di Terre della Campania. Carta 1:250.000 e Legenda. Selca, Firenze
- di Gennaro a., D'Antonio A., Ingenito M.R, Lulli I., Marseglia G., Terribile F & Toderico I. (1995) - I suoli della provincia di Napoli. Cuen, Napoli, 137 pp.
- di Gennaro A., Aronne G., Buonanno M. & Terribile F. (1998) – Il progetto "Carta dei suoli della provincia di Napoli in scala di semi-dettaglio 1:50.000". Atti del convegno S.I.S.S., Napoli-Ischia1-5giugno1998
- di Gennaro A. e Terribile F. I suoli della provincia di Napoli. Carta 1:50.000 e Legenda. Selca, Firenze
- Esposito L., Magliocca G., Nappi M. (2003) Alcune considerazioni sugli episodi di frana di San Felice a Canello (CE). AIGA – 1° Convegno Nazionale. Pag. 369 – 377
- FAO (1998) World reference base for soil resources. World Soil Resources, Reports n. 84, Rome
- Guida D., Guida M., Iaccarino G., Perrone S., Sgrosso I., Vallario A. (1988) Tipologia e diffusione delle deformazioni gravitative profonde di versante nel settore meridionale dell'Appennino Campano-Lucano in relazione all'assetto stratigrafico-strutturale. Mem. Soc. Geol. It., 41, pp 889 - 896
- Guzzetti F. (2000) Landslide fatalities and the evaluation of landslide risk in Italy. Engineering Geology, Vol. 58, No. 2, pag. 89-107
- Guzzetti F., Carrara A., Cardinali M., Reichenbach P. (1999) Landslide hazard evaluation: a review of current techniques and their application in a multi-scale study, Central Italy. Geomorphology, Vol. 31, pag. 181-216
- Guzzetti F., Carrara A., Cardinali M., Reichenbach P. (1994) The AVI Project: A Bibliographical and Archivi Inventory of Landslides and fliids in Italy, Enviromental Management, Vol. 18, n. 4, pag. 623-633
- Guzzetti F., Reichenbach P. (1994) Towards a definition of topographic divisions for Italy. Geomorphology, Vol. 11, pag. 57-74
- Holmgren (1967) A rapid citrat-dithionite extractable iron procedure. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 31:210-211, 1967.

- IAEG Commission on Landslides (1990) Suggested Nomenclature for Landslides. Bull. Intern. Assoc. Eng. Geol., Vol. 41, pag. 13 – 16.
- Iverson, RM, 1997, The physics of Debris flows, Reviews of Geophysics, 35:245-296
- Jenny H. (1941) Factors of soil formation, McGraw-Hill, New York
- Johnson, AM (1970). "Physical Processes in Geology." Freeman & Cooper, San Francisco, California. pp. 1-257
- Julien P.Y and Lan Y, 1991 Rheology of Hyperconcentrations
Journal of Hydraulic Engineering. Vol. 117, no. 3, pp. 346-353. Mar. 19
- Kimble, J.M., Ping, C.L., Sumner, M.E., Wilding, L.P., 1998. Andisols. In: Sumner, M.E. (Ed.), Handbook of Soil Science. CRC Press, Boca Raton, FL, pp. E209– E224.
- Lazzari A. (1954) Aspetti geologici dei fenomeni verificatisi nel Salernitano in conseguenza del nubifragio del 25-26 ottobre 1954. Boll. Soc. Nat. In Napoli, Vol. 63 pag. 131 – 142
- Lulli L. (1990) - I suoli caposaldo dell'apparato vulcanico di Vico. I.S.S.D.S., Firenze, 158 pp.
- Maeda T., Takenaka H. & Warkentin B.P. (1977) - *Physical properties of allofane soils*. Advances Agronomy, 29, 229-264.
- Mele R. e Del Prete S. (1999) Lo studio della franosità storica come utile strumento per la valutazione della pericolosità da frane. Un esempio nell'area di Gragnano (Campania). Boll. Soc. Geol. It., Vol. 118, pag. 91 – 111.
- Malingreau, J. P. (1989). The vegetation index and the study of vegetation dynamics. In: Application of Remote Sensing to Agrometeorology. F. Toselli (ed.), ECSC, Brussels and Luxembourg, pp. 285-303
- MiPAF (2000). MiPAF (Ministero delle Politiche Agricole e Forestali), 2000. Osservatorio Nazionale Pedologico e per la Qualità del Suolo, International Society of Soil Science, Società Italiana della Scienza del Suolo. Metodi di analisi chimica del suolo. Franco Angeli Editore, Milano
- Mizota, C. und L. P. van Reeuwijk (1989): Clay mineralogy and chemistry of soils formed in volcanic material in diverse climatic regions.- Soil Monograph 2, ISRIC, Wageningen, 185 S
- Munsell Soil Color Charts (1954) Munsell Color Company Inc., Baltimore (M.d)
- O'Brien and Julien, 1985: "Physical properties and mechanics of hyperconcentrated sediment flows", Conference on delineation of landslides, flash flood and debris flow hazards in Utah, Utah Water Research Laboratory
- Parfitt R.L. (1990) - Allophane in New Zealand - a review. Aust, J, Soil Res., 28, 343-360.

