



REGIONE  
LAZIO

**ARSIAL**  
Agenzia Regionale  
per lo Sviluppo  
e l'Innovazione  
dell'Agricoltura del Lazio

**mipaft**  
ministero delle politiche agricole  
alimentari, forestali e del turismo

**crea**  
Consiglio per la ricerca in agricoltura  
e l'analisi dell'economia agraria



# I SUOLI DEL LAZIO

## ATLANTE

# I SUOLI DEL LAZIO

*A cura di:* Rosario Napoli, Massimo Paolanti, Sandra Di Ferdinando

## ATLANTE

**ARSIAL** – Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione dell'Agricoltura del Lazio – Via Rodolfo Lanciani, 38 – 00162 Roma – [www.arsial.it](http://www.arsial.it)

**Coordinamento amministrativo:** Progetto “Carta dei Suoli del Lazio 1 : 250 000”, coordinato su mandato della Regione Lazio (DGR C2579 del 2/10/2009) e finanziato dal Programma Interregionale Agricoltura Qualità – Misura 5 “Realizzazione della Carta Pedologica nazionale 1 : 250 000”

**Claudio Di Giovannantonio:** Dirigente Area Tutela risorse, vigilanza e qualità delle produzioni

**Sandra Di Ferdinando:** Responsabile Unico del Procedimento - Area Tutela risorse, vigilanza e qualità delle produzioni

**CREA** – Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria – Via Po, 14 – 00198 Roma – [www.crea.gov.it](http://www.crea.gov.it)

**Coordinamento tecnico-scientifico ed elaborazione dati:** Progetto SOILRELA “Sviluppo, applicazione e validazione di metodi di rilevamento e rappresentazione cartografica per la realizzazione della Carta dei Suoli della Regione Lazio a scala 1 : 250 000 e collaborazione alla divulgazione dei risultati” realizzato in rapporto di Convenzione con ARSIAL (Rep. N. 46 del 20/8/2012)

**Rosario Napoli:** Responsabile scientifico - Centro di Ricerca Agricoltura e Ambiente (CREA-AA)

**Massimo Paolanti:** Responsabile tecnico - Libero professionista

**Rosa Rivieccio:** fotointerpretazione, elaborazioni GIS e cartografia

**Bruno Pennelli, Melania Migliore:** analisi idrologiche e “pedoteca” regionale

**Alessandro Marchetti, Chiara Piccini:** elaborazioni di “Digital Soil Mapping”

**Lorenzo Gardin, Roberto Barbetti:** ristrutturazione banca dati pedologica e funzioni di consultazione connesse – Liberi professionisti

**Rilevamenti pedologici:** Contratto ARSIAL con la RTI - AGRISTUDIO, TIMESIS, I.TER, per il Servizio di rilevamento pedologico funzionale alla realizzazione della Carta Pedologica della Regione Lazio in scala 1 : 250 000 con approfondimenti di indagine alla scala 1 : 50 000 (Rep. n. 10 del 18/2/2013)

**AGRISTUDIO** srl Via Frusa, 3 – 50131 Firenze Tel. 055575175 Fax 0555047122 – [info@agristudiosrl.it](mailto:info@agristudiosrl.it)

**TIMESIS** srl Via G.B. Niccolini, 7 – 56017 San Giuliano Terme (PI) Tel 050818800 Fax 05081880 – [info@timesis.it](mailto:info@timesis.it)

**I.TER** Soc. Coop Via E. Zaccani, 12 – 40122 Bologna Tel 051523976 Fax 0516494396 - [infoiter@pedologia.net](mailto:infoiter@pedologia.net)

**Responsabile del RTI:** Fabio Sammicheli

**Coordinatori dei rilevamenti:** Marcello Brancucci, Federico Castellani, Piero Magazzini, Roberto Nevini, Enrico Quaglino, Fabio Sammicheli, Carla Scotti

**Rilevatori:** Pietro Accolti Gil, Claudio Anderlini, Filippo Bergamini, Adele Maria Caruso, Fabrizio Cassi, Michele d'Amico, Antea Da Monte, Lorenzo Gardin, Edoardo Iurato, Roberto Moscardini, Mirko Pezzoli, Mauro Piazzi, Maurizio Politi, Stefano Raimondi, Emanuele Sapino, Filippo Sarti, Gianluca Serra, Vittorio Vaccaro, Giuseppe Vecchio

**Analisi chimico-fisiche:** Contratto ARSIAL con Agri-Bio-Eco Laboratori Riuniti per il Servizio di analisi dei suoli delle aree campione funzionali alla realizzazione della Carta Pedologica del Lazio alla scala 1 : 250 000 con approfondimenti di indagine alla scala 1 : 50 000 (Rep. N. 59 del 4/12/2013)

**Agri-Bio-Eco Laboratori Riuniti** srl - Via delle albicocche, 19 – 00040 Pomezia (RM) – Tel. 0691969068/9 Fax 0691822695 – [segreteria@agribioeco.it](mailto:segreteria@agribioeco.it)

**Mauro Uniformi:** Direttore tecnico

**Tiziano Cruciani:** Responsabile tecnico

**Autori:** S. Di Ferdinando, A. Marchetti, M. Migliore, R. Napoli, M. Paolanti, B. Pennelli, C. Piccini, R. Rivieccio

**Hanno collaborato:**

**Daniela Barone** e **Luigi Castiglione:** per le attività di revisione e inserimento dati pedologici pregressi e affiancamento al coordinamento amministrativo

**Elvira Cacciotti:** per le attività di reperimento dati cartografici e revisione cartografia

**Federica Montorsi** e **Stefania Fogagnolo:** per il servizio di assistenza archeologica ai rilevamenti pedologici

**Ringraziamenti:**

Prof. **Carlo Blasi** e prof.ssa **Giuseppina Dowgiallo** del Dipartimento di Ecologia Ambientale dell'Università degli Studi “La Sapienza” di Roma per la fornitura dell'informazione pedologica relativa agli studi effettuati sul rapporto suolo-vegetazione in aree boscate del Lazio, ed il supporto dato all'interpretazione dei dati.

**Giovanna Rita Bellini** della Soprintendenza per i Beni Archeologici del Lazio, **Clementina Sforzini** della Soprintendenza per i Beni Archeologici dell'Etruria Meridionale, **Angela Colasanti** e **Marco Sangiorgio** della Soprintendenza Speciale per i Beni Archeologici di Roma e tutti i loro colleghi coinvolti, per il supporto dato per la realizzazione dei rilevamenti pedologici nel rispetto della normativa sull'archeologia preventiva.

**Claudio Bicocchi**, **Duccio Centili** e **Concetta Guida** funzionari della Regione Lazio – Direzione Regionale Infrastruttura Ambiente e politiche abitative e tutti i referenti degli enti gestori delle aree protette del Lazio contattati, per il supporto dato per la realizzazione dei rilevamenti pedologici nel rispetto della normativa ambientale e delle norme di salvaguardia delle rispettive aree protette.

Tutti coloro che hanno agevolato l'attività di rilevamento in campo dei pedologi, con particolare riferimento ai conduttori dei terreni.

**Editing e stampa:**

**S.EL.CA.** srl – Via R. Giuliani, 153 – 50141 Firenze – [selca@selca-cartografie.it](mailto:selca@selca-cartografie.it)

**Augusto Persico:** Direttore tecnico e coordinamento cartografico-editoriale

Contratto ARSIAL - S.EL.CA. srl per il servizio di allestimento, stampa e fornitura degli elaborati della Carta dei Suoli del Lazio nell'ambito del progetto “*Carta Pedologica della regione Lazio*” - “Programma Interregionale Agricoltura Qualità Ambiente” (Rep. N. 81 del 6/7/2017)

**Fotografie:** archivio ARSIAL e CREA-AA

2019 – ARSIAL Regione Lazio - ISBN 978-88-904841-2-4

È autorizzata la riproduzione, anche parziale, previa citazione della fonte

Rif. citazione: Napoli R., Paolanti M., Di Ferdinando S. (A cura di) (2019) *Atlante dei Suoli del Lazio*. ARSIAL Regione Lazio. ISBN 978-88-904841-2-4.

Per singolo capitolo, es.: Rivieccio R., Napoli R. (2019) Funzioni e servizi ecosistemici del suolo. (in *Atlante dei Suoli del Lazio*. ARSIAL Regione Lazio)



**S.EL.CA.** - Firenze 2019

*Ad Antonia Arnoldus-Huyzendveld e Luciano Lulli  
che con entusiasmo e intelligenza  
ci hanno donato il loro sapere sui suoli della nostra regione*

*A Stefano Sbaffi  
che con professionalità e dedizione  
ci ha accompagnato in questo lavoro*



## Presentazione

### La Carta dei Suoli del Lazio: un progetto finalizzato a servizio dei territori.

La Carta dei Suoli del Lazio (*finanziata con fondi CIPE nell'ambito del Programma Interregionale "Agricoltura Qualità", coordinato dal MiPAAFT*) è stata curata da ARSIAL, sulla scorta di uno specifico mandato regionale, in collaborazione con il Centro Ricerche Agricoltura Ambiente del CREA, riferimento nazionale per la tenuta della Banca Dati dei Suoli d'Italia e della relativa cartografia. Il dato pedologico del Lazio alla scala 1:250.000 concorre, in primo luogo, a completare una rappresentazione nazionale, necessaria ad uniformare l'Italia agli altri Paesi della UE e, in questo particolare momento storico, riveste, insieme alla relativa cartografia derivata, particolare importanza per le scelte future di pianificazione territoriale, funzionali alla programmazione della politica agricola regionale.

Nell'Unione Europea sono vigenti, già da diversi anni, politiche ambientali volte alla protezione della risorsa suolo attraverso strategie volontarie che non hanno, pertanto, l'obbligatorietà di un atto quale una Direttiva per la tutela del suolo, della cui adozione si discute da oltre un decennio. Il primo documento adottato dagli organi dell'Unione è stata la Comunicazione 179/2002 denominata "*Verso una strategia tematica per la protezione del suolo*", con la quale la Commissione sottoponeva al Consiglio e al Parlamento Europeo, al Comitato economico e sociale e al Comitato delle Regioni, la necessità di una strategia comune per la salvaguardia del suolo. In essa si sottolineava che "*in Europa, il principale ostacolo nella valutazione della condizione del suolo sulla base di dati esistenti è rappresentato dalla mancanza di metodologie armonizzate per il monitoraggio e il trasferimento di dati e la conseguente impossibilità di comparazione*". Ciò era di particolare evidenza nel nostro territorio che, in questo settore, scontava carenze culturali colmate solo di recente. Occorre ancora aggiungere che, soprattutto nei Paesi a maggiore sviluppo socio-economico, tra cui l'Italia, i suoli sono sempre più interessati da processi di degradazione, alla cui base vi sono fattori di stress di origine antropica che ne influenzano seriamente i parametri di qualità, e che finiscono per influenzare la stessa qualità della vita dell'uomo se è vero, come è vero, che quanto più bassa è la qualità del suolo, tanto più bassa è la qualità della vita dell'uomo. Valga considerare, a tal fine, che l'Agenzia Europea per l'Ambiente, nel 2015, stima che in Europa:

- il 22% del territorio è soggetto a fenomeni di erosione idrica ed eolica;
- il 45% dei suoli minerali presenta un basso, o molto basso, tenore di carbonio organico;
- il 32% dei sottosuoli è classificato come fortemente o estremamente suscettibile alla compattazione.

Oltre che ad allineare il Lazio al quadro dell'Unione, la Carta dei Suoli rimette al decisore regionale le scelte, non più derogabili, sul ruolo che il dato pedologico deve esercitare nella pianificazione territoriale e nella gestione delle risorse naturali, in uno scenario condizionato dal cambiamento climatico, dai picchi di consumo di suolo nelle aree periurbane e dalla pressione sulle risorse, in particolare nei distretti litoranei di agricoltura irrigua e in quelli vulcanici, tutti fortemente antropizzati. Il suolo agricolo, per le ragioni ampiamente illustrate dai pedologi in questa pubblicazione, è una tipica risorsa-riserva, non rinnovabile, che incide sulle dinamiche quali-quantitative delle *risorse-flusso*, quali l'acqua, l'aria e la vegetazione, sia essa forestale o di interesse agrario.

Pertanto, se da un lato il Ministero ha sostenuto con fondi finalizzati lo sviluppo di una rappresentazione dei suoli, coerente e georiferita (*con ovvie implicazioni sul processo di digitalizzazione dell'informazione territoriale e sull'open data, su cui la Regione ha recentemente investito*) va evidenziato che il progetto finalizzato "Agricoltura Qualità – Misura 5 "Realizzazione della Carta Pedologica Nazionale 1:250.000" avrebbe implicato un modello nazionale di organizzazione dei servizi pedologici che, venuto meno il perimetro del programma pluriennale, non si è

concretizzato compiutamente: mentre alcune regioni avevano già autonomamente individuato funzioni di ambito pedologico, altre si sono strutturate proprio in occasione del Progetto della Carta Pedologica alla scala 1:250.000 altre, infine, non dispongono di un servizio dedicato. Ad oggi, il panorama nazionale offre situazioni diversificate, con servizi strutturati secondo diversa intensità di funzioni dedicate. Il loro processo di specializzazione era correlato, in particolare, alla prima attuazione della Direttiva Nitrati, il cui rispetto (a partire dalla perimetrazione delle aree, spesso non adeguatamente informata da parametri pedologici) implica una combinazione tra dati "strutturali" (informazione pedologica di dettaglio) e "dinamici" (monitoraggio del flusso dell'azoto nei diversi cicli produttivi e nei diversi elementi dell'agroecosistema ospite). Parallelamente, infatti, il programma nazionale contemplava una specifica azione di "Monitoraggio della Direttiva Nitrati" che, nel Lazio, è stato opportunamente combinato alla Carta dei Suoli, finalizzandone alcune aree di dettaglio, come richiesto dal Programma, nelle due Zone Vulnerabili ai Nitrati (ZVN) già individuate sul territorio regionale. Tutto ciò ha evidenti ricadute, non solo sulla prioritaria tutela della salute pubblica, ma anche per garantire uno strumento di supporto alla corretta declinazione degli obblighi sulla condizionalità in agricoltura e, non ultimo, per implementare in maniera ottimale il Piano di Sviluppo Rurale, che reca misure volte a premiare l'esercizio di buone pratiche per la migliore gestione dei suoli e per la sostenibilità ambientale.

A valle delle richiamate problematiche ambientali, la caratterizzazione pedologica secondo scale di dettaglio (1:50.000), ha avuto, più recentemente, ulteriore impulso sia in quelle regioni dove è stato affrontato il tema della pianificazione delle Aree Agricole (Zone omogenee E) sia nei contesti territoriali orientati alle produzioni agroalimentari di qualità; contestualmente, l'indagine pedologica si è affermata nei distretti orticoli, frutticoli e di agricoltura di precisione, nell'ottica di *produrre meglio con minori inputs*; da ultimo, in un rinnovato approccio scientifico nell'applicazione del metodo di produzione biologico e delle pratiche di agricoltura sostenibile.

La valutazione della *vocazionalità* dei suoli, che ha storicamente goduto di meritata considerazione per la viticoltura di qualità in Francia, oggi trova ampie applicazioni nei più rinomati distretti per la produzione di vini di pregio, dalle Alpi alla Sicilia; inoltre, implementando la relazione tra parametri fisico-chimici e microbiologici, le nuove strategie di gestione colturale si fondano sulla conoscenza dei caratteri di inducibilità/soppressività dei suoli agrari: sempre più, è proprio la pedologia ad ispirare le strategie di produzione. In tale prospettiva, una delle aree di dettaglio alla scala 1:50.000 è stata finalizzata alla valutazione dell'attitudine alla viticoltura in un territorio ad elevata specializzazione viti-vinicola, quale i Castelli Romani; in realtà, i nuovi paradigmi di tecnica colturale implicano una più generalizzata valutazione delle vocazionalità territoriale, sia laddove si registri un processo di specializzazione produttiva e/o l'utilizzo di tecniche di coltivazione eco-compatibili, sia nell'ottica del recupero delle produzioni tradizionali.

La repentina evoluzione in atto, solo sommariamente tratteggiata, evidenzia, per il dato pedologico, la transizione dalla sfera dell'adempimento a quella delle opportunità, con notevoli ricadute per il miglioramento della produttività del sistema agroalimentare di un Paese avanzato: l'assunto che la qualità dei dati territoriali è un *potente fattore per la creazione di valore*, è sempre più centrale nella relazione tra istituzioni e sistema produttivo. Seppure in un contesto in cui le risorse umane e finanziarie sono un vincolo stringente per le amministrazioni, la pubblicazione della Carta dei Suoli del Lazio non può essere un punto d'arrivo: sarà quanto mai opportuno valutarne, invece, tutti i possibili sviluppi futuri. Di certo, la pubblicazione in open data di tutti gli elaborati, oltre che sul portale cartografico, permetterà di attivare possibili applicazioni, da quelle correlate al ciclo dell'acqua a quelle finalizzate alla migliore gestione della fertilità.

Se da un lato è indiscutibile la ricaduta del dato pedologico per la produttività dei sistemi agricoli, dall'altro il quadro normativo di riferimento è sempre più sfidante, a partire dagli obiettivi ONU di uso efficiente delle risorse, che innervano i target dell'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile, ed hanno al centro la necessità di migliorare il potenziale dei suoli in termini di conservazione e sequestro del carbonio, quale contributo decisivo per la mitigazione del cambiamento climatico; tutto ciò, però, necessita di essere documentato con misure oggettive degli stati ex-ante/ex-post, su una scala di dettaglio idonea a rappresentare il ruolo realmente esercitato dai sistemi produttivi locali. Non a caso gli indicatori ambientali di contesto, richiesti in sede di valutazione e monitoraggio dei PSR, fanno riferimento anche a parametri quali l'erosione idrica del suolo, il contenuto in carbonio organico, la definizione delle zone soggette a vincoli naturali o ad altri vincoli specifici, in funzione di una analisi del territorio che permetta di integrare il dato pedologico con informazioni geografiche e climatiche, che andranno necessariamente monitorate nel tempo.

Per queste ragioni la Carta dei Suoli del Lazio, oltre che valido strato informativo per completare il quadro delineato dalla Legge Regionale n. 40 del 9 ottobre 1996 che istituiva il Sistema Informativo Agricolo della Regione Lazio - SIARL (e che nell'ultima revisione del 2009 vi faceva confluire la Carta Pedologica Regionale), è anche una base informativa necessaria per la redazione del Piano Agricolo Regionale (PAR), introdotto nella normativa regionale sul governo del territorio (LR n. 38/1999) con la riscrittura dell'articolo 52, operata con LR 7/2017 "Disposizioni per la rigenerazione urbana e per il recupero edilizio". Il legislatore introduce, da ultimo, uno strumento organico di scala regionale quale presupposto della pianificazione territoriale, superando la previsione della carta agro-pedologica finora demandata alle amministrazioni comunali, inevitabilmente affetta da una lettura più frammentaria delle evoluzioni in atto sui territori secondo dinamiche distrettuali.

La Carta dei Suoli, pertanto, oltre che un ausilio per una conoscenza condivisa del nostro territorio, è anche la matrice su cui strutturare un servizio regionale dedicato, con funzioni di adeguata competenza in ambito pedologico, con l'obiettivo di garantire il diritto all'ambiente ed a scelte produttive razionali, mai più avulse dalla vocazionalità dei suoli, come troppo spesso è accaduto nei distretti agricoli del Lazio ad elevata specializzazione.

*Sandra Di Ferdinando  
Claudio Di Giovannantonio*



**SOMMARIO**

## Capitolo 1

<b>Introduzione</b>	pagina	03
1.1 Il suolo ed i fattori della pedogenesi		03
1.2 Organizzazione generale del Progetto		07

## Capitolo 2

<b>Guida alla lettura</b>		13
---------------------------	--	----

## Capitolo 3

<b>Funzioni e servizi ecosistemici del suolo</b>		17
3.1 Concetti e metodologia di valutazione		17
3.2 Determinazione delle funzioni dei suoli nel Lazio come base di valutazione dei servizi ecosistemici		19

## Capitolo 4

<b>Le minacce alla qualità del suolo</b>		23
4.1 L'erosione del suolo nel Lazio		24
4.2 La cartografia dell'erosione attuale		26
4.3 La compattazione del suolo nel Lazio		28
4.4 Lo stock di sostanza organica dei suoli del Lazio		30

## Capitolo 5

<b>Ambiente e territorio</b>		35
5.1 Inquadramento territoriale		35
5.2 Uso e copertura dei suoli		38
5.3 Agricoltura e foreste		40
5.4 Geologia, morfologia ed idrografia		48

## Capitolo 6

<b>I pedopaesaggi</b>		55
6.1 Metodologia d'interpretazione dei pedopaesaggi		55
6.2 La gerarchia dei pedopaesaggi		55
6.3 Le Regioni Pedologiche		57
6.4 I Sistemi di Suolo		58
6.5 I Sottosistemi di Suolo		60
6.6 La Regione Pedologica A (Soil Region 60.7)		62
6.6.1 Sistema di Suolo A1		63
6.6.2 Sistema di Suolo A2		63
6.6.3 Sistema di Suolo A3		64
6.6.4 Sistema di Suolo A4		64
6.6.5 Sistema di Suolo A5		65
6.6.6 Sistema di Suolo A6		65
6.6.7 Sistema di Suolo A7		66
6.6.8 Sistema di Suolo A8		66
6.6.9 Sistema di Suolo A9		67
6.7 La Regione Pedologica B (Soil Region 61.3)		68
6.7.1 Sistema di Suolo B1		68
6.7.2 Sistema di Suolo B2		69
6.7.3 Sistema di Suolo B3		69
6.7.4 Sistema di Suolo B4		70
6.8 La Regione Pedologica C (Soil Region 56.1)		71
6.8.1 Sistema di Suolo C1		72
6.8.2 Sistema di Suolo C2		72
6.8.3 Sistema di Suolo C3		73
6.8.4 Sistema di Suolo C4		73
6.8.5 Sistema di Suolo C5		74
6.8.6 Sistema di Suolo C6		74
6.8.7 Sistema di Suolo C7		75
6.8.8 Sistema di Suolo C8		75
6.8.9 Sistema di Suolo C9		76
6.8.10 Sistema di Suolo C10		76
6.8.11 Sistema di Suolo C11		77
6.9 La Regione Pedologica D (Soil Region 60.4)		78
6.9.1 Sistema di Suolo D1		78
6.9.2 Sistema di Suolo D2		79
6.10 La Regione Pedologica E (Soil Region 61.1)		80
6.10.1 Sistema di Suolo E1		80

6.10.2	Sistema di Suolo E2	pag.	81
6.10.3	Sistema di Suolo E3		81
6.10.4	Sistema di Suolo E4		82
6.11	La Regione Pedologica F (Soil Region 78.2)		83
6.11.1	Sistema di Suolo F1		83
6.12	La Regione Pedologica G (Soil Region 59.7)		84
6.12.1	Sistema di Suolo G1		85
6.12.2	Sistema di Suolo G2		85
6.12.3	Sistema di Suolo G3		86
6.12.4	Sistema di Suolo G4		86
6.12.5	Sistema di Suolo G5		87
6.12.6	Sistema di Suolo G6		87
6.12.7	Sistema di Suolo G7		88
6.12.8	Sistema di Suolo G8		88
6.12.9	Sistema di Suolo G9		89
6.13	La Regione Pedologica H (Soil Region 16.4)		90
6.13.1	Sistema di Suolo H1		91
6.13.2	Sistema di Suolo H2		91
6.13.3	Sistema di Suolo H3		92
6.13.4	Sistema di Suolo H4		92
6.13.5	Sistema di Suolo H5		93
6.13.6	Sistema di Suolo H6		93
6.13.7	Sistema di Suolo H7		94
Capitolo 7			
<b>I processi pedogenetici dei suoli del Lazio</b>			97
7.1	Suoli organici delle aree palustri: HISTOSOLS		97
7.2	Suoli antropogenici con uso intensivo agricolo: ANTHROSOLS		100
7.3	Suoli con accumulo argilla a varie classi di attività: LUVISOLS, NITISOLS, ACRISOLS, ALISOLS		102
7.4	Suoli con allofane e composti al-humus: ANDOSOLS		108
7.5	Suoli con accumulo di sostanza organica, con carbonati: CHERNOZEMS, KASTANOZEMS, PHAEZEMS		111
7.6	Suoli con accumulo di sostanza organica acidi e con bassa saturazione: UMBRISOLS		115
7.7	Suoli con accumulo di carbonato di calcio: CALCISOLS		117
7.8	Suoli con salto tessiturale abrupto top-subsoil: PLANOSOLS		120
7.9	Suoli argillosi caratterizzati da argille espandibili: VERTISOLS		125
7.10	Suoli con reticolo di glosse depauperate e grossolane in matrice più fine e ricca di ossidi in subsoil: RETISOLS		128
7.11	Suoli sottili e/o con molti frammenti rocciosi: LEPTOSOLS		130
7.12	Suoli con orizzonte cambico e moderato sviluppo: CAMBISOLS		132
7.13	Suoli sabbiosi: ARENOSOLS		134
7.14	Suoli poco evoluti su sedimenti stratificati fluviali e lacustri: FLUVISOLS		135
7.15	Suoli molto giovani con nessuno sviluppo di profilo riconoscibile: REGOSOLS		137
7.16	Suoli con falda e/o con problemi di ristagno di acqua: GLEYSOLS, STAGNOSOLS		138
Capitolo 8			
<b>Il rilevamento dei suoli</b>			143
8.1	Le tecniche di rilevamento e campionamento dei suoli		143
8.2	Il rilevamento dei suoli nella regione Lazio		145
8.3	La classificazione dei suoli		148
Capitolo 9			
<b>Le attività di laboratorio</b>			153
9.1	Le analisi fisico-chimiche		153
9.2	Le analisi specialistiche		153
9.3	La pedoteca		156
Capitolo 10			
<b>La Banca Dati dei Suoli</b>			159
10.1	Raccolta e utilizzo dati pregressi		159
10.2	Struttura concettuale e contenuto informativo		161
Capitolo 11			
<b>La geografia dei Suoli</b>			169
11.1	Il Digital Soil Mapping		169
11.2	Spazializzazione delle relazioni suolo-paesaggio		171
11.3	Definizione degli ambiti territoriali e spazializzazione su base regionale		175
11.4	Verifica e integrazione della procedura di spazializzazione		176
11.5	La base dati delle componenti territoriali con informazione sulle tipologie pedologiche (STS)		177

## Capitolo 12

<b>Il catalogo dei suoli</b> .....	<i>pag.</i> 181
12.1 <i>La correlazione tipologica dei suoli</i> .....	181
12.2 <i>Il Catalogo delle unità e sottounità tipologiche di suolo</i> .....	183

## Capitolo 13

<b>La capacità d'uso dei suoli</b> .....	273
13.1 <i>Metodologia</i> .....	273
13.2 <i>Sottoclassi di capacità d'uso</i> .....	276
13.3 <i>Unità di capacità d'uso</i> .....	277
13.4 <i>La capacità d'uso dei suoli nel Lazio</i> .....	277
13.4.1 <i>I suoli di prima classe</i> .....	280
13.4.2 <i>I suoli di seconda classe</i> .....	281
13.4.3 <i>I suoli di terza classe</i> .....	283
13.4.4 <i>I suoli di quarta classe</i> .....	285
13.4.5 <i>I suoli di quinta classe</i> .....	287
13.4.6 <i>I suoli di sesta classe</i> .....	287
13.4.7 <i>I suoli di settima classe</i> .....	289
13.4.8 <i>I suoli di ottava classe</i> .....	291

**Bibliografia**

<i>Pubblicazioni citate</i> .....	295
<i>Siti di riferimento</i> .....	304

<b>Glossario</b> .....	305
------------------------	-----



# *Capitolo I*

## **INTRODUZIONE**



## Introduzione

Rosario Napoli, Massimo Paolanti

### 1.1 Il suolo ed i fattori della pedogenesi

Il suolo è stato definito "la pelle viva del pianeta Terra" (Dent et al., 2005) e può presentarsi nelle più ampia variabilità a seconda di come hanno interagito i fattori che lo hanno generato. Può avere uno spessore di pochi centimetri o qualche metro, spessi orizzonti olorganici ed emiorganici, quantità variabili di frammenti grossolani, tessiture da sabbiose ad argillose, essere omogeneo per tutto il suo spessore oppure caratterizzato dall'alternanza di strati molto differenti tra di loro, essere totalmente asciutto per lunghi periodi, avere affioramento di falde superficiali, essere a lungo ghiacciato, coperto da uno strato di pietre o da acqua, essere totalmente legato all'attività umana come i cosiddetti suoli antropogenici e presentarsi nelle forme più varie come accade per i suoli urbani. Tutta questa casistica è presente nella nostra regione, la possiamo chiamare pedodiversità ed è alla base della ricchezza dei paesaggi e della grande biodiversità dei nostri territori. Il suolo è fra le componenti fondamentali del capitale naturale, essenziale per l'esistenza delle specie viventi presenti sul pianeta, ed è al centro di temi ambientali quali l'adattamento e mitigazione dei cambiamenti climatici, la sicurezza alimentare e la salute umana ed inoltre svolge fondamentali servizi ecosistemici di approvvigionamento e supporto. Il suolo è una risorsa praticamente non rinnovabile e la sua degradazione è particolarmente pressante in Italia a causa dell'alta variabilità dell'ambiente e per la presenza di molti tipi di suolo caratterizzati da vulnerabilità senza dubbio più alta rispetto a quelli presenti negli altri Paesi Europei (Paolanti, 2010). Il suolo non sempre manifesta immediatamente il risultato degli impatti che subisce e, a volte, può essere troppo tardi per rimediare a processi degradativi. La scarsa consapevolezza dell'importanza del suolo sia dal punto di vista ambientale che economico è ritenuta uno dei principali ostacoli allo sviluppo di politiche di pianificazione territoriale e all'uso del suolo improntato alla sostenibilità (<http://www.pdc.minambiente.it/it/suolo-0>).

La società industriale usa i suoli a fini agricoli, a fini industriali o d'altra natura. Qualsiasi politica di pianificazione territoriale deve essere concepita in funzione delle proprietà dei suoli e dei bisogni della società di oggi e di domani (Carta Europea del Suolo 1972).

Come molte parole di uso comune il termine "suolo" è stato utilizzato dandogli significati anche diversi. Nel suo significato tradizionale, il suolo è il naturale mezzo per la crescita di piante, anche se non ha orizzonti di suolo discernibili (*Soil Survey Staff*, 2014).

Il recente D. Lgs 4 marzo 2014, n. 46 relativo alla prevenzione dell'inquinamento, introduce tra le modifiche al D. Lgs 152/2006 "Norme in materia ambientale", la seguente definizione "*il suolo è lo strato più superficiale della crosta terrestre situato tra il substrato roccioso e la superficie. Il suolo è costituito da componenti minerali, materia organica, acqua, aria e organismi viventi.*" Finalmente con questa legge viene data, nella legislazione nazionale, una definizione coerente con la letteratura scientifica, la regolamentazione e la normativa utilizzata nel contesto di tutti i Paesi e delle organizzazioni internazionali ma, anche con quanto già presente nelle normative regionali che avendo competenza su Urbanistica, Foreste ed Agricoltura di fatto regolano la gestione del suolo.

Il D.Lgs del 2014 è coerente ad esempio con definizioni ampiamente riconosciute nel contesto internazionale come la seguente "*il suolo è un corpo naturale composto da fasi: solide (minerali e sostanza organica), liquide e gassose che sono presenti sulla superficie terrestre, ed ha una o più delle seguenti caratteristiche: orizzonti o "strati" che sono distinguibili chiaramente dai materiali di partenza a seguito di aggiunte, perdite, traslocazioni e trasformazioni di energia e materia o dalla capacità di supportare la vita vegetale in un ambiente naturale*" (*Soil Science Division Staff*, 2017).

Nel parlamento sono attualmente oggetto di discussione diversi provvedimenti legislativi che riguardano il suolo e la sua conservazione.

Per quanto riguarda il quadro europeo relativo alla protezione del suolo, nel 2002 la Commissione presentò una prima comunicazione di orientamento politico sul suolo (COM (2002) 179), seguita nel 2006 dall'adozione della strategia tematica sul suolo (COM (2006) 231) e la proposta di direttiva quadro sul suolo (COM (2006) 232). Ricordiamo che la proposta di direttiva è stata bloccata e ritirata. La strategia tematica del suolo, in vigore ma non vincolante, ha quattro punti fondamentali: sensibilizzazione, ricerca, integrazione degli aspetti del suolo in altre politiche

e la proposta di direttiva, poi ritirata. In parallelo nel 2014 la Commissione, il Parlamento europeo e gli Stati membri si sono impegnati nel 7° programma d'azione europeo per l'ambiente (7° PAA) a riflettere quanto prima su come affrontare le problematiche legate alla qualità del suolo all'interno di un quadro giuridico vincolante utilizzando un approccio basato sulla valutazione del rischio, mirato e proporzionato. (Vettori, 2017).

Esiste una relazione stretta tra qualità delle produzioni agricole, qualità dei paesaggi e qualità dei suoli. "I suoli, anche se non sempre visibilmente, condizionano fortemente gli altri elementi del paesaggio costituendo con gli stessi un insieme sociale. Il modello dell'identità locale, che determina la peculiarità di molti luoghi e dei loro paesaggi, poggia sulle caratteristiche dei suoli localmente presenti" (Lehmann et al., 2006). Le identità rurali che caratterizzano quello che è stato definito, non a torto, il bel paese, si sono basate su una lettura attenta delle caratteristiche e qualità dei suoli a cui storicamente agricoltori, selvicoltori ed allevatori hanno contribuito nei territori in cui essi hanno agito.

### La Pedologia e i processi di formazione dei suoli

La scienza che studia il suolo si chiama pedologia (dal greco *pedon*, suolo e *logos*, studio) è una scienza multidisciplinare che connette scienze della terra, scienze fondamentali (matematica, fisica, chimica), scienze biologiche e scienze applicate (agraria, forestale, ingegneria). Il suolo è un sistema complesso, inserito e parte di un altro sistema complesso, qual è l'ambiente. Il suolo è attraversato da flussi di energia e di materia che provengono dall'ambiente esterno. Può essere un sistema aperto o chiuso (confinato). Nel suolo avvengono tutta una serie di reazioni che provocano trasformazioni permanenti. Gli agenti di queste trasformazioni sono i fattori della pedogenesi (Jenny, 1941): il fattore clima, il fattore rilievo (dato dalle caratteristiche morfologiche e topografiche), il fattore roccia madre, il fattore tempo (durata del processo pedogenetico) ed il fattore biotico (l'insieme degli organismi viventi vegetali e animali e della sostanza organica).

I principali processi di formazione del suolo che avvengono a carico del cosiddetto "materiale parentale" consistono in aggiunte (arricchimenti), perdite (lisciviazione), traslocazioni e trasformazioni, agiscono

formando strati distinti nel materiale parentale: questi strati sono generalmente ad andamento orizzontale a causa del gradiente impresso dall'acqua e per questo chiamati orizzonti di suolo.

Gli orizzonti si possono individuare sulla base dei processi di formazione (**orizzonti genetici**), attivi e non, o di soglie quantitative e/o qualitative di presenza di figure pedogenetiche (**orizzonti diagnostici**) che fanno riferimento ad un preciso Sistema di Classificazione.

La nomenclatura per indicare i diversi tipi di orizzonte che si possono identificare nel suolo (Soil Science Division Staff, 2017) sono riportati in Tabella 1.1.

Tab. 1.1 - Nomenclatura e descrizione dei principali tipi di orizzonte di suolo

Nomenclatura Orizzonte	Descrizione
<b>O</b> (organico)	strati dominati da materiale organico
<b>L</b> (limnico)	l'orizzonte o strato limnico include materiali limnici organici o minerali che possono essere sia stati depositi in acqua o derivare da piante subacquee o galleggianti sull'acqua
<b>A</b> (di superficie generico)	orizzonti minerali, organo-minerali o emiorganici che si sono formati alla superficie o sotto un orizzonte <b>O</b>
<b>E</b> (eluviale)	orizzonti minerali nei quali la caratteristica principale è la perdita d'argilla silicata, ferro
<b>B</b> (sub-superficiali generici)	orizzonti che si sono formati sotto un orizzonte <b>A, E, O</b> ; in questi orizzonti principali l'originale struttura della roccia è stata completamente o quasi completamente obliterata
<b>M</b> (massivo)	strati profondi quasi continui, disposti orizzontalmente e limitanti lo sviluppo radicale costituiti da manufatti.
<b>W</b> (acqua)	questo simbolo indica uno strato di acqua entro o al di sotto del suolo

Per specificare ulteriormente la tipologia di orizzonte nei principali sistemi di classificazione vengono utilizzate anche un secondo livello di lettere suffisse agli orizzonti principali (Tabella 1.2). Si tratta di lettere minuscole che vengono aggiunte alle lettere capitali per specificare ulteriormente il tipo di orizzonte. Le lettere suffisse agli orizzonti principali possono essere più di una laddove coesistano più processi e/o figure pedogenetiche di vario tipo. Il sistema di identificazione a due suffissi, Principale (o *Master*) e secondario, con l'aggiunta di numerazione progressiva, consente di identificare univocamente ogni orizzonte, come nell'esempio di Figura 1.1.

Tab. I. 2 - Nomenclatura e descrizione delle lettere suffisse ai principali orizzonti di suolo (sistema di classificazione World Reference Base, 2015)

Nomenclatura Suffisso Orizzonte	Descrizione
a	aggiunta alla lettera <b>O</b> , indica la presenza di materiale organico ben decomposto
b	(dall'inglese <i>buried</i> , sepolto) si usa per contrassegnare un orizzonte genetico sepolto, nel quale la maggior parte delle figure pedogenetiche si è formata prima del seppellimento del suolo
c	indica un significativo accumulo di concrezioni e noduli cementati da materiali diversi dalla silice e costituiti da ferro, alluminio, manganese o titanio
d	simbolo che contrassegna sedimenti o materiali con alta densità apparente; la compattazione può essere naturale o artificiale, come nel caso della suola di aratura
e	lettera che, aggiunta alla lettera <b>O</b> , indica la presenza di materiale organico a decomposizione intermedia
f	( <i>frozen</i> ) indica la presenza di un orizzonte contenente ghiaccio in permanenza
g	( <i>gley</i> ) questo simbolo può indicare una riduzione e rimozione del ferro durante la formazione del suolo, oppure una saturazione dell'orizzonte con acqua stagnante che ha mantenuto il ferro in forma ridotta.
h	( <i>humus</i> ) questa lettera viene utilizzata insieme alla maiuscola <b>B</b> per indicare l'accumulo di complessi organo-sesquiossidi amorfi, disperdibili e di origine illuviale
i	aggiunta alla lettera capitale <b>O</b> indica la presenza di sostanza organica poco decomposta
k	questo simbolo è usato per segnalare la presenza di un orizzonte di accumulo di carbonati (nella maggior parte dei casi costituiti da carbonato di calcio)
m	lettera usata per gli orizzonti cementati in modo pressoché continuo e per più del 90% in volume
n	(dal latino <i>natrium</i> , sodio) lettera indicante accumulo di sodio scambiabile
o	(ossidi) simbolo usato per designare orizzonti caratterizzati da un accumulo residuale di sesquiossidi
p	( <i>plowed</i> ) orizzonti di superficie disturbati dalla coltivazione, dal pascolo o da altri usi simili
q	indica accumulo di silice di origine secondaria
r	(roccia) simbolo usato per caratterizzare gli orizzonti <b>C</b> costituiti da roccia tenera, saprolite, arenaria, siltite o scisto, parzialmente cementati
s	(sesquiossidi) questa lettera è utilizzata in maniera analoga alla <b>h</b> per indicare l'accumulo di complessi organo-sesquiossidi
ss	questo simbolo viene utilizzato per segnalare la presenza di facce di scivolamento ( <i>slickensides</i> )
t	(dal tedesco <i>ton</i> , argilla) questo simbolo è usato per indicare un accumulo di argilla silicata che si è formata nell'orizzonte o che è illuviata dentro l'orizzonte
v	indica la presenza di plintite (zone di arricchimento di ferro con processi chimico-fisici)
w	( <i>weathering</i> ) lettera usata per designare un orizzonte <b>B</b> di alterazione, nel quale il materiale di origine del suolo si è differenziato per colore o per struttura
x	indica la presenza di un orizzonte compattato tipo fragipan
y	indica l'accumulo di gesso
z	indica la presenza di un orizzonte dove si accumulano sali più solubili del gesso

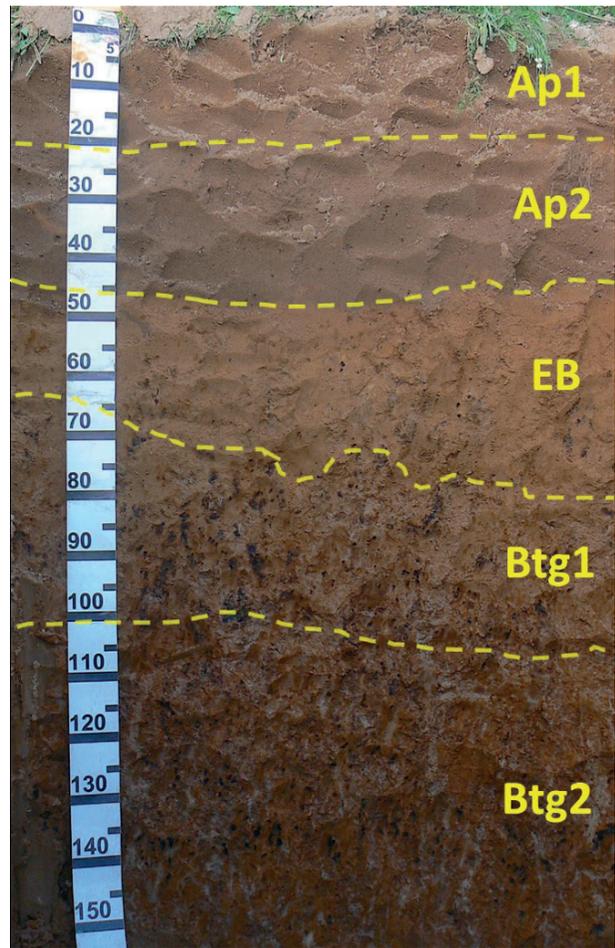


Fig. 1.1 - Esempio di designazione ed identificazione univoca degli orizzonti per il profilo caposaldo della tipologia Suoli Colonia Agricola, fase profonda a reazione acida - *Relictogley Planosols*

I fattori della pedogenesi che sono stati schematizzati da Jenny (Jenny, 1941), sono elencati di seguito, alcuni di questi interagiscono tra di loro; altri suoli portano i segni di pedogenesi non più attuali (paleosuoli) ad esempio dovuti a climi diversi da quelli dei nostri tempi.



Fig. 1.2 - Esempio di pedogenesi influenzata da roccia/parent material: a-Caratteristiche verticali determinate da substrati con argille espandibili; b-Andosuoli da substrati effusivi ricchi di materiali vetrosi; c-Rendzina calcarei da substrati ricchi di carbonati; d-Suoli di steppa (*Chernozem, Kastanozem, Phaeozem*) su depositi di loess.

**Il Fattore Roccia** (*Parent Material*). Il tipo di suolo dipende dal tipo di roccia disponibile, dai suoi minerali, e da come i minerali reagiscono alle variazioni di temperatura, pressione e all'azione dell'erosione. Le rocce di origine possono essere coerenti od incoerenti ed essere soggette a diversi processi di alterazione, consistenti in azioni: geologiche, fisiche o chimiche. Il suolo che ne deriva, nella sua fase iniziale dipenderà in misura importante dalla roccia madre ma con il procedere dei processi della pedogenesi può obliterare anche completamente questa origine (Figura 1.2).

**Il Fattore Clima.** I due elementi principali sono: la temperatura, che esprime la condizione termica del suolo, e la piovosità (in millimetri), che esprime la quantità di acqua che raggiunge il suolo. Infatti, tutte le trasformazioni irreversibili che mutino le proprietà della roccia in proprietà del suolo avvengono in presenza di acqua in fase liquida, quale mezzo, e a causa dell'acqua, quale vettore; e sono consentite e indirizzate dalla quantità di energia solare che raggiunge il suolo. Gli effetti possono essere i seguenti: crioturbaazione, podzolizzazione, lisciviazione e laterizzazione (Figura 1.3).

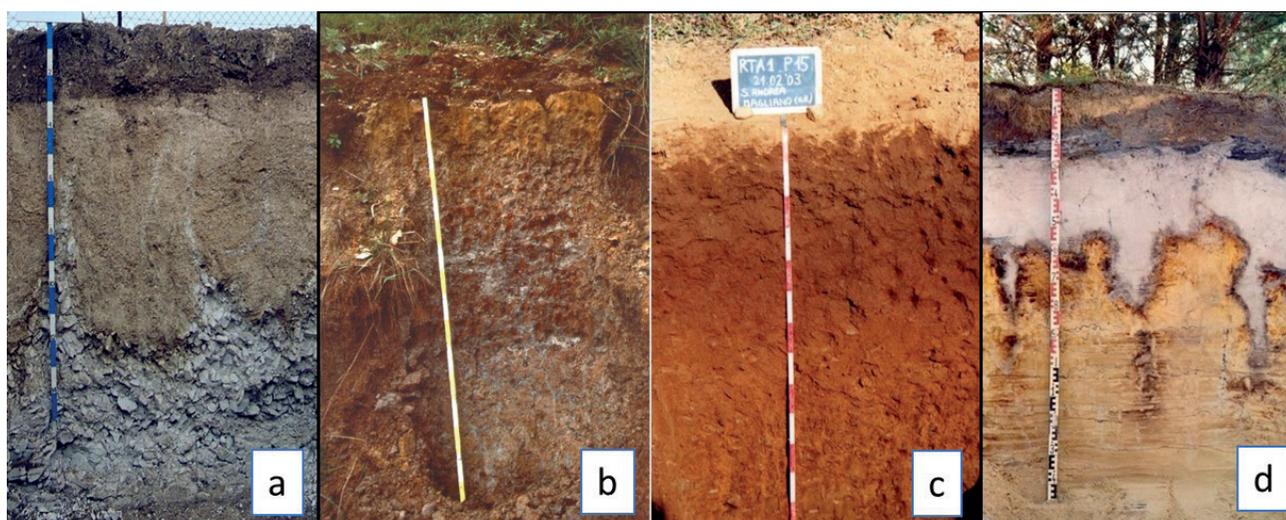


Fig. 1.3 - Esempio di pedogenesi influenzata dal clima: **a**-Suolo alluvionale crioturbato, Area della Chalons sur Marne - Francia (foto R.Napoli); **b**-Ferralsol con Plintite e formazione croste ferriche, Mato Grosso - Brasile (foto R.Napoli); **c**-Lisciviazione ed illuviazione di argilla in Luvisols zone temperate, Toscana Costiera (foto R.Moscardini); **d**-Podzolizzazione su sabbie quaternarie sotto foresta, Repubblica Ceca (foto R.Napoli)

**Il Fattore Morfologia.** La morfologia controlla in vario modo l'azione della forza di gravità. In una superficie piana gli altri fattori della pedogenesi possono sviluppare a lungo la loro azione trasformando profondamente il materiale di partenza. Nei versanti l'erosione limita lo sviluppo del suolo, mentre nelle zone di "basso morfologico" i suoli sono caratterizzati da potenti orizzonti con accumulo di materiali pedogenizzati sui versanti soprastanti.

**Il Fattore Biotico.** L'influenza sulla pedogenesi delle piante e degli animali (micro-meso e macro organismi) si sostanzia in una azione chimico-fisica oltre che biologica. In particolare, gli organismi animali hanno una importanza fondamentale nella decomposizione del materiale vegetale e nella sua trasformazione in *humus* e nella susseguente mineralizzazione dello stesso, con la relativa determinazione dei cicli dell'Azoto e del Carbonio.

**Il Fattore Tempo.** Tutti i processi di trasformazione avvengono nel tempo; più è lungo il tempo nel quale i processi pedogenetici proseguono, più questi risultano sviluppati. È praticamente impossibile prevedere quanto tempo ci voglia perché un suolo raggiunga la sua condizione di equilibrio dinamico e di conseguenza conoscere la quantità di suolo prodotto in un determinato lasso di tempo. Le stime in tal senso che si possono trovare in bibliografia hanno un valore puramente indicativo e hanno scopi puramente divulgativi, con la finalità di evidenziare che si tratta di una risorsa non rinnovabile se non con tempi lunghissimi.

**Il Fattore Uomo** (antropico). L'azione dell'uomo ha, specialmente nel nostro paese, agito sui suoli in maniera rilevante. Disboscamenti, lavorazioni agricole ordinarie e straordinarie, pascolamento, terrazzamenti e in generale sistemazioni idraulico agrarie di versante e pianura, bonifiche, sono solo alcune del-

le cosiddette minacce (vedi capitolo 4) che hanno modificato profondamente i suoli. L'uomo quindi ha agito ed agisce sui suoli, direttamente o indiretamente,

modificando gli stessi fattori della pedogenesi ed attualmente questa azione si manifesta anche sul clima. (Figura 1.4).

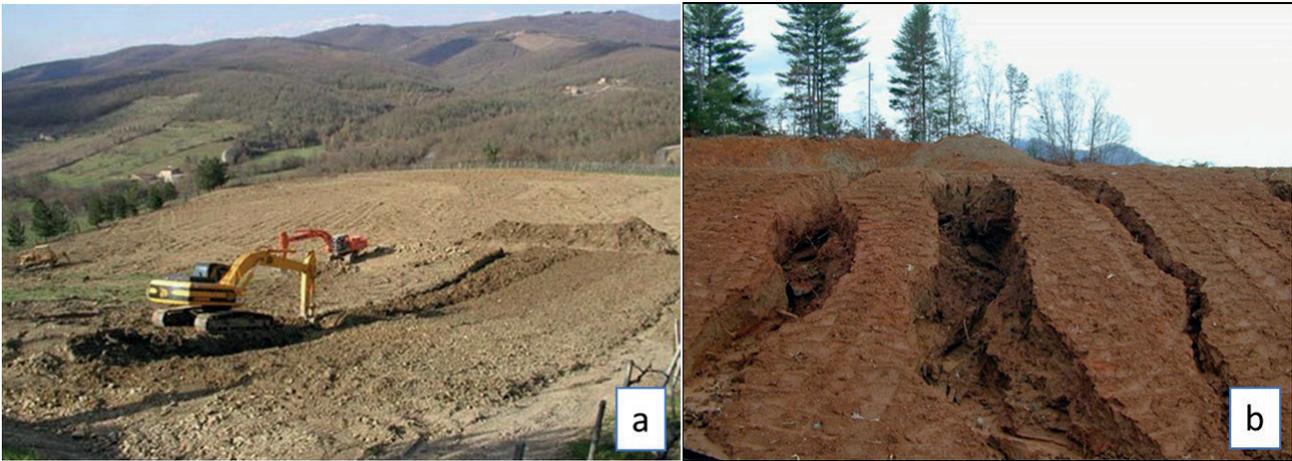


Fig. 1.4 - a-Interventi di scasso e preparazione impianti con rimozione di suolo; b-effetti erosione accelerata causata da interventi antropici di movimento terra

## 1.2 Organizzazione generale del Progetto

Questo lavoro è stato realizzato nell'ambito del Programma Interregionale Agricoltura Qualità - Misura 5 "Realizzazione della Carta Pedologica Nazionale alla scala 1:250.000" e successive integrazioni. Tale programma dava mandato e risorse alle Regioni per realizzare le cartografie pedologiche regionali, le banche dati dei suoli e le prime carte derivate.

L'Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione dell'Agricoltura del Lazio (ARSIAL), nel 2009, ha ricevuto mandato dalla Direzione Regionale Agricoltura della Regione Lazio per la realizzazione delle attività, con il contestuale trasferimento delle risorse.

L'Agenzia, priva di un ufficio pedologico dedicato, ha inizialmente approfondito le modalità per la pianificazione e programmazione delle attività in collaborazione con il Centro di ricerca per l'agrobiologia e la pedologia del Consiglio per la Ricerca in Agricoltura, (CREA-AA).

Nel 2012 è stata stipulata una convenzione più ampia con il Centro di Ricerca per le Relazioni tra Pianta e Suolo (oggi CREA-AA), finalizzata allo sviluppo, applicazione e validazione dei metodi di rilevamento e rappresentazione cartografica della Carta dei Suoli della Regione Lazio alla scala 1:250.000 (Progetto di ricerca SOILRELA).

Contemporaneamente sono state avviate le procedure per l'affidamento dei servizi di rilevamento pedologico e di indagine analitica dei suoli, attraverso due procedure di gara, concluse con:

- affidamento del servizio di rilevamento pedologico ripartito in cinque lotti omogenei afferenti

indicativamente alle cinque Province del Lazio per complessivi 1500 profili, 3800 trivellate e circa 850 minipits, conclusosi nel 2015 (in Figura 1.5 sono indicate le osservazioni pedologiche realizzate);

- affidamento del servizio di analisi dei suoli, circa 3650 campioni prelevati dai 1500 profili realizzati; le indagini analitiche, con relativa verifica di congruità dei risultati, si sono concluse nel 2016 (in Figura 1.5 è riportato l'elenco delle indagini analitiche programmate).

Infine è stata avviata la fase di divulgazione dei risultati, con l'affidamento dell'allestimento e la stampa delle presente pubblicazione.

### Descrizione delle attività

Il gruppo principale costituito da CREA e ARSIAL ha visto quindi la partecipazione di figure diverse, quali ricercatori, tecnici di ricerca, professionisti e funzionari; le diverse attività sono state quindi demandate a specialisti di: rilevamento, analisi, digital soil mapping, gestione amministrativa, delle gare, etc..

Il Progetto è stato condotto attraverso la costruzione di una "road map" condivisa dal gruppo di lavoro ARSIAL – CREA che ha comportato una attenta analisi delle attività necessarie al raggiungimento di una serie di risultati finali, sottoforma sia di prodotti cartacei (cartografie di base e tematiche a varie scale e report divulgativi) sia di prodotti digitali (layer digitali, vettoriali e raster, banca dati relazionale dei suoli del Lazio) e di piattaforme per la loro gestione (piattaforma WebGIS).