- Ping, C.L., Shoji, S., Ito, T., Takahashi, T. and Moore, J.P., 1989. Characteristics and classification of volcanic-ash-derived soils in Alaska. *Soil Science*, 148, 8-28.
- Quantin P. (1990) - Andisols. In: *Referentiel pedologique francais*, 3eme proposition, INRA.
- Rose C. (2004): *An Introduction to the Environmental Physics of Soil, Water and Watersheds*. Text book, pp.1-434. Cambridge University Press
- Rosi M. e Sbrana A., (1986) *Phlegrean Fields*, Quaderni della Ricerca Scientifica, n. 114, Roma
- Santacroce R., (1987) *Somma-Vesuvius*. Quaderni della Ricerca Scientifica, n. 114, Roma
- Schwertmann U. (1964) Differenzierung der Eisenoxide des Bodens durch Extraktion mit Ammoniumoxalat, *Losung, Z. Pflanzenernahr, Dung Bodenkunde*, 105, pag. 209-23
- Sigurdsson H., Carey S., Cornell W., Pescatore T. (1985) The eruption of Vesuvius in A.D. 79, *National Geographic Resaerch*, 1 (3), pag. 332-387, Washington.
- Soil Survey Manual (2004), Soil Conservation service, USDA Washington
- Terribile F., Basile A., De Mascellis R., di Gennaro A., Mele G., Vingiani S. (2000a) I suoli delle aree di crisi di Quindici e Sarno: Proprietà e comportamenti in relazione ai fenomeni franosi del 1998. *Quaderni di Geologia Applicata Vol. 7 (1)*
- Terribile F., di Gennaro A., Aronne G., Basile A., Buonanno M., Mele G., Vingiani S. (2000b) I suoli delle aree di Quindici e Sarno: aspetti pedogeografici in relazione ai fenomeni franosi del 1998. *Quaderni di Geologia Applicata, Vol. 7*
- Terribile F., Basile A., De Mascellis R., Iamarino M., Magliulo P., Pepe S., Vingiani S. *Landslide processes and Andosols: the case study of the Campania region* (Lavoro accettato monografia "European Volcanic Soils" Casa Editrice Springer)
- USDA (1998) - *Keys to Soil Taxonomy*. 8th Edition NRSC; 325 pp.
- USGS in Presentation Green (Dream)Team. Summer School Alpbach 2006
Remote Sensing of Natural Hazards
- Vallario A. (2001) *Il dissesto idrogeologico*. CUEN.
- Vallario A. (2001) *L'ambiente geologico della Campania*. CUEN
- Varnes D.J. (1978) Slope movement types and processes, in Schuster R.L., Krizec R.J. ed., *Landslides, analysis and control*, Transportation Research Board Sp. Rep. N. 176, Nat. Acad of Sciences, Washington
- Varnes D.J. (1984) *Landslide hazard zonation: a review of principles and practise*. Commission on Landslides and Other Mass Movements. IAEG, Paris, The UNESCO Press

Walkley, A., and I.A. Black, (1934). An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.* 37:29-38.