Tab. I.3 - Organizzazione e gestione del Progetto Carta dei suoli del Lazio in scala 1:250.000: Linee di attività e obiettivi finali

<b>Linea di attività</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Obiettivi finali</b>
<i>Assistenza tecnica a supporto delle gare di rilevamento e analisi</i>	Preparazione materiale (punti di rilievo con dati annessi, schede di campo e manualistica per i rilevatori, metodi analitici e riferimenti bibliografici per laboratorio)	Preparatorio generale
<i>Attività di controllo vincoli e adeguamento punti di rilevamento</i>	Verifica di ubicazione siti di rilevamento rispetto ai vincoli archeologici e ambientali; spostamento degli stessi dalle aree a vincolo archeologico; predisposizione materiale per richieste di parere alle Soprintendenze Archeologiche e ad altri Enti	Preparatorio per i rilevamenti in campo
<i>Coordinamento tecnico-scientifico</i>	Monitoraggi in corso d'opera e collaudi finali delle attività di rilevamento ed analisi con predisposizione del materiale per le verifiche di campagna ed esecuzione dei ring test	Verifica della rispondenza del servizio reso con i requisiti richiesti nei contratti
<i>Sviluppo metodologico</i>	Elaborazione dati, classificazione profili, fotointerpretazione, realizzazione database geografico e tipologico completo, etc.	Realizzazione della Banca Dati dei Suoli del Lazio e relativa cartografia pedologica
<i>Acquisizione, Formazione e affiancamento di risorse umane dedicate</i>	Acquisizione e Formazione di personale presso CREA-AA ed ARSIAL per affiancamento alla gestione dati, analisi di laboratorio e utilizzo della banca dati dei suoli	Preparatorio generale
<i>Realizzazione Pedoteca</i>	Organizzazione della pedoteca regionale dei suoli presso i locali del CREA-AA con sistemazione fisica e catalogazione in banca dati	Archiviazione e gestione campioni di suolo
<i>Preparazione e interpretazione delle sezioni sottili</i>	Interpretazione di circa 350 sezioni sottili di suolo	Verifica dei principali processi pedogenetici necessari alla classificazione
<i>Analisi fisico-idrologiche</i>	Caratterizzazione del comportamento dei suoli: 760 curve di ritenzione idrica (380 suoli) e 350 determinazioni del coefficiente di estendibilità lineare (COLE)	Caratterizzazione fisico-idrologica a supporto delle valutazioni tematiche
<i>Acquisizione dati pregressi</i>	CREA-AA e ARSIAL	Preparatorio generale
<i>Aggiornamento cartografia tematica</i>	Aggiornamento delle cartografie tematiche relative alla erosione attuale del suolo e al contenuto di Carbonio Organico del suolo già elaborate dal CREA con progetto SIASS-ISPRA	Supporto alle valutazioni tematiche e predisposizione delle relative cartografie
<i>Realizzazione cartografia della Capacità d'Uso dei Suoli</i>	Realizzazione della cartografia tematica utile anche ai fini della programmazione territoriale: applicazione di tabelle di valutazione alla base dati tipologica regionale, su base dei caratteri esterni stazionali e interni chimico-fisici	Carta della Capacità d'Uso dei Suoli del Lazio alla scala 1:250.000 e relativa legenda
<i>Divulgazione dei risultati su supporto cartaceo</i>	Preparazione materiale reportistico e cartografico, preparazione seminario intermedio e convegno finale	Carta dei Suoli del Lazio alla scala 1:250.000; Legenda estesa; Atlante dei Suoli del Lazio
<i>Divulgazione dei risultati in formato digitale</i>	Realizzazione della banca dati dei suoli del Lazio con manualistica a supporto e specifica formazione tecnica di personale dedicato	Operatività ARSIAL nel settore suolo
<i>Realizzazione piattaforma WEBGIS</i>	Progettazione e realizzazione di una piattaforma WEBGIS e relativo portale WEB (HTML) per la consultazione delle cartografie realizzate e dati annessi. Messa in rete di tutte le banche dati realizzate, in formato consultabile e scaricabile.	Divulgazione pubblica

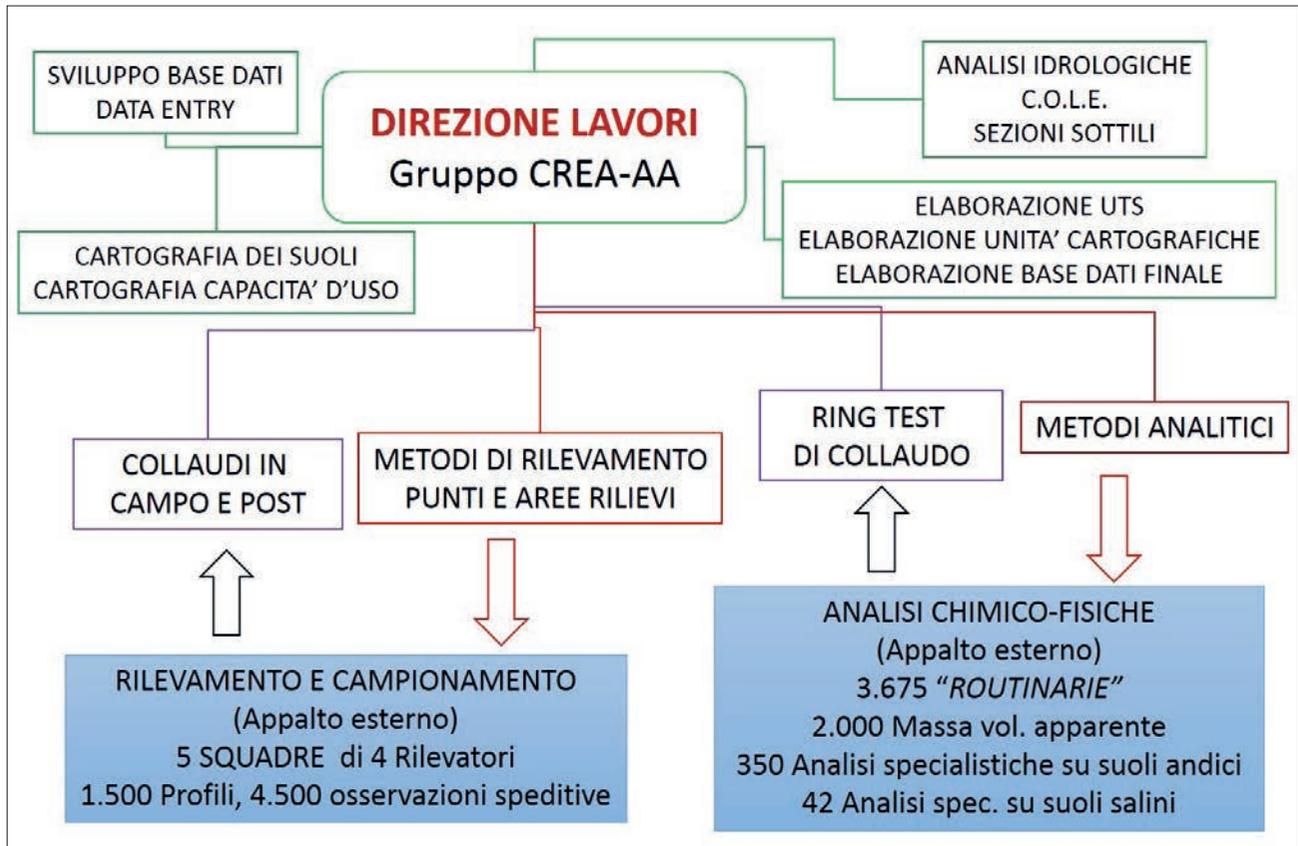


Fig. 1.5 - Schema dell'organizzazione generale del progetto. Legenda: in box azzurro le attività affidate in appalto esterno con gara europea; in box con linea verde le attività analitiche e di elaborazione interna CREA; in box con linea rossa le attività CREA di messa a punto metodi ed individuazione punti di rilievo; in box con linea viola le attività di collaudo CREA su attività affidata in esterno

In sintesi, sono state previste le seguenti attività:

- definizione del piano di rilevamento pedologico regionale e delle tipologie di analisi dei suoli, per la predisposizione dei capitoli tecnici e delle modalità di verifica dei servizi affidati;
- supporto, monitoraggio e collaudo dei servizi di rilevamento pedologico e di indagine analitica dei suoli;
- revisione della metodologia di elaborazione dati, classificazione dei profili, fotointerpretazione e implementazione del data-base geografico e tipologico dei suoli;
- attività di indagine analitica finalizzata alla caratterizzazione del comportamento idrologico dei suoli ed organizzazione della pedoteca regionale;
- con divulgazione dei risultati.

Una serie articolata di attività, eterogenee ed interconnesse, che ha coinvolto per diversi anni un gruppo di lavoro di circa 11 persone tra personale CREA ed ARSIAL, senza contare i tecnici delle ditte esterne a cui sono stati affidati i rilevamenti dei suoli in campo (oltre 25 unità) e le analisi chimico-fisiche e specialistiche dei suoli rilevati (circa 4 unità).

Nella Tabella 1.3 e Figura 1.5 sono riportate sinteticamente tutte le attività svolte dal CREA, la loro descrizione e gli obiettivi finali.

E' importante qui ricordare come le metodologie utilizzate derivano dal Progetto Nazionale "Metodologie Pedologiche per la realizzazione della Carta dei suoli d'Italia in scala 1:1.250.000" a suo tempo coordinato dal CREA (ex ISSDS di Firenze): un approccio metodologico riconosciuto a livello nazionale e regionale da istituzioni scientifiche e Servizi Regionali, ancorché aggiornato con l'introduzione di metodologie innovative nel frattempo consolidate attraverso le nuove ricerche di settore effettuate dal CREA.

Una grande mole di lavoro, che oltre alla produzione di due Carte a copertura regionale alla scala 1:250.000 (*Carta dei Suoli* e *Carta della Capacità d'Uso dei Suoli*) ha consentito di archiviare nella banca dati dei suoli del Lazio: 8.611 osservazioni pedologiche, 17 tipologie di analisi diverse su tutto il dataset di profili rilevati per un totale di 59.385 determinazioni analitiche, e di 4.333 campioni fisici archiviati nella Pedoteca.



# *Capitolo 2*

## **GUIDA ALLA LETTURA**



## Guida alla lettura

Le informazioni riportate di seguito hanno lo scopo di chiarire e introdurre all'organizzazione dell'Atlante dei Suoli del Lazio e cartografie annesse, facilitandone la lettura.

### L'Atlante

Il volume è composto da 13 capitoli così organizzati:

- Una parte introduttiva di carattere generale (capitoli 1–5).
- Il **Capitolo 6** contiene la descrizione della gerarchia di pedopaesaggi (Regioni Pedologiche, Sistemi, Sottosistemi), la metodologia di realizzazione e gli strati informativi con cui sono stati elaborati, ed il loro inquadramento sistematico.
- Nel **Capitolo 7** si rappresentano i principali processi pedogenetici che nel Lazio hanno portato alla formazione dei principali tipi di suolo della regione e le eventuali problematiche di gestione.
- I **Capitoli 8 e 9** descrivono le attività di campo e di laboratorio, nonché l'organizzazione della pedoteca nella quale sono stati conservati campioni di suolo di tutti i profili e orizzonti raccolti con il progetto. La metodologia applicata per guidare il rilevamento e la complessità delle determinazioni analitiche rappresentano elementi di qualità del progetto.
- Il **Capitolo 10** riporta sinteticamente la struttura ed organizzazione della Banca Dati dei Suoli, l'archivio digitale di tutte le informazioni raccolte sui suoli (rilievi in campo, determinazioni chimico-fisiche, valutazioni) e sulle unità cartografiche (i sottosistemi di suolo); tutti gli elementi sono georiferiti ed organizzati in ambiente GIS. La banca dati inoltre contiene le relazioni tra suoli e territorio.
- Nel **Capitolo 11** è descritta la metodologia con cui sono state definite geograficamente le relazioni fra i suoli e il territorio. Il metodo messo a punto per questo lavoro rappresenta un'importante innovazione sia scientifica che applicativa ed è uno degli aspetti qualificanti del progetto.
- Nel **Capitolo 12** è riportato il **Catalogo dei Suoli**, ossia si definisce la metodologia con cui sono state individuate le diverse Tipologie di Suolo (UTS-STs) e se ne descrivono in maniera dettagliata

e sistematica le caratteristiche. Questo capitolo completa il quadro informativo composto da cartografia e legenda.

- Nel **Capitolo 13** è descritta la metodologia con cui è stata costruita la **Carta della Capacità d'Uso dei Suoli** e si riassumono i risultati ottenuti; si tratta di un documento molto importante dal punto di vista applicativo, come supporto alle decisioni per la pianificazione e la gestione territoriale. L'**Atlante** è completato da un glossario, relativo ai principali termini tecnici e dall'elenco della bibliografia citata.

### Il Repertorio Cartografico e la Legenda dei Suoli

La cartografia dei suoli del Lazio è composta nel suo complesso da diverse parti:

1. *Carta dei Suoli del Lazio alla scala 1:250 000*
2. *Carta della Capacità d'Uso dei Suoli del Lazio alla scala 1:250 000*
3. Legenda dei Suoli del Lazio

Le cartografie sono documenti che possono essere utilizzati anche autonomamente, essendo dotati della sintesi di tutte le informazioni necessarie per una loro lettura.

La **Carta dei Suoli del Lazio alla scala 1:250 000**, è organizzata secondo tre livelli gerarchici a diverso grado di dettaglio: Regione pedologica, Sistema di suolo e Sottosistema di suolo (188 Unità Cartografiche). Per ognuna delle unità cartografiche in legenda sono indicate le principali tipologie di suolo (Sottounità Tipologiche di Suolo – STS), la loro diffusione e la loro classificazione secondo il *World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015*.

Nel volume **Legenda dei Suoli del Lazio** i paesaggi e i suoli sono descritti in maniera più approfondita. Per i diversi tipi di suolo (STS), oltre a sigla, diffusione e classificazione sono riportate anche le principali caratteristiche e qualità, tra cui la classe di capacità d'uso. Il volume è dotato di un suo glossario.

La **Carta della Capacità d'Uso dei Suoli del Lazio alla scala 1:250 000** riporta una guida alla lettura e una legenda che descrivono le Classi di Capacità d'Uso individuate.



# *Capitolo 3*

## **FUNZIONI E SERVIZI ECOSISTEMICI DEL SUOLO**



## Funzioni e servizi ecosistemici del suolo

Rosa Riviaccio, Rosario Napoli

### 3.1 Concetti e metodologia di valutazione

I servizi ecosistemici (SE) sono, secondo la definizione data dalla Valutazione degli ecosistemi del millennio (MEA, 2005), "i benefici multipli forniti dagli ecosistemi al genere umano". Il MEA ha descritto quattro categorie di SE:

- supporto alla vita (ciclo dei nutrienti, formazione del suolo e produzione primaria);
- approvvigionamento (la produzione di cibo diretta o indiretta per l'uomo, acqua dolce, legno, fibre e combustibile);
- regolazione (dell'acqua, del clima, delle alluvioni, delle maree, dell'erosione, dell'impollinazione e

controllo dei processi biologici come l'inquinamento e le malattie);

- valori culturali (estetici, spirituali, educativi e ricreativi).

I SE sono così importanti che è stato calcolato che contribuiscano alla sicurezza alimentare ed energetica; inoltre giocano un ruolo fondamentale per la vulnerabilità ai disastri naturali (inondazioni, tempeste tropicali e altro), influiscono sul livello di salute, sulla disponibilità e la qualità delle risorse idriche e ne compromettono l'eredità culturale (Figura 3.1).

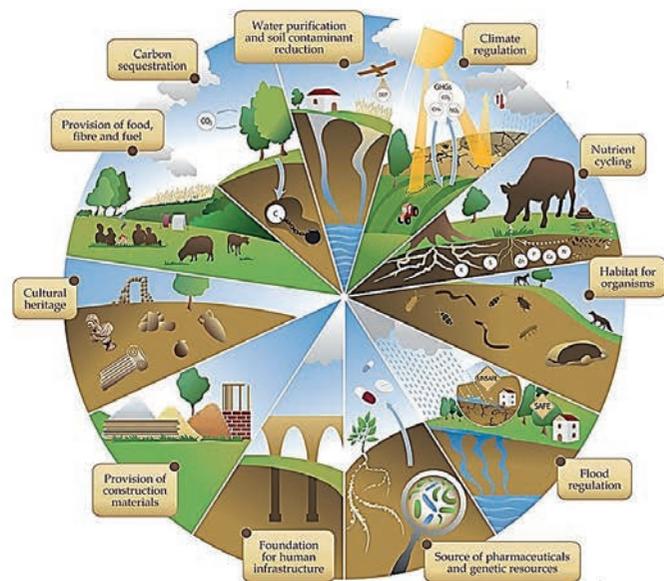


Fig. 3.1 - Categorie dei Servizi Ecosistemici (Rete Rurale Nazionale) a sinistra; "Servizi ecosistemici forniti dal suolo che consentono la vita sulla Terra" (Adattato da <http://www.fao.org/resources/infographics/infographics-details/en/c/284478/>), a destra

Il suolo è presente in vaste aree delle terre emerse e svolge molte funzioni in tutte e quattro le categorie di SE (Bouma, 2010; de Groot et al., 2002; Dominati et al., 2010): è infatti fonte di materie prime, consente la produzione della biomassa, di alimenti e medicinali, è un serbatoio di carbonio organico, influisce sulla regolazione del clima (adattamento e mitigazione dei cambiamenti), è regolatore del ciclo dell'acqua e dei nutrienti, è habitat di molti microorganismi che costituiscono un pool enorme di biodiversità, degrada rifiuti, filtra e ha funzione tampone per potenziali in-

quinanti, è sede di attività umane, consente attività ricreative ed è parte del nostro patrimonio culturale e archivio storico (Haygarth e Ritz, 2009; Grêt-Regamey et al., 2016).

Non esiste un unico metodo accettato per categorizzare tutti i SE ed i ruoli fondamentali che i suoli svolgono all'interno di essi. Esistono molte classificazioni differenti per soddisfare le diverse esigenze. La Tabella 3.1 è una delle proposte più accreditate e utilizzate in tal senso.

Tab. 3. I - Funzioni del suolo nei SE (modificato, riferimenti: MAE, 2005; Dominati et al., 2010; CEC, 2006).

Categorie dei SE	Contributo del suolo ai SE	Funzioni del Suolo	Necessità umane
<b>Supporto</b> (Habitat)	Supporto per le piante (e fornitura degli elementi alla nutrizione)		
	Supporto per le attività umane e alle infrastrutture	Ambiente fisico e culturale dell'umanità	Abitazioni infrastrutture
	Habitat per gli organismi del suolo	Habitat e pool genico	
<b>Approvvigionamento</b> (Production)	di cibo, legna e fibre	Produzione alimentare e di altre biomasse	Sicurezza alimentare (energetica)
	di materie prime	Fonte di materie prime	Abitazioni
<b>Regolazione</b> (Regulation)	per il ciclo dell'acqua: controllo dei deflussi e delle alluvioni	Immagazzinaggio, filtraggio e trasformazione	Sicurezza e sanità dell'acqua
	per il ciclo dell'acqua: riserva idrica		
	ritenzione e rilascio di elementi nutritivi e inquinanti		Salute
	capacità depurativa degli inquinanti		Benessere
	riserva di carbonio e regolazione dei gas serra	Riserva di carbonio	
<b>Culturale</b> (Information)	Valore spirituale, estetico, di conoscenza	Archivio del patrimonio geologico e culturale (parte del paesaggio)	Benessere

Una parte consistente del capitale naturale del nostro pianeta è costituita dal suolo, che produce un flusso di beni o servizi (Costanza e Daly, 1992) a cui spesso si cerca di assegnare un valore monetario, anche se ciò non è sempre facilmente quantificabile. La sua importanza nelle valutazioni economiche è ormai riconosciuta in molte descrizioni, valutazioni e studi di monitoraggio (Calzolari et al., 2015; Robinson et al., 2009) ma alcuni servizi che offre il suolo non sono inclusi (o non completamente) nel mercato perché non quantificati adeguatamente; ciò comporta che si dà spesso loro un peso ridotto nelle politiche decisionali. In Italia è stato pubblicato il "Primo rapporto sullo stato del capitale naturale in Italia" nel 2017, e nel 2018 il "Secondo rapporto sullo stato del capitale naturale in Italia", che riportano dettagliatamente la situazione attuale per tutti gli ecosistemi presenti nel nostro paese.

Viste le numerose funzioni dei suoli e la loro importanza, la loro protezione ha un enorme significato per il benessere umano e il nostro sviluppo sociale ed economico. Infatti le raccomandazioni internazionali per garantire un uso più sostenibile del suolo e

di tutte le risorse naturali (da Rio 1992, alla Strategia sulla biodiversità, a Horizon 2020) indicano nella protezione del suolo uno dei capisaldi della sostenibilità della vita umana sulla Terra. Inoltre, conoscere e capire il valore dei SE legati ai suoli consente, da un lato di studiare il modo di migliorare le sue funzioni, ottenendo per esempio maggiore produttività e benessere in maniera sostenibile, dall'altro lato di proteggerli e mitigare le minacce (prevenzione o risanamento). Le minacce ai suoli sono le problematiche che tendono a ridurre la funzionalità, dal degrado alla perdita totale della stessa, per esempio l'erosione, la perdita di sostanza organica, la compattazione, la salinità, l'impermeabilizzazione, e la contaminazione. In particolare gli obiettivi di produttività ed i bisogni umani immediati spesso incidono negativamente sulla sostenibilità ambientale e a lungo termine danneggiano, talvolta irrimediabilmente, la risorsa suolo che può arrivare a perdere totalmente le sue funzioni in maniera irreversibile.

Purtroppo, ad oggi, la pianificazione della gestione territoriale e l'implementazione di "buone pratiche" per mitigare queste minacce del suolo (rotazione e

umento della diversità delle colture, aumento della sostanza organica, diminuzione dell'erosione, ecc) non tengono sufficientemente conto dei SE forniti. Per questo gli sforzi per utilizzare il suolo in modo sostenibile e preservare i suoi SE sono al centro di molti progetti di ricerca in Europa, che puntano anche alla divulgazione dei risultati.

Come punto cruciale va intanto tenuto presente che, essendo il suolo un fondamentale regolatore degli scambi gassosi con l'atmosfera, le recenti proposte dell'*Intergovernmental Panel on Climate Change* sono d'obbligo per la mitigazione dei cambiamenti climatici che sempre di più dipendono dalle attività umane.

Inoltre, per garantire la protezione del suolo, negli ultimi anni si sta cercando di passare dal riconoscimento dei SE dei suoli alla loro quantificazione biofisica, alla valutazione economica e all'istituzione di Pagamenti per i Servizi Ecosistemici (PES). I PES sono definiti come una transazione volontaria in cui un ben definito SE (o l'uso del territorio che garantisce quel servizio) viene venduto da almeno un fornitore ad almeno un compratore se, e solo se, il fornitore del SE ne assicura la continuità della fornitura (Wunder 2005, Engel et al., 2008). In realtà la sola attribuzione di un valore economico ad un SE non è sufficiente per garantire la sostenibilità del servizio stesso, che deve essere supportato da una pianificazione o gestione che ne garantisca la continuità nel tempo. I PES, se contemplati nelle politiche di programmazione ambientale, potrebbero comunque consentire il miglioramento della gestione delle risorse naturali favorendo l'integrazione degli aspetti di conservazione con le esigenze socio-economiche delle comunità locali (De Groot et al., 2010).

### 3.2 Determinazione delle funzioni dei suoli nel Lazio come base di valutazione dei servizi ecosistemici

La banca dati dei suoli del Lazio ha consentito di applicare alcune prime valutazioni tematiche relative alle funzioni ecologiche dei suoli necessarie alla stima dei servizi ecosistemici così come riportati in Tabella 3.1. In particolare sono state elaborate, all'interno del settore di servizi ecosistemici "Regolazione" (immagazzinaggio, filtraggio e trasformazione), le funzioni "Riserva idrica" (*Available water capacity*) del suolo, espressa in classi di capacità di stoccaggio di acqua (mm di H<sub>2</sub>O) nel suolo per l'intera profondità utile alle radici (Figura 3.2); e la funzione "Capacità depu-

rativa per inquinanti" applicando il metodo messo a punto dalla regione Emilia-Romagna (RER, 1995). Tale valutazione, ricava le classi di capacità depurativa dei suoli (Tabella 3.2) attraverso un meccanismo di matrice di valutazione tabellare (*matching table*); la capacità depurativa è intesa come la capacità del suolo di degradare rapidamente la sostanza organica apportata con i liquami, liberando gli elementi nutritivi in forma assimilabile dalle colture, e la capacità di adsorbire i composti a potenziale azione inquinante, ad esempio i metalli pesanti (Figura 3.3). Le variabili predittive individuate (Tabella 3.3) sono: il contenuto di scheletro entro 1 m di profondità, la profondità utile per le radici, la capacità di scambio cationico e il grado di reazione (pH in acqua).

Tab. 3.2 - Classi di capacità depurativa del suolo (dalla Carta dei Suoli della regione Emilia-Romagna)

Codice	Classe
1	Molto alta
2	Alta
3	Moderata
4	Bassa
5	Molto Bassa

Tab. 3.3 - *Matching table* per la stima delle classi di capacità depurativa del suolo (dalla Carta dei Suoli della regione Emilia-Romagna)

Scheletro	Capacità di scambio Cationico (meq/100g)	Profondità utile alle radici					
		< 50 cm		≥ 50 e < 100 cm		≥ 100 cm	
		pH in H <sub>2</sub> O					
		≥6,5	<6,5	≥6,5	< 6,5	≥6,5	<6,5
< 35%	≥ 10	4	5	2	4	1	3
	< 10	5	5	3	4	3	4
≥ 35%	≥ 10	5	5	4	5	3	4
	< 10	5	5	5	5	4	4

Le funzioni tematizzate in Figura 3.2 e 3.3 rappresentano la base per l'elaborazione dei relativi servizi ecosistemici forniti dai vari tipi di suolo, insieme anche ad altre citate in Tabella 3.1, come lo stock di carbonio (vedi successivo capitolo 4, par. 4.4.) Per potere effettuare questo tipo di valutazione finale sono necessari ulteriori studi ed elaborazioni, attraverso il confronto tra le funzioni fornite e ulteriori dati sulla gestione/uso del suolo (agricola, urbana e turistico/ricreativa), sia di tipo produttivo (cibo e prodotti derivanti da agricoltura), sia relativi al ciclo delle acque.

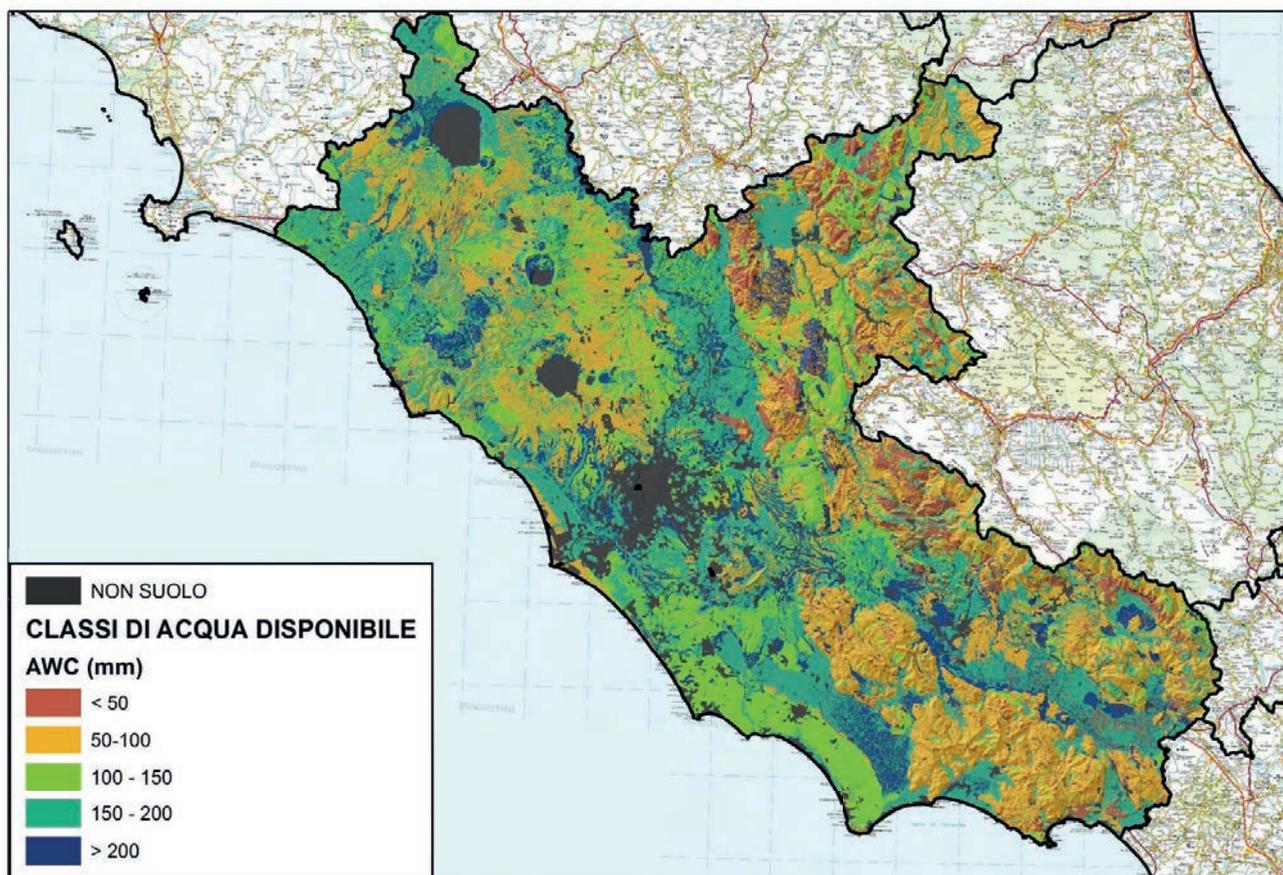


Fig. 3.2 - Cartografia tematica delle classi di riserva idrica (in mm H<sub>2</sub>O) per i suoli del Lazio

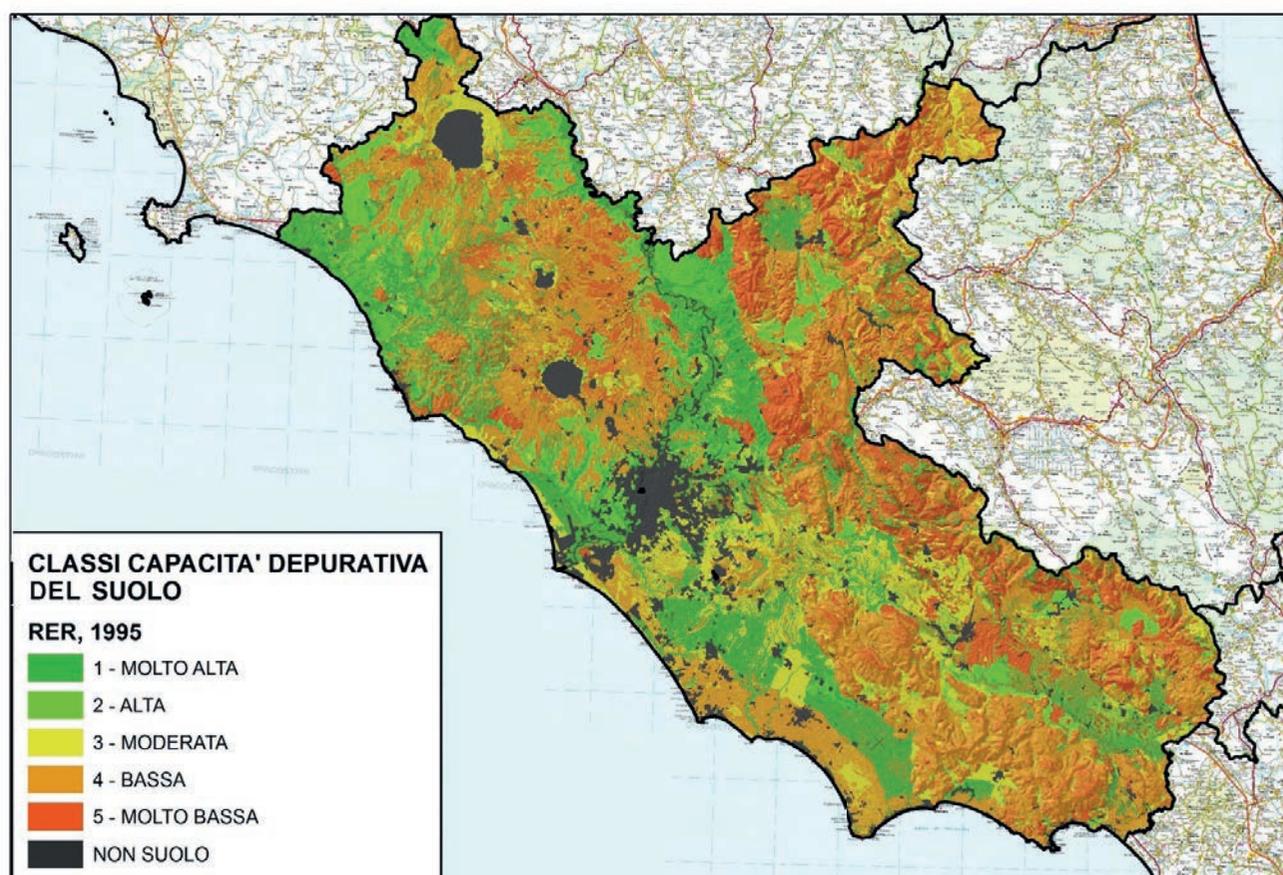


Fig. 3.3 - Cartografia tematica delle classi di Capacità Depurativa dagli inquinanti per i suoli del Lazio (metodologia della Regione Emilia Romagna, 1995)

# *Capitolo 4*

**LE MINACCE ALLA QUALITÀ DEL SUOLO**



## Le minacce alla qualità del suolo

Rosario Napoli, Massimo Paolanti

Il suolo è un complesso corpo vivente, in continua evoluzione e sotto alcuni aspetti ancora poco conosciuto, che fornisce all'umanità gli elementi necessari al proprio sostentamento ma è anche una risorsa praticamente non rinnovabile ed estremamente fragile.

Esso può essere soggetto a gravi processi degradativi che ne limitano o inibiscono totalmente la funzionalità e che spesso vengono evidenziati solo quando sono irreversibili o in uno stato talmente avanzato da renderne estremamente oneroso e, spesso, economicamente poco vantaggioso il ripristino. (APAT, 2008).

L'Agenzia Europea dell'Ambiente e il Joint Research Centre della Commissione Europea nel report sullo stato del suolo in Europa (EEA-IES, 2012) hanno evidenziato problemi di degrado, super sfruttamento e gestione inadeguata del suolo in tutti i paesi membri.

Il suolo è una risorsa praticamente non rinnovabile, poiché i processi di formazione e rigenerazione sono estremamente lenti. È una matrice ambientale che reagisce agli influssi esterni con molto ritardo: i problemi vengono individuati solo a posteriori, quando spesso è troppo tardi per rimediarvi. Inoltre il suolo immagazzina anche inquinanti, motivo per cui spesso la contaminazione chimica è irreversibile (Paolanti, 2010).

I principali processi di degrado – o minacce sulle funzioni del suolo - individuati dalla Commissione (CEC, 2006) sono i seguenti:

- erosione;
- diminuzione di materia organica;
- contaminazione locale e diffusa;
- impermeabilizzazione;
- compattazione;
- diminuzione della biodiversità;
- salinizzazione;
- frane e alluvioni (questa minaccia esula espressamente dai dati raccolti in questo progetto e quindi si rimanda ad altre fonti).

A questo riguardo è importante definire i concetti di resilienza e resistenza del suolo (APAT, 2008).

La **Resilienza** del suolo è comunemente definita come la capacità di recuperare la sua integrità funzionale e strutturale dopo un disturbo esterno.

Per **Resistenza** del suolo si intende la capacità del suolo di mantenere invariate le proprie funzioni a seguito di un disturbo esterno.

È molto importante la capacità di un suolo di continuare ad offrire servizi ecosistemici a seguito di disturbi (naturali o antropici). *“Un suolo non è considerato sano se gestito per produrre a breve termine a spese della futura degradazione”* (Doran et al., 1996).

La qualità di un suolo è stata definita come la capacità del suolo di “funzionare” entro i limiti di ecosistemi naturali e di essere gestito per sostenere la produttività di piante ed animali, mantenere e migliorare la qualità delle acque e dell'aria, e sostenere la salute e la dimora umana (Karlen et al., 1997).

La qualità ambientale di un'area o di un territorio può essere stimata e rappresentata con l'uso di opportuni indicatori ambientali. I parametri possono appartenere ai seguenti tipi principali: fisici, chimici, microbiologici e biochimici.

La **compattazione** del suolo avviene quando le particelle del suolo subiscono un'azione di compressione e, di conseguenza, si riduce lo spazio dei pori e dei vuoti interstiziali; suoli fortemente compatti hanno un grado ridotto sia di infiltrazione che di drenaggio. La compattazione può essere dovuta a cause naturali quali fattori pedologici intrinseci al suolo stesso, o la pioggia che può favorire la formazione di una crosta superficiale. Invece, cause indotte dall'uomo, possono essere: le lavorazioni al suolo, il traffico con mezzi pesanti, assenza di rotazione delle coltivazioni.

L'**erosione** consiste nella perdita dello strato più superficiale del terreno a causa dell'azione delle acque piovane o del vento. La perdita di suolo, che può avvenire lentamente oppure con velocità estreme, si traduce in una **riduzione della fertilità** per la perdita degli orizzonti superficiali, un possibile peggioramento della qualità delle acque superficiali e un incremento dello scorrimento superficiale.

Il **consumo di suolo** consiste in una variazione da una copertura non artificiale (suolo non consumato) a una copertura artificiale del suolo (suolo consumato). Il monitoraggio annuale del fenomeno condotto da ISPRA (Rapporto N.266 ISPRA, 2017) indica per il Lazio una superficie consumata complessiva pari all'8,4% del territorio. Sono generalmente i suoli migliori, quali quelli delle pianure, i più soggetti ad essere consumati.

Si tratta di una perdita totale ed irreversibile della risorsa.

**Salinizzazione.** Quando la quantità di sali solubili (solfati, cloruri e bicarbonati di sodio, potassio, calcio e magnesio) diviene eccessiva, al punto tale che le colture ne risentono negativamente, il terreno viene classificato come salino. La salinizzazione impedisce la crescita delle piante in quanto limita la loro capacità di rifornirsi di acqua, provoca squilibri nutrizionali e induce fenomeni di tossicità. A causa di attingimenti troppo elevati (agricoli, civili, industriali), l'acqua salmastra può penetrare nella falda acquifera e la salinizzazione può essere causata dall'utilizzo di tali acque, ad alto contenuto in sali, ai fini irrigui. In alcuni casi, quali ad esempio le serre, la salinizzazione dei suoli può essere dovuta all'uso di forti dosi di concimi chimici, associata a bassi volumi di acqua.

La **perdita di sostanza organica** induce un netto peggioramento della funzionalità dei suoli. Può essere causata dalle trasformazioni d'uso del suolo operate dall'uomo, ma anche dall'adozione di pratiche agricole non idonee, quali utilizzi troppo intensivi, erosione, mancanza di apporti.

La **contaminazione del suolo** è un fenomeno di alterazione della sua composizione chimica causata dall'immissione di sostanze non naturalmente presenti o in concentrazioni superiori rispetto alla composizione geochimica media. Il D.Lgs. 152/06 e ss.mm. ii. definisce l'inquinamento come *"l'introduzione diretta o indiretta, a seguito di attività umana, di sostanze, vibrazioni, calore o rumore o più in generale di agenti fisici o chimici, nell'aria, nell'acqua o nel suolo, che potrebbero nuocere alla salute umana o alla qualità dell'ambiente, causare il deterioramento dei beni materiali, oppure danni o perturbazioni a valori ricreativi dell'ambiente o ad altri suoi legittimi usi"*.

#### 4.1 L'erosione del suolo nel Lazio

Fenomeni di erosione presenti nel territorio regionale si possono riscontrare in varie aree agro-forestali, in ambienti caratterizzati da diversi substrati litologici (**parent materials**) e usi del suolo.

I caratteri dei suoli predisponenti a questi fenomeni, e che sovrintendono alla cosiddetta "suscevitività" all'erosione, sono la tipologia di classe tessiturale (sia superficiale che sottosuperficiale) concentrate nelle frazioni di sabbie fini, limi e/o argille, il conseguente drenaggio interno basso, e la localizzazione in aree con forte pendenza (> 20-30%).

I fenomeni più vistosi di erosione areale sono presenti nelle aree degli affioramenti argillosi ed argilloso-limosi sottostanti alle colate piroclastiche, che danno origine a fenomeni denudativi di tipo calanchivo (o *badlands*) simili a quelli presenti nella Toscana meridionale, nelle Crete Senesi (Figura 4.1).



Fig. 4.1 - Calanchi nei dintorni Civitella D'Agliano

I suoli su tali substrati sono sempre di moderato spessore, e vanno gestiti con estrema cautela, soprattutto per la possibilità di accelerazione di fenomeni di erosione/denudazione a seguito di riconversioni colturali, per esempio da seminativi o prati a colture permanenti (Figura 4.2).

Gli stessi *plateaux* vulcanici sia a nord che a sud del Tevere presentano fenomeni di erosione incanalata di tipo *rill* e talvolta fossi, sia nelle aree di raccordo con le caldere, sia nelle aree di bordo e passaggio con altre litologie (Figura 4.3). Erosione areale e incanalata di tipo *rill* si può riscontrare anche nei versanti con *flysch* marnoso-argillosi (aree del Reatino e colline del Frusinate), con pendenze superiori al 20-25% (Figura 4.4).



Fig. 4. 2 - Esempi di erosione areale accelerata con impianti di colture permanenti – suoli Vallarone, fase tipica (*Haplic Calcisols - Loamic*). Le frecce in rosso indicano i punti di convessità e/o cambiamenti di pendenza dove le lavorazioni e regolarizzazioni fatte per l'impianto hanno creato aree a forte denudazione con affioramento del substrato argilloso-limoso



Fig. 4. 3 - Erosione incanalata per *rill* e fossi sui versanti del plateau vulcanico con suoli su depositi piroclastici (*tufi*). Area di Vigna di Valle (RM).



Fig. 4. 4 - Suoli molto sottili con erosione areale su versanti con argilliti marnose dei substrati di tipo *flysch* (torbiditi), coltivati ad oliveti. Area di Poggio Nativo (RI)

## 4.2 La cartografia dell'erosione attuale

Con la partecipazione al Progetto SIAS: "Sviluppo di Indicatori sul Suolo in Italia" tra CREA e ISPRA, è stata elaborata già dal 2013 una prima cartografia dell'erosione attuale nel Lazio, poi aggiornata con i rilievi del Progetto "Carta dei Suoli del Lazio alla scala 1:250.000". Di seguito vengono descritti sinteticamente sia la metodologia che i risultati ottenuti.

### Metodologia

La determinazione della quantità di suolo eroso (t/ha•anno) nel territorio del Lazio è stata effettuata mediante la RUSLE (*Revised Universal Soil Loss Equation*) espressa dalla seguente equazione:

$$A = R \times LS \times K \times C \times P$$

dove

- R è il fattore di erosività legato alla pioggia
- LS è il fattore topografico (lunghezza L e pendenza S del versante)
- K è il fattore di erodibilità legato alla tessitura ed al contenuto in sostanza organica
- C è il fattore di copertura del suolo
- P è il fattore relativo alle pratiche per la conservazione del suolo

I risultati dell'applicazione della RUSLE sono evidenziati dalle due carte seguenti in cui viene rappresentata l'erosione potenziale (cioè senza i fattori relativi alla copertura e alle pratiche per la conservazione del suolo) e l'erosione attuale.

Tutte le stime dei diversi fattori (a prescindere dal metodo) sono state effettuate alla risoluzione del dem utilizzato (GDEM-ASTER 30m). Il valore delle celle della rete INSPIRE è corrispondente alla media dei valori delle celle a 30m iscritte in ciascuna cella 1x1 km.

### Fattore R – erosività climatica

La stima del fattore di erosività del suolo dovuta alla pioggia R è stata realizzata utilizzando i dati di precipitazione (medie decadali trasformate in mensili) dalla rete FOODSEC MARS (fonte JRC) con periodo dal 1989 al 2012. Poiché la rete dei dati ha una maglia di 20 km per poter affinare il calcolo si è proceduto ad un *downscaling* tramite *Geographically Weighted Regression* (GWR) utilizzando quali regres-

sori: latitudine, longitudine, distanza dalla costa, quota e radiazione potenziale annuale (queste ultime due derivate e calcolate dal GDEM-ASTER). La validazione del dato è stata effettuata utilizzando dati misurati da alcuni stazioni con un errore inferiore in media al 5%.

Il calcolo del fattore R è stato effettuato come media dei seguenti 6 algoritmi più diffusi in letteratura (Bazzoffi, 2007):

Funzione	Riferimento Metodo
$R = [(4,17 \cdot F) - 152] \cdot 17,02$	Arnoldus, 1980 – lineare
$R = 0,302 \cdot F^{1,93}$	Arnoldus, 1977 – esponenziale
$R = 0,739 \cdot F^{1,847}$	Renard e Freimund, 1994 – F
$R = 0,0483 \cdot P^{1,61}$	Renard e Freimund, 1994 – P
$R = 38,46 + 3,48 \cdot P$	Lo et al., 1985
$R = 3,82 \cdot F^{1,41}$	Yu e Rosewelt, 1996

dove P è la precipitazione media annua, mentre F è l'indice di Fournier (modificato da Arnoldus, 1980) espresso come:

$$F = \left( \frac{12}{\sum_{j=1}^{12} p_j^2} \right) / P \quad \text{dove } p \text{ è la precipitazione media mensile.}$$

### Fattore K – erodibilità del suolo

La stima del fattore K è stata effettuata utilizzando i valori medi di tessitura e sostanza organica provenienti dagli orizzonti superficiali dei siti capisaldo, rappresentativi e tipici di riferimento, afferenti alle tipologie di suolo (STS). Il fattore di erodibilità K per ciascun profilo è stato calcolato tramite la seguente formula (Torri et al., 1997):

$$K = 0,0293 \left( 0,65 - D_g + 0,24 D_g^2 \right) \exp \left\{ -0,021 \frac{OM}{C} - 0,00037 \left( \frac{OM}{C} \right)^2 - 4,02 C + 1,72 C^2 \right\}$$

in cui  $D_g$  è il logaritmo del diametro geometrico medio delle tre frazioni granulometriche

$$D_g = \exp \left[ \sum f_i \log_{10} \left( \sqrt{d_i d_{i-1}} \right) \right]$$

dove, per ognuna delle tre componenti granulometriche,  $f_i$  è la frazione corrispondente,  $d_i$  è il diametro massimo in mm e  $d_{i-1}$  quello minimo, secondo lo schema seguente:

Componente	$d_i$ (mm)	$d_{i-1}$ (mm)
Argilla	0.002	0.00005
Limo	0.05	0.002
Sabbia	2	0.05

mentre C e OM rappresentano rispettivamente il contenuto in argilla e in sostanza organica.

I dati così ottenuti sono stati spazializzati utilizzando il metodo probabilistico EBK (*Empirical Bayesian Kriging*) con i seguenti errori di stima ME = 0.0000693, RMSE = 0.0074269, RMNSE = 1,006929.

#### Fattore LS – topografia/morfometria

La stima del fattore topografico LS (lunghezza e pendenza del versante) è stata effettuata con i dati provenienti da GDEM-ASTER e utilizzando il seguente algoritmo (Mitasova et al., 2001).

$$LS = (m+1) \left( \frac{\text{Flowacc} \cdot l}{22,13} \right)^m \cdot \left( \frac{\text{sen} \cdot \Theta}{0,0896} \right)^n$$

dove Flowacc è il numero di celle che apportano acque di deflusso a ciascuna cella del grid,  $l$  è la dimensione del pixel,  $m$  e  $n$  sono esponenti che dipendono dall'algoritmo usato nel calcolo di Flowacc. Per il metodo usato (*Single Flow – D8*) sono  $m$  0.4 e  $n$  1.4

#### Fattori C e P – copertura e protezione del suolo

Per la stima dei fattori C e P è stata utilizzata la Carta di Uso del Suolo (fonte CORINE Land Cover 2012) in cui ad ogni classe di suolo è stato associato un valore (prodotto di C x P) compreso tra 0 e 1 (Bazzoffi, 2007). Il vettoriale è stato poi trasformato in *grid* con la stessa risoluzione (30 m) ed estensione degli altri fattori.

#### Risultati

L'elaborazione finale ha prodotto una cartografia raster su base griglia INSPIRE (1000 m) con i valori di erosione attuale espressa in tonnellate/ha/anno medi per ogni cella considerata (Figura 4.5).

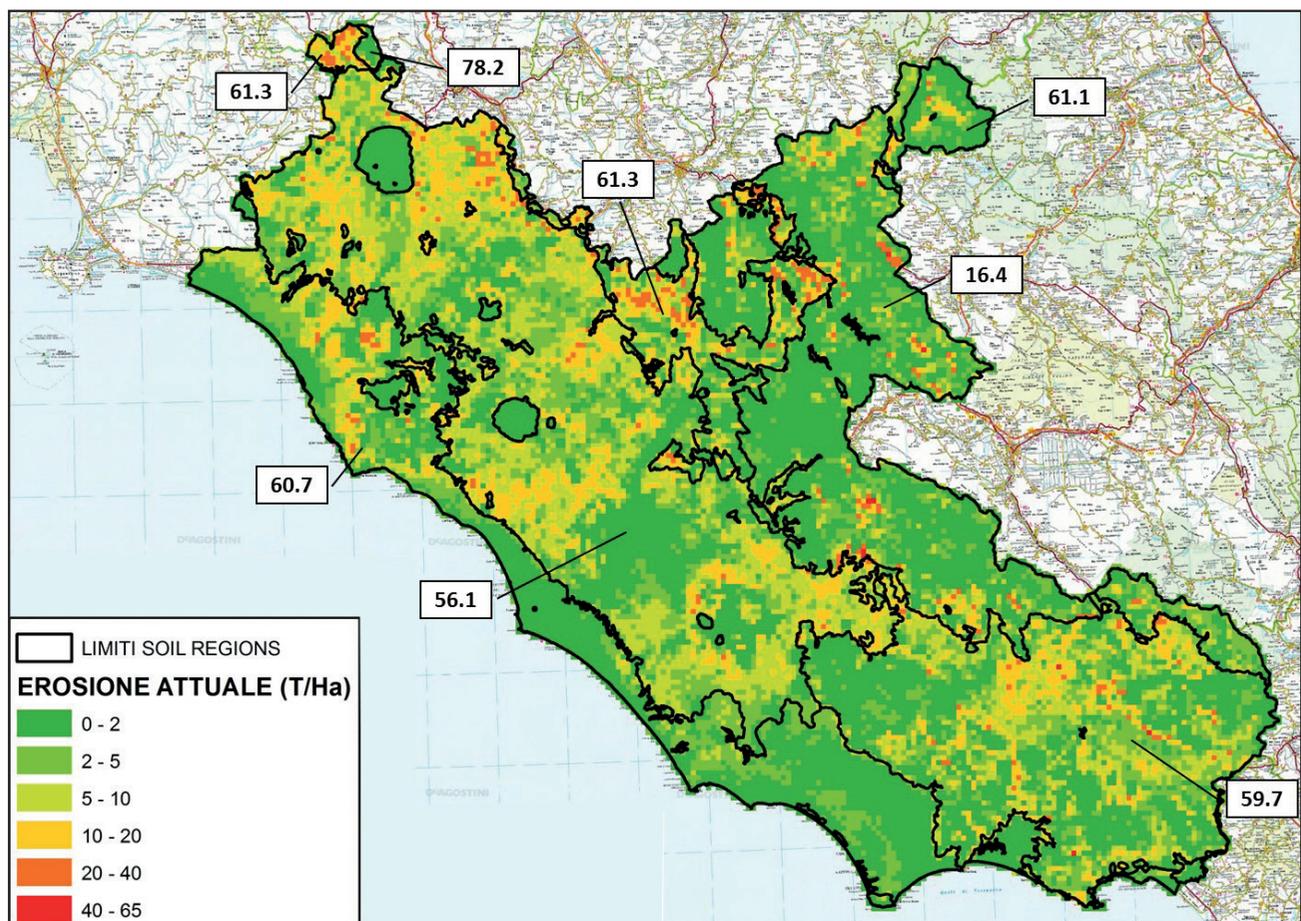
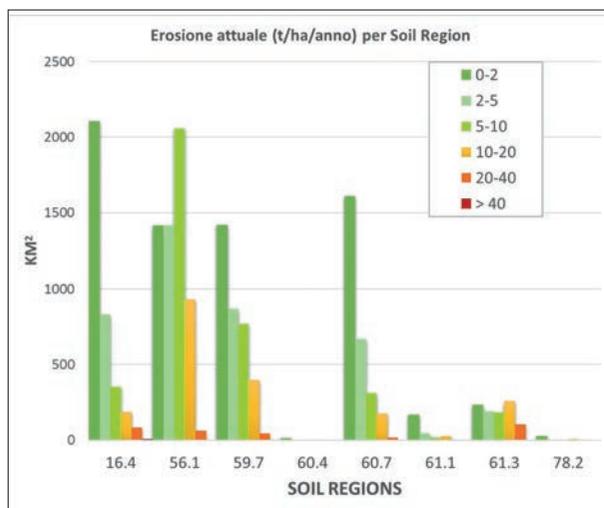


Fig. 4.5 - Cartografia delle classi di erosione attuale espresse in t/ha/anno (elaborazione effettuata da CREA per progetto SIAS – ISPRA, indicatore ambientale "erosione del suolo"). **Legenda Regioni Pedologiche:** 16.4-Regione dei Cambisols, Leptosols e Luvisols dell'Appennino Centrale; 56.1-Regione dei Cambisols, Andosols e Regosols delle aree con depositi effusivi dell'Italia Centrale (Lazio e Vesuvio); 59.7-Regione dei Cambisols, Leptosols e Luvisols dell'Appennino Meridionale; 60.7-Regione dei Cambisols, Luvisols e Fluvisols della costa Tirrenica di Toscana e Lazio (Italia Centrale); 61.1-Regione dei Cambisol, Regosol e Luvisols dell'Italia orientale (parte est e sud-est dell'Appennino); 61.3-Regione dei Cambisol, Regosol e Vertisols dell'Italia Centrale e Meridionale (Toscana, colline costiere dell'Adriatico e della Lucania); 78.2-Regione dei Regosols, Cambisols del medio Appennino

Tab. 4.1 - Totale Km<sup>2</sup> per classe di erosione nell'intera Regione

Classe erosione (t/ha/anno)	Totale Km <sup>2</sup>	% su Superficie Regionale
0-2	6976	41
2-5	4022	24
5-10	3691	22
10-20	1981	11
20-40	312	2
> 40	9	0.001

Dalla distribuzione delle classi di erosione così come riportata nel grafico di Figura 4.6 per Regioni Pedologiche (*Soil Regions*) e totale per l'intera Regione (Tabella 4.1) si vede come gran parte della regione sia comunque interessata da debole erosione con le classi 0-2 e 2-5 (t/ha/anno) che coprono il 65% della superficie regionale. Queste due classi sono equamente distribuite in tutte le Regioni Pedologiche, in particolare nella 16.4, 56.1, 59.7 e 60.7. Tuttavia anche le classi intermedie di erosione, comprese tra 5-10 e 10-20 t/ha/anno occupano una parte consistente (33% insieme) del territorio, e sono concentrate soprattutto nella regione pedologica 56.1 dei *plateaux* vulcanici sia a nord che a sud del Tevere, e solo in piccola parte nelle Regioni Pedologiche 60.7 e 61.3. Infine le classi più elevate sono presenti in piccola percentuale (2% circa), in territori occupati da agricoltura e particolarmente fragili da un punto di vista erosivo (argille e limi pliocenici nella 56.1 e 60.7 e *flisch* marnoso-argillosi pedemontani e montani nelle regioni 16.4, 59.7 e 61.3)

Fig. 4.6 - Grafico della distribuzione areale delle classi di erosione attuale per *Soil Regions*

### 4.3 La compattazione del suolo nel Lazio

I fenomeni di compattazione del suolo sono indotti da pratiche di gestione agricola che spesso non tengono conto delle particolari caratteristiche fisiche dei suoli.

#### Compattazione da lavorazione in condizioni idriche sfavorevoli

Lavorazioni con mezzi meccanici pesanti in condizioni di umidità superiori a certi livelli, quando il suolo non è "in tempera", possono dare adito a fenomeni di compattazione non reversibile a carico degli orizzonti superficiali e/o sub-superficiali dei suoli con contenuti di argilla superiori al 25-30%.

L'intervallo di valori di umidità del terreno all'interno del quale si verificano le migliori condizioni di lavorabilità (*workability*) ai fini dell'utilizzo agricolo, viene definito stato di "tempera" nella sua accezione agronomica; la condizione di "fuori tempera", invece, viene empiricamente fatta corrispondere al contenuto di acqua al di sopra o al di sotto a tale intervallo. Le condizioni idrologiche definite come Capacità di Campo, ovvero quella condizione in cui tutta l'acqua in eccesso è stata rapidamente eliminata per via della forza di gravità e il contenuto residuo è relativamente stabile, spesso corrispondono a condizioni di eccessiva umidità in campo per le lavorazioni.

Nella letteratura scientifica non si parla di "tempera" ma il concetto è stato meglio definito con l'elaborazione dell'indice di contenuto di acqua ottimale, identificato con la sigla  $\Theta$  OPT, dalla definizione inglese di "*Optimum water content for Tillage*", ovvero il "contenuto di acqua del terreno al quale le lavorazioni meccaniche producono il più alto numero di piccoli aggregati o, al contrario, il più piccolo numero di aggregati di grosse dimensioni e zolle" (Dexter e Bird, 2001).

Ciò è stato visto e misurato per vari areali italiani attraverso la valutazione della stabilità strutturale e compattazione in funzione dell'indice di contenuto di acqua ottimale alla lavorazione, come dimostrato dai monitoraggi effettuati in 10 aree sperimentali del CREA in tutta Italia nell'ambito del progetto EFFICOND e MONACO, sulla verifica dell'efficacia di alcuni standard di Buone Pratiche Agro-Ambientali previste dal regime di condizionalità della Politica Agricola Comune (PAC) (Dell'Abate et al., 2011).

Inoltre, uno dei fenomeni più comuni in suoli a tessitura contrastante tra superficie e profondità è dato dalla formazione della cosiddetta "suola d'aratura", vale a dire un sottile strato più compatto alla base della profondità di lavorazione.

### Sovrapascolamento su substrati limoso argillosi

Un altro importante fattore di compattazione è costituito dal pascolamento intensivo (sovrapascolamento). Il passaggio di mandrie di ovini e/o caprini può in alcuni contesti pedologici con orizzonti superficiali a tessitura fine (limosi, limoso argillosi e argillosi) indurre fenomeni di compattazione nei primi centimetri di suolo (Figura 4.7). Se ripetuto nel tempo durante le varie stagioni il fenomeno può assumere grande entità e anche dare innesco a successivi fenomeni di erosione areale ed incanalata.



Fig. 4.7 - Effetti della compattazione superficiale su suoli limoso argillosi, area Freddara-Allumiere (VT)

### Cartografia del rischio di compattazione

A livello generale, è stato possibile stimare il rischio di compattazione dei suoli del Lazio su base geografica applicando il metodo messo a punto da Vignozzi et al., 2007 (Figura 4.8), e classando i valori di rischio in 5 classi, come proposto dagli autori.