Lecture Consigliate

Budetta P. (2002) Risk assessment from debris flows in pyroclastic deposits along a motorway, Italy. *Bull. Eng. Env.*, Vol. 61, pag. 293-301

Cinque A. (1986) Guida alle escursioni geomorfologiche Penisola Sorrentina, Capri, Piana del Sele e Monti Picentini. Dip. Scienze della Terra- Università di Napoli

Consiglio Nazionale delle Ricerche. Bibliografia delle frane dal 1900 al 1978

Corniello A., Santo A. (1994) Geologia e fenomeni gravitativi profondi nell'area dell'Alto corso del fiume Trigno (Molise). *Geologica Romana (Estratti)*, Vol. 30, pp. 67-74

Coussot P., Laigle D., Arattano M., Deganutti A., Marchi L. (1998), *Direct Determination of Rheological Characteristics of Debris Flow*, *Journal of Hydraulic Engineering*, ASCE, vol. 124(8), p.865-868, Agosto.

Coussot, P. (1994)., and J.-M. Piau, On the behavior of fine mud suspensions, *Rheol. Acta*, 33, 175–184

Coussot, P., and J.-M. Piau, (1995) The effects of an addition of force-free particles on the rheological properties of fine suspensions, *Can. Geotech. J.*, 32, 263–270

Coussot, P., and S. Proust, (1996). Slow unconfined spreading of a mudflow, *J. Geophys. Res.*, 101(B11), 25,217–25,229

Crosta G.B.(2001) Failure and flow development of a complex slide: the 1993 Sesa Landslide. *Engineering geology*, Vol. 59, pp. 173-199

Cruden D.M. (1991) A simple definition of a landslide. *Bull. Intern. Assoc. Eng. Geol.*, Vol. 43, pag. 27 – 28.

Cruden D.M. & Varnes D.J. (1996). Landslides Types and Processes. In: Turner A.K. Schuster R.L. (Eds.) *Landslides: Investigation and Mitigation*. Transportation Research Board Special Report 247. National Academy Press, WA, 36-75.

D'Amato Avanzi G., Giannecchini R., Puccinelli A. (2004) The influence of the geological and geomorphological settings on shallow landslides. An example in a temperate climate environment: the June 19, 1996 event in northwestern Tuscany (Italy) *Engineering geology*, Vol. 73, pp. 215-228