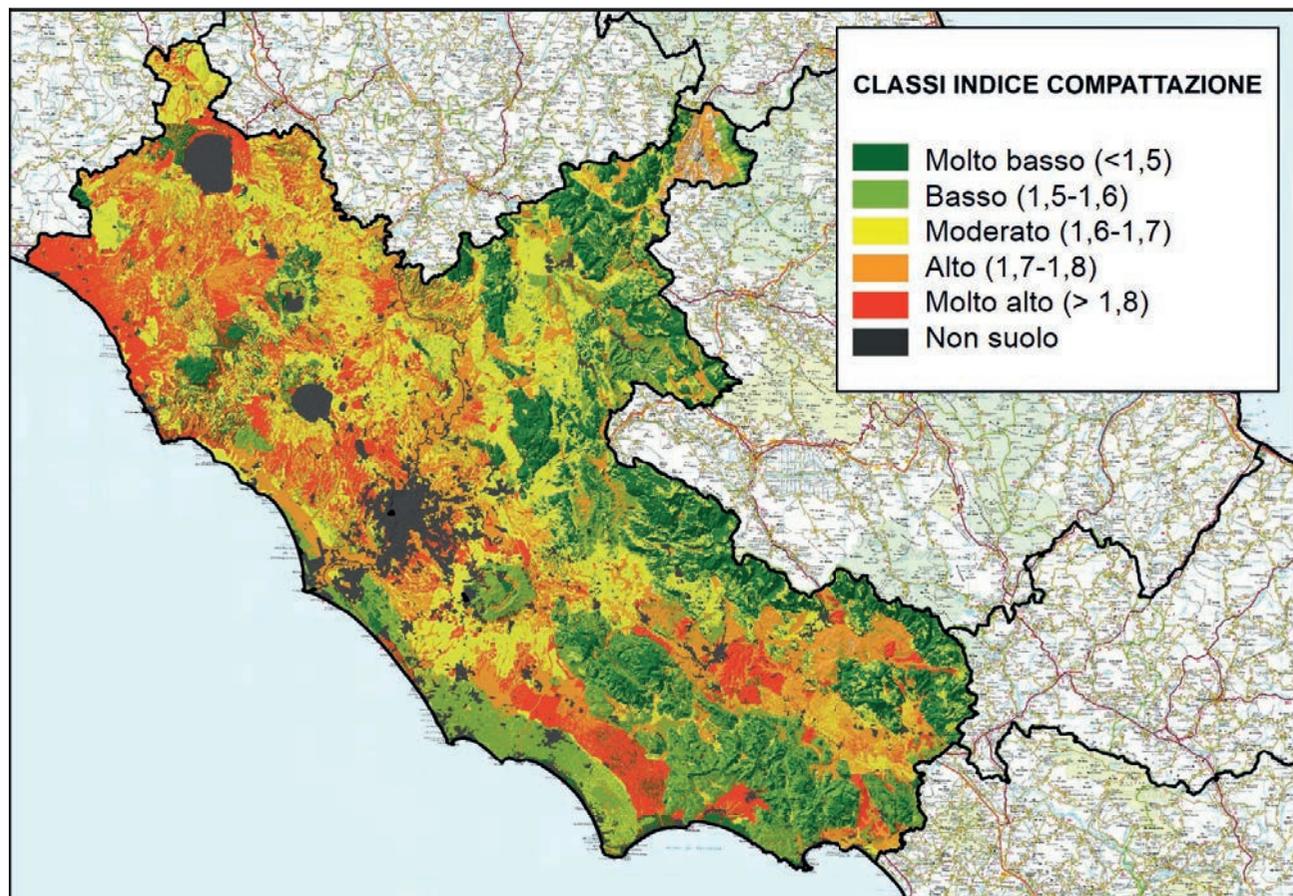


Fig. 4.8 - Mappatura dell'indice di compattazione (Vignozzi et al., 2007)

#### 4.4 Lo stock di sostanza organica dei suoli del Lazio

Tra le minacce più importanti per i suoli c'è quella relativa alla perdita di Sostanza Organica (SO) nel tempo. Quello che viene misurato con il rilevamento dei suoli è in realtà il contenuto di Carbonio Organico (CO), che è una frazione della SO: questa ultima comprende anche altri residui organici non umificati e carbone inerte (*charcoal*). Il rapporto tra SO e CO è generalmente e mediamente fissato in  $SO = CO * 1,724$  (MIPA, 1997).

Buoni contenuti di carbonio organico nel suolo sono considerati positivamente per il mantenimento della fertilità, interagendo anche con il ciclo dell'azoto; i materiali organici umificati hanno un effetto strutturante (quindi favoriscono il drenaggio interno) e contribuiscono viceversa, sopra certe quantità, alla ritenzione idrica nei primi orizzonti e, quindi, ad una più lenta perdita di acqua per evaporazione superficiale nei periodi caldi estivi. La capacità di un suolo di stoccare CO (*soil carbon sink*) in varie forme di *humus* è ritenuta di estrema importanza in quanto previene l'ossidazione e mineralizzazione del CO ed il conseguente rilascio di CO<sub>2</sub> in atmosfera.

Con il progetto "Carta dei Suoli del Lazio alla scala 1:250.000" è stato possibile realizzare anche una rappresentazione tematica geografica circa lo stato del contenuto di CO nei suoli alla data attuale (*baseline*); tale valutazione ha infatti considerato in maggior parte i suoli analizzati con i rilevamenti di progetto, con caratteristiche e contenuti di CO riferiti al periodo 2015-2016, e solo in minima parte quelli provenienti da dati pregressi (questi ultimi nella quasi totalità riferiti a tipologie di suoli forestali, quindi non soggette a grandi cambiamenti nel tempo come quelli agricoli). Si è quindi evitato di utilizzare dati lontani nel tempo affetti da errori nella stima sia del carbonio che della massa volumica apparente, dati fondamentali per il calcolo (vedi *Metodologia*).

Tale mappatura, considerando la gestione e uso del suolo, ci dà una chiara visione di quali possono essere gli ambienti più a rischio per la perdita di CO in un prossimo futuro. La cartografia tematica realizzata (Figura 4.9) mostra quindi i livelli medi di contenuto in CO espressi in t/ha per l'intero territorio regionale.

#### Metodologia per il calcolo degli stock di carbonio nel suolo

La metodologia utilizzata è quella riportata dal progetto SIAS – Indicatore ambientale carbonio organico (Vinci et al., 2008), calcolata e mappata su riferimento geografico di griglia INSPIRE.

Anche nel progetto SIAS per il Lazio sono stati calcolati i contenuti per due spessori di riferimento standard, 0-30 e 30-100 cm, arrivando quindi a determinare il contenuto di CO in profondità e non solo in superficie.

Nel metodo internazionale sia Europeo (Aksoi et al., 2016) che mondiale (Hiederer and Köchy, 2012; FAO and ITPS, 2018) si fa invece riferimento alla mappatura del contenuto di CO principalmente nei primi 30 cm superficiali come dato standard (e solo come dato ulteriore ed accessorio il contenuto profondo da 30 a 100 cm). Tale standard di riferimento risulta nei nostri ambienti molto riduttivo, per motivi sia legati alla gestione del suolo, che ai processi di traslocazione del CO legati alle varie tipologie di pedogenesi. La gestione dei suoli agricoli infatti spesso prevede, alle nostre latitudini, lavorazioni a profondità maggiore legate alla rotazione culturale. Nel caso dell'impianto di nuove colture permanenti si possono avere lavorazioni (rippature/scassi) anche a profondità più elevate (80-100 cm). Inoltre a seguito di pedogenesi di tipo vertico o comunque in suoli con argille dinamiche e crepacciamento estivo, si possono avere fenomeni di traslocazione meccanica delle particelle di suolo superficiali ricche in CO negli orizzonti profondi. Molti studi hanno stabilito che la valutazione degli stock di carbonio negli orizzonti più profondi del suolo può portare a risultati molto diversi, suggerendo di calcolare lo stock di CO in tutta la profondità utile e/o potenzialmente esplorabile dalle radici (Olson e Al-Kaisi, 2015). In molti casi sono stati misurati stock di CO notevolmente superiori rispetto a quelli del solo strato di riferimento superficiale (Gray et al., 2016), confermando quello che stime a livello mondiale già riportavano, con valori di stock di CO negli orizzonti profondi superiori del 70% rispetto a quelli superficiali (Batjes, 1996).

Inoltre, quello del trasporto meccanico del CO per erosione superficiale è un fattore al momento attuale non considerato nelle cartografie degli stock di CO; in gran parte degli ambienti collinari e montani

italiani può essere invece un fattore quantitativamente più importante dei soli processi di trasformazione biochimica (umificazione), almeno in certi periodi in relazione agli eventi piovosi erosivi. L'accoppiamento di cartografie di stock di carbonio con l'applicazione di modelli erosivi geograficamente distribuiti a scala di bacino è oggetto di studio per determinare anche la componente di redistribuzione geografica dovuta alle dinamiche di erosione/deposizione.

Nella mappatura tematica effettuata dal CREA si è quindi deciso di considerare tutto lo spessore del suolo (esclusi gli orizzonti C di profondità).

Il calcolo è stato effettuato sulla base dei dati statistici presenti per ogni STS nella banca dati dei suoli del Lazio (Tabella sts\_stat). I parametri presi in considerazione (CO, massa volumica apparente, spessori e scheletro) sono relativi ai valori medi del range dei profili appartenenti ad ogni STS.

La formula utilizzata per il calcolo è la seguente:

$$CO = \sum_1^n co * da * sp * \frac{(100 - sk)}{100}$$

Dove:

- CO** = contenuto di carbonio organico del profilo/STS (t/ha);
- co** = concentrazione di carbonio organico nell'orizzonte (%);
- da** = densità apparente della terra fine (g/cm<sup>3</sup>);
- sp** = spessore dell'orizzonte in cm entro la sezione considerata (cm);
- sk** = scheletro nell'orizzonte (%);
- n** = numero degli orizzonti che ricadono nella sezione considerata per il profilo o l'STS.

Nel nostro caso gli orizzonti considerati per ogni STS sono stati quelli con codice identificativo funzionale dell'orizzonte (o "Layer" vedi cap. 12, Tabella 12.1) di tipo 2 o 3, vale a dire i soli orizzonti diagnostici di superficie (*epipedon*) o sub-superficiali. Le quantità di carbonio stoccate per ogni STS sono state poi riportate su base geografica attraverso il legame con ogni Componente Territoriale (*Land Component* - LC) Considerando queste due tipologie di orizzonti in molti casi è stato possibile arrivare abbondantemente oltre i 100 cm di profondità; non sorprende quindi che le classi riportate in Figura 4.9. riportino quantità abbastanza rilevanti.

Tab. 4.2 - Profondità medie, minime e massime del suolo utilizzate nel calcolo degli stock di CO per le 406 STS considerate in cartografia tematica di Figura 4.9.

Statistiche per STS	Minimo	Massimo	Medio
Somma degli spessori dei layers di superficie e sub-superficiali	15	220	104,7

Relativamente alla minaccia "perdita di sostanza organica" un primo commento può essere fatto relativamente alle aree ricadenti in classe più bassa (0-50 ton/ha). Da una prima analisi delle tipologie di suoli, sia delle morfologie che degli usi del suolo è possibile fare delle considerazioni circa le criticità che intervengono nel determinare quantità di CO stoccato relativamente basse.

Uno dei fattori di controllo principale è dato dalle pendenze forti o scoscese dei versanti su litologie rocciose o comunque su substrati consolidati, con presenza di scheletro e suoli sottili (*Leptosols*) o con contatto litico sub-superficiale (*Endoleptic*) o anche a basso grado di evoluzione del profilo dovuto al ringiovanimento erosivo (*Regosols*). Particolare importanza nel considerare queste aree a rischio riveste il fattore gestione: nella maggior parte dei casi queste aree sono interessate da usi agricoli, e solo in pochi casi da copertura forestale.

Altre situazioni di rilievo e a rischio, sempre interessate da usi agricoli sono quelle in aree costiere di duna eolica, con suoli a tessiture estremamente grossolane-sabbiose e basso grado di evoluzione (*Arenosols*, *Regosols*) o comunque suoli relitti (*Relictigleyic Planosols*), oltre ad alcune situazioni particolari di terrazzi alluvionali con suoli scheletrici (*Endoskeletal Cambisols*).

Studi di maggiore approfondimento sulla dinamica del carbonio organico nel suolo in funzione della gestione agro-forestale e dei futuri scenari climatici saranno oggetto di ulteriori progetti specifici da parte del CREA nell'ambito degli obiettivi dei programmi europei H2020 riguardanti l'agricoltura sostenibile e la resilienza dei suoli e dei sistemi culturali ai cambiamenti climatici.

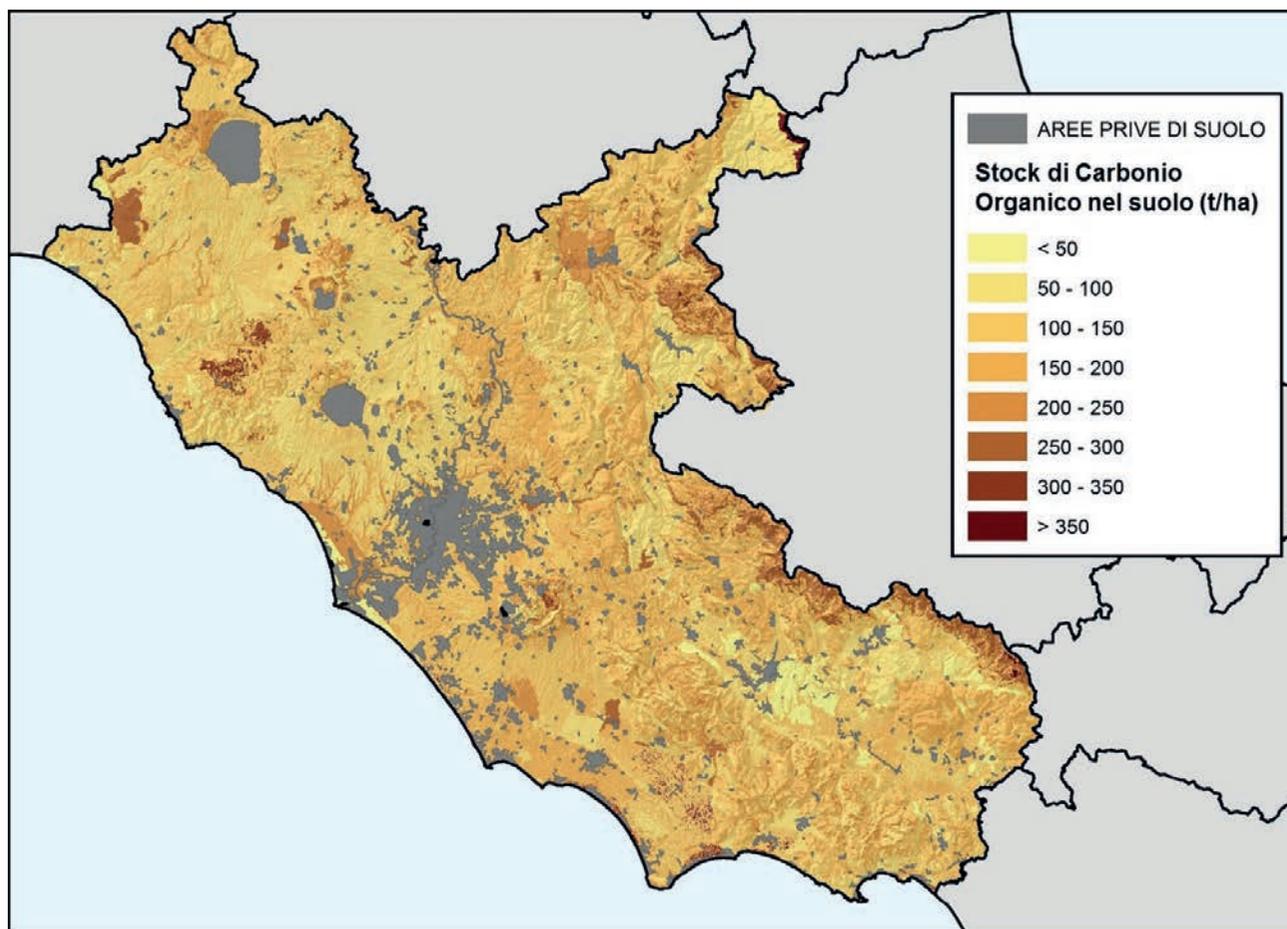


Fig. 4.9 - Cartografia degli stock di carbonio organico in classi di t/ha per i suoli del Lazio

# *Capitolo 5*

## **AMBIENTE E TERRITORIO**



## Ambiente e territorio

Sandra Di Ferdinando, Massimo Paolanti, Rosa Riviaccio

### 5.1 Inquadramento territoriale

La formazione politico-amministrativa della regione Lazio, dall'Unità di Italia ad oggi, è stata definita "residuale" (Caracciolo, 1991); in effetti, l'attuale assetto, composto da 378 comuni, ha avuto origine da territori molto diversi tra loro sia a livello geografico che culturale, appartenenti storicamente alle regioni limitrofe, che si sono via via raccolti intorno alla città di Roma, primo comune d'Italia per estensione (Figura 5.1).

Nella zona settentrionale costiera la Tuscia e la Maremma Laziale sono in diretta continuità culturale e geografica con la Maremma Toscana, dalla quale le separa il corso del Chiarone e del Fiora; l'estremo nord della regione si insinua letteralmente tra Toscana e Umbria con la conca di Acquapendente. Procedendo in senso orario verso sud si segue la valle del Tevere e si raggiunge la Sabina che collega l'Agro Romano alla piana reatina, posta all'interno della catena appenninica. La provincia di Rieti è fisicamente più

vicina all'Umbria e all'Abruzzo, alle quali è appartenuta amministrativamente sino al secolo scorso, piuttosto che a Roma; la geografia frastagliata del confine est della regione, dopo la vallata del Tevere, è indice dei profondi legami che la montagna mantiene con i territori contermini. Proseguendo verso sud si incontra la Ciociaria protetta ad est dalla catena calcarea appenninica che delimita le valli dell'Aniene e del Liri sino alle Mainarde, al confine sud-est della regione, e ad ovest dalle catene dei monti Lepini, Ausoni e Aurunci. Parallelamente corre la pianura pontina in diretta continuità con l'Agro Romano a nord e con la Campania a sud, attraverso le pianure di Fondi e Minturno, territori condivisi con la confinante provincia di Caserta, a cui appartenevano sino al secolo scorso gli ex circondari di Gaeta e Sora, oggi inclusi rispettivamente nella provincia di Latina e di Frosinone. Il corso del Garigliano chiude la regione a sud e l'arcipelago pontino, appartenuto sino al secolo scorso alla provincia di Napoli, completa questa breve descrizione geografica della regione.

(Blasi 1994)

Il territorio regionale ha una superficie prevalentemente collinare (54%), un 20% di pianure, nella fascia litoranea a ridosso del Mar Tirreno, e oltre un quarto del territorio montano (26%) concentrato nell'entroterra lungo la catena appenninica. I rilievi montuosi sono di origine calcarea e vulcanica. A partire da Nord, nel viterbese, si individuano tre apparati vulcanici: quello dei Monti Volsini in cui ha avuto origine il Lago di Bolsena, quello dei Monti Cimini con il Lago di Vico e quello dei Monti Sabatini con il Lago di Bracciano. La Maremma Laziale è interrotta a sud dall'apparato vulcanico ormai inattivo dei Monti della Tolfa. A sud della capitale insiste il Vulcano Laziale da cui i Colli Albani e i suoi laghi. Tutta la fascia costiera è stata originata dalle intense attività vulcaniche che hanno caratterizzato la regione.



Fig. 5.1 – Carta geografica del Lazio con le principali località regionali

L'Appennino calcareo vero e proprio caratterizza invece le province di Rieti, Frosinone e parte di quella di Latina, con montagne aspre che superano i 2000 m ricche di fenomeni carsici. Nella parte centro-orientale del Lazio si trovano i rilievi più alti della regione, afferenti all'Appennino centrale, che raggiungono con

la vetta del Gorzano (2458 m), nei Monti della Laga, il loro punto più alto. Appartengono invece alla catena occidentale dell'Appennino Abruzzese i gruppi montuosi dei Monti Reatini, dei Monti Cantari e dei Monti della Meta, sino alla provincia di Frosinone. Al centro della regione i Monti Sabini, Simbruini, Ernici,



Fig. 5.2 – Carta fitoclimatica del Lazio (Blasi, 1994)

Prenestini, Tiburtini, Ruffi e Affilani fanno parte del sistema subappenninico laziale. L'andamento prevalente di queste catene montuose corre diagonalmente da nord a sud. Nel medio Lazio meridionale troviamo una serie di altri gruppi montuosi che corrono paralleli agli Appennini, Lepini, Ausoni e Aurunci, appartenenti al gruppo antiappenninico laziale meridionale; sempre all'antiappennino, oltre agli apparati vulcanici già citati, appartengono il Monte Soratte, che sorge in piena valle del Tevere a nord di Roma, e il Monte Circeo, entrambi di formazione calcarea.

Il fiume principale è il Tevere, terzo fiume italiano per lunghezza e secondo per bacino idrografico; sorge in Toscana, attraversa l'Umbria e sfocia a ovest di Roma, dopo aver percorso la valle alluvionale a cui dà il nome; segue in ordine di lunghezza il Liri-Garigliano che attraversa tutta la provincia di Frosinone per poi costeggiare il confine sud della provincia di Latina, con un andamento simile a quello del Tevere, prima in direzione nord-sud per poi svoltare verso ovest.

Nel complesso, il Lazio non ha una composizione idrografica unitaria: pur appartenendo per la maggior parte del territorio al Distretto idrografico dell'Appennino Centrale con il Bacino del Basso Tevere, a sud è incluso nel Bacino del Liri-Garigliano, compreso nel Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale, mentre una piccola porzione di territorio sul confine toscano è inclusa nel Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale.



Fig. 5.3 – Carta della Natura del Lazio  
(<http://www.isprambiente.gov.it/servizi-per-lambiente/sistema-carta-della-natura/carta-della-natura-alla-scala-1-250.000>)

La Carta fitoclimatica del Lazio (Blasi, 1994) (Figura 5.2) conferma il carattere estremamente diversificato della regione, individuando al suo interno 4 regioni climatiche (temperata, temperata di transizione, mediterranea di transizione e mediterranea), con ben 14 unità fitoclimatiche che si estendono dal termotipo subalpino inferiore delle vette appenniniche al termotipo termomediterraneo superiore delle isole ponziane. Tali estremi sono confermati sia dai frequenti picchi estivi che superano i 30° a bassa quota sia dalla presenza di aree montane con abbondanti stagioni nevose. La piovosità è quasi ovunque abbondante rispetto ad altre aree del Mediterraneo, anche se sono sempre più frequenti stagioni estive con lunghi periodi di aridità, con una media annua che varia dai 600 mm della Maremma laziale ai 1500-2000 mm dell'appennino e antiappennino del basso Lazio. Conseguenza diretta di questa molteplice diversificazione è la grande varietà di paesaggi che costituiscono il territorio laziale, come ben rappresentato anche nella Carta della Natura 1:250.000 riportata in Figura 5.3.

Le notevoli valenze naturalistiche del territorio regionale associate ad una tale varietà di paesaggi trovano riscontro nell'istituzione di 83 Aree Naturali Protette (AANNPP), con una superficie tutelata pari a 2.307 km<sup>2</sup>, il 13,5% della superficie regionale, a cui si sommano 30 km<sup>2</sup> di aree di protezione esterna e quasi 50 km<sup>2</sup> delle aree marine protette. La rete delle AANNPP è costituita da 3 parchi nazionali, 16 parchi regionali, 4 riserve naturali statali, 31 riserve naturali regionali e 29 monumenti naturali. La gestione di queste aree è affidata a 13 enti regionali istituiti ad hoc, alle Province, a Consorzi di Comuni o a singoli Comuni, che nella maggior parte dei casi sono stati direttamente coinvolti nella fase del rilevamento pedologico effettuato per la realizzazione della Carta dei Suoli del Lazio. Alle aree naturali protette si sovrappongono ed aggiungono le aree incluse nella Rete Natura 2000 - Siti di Importanza Comunitaria (SIC) che divengono Zone Speciali di Conservazione una volta definite le misure di tutela (ZSC) e Zone di Protezione Speciale (ZPS) - che ricoprono a loro volta circa il 25% del territorio regionale in buona parte sovrapposto alle AANNPP (Figura 5.4).

Per quanto riguarda il dato demografico, bisogna tenere presente che il Lazio, dopo Lombardia e Campania è la terza regione italiana sia per numero di abitanti, che per pressione antropica, con un andamento crescente dell'incidenza degli abitanti sul territorio che passa dai 297 ab/km<sup>2</sup> del 2000 ai 332 ab/km<sup>2</sup> del 2010, coerentemente con Campania e Lombardia che la precedono. Roma, con quasi due milioni e novecentomila abitanti, è il comune più esteso e popolato della nostra penisola che, insieme ad altri sette comuni che superano i 50.000 abitanti, porta la provincia di Roma a raccogliere quasi il 75% della popolazione regionale. Gli altri capoluoghi di provincia, in ordine di popolazione residente, sono Latina, Frosinone, Viterbo e Rieti (ISTAT, 2018).

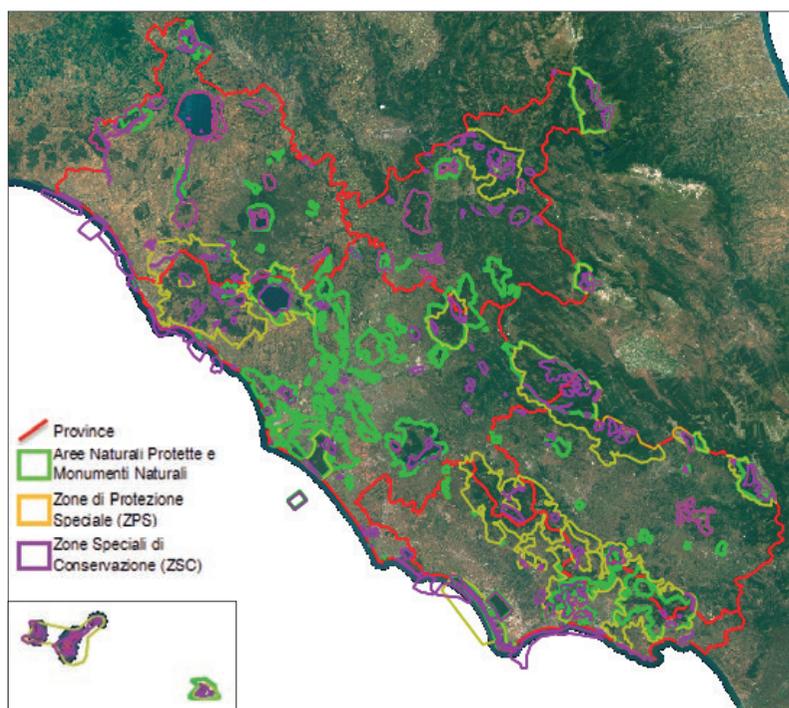


Fig. 5.4 – Carta delle AANNP (Aree Naturali Protette) del Lazio  
(<https://geoportale.regione.lazio.it/geoportale/web/guest/home>)

L'intesa e diffusa urbanizzazione è stata ed è il principale fattore di trasformazione del territorio che, ancorché variato nel tempo, ha determinato un progressivo consumo di suolo stimato al 2017 pari all'8,4% della superficie regionale; il Lazio, con un dato superiore alla media nazionale che si attesta al 7,6% di superfici a copertura artificiale, si colloca al 6° posto dopo Lombardia, Veneto, Campania, Emilia Romagna e Friuli Venezia Giulia (Rapporto N.266 ISPRA, 2017).

L'urbanizzazione, se nel dopoguerra era concentrata intorno ai centri urbani in espansione e alle infrastrutture viarie, dagli anni '90, con la proliferazione di insediamenti abitativi diffusi (*urban sprawl*), ha determinato sia consumo di suolo che frammentazione del paesaggio rurale, diffondendosi in territori a maggior valenza agricola, prevalentemente di pianura e collina. A livello provinciale, Roma e Latina superano, rispettivamente, il 13% e il 10% di superficie artificiale, segue Frosinone con il 7%, Viterbo con quasi il 5% e ultima Rieti con oltre il 3% (Rapporto N.266 ISPRA, 2017).

Sempre dagli anni '90 si rileva un altro fenomeno di trasformazione del territorio, il suolo passa dall'uso agricolo verso quello naturale, con un saldo netto a livello nazionale pari al 40% della superficie; nei decenni successivi il fenomeno sembra essere meno intenso, con terreni agricoli che si rinaturalizzano e altri che vengono riconvertiti all'attività agricola (Rapporto N.266 ISPRA, 2017). A livello regionale si evidenzia un andamento coerente con quello nazionale, come meglio approfondito di seguito.

## 5.2 Uso e copertura dei suoli

I dati utilizzati per questa parte del lavoro derivano dal progetto CORINE Land Cover (CLC), progetto europeo condotto per l'Italia da ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale), che ha effettuato l'ultimo aggiornamento nel corso del 2018 (ISPRA, in stampa).

La legenda utilizzata ufficialmente in Europa prevede 44 classi, organizzate in tre livelli gerarchici a diversi livelli di generalizzazione; in Italia è stato poi aggiunto un quarto livello gerarchico, prevalentemente per dettagliare meglio gli ambienti naturali e semi-

naturali. Il dato restituisce una fotografia della situazione di fatto delle superfici, senza tenere conto delle proprietà o delle destinazioni d'uso formali, e ha una unità minima di rilevamento di 25 ha. L'analisi dei dati ci mostra la presenza sul nostro territorio di oltre il 56% di superfici agricole e 35% di superfici boscate o coperte da formazioni naturali e seminaturali. Scendendo nel dettaglio è importante notare come nelle aree agricole prevalgano nettamente i seminativi. Per capire meglio la Tabella 5.1, si noti che le colture permanenti comprendono oliveti, vigneti e altri fruttiferi.

Tab. 5.1 - Classi di copertura del CORINE Land Cover (2° livello gerarchico)

CLC (1 livello)	CLC (2 livello)	Cop (%)
Superfici artificiali	Zone urbanizzate di tipo residenziale	4,62
	Zone industriali, commerciali ed infrastrutturali	1,27
	Zone estrattive, cantieri, discariche e terreni artefatti e abbandonati	0,24
	Zone verdi artificiali non agricole	0,27
Superfici agricole	Seminativi	28,23
	Colture permanenti	8,43
	Prati stabili (foraggiere permanenti)	0,46
	Zone agricole eterogenee	19,23
	Zone boscate	25,86
Territori boscati e ambienti semi-naturali	Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e/o erbacea	9,50
	Zone aperte con vegetazione rada o assente	0,36
	Zone umide interne	0,04
Zone umide	Zone umide marittime	0,01
	Acque continentali	1,47
Corpi idrici	Acque marittime	0,003

Tab. 5.2 - Schema riepilogativo dell'accorpamento delle classi della Carta dell'Uso del Suolo del Lazio (CUS) in funzione delle componenti territoriali

ID	Classe CLC di riferim.	Descrizione
1	1X	Superfici artificiali.
2	2X	Superfici agricole.
3	3111	Boschi a prevalenza di leccio e/o sughera.
4	311X	Boschi a prevalenza di: querce caducifoglie, latifoglie mesofile e mesotermofile, latifoglie non native.
5	3116	Boschi e boscaglie a prevalenza di specie igrofile.
6	3114	Boschi a prevalenza di castagno.
7	3115	Boschi a prevalenza di faggio.
8	312	Boschi e rimboschimenti di conifere e/o misti conifere e latifoglie.
9	32X	Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva.
10	321	Aree a pascolo naturale e praterie.
11	33X	Zone aperte con vegetazione rada o assente.
12	331	Spiagge, sabbia nuda e dune con vegetazione erbacea psammofila.
13	4X	Zone umide.
14	5X	Ambiente delle acque.

Ai fini delle elaborazioni con applicazioni di *digital soil mapping* e per la definizione delle *land components* è stata predisposta una cartografia derivata dai dati CLC (Tabella 5.2 e Figura 5.5).

Per quanto riguarda le dinamiche in atto, soffermandoci sull'ultimo quinquennio, e depurando il dato delle dinamiche dei tagli boschivi, si vede che le maggiori pressioni riguardano l'agricoltura. Oltre 2.100 ha di suoli agricoli sarebbero stati "consumati" oppure "ricolonizzati" dalla vegetazione a seguito dell'abbandono. Si tratta di un fenomeno che riguarda l'intero territorio nazionale dove la contrazione delle superfici agricole ha assunto dimensioni assolutamente importanti. Da una parte agisce la pressione antropica che nelle pianure e nelle aree costiere occupa i suoli migliori e più fertili, mentre nelle aree interne prevale l'abbandono, con perdita di eterogeneità ambientale, biodiversità e scomparsa delle identità rurali

Volendo approfondire il dato sul consumo di suolo nel Lazio, ossia la stima delle superfici realmente impermeabilizzate, esiste un monitoraggio annuale dell'ISPRA che utilizzando una cella di passo 10 metri è in grado di stimare con maggiore precisione il fenomeno rispetto al dato CORINE Land Cover. Questo rilevamento misura una superficie consumata complessiva pari all'8,4% del territorio (Rap N.288 ISPRA, 2018).

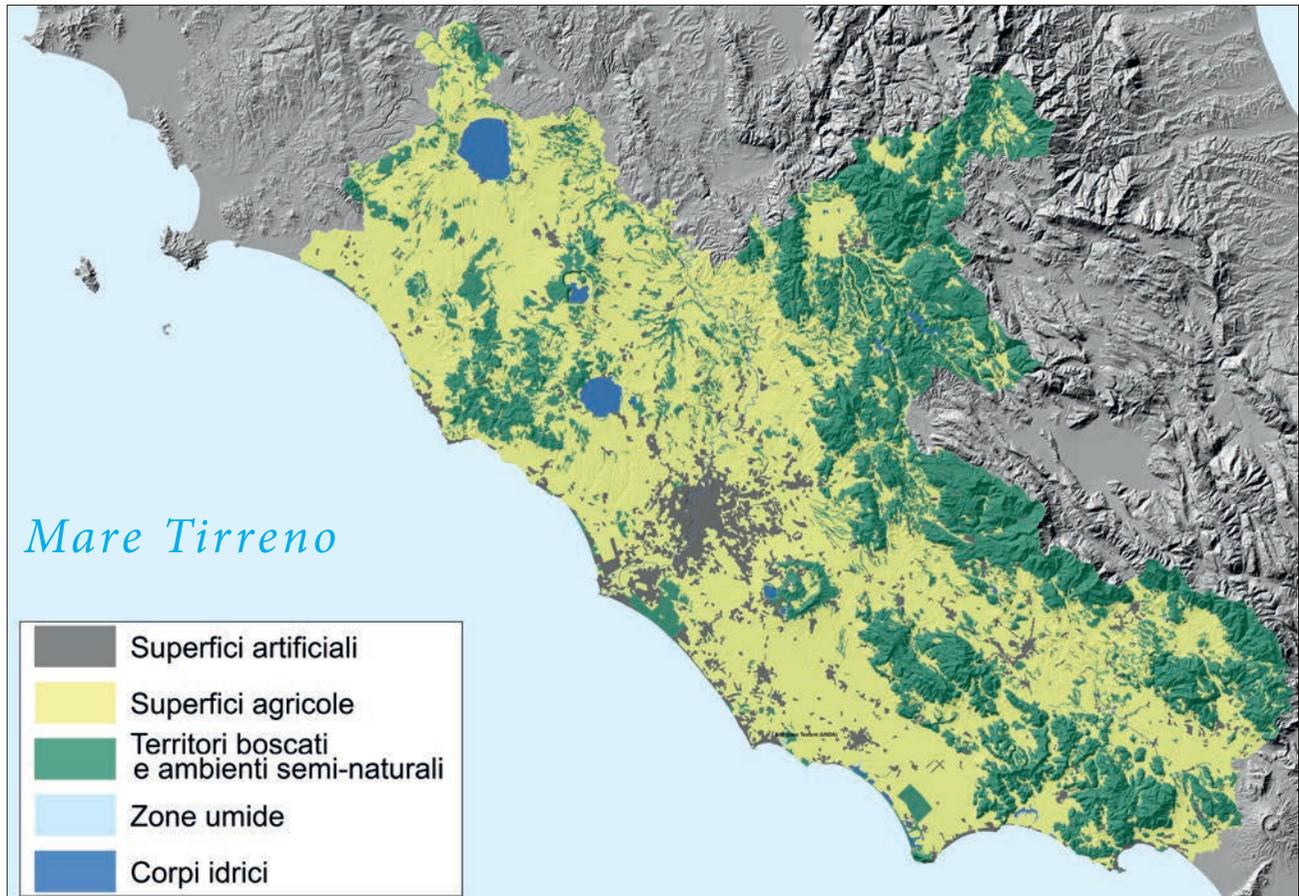


Fig. 5.5 - Distribuzione dell'uso e della copertura del suolo nel Lazio

### 5.3 Agricoltura e foreste

La regione Lazio, con quasi 186.000 milioni di € di PIL (Prodotto Interno Lordo) nel 2016, sostanzialmente stabile dal 2007, contribuisce con l'11% circa al PIL nazionale complessivo, seconda dopo la Lombardia che arriva quasi al 22%. Se si prende in considerazione il PIL pro-capite, la regione manifesta la flessione maggiore a livello nazionale con un calo quasi del 9% dal 2007 al 2016. Dato positivo il recupero dell'1,6% del 2016, *trend* che si conferma nel biennio successivo. La regione, seconda anche per numero di imprese alla Lombardia, prevale per incremento delle imprese nel decennio 2007-2017, malgrado la sostanziale stabilità del tasso di occupazione (60%).

Dato positivo sull'economia regionale è rappresentato dalla crescita del valore delle esportazioni totali che, con circa 23.000 milioni di €, nel 2017, arrivano al 5,2% del totale nazionale, rispetto al 4,2% del 2009, con un incremento tra i maggiori in Italia (Carbonari et al., 2018). Analizzando il paniere dei prodotti agroalimentari esportati, pari all'1% del totale regionale rispetto ad un 3% in Italia, si rileva una prevalenza di frutta e ortaggi lavorati, oli e grassi animali e vegetali, seguiti da prodotti lattiero caseari e pro-

dotti da forno e farinacei. I principali mercati esteri di questi prodotti oltre ai paesi UE, Francia, Germania, Spagna e Regno Unito, sono gli Stati Uniti, la Russia, il Giappone e il Canada.

Un altro dato importante a livello nazionale è la rilevanza nel settore primario delle attività secondarie (produzione energetica, agriturismo, agricoltura sociale, trasformazione del prodotto agricolo) e delle attività di supporto, intese come attività di contoterzismo e altre attività commerciali; in questi comparti l'Italia è il primo paese in Europa con produzioni che rappresentano, rispettivamente, il 9,1% e l'8,2% della produzione agricola totale a fronte di una media UE del 4,8% e 3,8% (ISTAT, 2018). In regione Lazio, tali attività rappresentano rispettivamente l'11% e l'8% della produzione agricola regionale, escluse silvicoltura e pesca che rappresentano circa il 4% e il 2,3% della produzione del settore primario. La rilevanza di tali attività conferma l'importanza nell'agricoltura laziale della multifunzionalità e della diversificazione delle attività aziendali in connessione con il territorio.

Nella Tabella 5.3 vengono riportati alcuni dei principali dati macro-economici della regione raffrontati al dato nazionale, riferiti al decennio 2007-2016.

Tab. 5.3 - Alcuni parametri macro-economici Lazio/Italia (Carbonari et al., 2018) (\* valori 2007 e 2015)

Parametri	Lazio			Lazio/IT (2016)	Italia		
	2007	2016	2016/2007		2007	2016	2016/2007
PIL a prezzi di mercato (mln €)	184.742	185.935	0,65%	11,06%	1.609.551	1.680.523	4,41%
PIL/pro capite (€)	35.100	32.100	-8,55%	--	28.000	28.200	0,71%
Numero occupati (.000)	2.589	2.630	1,58%	10,60%	25.295	24.822	-1,87%
Occupati agricoltura(.000)	57	51	-10,53%	5,60%	985	911	-7,51%
Occupati industria* (.000)	404	341	-15,59%	5,98%	6.866	5.706	-16,89%
Occupati industria alimentare* (.000)	25	23	-8,00%	5,10%	456	451	-1,10%
Tasso di occupazione (%)	60	60	0,00%	--	59	57	-3,39%
VA totale (mln €)	165.943	166.921	0,59%	11,07%	1.445.765	1.508.204	4,32%
VA agricolo (mln €)	1.706	1.707	0,06%	5,37%	30.432	31.815	4,54%
VA industria e costruzioni* (mln €)	24.759	22.591	-8,76%	6,46%	382.935	349.968	-8,61%
VA industria agro-alim.* (mln €)	1.283	1.107	-13,72%	4,20%	24.326	26.379	8,44%

Nel 2017, con oltre 3.043 milioni di €, agricoltura, silvicoltura e pesca del Lazio contribuiscono per il 5,2% alla produzione nazionale (58.005 mil. €), analogamente il valore aggiunto (VA), che misura l'incremento di valore della produzione finale al netto dei beni e servizi necessari per la produzione, raggiunge quasi 1.800 milioni di €, pari al 5,4% del totale nazionale, con un leggero incremento dal 2007

coerente con l'andamento nazionale. Con 33.048 milioni di € il valore aggiunto del settore agricoltura, silvicoltura e pesca a livello nazionale rappresenta il 2,1% del totale; nel Lazio, la 9<sup>a</sup> regione in Italia, con 1.793 milioni di €, il settore primario incide per l'1,1% del totale regionale. A livello nazionale, il settore primario ha dimostrato una maggiore tenuta del settore secondario (-8,6%); quest'ultimo tuttavia ha

evidenziato un incremento del VA dell'industria agro-alimentare dell'8,4% dal 2007 al 2015, e raggiunge valori di 27.349 milioni di € nel 2017, pari al 1,7% del totale. Nel Lazio, sebbene il settore secondario registri un calo dell'8,8% coerente con l'andamento nazionale, il comparto agroalimentare regionale, con 1.107 milioni di € rappresenta solo il 0,6% del totale regionale, e ha registrato una flessione del 13,8% nel periodo 2007-2015, analogamente a Puglia e Umbria ed inferiore solo alle Marche; contemporaneamente crescono nel comparto tutte le regioni del nord dove si concentrano i 2/3 del totale nazionale, oltre a Calabria, Sardegna e Abruzzo (Carbonari et al., 2018; ISTAT, 2018).

Parallelamente, nel Lazio, è calata l'occupazione in agricoltura, dai 57.000 occupati del 2007 ai 51.000 del 2016 (-8,9%), in linea con il *trend* nazionale (-7,5% per complessivi 911.000 occupati) anche nella inversione di tendenza del 2016. Il settore primario a livello nazionale ha subito una flessione maggiore di quella registrata sull'occupazione complessiva (-1,8 % sino a circa 24,8 mil. del 2016) e ancor più a livello regionale dove l'occupazione totale è lievemente in crescita nel medesimo periodo (1,5% sino a 2,63 mil.); andamenti ancora peggiori si sono riscontrati nel settore secondario (-17% in Italia e -14% nel Lazio). Nel 2016 gli occupati del settore primario a livello regionale rappresentano il 2% del totale degli occupati, a fronte di una quota nazionale del 3,7%. Il settore dell'industria agroalimentare, che impiega un ulteriore 1,8% del totale degli occupati, ha mantenuto sostanzialmente stabile il tasso di occupazione a livello nazionale, -1% dal 2007 al 2015; nel Lazio con 23.000 occupati pari a meno dell'1% del totale, si riscontra una flessione dell'8,4% dal 2007 al 2015, in linea con gli andamenti in calo del centro-sud che si contrappongono alla crescita delle regioni trainanti del centro-nord (Lombardia, Veneto, Emilia Romagna, Piemonte e Toscana) (Carbonari et al., 2018; ISTAT, 2018).

In sostanza, a livello regionale, con circa il 3% degli occupati del settore agro-alimentare si produce appena il 2% del VA complessivo. In Italia la situazione migliora ma non di molto: con il 5,5% degli occupati si produce quasi il 4% del VA di tutti i settori.

La struttura delle aziende agricole è uno dei principali fattori che incide sui risultati economici del settore; dagli ultimi rapporti ISTAT sui censimenti dell'agricoltura e nelle ultime due indagini sulle SPA

Strutture e Produzioni Agricole (SPA) del 2013 e 2016, sia le aziende agricole che la superficie agricola risultano in continuo calo da decenni sia a livello nazionale che regionale, come riportato in Tabella 5.4. In particolare, nel Lazio le aziende agricole si riducono quasi del 60% nel periodo 1970-2010, poco meno del dato nazionale; nel 2016 si contano quasi 68.300 aziende in regione con un ulteriore calo del 30% dal 2010. Su queste riduzioni incidono anche le variazioni dei criteri di rilevazione dei diversi censimenti, ad esempio nel 6° Censimento dell'Agricoltura del 2010 sono state escluse le aziende sotto una certa superficie (per il Lazio  $\leq 0,3$  ha), tuttavia il *trend* resta comunque rilevante e continuativo nel tempo.

Una flessione minore si registra per la superficie totale e per la Superficie Agricola Utilizzata (SAU); quest'ultima nel periodo 1970-2010 si riduce del 35%, nel 2016 risulta pari a 622.086 ha, con un -2,6% dal 2010. La SAU media per azienda è passata dai 3,4 ha/azienda del 2000 ai 9,1 ha/azienda del 2016, migliorando sicuramente uno dei parametri strutturali principali del settore primario, ma ancora inferiore alla superficie media nazionale di 11 ha/azienda. Nel 2016, il Lazio si colloca al 6° posto tra le regioni italiane per numero di aziende e al 9° per estensione della SAU.

Dall'analisi dei dati nell'ultimo periodo intercensuario, 2000-2010, a livello provinciale emergono alcune differenziazioni: il calo delle aziende si è concentrato a Roma (-58%), Rieti (-52%) e Frosinone (-51%) invece che a Viterbo (-42%) e Latina (-34%); la riduzione della SAU supera il 26% a Frosinone e il 15% a Rieti mentre resta sotto la media regionale a Roma (-8%), Viterbo (-7%) e Latina (-4%), acuendo la dicotomia regionale tra le province di Rieti, Viterbo e Roma, nelle quali si riscontra una SAU media aziendale rispettivamente di 9,6 ha, 9,1 ha e 8,1 ha, rispetto ai 4,3 ha di Latina e i 3,5 ha di Frosinone (Sabbatini et al., 2012).

*Nelle tabelle successive sono raccolti alcuni dati significativi del settore dai censimenti e dalle indagini ISTAT; per il 1970 dal 2° Censimento Agricoltura; dal 1982 al 2010 dal rapporto ISTAT sul 6° Censimento generale dell'agricoltura sulle CARATTERISTICHE STRUTTURALI DELLE AZIENDE AGRICOLE del 24 ottobre 2010; infine per il 2016 dai rapporti ISTAT sulle Indagini sulle Strutture e Produzioni delle Aziende Agricole.*

*I dati dei precedenti censimenti, diffusi con il dato riferito al Censimento Generale dell'Agricoltura del 2010, differiscono da quelli precedentemente pubblicati dall'Istat in quanto l'universo UE delle aziende agricole censite è stato ricalcolato secondo le regole comunitarie vigenti nel 2010, allo scopo di rendere possibile il confronto intertemporale dei dati. Il dato 1970 non è disponibile ricalcolato.*

Tab. 5. 4 – Aziende, superficie agricola e allevamenti del Lazio dal 1970 al 2016  
nd: dato non disponibile

Parametri	Lazio								Lazio/ ITALIA (2016)	Italia							
	1970	1982	1990	2000	2010	2016	2016/10	1970		1982	1990	2000	2010	2016	2016/10		
Aziende agricole	240.158	242.988	238.269	214.665	98.216	68.295	-30,46%	5,96%	3.607.262	3.133.118	2.848.136	2.396.274	1.620.884	1.145.705	-29,32%		
Indice di variazione (1970=100)	1,00	1,01	0,99	0,89	0,41	0,28	-	-	1,00	0,87	0,79	0,66	0,45	0,32	-		
Superficie totale (ettari)	1.423.308	1.301.525	1.245.878	1.070.474	901.467	827.588	8,20%	5,01%	25.064.218	22.397.833	21.628.355	18.766.895	17.081.099	16.525.472	-3,25%		
Indice di variazione (1970=100)	1,00	0,91	0,88	0,75	0,63	0,58	-	-	1,00	0,89	0,86	0,75	0,68	0,66	-		
Superficie agricola utilizzata (ettari)	983.444	879.242	834.151	724.325	638.602	622.086	-2,59%	4,94%	17.491.455	15.972.746	15.025.954	13.181.859	12.856.048	12.598.161	-2,01%		
Indice di variazione (1970=100)	1,00	0,89	0,85	0,74	0,65	0,63	-	-	1,00	0,91	0,86	0,75	0,73	0,72	-		
SAU media aziendale	4,1	3,6	3,5	3,4	6,5	9,1	40,09%	-	4,8	5,1	5,3	5,5	7,9	11,0	38,64%		
Indice di variazione (1970=100)	1,00	0,88	0,85	0,82	1,59	2,22	-	-	1,00	1,05	1,09	1,13	1,64	2,27	-		
Aziende con allevamenti	nd	102.889	95.471	68.721	14.502	nd	-	6,67%	nd	854.137	604.106	370.356	217.449	nd	-		
Indice di variazione (1982=100)	-	1,00	0,93	0,67	0,14	-	-	-	-	1,00	0,71	0,43	0,25	-	-		

Tab. 5. 5 – Principali coltivazioni regionali e nazionali a confronto (Rielaborazione su dato ISTAT – Indagine sulle Strutture e Produzioni delle Aziende Agricole)  
n: dato statisticamente non significativo

	Lazio				LAZIO/ ITALIA	Italia			
	SAU - ettari			Variaz.		SAU - ettari			Variaz.
Coltivazione	2013	2016	%	2016/13	2016	2013	2016	%	2016/13
<b>TOTALE</b>	<b>594.157</b>	<b>622.086</b>	<b>100%</b>	<b>4,70%</b>	<b>4,94%</b>	<b>12.425.996</b>	<b>12.598.161</b>	<b>100%</b>	<b>1,39%</b>
<b>seminativi</b>	<b>297.538</b>	<b>344.218</b>	<b>55,33%</b>	<b>15,69%</b>	<b>4,82%</b>	<b>6.797.492</b>	<b>7.145.039</b>	<b>56,71%</b>	<b>5,11%</b>
cereali in complesso	98.937	110.596	17,78%	11,78%	3,13%	3.536.237	3.533.860	28,05%	-0,07%
cereali per la produzione di granella	43.245	61.209	10,30%	41,54%	3,00%	2.077.928	2.039.726	16,19%	-1,84%
frumento duro	32.076	51.642	8,30%	61,00%	3,69%	1.238.096	1.398.098	11,10%	12,92%
legumi	4.814	11.519	1,85%	139,28%	5,06%	164.741	227.772	1,81%	38,26%
patata	1.657	1.225	0,20%	-26,07%	4,19%	26.313	29.211	0,23%	11,01%
ortive	19.195	24.735	3,98%	28,86%	8,21%	254.238	301.353	2,39%	18,53%
piante industriali	9.783	6.484	1,04%	-33,72%	1,51%	388.185	429.144	3,41%	10,55%
piante aromatiche, medicinali, spezie e da condimento	194	975	0,16%	402,58%	4,04%	7.939	24.163	0,19%	204,36%
foraggiere temporanee o avvicendate	154.491	179.745	28,89%	16,35%	8,35%	1.955.719	2.153.889	17,10%	10,13%
fiori	664	1.872	0,30%	181,93%	25,15%	11.234	7.443	0,06%	-33,75%
piantine	258	103	0,02%	-60,08%	3,72%	3.036	2.772	0,02%	-8,70%
sementi	240	282	0,05%	17,50%	0,70%	25.478	40.487	0,32%	58,91%
terreni a riposo	7.066	7.620	1,22%	7,84%	2,02%	375.303	377.831	3,00%	0,67%
<b>orti familiari</b>	<b>1.885</b>	<b>1.270</b>	<b>0,20%</b>	<b>-32,63%</b>	<b>6,66%</b>	<b>29.952</b>	<b>19.056</b>	<b>0,15%</b>	<b>-36,38%</b>
<b>foraggiere permanenti – prati permanenti e pascoli</b>	<b>179.025</b>	<b>165.172</b>	<b>26,55%</b>	<b>-7,74%</b>	<b>5,11%</b>	<b>3.338.571</b>	<b>3.233.231</b>	<b>25,66%</b>	<b>-3,16%</b>
<b>coltivazioni legnose agrarie</b>	<b>115.709</b>	<b>111.425</b>	<b>17,91%</b>	<b>-3,70%</b>	<b>5,06%</b>	<b>2.259.979</b>	<b>2.200.834</b>	<b>17,47%</b>	<b>-2,62%</b>
vite	17.888	12.905	2,07%	-27,86%	2,10%	635.979	614.956	4,88%	-3,31%
olivo per la produzione di olive da tavola e da olio	60.523	60.981	9,80%	0,76%	5,90%	1.073.324	1.032.856	8,20%	-3,77%
coltivazioni di agrumi	4.570	1.622	0,27%	-64,51%	0,63%	258.311	255.506	2,06%	-1,09%
coltivazioni fruttifere	33.823	35.975	5,78%	6,36%	9,21%	388.808	390.663	3,10%	0,48%
coltivazione di frutta fresca di origine temperata	4.864	2.689	0,45%	-44,72%	1,31%	202.860	205.418	1,65%	1,26%
coltivazione di frutta fresca di origine sub-tropicale	7.903	6.686	1,07%	-15,40%	27,27%	26.355	24.519	0,20%	-6,97%
kiwi	7.234	6.679	1,07%	-7,67%	29,16%	22.588	22.902	0,18%	1,39%
coltivazione di frutta in guscio	21.056	26.601	4,28%	26,33%	16,55%	159.594	160.729	1,28%	0,71%
nocciola	17.172	23.546	3,79%	37,12%	31,68%	60.873	74.313	0,59%	22,08%
prodotti del castagno	3.636	2.407	0,39%	-33,80%	5,63%	44.919	42.719	0,34%	-4,90%
noce	233	540	0,09%	131,76%	7,45%	7.163	7.246	0,06%	1,16%
altra frutta a guscio	14	83	0,01%	492,86%	1,27%	9.093	6.557	0,05%	-27,89%
altre legnose	521	632	0,10%	21,31%	4,52%	5.724	13.987	0,11%	144,36%
legnose in serra	(n)	(n)				383	392	0,00%	2,35%
vivai	669	120	0,02%	-82,06%	0,59%	26.606	20.219	0,16%	-24,01%
coltivazioni legnose vite, olivo, agrumi	80.697	74.697	12,01%	-7,44%	4,21%	1.838.457	1.775.567	14,09%	-3,42%
coltivazioni legnose, frutta fresca, frutta in guscio, vivai e legnose in serra	35.013	36.728	5,90%	4,90%	8,64%	421.522	425.264	3,38%	0,89%

Come riportato nel dettaglio in Tabella 5.5, nel 2016 le coltivazioni regionali sono ripartite tra un 55% di seminativi, dei quali il 29% destinati a foraggiere avvicendate e il 18% a cereali, quasi un 27% di foraggiere permanenti e un 18% di coltivazioni legnose agrarie. Le colture più rappresentative si confermano le foraggiere che nel complesso tra permanenti ed avvicendate rappresentano il 55% della superficie coltivata, con un *trend* sostanzialmente stabile nell'insieme; seguono i cereali con il 18%, tra i quali il frumento duro rappresenta la coltura principale e sebbene dimostri una flessione rispetto al dato 2010, nel triennio 2013-2016 incrementa del 61% la superficie coltivata. Le altre variazioni significative nell'ambito dei seminativi sono rappresentate dalla crescita delle superfici investite a legumi, ortive, aromatiche e fiori; quest'ultimi seppure minoritari rappresentano il 25% della superficie nazionale. La continua crescita delle superfici destinate ad ortive, che caratterizzano soprattutto la fascia costiera e meridionale della regione e a legumi e aromatiche è anche dovuta all'attivazione di canali di vendita in filiera corta collegati alla città di Roma. Nell'ambito delle coltivazioni legnose agrarie le colture di punta restano nocciola e kiwi, anche a seguito dei buoni risultati economici dimostrati dalla coltivazione del Kiwi Latina IGP e della Nocciola Romana DOP; essi rappresentano circa il 30% delle rispettive coltivazioni nazionali, tuttavia, sebbene la coltura cresca a ritmi del 37% nel triennio, la superficie ad actinidia ha subito nello stesso periodo una flessione quasi dell'8%. Infine, l'olivicoltura resta la coltivazione arborea più estesa con oltre 60.000 ha, pari a circa il 10% della SAU, invece la superficie investita a vite si è ridotta a circa 13.000 ha, anche se dai dati dello Schedario vitivinicolo si confermano circa 18.000 ha, comunque meno del 3% della SAU regionale, confermando il *trend* degli ultimi decenni.

Analogamente calano le aziende con allevamenti e il numero dei capi allevati. Tuttavia, come dettagliato in Tabella 5.6, nel periodo 1970-2010 si sono manifestate variazioni discordanti nei diversi comparti e all'interno di essi; sebbene in quasi tutti i comparti si sia registrata una continuativa ed intensa riduzione delle aziende, i capi allevati sono diminuiti meno intensamente e in alcuni comparti addirittura incrementati, con una generale progressiva ristrutturazione degli allevamenti in aziende medio-grandi. Andamento sostanzialmente analogo si riscontra a livello nazionale. Nel dettaglio, dal 1970 al 2010, a livello regionale si è registrato un calo degli allevamenti bovini dell'84% e del 36% dei capi, che nel 2016 arrivano a circa 208.000 capi ancora in flessione; più intenso il calo della zootecnia da latte che registra, solo nel periodo 2000-2010, un -47% delle aziende e -24% dei capi, scendendo a 1859 allevamenti con meno di 60.000 vacche da latte; viceversa, mentre gli allevamenti bufalini sono calati quasi del 40% rispetto al dato nazionale che cresce del 26%, i capi allevati sono quasi decuplicati a fronte di un incremento nazionale di sette volte - nel 2016 in regione si contano oltre 66.500 bufali. Gli allevamenti ovi-caprini, dopo una crescita intensa sino al 1990 rispettivamente del 146% e del 52% delle aziende e del 70% e 60% dei capi, hanno subito una contrazione delle aziende: al 2010 si contano 3154 allevamenti ovini e solo 722 caprini, i capi allevati al 2016 sono oltre 623.000 ovini e quasi 36.000 caprini. L'andamento degli allevamenti equini è sostanzialmente analogo a quello nazionale, si riducono del 90% e di circa il 60% i capi, anche se nel Lazio il dato 2016 si contrae di un ulteriore 28%. Riduzione ancor più intensa nel comparto suinicolo, -99% delle aziende e -55% dei capi, con un dato 2016 sui capi allevati pari al 10% del valore 2010. Nel comparto avicolo si registra un andamento diverso: a fronte di un cospicuo calo delle aziende del 98%, i capi allevati crescono del 24% e al 2016 si contano 4.358.817 capi, suddivisi tra 2 milioni di polli da carne e altrettante galline ovaiole.