- De Falco M., de Riso R., Ducci D. (1997) La piovosità della penisola Sorrentina e dei M.ti Lattari in relazione all'evento del gennaio. Lavoro presentato al IX Congresso O.N.G., Roma 17-20 Aprile 1997
- De Riso R., Santo A. (1997) Geologia, evoluzione geomorfologica e frane del bacino del T. Pietra (Campania). Quaderni di Geologia Applicata, Vol. 4, pag. 19-33
- De Vita P., Piscopo V. (2002) Influences of Hydrological conditions on debris flows in peri-vesuvian hillslopes. Natural Hazards and Earth System Sciences, Vol. 2, pag. 27-35
- Di Crescenzo G. Santo A. (1998) Le frane da scorrimento-colata rapida in depositi piroclastici nella penisola sorrentina: nuovi dati geomorfologici. Accademia Nazionale dei Lincei. Il rischio idrogeologico e la difesa del suolo. Roma, 1-2 ottobre 1998.
- Di Crescenzo G. Santo A. (1999) Analisi geomorfologia delle frane da scorrimento – colata rapida in depositi piroclastici della penisola sorrentina (Campania). Geogr. Fis. Din. Quat. Vol. 22, pag. 57-72
- Di Stefano R., Lucini P., Nicotera P., Potenza U., Sapio G., Viparelli C. (1968) Dissesti nella città di Napoli e loro cause. Estratto da "Atti dell'ottavo Convegno di Geotecnica Cagliari 1997. ESI Napoli
- Ducci D., Napolitano P. (1991) Le condizioni di stabilità delle coste dell'Isola di Procida (Golfo di Napoli). Atti del 1°Convegno Nazionale dei Giovani Ricercatori in Geologia Applicata. Ricerca scientifica ed educazione permanente. Supplemento n. 93
- Fiorillo F. (2003) Geological features and landslide mechanisms of an unstable coastal slope (Setacciato, Italy). Engineering Geology, Vol. 67. pag. 255-267
- Fitzpatrick E.A. (1986) - *Soil description*. Publication of Department of Soil Science. 107 pp.
- Frattini P., Crosta G.B., Fusi N., Dal Negro P. (2004) Shallow landslides in pyroclastic soils: a distributed modelling approach for hazard assessment. Engineering geology, Vol. 73, pp. 277-295
- Genevois R., Galgaro A., Tecca P.R. (2001) Image Analysis for Debris Flow Properties Estimation. Phys. Chem. Earth, Vol. 26, No. 9, pag. 623-631
- Ghilardi P., Natale L., Savi F. (2001) Modeling Debris Flow Propagation and deposition. Phys. Chem. Earth, Vol. 26, No. 9, pag. 651-656
- Giordano G., De Rita D., Fabbri M., Rodani S. (2002) Facies associations of rain-generated versus crater lake-withdrawal lahar deposits from quaternary volcanoes central Italy. Journal of Volcanology and Geothermal Research, Vol. 118, pag. 145-159
- Guadagno F.M., Fiorilli F., Focareta M., Revellino P., Forte R. (2003) Considerazioni sulle instabilità delle coperture piroclastiche campane. AIGA – 1° Convegno Nazionale. Pag. 493 – 508

- Guadagno F.M., Palmieri M., Siviero V., Vallario A. (1988) Alcuni aspetti degli eventi franosi tipo colata in vulcanoclastiti incoerenti dell'area campana. Atti del 74° Convegno della Soc. Geol. It. (Sezione B) Pag. 259 – 262.
- Guida D., Guida M., Luise D., Salzano G., Vallario A. (1980) Ricostruzione di sequenze morfoevolutive pleistoceniche nell'area ad W di M.te Sacro (Cilento). Estratto da *Geologia Applicata e Idrogeologia*, Bari, Vol. XV
- Guida D., Guida M., Perriello Zampelli S., Vallario A., Viggiani A.S. (1989) Le deformazioni gravitative profonde nella morfogenesi quaternaria del versante settentrionale di M.te Bulgheria (Campania). *Boll. Soc. Geol. It.* Vol 108, pag. 431 – 451
- Guida D., Guida M., Luise D., Salzano G., Vallario A. (1981) Geologia e franosità del bacino del fiume Lambro (Cilento). *Geologica Rom.*, Vol. 20, pag. 197 – 218
- Guida M., Pagano D., Vallario A. (1986) I fenomeni franosi della Penisola Sorrentina. Pag. 69 - 90 In: Cinque A. (1986) Guida alle escursioni geomorfologiche Penisola Sorrentina, Capri, Piana del Sele e Monti Picentini. Dip. Scienze della Terra- Università di Napoli.
- Guzzetti F., Cardinali M., Reichenbach P., Cipolla F., Sebastiani C., Galli M., Salvati P (2004) Landslides triggered by the 23 November 2000 rainfall event in the Imperia Province, Western Liguria, Italy. *Engineering geology*, Vol. 73, pp. 229-254
- Guzzetti F., Malamud B.D., Turcotte D.L., Reichenbach P. Power –law correlations of landslide areas in central Italy. *EPSL*, Vol. 195, pp. 169-183
- Kilburn C.R.J., Pasuto A. (2003) Major risk from rapid, large-volume landslides in Europe (EU Project RUNOUT). *Geomorphology*, Vol. 54, pp. 3-9
- Mainali A.P., Rajratnam N. (1991) Hydraulics of debris flows a review. *Water Resources Engineering Report (WRE 91-2)* Department of civil Engineering University of Alberta Canada
- Marchi L., Arattano M., Deganutti A.M. (2002) Ten years of debris flow monitoring in the Moscardo Torrent (Italian Alps). *Geomorphology*, Vol. 46, pp. 1-17
- Nicotera P. Interventi per il risanamento della zona in frana al km. 13.800 della SS. 145 – Sorrentina in località "Bikini". Estratto da: Bonari G., De Vivo B., Gasparini P., Vallario A. Cinquant'anni di attività didattica e scientifica del Prof. Felice Ippolito
- Pareschi M.Y., Santacroce R., Supplizio R., Zanchetta G. (2002) Volcanoclastic debris flow in the Cranio Valley (Campania, Italy): insights for the assessment of hazard potential. *Geomorphology*, Vol. 43, pag. 219-231
- Parise M., Sorriso-Valvo M., Tansi C. (1997) Mass movements related to tectonics in the Aspromonte massif (southern Italy) *Engineering geology*, Vol. 47, pp. 89-106