In tutti i settori sono gli allevamenti più piccoli a subire la riduzione più intensa, mentre gli allevamenti medio-grandi manifestano in generale una crescita del numero degli animali allevati; in particolare si registrano incrementi a 3 cifre nel decennio 2000-2010 nel comparto avicolo, dove crescono gli allevamenti oltre i 500 capi, e in quello bufalino per le aziende con 100-1000 capi. Il settore zootecnico regionale ha manifestato una profonda ristrutturazione non scervra dai fenomeni di disattivazione aziendale presenti in generale nel settore primario; tuttavia, mantiene una quota rilevante di piccoli allevamenti, fenomeno da leggere positivamente se collegato alla permanenza di produzioni tradizionali su territori marginali dove la zootecnia è imprescindibile per mantenere un reddito sufficiente (Carbone et al., 2004, Sabbatini et al., 2012).

A livello provinciale si evidenzia una distribuzione abbastanza diffusa degli allevamenti con situazioni peculiari come la concentrazione della zootecnia da latte nelle province di Roma e Latina, la diffusione dell'allevamento bovino da carne in tutta la fascia appenninica, pre-appenninica e anti-appenninica - dove insistono gli areali del Vitellone Bianco dell'Appennino Centrale IGP e del bovino Maremmano - e la concentrazione dell'allevamento bufalino nelle province di Latina, Frosinone e parte di Roma, coincidenti con l'areale laziale della Mozzarella di Bufala Campana DOP.

Gli allevamenti ovini risultano concentrati nelle province di Viterbo (30% delle aziende con il 50% dei capi) e Roma (21% di aziende con 28% dei capi), seguono Rieti e Frosinone con circa il 20% ciascuna di aziende e, rispettivamente, il 10% e l'8% dei capi, re-

siduale Latina. L'allevamento caprino è maggiormente presente a Frosinone (39% aziende e 32% di capi), Latina (16% di aziende e 27% dei capi), Roma (17% di aziende e 23% dei capi) e Rieti (16% le aziende con 11% dei capi), minoritario a Viterbo.

Gli allevamenti suini, diffusi in tutta la regione, si caratterizzano per aziende medio-grandi a Viterbo (11% delle aziende con il 35% dei capi) e Latina (il 4% delle aziende alleva il 31% dei capi), mentre sono di piccole dimensioni a Roma, dove il 15% delle aziende detiene il 18% dei capi, a Frosinone, con il 41% delle aziende ed il 10% dei capi ed a Rieti con un 6% dei capi allevati nel 28% delle aziende.

Infine, gli allevamenti avicoli si concentrano a Viterbo e Roma dove insistono rispettivamente il 51% ed il 30% dei capi allevati in regione (Carbone et al., 2004, Sabbatini et al., 2012).

Tab. 5.6 – Aziende con allevamenti e capi allevati per specie dal 1970 al 2016  
nd: dato non disponibile; \* Il rapporto Lazio/Italia è riferito al 2010 dove il dato regionale e/o nazionale 2016 è mancante

Parametri	Lazio							Lazio/IT (2016)*	Italia						
	1970	1982	1990	2000	2010	2016	2016/10		1970	1982	1990	2000	2010	2016	2016/10
Aziende con bovini	53.165	33.631	24.188	10.872	8.691	nd	--	7,00%	962.082	499.249	318.207	171.994	124.210	nd	--
Indice di variazione (1970=100)	1,00	0,63	0,45	0,20	0,16	--	--	--	1,00	0,52	0,33	0,18	0,13	--	--
Capi bovini	342.069	339.788	327.326	239.457	218.642	208.583	-4,60%	3,64%	8.696.401	8.635.120	7.673.484	6.049.252	5.592.700	5.732.142	2,49%
Indice di variazione (1970=100)	1,00	0,99	0,96	0,70	0,64	0,61	--	--	1,00	0,99	0,88	0,70	0,64	0,66	--
Bovini allevati per azienda	6	10	14	22	25	--	--	--	9	17	24	35	45	--	--
Indice di variazione (1970=100)	1,00	1,57	2,10	3,42	3,91	--	--	--	1,00	1,91	2,67	3,89	4,98	--	--
Aziende con bufali	964	nd	775	647	592	nd	--	24,31%	1.932	2.137	2.134	2.246	2.435	nd	--
Indice di variazione (1970=100)	1,00	--	0,80	0,67	0,61	--	--	--	1,00	1,11	1,10	1,16	1,26	--	--
Capi bufalini	6.755	nd	15.008	33.518	62.876	66.523	5,80%	17,40%	50.853	50.944	85.575	181.951	360.291	382.373	6,13%
Indice di variazione (1970=100)	1,00	--	2,22	4,96	9,31	9,85	--	--	1,00	1,00	1,68	3,58	7,08	7,52	--
Bufali allevati per azienda	7	--	19	52	106	--	--	--	26	24	40	81	148	--	--
Indice di variazione (1970=100)	1,00	--	2,76	7,39	15,16	--	--	--	1,00	1,00	1,68	3,40	6,21	--	--
Aziende con ovini	8.776	15.584	21.598	13.037	3.154	nd	--	6,17%	224.013	157.081	146.549	89.151	51.096	nd	--
Indice di variazione (1970=100)	1,00	1,78	2,46	1,49	0,36	--	--	--	1,00	1,00	0,93	0,57	0,33	--	--
Capi ovini	520.826	701.687	885.141	636.499	592.115	623.733	5,34%	8,88%	6.050.974	6.688.870	8.685.019	6.789.825	6.782.179	7.026.540	3,60%
Indice di variazione (1970=100)	1,00	1,35	1,70	1,22	1,14	1,20	--	--	1,00	1,00	1,30	1,02	1,01	1,05	--
Ovini per azienda	59	45	41	49	188	--	--	--	27	43	59	76	133	--	--
Indice di variazione (1970=100)	1,00	0,76	0,69	0,82	3,16	--	--	--	1,00	1,00	1,39	1,79	3,12	--	--
Aziende con caprini	4.232	6.027	6.441	3.442	722	nd	--	3,17%	135.732	87.284	72.659	41.109	22.759	nd	--
Indice di variazione (1970=100)	1,00	1,42	1,52	0,81	0,17	--	--	--	1,00	1,00	0,83	0,47	0,26	--	--
Capi caprini	32.795	45.153	52.098	38.849	27.982	35.947	28,46%	3,66%	883.787	957.270	1.215.551	906.924	861.942	981.996	13,93%
Indice di variazione (1970=100)	1,00	1,38	1,59	1,18	0,85	1,10	--	--	1,00	1,00	1,27	0,95	0,90	1,03	--
Caprini per azienda	8	7	8	11	39	--	--	--	7	11	17	22	38	--	--
Indice di variazione (1970=100)	1,00	0,97	1,04	1,46	5,00	--	--	--	1,00	1,68	2,57	3,39	5,82	--	--
Aziende con equini	38.887	14.265	8.938	5.996	3.827	nd	--	8,44%	470.482	124.945	72.193	48.689	45.363	nd	--
Indice di variazione (1970=100)	1,00	0,37	0,23	0,15	0,10	--	--	--	1,00	0,27	0,15	0,10	0,10	--	--
Capi equini	52.913	38.581	30.599	22.795	21.762	16.013	-26,42%	9,72%	561.753	264.627	225.673	184.838	219.159	164.772	-24,82%
Indice di variazione (1970=100)	1,00	0,73	0,58	0,43	0,41	0,05	--	--	1,00	0,47	0,40	0,33	0,39	0,29	--
Equini per azienda	1	3	3	4	6	--	--	--	1	2	3	4	5	--	--
Indice di variazione (1970=100)	1,00	1,99	2,52	2,79	4,18	--	--	--	1,00	1,77	2,62	3,18	4,05	--	--
Aziende con suini	70.410	54.341	39.806	18.881	901	nd	--	3,44%	924.819	425.659	288.299	156.818	26.197	nd	--
Indice di variazione (1970=100)	1,00	0,77	0,57	0,27	0,01	--	--	--	1,00	0,46	0,31	0,17	0,03	--	--
Capi suini	170.963	213.080	180.892	89.206	77.183	7.304	-90,54%	0,09%	5.928.297	8.810.874	8.272.984	8.603.141	9.331.314	8.375.523	-10,24%
Indice di variazione (1970=100)	1,00	1,25	1,06	0,52	0,45	0,04	--	--	1,00	1,49	1,40	1,45	1,57	1,41	--
Suini per azienda	2	4	5	5	86	--	--	--	6	21	29	55	356	--	--
Indice di variazione (1970=100)	1,00	1,61	1,87	1,95	35,28	--	--	--	1,00	3,23	4,48	8,56	55,57	--	--
Aziende con avicoli	nd	89.489	82.976	58.907	1.416	nd	--	5,91%	1.618.741	500.295	342.474	188.664	23.953	nd	--
Indice di variazione (1982=100)	--	1,00	0,93	0,66	0,02	--	--	--	1,00	0,31	0,21	0,12	0,01	--	--
Capi avicoli	nd	3.633.951	3.930.725	3.322.691	4.516.832	4.358.817	-3,50%	2,76%	115.744.330	138.383.980	166.294.542	166.633.900	167.512.019	158.029.468	-5,66%
Indice di variazione (1982=100)	--	1,00	1,08	0,91	1,24	1,20	--	--	1,00	1,20	1,44	1,44	1,45	1,37	--
Avicoli per azienda	--	41	47	56	3.190	--	--	--	72	277	486	883	6.993	--	--
Indice di variazione (1982=100)	--	1,00	1,17	1,39	78,55	--	--	--	1,00	3,87	6,79	12,35	97,81	--	--
Aziende con conigli	nd	52.454	35.975	23.868	nd	nd	--	--	nd	317.196	182.692	93.179	9.346	nd	--
Indice di variazione (1982=100)	--	1,00	0,69	0,46	--	--	--	--	--	1,00	0,58	0,29	0,03	--	--
Capi conigli*	nd	1.147.733	1.450.795	517.113	nd	664.623	--	9,55%	nd	11.234.961	12.324.622	9.686.114	7.194.099	6.961.697	-3,23%
Indice di variazione (1982=100)	--	1,00	1,26	0,45	--	0,58	--	--	--	1,00	1,10	0,86	0,64	0,62	--
Conigli per azienda	--	22	40	22	--	--	--	--	--	35	67	104	770	--	--
Indice di variazione (1982=100)	--	1,00	1,84	0,99	--	--	--	--	--	1,00	1,90	2,93	21,73	--	--

Analizzando il valore economico dei diversi comparti produttivi rispetto al quadro nazionale, la regione Lazio nel 2017, malgrado la contrazione della produzione complessiva, si colloca in posizione di favore nel settore orticolo, dove con quasi il 10% della Produzione Lorda Vendibile (PLV) nazionale segue Puglia, Campania e Sicilia; nel settore frutticolo, esclusi gli agrumi, con oltre il 6% della produzione complessiva, in netta crescita, segue Emilia Romagna, Campania, provincia di Bolzano e Piemonte; altri settori dove raggiunge la 6° posizione sono la produzione di olio (6% del totale nazionale), delle carni animali (4%), del latte (6%) e del florovivaismo (6%) (ISTAT, 2018).

La grande variabilità delle produzioni agroalimentari regionali si riflette *tout court* nei suoi 27 prodotti tipici e 36 vini a denominazione (Figure 5.6 e 5.7); nella regione Lazio, 5ª regione in Italia, si contano 16 DOP, 11 IGP e 2 STG nel settore *food*, 3 DOCG, 27 DOC e 6 IGT per i vini. Se gli areali dei vini sono tutti regionali, nel settore *food*, si hanno 8 denominazioni con areale interregionale e 6 estese a tutto il territorio regionale. Malgrado la numerosità delle de-

nominationi riconosciute, le 5278 aziende coinvolte e una produzione in crescita del 4,2% nel 2017, l'importanza economica del settore colloca la regione al 10° posto nella classifica delle regioni italiane, con 58 milioni di € di produzione nel comparto *food*, e al 14° del comparto *wine*, con 74 milioni di €; risultati dovuti in particolare al basso volume di prodotto certificato. Nel comparto *food* sono le province di Viterbo (34%), Latina (22%) e Frosinone (16%) a detenere il 75% del valore della produzione; nel settore *wine* la provincia di Roma da sola colleziona il 65% della produzione, seguono Viterbo (12%) e Frosinone (10%) (ISMEA-QUALIVITA, 2019).

Nella regione Lazio sono censiti anche 409 prodotti agroalimentari tradizionali (PAT) sui 5056 censiti in Italia: tali produzioni sono censite allo scopo di tutelarne la metodica di produzione tradizionale. Nei casi in cui gli strumenti utilizzati e/o i locali di stagionatura necessitano di speciali deroghe alla normativa igienico-sanitaria, sono definite le migliori prassi igienico-sanitarie necessarie nei contesti tradizionali, al fine di garantire comunque la salubrità dei prodotti alimentari ottenuti.

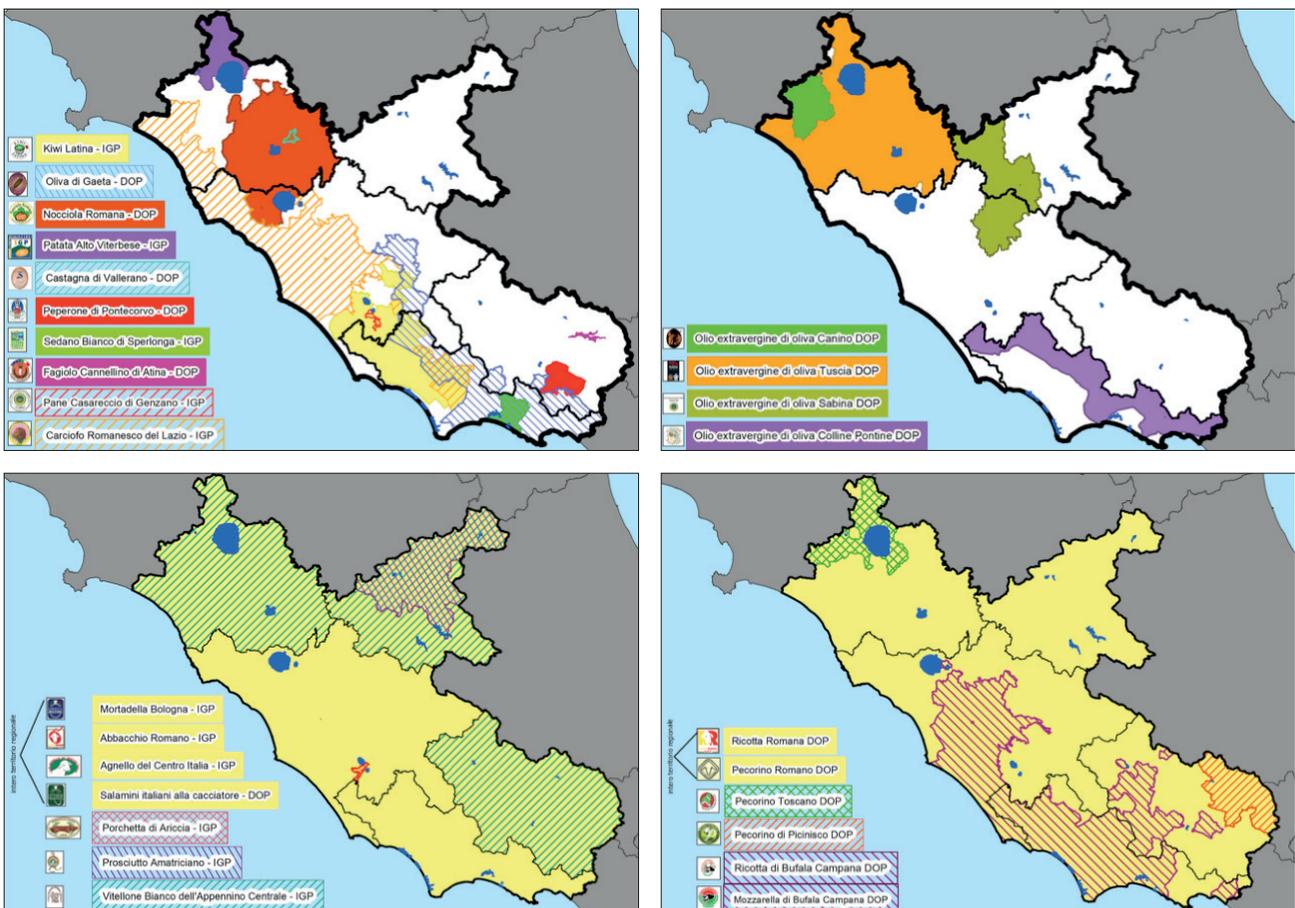


Fig. 5.6 – Aree di produzione dei prodotti DO/IG settore FOOD del Lazio

Tipicità e tradizione delle produzioni agroalimentari laziali sono spesso correlate alle numerose risorse genetiche autoctone animali e vegetali, tutelate nel Lazio con una apposita legge regionale (LR 15/2000 "Tutela delle risorse genetiche autoctone di interesse agrario") che ad oggi ha iscritto al repertorio regionale ben 226 risorse, di cui 151 arboree, 48 erbacee e 27 animali. In diversi casi sono proprio quest'ultime la materia prima di diverse denominazioni riconosciute e PAT, meglio caratterizzanti la tradizione agro-alimentare e la cultura eno-gastronomica regionale.

Nell'ambito delle indagini di dettaglio della Carta dei Suoli del Lazio, è stata individuata l'area dei Colli Albani, per la realizzazione di un approfondimento della Carta dei Suoli alla scala 1:50.000.

Questa cartografia rappresenta un primo elemento indispensabile per avviare studi di zonazione viticola correlando le caratteristiche e qualità dei suoli alle altre variabili ambientali ed ai processi che portano al prodotto finito.

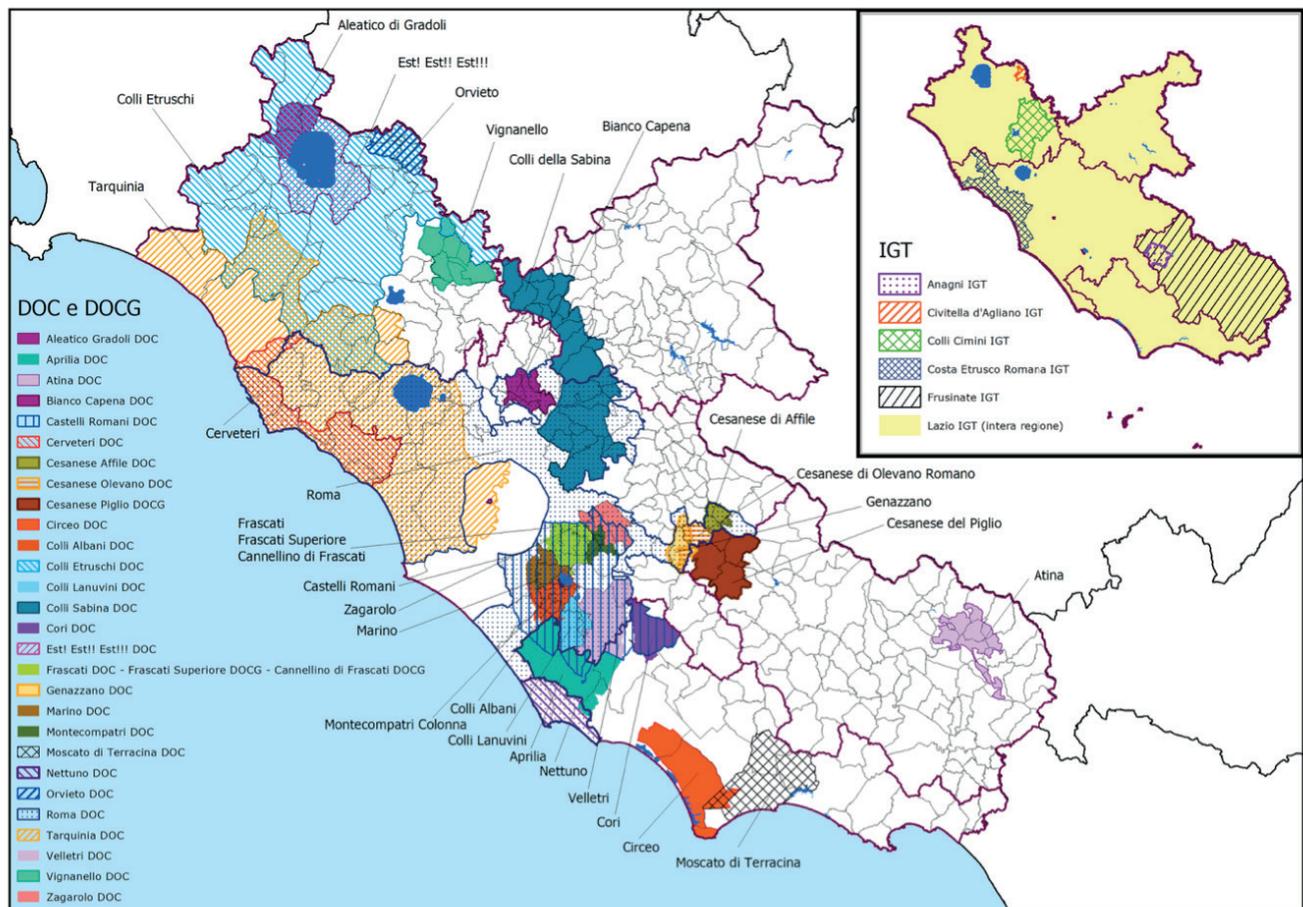


Fig. 5.7 – Aree di produzione dei vini DOCG/DOC e IGT del Lazio

A livello regionale è rilevante anche il settore delle produzioni biologiche (Figura 5.8); la Regione Lazio è stata una delle prime regioni italiane ad approvare una legge dedicata al settore (L.R. 51/1989 "Norme per l'agricoltura biologica") ancor prima dell'approvazione del primo regolamento europeo (Reg. CE/2092/91), oggi si colloca al 4° posto per superficie coltivata con metodo biologico con oltre 138.000 ha, più del 22% della SAU regionale al 2016, e al 6° po-

sto per numero di operatori biologici, 4664 aziende di cui 4182 agricole, equivalenti al 6% del totale regionale al 2017. Le aziende biologiche sia per la prevalenza di sistemi colturali estensivi sia per la minore convenienza da parte delle piccole aziende ad aderire a schemi di certificazione, hanno una superficie media aziendale pari a 33 ha, estremamente elevata rispetto all'universo regionale (9,1 ha/azienda).

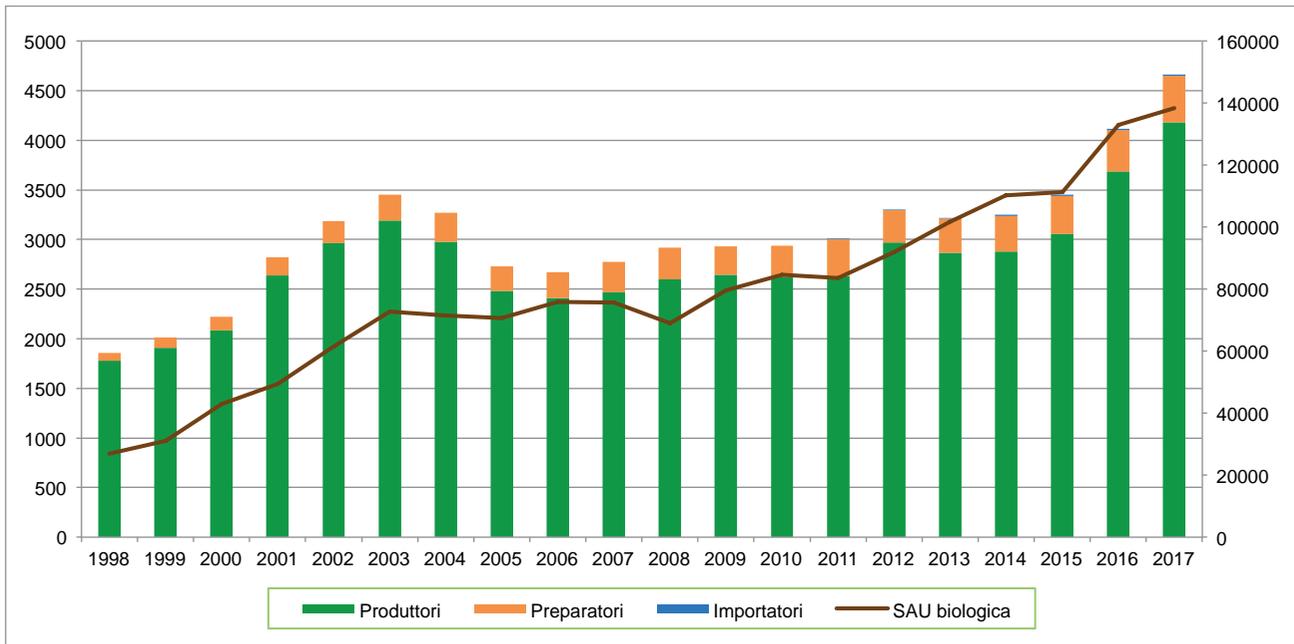


Fig. 5.8 – Operatori biologici nella regione Lazio (elaborazione ARSIAL su dati Regione Lazio e SINAB)

Nel panorama delle produzioni biologiche sono rappresentate tutte le coltivazioni tipiche regionali (Figura 5.9) con una generale maggiore incidenza delle coltivazioni estensive, soprattutto foraggiere abbinata agli allevamenti bradi o semi bradi, i più adatti all'applicazione del metodo di produzione biologico definito con la normativa comunitaria; nel complesso le foraggiere temporanee e permanenti rappresentano il 60% della SAU coltivata in biologico nel 2017;

seguono i seminativi con il 20%, l'olivo (6%), il nocciolo (4%), le ortive (3%) e l'actinidia con il 2%, come riportato in Figura 5.9. Da segnalare, che a fronte di una crescita della SAU coltivata a biologico del 50% nel periodo 2012-2017, anche in biologico le coltivazioni che hanno manifestato la maggiore crescita sono le ortive che hanno più che triplicato la superficie, le foraggiere e le frutticole, con incrementi del 70%; minoritaria la crescita della superficie coltivata ad olivo, vite e seminativi.

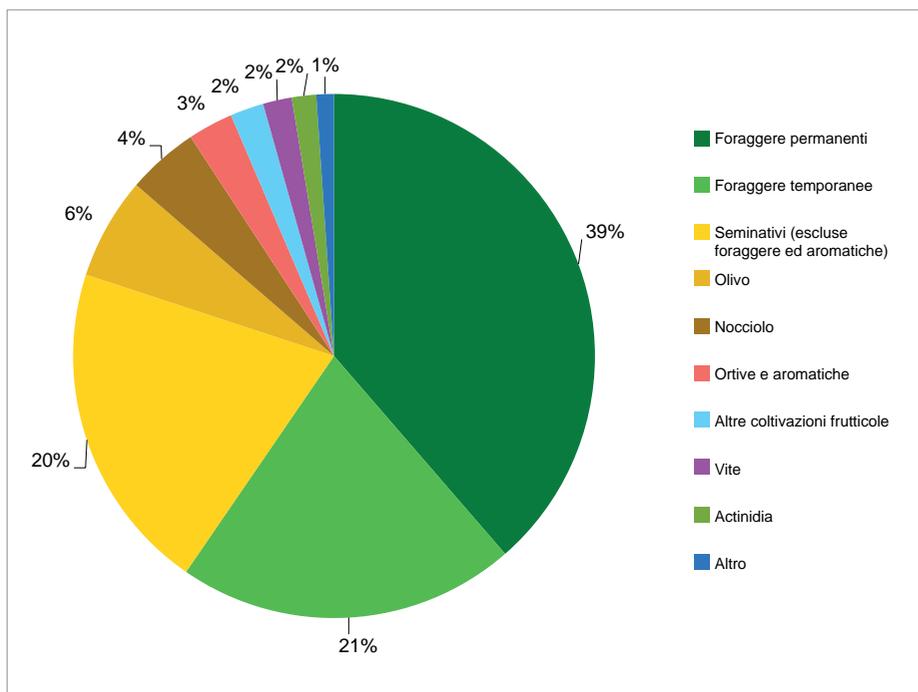


Fig. 5.9 – Ripartizione della SAU biologica per tipologia di coltivazione nel Lazio al 2017 (elaborazione ARSIAL su dati SINAB)

Alla 3<sup>a</sup> revisione del regolamento europeo (Reg. UE/848/2018) che entrerà pienamente in vigore il 1° gennaio 2021, il settore biologico non può più essere considerato un fenomeno di nicchia, anzi la crescita continua dei consumi e delle produzioni, conferma che le politiche attuate in materia dall'Unione Europea nell'ultimo trentennio hanno incontrato il favore dei produttori e dei consumatori.

## 5.4 Geologia, morfologia e idrografia

Il territorio della regione Lazio ha una costituzione geologica molto diversificata, che naturalmente si riflette sulla elevata variabilità morfologica e pedologica. Le litologie sono costituite da grandi complessi sedimentari e vulcanici da cui sono stati derivati i materiali genitori dei suoli, i *parent material*, che sono stati utilizzati nella scelta dei siti di rilevamento e nelle *land components* per le spazializzazioni finali.

I sedimenti più giovani sono quelli di copertura quaternaria (Plio-Pleistocene/Attuale) come i sedimenti fluviali e alluvionali della Valle del Tevere e della Valle del Sacco, i sedimenti fluviali e fluvio-lacustri della Pianura Pontina e delle conche intermontane come la Piana di Rieti, detriti e colluvi delle fasce detritiche pedemontane, e depositi residuali nelle piccole conche carsiche a substrato calcareo.

Seguono temporalmente i sedimenti eolici dunali della "Duna antica" *Auct.* o "Duna rossa" nella zona di Latina e i depositi marini, di transizione e chiusura, argilloso-limoso-conglomeratici (Plio-Pleistocenici) presenti sulla fascia collinare dei terrazzi marini costieri e nelle aree collinari della zona reatina.

I depositi vulcanici dei diversi distretti presenti nel territorio laziale occupano una vasta superficie, sono distribuiti in un arco temporale molto ampio, e spesso sono interdigerati con i depositi marini. I distretti vulcanici più importanti per estensione sono quelli a carattere da potassico ad altamente potassico (Pleistocene 0,8 ma – IV sec. a.C.) dei Monti Vulsini - Cimini - Sabatini - Colli Albani. Gli altri distretti vulcanici sono a chimismo da acido ad intermedio (Pliocene superiore 2-1 Ma) e sono quelli dei domi lavici acidi dei Monti della Tolfa, Allumiere e Monti Ceriti (Cerveteri, RM) che interrompono la continuità dei depositi collinari marini costieri.

I sedimenti delle unità alloctone terrigene "*flyschoidi*" (Miocene) sono quelli sinorogenici delle Formazioni Marnoso-Arenacea Sabina e Argilloso-Arenacea dei Monti della Laga, Monti Carseolani, della Val Roveto e della Formazione di Frosinone nella Valle Latina (F. Sacco). I sedimenti alloctoni del complesso ligure e subligure (Cretaceo superiore - Oligocene) sono invece quelli dei *flysch* delle "Sicilidi" dei Monti della Tolfa, S. Felice Circeo e dei M.ti Lepini, e quelli dell'Unità della Falda Toscana nell'area tolfetana Ba-

gnarello, M.te delle Fate e Monte Circeo.

I sedimenti del Bacino pelagico Umbro-Marchigiano (Trias-superiore - Miocene medio) sono quelli delle dorsali dei Monti Sabini Reatini e Sibillini e del M.te Soratte nel settore settentrionale della regione.

Le rocce della piattaforma carbonatica Laziale - Abruzzese (Trias-superiore - Paleocene) sono quelle che costituiscono le dorsali calcaree dell'Appennino: Monti Lepini, Ausoni, Aurunci, Monti della Laga, Monte Nuria.

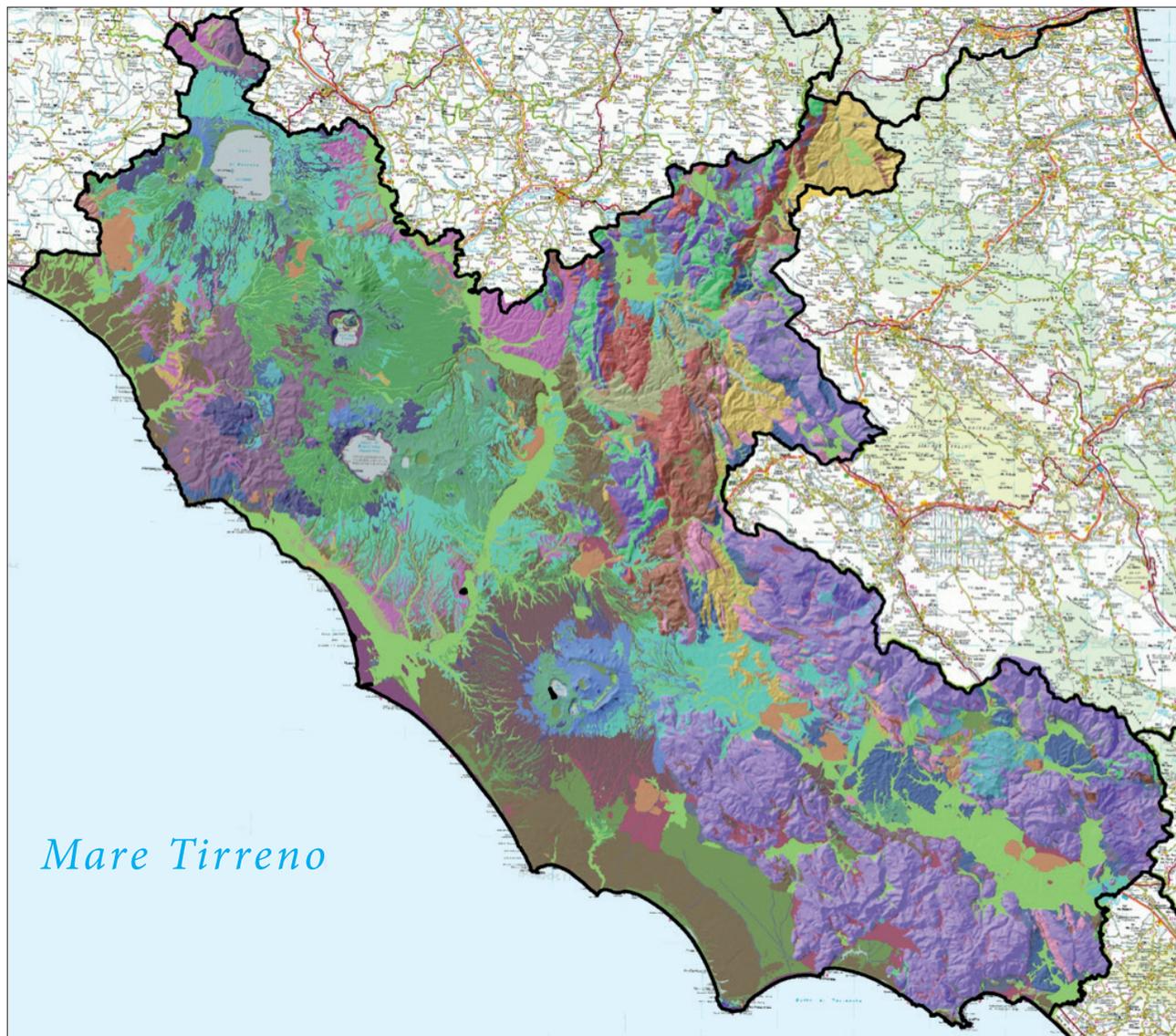
Le rocce del basamento metamorfosato (Paleozoico superiore - Trias) sono presenti in misura molto limitata al confine con la Toscana, sui Monti Romani, sulla riva destra del Fiume Fiora. Si tratta prevalentemente di filladi, quarziti micacee e metaconglomerati.

### La cartografia derivata dei materiali parentali dei suoli

La cartografia geologica regionale alla scala 1:25.000 (Cosentino et al., 2012) è stata il punto di partenza per ricavare una base di supporto all'individuazione dei pedopaesaggi per il dato tematico "materiale parentale". L'informazione sulla litologia delle varie formazioni provenienti dalla cartografia geologica è stata utilizzata come base per una elaborazione del materiale parentale del suolo, codificato secondo le Linee guida nazionali (Costantini, 2007). Le 50 litologie sono state accorpate in 16 classi (Tabella 5.7), dando origine ad uno strato geografico derivato come da Figura 5.10.

Tab. 5.7 – Accorpamento delle classi di litologia da cartografia geologica in classi di materiale parentale del suolo

Codice PM	Descrizione	Classi Carta geologica 1.25.000	Codici delle Linee Guida (Costantini 2007)
2	Detriti antropici, conoidi e detriti di pendio anche cementati, facies moreniche	1, 2, 73, 77	DA, AV, CO
3	Alluvioni attuali e recenti, coperture colluviali ed eluviali	3, 6	AF, AL
4	Depositi limo-argillosi palustri, lacustri e salmastri	4	AP, AL
5	Coperture colluviali ed eluviali, terre residuali	5, 75	CO, RE
7	Travertini	7	SE2102
8	Depositi ghiaiosi marini e di transizione, terrazzati	8	AMR
9	Depositi sabbiosi marini e di transizione, terrazzati	9	AMS
10	Depositi argillosi marini e di transizione, terrazzati; argille	10, 11	AMP
12	Conglomerati cementati e brecce di pendio cementate, conglomerati poligenici	12, 13, 120	SE1101
15	Sabbie litoranee e palustri, dune recenti	15	ACS, EOS
17	Calcareniti e calcari organogeni, olistostromi, flysch arenacei o conglomeratico-arenacei	16, 17	SE1108, SE1108A
18	Flysch arenacei, arenaceo-pelitici e pelitici	18, 19, 22	SE1108B, SE1108F, SE1107, SE2202
20	Flysch calcareo-marnosi e argillitici, olistostromi di calcarenite, marna e argillite	20, 24	SE1108B, SE1108F, SE1108G
21	Calcareniti e calcari organogeni con intercalazioni marnose	21	SE2101, SE1108E
25	Emipelagiti, scaglia cinerea, scaglia di transizione	25, 26, 29	SE1109, SE1109C, SE1109D
28	Scaglia e scaglia cinerea di transizione, marna a fucoidi	27, 28, 30	SE1108E, SE1109C, SE1109D
32	Calcari detritici granulari, selciferi, marnosi, marna a posidonia, rosso ammonitico, corniola	32, 33, 34	SE1108E
35	Maiolica, calcare massiccio, dolomia, calcare cavernoso	35, 36, 37	SE2302, SE2101, SE2103
38	Calcari detritici, micritici, microcristallini, oolitici	38	SE2101
39	Filladi	39	MES102
40	Scorie e lapilli	40	DP
42	Lave sovrature e laccoliti, lave sottature e sature	41, 42	MAV100, MAV200, MAV300
43	Tufi litoidi	43	MAP201
44	Tufi stratificati, tufiti e tufi terrosi	44	DR, MAP201
45	Pozzolane	45	DV
46	Facies freatomagmatiche	46	MAP200, DV
1000	Acque	1000	Acque



- |   |  |
|---|--|
| <span style="color: #90EE90;">■</span> Alluvioni attuali e recenti, coperture colluviali ed eluviali                                  | <span style="color: #3CB371;">■</span> Facies freatomagmatiche   |
| <span style="color: #FF69B4;">■</span> Calcarenitici e calcari organogeni con intercalazioni marnose                                  | <span style="color: #FF4500;">■</span> Filadi  |
| <span style="color: #FFD700;">■</span> Calcarenitici e calcari organogeni, olistostromi, flysch arenacei o conglomeratico-arenacei    | <span style="color: #00008B;">■</span> Flysch arenacei, arenaceo-pellici e pellici   |
| <span style="color: #32CD32;">■</span> Calcari detritici granulari, selciferi, marnosi, marne a posidonia, rosso ammonitico, corniola | <span style="color: #483D8B;">■</span> Flysch calcareo-marnosi e argillitici, olistostromi di calcarenite, marna e argillite |
| <span style="color: #6A5ACD;">■</span> Calcari detritici, micritici, microcristallini, oolitici                                       | <span style="color: #191970;">■</span> Lave sovrasure e laccoliti, lave sottosature e sature                                 |
| <span style="color: #00CED1;">■</span> Conglomerati cementati e breccie di pendio cementate, conglomerati poligenici                  | <span style="color: #4169E1;">■</span> Maiolica, calcare massiccio, dolomia, calcare cavernoso                               |
| <span style="color: #DC143C;">■</span> Coperture colluviali ed eluviali, terre residuali  | <span style="color: #800080;">■</span> Pozzolane   |
| <span style="color: #800080;">■</span> Depositi argillosi marini e di transizione, terrazzati; argille                                | <span style="color: #8B4513;">■</span> Sabbie litoranee e palustri, dune recenti   |
| <span style="color: #9ACD32;">■</span> Depositi ghiaiosi marini e di transizione, terrazzati  | <span style="color: #FF0000;">■</span> Scaglia e scaglia cinerea di transizione, marne a fucoidi                             |
| <span style="color: #6B8E23;">■</span> Depositi limo-argillosi palustri, lacustri e salmastri   | <span style="color: #4169E1;">■</span> Scorie e lapilli  |
| <span style="color: #8B4513;">■</span> Depositi sabbiosi marini e di transizione, terrazzati  | <span style="color: #FF8C00;">■</span> Travertini  |
| <span style="color: #4682B4;">■</span> Detriti antropici, conoidi e detriti di pendio anche cementati, facies moreniche               | <span style="color: #3CB371;">■</span> Tufi litoidi  |
| <span style="color: #8B4513;">■</span> Empipelagiti, scaglia cinerea, scaglia di transizione  | <span style="color: #4682B4;">■</span> Tufi stratificati, tuffi e tuffi terrosi  |

Fig. 5.10 - La Carta dei *parents material*

### Lineamenti fisiografici e idrografici

Il Lazio si estende per 17.232,29 Km<sup>2</sup> ed ha quote che vanno dal livello del mare ai 2.458 m della cima del Monte Gorzano (Monti della Laga).

Il rilievo del territorio è molto variabile (Figura 5.11) ed è divisibile nelle aree di pianura a bassa pendenza e prevalentemente bassa quota, le aree collinari, che

dominano per più della metà del territorio, tra i 200 e i 600 metri di quota, e le aree montuose centro e sud-orientali che costituiscono la catena appenninica e pre-appenninica.

Le pianure costiere si estendono lungo il litorale tirrenico e sono interrotte solo dall'area alto-collinare di Civitavecchia e dal promontorio del Circeo. La più grande per estensione è la Pianura Pontina

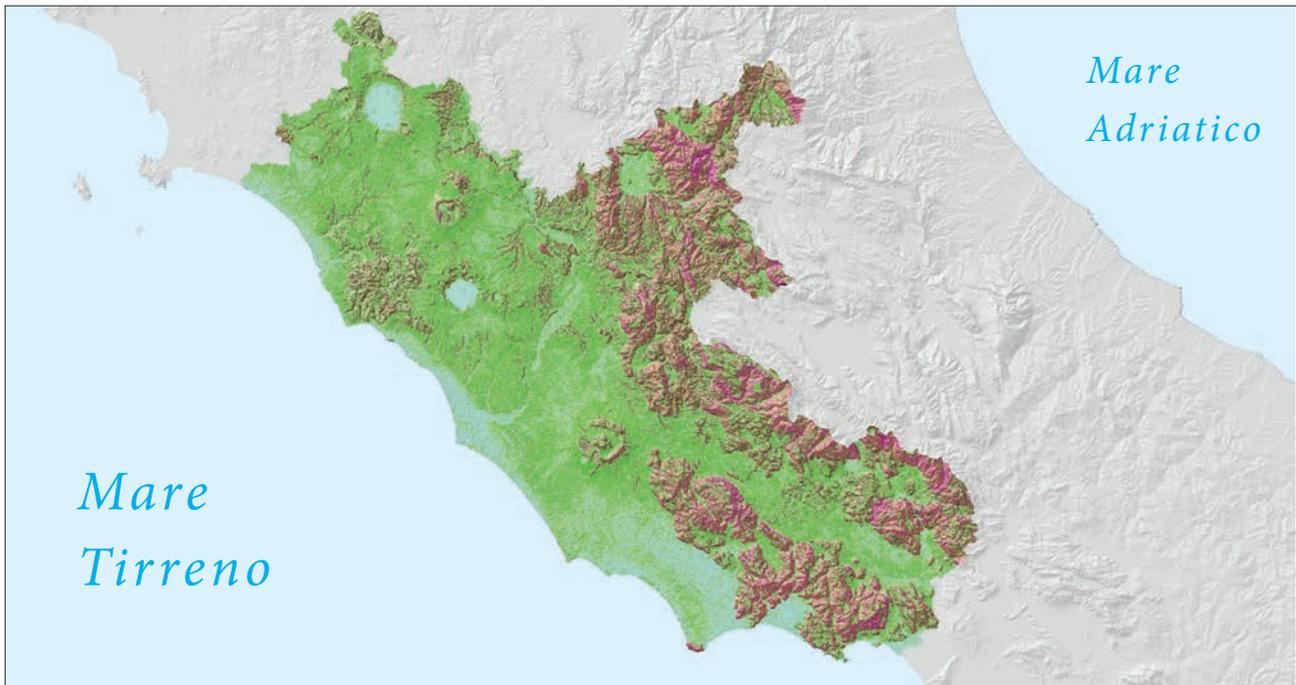


Fig. 5. 11 - Immagine del rilievo del Lazio

(Agro Pontino), che per la sua peculiarità ed importanza, è stata oggetto nel presente progetto, di un rilevamento pedologico finalizzato alla elaborazione di una cartografia alla scala 1:50.000. Si tratta di un'area molto estesa le cui differenze morfologiche sono poco apprezzabili sul territorio. La vasta area compresa tra la costa sud-occidentale e i Monti Lepini presenta delle fasce di ambienti omogenei e paralleli con direzione NO-SE. Immaginando un transetto che partendo dal mare ha direzione SO-NE, si passa dalla duna recente e attuale al retroduna, in parte occupato dai laghi costieri di Paola, Caprolace e Fogliano. Segue la "Duna Antica" e poi la Pianura del Fiume Sisto e del Fiume Portatore. La Duna Antica, chiamata anche Duna Continentale o Duna Rossa, si estende per circa 90 Km dal Circeo a Castelporziano dove il Fiume Tevere ne costituisce il limite settentrionale. I suoi sedimenti prevalentemente sabbiosi, di origine eolica, sono interdigitati con quelli argillosi e limosi dei terrazzi lacustri che parzialmente la ricoprono. La quota più alta è 41 metri circa e una parte di essa è occupata dal Parco Nazionale del Circeo. La pianura retrostante è stata opera di bonifica dal tempo dei romani fino al secolo scorso quando, dall'area paludosa e disabitata che era, è diventata una zona ad alta produttività agricola.

A Nord del Tevere la pianura costiera della zona di Maccarese è anch'essa caratterizzata da una zona costiera di sedimenti sabbiosi dunali recenti ed un retroduna bonificato sia con drenaggi che con colmate, delimitato dall'area collinare con i sedimenti marini

spesso sovrastati da quelli vulcanici.

Il corso fluviale del Tevere, che interrompe la continuità del sistema vulcanico, presenta un'ampia pianura dall'area romana alla foce. L'asta fluviale si è modificata nel tempo sia per le sue recenti variazioni naturali, influenzate dal livello marino, che ad opera antropica.

Il Fiume Sacco, che si unisce al Liri, occupa un'ampia valle tra i Monti Lepini e gli Ernici, mentre, gli altri corsi d'acqua occupano piccole pianure, ed ha un corso prevalentemente montano (F. Aniene, Salto, Velino).

I dolci rilievi collinari in prossimità della costa, bassi e con sommità spesso terrazzate, sono i residui dei terrazzi marini erosi; essi fanno da passaggio ai versanti collinari e di bassa montagna del sistema degli apparati vulcanici, caratterizzato da un esteso plateau e dalle caldere dei vecchi apparati vulcanici che emergono rilevate. Il plateau è frequentemente inciso da torrenti che hanno creato forre con pareti verticali o subverticali nel tufo, localmente sede di grotte ed insediamenti antropici antichi.

I rilievi montuosi sono diffusi nella parte centro orientale e meridionale del territorio e costituiscono le dorsali Anti-Appenniniche e Appenniniche, prevalentemente calcaree e calcareo-marnose. Sono spesso delimitati da estese falde detritiche e conoidi coalescenti che ricoprono la base dei versanti calcarei. Il carsismo è ben sviluppato sia con forme esterne che interne (grotte). Pianori e piccole conche intermontane di media ed alta quota presentano materiali di dissoluzione residuale misti a depositi eluvio-colluviali e vulcanici



# *Capitolo 6*

## **I PEDOPAESAGGI**



## I pedopaesaggi

Rosa Riviaccio, Rosario Napoli, Massimo Paolanti

### 6.1 Metodologia d'interpretazione dei pedopaesaggi

Il termine "pedopaesaggio" è un neologismo che si applica a tutti i livelli gerarchici dei paesaggi pedologici. Indica un'area costituita da suoli aventi in comune una o più caratteristiche, proprietà o processi individuabili da un insieme di condizioni pedologiche, climatiche, litologiche, morfologiche, di uso del suolo e di vegetazione omogenee ad una data scala.

Il pedopaesaggio è quindi un arricchimento del concetto classico di paesaggio che integra la combinazione fra l'aspetto esteriore di un'area e le sue caratteristiche interne pedogenetiche. È una risorsa fragile perché frutto di un equilibrio dinamico e di interazione tra suolo (derivato dai processi e fattori pedogenetici), soprassuolo (vegetazione, colture, opere antropiche) e acque di scorrimento e sotto-superficiali.

La rappresentazione geografica dei pedopaesaggi si basa sulla definizione dei limiti delle aree a differente grado di omogeneità rispetto alle caratteristiche litologiche, morfologiche, climatiche, pedologiche e di uso dei suoli, alle diverse scale. *Soil Regions* e *Soil Subregions* sono livelli pedopaesaggistici di cui esiste una banca dati europea.

Il limite geografico di ogni poligono è frutto di approssimazioni successive con metodi di elaborazione differenti per ambienti differenti.

Le informazioni territoriali utilizzate per la definizione dei pedopaesaggi del Lazio sono state:

- Modello digitale del Terreno GDEM-ASTER ver.2 - anno 2011 (URL: <http://www.jspacesystems.or.jp/ersdac/GDEM/E/4.html>)
- Cartografie e banche dati geologiche (Cosentino et al., 2012; ISPRA, 2009; De Rita et al., 1988; Ventriglia, 1990; Ventriglia, 2002)
- Carta dell'Uso del Suolo della regione Lazio (ver. 2012) con approfondimento al IV e V livello CORINE *Land Cover*, per gli ambienti delle formazioni naturali e seminaturali (Agenzia Regionale dei Parchi)
- CORINE *Land Cover*
- Carta dei sottosistemi di terre del Lazio (2004)
- Cartografie pedologiche regionali (Chiuchiarelli et al., 2006; Gardin e Vinci, 2006)

- Base dati dei Sistemi di Suoli Nazionale
- Banche dati climatiche e bioclimatiche elaborazioni, spazializzazione e *downscaling* dei parametri climatici utilizzando i dati provenienti dalla banca mondiale JRC-MARS (URL: <http://marswiki.jrc.ec.europa.eu/datadownload/index.php>)
- La vegetazione d'Italia con la Carta delle Serie di Vegetazione alla scala 1:500.000 (Blasi, 2010)
- Cartografie pedologiche di dettaglio e semidettaglio (Biondi et al., 2001; Sevink et al., 1984; Lulli et al., 1985; Raglione et al., 2011; Raglione et al., 2002; Biondi et al., 1985; Arnoldus et al., 2009, Arnoldus, 2003)
- Carta Tecnica Regionale CTR alla scala 1:10.000 e nuova cartografia alla scala 1:5.000
- Ortofoto e immagini satellitari

I limiti delle unità cartografiche sono stati tracciati in prima approssimazione, in funzione dei fattori territoriali, sulla base delle differenze morfologiche, geologiche o di uso del suolo.

La scala di lavoro adottata è stata fra 1:100.000 e 1:50.000. L'unità minima cartografabile di riferimento è stata di 156 ha, a eccezione dei territori modellati artificialmente, delle altre aree prive di suolo, dei corpi e corsi d'acqua e altri casi particolari (superfici poste al confine con altre regioni o superfici residuali intercluse nei territori modellati artificialmente). Successivamente allo strato dei Sottosistemi, è stato ricavato lo strato *raster* delle Componenti Territoriali (*Land Components*), da cui è stato possibile ricavare le percentuali statistiche delle componenti principali per le Unità Cartografiche definite nella prima bozza di legenda. Dal confronto delle unità di fotointerpretazione con lo strato *raster* delle *Land Components* è stata testata la validità della fotointerpretazione.

### 6.2 La gerarchia dei pedopaesaggi

I pedopaesaggi sono dei contenitori geografici a diverso livello di dettaglio. Con l'aumentare della scala abbiamo: Regioni Pedologiche (SR), Sistemi di Terre (ST), sottosistemi di Terre (SST), semanticamente inseriti in un sistema gerarchico come rappresentato nella Figura 6.1.

Ogni poligono di un certo livello geografico è così individuato sia in funzione dei suoi attributi discriminanti, sia dalla combinazione di componenti territoriali esistenti al suo interno, ed è stato infine collegato alla banca dati pedologica. I poligoni possono

contenere al loro interno un insieme di ambienti riconoscibili, non delineabili a quella scala di riferimento ma a quella del livello di dettaglio maggiore immediatamente successivo (Tabella 6.1).

Nella banca dati dei suoli della regione Lazio i livelli geografici sono stati:

**1 - REGIONI PEDOLOGICHE (SOIL REGIONS).** Le regioni pedologiche sono il primo livello della gerarchia dei paesaggi. La scala di riferimento è 1:5.000.000 e consentono un inquadramento pedologico a livello nazionale. I fattori fondamentali per la determinazione delle regioni pedologiche sono stati le condizioni climatiche e quelle geologiche, cioè quelle che determinano lo sviluppo dei diversi processi pedogenetici che danno origine a differenti suoli dominanti. Ulteriormente, oltre che per clima e geologia principale, le regioni pedologiche sono state caratterizzate per il pedoclima, vale a dire dal regime idrico e termico dei suoli (*Soil Survey Staff*, 2014), dalla morfologia, dai tipi di suolo principali, dalla loro capacità d'uso, dalle limitazioni permanenti e dai processi di degradazione più importanti.

**2 - SISTEMI.** La banca dati dei sistemi di terre è costituita da un *layer* poligonale, a copertura nazionale, con dettaglio informativo e geografico corrispondente alla scala 1:1.000.000. I sistemi di terre sono aree riconosciute come omogenee in funzione di caratteri legati essenzialmente a morfologia, litologia e copertura del suolo.

**3 - SOTTOSISTEMI.** La banca dati dei sottosistemi di terre è costituita da un *layer* poligonale a copertura regionale, con dettaglio informativo e geografico corrispondente alla scala 1:250.000. Ambienti simili per substrati geologici, morfologie e usi del suolo e che appartengono semanticamente ad uno stesso sistema di terre e a una stessa regione pedologica, apparterranno allo stesso sottosistema di terre.

**4 - UNITÀ.** La banca dati delle unità di suolo è costituita da un *layer* poligonale per le aree pilota con dettaglio informativo e geografico corrispondente alla scala 1:25.000/1:50.000.

Il livello delle Unità di Terre è stato elaborato solo in alcune aree campione.

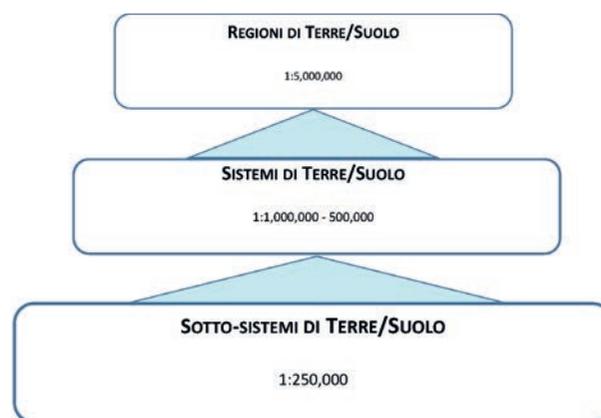


Fig. 6. 1 - Gerarchia dei pedopaesaggi

Le Regioni Pedologiche, i Sistemi di Terre, i Sottosistemi di Terre e le Unità di Terre sono costituiti da strati poligonali mentre gli Elementi Territoriali sono individuati da centroidi e per questo non sono stati delineati cartograficamente.

Ogni livello informativo esprime la percezione e l'influenza dei fattori della pedogenesi alla scala di riferimento. Le legende utilizzate per definire i fattori della pedogenesi (litologia, morfologia, uso del suolo) non sono le stesse per tutti i livelli di pedopaesaggio.

Tutte le informazioni pedologiche sono state inserite in una banca dati che contiene sia gli strati articolati in maniera gerarchica, con i pedopaesaggi di livello inferiore legati semanticamente a quelli di ordine superiore, sia le osservazioni puntuali pedologiche (Profili e Trivellate). Gli aggettivi "semantico" e "geografico" indicano rispettivamente il contenuto informativo (gli attributi del database) del livello geografico e le delimitazioni geometriche della geografia.

Ogni poligono di sottosistema di terre viene attribuito semanticamente al poligono di sistema di terre che gli corrisponde, concorda con esso per i suoi attributi di litologia, fisiografia e uso del suolo, con un diverso grado di generalizzazione. Non esiste, invece, una corrispondenza geografica esatta fra i vari pedopaesaggi, in quanto i pedopaesaggi a scala di riferimento maggiore non sono creati per suddivisione geografica di quelli a scala minore ma sono stati individuati singolarmente, utilizzando strati informativi consoni per le diverse scale di riferimento.

Il criterio guida nella delimitazione dei poligoni delle unità cartografiche è stato quello della ricerca delle variazioni territoriali di significato pedologico. Sono stati quindi organizzati in ambiente GIS tutti gli strati informativi utili per diagnosticare la distribuzione dei fattori della pedogenesi.

Tab. 6.1 - Livelli pedopaesaggistici rispetto alle scale di riferimento (da Costantini et al., 2007).

Ambito di applicazione	Livello pedopaesaggistico	Scala di riferimento	Grandezza dei poligoni
Continentale/Nazionale	Soil regions - Regioni pedologiche	1:5.000.000	10 <sup>5</sup> -10 <sup>6</sup> ha
Continentale/Nazionale/Regionale	Soil subregions - Province di terre	1:1.000.000	10 <sup>4</sup> -10 <sup>5</sup> ha
Nazionale/Regionale	Soil systems - Sistemi di terre/pedologici	1:500.000	10 <sup>3</sup> -10 <sup>5</sup> ha
Nazionale/Regionale	Sottosistemi di terre/pedologici	1:250.000	10 <sup>2</sup> -10 <sup>5</sup> ha
Regionale/Locale	Unità di terre/pedologiche	1:50.000	10 <sup>1</sup> -10 <sup>2</sup> ha
Locale	Elementi territoriali	1:10.000-25.000	10 <sup>1</sup> -10 <sup>1</sup> ha

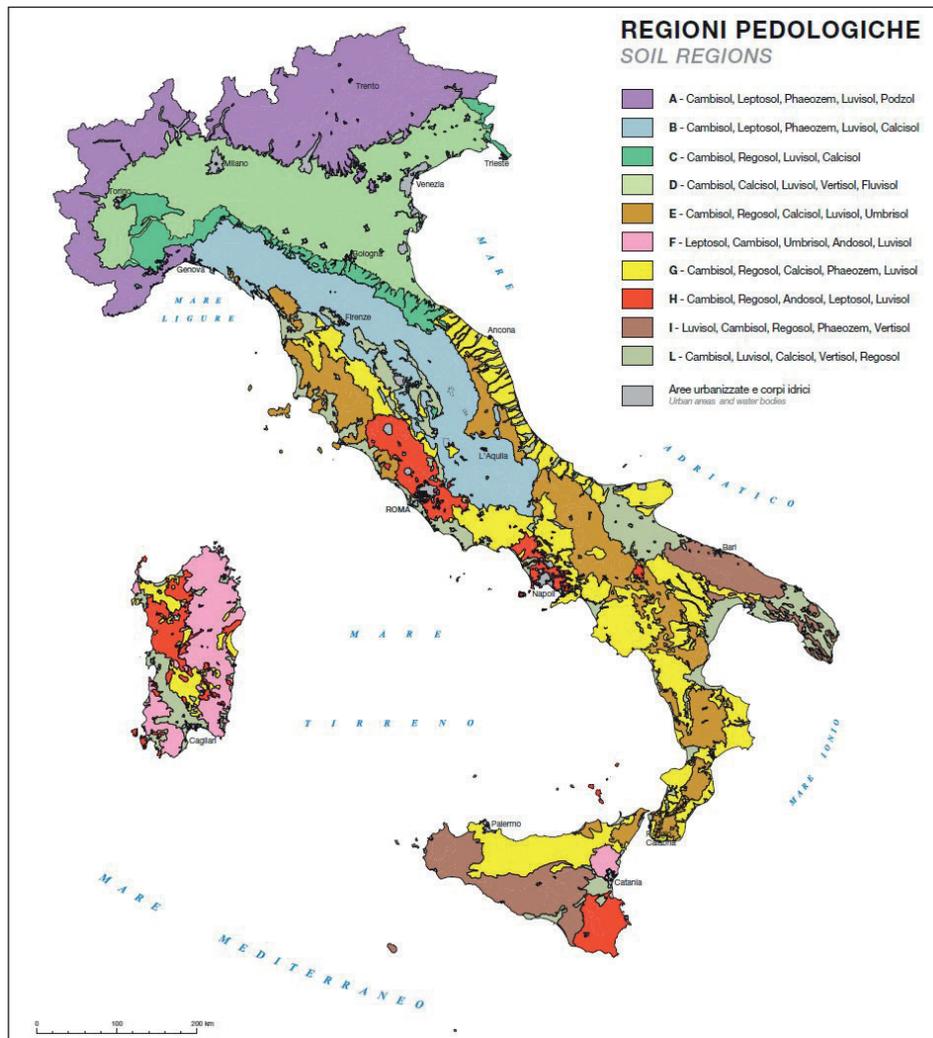


Fig. 6.2 - Regioni Pedologiche d'Italia

Tab. 6.2 : le Regioni Pedologiche del Lazio

Regioni Pedologiche	Copertura regionale
Regione pedologica A (Soil Region 60.7)	14,48%
Regione pedologica B (Soil Region 61.3)	5,63%
Regione pedologica C (Soil Region 56.1)	30,72%
Regione pedologica D (Soil Region 60.4)	0,10%
Regione pedologica E (Soil Region 61.1)	1,52%
Regione pedologica F (Soil Region 78.2)	0,26%
Regione pedologica G (Soil Region 59.7)	19,66%
Regione pedologica H (Soil Region 16.4)	20,52%
Altre aree (aree modellate artificialmente, aree prive di suolo, corpi e corsi d'acqua)	7,11%

### 6.3 Le Regioni Pedologiche

Le Regioni Pedologiche (*Soil Regions*) sono il livello più alto della gerarchia dei paesaggi e rappresentano un inquadramento pedologico a livello europeo (Figura 6.2).

La Carta delle Regioni Pedologiche italiane (Righini et al., 2001; Costantini et al., 2004) è stata realizzata in collaborazione con l'*European Soil Bureau*. La banca dati delle *Soil Regions*, in formato shp e mdb, è scaricabile dal sito [www.soilmaps.it](http://www.soilmaps.it).

Nel Lazio sono presenti 8 Regioni di suolo, rappresentate nella Figura 6.3, la cui estensione è riportata nella Tabella 6.2.

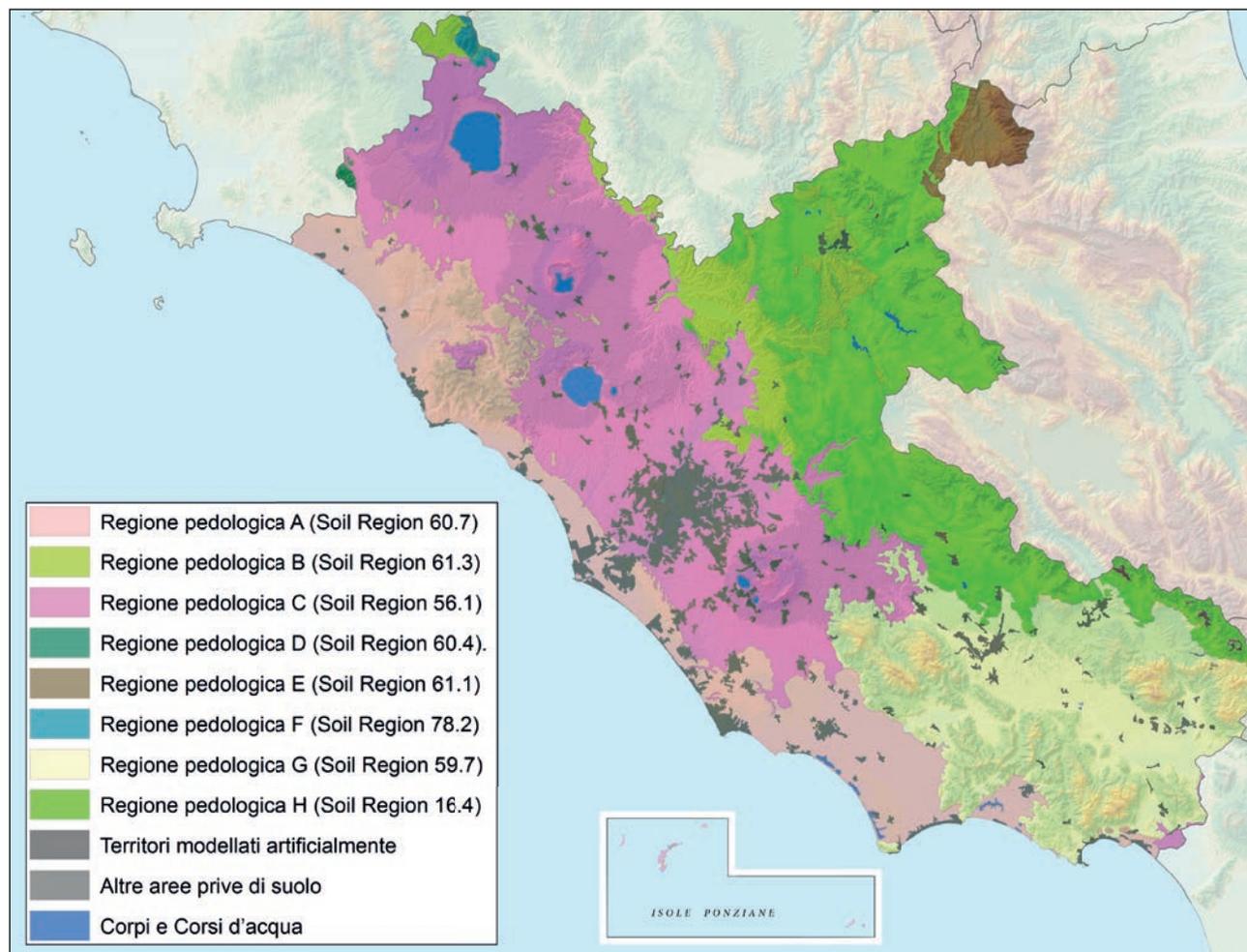


Fig. 6.3 - Distribuzione delle Regioni Pedologiche nel Lazio

## 6.4 I Sistemi di Suolo

I Sistemi di Suolo sono il livello intermedio della gerarchia dei paesaggi, hanno un inquadramento a livello nazionale, appartengono semanticamente a una sola Regione Pedologica. Morfologia e litologia sono definiti come “discriminanti geografici”, in quanto sono stati utilizzati per tracciare i limiti tra sistemi diversi, mentre la copertura del suolo rappresenta un “discriminante semantico”.

Per la regione Lazio i Sistemi di Suolo sono stati elaborati a partire da quelli italiani, ma sono stati successivamente modificati e migliorati, sintetizzandoli dalla Carta dei Sottosistemi, seguendo il principio di estrazione *bottom-up*, e approssimandoli alla loro scala di riferimento (Figura 6.4).

Il criterio guida nella delimitazione dei poligoni è stato quello della ricerca delle variazioni territoriali di significato pedologico. Sono state utilizzate a questo fine tutte le conoscenze dei rapporti suolo-paesaggio che è stato possibile recuperare.

Di ogni sistema è stata identificata in primo luogo la fisiografia. Questa viene definita da una caratte-

ristica configurazione ricorrente (*pattern*) apprezzabile tramite convergenza di evidenze dei tematismi di pendenza, quota, idrografia, topografia, ecc. Per apporre il limite morfologico sono state utilizzate le immagini satellitari e gli strati ausiliari (par. 6.1) che hanno consentito la differenziazione in base alle caratteristiche litologiche dei substrati e alle caratteristiche fisiografiche desunte da quote e pendenze. In casi particolari, il sistema di terre è stato suddiviso anche in funzione del cambio di vegetazione, per esempio in alta montagna, anche se l'attributo uso del suolo è stato per lo più un descrittore e non un discriminante.

Sono stati definiti 47 Sistemi di Suolo, cui vanno aggiunti i “territori modellati artificialmente” (URB), le “altre aree prive di suolo” (ANS) ed i “corpi e corsi d'acqua” (ACQ).

Ciascun Sistema di Suolo, contenuto nelle Regioni di suolo, è suddiviso al suo interno in Sottosistemi di Suolo; nella Figura 6.5 è riportato un dettaglio dell'area della Pianura Pontina con la rappresentazione dei tre “contenitori”.

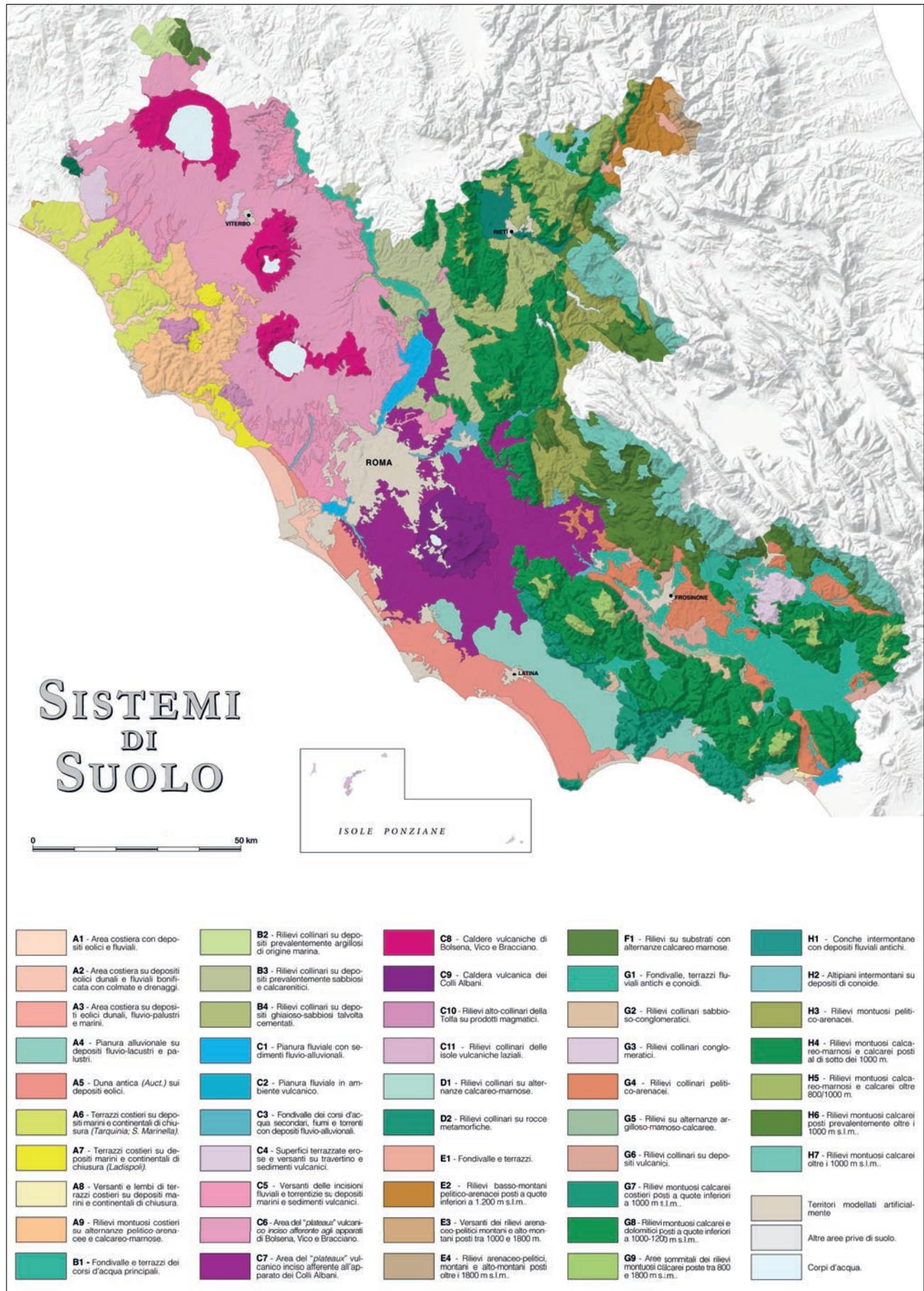


Fig. 6. 4 - La Carta dei Sistemi di Suolo del Lazio. (I codici della legenda sono descritti nel volume allegato)

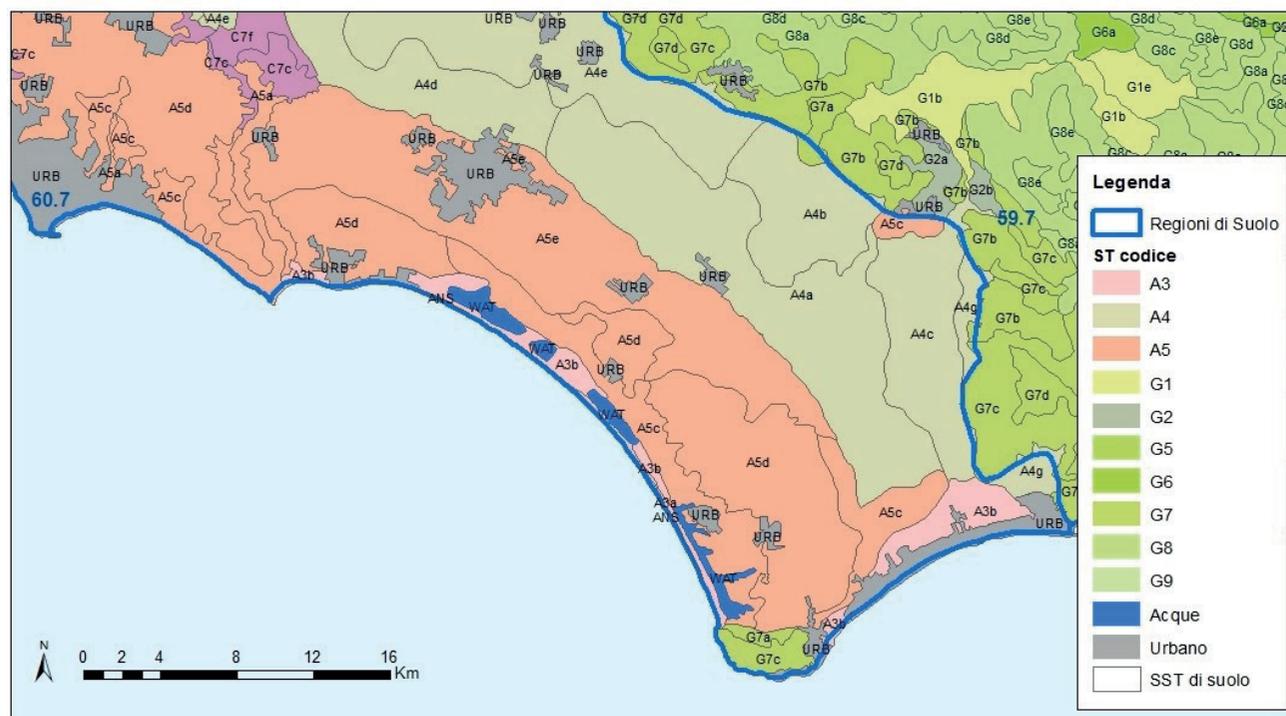


Fig. 6.5 - Esempio dettaglio di SR, ST e SST con la sovrapposizione degli strati nell'area di Latina

## 6.5 I Sottosistemi di Suolo

Sono stati individuati 185 Sottosistemi di Suolo, che rappresentano l'unità cartografica di maggior dettaglio (Figura 6.6).

La Carta dei Suoli del Lazio si compone di 1814 poligoni in totale.

Ogni Sottosistema può essere composto da più poligoni. Oltre ai Sottosistemi di Suolo sono state delineate tre unità definite "Altre aree". Si tratta di aree prive di copertura pedologica o non indagate alla scala regionale in ragione della tipologia di suoli e del dettaglio del loro modello di distribuzione (suoli urbani, suoli antropogenici, suoli delle falesie rocciose, suoli posti al di sotto di coperture detritiche ecc.).

Queste tre unità sono:

- **Territori modellati artificialmente:** zone residenziali, zone industriali, commerciali e reti di comunicazione. Aree estrattive, discariche e cantieri. Aree verdi artificiali non agricole.
- **Altre aree prive di suolo:** spiagge, dune e distese di sabbia e di ciottoli di ambienti litorali e continentali, compresi i letti sassosi dei corsi d'acqua a

regime torrentizio. Rocce nude, falesie, rupi, affioramenti rocciosi.

- **Corpi e corsi d'acqua.**

Le informazioni geometriche per queste unità provengono dal progetto CORINE Land Cover, che è il riferimento nazionale ufficiale per quanto riguarda l'uso e la copertura del suolo.

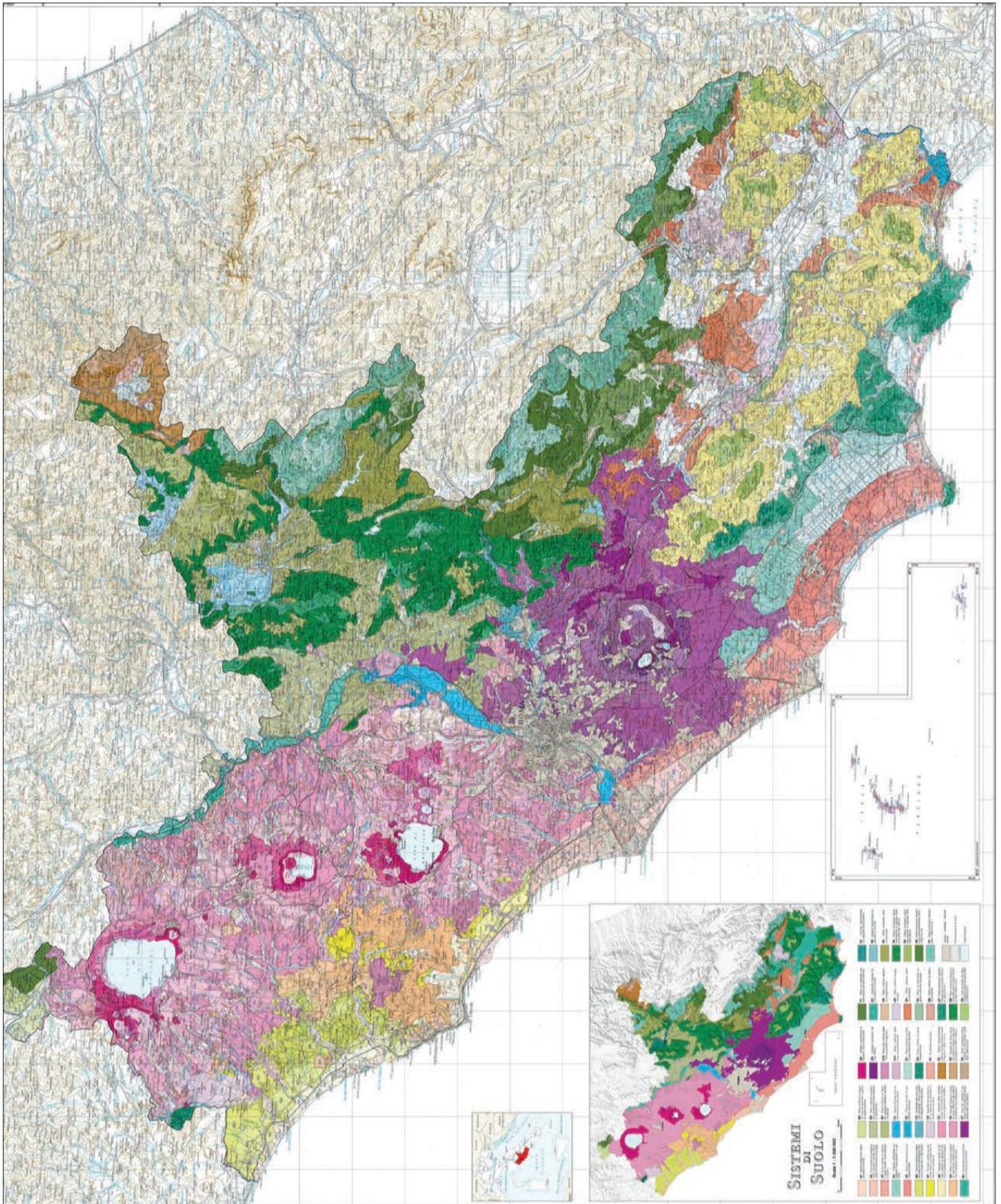


Fig. 6.6 - La Carta dei Suoli del Lazio

## 6.6 LA REGIONE PEDOLOGICA A (Soil Region 60.7)

Pianure costiere tirreniche dell'Italia centrale e colline incluse. Nel Lazio comprende: aree costiere con depositi eolici dunali, pianure alluvionali (comprese le aree delle bonifiche), terrazzi costieri di origine marina.

Si sviluppa per 2.499 Km<sup>2</sup> ed interessa circa il 14,5% del territorio della Regione. È composta da 9 Sistemi di Suolo:

Sistemi di suolo	Copertura della SR (%)	Copertura Regionale (%)
<b>A1.</b> Area costiera con depositi eolici e fluviali (da Tarquinia - VT a Ladispoli - RM).	4,6%	0,67%
<b>A2.</b> Area costiera su depositi eolici dunali e fluviali, bonificata con colmate e drenaggi (Maccarese-Castelporziano - RM).	5,5%	0,79%
<b>A3.</b> Area costiera su depositi eolici dunali, fluvio-palustri e marini (da Fogliano a Minturno - LT).	2,7%	0,39%
<b>A4.</b> Pianura alluvionale su depositi fluvio-lacustri e palustri (Pianura Pontina e Pianura di Fondi - LT).	20,1%	2,91%
<b>A5.</b> Duna antica (Auct.) sui depositi eolici (da Roma al Circeo - LT).	23,3%	3,38%
<b>A6.</b> Terrazzi costieri su depositi marini e continentali di chiusura (Tarquinia - VT; Santa Marinella - RM).	18,2%	2,64%
<b>A7.</b> Terrazzi costieri su depositi marini e continentali di chiusura (Ladispoli - RM).	5,5%	0,80%
<b>A8.</b> Versanti e lembi di terrazzi costieri su depositi marini e continentali di chiusura (Lazio meridionale).	0,5%	0,08%
<b>A9.</b> Rilievi montuosi costieri su alternanze pelitico-arenacee e calcareo-marnose (Tolfa - VT; RM).	19,4%	2,82%

È la quarta Regione Pedologica del Lazio per estensione. Interessa tutta la fascia costiera della regione, estendendosi fino a 25 km verso l'interno. Comprende le aree di bonifica, i depositi eolici e recenti, i terrazzi costieri dei depositi di origine marina e continentale posti tra Tarquinia (VT) e Santa Marinella (RM) e nei pressi di Ladispoli subito a Nord di Roma, nonché la Duna Antica posta a sud di Roma. La Bonifica dell'Agro Pontino comprende la vasta pianura tra i Monti Volsci, Ausoni, Lepini e il mare, che si estende lungo il litorale tirrenico da Nettuno ad Anzio. La bonifica è stata una storia lunga che iniziò con gli antichi romani, interessò i papi, vi si esercitò anche Leonardo Da Vinci che riprodusse in un disegno, e che l'Opera Nazionale Combattenti portò a compimento negli anni '30. Una storia a parte ha la bonifica di Lago di Fondi lungo il litorale fra Terracina e Sperlonga, legata al marchese Bisleti. A nord di Roma ricordiamo la bonifica delle paludi dell'agro romano svolta dalla Associazione Generale Operai e Braccianti (braccianti ravennati), che ebbe inizio nel 1884. Altri interventi di bonifica idraulica minori si collegano agli interventi principali qui accennati. I suoli più diffusi sono *Vertisols*, *Luvisols* e *Cambisols*. Molto diffusa caratteristica del Lazio è la cosiddetta "Duna Antica", che si sviluppa a sud di Roma, dove i suoli più diffusi sono *Planosols* e *Luvisols*. Sono inclusi in questa regione i rilievi delle alternanze pelitico-arenacee e calcareo-marnose poste nei dintorni di Tolfa (RM). Tra i sistemi più diffusi e caratteristici ricordiamo il sistema dei terrazzi costieri che arriva fino al confine regionale con la Toscana.

### 6.6.1 Sistema di Suolo A1. Area costiera con depositi eolici e fluviali (da Tarquinia -VT a Ladispoli - RM)

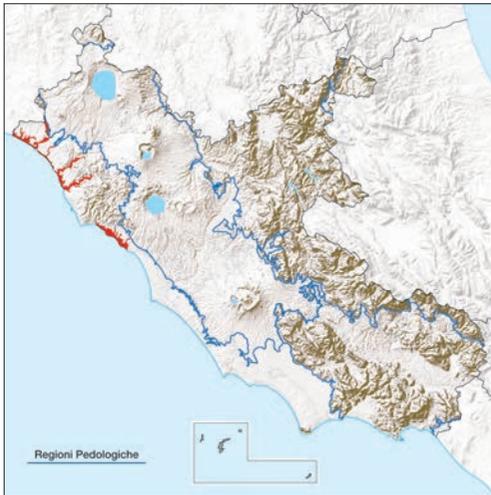


Fig. 6.7 - Sistema A1

Questo Sistema di Suolo, poco diffuso nella Regione Pedologica, comprende le aree costiere e fluvio-torrentizie più settentrionali della regione. In esso sono presenti la duna recente al confine toscano (Pescia Romana), l'area costiera pianeggiante di Tarquinia con depositi eolici sabbiosi, e i fondivalle dei corsi d'acqua del Fiora, del Mignone, di Rio Fiume, dei corsi minori e dei fossi. Prevalentemente ad uso agricolo (seminativi), il sistema è caratterizzato da superfici prevalentemente da pianeggianti a moderatamente pendenti. Le quote vanno dal livello del mare fino a circa 100 m s.l.m. Copre il 4,6% della *Soil Region* e lo 0,67% dell'intero territorio regionale. I suoli più diffusi del sistema sono: Gior 1 (*Calcaric Sodic Arenosols*); Qual 1 (*Cambic Phaeozems*); Lepi 2 (*Calcaric Endogleyic Regosols*).

UC	Paesaggio	Cop. ST	Cop. SR
A1a	Duna costiera costituita da depositi eolici recenti.	6,67%	0,045%
A1b	Pianura costiera con depositi prevalentemente sabbiosi e secondariamente fluviali recenti ed attuali.	24,36%	0,163%
A1c	Fondivalle dei corsi d'acqua principali con sedimenti fluviali recenti e attuali.	60,33%	0,404%
A1d	Terrazzi su depositi fluvio-lacustri e versanti di raccordo su depositi vulcanici.	8,64%	0,058%

### 6.6.2 Sistema di Suolo A2. Area costiera su depositi eolici dunali e fluviali, bonificata con colmate e drenaggi (da Maccarese a Castelporziano - RM)



Fig. 6.8 - Sistema A2

Il Sistema di Suolo, poco diffuso nella Regione Pedologica, comprende l'area costiera su depositi eolici dunali e fluviali, bonificata con colmate e drenaggi (da Maccarese a Castelporziano - RM). Vi è inserita la foce del Fiume Tevere e le aree della duna e retroduna, da Marina di Palidoro a Marina di Ardea. Prevalentemente ad uso agricolo (seminativi), ad eccezione della aree sabbiose prossime alla spiaggia, il sistema è caratterizzato da superfici prevalentemente da pianeggianti a debolmente pendenti. Le quote vanno da 0 fino a circa 20 m s.l.m. Copre il 5,4% della *Soil Region* e lo 0,793% dell'intero territorio regionale. I suoli più diffusi del sistema sono: Biad 1 (*Cambic Phaeozems*); Bocc 1 (*Calcaric Endogleyic Regosols*).

UC	Paesaggio	Cop. ST	Cop. SR
A2a	Duna e retro-duna su depositi eolici e alluvionali recenti.	38,23%	0,303%
A2b	Pianura costiera bonificata su sedimenti fluvio-palustri e di colmata recenti.	43,43%	0,345%
A2c	Fondovalle fluviale costiero bonificato su depositi fluviali ed alluvionali recenti.	18,34%	0,146%

### 6.6.3 Sistema di Suolo A3. Area costiera su depositi eolici dunali, fluvio-palustri e marini (da Fogliano a Minturno - LT)



Fig. 6.9 - Sistema A3

Il Sistema di Suolo, poco diffuso nella Regione Pedologica, si sviluppa nelle aree costiere del Lazio meridionale che vanno da Torre Astura (LT) fino a Minturno (LT) e comprende i depositi eolici che hanno generato la duna recente e le aree retrodunali attorno ai laghi costieri con depositi fluvio-palustri. I sedimenti sono spesso misti a materiali vulcanici rimaneggiati, provenienti dal vulcanismo campano. Prevalentemente ad uso agricolo (seminativi), il Sistema è caratterizzato da superfici prevalentemente da pianeggianti a debolmente pendenti. Copre il 2,7% della *Soil Region* e lo 0,394% dell'intero territorio regionale. I suoli più diffusi del sistema sono: Sezz 1 (*Dystric Sapric Histosols*); Paol 3 (*Haplic Luvisols*); Carn 2 (*Relictigleyic Mollic Planosols*).

UC	Paesaggio	Cop. ST	Cop. SR
A3a	Duna costiera localmente spianata su depositi eolici recenti.	10,98%	0,043%
A3b	Aree retrodunali costiere su depositi fluvio-palustri e sabbiosi recenti.	70,49%	0,278%
A3c	Aree costiere su depositi alluvio-colluviali recenti.	8,68%	0,034%
A3d	Pianura costiera (Volturno) su depositi eolici misti a sedimenti vulcanici rimaneggiati.	1,14%	0,005%
A3e	Area costiera retrodunale (Volturno) su depositi marini e palustri misti a depositi vulcanici rimaneggiati.	8,70%	0,034%

### 6.6.4 Sistema di Suolo A4. Pianura alluvionale su depositi fluvio-lacustri e palustri (Pianura Pontina e Pianura di Fondi - LT)



Fig. 6.10 - Sistema A4

Il Sistema di Suolo, diffuso nella Regione Pedologica, comprende la "Bonifica Pontina", la Pianura di Fondi e le aree della cosiddetta "Pianura Pontina Alta", a contatto con i rilievi delle *Soil Region* "C" e "G". Prevalentemente ad uso agricolo (seminativi), il Sistema è caratterizzato da superfici prevalentemente da pianeggianti a moderatamente pendenti. Le quote vanno da 0 fino a circa 150 m s.l.m. Copre il 20% della *Soil Region* e il 2,91% dell'intero territorio regionale. I suoli più diffusi del sistema sono: Sist 1 (*Haplic Vertisols*); Sisi 2 (*Haplic Luvisols*); Regi 2 (*Protovertic Endogleyic Cambisols*).

UC	Paesaggio	Cop. ST	Cop. SR
A4a	Pianura alluvionale bonificata con depositi prevalentemente fluvio-palustri e secondariamente di colmata.	29,96%	0,872%
A4b	Superfici alluvionali bonificate con depositi fluvio-palustri e torbosi.	7,82%	0,228%
A4c	Area della pianura Pontina con prevalenti depositi fluviali secondari sedimenti alluvio colluviali di conoide.	9,33%	0,272%
A4d	Superfici della pianura Pontina "alta" su depositi fluviali prevalenti.	13,50%	0,393%
A4e	Superfici della pianura Pontina "alta" su depositi fluviali e colluviali.	25,01%	0,728%
A4f	Pianura Pontina "alta" su depositi di travertino.	2,80%	0,081%
A4g	Conoidi di pianura con sedimenti fluvio-alluvionali.	11,58%	0,337%

### 6.6.5 Sistema di Suolo A5. Duna antica (Auct.) sui depositi eolici (da Roma al Circeo - LT)



Fig. 6.11 - Sistema A5

Il Sistema di Suolo, diffuso nella Regione Pedologica, comprende i suoli che si sviluppano sui depositi della "Duna Antica" (Duna Rossa), che vanno dall'area costiera romana fino al Circeo (LT). La formazione tipica dell'area è composta da sabbie quarzose rossastre di origine eolica, con una presenza variabile, di argilla e frequenti minerali vulcanici provenienti dall'attività del Vulcano Laziale. Localmente conserva paleosuoli molto evoluti. Prevalentemente ad uso agricolo (seminativi e aree eterogenee), il Sistema comprende le aree boscate della Tenuta Presidenziale di Castelporziano e del Parco Nazionale del Circeo ed è caratterizzato da superfici da pianeggianti a moderatamente pendenti. Le quote vanno dal livello del mare fino a circa 100 m s.l.m. Copre il 23,3% della *Soil Region* e il 3,379% dell'intero territorio regionale. I suoli più diffusi del sistema sono: Carn 1 (*Mollic Planosols*); Casa 2 (*Haplic Luvisol*); Colo 6 (*Eutric Relictigleyic Planosols*).

UC	Paesaggio	Cop. ST	Cop. SR
A5a	Fondivalle dei corsi d'acqua minori che incidono la duna antica con depositi fluviali e colluviali.	1,83%	0,062%
A5b	Superfici di raccordo tra la fascia costiera e la duna antica su depositi eolici e colluviali.	12,50%	0,422%
A5c	Versanti della duna antica su depositi eolici sabbiosi.	19,35%	0,654%
A5d	Sommità della duna antica su depositi eolici prevalentemente sabbiosi.	43,98%	1,486%
A5e	Superfici terrazzate lagunari antiche sulla duna antica, con depositi lacustri fini.	22,34%	0,755%

### 6.6.6 Sistema di Suolo A6. Terrazzi costieri su depositi marini e continentali di chiusura (Tarquinia - VT; Santa Marinella - RM)



Fig. 6.12 - Sistema A6

Il Sistema di Suolo, diffuso nella Regione Pedologica, comprende aree costiere terrazzate poste a Nord di Roma, che vanno da Santa Marinella (RM) a Tarquinia (VT); le superfici sono state rein-cise e presentano andamenti pianeggianti e versanti da moderatamente a fortemente pendenti. Prevalentemente ad uso agricolo le sommità, mentre sono prevalentemente boscati i versanti delle incisioni. Le quote vanno dal livello del mare fino a circa 300 m s.l.m. Copre il 18,2% della *Soil Region* e il 2,641% dell'intero territorio regionale. I suoli più diffusi del sistema sono: Stet 1 (*Haplic Vertisols*); Foss 1 (*Cambic Phaeozems*); Caza 1 (*Calcic Chernozems*); Ranc 1 (*Calcaric Regosols*).

UC	Paesaggio	Cop. ST	Cop. SR
A6a	Terrazzi costieri a bassa quota su ghiaie e sabbie prevalenti.	11,66%	0,308%
A6b	Terrazzi costieri e versanti a bassa quota su depositi marini prevalentemente sabbiosi.	5,16%	0,136%
A6c	Terrazzi costieri intermedi e versanti su sabbie e depositi vulcanici rimaneggiati.	23,57%	0,623%
A6d	Terrazzi fortemente erosi sommitali su depositi marini prevalentemente sabbiosi.	13,62%	0,360%
A6e	Terrazzi fortemente erosi sommitali su depositi sabbioso-calcarenitici.	13,04%	0,344%
A6f	Terrazzi sommitali e versanti su calcareniti e sabbie ghiaiose.	6,99%	0,185%
A6g	Versanti su prevalenti argille e sabbie localizzate.	19,55%	0,516%
A6h	Versanti su prevalenti sabbie e secondarie argille.	6,41%	0,169%

### 6.6.7 Sistema di Suolo A7. Terrazzi costieri su depositi marini e continentali di chiusura (Ladispoli - RM)

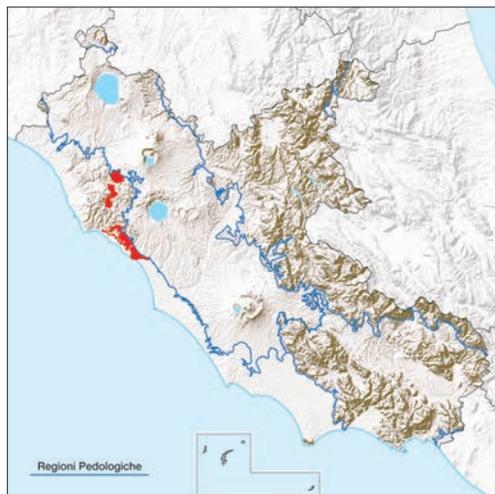


Fig. 6. 13 - Sistema A7

Il Sistema di Suolo, poco diffuso nella Regione Pedologica, comprende aree costiere terrazzate poste a nord di Roma, che vanno da Santa Marinella (RM) a Tarquinia (VT); le superfici sono state reincise e presentano superfici pianeggianti e versanti da moderatamente a fortemente pendenti. Prevalentemente ad uso agricolo le sommità, mentre sono prevalentemente boscati i versanti delle incisioni. Le quote vanno dal livello del mare fino a circa 300 m s.l.m. Copre il 5,5% della *Soil Region* e lo 0,8% dell'intero territorio regionale. I suoli più diffusi del sistema sono: Suio I (*Calcaric Endogleyic Phaeozems*); Cinb I (*Eutric Epileptic Regosols*); Stet I (*Haplic Vertisols*).

UC	Paesaggio	Cop. ST	Cop. SR
A7a	Terrazzi costieri e versanti su depositi di travertino.	9,75%	0,078%
A7b	Terrazzi costieri su depositi sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi.	35,95%	0,287%
A7c	Terrazzi e versanti costieri e versanti su depositi sabbiosi.	2,92%	0,023%
A7d	Versanti e terrazzi residuali su argille.	37,85%	0,302%
A7e	Versanti su depositi conglomeratici prevalenti.	13,53%	0,108%

### 6.6.8 Sistema di Suolo A8. Versanti e lembi di terrazzi costieri su depositi marini e continentali di chiusura (Lazio meridionale)



Fig. 6. 14 - Sistema A8

Il Sistema di Suolo, di limitata estensione, è posto a Sud della provincia di Latina ed è composto da versanti. Prevale l'utilizzo agricolo (abbondanti gli oliveti), con una significativa presenza di praterie e pascoli e aree naturali e seminaturali. Le quote vanno dal livello del mare a 350 m s.l.m. Il Sistema di Suolo copre lo 0,5% della *Soil Region* e lo 0,08% dell'intero territorio regionale. I suoli più diffusi del sistema sono: Fosd I (*Calcaric Skeletic Cambic Phaeozems*); Fosd 3 (*Calcaric Protic Regosols*).

UC	Paesaggio	Cop. ST	Cop. SR
A8a	Versanti su depositi ghiaioso-sabbiosi prevalenti.	100,00%	0,079%

### 6.6.7 Sistema di Suolo A9. Rilievi montuosi costieri su alternanze pelitico-arenacee e calcareo-marnose (Tolfa – VT; RM)

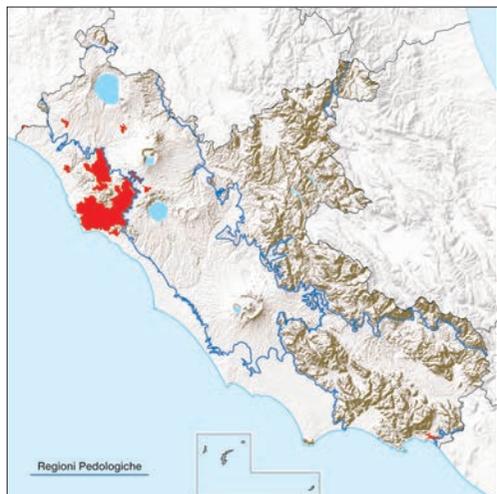


Fig. 6.14 - Sistema A9

Il Sistema di Suolo, diffuso nella Regione Pedologica, si sviluppa nella parte Nord della provincia di Roma e nel Viterbese e rappresenta, in ragione di substrati e fisiografie, un incluso dal punto di vista semantico in questa *Soil Region*. E' composto da versanti che, a seconda dei substrati e delle pendenze, sono dedicati alle attività agricole o hanno copertura di formazioni naturali e seminaturali, boschi a prevalenza di querce caducifoglie e/o latifoglie mesofile e mesotermofile. Le quote vanno dai 20 m. s.l.m. fino ai circa 600 m s.l.m. Copre il 19,4% della *Soil Region* e il 2,816% dell'intero territorio regionale. I suoli più diffusi del sistema sono: Pogg 5 (*Calcaric Cambisols*); Pogg 4 (*Gleyic Leptic Cambisols*); Bust 1 (*Calcaric Skeletic Epileptic Regosols*).

UC	Paesaggio	Cop. ST	Cop. SR
A9a	Versanti su alternanze pelitico-arenacee.	9,40%	0,265%
A9b	Versanti dei rilievi collinari inclusi nelle aree vulcaniche su alternanze pelitico-arenacee con locali depositi piroclastici.	1,91%	0,054%
A9c	Versanti su alternanze calcareo-marnose e secondariamente lembi residui di terrazzi marini su depositi sabbiosi.	1,20%	0,034%
A9d	Versanti dei rilievi su alternanze calcareo-marnose e colluvi di versante.	30,32%	0,854%
A9e	Versanti su alternanze calcareo-marnose prevalenti.	53,02%	1,493%
A9f	Versanti su calcari e secondariamente su alternanze calcareo-marnose.	0,46%	0,013%
A9g	Versanti su calcari marnosi e prodotti piroclastici.	3,70%	0,104%

## 6.7 LA REGIONE PEDOLOGICA B (Soil Region 61.3)

Colline dell'Italia centrale e meridionale su sedimenti pliocenici e pleistocenici. Nel Lazio comprende i depositi prevalentemente argillosi e/o sabbiosi e/o ghiaiosi (talvolta cementati), e i depositi calcarenitici di origine marina che costituiscono l'area collinare.

Si sviluppa per 972 Km<sup>2</sup> ed interessa circa il 5,6 % del territorio della Regione. E' composta da 4 Sistemi di Suolo:

Sistemi di suolo	Copertura della SR (%)	Copertura Regionale (%)
<b>B1.</b> Fondivalle e terrazzi dei corsi d'acqua principali (Tevere).	10,2%	0,58%
<b>B2.</b> Rilievi collinari su depositi prevalentemente argillosi di origine marina.	7,3%	0,41%
<b>B3.</b> Rilievi collinari su depositi prevalentemente sabbiosi e calcarenitici.	50,0%	2,82%
<b>B4.</b> Rilievi collinari su depositi ghiaioso-sabbiosi talvolta cementati.	32,5%	1,83%

E' la sesta Regione Pedologica del Lazio per estensione. Prossima al confine tra Lazio ed Umbria, prosegue all'interno della Regione al confine tra la provincia di Roma e quella di Rieti. Si tratta prevalentemente di versanti di rilievi collinari. I due sistemi più diffusi sono alternanze sabbioso calcarenitiche e ghiaioso sabbiose. Vi sono incluse superfici su travertino e conoidi. Sono comprese in questa Regione Pedologica anche le alluvioni delle porzioni poste a nord di Roma. In generale si tratta di ambiti con suoli generalmente poco evoluti, *Cambisols*, e secondariamente *Calcisols* e *Phaeozems*.

### 6.7.1 Sistema di Suolo B1. Fondivalle e terrazzi dei corsi d'acqua principali (Tevere)



Fig. 6.16 - Sistema B1

Sistema di Suolo, diffuso nella Regione Pedologica, che comprende i fondivalle alluvionali e le superfici terrazzate del Fiume Tevere nella parte che va dalla Riserva naturale di Nazzano fino a Castiglione in Teverina (VT), correndo lungo il confine tra Lazio e Umbria. Prevalentemente ad uso agricolo (seminativi), il Sistema è caratterizzato da superfici prevalentemente da pianeggianti a moderatamente pendenti. Le quote vanno da 20 m s.l.m. fino a circa 150 m s.l.m. Copre il 10,2% della *Soil Region* e lo 0,576% dell'intero territorio regionale. I suoli più diffusi del sistema sono: Manc I (*Endocalcaric Cambic Phaeozems*); Gran I (*Calcaric Cambisols*); Aron I (*Haplic Luvisols*).

UC	Paesaggio	Cop. ST	Cop. SR
<b>B1a</b>	Fondivalle e terrazzi recenti su sedimenti fluvio-alluvionali.	84,98%	0,490%
<b>B1b</b>	Terrazzi antichi su sedimenti fluvio-alluvionali.	15,02%	0,087%

### 6.7.2 Sistema di Suolo B2. Rilievi collinari su depositi prevalentemente argillosi di origine marina



Fig. 6.17 - Sistema B2

Il Sistema di Suolo, poco diffuso nella Regione Pedologica, situato nella parte Nord della provincia di Viterbo, è composto principalmente da versanti con evidenti fenomeni di dissesto e secondariamente fondivalle alluvionali. I primi a pendenza da rilevante a forte, i secondi a pendenza da debole a moderata. Prevale l'utilizzo agricolo (seminativi). Le quote vanno da 200 m s.l.m. fino a circa 700 m s.l.m. Copre il 7,2% della *Soil Region* e lo 0,409% dell'intero territorio regionale. I suoli più diffusi del sistema sono: Cant 1 (*Calcaric Cambisols*); Pero 2 (*Calcaric Stagnic Regosols*); Manc 2 (*Cambic Phaeozems*).

UC	Paesaggio	Cop. ST	Cop. SR
B2a	Fondivalle e terrazzi recenti dei torrenti principali con sedimenti fluvio-alluvionali e colluviali.	23,12%	0,095%
B2b	Parti basse dei versanti su depositi colluviali e argillosi.	4,65%	0,019%
B2c	Versanti su depositi argillosi talvolta dissestati.	57,68%	0,236%
B2d	Versanti frequentemente dissestati su depositi sabbiosi e secondariamente argillosi.	1,95%	0,008%
B2e	Versanti dei depositi prevalentemente ghiaioso-sabbiosi sommitali.	12,60%	0,052%

### 6.7.3 Sistema di Suolo B3. Rilievi collinari su depositi prevalentemente sabbiosi e calcarenitici



Fig. 6.18 - Sistema B3

Il Sistema di Suolo, situato a cavallo tra le provincie di Roma e Rieti, è il più diffuso della Regione Pedologica. Si tratta prevalentemente di versanti con evidenti fenomeni di dissesto, e pendenza da moderata a forte. Prevale l'utilizzo agricolo (seminativi e oliveti). Le quote vanno da 20 m s.l.m. fino a circa 500 m s.l.m. Copre il 50% della *Soil Region* e il 2,817% dell'intero territorio regionale. I suoli più diffusi del sistema sono: Cant 1 (*Calcaric Cambisols*) e Gran 1 (*Calcaric Cambisols*).

UC	Paesaggio	Cop. ST	Cop. SR
B3a	Incisioni torrentizie con depositi fluviali ed aree colluviali.	4,38%	0,123%
B3b	Terrazzi fluviali antichi (del Tevere) e versanti di raccordo rilevati rispetto al fondovalle.	3,90%	0,110%
B3c	Superfici sommitali sui versanti collinari su depositi palustri, fluviali e lacustri.	0,99%	0,028%
B3d	Versanti su argille e limi localmente dissestati.	33,99%	0,958%
B3e	Versanti su sabbie prevalenti localmente dissestati.	52,79%	1,487%
B3f	Versanti su depositi calcarenitici e sabbiosi.	3,96%	0,111%

### 6.7.4 Sistema di Suolo B4. Rilievi collinari su depositi ghiaioso-sabbiosi talvolta cementati



Fig. 6.19 - Sistema B4

Il Sistema di Suolo, situato nella porzione Sud della provincia di Rieti, è il secondo della Regione Pedologica per diffusione, è piuttosto complesso come substrati e fisiografie (terrazzi su travertino, conoidi, versanti ecc.). Prevale l'utilizzo agricolo (seminativi e oliveti), ma diffuse sono anche le superfici boscate (querce caducifoglie e/o latifoglie mesofile e mesotermofile). Le quote vanno da 100 m s.l.m. fino a circa 900 m s.l.m. Copre il 32,4% della *Soil Region* e l'1,829% dell'intero territorio regionale. I suoli più diffusi del sistema sono: Pesc I (*Calcaric Cambisols*); Colt I (*Calcaric Skeletic Epileptic Phaeozems*); Lore I (*Endoskeletal Cambic Calcisols*).

UC	Paesaggio	Cop. ST	Cop. SR
B4a	Incisioni torrentizie con depositi fluviali ed aree di colluvio.	5,09%	0,093%
B4b	Terrazzi e versanti di raccordo su travertino e depositi vulcanici rimaneggiati.	5,60%	0,102%
B4c	Conoidi e versanti rispettivamente su depositi fluvio-alluvionali e su sedimenti ghiaiosi.	3,14%	0,057%
B4d	Versanti prevalentemente su ghiaie e secondariamente su sabbie marine.	8,82%	0,161%
B4e	Versanti ed aree sommitali su ghiaie sabbiose talvolta cementate.	25,72%	0,471%
B4f	Versanti e sommità subarrotondate su ghiaie sabbiose.	13,57%	0,248%
B4g	Versanti su ghiaie sabbiose.	38,06%	0,696%

## 6.8 LA REGIONE PEDOLOGICA C (Soil Region 56.1)

Aree collinari vulcaniche dell'Italia centrale e meridionale.

Si sviluppa per 5.299 Km<sup>2</sup> e interessa circa il 30,7 % del territorio della Regione. E' composta da 11 Sistemi di Suolo:

Sistemi di suolo	Copertura della SR (%)	Copertura Regionale (%)
<b>C1.</b> Pianura fluviale con sedimenti fluvio-alluvionali (Tevere).	2,0%	0,60%
<b>C2.</b> Pianura fluviale in ambiente vulcanico (Garigliano)	0,5%	0,16%
<b>C3.</b> Fondivalle dei corsi d'acqua secondari, fiumi e torrenti (Aniene, Fiora, ecc), con depositi fluvio-alluvionali.	2,1%	0,64%
<b>C4.</b> Superfici terrazzate erose e versanti su travertino e sedimenti vulcanici.	2,0%	0,61%
<b>C5.</b> Versanti delle incisioni fluviali e torrentizie su depositi marini e sedimenti vulcanici soprastanti.	8,0%	2,44%
<b>C6.</b> Area del <i>plateau</i> vulcanico inciso afferente agli apparati delle caldere di Bolsena, Vico e Bracciano.	46,4%	14,27%
<b>C7.</b> Area del <i>plateau</i> vulcanico inciso afferente alle caldere all'apparato dei Colli Albani.	23,4%	7,18%
<b>C8.</b> Caldere vulcaniche di Bolsena, Vico e Bracciano.	9,5%	2,92%
<b>C9.</b> Caldera vulcanica dei Colli Albani.	4,7%	1,45%
<b>C10.</b> Rilievi alto-collinari della Tolfa su prodotti magmatici.	1,3%	0,39%
<b>C11.</b> Rilievi collinari delle isole vulcaniche laziali.	0,2%	0,06%

I suoli che si sviluppano su materiali vulcanici ricoprono un'estesa area dell'Italia centro-meridionale. Si tratta di una Regione Pedologica caratterizzata da paesaggi di grande importanza e bellezza con evoluzione e sviluppo di suoli con pedogenesi particolari. A nord di Roma, nell'area che circonda la caldera di Vico ed i Monti Cimini, ci sono paesaggi rurali caratterizzati dalla quasi continua presenza di corileti. Come già riportato nel capitolo 5, i distretti vulcanici del Lazio più importanti per estensione sono quelli a carattere da potassico ad altamente potassico: Monti Vulsini, Cimini, Sabatini e Colli Albani. Inoltre, la parte meridionale del Lazio è interessata da materiali di apparati situati in Campania. Le ceneri, i lapilli, le scorie e le lave prodotte dall'attività esplosiva dei vulcani laziali si sono distribuiti su un'area vastissima, formando spesse coltri di depositi piroclastici, chiamati comunemente «tufi», che sono state successivamente incise dall'erosione fluviale. Questi prodotti effusivi, assieme ad altre coltri prevulcaniche e postvulcaniche, hanno portato all'attuale tipico paesaggio della campagna romana, cioè: colline caratterizzate da una sommità pianeggiante e da versanti relativamente ripidi (Arnoldus, 2003). Successivamente, il crollo degli edifici produsse grandi caldere, che in alcuni casi ospitano dei Laghi: Bolsena, Vico, Bracciano, Martignano, Albano, Nemi e altri minori. Vanno segnalate anche caldere non lacustri, quali quelle di Baccano e Sacrofano. I suoli e i processi pedogenetici che hanno interessato questi materiali sono stati oggetto di un'intensa e proficua attività di ricerca a cavallo degli anni 80 e 90 del secolo scorso (Bidini et al., 1984; Lulli et al., 1991; Lulli et al., 1990; Lulli et al., 1988; Lulli et al., 1986a; Quantin e Lorenzoni, 1990; 1992; Quantin, 1992). Negli edifici vulcanici, in specifiche combinazioni di materiali parentali, microclima e vegetazione, si sono evoluti suoli definiti come Andisuoli (vedi capitolo 7). Questi edifici ospitano boschi tra cui le cosiddette "faggete depresse", che in virtù di particolari condizioni pedoclimatiche coprono l'area che va dalla cima di Monte Fogliano (963 m s.l.m.) fino alla riva del Lago di Vico (507 m. s.l.m.; Montelucci, 1956). Altri distretti vulcanici a chimismo da acido ad intermedio sono quelli dei duomi lavici acidi dei Monti della Tolfa, Allumiere e Monti Ceriti (Cerveteri RM), che interrompono la continuità dei depositi collinari marini costieri, su cui si sono evoluti suoli e paesaggi molto differenti.