- Pasuto A., Siorpaes C., Soldati M. (1997) I fenomeni franosi nel quadro Geologico e Geomorfologico della Conca di Cortina D'Ampezzo (Dolomiti, Italia). *Il Quaternario*, Vol. 10 (1), pp. 75-92
- Pasuto A., Soldati M. (2004) An integrated approach for Hazard assessment and mitigation of debris flow in the Italian Dolomites. *Geomorphology*, Vol. 61, pp. 59-70
- Pellegrini G.B., Surian N. (1996) Geomorphological study of the Fadalto landslide, Venetian Prealps, Italy. *Geomorphology*, Vol. 15, pp. 337-35
- Santaiola F., Cancelli A. (1997) Landslide evolution around Mt. Campastrino (Northern Apennines, Italy): a complex and composite gravitational movement. *Engineering Geology*, Vol. 47, pag. 217-232
- Santo A., Santangelo N., Benedice A., Iovane F. (2002) Pericolosità connessa a processi alluvionali in aree pedemontane: il caso di Castellammare di Stabia in penisola sorrentina. *Il Quaternario*, Vol. 15 (1), pag. 53-68
- Scarciglia F., Terribile F., Colombo C., Cinque A. (2003) Late Quaternary climatic changes in Northern Cilento (Southern Italy): an integrated geomorphological study. *Quaternary International*, Vol. 106, pp. 141-158
- UNESCO Working Party on World Landslide Inventory (1990) A suggested method for describing the activity of a landslide. *Bull. Intern. Assoc. Eng. Geol.*, Vol. 47, pag. 53 – 57.
- UNESCO Working Party on World Landslide Inventory (1990) A suggested method for reporting a landslide. *Bull. Intern. Assoc. Eng. Geol.*, Vol. 41, pag. 5 – 10.
- Vallario A. (1973) Geologia e franosità nell'area ad oriente del Taburno - Camposauro e del Paternio (Province di Benevento e di Avellino). *Geol. Applic. E Idrogeologia*, Vol. VIII (Parte II)
- Vallario A. (1992) *Frane e Territorio. Le frane nella morfogenesi dei versanti e nell'uso del territorio*. Liguori Editore, Napoli
- Warrick A.W. & Nielsen D.R. (1980) - Spatial variability of soil physical properties in the field. In: *Application of soil physics* (Hillel D. Ed.), Academic Press New York.
- Xiaoning Wang (1991) Geological properties of large – scale highspeed landslides and their mechanism models. *Bull. Intern. Assoc. Eng. Geol.*, Vol. 43, pag. 93 – 9
- Berti M., Genevois R., Simoni A., Tecca P.R. (1999) Field observations of a debris flow event in Dolomites. *Geomorphology*, Vol. 29, pp. 265-274