### 6.8.1 Sistema di Suolo C1. Pianura fluviale con sedimenti fluvio-alluvionali (Tevere)



Fig. 6.20 - Sistema C1

Il Sistema di Suolo, poco diffuso nella Regione Pedologica, comprende i fondovalle alluvionali e le superfici terrazzate del Fiume Tevere nella parte che va da Roma (esclusa la parte terminale) fino alla Riserva naturale di Nazzano. Prevalentemente ad uso agricolo (seminativi), è caratterizzato da superfici prevalentemente da pianeggianti a moderatamente pendenti. Le quote vanno dal livello del mare fino a circa 150 m s.l.m. Copre l'1,9% della *Soil Region* e lo 0,599% dell'intero territorio regionale. I suoli più diffusi del sistema sono: Gran I (*Calcaric Cambisols*); Manc I (*Endocalcaric Cambic Phaeozems*).

UC	Paesaggio	Cop. ST	Cop. SR
<b>C1a</b>	Fondovalle fluviale principale (Tevere) con terrazzi alluvionali recenti ed attuali su depositi fluvio-alluvionali.	80,40%	0,482%
<b>C1b</b>	Terrazzi antichi e versanti di raccordo su depositi di travertino e depositi fluviali.	19,60%	0,117%

### 6.8.2 Sistema di Suolo C2. Pianura fluviale in ambiente vulcanico (Garigliano)



Fig. 6.21 - Sistema C1

Il Sistema di Suolo, poco diffuso nella Regione Pedologica, comprende i fondovalle alluvionali e le superfici terrazzate del Fiume Volturno poste al confine tra Lazio e Campania, che hanno rielaborato sedimenti di origine vulcanica. Prevalentemente ad uso agricolo (seminativi e colture arboree), sono caratterizzati da superfici prevalentemente da pianeggianti a debolmente pendenti. Le quote vanno dal livello del mare fino a circa 50 m s.l.m. Copre lo 0,5% della *Soil Region* e lo 0,159% dell'intero territorio regionale. I suoli più diffusi del sistema sono: Suio I (*Calcaric Endogleyic Phaeozems*); Bari I (*Chromic Luvisols*).

UC	Paesaggio	Cop. ST	Cop. SR
<b>C2a</b>	Fondovalle fluviale principale (Volturno) su depositi fluvio-alluvionali recenti ed attuali di rielaborazione di materiali vulcanici.	38,14%	0,061%
<b>C2b</b>	Terrazzi fluviali recenti ed attuali su depositi fluvio-alluvionali di rielaborazione di materiali vulcanici.	61,86%	0,099%

### 6.8.3 Sistema di Suolo C3. Fondivalle dei corsi d'acqua secondari, fiumi e torrenti (Aniene, Fiora, ecc), con depositi fluvio-alluvionali



Fig. 6. 22 - Sistema C3

Il Sistema di Suolo, poco diffuso nella Regione Pedologica, comprende i fondivalle alluvionali e le superfici terrazzate di una serie di corsi d'acqua secondari e le superfici interessate da colluvi. Prevalentemente ad uso agricolo (seminativi), il sistema è caratterizzato da superfici da pianeggianti a moderatamente pendenti, ma anche con pendenza rilevante nei terrazzamenti più antichi. Vi sono comprese le aree dei depositi di travertino. Le quote vanno dai 20 m s.l.m. fino a circa 450 m s.l.m. Copre il 2% della Soil Region e lo 0,639% dell'intero territorio regionale. I suoli più diffusi del sistema sono: Gran I (*Calcaric Cambisols*); Pant 2 (*Luvic Endoleptic Phaeozems*); Aron I (*Haplic Luvisols*).

UC	Paesaggio	Cop. ST	Cop. SR
C3a	Fondivalle torrentizi su sedimenti prevalentemente fluvio-alluvionali e secondariamente colluviali provenienti dai versanti.	62,33%	0,398%
C3b	Terrazzi antichi incisi su depositi fluvio-alluvionali e secondariamente vulcanici rimaneggiati.	11,16%	0,071%
C3c	Terrazzi recenti (Aniene) su travertini e depositi fluvio-alluvionali	15,52%	0,099%
C3d	Superfici di piede di versante con sedimenti colluviali.	10,99%	0,070%

### 6.8.4 Sistema di Suolo C4. Superfici terrazzate erose e versanti su travertino e sedimenti vulcanici



Fig. 6. 23 - Sistema C4

Il Sistema di Suolo, poco diffuso nella Regione Pedologica, comprende superfici terrazzate su depositi di travertino e si sviluppa prevalentemente nell'alto Lazio nei pressi di: Vulci, Castro ecc. (vicino al confine con la Toscana) e nei pressi di Viterbo. Se il sottosistema C4a è prevalentemente agricolo (seminativi), il sottosistema C4b è coperto per quasi il 40% da superfici naturali e seminaturali. Le quote vanno dai 50 m s.l.m. fino a circa 350 m s.l.m. Copre l'1,9% della Soil Region e lo 0,611% dell'intero territorio regionale. I suoli più diffusi del sistema sono: Pant 2 (*Luvic Endoleptic Phaeozems*).

UC	Paesaggio	Cop. ST	Cop. SR
C4a	Terrazzi antichi su travertino e depositi vulcanici rimaneggiati.	55,09%	0,337%
C4b	Superfici terrazzate erose e versanti su travertino e depositi vulcanici prevalentemente tufacei.	44,91%	0,274%

### 6.8.5 Sistema di Suolo C5. Versanti delle incisioni fluviali e torrentizie su depositi marini e sedimenti vulcanici soprastanti

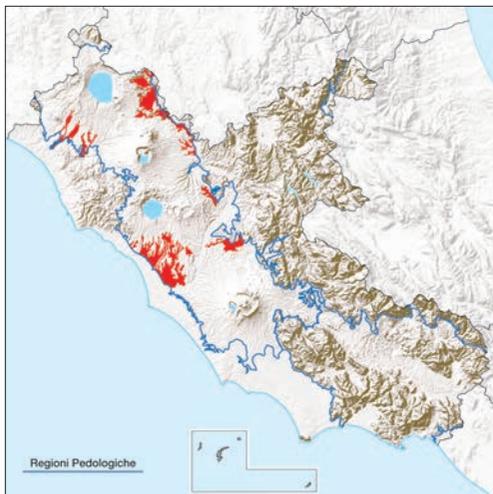


Fig. 6.24 - Sistema C5

Il Sistema di Suolo, diffuso nella Regione Pedologica, è composto da versanti che si sviluppano nei pressi della città di Roma, al confine tra Lazio ed Umbria e lungo le incisioni dell'Arrone, del Fiora e del Marta. Dal punto di vista geologico si tratta di sedimenti prevulcanici che affiorano a seguito dell'erosione dei sedimenti che li hanno ricoperti, ma che per ragioni geometriche e di discontinuità non possono essere distinti dagli ambienti vulcanici in cui sono diffusi. Prevalentemente ad uso agricolo (seminativi) e secondariamente con boschi (querce caducifoglie). Le quote vanno dai 50 m s.l.m. fino a circa 550 m s.l.m. Copre il 7,9% della Soil Region e il 2,444% dell'intero territorio regionale. I suoli più diffusi del sistema sono: Vala 1 (*Haplic Calcisols*); Cant 1 (*Calcaric Cambisols*); Manc 2 (*Cambic Phaeozems*).

UC	Paesaggio	Cop. ST	Cop. SR
C5a	Aree di versante coperte da falde di detrito e depositi di frana.	1,32%	0,032%
C5b	Versanti su depositi vulcanici prevalentemente tufacei ricoperti localmente da terrazzi marini con sedimenti sabbiosi.	0,75%	0,018%
C5c	Versanti su depositi argilloso limosi marini con fasce di colluvio basali.	58,66%	1,434%
C5d	Versanti su sedimenti sabbiosi marini e ricoperti da depositi vulcanici localmente affioranti.	9,70%	0,237%
C5e	Versanti delle incisioni su sedimenti ghiaioso-sabbiosi ricoperti da depositi colluviali alla base.	10,37%	0,253%
C5f	Versanti su depositi argilloso limosi e lembi sommitali di plateau vulcanico su depositi piroclastici (tufo).	11,49%	0,281%
C5g	Versanti su depositi prevalentemente sabbiosi e lembi sommitali di plateau vulcanico su depositi piroclastici (tufo).	7,71%	0,188%

### 6.8.6 Sistema di Suolo C6. Area del plateau vulcanico inciso afferente agli apparati delle caldere di Bolsena, Vico e Bracciano

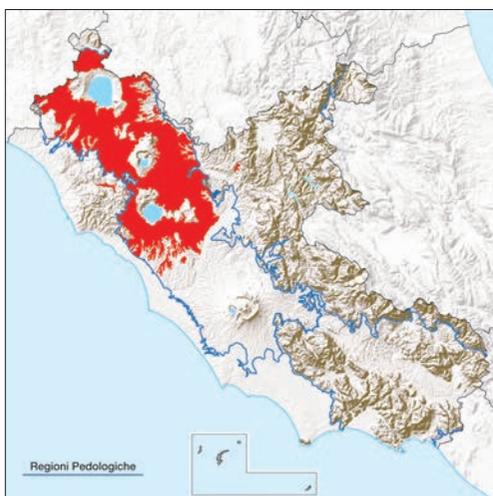


Fig. 6.25 - Sistema C6

E' il Sistema di Suolo più esteso della regione, si sviluppa a Nord di Roma. E' composto da superfici sub pianeggianti, leggermente ondulate, e dalle incisioni fluviali che le hanno erose. I pianori, spesso di forma allungata, sono prevalentemente destinati all'agricoltura (seminativi), mentre i versanti delle incisioni sono spesso boscati. I ripiani tufacei e le forre sono i due principali elementi che caratterizzano questi paesaggi. Le quote vanno dai 10 m. s.l.m. fino a circa 700 m s.l.m. Copre il 46,4% della Soil Region e il 14,265% dell'intero territorio regionale. I suoli più diffusi del sistema sono: Fala 3 (*Cambic Endoleptic Phaeozems*); Lega 1 (*Dystric Endoleptic Regosols*).

UC	Paesaggio	Cop. ST	Cop. SR
C6a	Versanti delle incisioni torrentizie su prodotti piroclastici con alla base aree di accumulo di depositi alluvio-colluviali.	14,94%	2,131%
C6b	Versanti e pareti su lave e prodotti piroclastici litoidi (tufi).	0,16%	0,022%
C6c	Versanti e lembi di plateau sommitale su prodotti piroclastici prevalentemente consolidati.	43,59%	6,219%
C6d	Versanti e lembi di plateau sommitale su lave e prodotti piroclastici prevalentemente non consolidati.	4,92%	0,701%
C6e	Plateau vulcanico su prodotti piroclastici prevalentemente consolidati (tufi) e secondariamente non consolidati.	36,40%	5,193%

### 6.8.7 Sistema di Suolo C7. Area del *plateau* vulcanico inciso afferente alle caldere all'apparato dei Colli Albani

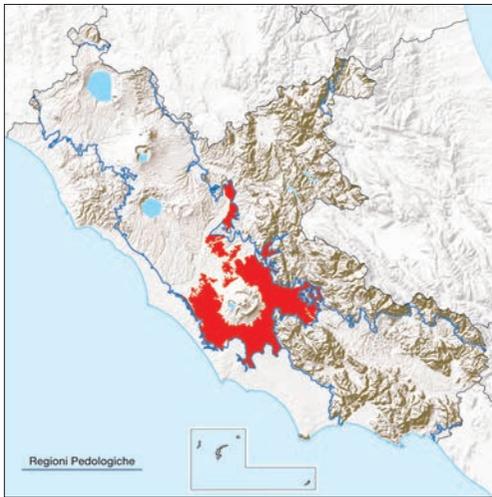


Fig. 6. 26 - Sistema C7

È uno dei Sistemi di Suolo più estesi della regione, si sviluppa a Sud di Roma. Comprende la cosiddetta "campagna romana". I pianori, spesso di forma allungata, sono prevalentemente destinati all'agricoltura (seminativi), mentre i versanti delle incisioni sono spesso boscati. I ripiani tufacei e le "spallette" sono i due principali elementi che caratterizzano questi paesaggi. Le quote vanno dai 10 m s.l.m. fino a circa 650 m s.l.m. Copre il 23,3% della *Soil Region* e il 7,179% dell'intero territorio regionale. I suoli più diffusi del sistema sono: Camp 2 (*Haplic Phaeozems*); Para 1 (*Luvic Phaeozems*); Manc 1 (*Endocalcaric Cambic Phaeozems*).

UC	Paesaggio	Cop. ST	Cop. SR
C7a	Aree vulcaniche depresse e caldere con sedimenti fluvio-palustri e fluvio-lacustri.	0,57%	0,041%
C7b	Terrazzi antichi sui versanti collinari del <i>plateau</i> vulcanico con sedimenti fluvio-lacustri e prodotti piroclastici prevalentemente consolidati (tufi).	1,95%	0,140%
C7c	Versanti delle incisioni torrentizie su prodotti piroclastici prevalenti e secondariamente depositi vulcanici rimaneggiati.	12,43%	0,892%
C7d	Versanti e superfici di <i>plateau</i> eroso su prodotti piroclastici prevalentemente consolidati (tufi).	47,00%	3,374%
C7e	<i>Plateau</i> vulcanico e versanti delle incisioni su prodotti piroclastici prevalentemente consolidati (tufi) e secondariamente rimaneggiati.	5,31%	0,381%
C7f	<i>Plateau</i> vulcanico e versanti delle incisioni su prodotti piroclastici prevalentemente consolidati (tufi).	32,14%	2,307%
C7g	Versanti su lave e prodotti piroclastici prevalentemente consolidati (tufi).	0,61%	0,044%

### 6.8.8 Sistema di Suolo C8. Caldere vulcaniche di Bolsena, Vico e Bracciano

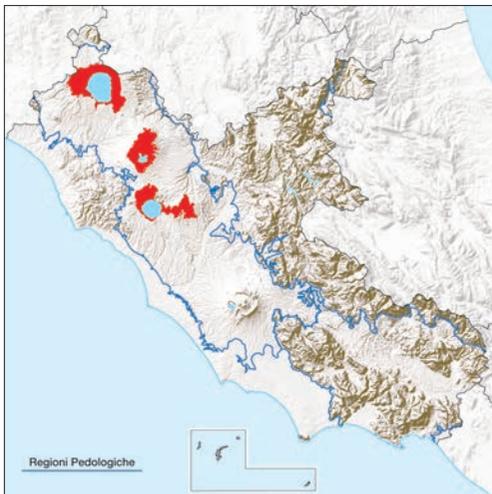


Fig. 6. 27 - Sistema C8

Il Sistema di Suolo, diffuso nella Regione Pedologica, è costituito dai residui dei principali apparati vulcanici posti a nord di Roma. Comprende i versanti esterni e interni degli apparati, le superfici di raccordo con il *plateau* vulcanico e le aree di fondo caldera. Compongono paesaggi rurali assolutamente peculiari e di valore con versanti boscati (castagneti da frutto e cedui, faggete, cerrete, boschi di roverella), superfici agricole (seminativi, oliveti e corileti). In questi ambienti si sviluppano pedogenesi di grande importanza ecologica. La quota più elevata è di 1.053 m s.l.m. del Monte Cimino. Copre il 9,5% della *Soil Region* e il 2,921% dell'intero territorio regionale. I suoli più diffusi del sistema sono: Spor 1 (*Dystric Umbric Silandic Andosols*); Para 1 (*Luvic Phaeozems*); Valp 2 (*Epileptic Luvisols*); Para 3 (*Cambic Phaeozems*).

UC	Paesaggio	Cop. ST	Cop. SR
C8a	Aree di fondo caldera su depositi fluvio-lacustri e palustri e vulcanici rimaneggiati.	12,21%	0,357%
C8b	Versanti su prodotti piroclastici consolidati (tufi) e secondariamente lave.	29,46%	0,861%
C8c	Versanti su prodotti piroclastici coerenti (tufi).	28,39%	0,829%
C8d	Versanti su lave e secondariamente prodotti piroclastici consolidati (tufi),	2,19%	0,064%
C8e	Versanti interni delle caldere prevalentemente su prodotti piroclastici consolidati (tufi) e secondariamente su lave.	9,97%	0,291%
C8f	Versanti su prodotti piroclastici.	4,29%	0,125%
C8g	Versanti delle caldere o dei coni vulcanici su depositi piroclastici e secondariamente su lave.	13,50%	0,394%

### 6.8.9 Sistema di Suolo C9. Caldera vulcanica dei Colli Albani



Fig. 6.28 - Sistema C9

Il Sistema di Suolo è costituito dall'apparato vulcanico dei Colli Albani. Comprende i versanti esterni e interni degli apparati, le superfici di raccordo con il *plateau* vulcanico e le aree di fondo caldera. Compongono paesaggi rurali assolutamente peculiari e di valore con versanti boscati (castagneti da frutto e cedui, faggete, cerrete, boschi di roverella). Lungo i versanti esposti a ovest e sud ha sede una viticoltura di qualità (vini dei Castelli Romani). La quota più elevata è di 950 m s.l.m. del Maschio delle Faete. Copre il 4,7% della *Soil Region* e l'1,448% dell'intero territorio regionale. I suoli più diffusi del sistema sono: Spor 3 (*Eutric Mollic Silandic Andosols*); Spor 2 (*Mollic Endosilandic Andosols*); Camp 3 (*Haplic Phaeozems*); Para 1 (*Luvic Phaeozems*).

UC	Paesaggio	Cop. ST	Cop. SR
C9a	Aree depresse della caldera con sedimenti fluviali ed eluvio-colluviali.	6,66%	0,096%
C9b	Aree di fondo delle caldere con sedimenti fluvio-palustri.	2,40%	0,035%
C9c	Versanti su depositi piroclastici incoerenti e secondariamente coerenti (tufi).	35,93%	0,520%
C9d	Versanti su depositi piroclastici coerenti (tufi) ed incoerenti.	15,39%	0,223%
C9e	Versanti su depositi piroclastici incoerenti.	11,54%	0,167%
C9f	Versanti su depositi piroclastici incoerenti e secondariamente su lave.	24,66%	0,357%
C9g	Versanti interni delle caldere depositi piroclastici coerenti (tufi) ed incoerenti.	3,42%	0,050%

### 6.8.10 Sistema di Suolo C10. Rilievi alto-collinari della Tolfa su prodotti magmatici



Fig. 6.29 - Sistema C10

Il Sistema di Suolo, poco diffuso nella Regione Pedologica, è posto nella parte nord-ovest della provincia di Roma. I substrati vulcanici hanno composizione chimica e modalità di deposizione differenti da quelli dei Sistemi precedenti (C1-C9). I suoli sono prevalentemente boscati con latifoglie mesofile e mesotermofile e boschi a prevalenza di leccio e/o sughera e secondariamente a destinazione agricola. E' composto da superfici a pendenza da rilevante a molto forte e le quote vanno dal livello del mare fino a circa 650 m s.l.m. Copre l'1,2% della *Soil Region* e lo 0,387% dell'intero territorio regionale. I suoli più diffusi del sistema sono: Basi 1 (*Eutric Cambisols*); Cinb 1 (*Eutric Epileptic Regosols*).

UC	Paesaggio	Cop. ST	Cop. SR
C10a	Versanti su lave.	100,00%	0,388%

### 6.8.11 Sistema di Suolo CII. Rilievi collinari delle isole vulcaniche laziali



Fig. 6.30 - Sistema CII

Il Sistema di Suolo comprende le Isole Ponziane (Zannone, Palmarola, Ponza, Gavi, Ventotene e Santo Stefano). I suoli sono prevalentemente coperti da macchia mediterranea, secondarie le aree agricole (prevalentemente aree agricole complesse). La pendenza varia da rilevante a molto forte. Le quote vanno dal livello del mare fino a circa 250 m s.l.m. Copre lo 0,1% della *Soil Region* e lo 0,06% dell'intero territorio regionale. I suoli più diffusi del sistema sono: Lega I (*Dystric Endoleptic Regosols*); Forn 4 (*Cambic Luvic Phaeozems*); Pero I (*Calcaric Regosols*).

UC	Paesaggio	Cop. ST	Cop. SR
<b>CIIa</b>	Versanti su prodotti piroclastici coerenti (tufi).	33,20%	0,020%
<b>CIIb</b>	Versanti su lave e prodotti piroclastici coerenti (tufi).	66,80%	0,040%

## 6.9 LA REGIONE PEDOLOGICA D (Soil Region 60.4)

Dorsali antiappenniniche poste al confine Tosco Laziale.

Si sviluppa per 17 Km<sup>2</sup> e interessa circa lo 0,1 % del territorio della Regione. E' composta da 2 Sistemi di Suolo:

Sistemi di suolo	Copertura della SR (%)	Copertura Regionale (%)
D1. Rilievi collinari su alternanze calcareo-marnose.	16,8%	0,02%
D2. Rilievi collinari su rocce metamorfiche.	83,1%	0,08%

Si tratta di una Regione Pedologica posta al confine tra Lazio e Toscana (VT-GR), che interessa il Lazio in minima parte, dove è composta solo da tre poligoni. È caratterizzata da versanti su rilievi calcareo marnosi e rilievi su rocce metamorfiche.

### 6.9.1 Sistema di Suolo D1. Rilievi collinari su alternanze calcareo-marnose



Fig. 6.31 - Sistema D1

Il Sistema di Suolo, caratterizzato da rilievi collinari su alternanze calcareo-marnose, è posto al confine tra Lazio e Toscana (VT-GR). I suoli sono prevalentemente boscati (boschi a prevalenza di querce caducifoglie e/o latifoglie mesofile e mesotermofile) e secondariamente destinate ad agricoltura. Le pendenze vanno da moderate a forti. Le quote vanno da 100 m s.l.m. a circa 200 m s.l.m. Copre il 16,8% della Soil Region e lo 0,016% dell'intero territorio regionale. I suoli più diffusi del sistema sono: Mado I (*Eutric Cambisols*); Aron I (*Haplic Luvisols*); Ment I (*Cambic Phaeozems*).

UC	Paesaggio	Cop. ST	Cop. SR
D1a	Versanti su alternanze calcareo-marnose.	100,00%	0,016%

## 6.9.2 Sistema di Suolo D2. Rilievi collinari su rocce metamorfiche



Fig. 6. 32 - Sistema D2

Il Sistema di Suolo, caratterizzato dalla presenza di un substrato pedologico di filladi (rocce metamorfiche), è posto al confine tra Lazio e Toscana (VT-GR). I suoli sono prevalentemente boscati (boschi a prevalenza di querce caducifoglie e/o latifoglie mesofile e mesotermofile). Le pendenze vanno da forti a molto forti. Le quote vanno da 100 m s.l.m. fino a circa 500 m s.l.m. Copre l'83,1% della *Soil Region* e lo 0,079% dell'intero territorio regionale. I suoli più diffusi del sistema sono: Tego I (*Endoskeletal Dystric Cambisols*).

UC	Paesaggio	Cop. ST	Cop. SR
D2a	Versanti su filladi.	100,00%	0,080%

## 6.10 LA REGIONE PEDOLOGICA E (Soil Region 61.1)

Rilievi appenninici e antiappenninici dell'Italia centrale e meridionale con substrati sedimentari. Nel Lazio comprende i rilievi pelitico-arenacei dei Monti della Laga.

Si sviluppa per 262 Km<sup>2</sup> ed interessa circa l'1,5% del territorio della Regione. E' composta da 4 Sistemi di Suolo:

Sistemi di suolo	Copertura della SR (%)	Copertura Regionale (%)
<b>E1.</b> Fondivalle e terrazzi.	11,5%	0,17%
<b>E2.</b> Rilievi basso-montani pelitico-arenacei, posti prevalentemente a quote inferiori a 1.200 m s.l.m.	64,6%	0,98%
<b>E3.</b> Versanti dei rilievi arenaceo-pelitici montani e alto-montani posti prevalentemente tra 1.000 e 1.800 m s.l.m.	13,2%	0,20%
<b>E4.</b> Rilievi arenaceo-pelitici, montani e alto-montani posti oltre i 1.800 m di quota	10,8%	0,16%

I Monti della Laga sono il quinto gruppo montuoso per altezza dell'Appennino continentale, e sono composti da alternanze pelitico arenacee con prevalenza della componente pelitica nella parte bassa della formazione e aumento progressivo della componente arenacea nella parte alta. Il versante Laziale è caratterizzato da versanti scoscesi. In generale, si tratta di ambiti con suoli generalmente poco evoluti, *Cambisols*, e *Regosols*.

### 6.10.1 Sistema di Suolo E1. Fondivalle e terrazzi



Fig. 6.33 - Sistema E1

Il Sistema di Suolo, diffuso nella Regione Pedologica, comprende fondivalle, superfici terrazzate e le parti basse dei versanti con depositi fluvio-alluvionali e eluvio-colluviali. I suoli sono prevalentemente ad uso agricolo (seminativi); le superfici sono a pendenza da debole a forte, prevalentemente ad uso agricolo. Le quote vanno da 650 m s.l.m. a circa 1.350 m s.l.m. Copre l'11,4% della Soil Region e lo 0,174% dell'intero territorio regionale. I suoli più diffusi del sistema sono: Sant 1 (*Eutric Skeletic Epileptic Regosols*); Bore 2 (*Luvic Umbrisols*); Pago 1 (*Calcaric Skeletic Epileptic Cambisols*).

UC	Paesaggio	Cop. ST	Cop. SR
<b>E1a</b>	Fondivalle e parti basse dei versanti con depositi fluvio-alluvionali ed eluvio-colluviali.	35,79%	0,063%
<b>E1b</b>	Terrazzi fluviali antichi con sedimenti fluvio-alluvionali e versanti pelitico-arenacei di raccordo.	46,51%	0,081%
<b>E1c</b>	Aree di colluvio e versanti su depositi terrigeni pelitico-arenacei.	17,70%	0,031%

### 6.10.2 Sistema di Suolo E2. Rilievi basso-montani pelitico-arenacei, posti prevalentemente a quote inferiori a 1.200 m s.l.m.



Fig. 6. 34 - Sistema E2

Il Sistema di Suolo, il più diffuso della *Soil Region*, è composto da versanti su substrato torbiditico prevalentemente arenaceo-argilloso. I suoli sono prevalentemente boscati (boschi a prevalenza di querce caducifoglie, castagneti e/o latifoglie mesofile e mesotermofile). Le superfici sono a pendenza da moderata a molto forte, prevalentemente boscate. Le quote vanno da 700 m s.l.m. a circa 1.200 m s.l.m. Copre il 64,5% della *Soil Region* e lo 0,981% dell'intero territorio regionale. I suoli più diffusi del sistema sono: Mali 1 (*Dystric Cambisols*); Marc 2 (*Calcaric Skeletic Epileptic Cambisols*); Sant 1 (*Eutric Skeletic Epileptic Regosols*).

UC	Paesaggio	Cop. ST	Cop. SR
E2a	Versanti delle incisioni torrentizie e fondivalle su substrato torbiditico, prevalentemente arenaceo-argilloso e fluviale.	4,73%	0,046%
E2b	Versanti su substrato torbiditico prevalentemente argilloso e siltoso.	11,64%	0,114%
E2c	Versanti su substrato torbiditico prevalentemente arenaceo-argilloso.	78,30%	0,769%
E2d	Versanti su substrato torbiditico prevalentemente arenaceo.	5,33%	0,052%

### 6.10.3 Sistema di Suolo E3. Versanti dei rilievi arenaceo-pelitici montani e alto-montani posti prevalentemente tra i 1.000 ed i 1800 m s.l.m.



Fig. 6. 35 - Sistema E3

Il Sistema di Suolo, diffuso nella Regione Pedologica, è composto da versanti su substrato torbiditico prevalentemente arenaceo. I suoli sono prevalentemente boscati (boschi a prevalenza di faggio e secondariamente boschi di querce caducifoglie). Le superfici sono a pendenza da rilevante a scoscesa. Le quote vanno da 1000 m s.l.m. a circa 1.800 m s.l.m. Copre il 13,1% della *Soil Region* e lo 0,2% dell'intero territorio regionale. I suoli più diffusi del sistema sono: Marc 1 (*Eutric Endoleptic Cambisols*); Vito 1 (*Calcaric Skeletic Epileptic Regosols*).

UC	Paesaggio	Cop. ST	Cop. SR
E3a	Versanti su substrato torbiditico prevalentemente arenaceo.	44,23%	0,088%
E3b	Versanti su substrato torbiditico prevalentemente arenaceo e secondariamente marnoso.	55,77%	0,112%

#### 6.10.4 Sistema di Suolo E4. Rilievi arenaceo-pelitici, montani e alto-montani posti oltre i 1.800 m di quota



Fig. 6.36 - Sistema E4

Il Sistema di Suolo, diffuso nella Regione Pedologica, è composto da un unico poligono al confine tra Lazio e Abruzzo, e comprende le parti sommitali dei Monti della Laga (RI). Si tratta di versanti su substrato torbiditico prevalentemente arenaceo. Le superfici sono prevalentemente coperte da aree a pascolo naturale e praterie, con aeree parzialmente denudate e boschi di faggio. Le pendenze vanno da forti a scoscese. Le quote vanno da 1400 m s.l.m. a 2.458 m s.l.m. di Monte Gorzano. Copre il 10,7% della *Soil Region* e lo 0,163% dell'intero territorio regionale. I suoli più diffusi del sistema sono: CEP I (*Dystric Cambisols*); Marc I (*Eutric Endoleptic Cambisols*).

UC	Paesaggio	Cop. ST	Cop. SR
E4a	Versanti su substrato torbiditico prevalentemente arenaceo.	100,00%	0,164%

## 6.1.1 LA REGIONE PEDOLOGICA F (Soil Region 78.2)

Appennino settentrionale e centrale. Nel Lazio comprende i rilievi calcareo-marnosi al confine Umbro Laziale. Si sviluppa per 45 Km<sup>2</sup> ed interessa circa lo 0,3% del territorio della Regione. E' composta da un solo Sistema di Suolo:

Sistemi di suolo	Copertura della SR (%)	Copertura Regionale (%)
FI. Rilievi su substrati con alternanze calcareo marnose.	100,0%	0,26%

Si tratta di una Regione Pedologica posta al confine tra Lazio e Umbria, che interessa il Lazio in minima parte, dove è composta solo da un'unica area. È caratterizzata da versanti su rilievi calcareo-marnosi, con suoli poco evoluti (*Cambisols*).

### 6.1.1.1 Sistema di Suolo FI. Rilievi su substrati con alternanze calcareo marnose



Fig. 6. 37 - Sistema FI

Il Sistema di Suolo è collocato in una Regione Pedologica di ridotte dimensioni posto al confine tra Lazio e Umbria (VT-TR), composto da versanti su alternanze argilloso-marnoso-calcaree. Le superfici sono prevalentemente boscate (boschi a prevalenza di querce caducifoglie e/o latifoglie mesofile e mesotermofile, e rimboschimenti di conifere). Le pendenze sono da moderate a forti. Le quote vanno da 200 m s.l.m. fino a circa 750 m s.l.m. Copre il 100% della *Soil Region* e lo 0,258% dell'intero territorio regionale. I suoli più diffusi del sistema sono: Mado I (*Eutric Cambisols*).

UC	Paesaggio	Cop. ST	Cop. SR
FIa	Versanti su alternanze argilloso-marnoso-calcaree.	100,00%	0,258%

## 6.12 LA REGIONE PEDOLOGICA G (Soil Region 59.7)

Aree collinari e montane con formazioni calcaree e coperture vulcaniche con pianure incluse dell'Italia centro meridionale. Nel Lazio comprende i Monti Lepini, Ausoni, Aurunci, Ernici e i rilievi delle Mainerde.

Si sviluppa per 3.393 Km<sup>2</sup> ed interessa circa il 19,7% del territorio della Regione. E' composta da 9 Sistemi di Suolo:

Sistemi di suolo	Copertura della SR (%)	Copertura Regionale (%)
<b>G1.</b> Fondivalle, terrazzi fluviali antichi e conoidi (Fiume Sacco).	21,0%	4,13%
<b>G2.</b> Rilievi collinari sabbioso-conglomeratici.	1,0%	0,20%
<b>G3.</b> Rilievi collinari conglomeratici.	2,8%	0,54%
<b>G4.</b> Rilievi collinari pelitico-arenacei.	12,4%	2,43%
<b>G5.</b> Rilievi su alternanze argilloso-marnoso-calcaree.	1,4%	0,28%
<b>G6.</b> Rilievi collinari su depositi vulcanici.	4,1%	0,81%
<b>G7.</b> Rilievi montuosi calcarei costieri posti prevalentemente a quote inferiori a 1.000 m s.l.m.	10,5%	2,06%
<b>G8.</b> Rilievi montuosi calcarei e dolomitici posti a quote inferiori a 1.000-1.200 m s.l.m. (Monti Aurunci, Ausoni e Lepini).	42,2%	8,30%
<b>G9.</b> Aree sommitali dei rilievi montuosi calcarei poste tra 800 e 1800 m s.l.m. (Monti Aurunci, Ausoni e Lepini).	4,6%	0,91%

È la terza Regione Pedologica del Lazio per estensione, e interessa i rilievi calcarei posti nella porzione sud est della regione, nelle provincie di Frosinone e Latina. Oltre ai rilievi già citati vanno segnalati il massiccio del Monte Cairo, il Monte Circeo e per una porzione i Monti della Meta. I suoli più diffusi sono *Phaeozems*, *Luvissols* e *Cambisols*, con importanti contenuti in frammenti grossolani. Prevalgono gli ambienti naturali e seminaturali, boschi di querce caducifoglie, altre latifoglie termofile e mesotermofile e le faggete alle quote più elevate. Diffuse sono le praterie pascolate con evidenti dinamismi legati all'abbandono e conseguente perdita degli spazi aperti. Diffuse e di grande valore sono le superfici terrazzate con oliveti. Si differenziano dai rilievi calcarei della Regione Pedologica H (Soil Region 16.4), oltre che per alcune caratteristiche dei substrati, soprattutto per una maggiore "mediterraneità" del clima, soprattutto nelle porzioni esposte verso il mare, dove si sviluppa la macchia mediterranea. In questa Regione Pedologica sono anche compresi i depositi alluvionali del Fiume Sacco, dove prevalgono i *Cambisols*, e i rilievi legati ad alternanze pelitico arenacee (*Regosols* e *Cambisols*).

### 6.12.1 Sistema di Suolo G1. Fondivalle, terrazzi fluviali antichi e conoidi (Fiume Sacco)

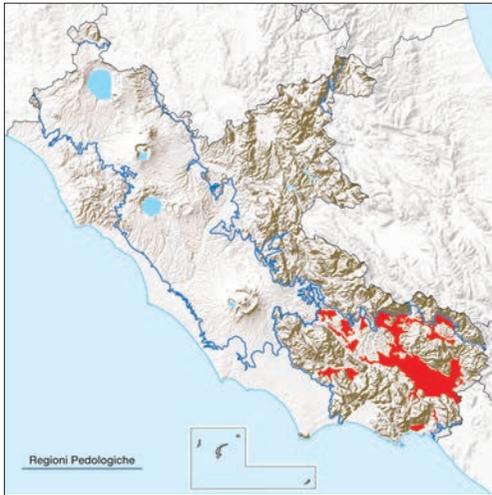


Fig. 6. 38 - Sistema G1

Il Sistema di Suolo, diffuso nella Regione Pedologica, comprende fondivalle, terrazzi fluviali e lacustri, aree colluviali e conoidi. Di particolare importanza è la valle del fiume Sacco. Le superfici sono a pendenza da debole a forte, prevalentemente ad uso agricolo (seminativi e secondariamente oliveti e altre coltivazioni arboree). Le quote vanno da 10 m s.l.m. a circa 1.200 m s.l.m. Copre il 21% della *Soil Region* e il 4,132% dell'intero territorio regionale. I suoli più diffusi del sistema sono: Medi 2 (*Eutric Endostagnic Cambisols*); Medi 1 (*Eutric Cambisols*); Medi 4 (*Calcaric Skeletic Cambisols*).

UC	Paesaggio	Cop. ST	Cop. SR
G1a	Fondivalle principali con terrazzi fluviali recenti ed attuali su sedimenti fluvio-alluvionali.	15,16%	0,626%
G1b	Fondivalle dei fiumi secondari e dei torrenti, su sedimenti fluviali e colluviali.	19,95%	0,824%
G1c	Terrazzi fluviali antichi e versanti di raccordo su sedimenti alluvionali.	23,17%	0,958%
G1d	Terrazzi fluviali antichi e versanti di raccordo su travertino.	15,40%	0,637%
G1e	Terrazzi antichi su sedimenti lacustri e fluviali.	11,81%	0,488%
G1f	Conoidi, falde di detrito e colluvi.	14,52%	0,600%

### 6.12.2 Sistema di Suolo G2. Rilievi collinari sabbioso-conglomeratici



Fig. 6. 39 - Sistema G2

Il Sistema di Suolo, poco diffuso nella Regione Pedologica, è composto da versanti su sedimenti sabbioso-conglomeratici marini, oltre a conoidi e falde di detrito. Le superfici sono a pendenza da debole a forte, prevalentemente ad uso agricolo (seminativi e secondariamente oliveti ed altre coltivazioni arboree), con significativa presenza di boschi prevalentemente di querce caducifoglie. Le quote vanno da 10 m s.l.m. a circa 450 m s.l.m. Copre l'1% della *Soil Region* e lo 0,2% dell'intero territorio regionale. I suoli più diffusi del sistema sono: Bosc 1 (*Eutric Brunic Arenosols*); Vila 1 (*Skeletic Abrupt Luvisols*).

UC	Paesaggio	Cop. ST	Cop. SR
G2a	Versanti su sedimenti sabbioso-conglomeratici marini.	33,56%	0,067%
G2b	Conoidi e falde di detrito e versanti da queste ricoperti su depositi fluvio-alluvionali e sabbioso-conglomeratici marini.	66,44%	0,133%

### 6.12.3 Sistema di Suolo G3. Rilievi collinari conglomeratici



Fig. 6.40 - Sistema G3

Il Sistema di Suolo, poco diffuso nella Regione Pedologica, è composto da versanti su conglomerati, posti tra Arpino e le gole del Fiume Melfa (FR). Le superfici sono a pendenza da moderata a molto forte, con superfici prevalentemente agricole nelle aree meno acclivi (aree agricole eterogenee e oliveti) ed aree con boschi di querce caducifoglie in quelle a pendenza da rilevante a molto forte. Le quote vanno da 200 m s.l.m. a circa 800 m s.l.m. Copre il 2,7% della *Soil Region* e lo 0,544% dell'intero territorio regionale. I suoli più diffusi del sistema sono: Pore 1 (*Endocalcic Endoleptic Luvisols*); Pore 2 (*Haplic Luvisols*).

UC	Paesaggio	Cop. ST	Cop. SR
G3a	Versanti su conglomerati ed aree di colluvio su sedimenti fluvio-colluviali.	63,54%	0,346%
G3b	Versanti su conglomerati.	36,46%	0,199%

### 6.12.4 Sistema di Suolo G4. Rilievi collinari pelitico-arenacei

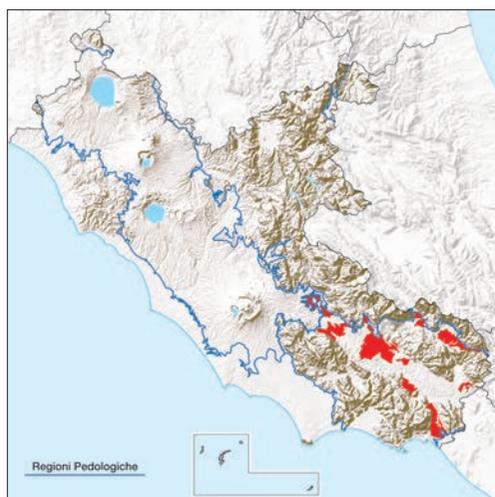


Fig. 6.41 : Sistema G4

Il Sistema di Suolo, diffuso nella Regione Pedologica, è composto da rilievi collinari pelitico-arenacei prevalentemente arenacei. Le superfici sono a pendenza da moderata a forte, prevalentemente ad uso agricolo (aree agricole eterogenee, seminativi e oliveti) e secondariamente boschi di querce caducifoglie nelle aree più acclivi. Le quote vanno da 10 m s.l.m. a circa 1.100 m s.l.m. copre il 12,3% della *Soil Region* e il 2,429% dell'intero territorio regionale. I suoli più diffusi del sistema sono: Cost I (*Eutric Regosols*); Mali I (*Dystric Cambisols*); Cori I (*Calcaric Regosols*).

UC	Paesaggio	Cop. ST	Cop. SR
G4a	Versanti su torbiditi prevalentemente pelitico-arenacee.	12,95%	0,315%
G4b	Versanti su torbiditi prevalentemente arenaceo-argillose.	60,20%	1,463%
G4c	Versanti su torbiditi prevalentemente arenacee.	26,85%	0,652%

### 6.12.5 Sistema di Suolo G5. Rilievi su alternanze argilloso-marnoso-calcaree



Fig. 6.42 - Sistema G5

Il Sistema di Suolo, poco diffuso nella Regione Pedologica e costituito da un unico Sottosistema di Suolo, è composto da versanti su alternanze calcareo-marnose. Prevalentemente ad uso agricolo (aree agricole eterogenee e seminativi), con pendenze che vanno da moderate a forti. Le quote vanno da 30 m s.l.m. a circa 400 m s.l.m. Copre l'1,4% della *Soil Region* e lo 0,278% dell'intero territorio regionale. I suoli più diffusi del sistema sono: Gano 2 (*Haplic Calcisols*); Ster 1 (*Eutric Cambisols*); Cori 1 (*Calcaric Regosols*).

UC	Paesaggio	Cop. ST	Cop. SR
G5a	Versanti su alternanze calcareo-marnose.	100,00%	0,279%

### 6.12.6 Sistema di Suolo G6. Rilievi collinari su depositi vulcanici



Fig. 6.43 - Sistema G6

Il Sistema di Suolo, poco diffuso nella Regione Pedologica nella quale costituisce un incluso, è composto da versanti su prodotti piroclastici. Le pendenze vanno da moderate a rilevanti. Le superfici sono prevalentemente ad uso agricolo (aree agricole eterogenee e seminativi) nelle aree meno acclivi, e boscate nelle aree a maggiore pendenza. Le quote vanno da 30 m s.l.m. a circa 400 m s.l.m. Il Sistema di Suolo copre il 4,1% della *Soil Region* e lo 0,814% dell'intero territorio regionale. I suoli più diffusi del sistema sono: Cerv 1 (*Chromic Acrisols*); Tec 1 (*Eutric Eutric Regosols*); Cele 1 (*Abruptic Luvisols*).

UC	Paesaggio	Cop. ST	Cop. SR
G6a	Versanti su prodotti piroclastici e aree di colluvio basali.	89,46%	0,728%
G6b	Versanti su prodotti piroclastici.	10,54%	0,086%

**6.12.7 Sistema di Suolo G7. Rilievi montuosi calcarei costieri posti prevalentemente a quote inferiori a 1.000 m s.l.m.**

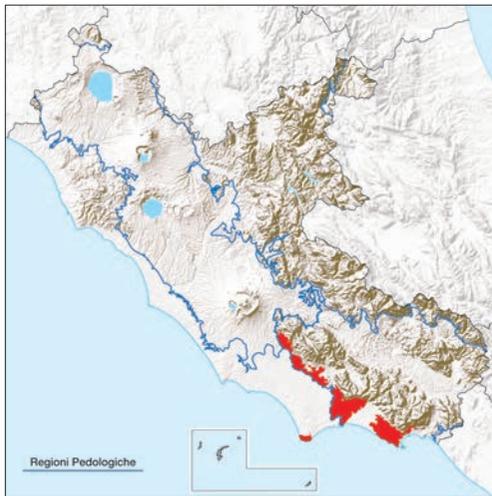


Fig. 6.44 - Sistema G7

Il Sistema di Suolo, diffuso nella Regione Pedologica, è composto dalla porzione meridionale dei rilievi montuosi calcarei dei Monti Lepini, Ausoni e del Monte Circeo. Le pendenze vanno da moderate a scoscese. Le superfici sono prevalentemente coperte da aree a pascolo naturale e praterie, vegetazione arbustiva (dinamismo di ricolonizzazione per abbandono) e boschi a prevalenza di querce sempreverdi. Secondarie sono le aree a destinazione agricola (oliveti terrazzati e seminativi). Le quote vanno dal livello del mare fino a circa 850 m s.l.m. Copre il 10,4% della Soil Region e il 2,06% dell'intero territorio regionale. I suoli più diffusi del sistema sono: Serm 1 (*Skeletal Endoleptic Phaeozems*); Vila 1 (*Skeletal Abrupt Luvisols*); Selv 2 (*Eutric Skeletic Cambisols*).

UC	Paesaggio	Cop. ST	Cop. SR
G7a	Conoidi pedemontane coalescenti con depositi fluvio-alluvionali.	8,34%	0,172%
G7b	Versanti su substrato prevalentemente calcareo e fasce di detrito basali.	29,80%	0,614%
G7c	Versanti su substrato prevalentemente calcareo.	45,70%	0,942%
G7d	Versanti e ripiani sommitali con piccole conche intermontane rispettivamente su substrato calcareo e su depositi vulcanici e localmente residuali o colluviali.	16,15%	0,333%

**6.12.8 Sistema di Suolo G8. Rilievi montuosi calcarei e dolomitici posti a quote inferiori a 1.000-1.200 m s.l.m. (Monti Aurunci, Ausoni e Lepini)**

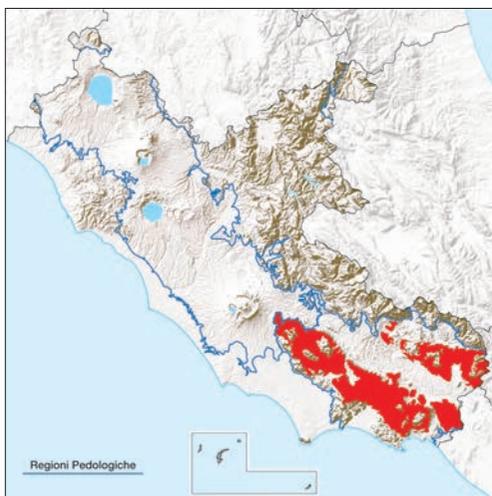


Fig. 6.45 - Sistema G8

Il Sistema di Suolo, il più diffuso nella Regione Pedologica e uno dei più diffusi nel Lazio, è composto dai Monti Lepini, Aurunci, Monte Cairo etc. con esclusione delle parti sommitali. Le superfici sono prevalentemente a pendenza da moderata a scoscesa, coperte prevalentemente da boschi di querce caducifoglie e/o latifoglie mesofile e mesotermofile, e vegetazione arbustiva. Le quote vanno da 10 m s.l.m. e si mantengono mediamente al di sotto dei 1.000 m s.l.m. Copre il 42,1% della Soil Region e l'8,297% dell'intero territorio regionale. I suoli più diffusi del sistema sono: Scar 1 (*Cambic Rendzic Phaeozems*); Vila 1 (*Skeletal Abrupt Luvisols*); Selv 2 (*Eutric Skeletic Cambisols*).

UC	Paesaggio	Cop. ST	Cop. SR
G8a	Conoidi pedemontane coalescenti con sedimenti fluvio-alluvionali e fasce di detrito con depositi di versante.	9,81%	0,814%
G8b	Conche intermontane su depositi fluviali, colluviali e localmente residuali e vulcanici.	1,21%	0,100%
G8c	Versanti su calcari parzialmente ricoperti da depositi detritici di versante.	10,33%	0,857%
G8d	Versanti su calcari prevalenti.	56,72%	4,706%
G8e	Versanti e ripiani sommitali su calcari e depositi piroclastici.	17,29%	1,435%
G8f	Versanti su dolomie parzialmente ricoperti da depositi detritico-colluviali.	0,66%	0,055%
G8g	Versanti su dolomie prevalenti.	3,99%	0,331%

### 6.12.9 Sistema di Suolo G9. Aree sommitali dei rilievi montuosi calcarei poste tra 800 e 1800 m s.l.m. (Monti Aurunci, Ausoni e Lepini)

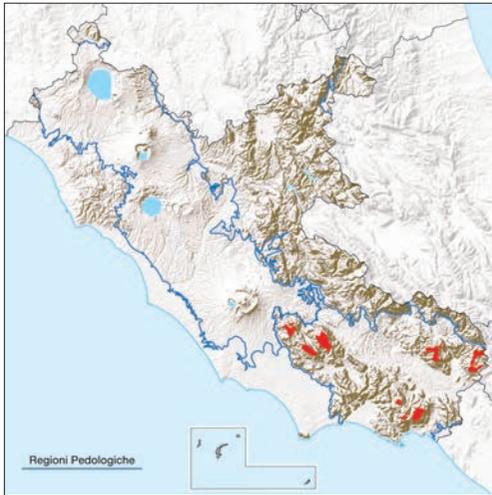


Fig. 6. 46 - Sistema G9

Il Sistema di Suolo, poco diffuso nella Regione Pedologica ma di grande interesse, è composto dalle parti alte e dalle vette dei Monti Lepini (M. Semprevisa 1.536 m s.l.m.), Aurunci (M. Petrella 1.533 m s.l.m.), Monte Cairo (1.669 m s.l.m.), etc. Le superfici sono prevalentemente a pendenza da moderata a scoscesa, coperte prevalentemente da boschi a prevalenza di faggio, aree a pascolo naturale e praterie e zone caratterizzate da vegetazione arbustiva, queste ultime legate a ricolonizzazione a seguito di fenomeni di abbandono. Le quote vanno da 600 m s.l.m. fino alle maggiori vette. I suoli più diffusi del sistema sono: Scar 1 (*Cambic Rendzic Phaeozems*); Noce 3 (*Luvic Endoleptic Rendzic Phaeozems*); Scar 2 (*Cambic Epileptic Rendzic Phaeozems*).

UC	Paesaggio	Cop. ST	Cop. SR
G9a	Versanti sommitali su calcari e ripiani su terre rosse prevalenti.	37,41%	0,339%
G9b	Versanti sommitali su calcari.	62,59%	0,567%

### 6.13 LA REGIONE PEDOLOGICA H (Soil Region I 6.4)

Appennino centrale su rocce carbonatiche e conche intramontane. Nel Lazio comprende i Monti Sabini e il Monte Terminillo.

Si sviluppa per 2.499 Km<sup>2</sup> ed interessa circa il 15,5% del territorio della Regione. E' composta da 7 Sistemi di Suolo:

Sistemi di suolo	Copertura della SR (%)	Copertura Regionale (%)
<b>H1.</b> Conche intermontane con depositi fluviali antichi (Rieti).	2,7%	0,56%
<b>H2.</b> Altipiani intermontani su depositi di conoide (Leonessa - RI).	1,3%	0,27%
<b>H3.</b> Rilievi montuosi pelitico-arenacei.	11,3%	2,33%
<b>H4.</b> Rilievi montuosi calcareo-marnosi e calcarei prevalentemente posti al di sotto dei 1.000 m di quota (Monti Reatini, Sabini e Lucretili).	32,8%	6,73%
<b>H5.</b> Rilievi montuosi calcareo-marnosi e calcarei oltre 800/1.000 m di quota (Monti Reatini, Sabini, Lucretili, Terminillo).	10,1%	2,08%
<b>H6.</b> Rilievi montuosi calcarei sotto 1.000 m circa di quota (Monti Simbruini, Ernici e Meta).	21,7%	4,45%
<b>H7.</b> Rilievi montuosi calcarei oltre i 1.000 m s.l.m. (Monti Simbruini, Ernici e Meta).	20,0%	4,11%

È la seconda Regione Pedologica del Lazio per estensione, e interessa i rilievi calcarei posti nella porzione nord-nord-est della regione, nelle provincie di Rieti, Roma e Frosinone. Oltre ai rilievi già citati vanno segnalati i Monti Affilani, Ernici, Lucretili, Meta, Ruffi, Prenestini, Simbruini, Tiburtini, Reatini e le Montagne della Duchessa al confine con il massiccio del Velino dove prevalgono i suoli tipici di questi ambienti: *Leptosols* e *Phaeozems*. Prevalgono gli ambienti naturali e seminaturali, boschi di querce caducifoglie, altre latifoglie termofile e mesotermofile, e le faggete alle quote più elevate. Diffuse sono le praterie pascolate con evidenti dinamismi legati all'abbandono e alla conseguente perdita degli spazi aperti. Si differenziano dai rilievi calcarei della Regione Pedologica H (Soil Region I 6.4), oltre che per alcune caratteristiche dei substrati, soprattutto per la prevalente continentalità del clima. Nella Regione Pedologica è compresa la conca di Rieti, dove i suoli prevalenti sono *Cambisols*, *Fluvisols* e *Phaeozems*. Il sistema H3 (Rilievi montuosi pelitico-arenacei) è considerabile una inclusione della Regione Pedologica E.

### 6.13.1 Sistema di Suolo H1. Conche intermontane con depositi fluviali antichi (Rieti)



Fig. 6.47 - Sistema H1

Il Sistema di Suolo, poco diffuso nella Regione Pedologica: è composto dalla conca intermontana di Rieti con i suoi sedimenti fluviali, lacustri e palustri. Le superfici sono prevalentemente ad uso agricolo (seminativi) e le pendenze sono prevalentemente da deboli a moderate. Le quote vanno da 350 m s.l.m. a circa 550 m s.l.m. Copre il 2,7% della *Soil Region* e lo 0,555% dell'intero territorio regionale. I suoli più diffusi del sistema sono: Pval 1 (*Eutric Episkeletic Fluvic Cambisols*); Vili 2 (*Calcaric Skeletic Fluvisols*); Icob 6 (*Calcaric Endostagnic Phaeozems*).

UC	Paesaggio	Cop. ST	Cop. SR
H1a	Fondovalle fluviale su sedimenti alluvionali.	9,32%	0,052%
H1b	Fondovalle fluviale su sedimenti alluvionali e terrazzi antichi su travertino.	16,05%	0,089%
H1c	Aree di conca intermontana con sedimenti fluviali e lacustri.	59,27%	0,329%
H1d	Aree depresse di conca su sedimenti lacustri e palustri.	15,36%	0,085%

### 6.13.2 Sistema di Suolo H2. Altipiani intermontani su depositi di conoide (Leonessa - RI)



Fig. 6.48 - Sistema H2

Il Sistema di Suolo, poco diffuso nella Regione Pedologica, è composto dalla conoide di Leonessa (RI). Si tratta di depositi alluvionali e secondariamente lacustri, a volte terrazzati, e dai versanti delle incisioni. Le superfici sono prevalentemente ad uso agricolo (seminativi e secondariamente aree agricole eterogenee). Le pendenze sono prevalentemente da deboli a forti. Le quote vanno da 800 m s.l.m. a circa 550 m s.l.m. Copre l'1,3% della *Soil Region* e lo 0,268% dell'intero territorio regionale. I suoli più diffusi del sistema sono: Fero 1 (*Haplic Luvisols*); Fero 2 (*Luvic Umbrisols*).

UC	Paesaggio	Cop. ST	Cop. SR
H2a	Versanti delle incisioni delle conoidi antiche e fondovalle rispettivamente su depositi sabbiosi e fluvio-alluvionali.	32,88%	0,088%
H2b	Conoidi localmente terrazzate su depositi alluvionali e secondariamente lacustri.	67,12%	0,180%

### 6.13.3 Sistema di Suolo H3. Rilievi montuosi pelitico-arenacei



Fig. 6.49 - Sistema H3

Il Sistema di Suolo, diffuso nella Regione Pedologica, è composto principalmente dai versanti dei rilievi montuosi pelitico-arenacei e, come elementi secondari, dai fondovalle, dalle alluvioni che lo attraversano e da depositi di conoide. Prevalgono i versanti delle torbiditi prevalentemente arenacee. Le superfici sono prevalentemente coperte da boschi (castagneti, querce caducifoglie e/o latifoglie mesofile e mesotermofile), e secondariamente destinate ad uso agricolo nelle parti meno acclivi. Le pendenze prevalenti sono da moderate a forti. Le quote vanno da 250 m s.l.m. a circa 1.350 m s.l.m. Copre l'11,3% della Soil Region e il 2,328% dell'intero territorio regionale. I suoli più diffusi del sistema sono: Marc 1 (*Eutric Endoleptic Cambisols*); Croc 1 (*Dystric Skeletic Leptosols*); Icob 6 (*Calcaric Endostagnic Phaeozems*).

UC	Paesaggio	Cop. ST	Cop. SR
H3a	Fondovalle fluviali su sedimenti fluvio-alluvionali e colluviali alla base dei versanti.	5,10%	0,119%
H3b	Conoidi con depositi fluvio-alluvionali e versanti su torbiditi prevalentemente arenaceo-argillose.	6,51%	0,152%
H3c	Versanti su torbiditi prevalentemente arenaceo-argillose parzialmente coperti da detrito di falda.	12,71%	0,296%
H3d	Versanti su torbiditi prevalentemente arenacee parzialmente coperti da detrito di falda.	75,68%	1,762%

### 6.13.4 Sistema di Suolo H4. Rilievi montuosi calcareo-marnosi e calcarei prevalentemente posti al di sotto dei 1.000 m di quota (Monti Reatini, Sabini e Lucretili)

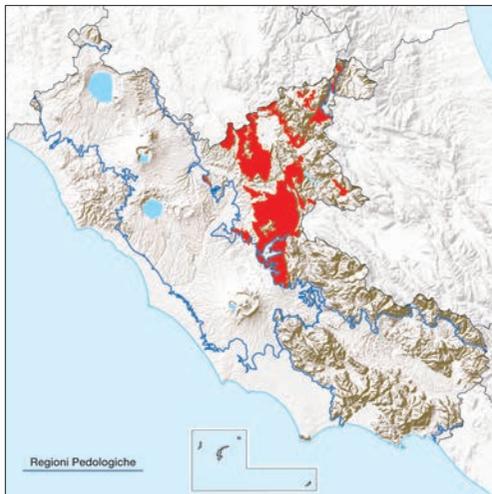


Fig. 6.50 - Sistema H4

Il Sistema di Suolo, il più diffuso nella Regione Pedologica, è composto principalmente dai versanti dei rilievi montuosi calcareo-marnosi e calcarei prevalentemente posti al di sotto dei 1.000 m di quota (Monti Reatini, Sabini e Lucretili) e, come elementi secondari, dalle fasce di detrito alla base dei versanti, dai fondovalle, dalle alluvioni che lo attraversano e da depositi di conoide. Le superfici sono prevalentemente coperte da boschi (querce caducifoglie e/o latifoglie mesofile e mesotermofile) e secondariamente destinate ad uso agricolo nelle parti meno acclivi. Le pendenze prevalenti sono da moderate a forti. Le quote, per la maggior parte inferiori a 1.000 m s.l.m., vanno da 50 m s.l.m. a circa 1.650 m s.l.m. Copre il 32,7% della Soil Region e il 6,727% dell'intero territorio regionale. I suoli più diffusi del sistema sono: Cerp 1 (*Endoskeletal Cambic Endoleptic Phaeozems*); Muta 1 (*Rendzic Leptosols*); Vito 2 (*Calcaric Regosols*); Staf 3 (*Epileptic Rendzic Phaeozems*).

UC	Paesaggio	Cop. ST	Cop. SR
H4a	Fondivalle su sedimenti fluviali e colluviali.	0,48%	0,032%
H4b	Conche intermontane su depositi fluvio-lacustri ed eluvio-colluviali.	0,27%	0,018%
H4c	Fasce di detrito di versante e conoidi con depositi fluvio-alluvionali alla base dei versanti.	3,09%	0,208%
H4d	Versanti dei rilievi su alternanze calcareo marnose e calcari a pendenza da moderata a forte (6%-35%).	13,86%	0,933%
H4e	Versanti dei rilievi su alternanze calcareo marnose e calcari a pendenza da molto forte a scoscesa (>35%).	75,47%	5,077%
H4f	Versanti sommitali su alternanze calcareo marnose e fasce di colluvio alla base.	6,84%	0,460%

### 6.13.5 Sistema di Suolo H5. Rilievi montuosi calcareo-marnosi e calcarei oltre 800/1.000 m di quota (Monti Reatini, Sabini, Lucretili, Terminillo)



Fig. 6.51 - Sistema H5

Il Sistema di Suolo, diffuso nella Regione Pedologica, è composto principalmente dai versanti dei rilievi montuosi calcareo-marnosi e calcarei oltre 800/1.000 m di quota (Monti Reatini, Sabini, Lucretili, Terminillo) e, come elementi secondari, dalle fasce di detrito alla base dei versanti. Le superfici sono prevalentemente coperte da boschi di faggio e secondariamente da aree a pascolo naturale e praterie. Le pendenze prevalenti sono da forti a scoscese. Le quote vanno da 800 m s.l.m. a 2.271 m s.l.m. della vetta del Terminillo. Copre il 10,1% della *Soil Region* e il 2,077% dell'intero territorio regionale. I suoli più diffusi del sistema sono: Muta 1 (*Rendzic Leptosols*); Staf 3 (*Epileptic Rendzic Phaeozems*); Prat 1 (*Cambic Umbrisols*).

UC	Paesaggio	Cop. ST	Cop. ST
H5a	Fasce di detrito di versante e conoidi con sedimenti eluvio-colluviali.	3,62%	0,075%
H5b	Versanti dei rilievi calcareo marnosi e calcarei con pendenza da moderata a molto forte (6%-60%).	1,55%	0,032%
H5c	Versanti dei rilievi calcareo marnosi e calcarei da scoscesi a ripidi (>60%).	44,96%	0,934%
H5d	Aree sommitali dei versanti con pendenza da rilevante a molto forte (14%-60%).	43,62%	0,906%
H5e	Aree sommitali dei versanti con pendenza da forte a scoscesa (>21%) (Terminillo).	6,25%	0,130%

### 6.13.6 Sistema di Suolo H6. Rilievi montuosi calcarei sotto 1.000 m circa di quota (Monti Simbruini, Ernici e Meta)

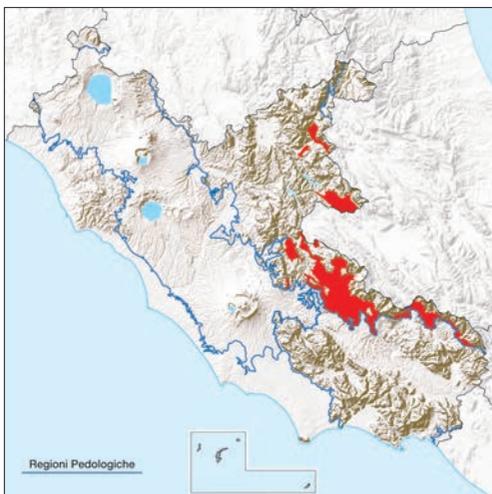


Fig. 6.52 - Sistema H6

Il Sistema di Suolo, diffuso nella Regione Pedologica, è composto principalmente dai versanti dei rilievi montuosi calcarei sotto 1.000 m circa di quota (Monti Simbruini, Ernici e Meta) e, come elementi secondari, dalle fasce di detrito alla base dei versanti, dai fondovalle, dalle alluvioni che lo attraversano e da depositi di conoide. Le superfici sono prevalentemente coperte da boschi (querce caducifoglie e/o latifoglie mesofile e mesotermofile) e secondariamente da aree a pascolo naturale e praterie, e destinate ad uso agricolo nelle parti meno acclivi. Le pendenze prevalenti sono da forti a scoscese. Le quote per la maggior parte inferiori ai 1.000 m s.l.m., vanno da 200 m s.l.m. a circa 1.650 m s.l.m. Copre il 21,6% della *Soil Region* e il 4,451% dell'intero territorio regionale. I suoli più diffusi del sistema sono: Muta 1 (*Rendzic Leptosols*); Staf 3 (*Epileptic Rendzic Phaeozems*); Brec 2 (*Haplic Luvisols*).

UC	Paesaggio	Cop. ST	Cop. ST
H6a	Conche intermontane con aree di accumulo su depositi vulcanici prevalentemente rimaneggiati e versanti con depositi piroclastici non coerenti.	3,28%	0,146%
H6b	Terrazzi e fondovalle su sedimenti fluvio-alluvionali e secondariamente aree di accumulo eluvio-colluviale.	3,00%	0,133%
H6c	Fasce di detrito di versante e conoidi su sedimenti eluvio-colluviali.	6,54%	0,291%
H6d	Versanti calcarei e ripiani con sedimenti eluvio-colluviali.	33,77%	1,503%
H6e	Versanti calcarei.	53,41%	2,377%

### 6.13.7 Sistema di Suolo H7. Rilievi montuosi calcarei oltre i 1.000 m s.l.m. (Monti Simbruini, Ernici e Meta)

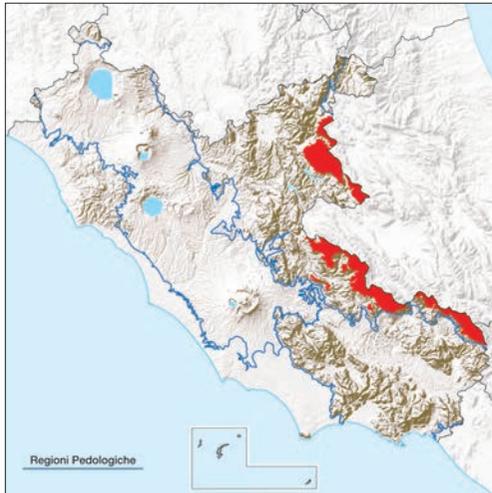


Fig. 6.53 - Sistema H7

Il Sistema di Suolo, diffuso nella Regione Pedologica, corre lungo il confine tra Lazio e Abruzzo; è composto principalmente dai versanti dei rilievi montuosi calcarei oltre i 1.000 m s.l.m. (Monti Simbruini, Ernici e Meta) e, come elementi secondari, dalle fasce di detrito alla base dei versanti e da depositi di conoide. Le superfici sono prevalentemente coperte da boschi di faggio e secondariamente da aree a pascolo naturale e praterie. Le pendenze prevalenti sono da forti a ripide. Le quote, prevalentemente superiori ai 1.000 m s.l.m., comprendono le vette di: Monte Calvo (1.901 m), Monte Nuria (1.888 m), Montagne della Duchessa (2.141 m), Monte Autore (1.853 m), Monte Cotento (2.014 m), Monte Tarino (1.959 m), Monte del Passeggio (2.064 m), Monte la Rocca (1.924 m), Monte La Meta (2.242 m). Copre il 20% della Soil Region e il 4,111% dell'intero territorio regionale. I suoli più diffusi del sistema sono: Staf 1 (*Skeletal Endoleptic Rendzic Phaeozems*); Staf 3 (*Epileptic Rendzic Phaeozems*); Staf 2 (*Skeletal Epileptic Rendzic Phaeozems*).

UC	Paesaggio	Cop. ST	Cop. ST
H7a	Conche intermontane su sedimenti colluviali e fluvio-alluvionali.	1,38%	0,057%
H7b	Fasce di detrito di versante e versanti calcarei.	3,66%	0,150%
H7c	Versanti calcarei e ripiani con depositi residuali.	15,11%	0,621%
H7d	Versanti calcarei e aree di accumulo di detriti di versante alla base.	23,20%	0,954%
H7e	Versanti calcarei da scoscesi a ripidi (>60%).	40,02%	1,645%
H7f	Versanti calcarei sommitali talvolta con morfologie glaciali (circhi) relitte.	16,63%	0,684%

# *Capitolo 7*

## **I PROCESSI PEDOGENETICI DEI SUOLI DEL LAZIO**



## I processi pedogenetici dei Suoli del Lazio

Rosario Napoli

### 7.1 Suoli organici delle aree palustri: HISTOSOLS

#### Inquadramento geografico e dinamiche di formazione

Gli *Histosols* (Histosuoli) sono definiti come suoli che si formano su materiali parentali organici. Si tratta di suoli che si sviluppano, nelle nostre regioni temperate, nelle aree palustri di pianura con ristagno di acqua da materiali erbacei (es. carice) e canneti. I nomi internazionali comuni sono “suoli di torba”, “suoli di melma”, “suoli di palude” e “suoli organici” (Driessen et al., 2001). La dinamica di formazione è legata all'accumulo di materiale organico che in ambiente saturo di acqua è soggetto a decomposizione molto lenta e quindi dà origine alla formazione di uno o più orizzonti “histici”, in genere molto scuro, poco drenato, formato in volume quasi essenzialmente da materiale organico, compreso tra il 12 e 20% a seconda della composizione tessiturale del materiale minerale (IUSS WRB, 2015).

Nel Lazio si ritrovano esclusivamente in piccole aree depresse di pianura costiera e/o di conca lacustre (Figura 7.1) ed in particolare: a) all'interno della pianura retrodunale pontina, confinati laddove ancora i livelli di falda arrivano quasi alla superficie (Figura 7.2-A); b) in piccoli lembi ai bordi dei due laghi di Ripa Sottile e Lago Lungo nell'area più settentrionale della conca reatina (Figura 7.2-B).

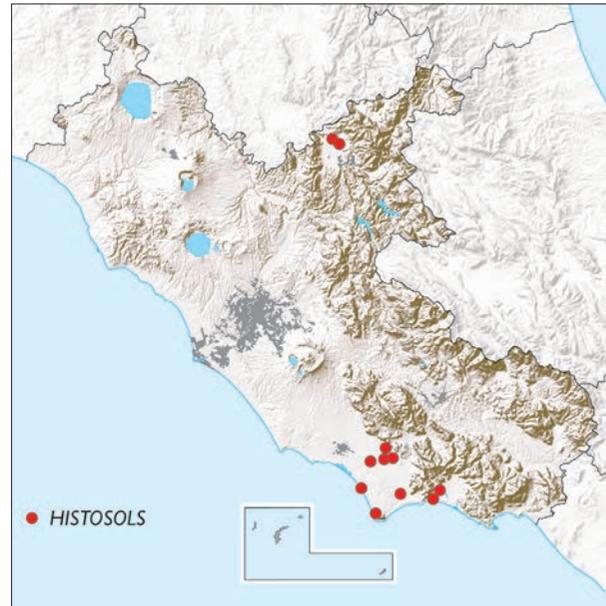


Fig. 7.1 - Distribuzione areale dei pedon classificati come *Histosols*

#### Caratteristiche degli *Histosols* e differenziazioni qualificanti all'interno del Gruppo Referenziale

Nelle aree costiere tirreniche la presenza degli histosuoli è legata alle poche aree residuali ancora palustri all'interno delle pianure oggetto di bonifica e di intensa attività agricola. Ciò comporta, come nel caso del Lazio, che le condizioni di formazione di materiali organici siano di fatto quasi annullate dall'intensa attività antropica, e quindi i processi di formazione

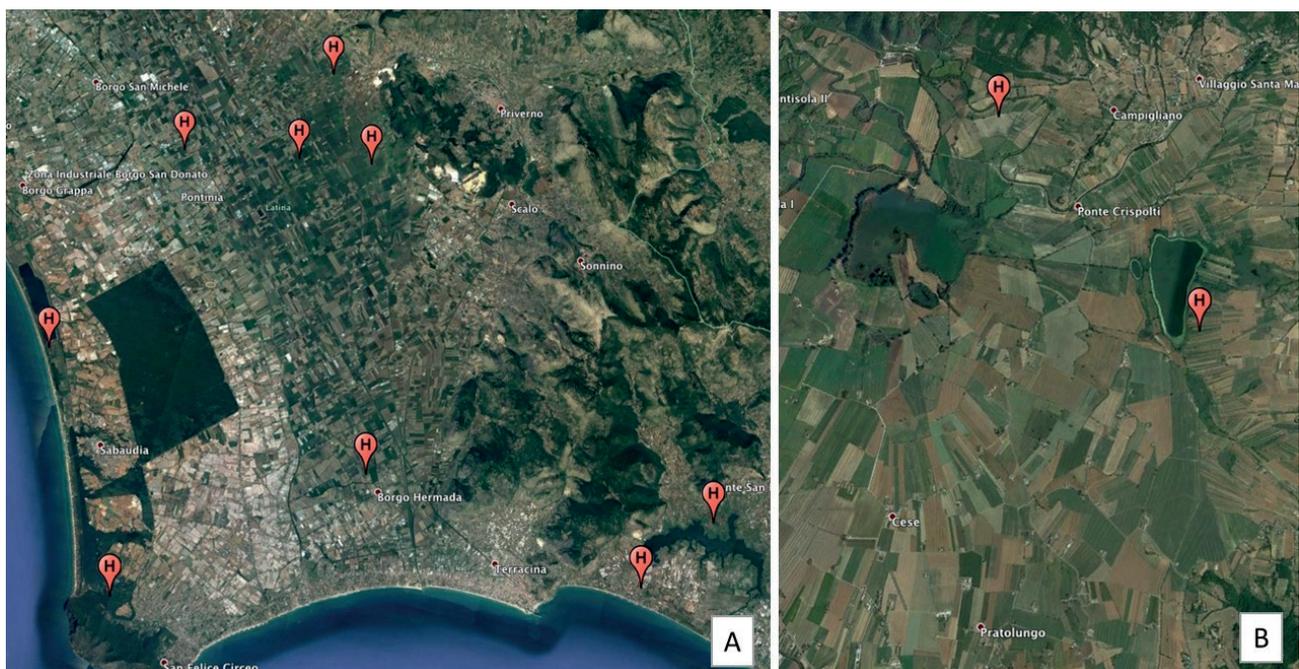


Fig. 7.2 - Ubicazione locale degli *Histosols* nella piana pontina (A) e nella conca reatina (B)

non siano più da considerarsi “attivi” ed in equilibrio con l’ambiente attuale. Le operazioni di bonifica e di intensa coltivazione agricola hanno inoltre giocato un ruolo fondamentale nella differenziazione delle varie tipologie di histosols, come riportati in Tabella 7.1. In particolare, le operazioni di colmata e di riporto successivo effettuate con le lavorazioni hanno sepolto gli orizzonti organici (histici) in sottogruppi caratterizzati da forte antropizzazione (*terrific*); questi processi in aree confinanti si sono spinti fino al punto di fare andare gli orizzonti organici a profondità tali da non essere più diagnostici e quindi essere classificati come *Terric Anthrosols* (vedi par. successivo), oppure a seguito delle lavorazioni e una condizione drenante di

superficie i materiali organici si sono mineralizzati con conseguente trasformazione dell’epipedon Histico in Chernico; quindi trasformandosi in *Chernozems* (vedi paragrafo su *Chernozems*).

Tab. 7.1 - Sottotipi di *Histosols* (Qualificatore principale)

Gruppo e sottogruppo referenziale WRB	N. di Pedon identificati nei rilevamenti
<i>Drainic Histosols</i>	3
<i>Dystric Histosol</i>	2
<i>Sapric Histosols</i>	2
<i>Eutric Histosols</i>	2
<i>Fibric Histosols</i>	1
<i>Ombric Histosols</i>	1

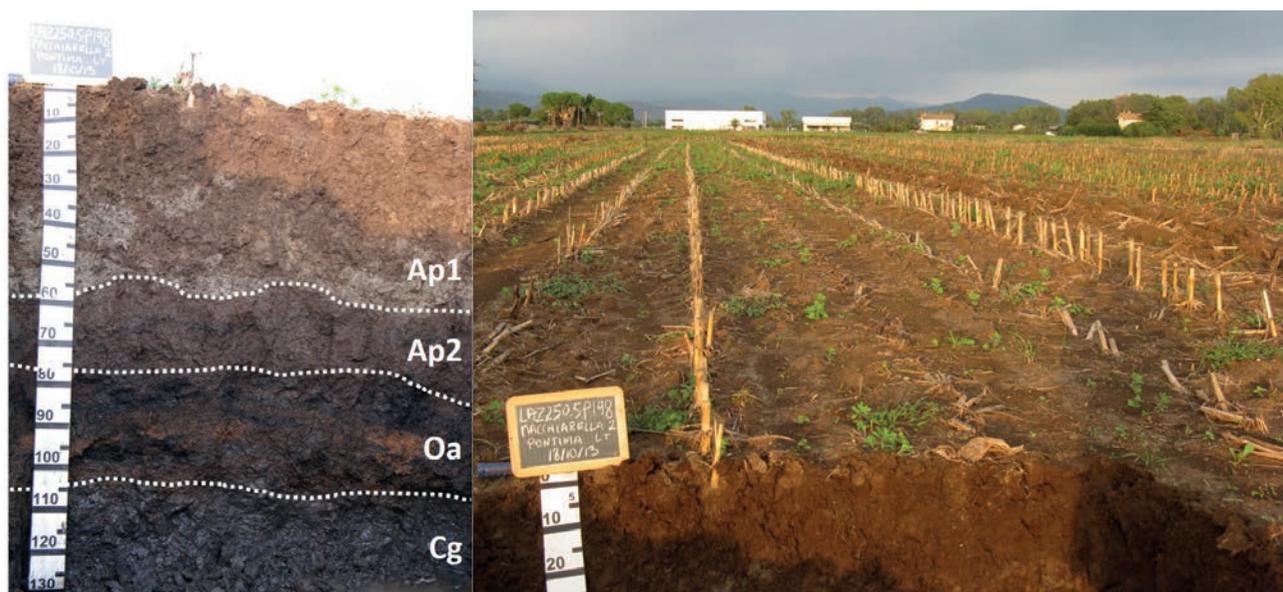


Fig. 7.3 - *Drainic Histosol* con paesaggio tipico. Località Pod. Macchiarella-Pontinia

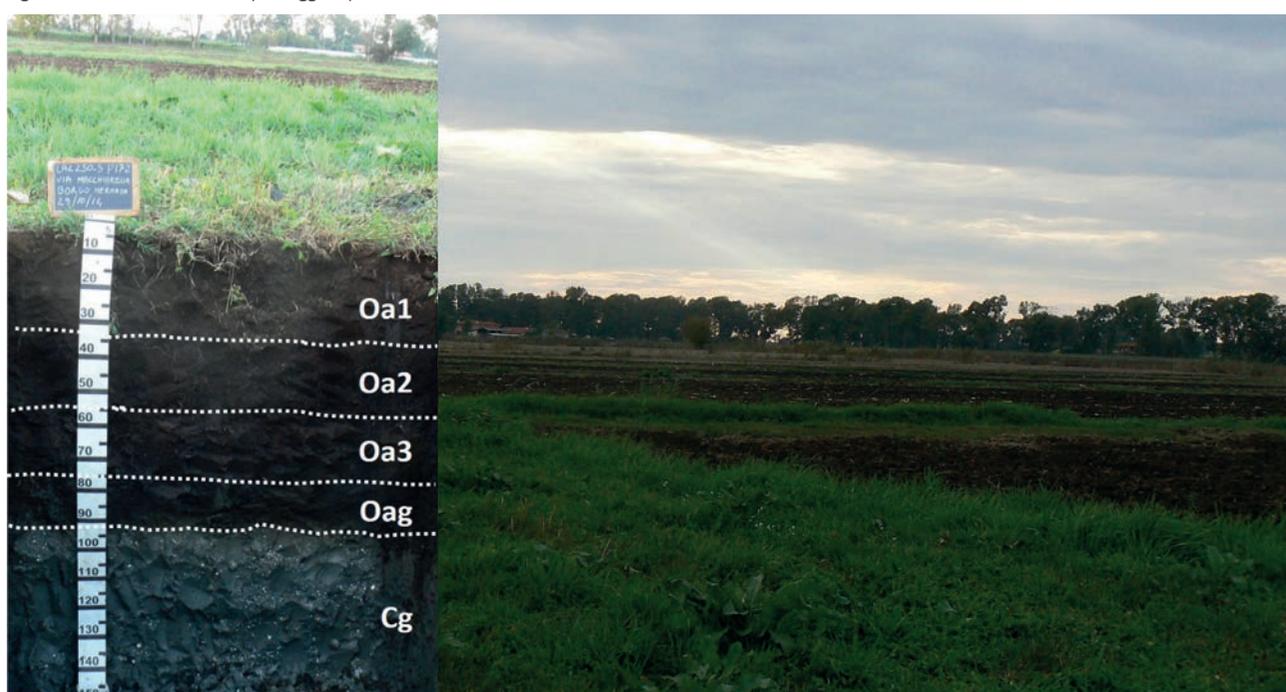


Fig. 7.4 - *Drainic Histosol* con paesaggio tipico. Località Borgo Hermada

I **Drainic Histosols** che sono i più rappresentati sono infatti i suoli organici nelle aree più depresse della piana pontina, in cui la falda è drenata artificialmente, attualmente coltivati a seminativi irrigui e/o asciutti (Figure 7.3 e 7.4).

I **Dystric Histosols**, sono caratterizzati da una reazione acida (pH in acqua < 5.5 in metà o più degli orizzonti con materiali organici entro 100 cm dalla superficie). Il grado di decomposizione dei materiali organici invece distingue i **Sapric Histosols** (Figura 7.5) che hanno meno di un sesto in volume di tessuti/materiali organici riconoscibili (nel volume) entro i 100 cm, dal **Fibric Histosols**, che sono composti invece per due terzi da tessuti/materiali organici riconoscibili, sempre entro la stessa profondità.

Gli **Eutric Histosols** sono caratterizzati da reazione da subacida a neutra (pH maggiore di 5.5) entro i 100 cm. Infine gli **Ombric Histosols** posseggono un orizzonte histico saturato in maniera predominante da acqua piovana.

#### Gestione degli Histosols

Caratteristiche fisiche: bassa densità apparente, altissima porosità, (specialmente i *Fibric*) e saturazione fino quasi alla superficie per grandi periodi dell'anno.

Caratteristiche chimiche: reazione acida e sub-acida eccetto per gli *Eutric* (che possono avere anche reazione neutra) e alte quantità di Carbonio Organico totale (Tabella 7.2). La frazione organica della parte torbosa (orizzonti histici) consiste in lignina, cellulosa, emicellulosa e piccole quantità di proteine, cere, tannini, resine, suberine, etc.

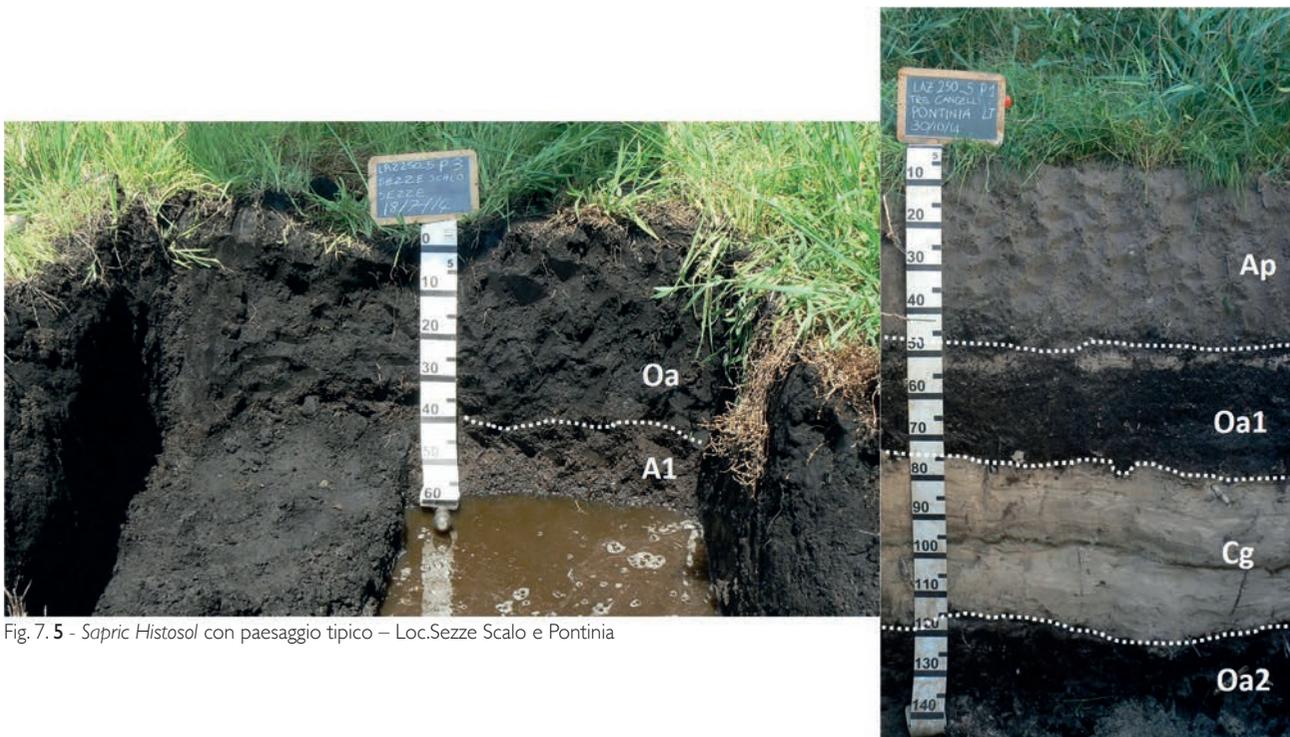


Fig. 7.5 - Sapric Histosol con paesaggio tipico – Loc. Sezze Scalo e Pontina

Tab. 7.2 - Caratteri chimici degli orizzonti organici per sottogruppo di Histosols. (TOC: Carbonio Organico Totale; pH: grado di reazione)

Qualificatore	Orizzonte organico	TOC (%)	pH (H <sub>2</sub> O)
<i>Drainic</i>	Oa	14.4	5.1
<i>Dystric-Sapric</i>	Oe	27.0	5.5
<i>Ombric</i>	Oa	45.5	4.8
<i>Eutric</i>	Oa	20.7	7.0

Una importante parte della frazione organica nei materiali organici non è contenuta tuttavia nei residui vegetali freschi o poco decomposti, ma viene sintetizzata nel corso delle trasformazioni microbiche in

“sostanze umiche”, una miscela di umine, acidi umici e fulvici. Le sostanze umiche possono formare complessi stabili con gli ioni metallici. Questi composti organo-metallici sono facilmente lisciviati dalla massa torbosa con le acque di scolo/drenaggio, come testimoniato in varie parti del mondo dal colore delle acque da cui prendono nome i fiumi (Rio Negro, Blakkawatra, Cola Creek, Zwartewater).

Le torbiere naturali devono essere drenate e normalmente anche concimate/fertilizzate, per consentire la coltivazione di colture “normali”. I progetti di bonifica guidata sono (quasi) esclusivi per la zona

temperata dove milioni di ettari sono stati “aperti” alle coltivazioni agrarie. In molti casi questo ha avviato il degrado graduale, e in definitiva la perdita, della preziosa torba.

I principali problemi che gli agricoltori possono trovare confrontandosi con la coltivazione degli *Histosols* derivano dal loro utilizzo agricolo per colture produttive rispetto alla vegetazione naturale, adattata a pedoambienti acidi, con prolungata saturazione, oligotrofici, e/o con livelli di sali nocivi e altre tossine. La maggior parte delle colture agrarie necessitano invece di suoli ben drenati per lo sviluppo radicale; tuttavia il drenaggio artificiale, può dare origine a problemi di subsidenza superficiale, con rapido consolidamento degli orizzonti organici, diminuzione di volume (spessore) e conseguente abbassamento della superficie dell'orizzonte (e/o conseguentemente di quelli minerali che gli stanno sopra). L'areazione dei materiali organici accelera, specie in ambienti temperati, la decomposizione e mineralizzazione del carbonio presente, accelerando anche una perdita di peso, oltre alla riduzione volumetrica. I processi di fertilizzazione o carbonatazione (*liming*) hanno effetto accelerante sulla mineralizzazione. La mineralizzazione e perdita dei composti umici stoccati nel suolo ha inoltre l'effetto collaterale di produrre grandi quantità di emissione di CO<sub>2</sub> in atmosfera, che segue proporzionalmente il processo di mineralizzazione. Sui suoli torbosi del delta del fiume Po sono stati misurati valori dalla bonifica del 1930 di circa 2 cm/anno, e applicando modelli previsionali sono previsti tassi di abbassamento superficiale, sulla base dei cambiamenti climatici, di circa 1,2-1,3 cm/anno. Sono state inoltre stimate perdite di CO<sub>2</sub> in aree agricole per circa 140 Mg/ha/anno (Carta, 2014), con misure di perdita per la sola stagione estiva di 50 Mg/ha (Maniero, 2012).

In conclusione gli *Histosols* rappresentano dei suoli derivanti da ambienti non più in equilibrio, frutto di opere di bonifica anche per colmata con materiali minerali. Il loro utilizzo agricolo pone diverse limitazioni, soprattutto nella gestione della concimazione e delle lavorazioni nel corso del tempo.

## 7.2 Suoli antropogenici con uso intensivo agricolo: ANTHROSOLS

### Inquadramento geografico e dinamiche di formazione

Gli *Anthrosols* sono suoli la cui formazione è da ricondursi a opere ed interventi antropici di movimento terra che hanno contribuito a creare/modificare in maniera sostanziale il profilo del suolo.

Nella parte meridionale della pianura pontina, ai margini delle aree più depresse con affioramenti di suoli organici, sono stati rilevati degli *Anthrosols* (Figura 7.6). Le dinamiche di formazione sono da ricondursi alle operazioni di bonifica delle aree palustri, e alle conseguenti sistemazioni agrarie di colmata e/o ricoprimento delle torbe con spessori consistenti di riporto di suolo a matrice prevalente minerale. Quindi gli orizzonti histici sono comunque presenti, ma con spessori e posizione nel profilo tale da non risultare più diagnostici, oppure vengono indicati in classificazione come “sepolti”. Si ottiene quindi una classificazione duplice, utilizzando il suffisso “over” per indicare il suolo di superficie e quello di profondità, contraddistinti da due geni diverse: nel nostro caso quindi *Terric Anthrosols over Sapric Histosols*.

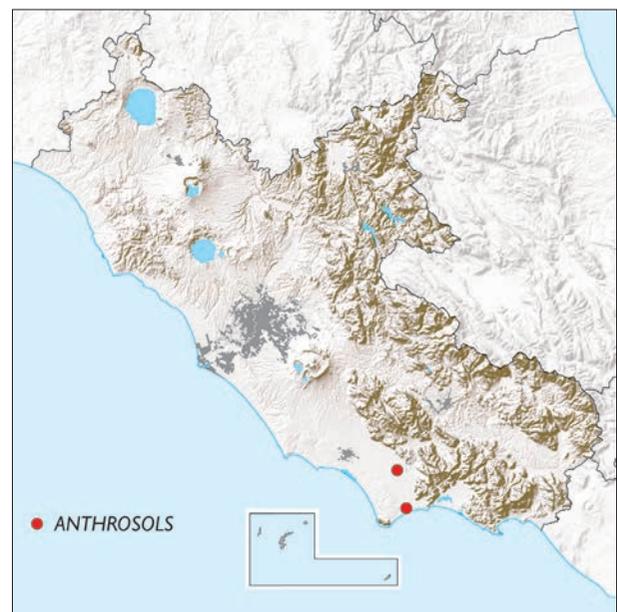


Fig. 7.6 - Distribuzione areale dei pedon classificati come *Anthrosols*

### Caratteristiche degli *Anthrosols* e differenziazioni qualificanti all'interno del Gruppo Referenziale

L'unica suddivisione a livello di qualificatore principale è quindi quella dei *Terric Anthrosols* (Tabella 7.3, Figure 7.7 e 7.8), vale a dire che presenta un orizzonte Terrico di superficie. L'orizzonte Terrico (dal latino *terra* = terreno) si origina dalla aggiunta, per un lungo periodo di tempo, di terriccio organico, compost, fanghi, o materiale minerale di riporto. Ha una differenziazione tessiturale non uniforme con la profondità. Il suo colore è legato ai materiali di origine o al substrato sottostante. La saturazione in basi è maggiore del 50%. Tali tipi di orizzonti sono rimescolati nel loro spessore e di solito contengono artefatti, come frammenti di porcellana, detriti o rifiuti da attività antropica, che spesso sono molto piccoli

(meno di un centimetro di diametro) e molto abrasivi. Gli orizzonti terrici sono costruiti gradualmente mediante aggiunta di materiali terrosi (compost, zolle o materiali zollosi misti a letame agricolo, lettiera, fango, sabbie marine, etc.) e possono contenere pietre, casualmente assortite e distribuite.

Tab. 7.3 - Sottotipi di Anthrosols (Qualificatore principale)

Gruppo e sottogruppo referenziale WRB	N. di Pedon identificati nei rilevamenti
<i>Terric Anthrosols</i>	2

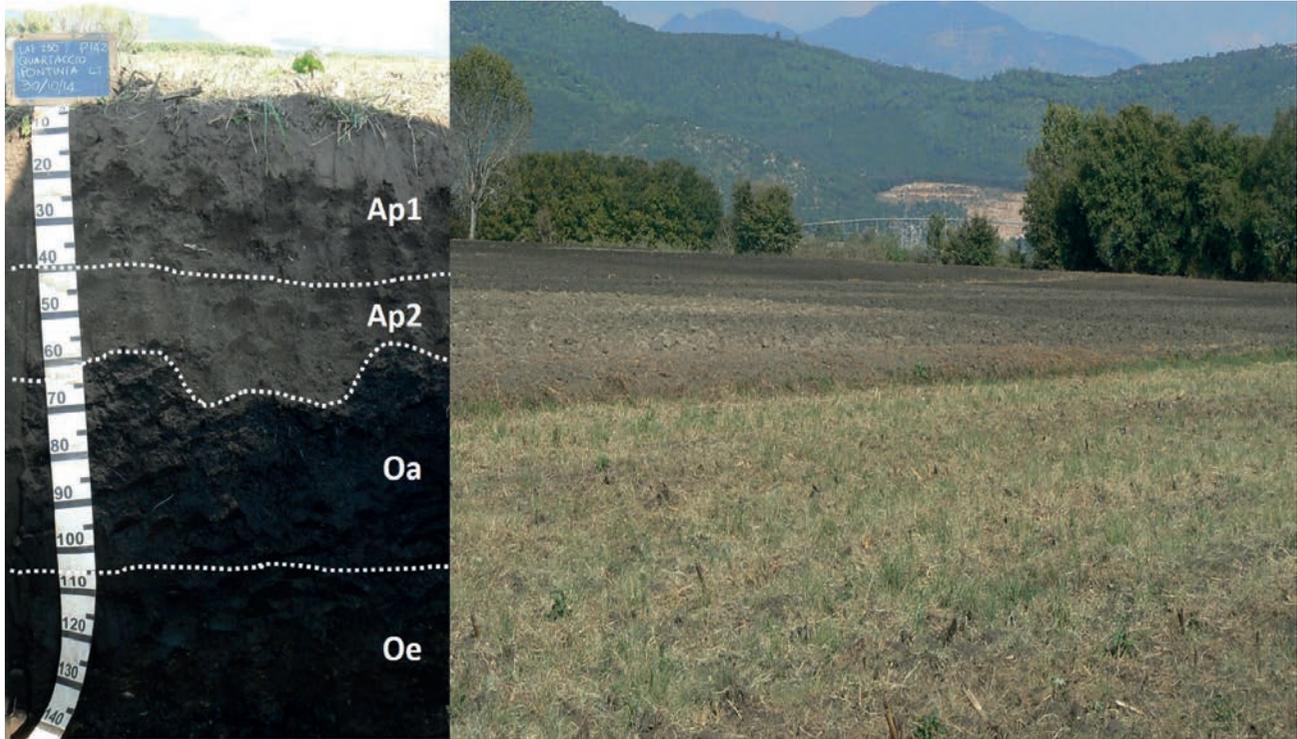


Fig. 7.7 - Terric Anthrosol over Sapric Histosol e paesaggio associato – Loc. Quartaccio - Pontinia (LT)

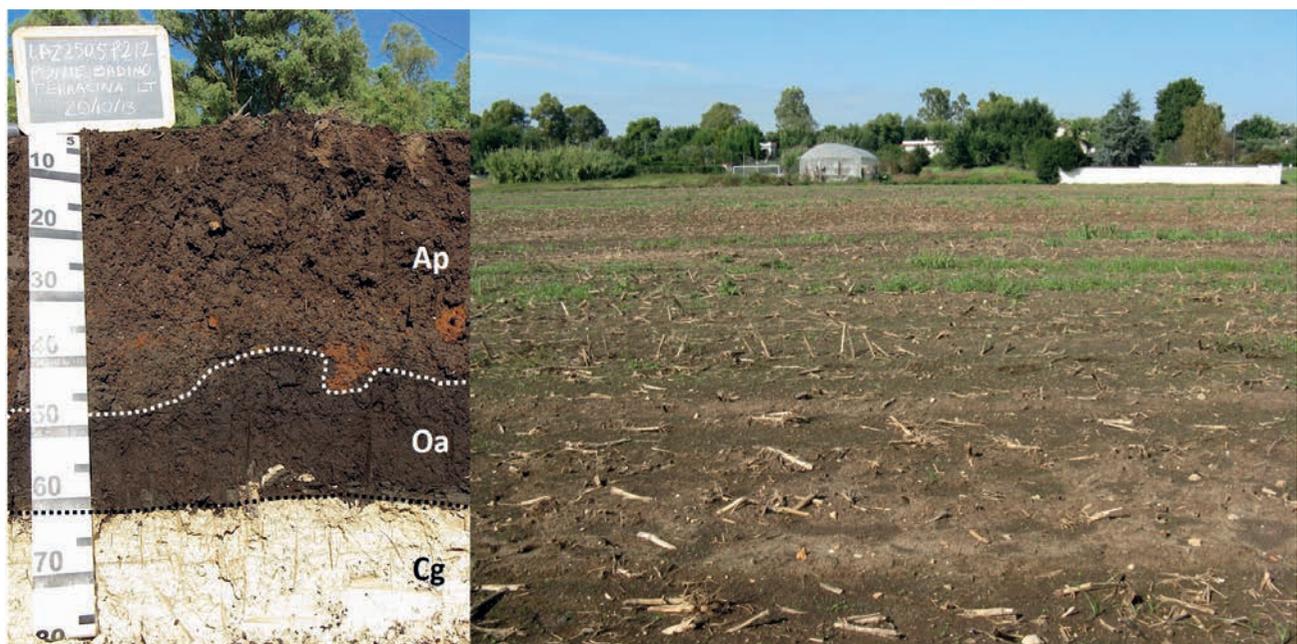


Fig. 7.8 - Terric Anthrosol e paesaggio associato – Loc. Ponte Badino (LT)

### Gestione degli *Anthrosols*

Durante le operazioni di bonifica e anche successivamente con opere di livellamento agrario sono stati trasportati dei materiali minerali a ricoprimento delle aree paludose e torbose della Pianura Pontina. Alla fine questi strati superficiali modificati di materiale minerale si sono trasformati in orizzonti di tipo *terrìc* che hanno conferito al suolo proprietà molto migliorate per le colture arabili rispetto al suolo superficiale originale (*Hístico*). Recentemente, gli orizzonti di tipo *terrìc* si presentano con materiale minerale che può anche essere, a causa delle continue lavorazioni, completamente mescolato nel terreno originale. L'orizzonte *terrìc* superficiale degli *Anthrosols* ha sicuramente migliorato le condizioni di lavorabilità e coltivazione agraria; i riporti sono stati effettuati da suoli della zona, quindi senza incidere troppo con proprietà fisico-strutturali diverse da quelle dei suoli delle aree circostanti. In ogni caso la sintesi delle caratteristiche fisico-chimiche dei vari orizzonti degli *Anthrosols* rilevati è riportata in Tabella 7.4.

Tab. 7.4 - Principali caratteri fisici e chimici degli *Anthrosols*. (*TOC*: Carbonio Organico Totale; *CaCO<sub>3</sub> tot*: Carbonato di Calcio totale; *pH*: grado di reazione; *MVA*: Massa Volumica Apparente)

ANTHROSOLS Qualificatore/ Tipo Orizzonte	Terrìc						
	TOC (%)	CaCO <sub>3</sub> tot (%)	pH (H <sub>2</sub> O)	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)	MVA (g/cm <sup>3</sup> )
Ap	6	7	8	50	31	19	1,2
Oa	14	0	7	49	20	32	0,5
Oe	17	0	4	82	16	2	0,5
Cg	2	46	7	25	37	38	1,0
Ckg	1	56	8	31	31	38	1,3

### 7.3 Suoli con accumulo di argilla a varie classi di attività: *LUVISOLS*, *NITISOLS*, *ACRISOLS*, *ALISOLS*

#### Inquadramento geografico e dinamiche di formazione dei *Luvisols*

I *Luvisols* sono suoli caratterizzati dalla marcata differenziazione tessiturale tra orizzonti di superficie e di profondità causata dalla traslocazione di argilla attraverso il processo di "illuviazione", con la formazione di orizzonti eluviali (E) a tessitura sabbiosa e orizzonti sottostanti (Bt) ben strutturati e con più elevata presenza di argilla. Spesso l'illuviazione delle frazioni tessiturali argillose porta con sé come associate quantità di ossidi di ferro finemente dispersi e, in taluni casi, anche piccole quantità di composti umo-ferrici. Da un punto di vista strettamente diagnostico si ricono-

scono quindi per avere un orizzonte sub-superficiale denominato "argico", con presenza di argille ad alta attività. La formazione di tali orizzonti e quindi dei *Luvisols* è spesso correlata a condizioni pedogenetiche e pedoclimatiche diverse da quelle attuali. I processi di illuviazione fisico-chimica infatti sono condizionati dalla presenza di carbonato di calcio, che deve essere rimosso prima che si inneschi il processo di lisciviazione dell'argilla. In molti ambienti invece tali suoli si presentano con elevate quantità di carbonato di calcio: ciò sta a significare che le condizioni pedo-ambientali attuali non sono più quelle di formazione, quindi il processo non è in atto ma risale alle diverse condizioni presenti in epoche passate. Un esempio può essere dato da *Luvisols* su conoidi e/o terrazzi antichi che avevano una posizione strutturale più bassa dell'attuale con falde a minore profondità, oppure condizioni di copertura forestale in ambienti sub-acidi e circolazione delle acque superficiali diversa. Uno degli indicatori morfologici più importanti che chiaramente indica una pedogenesi non più in equilibrio

con le condizioni attuali è la quasi totale assenza di orizzonti Eluviali, che si sono conservati solo in pochissimi casi sotto prati stabili o copertura forestale; le lavorazioni in campo agrario hanno infatti indotto sia fenomeni erosivi che obliterato completamente tali orizzonti.

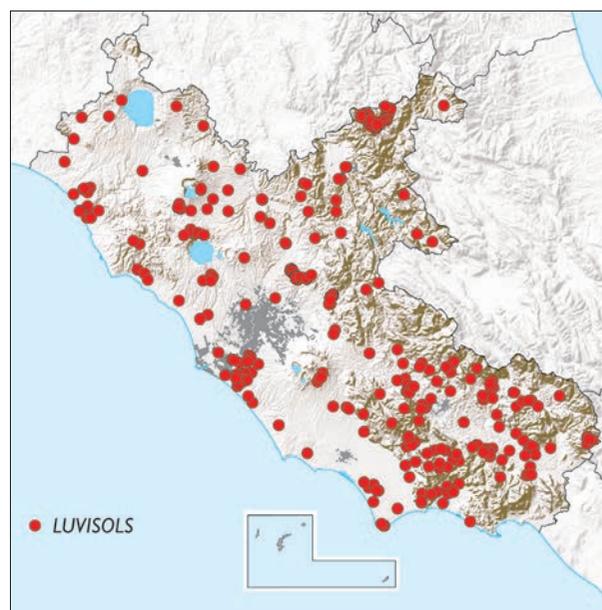


Fig. 7.9 - Distribuzione areale dei pedon classificati come *Luvisols*

### Caratteristiche dei Luvisols e differenziazioni qualificanti all'interno del Gruppo Referenziale

Nel territorio regionale questo tipo di suoli risulta molto diffuso, con 319 pedon classificati che rientrano in questo Gruppo Referenziale (Figura 7.9). Sono suddivisi in 20 sottotipi a livello di primo qualificatore (Tabella 7.5), ma in realtà il grosso dei profili ricade nei primi 8 sottotipi, che da soli comprendono il 90% del numero totale di pedon rilevati.

Tab. 7.5 - Sottotipi di Luvisols (Qualificatore principale)

Gruppo e sottogruppo referenziale WRB	N. di Pedon identificati nei rilevamenti
<i>Haplic Luvisols</i>	149
<i>Cromic Luvisols</i>	37
<i>Cutanic Luvisols</i>	34
<i>Leptic (Endo) Luvisols</i>	32
<i>Abruptic Luvisols</i>	20
<i>Skeletal Luvisols</i>	8
<i>Stagnic Luvisols</i>	8
<i>Vertic Luvisols</i>	6
<i>Vitric Luvisols</i>	5
<i>Gleyc Luvisols</i>	4
<i>Albic Luvisols</i>	3
<i>Ferric Luvisols</i>	4
<i>Fragic Luvisols</i>	2
<i>Plinthofractic Luvisols</i>	2
<i>Calcaric Luvisols</i>	1
<i>Calcic Luvisols</i>	1
<i>Dystric Luvisols</i>	1
<i>Relictigleyic Luvisols</i>	1
<i>Rodic Luvisols</i>	1

I gruppi più rappresentati si distinguono quindi in: **Haplic Luvisols** (dal latino *haplo* = normale), sta a significare che ha un'espressione tipica di certi caratteri, nel senso che non vi è una caratterizzazione ulteriore o significativa. È il gruppo più diffuso, ed è distribuito un po' in tutti gli ambienti della Regione, dai terrazzi marini e/o fluvio lacustri delle aree settentrionali di Montalto di Castro-Tarquinia, alle aree immediatamente a sud di Roma tra Castelporziano-Capocotta e su alcuni versanti del Monte Artemisio, e nelle zone orientali boscate dei Monti Cornicolani e di Monte Lecinone (Castel Madama), nell'area dell'Altopiano di Leonessa (RI), dei ripiani intorno al Monte Soratte

(Figura 7.10-1) e nelle aree più a sud del Frusinate, tra Alatri Anagni, Sgurgola e Pontecorvo, fino alla Pianura Pontina (Parco del Circeo) e dintorni del Lago di Fondi e dei rilievi del Monte Circeo sulla costa.

I **Chromic Luvisols** sono suoli che hanno nella maggior parte dell'orizzonte B sub-superficiale colori marcati tendenti al rosso-gallastro e/o rosso (uno *hue* Munsell di 7,5YR e un *chroma* umido maggiore di 4, oppure uno *hue* più rosso di 7,5YR). Questo sta a significare la presenza di ossidi di ferro più o meno idrati (goethite, ferridrite, ematite) finemente dispersi nella matrice e sulle facce degli aggregati sottoforma di cutans ferro-argillosi (*ferri-argillans*).

Questo tipo di *Luvisols* si ritrova nelle aree prossime alla costa: parte immediatamente a sud di Roma su depositi eolici della duna antica (sistema di suolo A5, Figura 7.10-2), su depositi fluvio-lacustri di bordo alla pianura pontina (zona Fondi-Terracina) e anche a nord sui terrazzi costieri su depositi marini e continentali di chiusura (Tarquinia, Santa Marinella). Nelle aree più interne invece sui rilievi collinari su depositi ghiaioso-sabbiosi talvolta cementati a sud del Reatino, sugli altipiani intermontani su depositi di conoide nell'area di Leonessa (RI), nell'area del *plateau* vulcanico inciso afferente alle caldere dell'apparato dei Colli Albani, e nei bassi versanti di accumulo dei rilievi montuosi calcarei e dolomitici a basse quote dei Monti Aurunci, Ausoni e Lepini.

I **Cutanic Luvisols** sono *Luvisols* che hanno rivestimenti (*cutans*) di argilla illuviale marcatamente visibili nell'orizzonte argico su tutte le facce degli aggregati dell'orizzonte diagnostico (Figura 7.10-3). Si rilevano per la maggior parte sui *plateaux* vulcanici degli apparati a nord del Tevere (caldere di Bolsena, Vico e Bracciano) e solo limitatamente sui Colli Albani. Sono presenti anche nelle aree degli altipiani intermontani su depositi di conoide e rilievi calcarei e calcareo-marnosi (Leonessa - RI), e solo localmente su aree costiere (duna antica e terrazzi costieri marini e/o continentali).

Sono suoli quindi distribuiti su molti ambienti e litologie diverse, dai depositi vulcanici alle rocce calcaree ai depositi di conoide o eolici antichi, in genere in situazioni pedoambientali che sono rimaste stabili nel tempo. A seconda della posizione locale possono avere ulteriori caratteri differenzianti, come alte quantità di scheletro in profondità, oppure tessitura più grossolana in superficie (arenici, Figura 7.10-2).

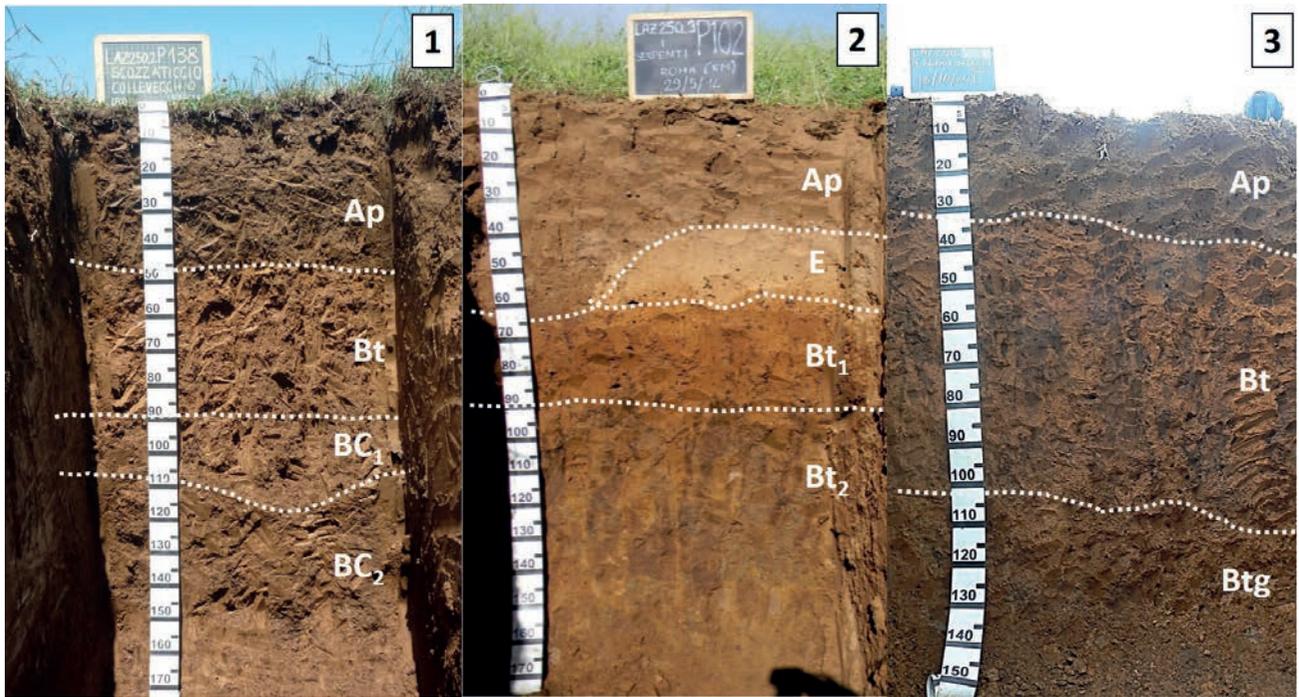


Fig. 7. 10 - 1-Haplic Luvisol, Loc. Collevocchio (RI); 2-Chromic Luvisol (Arenic) su Duna antica, Loc. I serpenti (RM); 3-Cutanic Luvisol, Loc.Borgo Farnia, Sabaudia.

I **Leptic Luvisols** (Figura 7.11-1) sono caratterizzati da una scarsa profondità con contatto litico (roccia dura continua) affiorante tra 25 e 100 cm dalla superficie del suolo. Ciò è determinato dalla loro posizione topografica e da fenomeni erosivi. In particolare la distinzione *Endoleptic* sta a significare che il contatto litico è compreso tra 50 e 100 cm, con conseguente riduzione dello spessore dell'orizzonte diagnostico illuviale (Bt). Gli **Abruptic Luvisols** (dal latino *abruptus* = troncato, abrupto, Figura 7.11-2) presen-

tano un salto tessiturale abrupto entro i 100 cm dalla superficie. Ciò è dovuto alla troncatura per erosione degli orizzonti superficiali originari ed al successivo ricoprimento, in aree di pianura, con nuovi materiali minerali di tipo colluviale/eluviale o anche antropico. Gli **Skeletal Luvisols** sono caratterizzati da presenza di una percentuale di scheletro (ghiaie, ciottoli e/o altri frammenti grossolani) che può variare tra il 40 e il 90 % in peso (che corrisponde circa al 25-80% in volume) fino a una profondità di 100 cm dalla superficie del suolo.

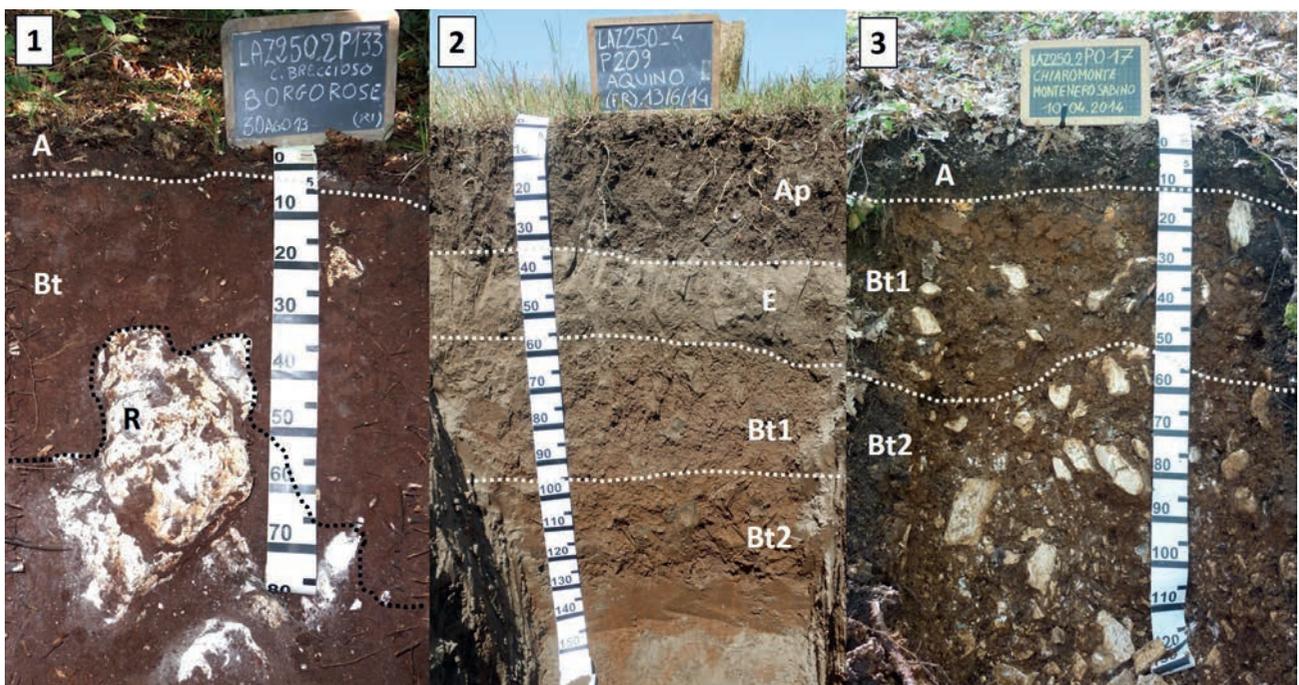


Fig. 7. 11 - 1-Endoleptic Luvisol, Loc. Borgo Rose (RI); 2-Abruptic Luvisol, Loc. Aquino (FR); 3-Skeletal Luvisol, Loc. Montenero Sabino (RI).

Altri sottogruppi meno diffusi sono: **Stagnic**, con figure di ristagno soprattutto negli orizzonti superficiali causate da scarsa permeabilità delle acque che arrivano in superficie, **Vertic**, con alcune figure legate alla espandibilità del tipo di argilla presente, **Vitric**, con una certa percentuale di vetri vulcanici nella frazione sabbiosa, **Gleyic**, con fenomeni di ristagno da presenza di falda in risalita dal basso, **Albic**, con orizzonti eluviali chiari in superficie e **Ferric Luvisols**, con orizzonte ferrico di segregazione e concentrazione di ossidi di ferro.

Infine, come casi isolati, si possono anche presentare i sottotipi *Fragic*, *Plinthofractic*, *Calcaric*, *Calcic*, *Dystric*, *Relictigleyic* e *Rodic*. *Fragic*, *Plinthofractic* e *Relictigleyic* sono da considerarsi paleosuoli relitti, che presentano quindi figure caratteristiche che si riferiscono a condizioni deposizionali, climatiche, pedoclimatiche ed in generale di evoluzione ambientale diverse dall'attuale. In genere sono suoli residuali con figure pedogenetiche non più in equilibrio con le condizioni attuali.

### Gestione dei Luvisols

I *Luvisols* in genere sono suoli che presentano buone caratteristiche chimico-fisiche (Tabella 7.6), con la possibile eccezione dei sottotipi *Leptic* (problemi di spessore), *Skeletalic* (problemi di lavorazione a

causa dell'alta percentuale di scheletro) *Gleyic* (falda), *Vitric*, *Albic*, *Ferric* e *Dystric* (condizioni di acidità e bassa saturazione localizzata in alcune parti del profilo). I *Luvisols* sono in generale terreni fertili e adatti a una vasta gamma di usi agricoli; quelli ad alto contenuto di limo sono suscettibili al deterioramento della struttura se lavorati in condizioni di alto contenuto di umidità (sopra la capacità di campo) e/o con macchinari pesanti. I *Luvisols* su pendii ripidi richiedono talvolta l'adozione di misure di controllo dell'erosione.

Gli orizzonti eluviali di alcuni *Luvisol* sono depauperati nella misura tale che si può formare una struttura pseudo-lamellare alla base dell'orizzonte lavorato con fenomeni di ristagno (proprietà stagniche o "pseudogley") come risultato. Questo è il motivo per cui i *Luvisols* troncati sono in molti casi suoli migliori per l'agricoltura rispetto ai suoli originali non erosi.

I *Luvisol* nelle nostre zone temperate sono ampiamente coltivati con graminacee, barbabietola da zucchero e foraggi; nelle aree in pendenza vengono utilizzati per frutteti e/o pascoli. Nella regione mediterranea, dove i *Chromic*, *Calcic*, e *Vertic Luvisols* sono comuni nei depositi colluviali e/o di dissoluzione calcarea, i pendii più bassi sono comunemente seminati a grano e/o ortive mentre le parti sommitali dei versanti (talvolta affette da erosione) sono destinate a pascolo estensivo o colture permanenti.

Tab 7.6 - Caratteri generali fisico-chimici dei sottogruppi di *Luvisols* più rappresentati (numerosità su totale rilevati = 90%).

(**TOC**: Carbonio Organico Totale; **CaCO<sub>3</sub> tot**: Carbonato di calcio totale; **pH**: grado di reazione; **MVA**: Massa Volumica Apparente; **Epipedon**: Orizzonte superficiale)

LUVISOLS	Scheletro (% vol.)	TOC (%)	CaCO <sub>3</sub> tot (%)	pH (H <sub>2</sub> O)	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)	MVA (g/cm <sup>3</sup> )
<b>Qualificatore</b>	<b>HALPIC</b>							
<b>Tipo Orizzonte</b>								
Epipedon	7.4	3.4	0.8	6.3	34.8	36.6	28.5	1.2
Sub-Superficiali Diagnostici	7.7	0.6	0.6	6.5	30.1	30.5	39.4	1.4
<b>Qualificatore</b>	<b>CHROMIC</b>							
<b>Tipo Orizzonte</b>								
Epipedon	5.2	1.5	1.4	6.3	26.8	28.7	44.5	1.2
Sub-Superficiali Diagnostici	4.7	0.4	1.6	6.7	25.2	24.6	50.2	1.3
<b>Qualificatore</b>	<b>CUTANIC</b>							
<b>Tipo Orizzonte</b>								
Epipedon	6.1	2.6	0.3	6.0	33.8	35.1	31.0	1.2
Sub-Superficiali Diagnostici	14.1	0.6	0.9	6.1	29.1	29.9	41.0	1.4
<b>Qualificatore</b>	<b>LEPTIC</b>							
<b>Tipo Orizzonte</b>								
Epipedon	15.2	3.3	1.0	6.9	26.4	40.0	33.6	1.2
Sub-Superficiali Diagnostici	25.3	1.2	2.4	7.1	20.2	33.3	46.5	1.3
<b>Qualificatore</b>	<b>ABRUPTIC</b>							
<b>Tipo Orizzonte</b>								
Epipedon	8.5	2.8	5.9	6.6	42.8	33.6	23.6	1.2
Sub-Superficiali Diagnostici	6.7	0.5	0.4	6.4	32.1	27.6	40.3	1.4
<b>Qualificatore</b>	<b>SKELETIC</b>							
<b>Tipo Orizzonte</b>								
Epipedon	23.9	2.9	2.5	6.7	35.2	36.8	28.0	1.2
Sub-Superficiali Diagnostici	39.8	0.8	5.8	7.2	24.8	32.1	43.1	1.3
<b>Qualificatore</b>	<b>STAGNIC</b>							
<b>Tipo Orizzonte</b>								
Epipedon	10.2	2.0	10.4	6.8	29.1	37.3	33.7	1.3
Sub-Superficiali Diagnostici	2.1	0.4	10.1	6.4	22.4	36.3	41.3	1.4

### Inquadramento geografico e dinamiche di formazione dei Nitisols, Acrisols e Alisols

I **Nitisols** sono suoli caratterizzati da presenza di un orizzonte sub-superficiale "nitico" (dal latino *nitidus* = brillante, evidente), un orizzonte sotto superficiale ricco in argilla che ha la sua principale caratteristica nella struttura poliedrica o nuciforme (*nutty*) da moderata a fortemente sviluppata con molte facce dei ped lucenti che non possono, o possono solo parzialmente, essere attribuite a lisciviazione di argilla. Gli orizzonti nitici spesso contengono minerali magnetici come la maghemite. La presenza di tali minerali può essere provata utilizzando una calamita.

Sono presenti su bassi versanti e conche tettono-carsiche su calcari massicci e cavernosi degli ambienti caratterizzati da rilievi collinari calcarei (Figura 7.12). L'evoluzione di orizzonti subsuperficiali con caratteristiche nitiche deriva da processi pedogenetici di dissoluzione del calcare ed accumulo del residuo insolubile formato quasi esclusivamente da ossidi di ferro in varie forme (Ematite, Ferridrite) e minerali argillosi di tipo caolinico-illitico, nelle tasche e/o piccole depressioni, in associazione con terreni rossastri come il *Chromic Cambisols* e il *Luvissols*.

In ambienti mediterranei dell'Italia centro-meridionale questo tipo di suoli sono stati generalmente indicati con il nome di "terre rosse", o "suoli rossi mediterranei" (Mancini, 1966) e sono ampiamente diffusi negli stessi pedombienti della Toscana, Marche, Umbria e Abruzzo (Costantini et al., 2012).

Gli **Acrisols** (dal latino *acris* = molto acido) sono suoli caratterizzati da accumulo di argilla illuviale a bassa attività in un orizzonte argico, che rispetto ai *Luvissols*, ha una saturazione in basi molto bassa e di conseguenza una acidità di scambio totale molto elevata. Poiché la matrice argillosa è spesso ricca di sesquiossidi più o meno idrati, nei nostri ambienti europei vengono chiamati suoli "fersiallitici fortemente o mediamente desaturati" (Baize et al., 2008).

Gli **Alisols** (dal latino *aluminium* = allume) sono suoli fortemente acidi con orizzonti illuviali sub-superficiali di argille ad alta attività che hanno più del 50% del complesso di scambio saturato con alluminio ( $Al^{3+}$ ). Sono suoli che si formano attualmente nelle fasce tropicali del mondo; nei nostri ambienti sono da considerare, insieme al precedente gruppo degli *Acrisols*, come occasionali e spesso paleosuoli indicatori di mutate condizioni pedoclimatiche e ambientali (Figura 7.12).

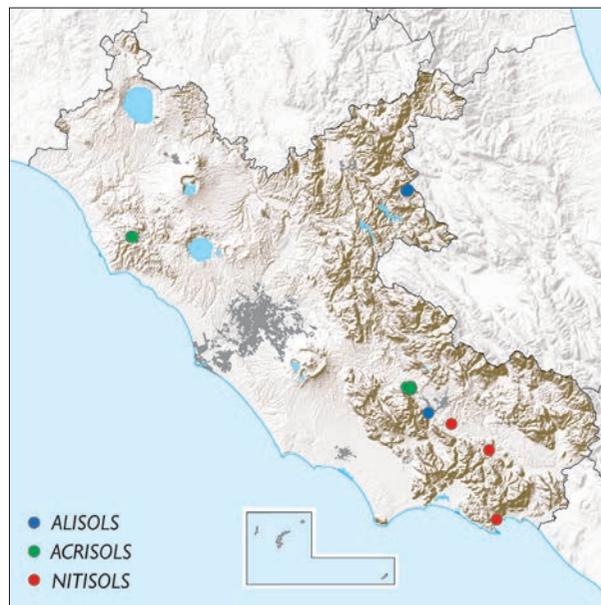


Fig. 7.12 - Distribuzione areale dei pedon classificati come Nitisols, Acrisols e Alisols

### Caratteristiche dei Nitisols, Acrisols e Alisols e differenziazioni qualificanti all'interno del Gruppo Referenziale

**Caratteristiche dei Nitisols:** La percentuale di frazione argillosa dei *Nitisols* è dominata da caolinite e (meta)halloysite. Possono essere presenti quantità minori di vermiculite e illite cloritizzata e minerali di argilla interstratificati casualmente, oltre a ematite, goethite e gibbsite. I *Nitisols* contengono il 4% o più di ferro "libero" ( $Fe_2O_3$  per estrazione di citrato-citrato) nella frazione di terra fine e più dello 0,2% di ferro "attivo" (mediante estrazione di ossalato acido a pH<sub>3</sub>). Il rapporto tra il ferro "attivo" e "libero" è 0,05 o più. La composizione mineralogica della frazione di sabbia dipende fortemente dalla natura del materiale parentale.

**Caratteristiche degli Acrisols:** Gli *Acrisols* sono suoli contenenti pochi minerali resistenti inalterati, con un alto contenuto di Fe-, Al- e ossidi di Fe, Al e Ti, e un rapporto tra  $SiO_2 / Al_2O_3$  di 2 o meno. La frazione argillosa è composta quasi interamente da caolinite ben cristallizzata e da gibbsite.

Da un punto di vista idrologico hanno orizzonti superficiali porosi sotto una copertura forestale protettiva; se manca la copertura forestale e vengono lavorati, il prezioso orizzonte A si può degradare e compattare per formare una crosta di superficie dura. La crosta non consente la penetrazione dell'acqua durante le piogge e si possono innescare fenomeni di intensa erosione superficiale. Per quanto riguarda le caratteristiche fisiche, la maggior parte degli *Acrisols* ha una microstruttura debole e una massiccia macro-

struttura, specialmente negli orizzonti sub-superficiali.

Gli *Acrisol* hanno scarse proprietà chimiche. I livelli di nutrienti disponibili per le piante sono bassi e la tossicità dell'alluminio e l'assorbimento di fosforo (P) sono forti limiti per il loro utilizzo agricolo. Poiché l'attività biologica è bassa negli *Acrisol*, la rigenerazione naturale degli orizzonti superficiali degradati da operazioni meccaniche (lavorazioni intensive), è in genere molto lenta.

**Caratteristiche degli *Alisols*:** Le caratteristiche fisiche di *Alisols* sono direttamente correlate ai contenuti relativi di argille ad alta attività, argille a bassa attività e ossidi di ferro. Dove le argille di rigonfiamento e restringimento dominano l'assemblaggio minerale, possono svilupparsi caratteristiche fisiche specifiche che assomigliano a quelle degli orizzonti "vertici". I segni rivelatori sono: distinte fessure, rapido flusso d'acqua nel suolo asciutto e lenta infiltrazione di acqua nel suolo umido, facce lucenti di elementi strutturali, elementi di struttura prismatica nell'orizzonte del sottosuolo e generalmente pochi macropori. In molti *Alisol*, la differenziazione strutturale tra gli orizzonti superficiali e sottosuperficiali conferisce proprietà fisiche diverse. Gli orizzonti superficiali tendono ad avere una struttura instabile e una permeabilità ridotta, in particolare dove l'orizzonte sottosuperficiale è denso e massiccio, come nel caso degli *Alisols* che

hanno un contenuto relativamente basso di argille ad alto contenuto di attività e ossidi di ferro. Ciò limita il drenaggio interno del suolo e aumenta il pericolo di erosione nei terreni in pendenza.

Gli intensi processi di alterazione e l'argilla con complesso di scambio ricco di Al porta a una grave infertilità chimica: Al e possibilmente Mn sono presenti in quantità tossiche mentre i livelli di altri nutrienti della pianta sono bassi e squilibrati. Tuttavia, le proprietà di scambio cationico favorevoli rendono alcuni *Alisols* produttivi sotto una gestione intensiva con un'adeguata calcitazione e applicazione di letame e fertilizzanti. Le riserve minerali di *Alisols* sono condizionate dalla frazione di argilla e dipendono in gran parte dalla composizione di argille ad alta attività che agiscono come minerali resistenti nel sistema. Nella maggior parte degli *Alisol*, queste riserve sono basse in Ca e K. Il basso pH e la presenza di grandi quantità di ossido di ferro favoriscono l'immobilizzazione del fosforo (P) ma molto meno che negli *Acrisols*. Il contenuto di sostanza organica degli *Alisols* coltivati è di solito modesto, in contrasto con quello sotto copertura forestale.

#### Differenziazione nella classificazione

Nel Lazio sono stati rilevati e riconosciuti solo nel sottotipo degli *Eutric Nitisols* (Figura 7.13-1, Tabella 7.7), in alcuni bassi versanti e conche di riem-

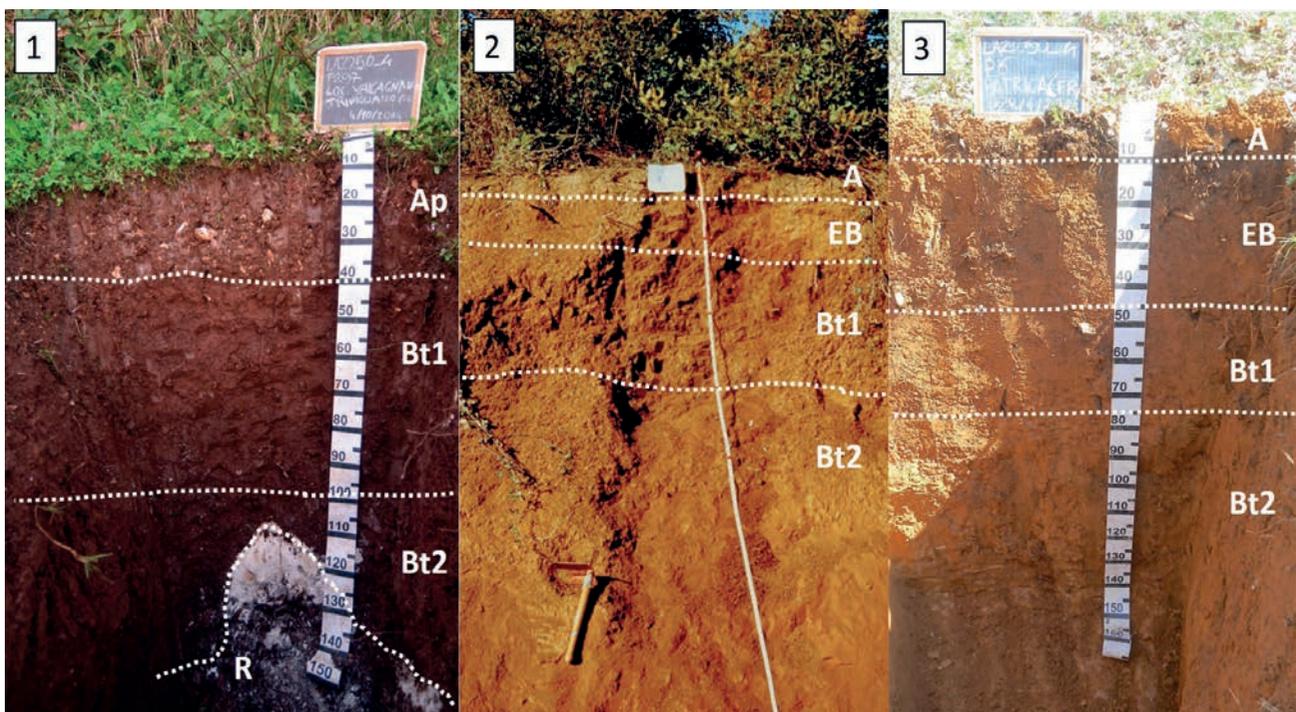


Fig. 7. 13 - 1-*Eutric Nitisol*, Loc. Trivigliano (FR); 2-*Chromic Acrisol*, Loc. Macchia di Anagni (FR); 3-*Umbric Alisol*, Loc. Patrica (FR)

pimento di origine tettono-carsica delle zone meridionali con rilievi calcarei delle aree di Ceccano e M.te Vaglia (FR) e in colluvi antichi prospicienti alla costa tra Gaeta e Formia.

Gli *Acrisols* rilevati nel territorio del Lazio (Tabella 7.7) si suddividono in **Chromic**, con colori rosso-giallastri (Figura 7.13-2) su antichi colluvi dei bassi rilievi collinari con tufi stratificati vulcanici nei pressi di Sgurgola (FR), e subordinatamente in **Alumic**, con saturazione effettiva da alluminio (acidità di scambio) > 50% e delle basi del complesso di scambio < 50%; tali suoli sono stati rilevati sotto copertura forestale e depositi colluviali antichi in piccole valli tra Allumiere e Tolfa.

Gli *Alisols* sono presenti (Tabella 7.7) nei sottotipi **Haplic**, senza alcuna caratteristica aggiuntiva particolare, e **Umbric**, con orizzonte superficiale ricco di sostanza organica, acido e con bassa saturazione in basi (Tabella 7.7, Figura 7.13-3); sono localizzati su colluvi antichi nei dintorni del Lago di Rascino (RI) e sui rilievi collinari con detrito antico di pozzolane dei dintorni di Supino (FR).

Tab 7.7 - Sottotipi di *Nitisols*, *Acrisols* e *Alisols* (Qualificatore principale)

Gruppo e sottogruppo referenziale WRB	N. di Pedon identificati nei rilevamenti
<i>Eutric Nitisols</i>	3
<i>Chromic Acrisols</i>	6
<i>Alumic Acrisols</i>	2
<i>Haplic Alisols</i>	2
<i>Umbric Alisols</i>	1

### Gestione dei *Nitisols*, *Acrisols* e *Alisols*

*Nitisols*: all'interno di questo gruppo, sono i suoli più produttivi; si presentano generalmente profondi e porosi e con struttura stabile; tali caratteristiche permettono il radicamento profondo e rendono questi suoli abbastanza resistenti all'erosione. La buona lavorabilità dei *Nitisols*, il loro buon drenaggio interno e le proprietà di ritenzione idrica sono integrate da proprietà chimiche (fertilità) che si confrontano favorevolmente con quelle degli altri tipi di suoli "residuali" di questo gruppo particolare (*Acrisols* e *Alisols*). I *Nitisols* hanno un contenuto relativamente elevato di minerali ancora alterabili e gli orizzonti superficiali possono contenere una certa percentuale di materia organica, in particolare nelle colture forestali o arboree.

*Acrisols*: l'agricoltura praticata sugli *Acrisols* non è molto gratificante, tuttavia coltivazioni di cereali non

impegnative, tolleranti all'acidità possono essere coltivate con un certo successo. Infatti grandi aree di *Acrisol* nel mondo vengono lasciate ancora sotto copertura forestale, dove tuttavia la maggior parte delle radici degli alberi sono concentrate nell'orizzonte superficiale umido con solo poche radici che si estendono negli orizzonti sub-superficiali massivi. Gli *Acrisol* sono adatti alla produzione di colture irrigue solo dopo calcitazione (*liming*) e adeguata concimazione.

La rotazione e/o diversificazione delle colture annuali può contribuire a mantenere il contenuto di sostanza organica, a patto di non eccedere nelle lavorazioni meccaniche e utilizzare approcci conservativi (*minimum* o *no-tillage*).

*Alisols*: in generale, gli *Alisols* sono terreni improduttivi; il loro uso è generalmente limitato alle colture tolleranti all'acidità o al pascolo a bassa intensità per superficie. La produttività degli *Alisols* nell'agricoltura di sussistenza è generalmente bassa poiché questi suoli hanno una capacità limitata di recupero della fertilità chimica. Se completamente calcinati, le colture possono beneficiare della notevole capacità di scambio cationico e di una capacità di ritenzione idrica piuttosto buona. Gli *Alisols* sono sempre più utilizzati per colture agricole tolleranti all'alluminio.

## 7.4 Suoli con allofane e composti al-humus: ANDOSOLS

### Inquadramento geografico e dinamiche di formazione

Gli *Andosols* (dal giapponese: *An* = nero e *Do* = suolo) sono i suoli che si evolvono sui paesaggi degli apparati vulcanici e da vulcaniti effusive di vari tipi, quali depositi piroclastici e di ricaduta (bombe/scorie), cineriti, tufi, pomici, ignimbriti. In Italia sono diffusi e caratterizzanti gli ambienti vulcanici effusivi delle aree Centro-meridionali di Lazio, Campania, e Sicilia. Nel Lazio sono associati ai complessi vulcanici pleistocenici non più attivi dei Cimini, delle caldere di Bolsena, Vico e Bracciano (a nord del Tevere) e dei Colli Albani e Monti Ernici a sud. Gli *Andosols* sono caratterizzati da una mineralogia dominata da minerali a basso ordine cristallino e, nei depositi piroclastici, costituiscono parte della sequenza di alterazione: materiali del suoli tefrici → orizzonti vitrici → orizzonti andici. Si riconoscono due tipi principali di orizzonte andico, uno in cui predominano l'alfofane e i minerali simili (tipo sil-andico) e uno in cui prevale l'alluminio complessato da acidi organici (tipo alu-andico). Gli orizzonti sil-andici, hanno una reazione da acida a neutra, mentre gli orizzonti alu-andici variano da

estremamente acidi ad acidi.

Gli orizzonti **Andici** possono essere sia superficiali che sub-superficiali e sono identificati dalle seguenti proprietà diagnostiche (Shoji et al., 1996; Berding, 1997):

- densità apparente del suolo alla capacità di campo (non avendo subito alcun essiccamento) inferiore a  $0,9 \text{ Kg dm}^{-3}$ ;
- il 10% o più di argilla e un valore nella frazione della terra fine di  $\text{Al}_{\text{ox}} + \frac{1}{2} \text{Fe}_{\text{ox}}$  del 2 % o più;
- una ritenzione in fosfato del 70 % o più;
- un contenuto in vetro vulcanico nella frazione della terra fine inferiore al 10% e spessore almeno di 30 cm.

Gli orizzonti **Vitrici** si distinguono dagli orizzonti andici per mezzo del loro più basso grado di alterazione. Questo viene messo in evidenza da un più alto contenuto in vetro vulcanico negli orizzonti vitrici (più del 10 % della frazione della terra fine) e da una più bassa quantità di minerali pedogenetici non-cristallini o paracristallini, che risultano caratterizzati da una moderata quantità di alluminio e ferro estraibili in ossalato acido (pH 3) negli orizzonti vitrici ( $\text{Al}_{\text{ox}} + \frac{1}{2} \text{Fe}_{\text{ox}} = 0,4-2,0 \%$ ), da una più alta densità apparente (la densità apparente degli orizzonti vitrici è compresa fra  $0,9$  e  $1,2 \text{ Kg dm}^{-3}$ ) e da una più bassa ritenzione in fosfato (25-70%).

Possono essere inoltre presenti, in condizioni di vegetazione naturale e pedoclima udico sopra quote di 600-700 m. degli orizzonti di superficie (epipedon) scuri, ricchi di sostanza organica e di composti umo-metallici identificati come **Umbrici** (acidi e a

bassa saturazione in basi) o **Mollici** (neutri o alcalini con alta saturazione in basi). Tali tipi di orizzonte si possono suddividere ulteriormente, cosa particolare solo negli *Andosols*, in orizzonti **Melanici** o **Fulvici**, a seconda che prevalgano acidi organici di tipo umico o fulvico (IUSS WRB, 2015).

I depositi di origine vulcanica ed i suoli con caratteristiche andiche sono diffusi, a livello geografico, soprattutto nell'Italia centro-meridionale ed insulare, come mappato dalla più recente cartografia a scala nazionale (Costantini et al., 2013, Figura 7.14-a). Nella Toscana meridionale e nel Lazio sono presenti nei rilievi del Monte Amiata e nelle caldere residuali di Bolsena, Vico, Bracciano e Colli Albani (Figura 7.14-b, da Cosentino et al., 2012).

I fenomeni di alterazione e pedogenesi degli ambienti vulcanici del Lazio in relazione alla formazione di *Andosols* e/o di intergradati andici sono stati ampiamente studiati soprattutto per quanto riguarda gli apparati a nord del Tevere ed in particolare l'apparato Vicano (Bidini et al., 1984, 1985, 1986; Lorenzoni et al., 1984, 1985, 1986; Lulli et al., 1985, 1986, 1988, 1990, 1991; Quantin et al., 1988, Quantin 1992), dei Cimini (Lorenzoni et al., 1995) e di Bracciano (Lulli, 1971). Altri studi preliminari sono stati effettuati anche sui Colli Albani (Dowgiallo et al., 1992; Lulli et al., 1993, Tesi di laurea non pubblicate di Biondi F., Cali A., Pasquini A.).

Forti correlazioni tra il gradiente altimetrico, la differente litologia dei depositi effusivi e la vegetazione sono stati infatti rilevati e studiati nel determinare l'esistenza e l'evidenza di maggiori o minori

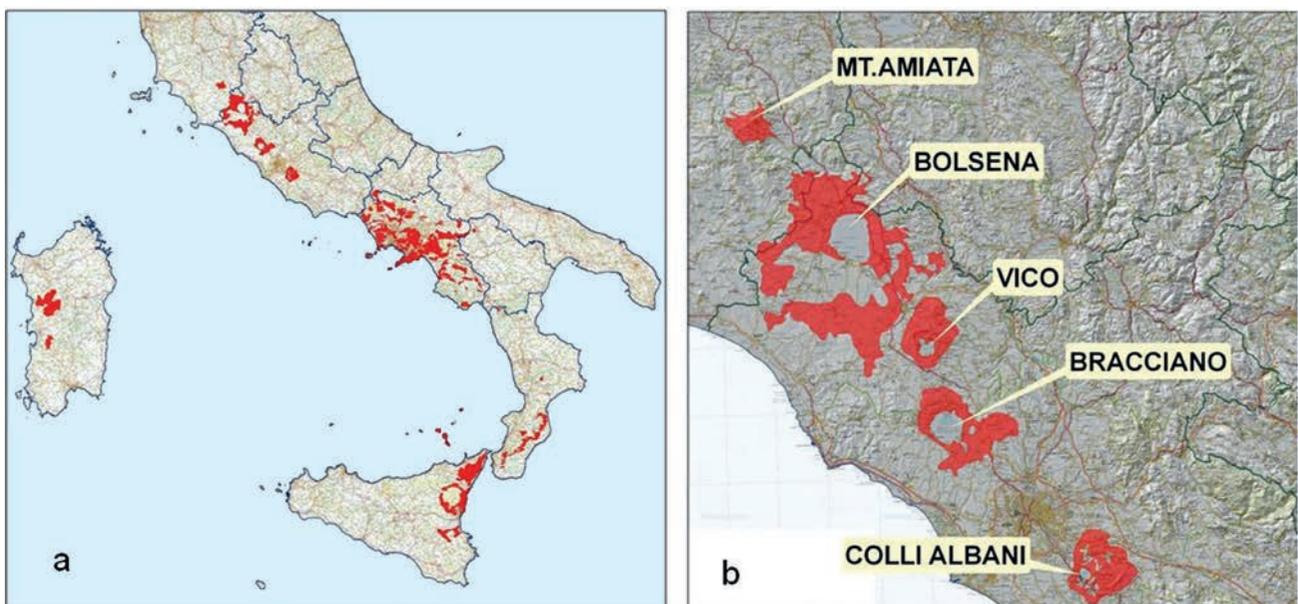


Fig 7. 14 - Distribuzione dei suoli vulcanici: a-nell'Italia centro-meridionale; b-nelle aree della Toscana Meridionale e Lazio

espressioni nelle caratteristiche andiche. Per esempio l'apparato vulcanico di Vico, che è costituito da una struttura principale di lave tefritico-fonolitiche con leucite, comprende anche una caldera sommitale con un cono centrale trachitico e importanti depositi piroclastici estesi per una vasta area nei dintorni della caldera. I suoli di Vico mostrano come, in ambiente Mediterraneo, un moderato rilievo (965 m) può produrre un'importante differenziazione nel clima e nelle proprietà del suolo, in base all'altitudine e all'orientamento della pendenza, con un gradiente che a partire dalle quote più alte vede gli *Andosols*, materiali molto profondi, scuri, umidi, porosi, su vegetazione forestale, e i *Vitrandic Cambisols* caratterizzati da un'intensa formazione di argilla (principalmente halloysite) in condizioni di drenaggio libero; sul pendio ci sono i *Dystric Cambisols* con poche evidenze di caratteristiche andiche nella parte superiore e piccole evidenze di traslocazione di argilla nella parte inferiore del profilo. Infine, più in basso nei *plateaux* piroclastici troviamo i *Chromic* e *Cutanic Luvisols* associati con gli *Umbrisols*. Gli *Andosols* di alta quota possono avere orizzonti melanici o fulvici, a seconda del tipo di copertura forestale, della variazione di quota e del pedoclima (regime idrico e termico). È stata osservata una prevalenza generale dei melanici, con un areale dei fulvici riservato alle sole aree sommitali sopra i 650-700 m con copertura di faggete, regime idrico udico e di temperatura termico (Napoli et al., 2013).

Nel complesso dei Colli Albani Sevink et al., (1984) hanno studiato la relazione tra suolo e superficie nella parte meridionale del Lazio. Questo studio, dopo gli studi di Rammelzwall (1978) su Roccamonfina, comprende anche parte dei Monti Ernici. Come riportato da Lulli (2007), sui tufi dei Colli Albani, che sono spesso inter-stratificati con terreni sepolti, si incontrano suoli lisciviati (*Luvisols*), associati a suoli nelle prime fasi evolutive (*Regosols*) sulle superfici di erosione. Si possono incontrare anche *Andosols* con caratteri mollici su materiali sciolti di superfici piane o leggermente inclinate. Anche i suoli con lisciviazione e formazione di argilla (*Luvisols*) predominano sui Monti Ernici. Una tesi inedita di Biondi (1988) dimostra come, sui vulcani del Lazio oltre i 500 m, gli *Andosols* possano formarsi sulle emissioni idromagmatiche, con orizzonti di alterazione cambici ben sviluppati.

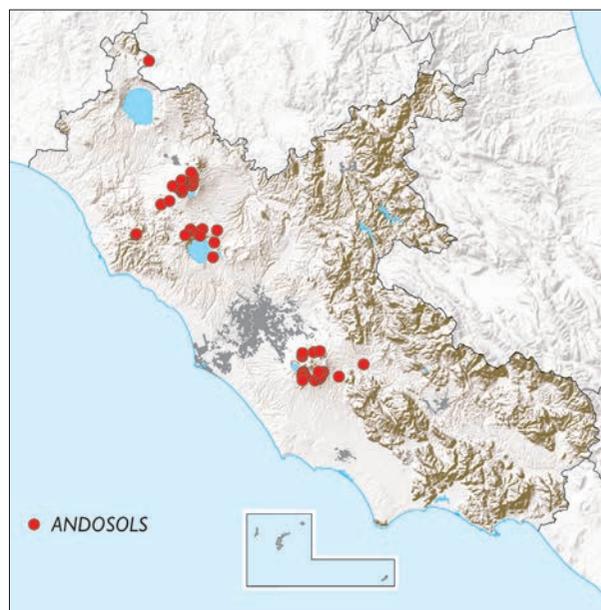


Fig. 7.15 - Distribuzione areale dei pedon classificati come *Andosols*

### Caratteristiche degli *Andosols* e differenziazioni qualificanti all'interno del Gruppo Referenziale

Nel Lazio sono stati individuati sette sottogruppi di *Andosols* in accordo con la classificazione adottata (IUSS WRB, 2015), la cui distribuzione quantitativa sulla base di pedon (profili) rilevati ed identificati è riportata in Tabella 7.8

Tab. 7.8 - Sottotipi di *Andosols* (Qualificatore principale)

Gruppo e sottogruppo referenziale WRB	N. di Pedon identificati nei rilevamenti
<i>Vitric Andosols</i>	11
<i>Umbric Andosols</i>	11
<i>Silandic Andosols</i>	9
<i>Dystric Andosols</i>	3
<i>Leptic Andosols</i>	2
<i>Mollic Andosols</i>	1
<i>Eutric Andosols</i>	1

I *Vitric* e *Umbric Andosols* sono i due sottotipi più diffusi (Figura 7.16-1-2), identificati rispettivamente dalla presenza di un orizzonte Vitrico o Umbrico.

I *Vitric Andosols* sono diffusi principalmente nelle aree dei Colli Albani (Caldera di Nemi, Monte Artemisio e Parco dei Castelli Romani), correlati quindi a maggiore presenza di affioramenti di litologie effusive più ricche in materiali vetrosi (scorie, lapilli, facies freatomagmatiche). Gli *Umbric Andosols* si ritrovano principalmente ai bordi delle caldere di Vico e Bracciano (M.ti Cimini e Sabatini), in contesti litologici più variabili con anche presenza di lave sature e sottosature.

I *Silandic Andosols* (Figura 7.16-3) sono caratterizzati da avere un orizzonte andico con alta percentuale di silice e un basso contenuto di alluminio legato alla frazione umifera, con formazione di minerali argil-

losi e amorfi come allofane e imogolite. Sono diffusi negli stessi ambienti dei *Vitric* (Colli Albani) e solo in un caso sono stati rilevati più a nord anche sui versanti esterni della antica caldera di Vico.

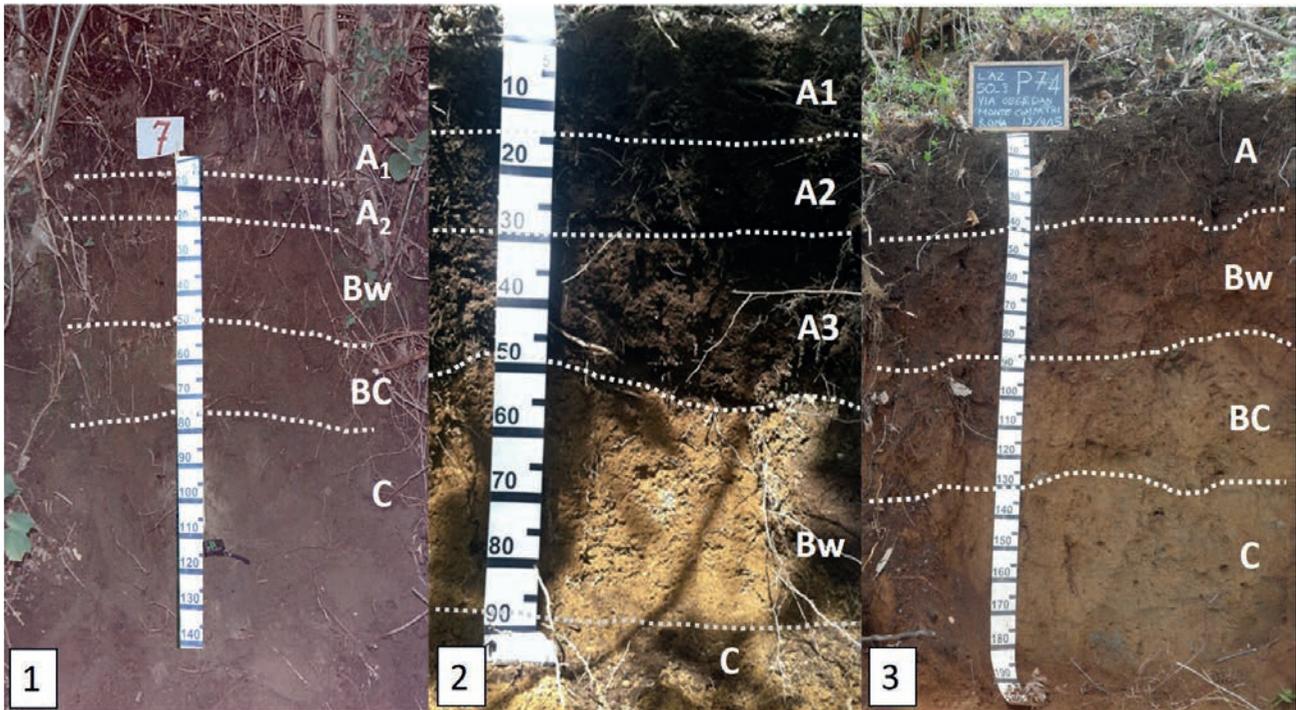


Fig. 7.16 - 1-Vitric Andosol, Loc. Nemi (RM); 2-Melanic Umbric Andosol, Loc. M.te Fogliano-Vico (VT); 3-Mollic Silandic Andosol, Loc. Montecompatri (RM)

### Gestione degli Andosols

Gli *Andosols* hanno un alto potenziale di produzione agricola, ma spesso sono sottoutilizzati per le loro caratteristiche. In generale, gli *Andosols* sono terreni fertili, in particolare quelli evoluti su depositi piroclastici (ceneri vulcaniche) e non esposti a lisciviazione eccessiva. La forte fissazione di fosfato da parte degli *Andosols* è un problema. Le misure migliorative per ridurre questo effetto (causato da Al attivo) comprendono l'applicazione di calce, silice, materiale organico e fertilizzante non a base fosfatica. Gli *Andosols* sono facili da lavorare e hanno buone proprietà di legabilità e conservazione dell'acqua. Tuttavia, se fortemente idratati possono presentare problemi a causa della loro bassa capacità portante e della loro viscosità (tixotropia): vale a dire capacità di assorbimento rapido di notevoli quantità di acqua, e perdita rapida di coesione interna dovuta a deboli legami forniti dai minerali argillosi. Il materiale minerale del suolo assume caratteristiche semi-fluide, innescando fenomeni di soliflusso o nei casi più gravi su versanti a forte pendenza, colate di fango rapide (Pepe, 2006; Terribile et al., 2007; Vingiani et al., 2015).

### 7.5 Suoli con accumulo di sostanza organica, con carbonati: *CHERNOZEMS, KASTANOZEMS, PHAEZOZEMS*

#### Inquadramento geografico e dinamiche di formazione

I *Chenozems*, *Kastanozems* e *Phaeozems* appartengono al grande gruppo di suoli caratterizzati da accumulo di sostanza organica su substrati generalmente carbonatici e comunque ricchi in carbonato di calcio. A differenza della maggior parte delle altre aree del mondo dove compaiono in climi delle steppe e su depositi eolici calcarei (*Loess*), in ambiente mediterraneo il pedoclima xerico semi-arido e/o la presenza di lunghi periodi di suolo secco e substrati sciolti ricchi di carbonato, fa sì che anche nei nostri ambienti la loro presenza sia da ritenersi molto più diffusa di quanto si pensi, soprattutto alla luce di nuovi e più densi rilevamenti. I suoli di questo gruppo vengono generalmente chiamate terre nere/scure (*black soils*) e hanno delle riserve di carbonio organico concentrate soprattutto negli orizzonti superficiali, che si presentano, sotto vegetazione naturale, soffici e con strutture grumose/granulari (orizzonti

Mollici o Chernici), con (*Chernozems*, *Kastanozems*) o senza (*Phaeozems*) accumulo di concentrazioni di carbonato di calcio secondario di origine pedogenetica, e con alta saturazione in basi di scambio. In passato sono stati identificati come “suoli bruni calcarei”, “suoli bruni mediterranei”, “suoli bruni lisciviati” e “rendzina” (Mancini, 1966), mentre attualmente sono identificati sia come suoli prevalenti in ambienti di bassa montagna calcarea, sia in ambienti collinari e terrazzati costieri (L'Abate et al., 2015; Costantini et al., 2013). Complessivamente nella Regione Lazio sono stati identificati e classificati 9 *Chernozems*, 11 *Kastanozems* e 712 *Phaeozems* (Figura 7.17, mappa distribuzione areale), per un totale di 732 pedon appartenenti a questo gruppo di suoli.

I suoli di questo gruppo rappresentano quindi, per le caratteristiche dei loro orizzonti superficiali, un grande serbatoio di stock di carbonio organico; i valori medi statistici espressi in Mg/ha sono riportati in Tabella 7.9.

Tab. 7.9 - Quantità di carbonio organico espresse in Mg/ha stoccate nei gruppi *Chernozems*, *Kastanozems* e *Phaeozems* per i suoli del Lazio

Tipo suolo	N orizzonti sup. (A*)	Stock totale Carbonio Organico (Mg/ha)			
		media	minimo	massimo	spessore (medio)
<i>Chernozems</i>	8	77.9	29.9	137.9	38
<i>Kastanozems</i>	14	22.2	10.5	39.6	22.9
<i>Phaeozems</i>	740	25.0	1.6	45.6	24.5

In particolare, i *Chernozems* (dal russo *chorniy* = nero e *zemlja* = terra, suolo) sono suoli caratterizzati dalla presenza un orizzonte superficiale molto scuro ricco di sostanza organica detto “Chernico”, e orizzonti calcici sub-superficiali contraddistinti da figure di accumulo di carbonato di calcio secondario. La loro presenza nel Lazio è stata rilevata in alcune aree costiere su depositi alluvionali e depositi fluvio-lacustri e palustri (zona di Terracina-Fondi), subordinatamente su terrazzi costieri su depositi marini o continentali di chiusura (Tarquinia - VT; Santa Marinella - RM), e solo in maniera occasionale come suoli correlati sottoforma di inclusioni locali in aree di *plateau* inciso o rilievi collinari su depositi vulcanici e sui rilievi calcarei di bassa montagna dei Monti Reatini. I *Kastanozems* (dal latino *castanea* = marrone castagna e dal russo *zemlja* = terra, suolo) sono suoli caratterizzati dalla presenza di un orizzonte superficiale bruno scuro ricco di sostanza organica detto “Mollico” e orizzonti calcici sub-superficiali contraddistinti da figure di ac-

cumulo di carbonato di calcio secondario. Nel Lazio sono presenti occasionalmente sui depositi eolici della duna antica (da Roma al Circeo) e sui terrazzi costieri su depositi marini a nord di Roma (Tarquinia); nelle aree del *plateau* vulcanico inciso e versanti su depositi marini associati del Viterbese, e più a sud sui rilievi su alternanze argilloso-marnoso-calcaree ed i terrazzi antichi associati del Frusinate (Sora-Pontecorvo-Cassino). I *Phaeozems* (dal greco *phaios* = marrone, bruno e *zemlja* = terra, suolo) sono suoli caratterizzati dalla presenza di un orizzonte superficiale bruno scuro ricco di sostanza organica detto “Mollico” e orizzonti sub-superficiali ad alta saturazione in basi, senza però carbonati riprecipitati.

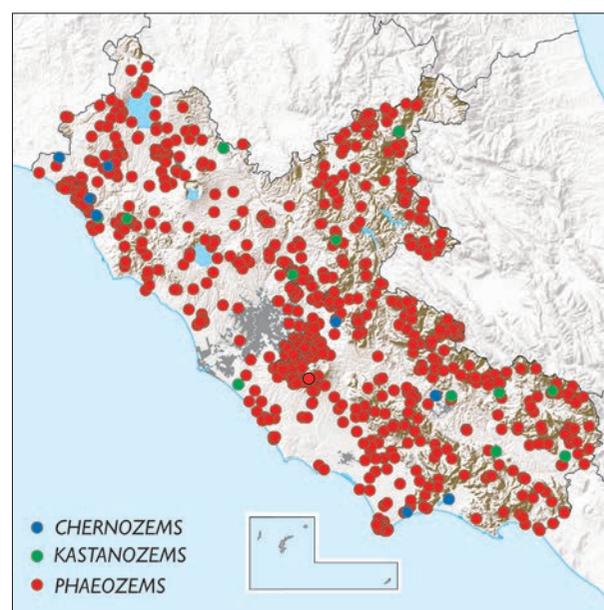


Fig. 7.17 - Distribuzione areale dei pedon classificati come *Chernozems*, *Kastanozems* e *Phaeozems*

### Caratteristiche dei *Chernozems* e differenziazioni qualificanti all'interno del Gruppo Referenziale

I sottotipi di *Chernozems* più rappresentati (Tabella 7.10) sono i *Calcic*, (Figura 7.18-1-2) con orizzonti subsuperficiali caratterizzati da riprecipitazioni di carbonato di calcio secondario (noduli, efflorescenze, concrezioni) superiori al 5% in volume, ed i *Gleyc*, (Figura 7.18-3) con orizzonti sub-superficiali interessati da forti fenomeni di riduzione dovuti a risalita di falda. Questi ultimi si ritrovano nelle aree retrocostiere fluvio-lacustri e rappresentano l'evoluzione di suoli torbosi (*Histosols*) sottoposti a drenaggio artificiale e intensa lavorazione agricola per molti anni. A seguito della bonifica della Pianura Pontina, nell'arco di quasi 80 anni i processi di umificazione e mineralizzazione

dei materiali organici hanno prodotto questo tipo di suoli, che pertanto risultano associati in ambienti di transizione agli *Histosols*.

Occasionalmente sono stati rilevati anche sottotipi *Pachic*, con spessore dell'orizzonte diagnostico chernico superiore ai 50 cm, oppure *Siltic*, con tessiture dominanti limose e/o franco limose.

Tab. 7.10 - Sottotipi di *Chernozems* (Qualificatore principale)

Gruppo e sottogruppo referenziale WRB	N. di Pedon identificati nei rilevamenti
<i>Calcic Chernozems</i>	5
<i>Gleyc Chernozems</i>	2
<i>Pachic Chernozems</i>	1
<i>Siltic Chernozems</i>	1

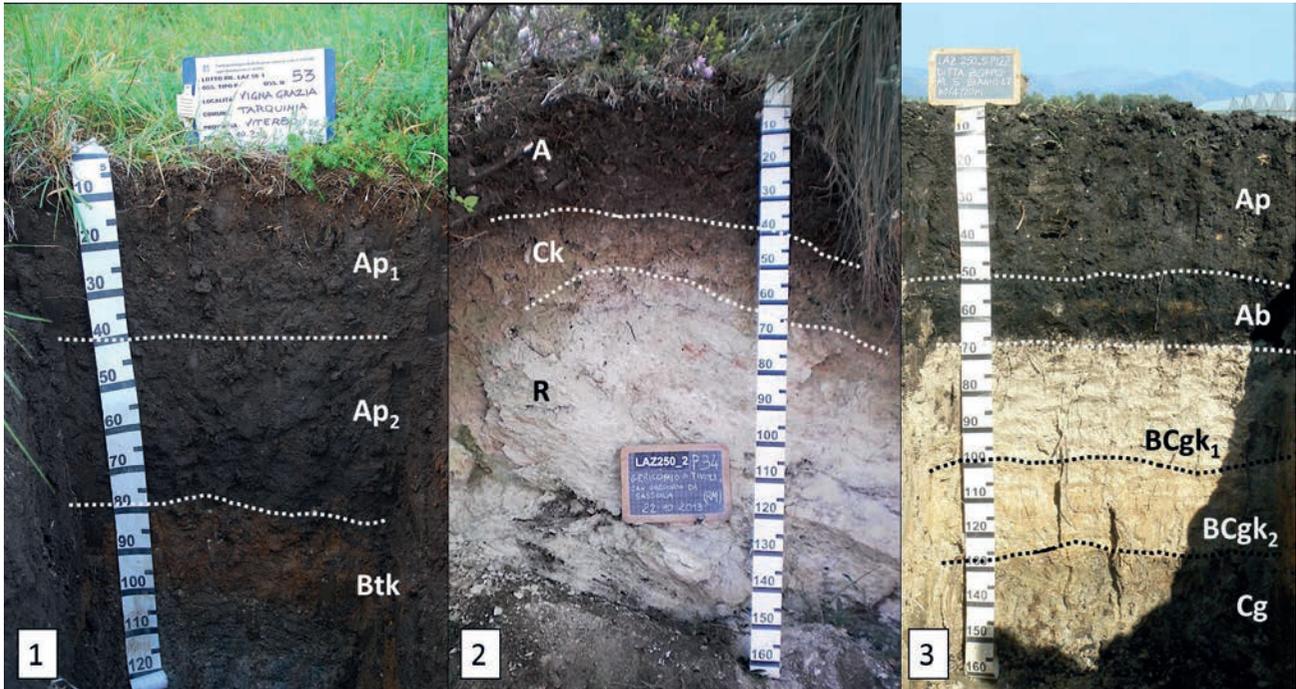


Fig. 7.18 - 1-*Luvic Calcic Chernozem*, Loc. Vignia Grazia (VT); 2-*Endoleptic Calcic Chernozem*, Loc. San Gregorio da Sassola (RM); 3-*Gleyc Chernozem*, Loc. San Biagio (LT)

### Caratteristiche dei *Kastanozems* e differenziazioni qualificanti all'interno del Gruppo Referenziale

Da quanto rilevato (Tabella 7.11) i più diffusi sottotipi di *Kastanozems* sono i *Calcic* (Figura 7.19-1-3), anche questi con orizzonti subsuperficiali caratterizzati da riprecipitazioni di carbonato di calcio secondario (noduli, efflorescenze, concrezioni) superiori al 5% in volume. Occasionalmente si possono trovare dei *Luvic*, con orizzonte illuviale di argilla sub-superficiale, i *Leptic* (Figura 7.19-2), con ridotto spessore del suolo e contatto con la roccia entro i 100 cm, e gli *Skeletal* (Figura 7.19-1), con alte percentuali di scheletro (superiore al 40% in volume entro i 100 cm).

Tab. 7.11 - Sottotipi di *Kastanozems* (Qualificatore principale)

Gruppo e sottogruppo referenziale WRB	N. di Pedon identificati nei rilevamenti
<i>Calcic Kastanozems</i>	8
<i>Luvic Kastanozems</i>	1
<i>Leptic Kastanozems</i>	1
<i>Skeletal Kastanozems</i>	1

### Caratteristiche dei *Phaeozems* e differenziazioni qualificanti all'interno del Gruppo Referenziale

I pedon classificati nel gruppo dei *Phaeozems* si distribuiscono in 15 sottotipi a livello di primo qualificatore, come riportato in Tabella 7.12; tuttavia la maggior parte di essi, vale a dire il 97%, si distribuisce nei primi 9 sottotipi, che a partire dal più popolato sono: *Haplic*: (dal greco *haplós* = semplice), che sta a significare privi di qualsiasi altro aspetto caratterizzante e diagnostico rispetto alle caratteristiche generali del Gruppo Referenziale (Figura 7.20-1); *Leptic*: con spessori ridotti e contatto litico alla roccia tra 50 e 100 cm (suffisso *Endoleptic*) o tra 0 e 50 cm (suffisso *Epileptic*, Figura 7.20-2); *Cambic*: che presentano un orizzonte di alterazione sub-superficiale di medio-bassa evoluzione di tipo cambico (Figura 7.20-3); *Luvic*: che presentano un orizzonte sub-superficiale di illuviazione di argilla; *Rendzic*: che hanno l'orizzonte scuro Mollico superficiale direttamente sovrastante materiali ghiaiosi calcarei o addirittura direttamente

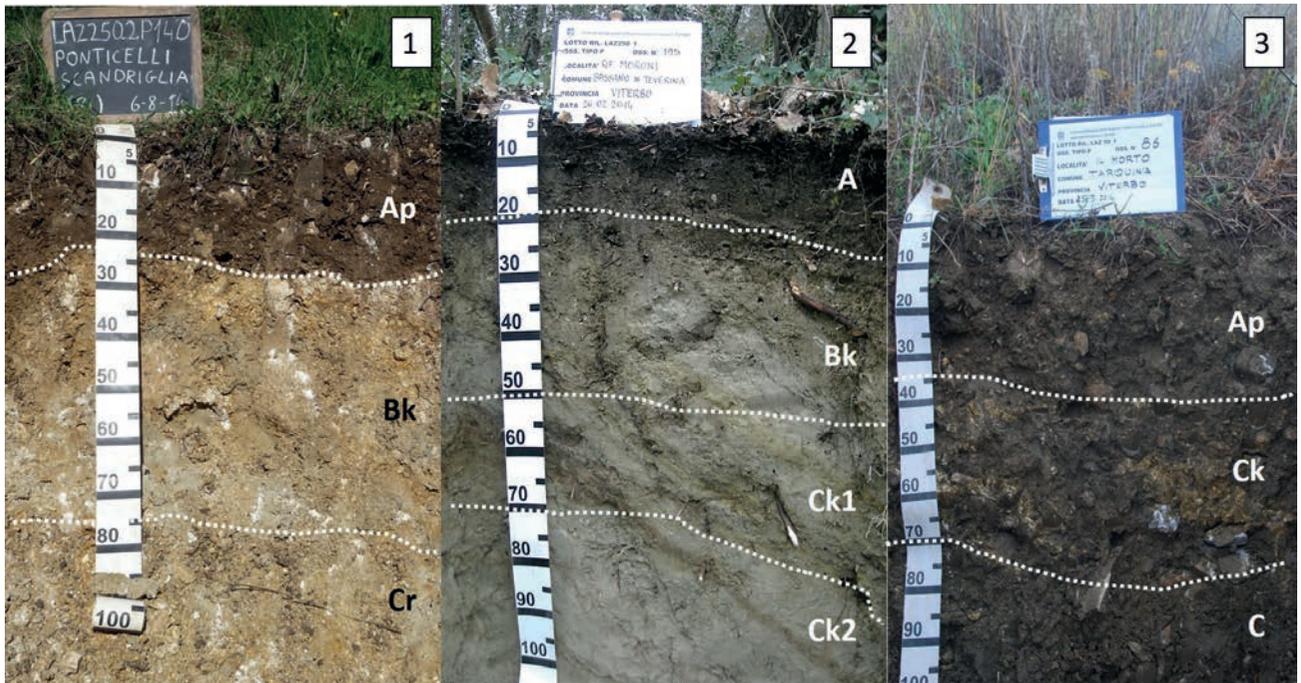


Fig. 7.19 - 1-Skeletic Calcic Kastanozem, Loc. Scandriglia (RI); 2-Leptic Kastanozem, Loc. Bassano in Teverina (VT); 3-Calcic Kastanozem, Loc. Il Morto (VT)

su roccia calcarea, entrambi contenenti più del 40% di carbonato di calcio equivalente; **Gleyc**: che hanno figure pedogenetiche derivanti da fenomeni di ossido-riduzione nella massa del suolo (proprietà gleyiche) derivanti da ristagno di acqua da risalita di falda; **Calcaric**, con materiali del suolo (sia grossolani che fini) di origine calcarea; **Fluvic**: con fenomeni di accu-

mulo di materiali stratificati dovuti a dinamica fluviale e/o collegata (fluvio-lacustre, alluvio-colluviale); mostrano stratificazione in almeno il 25% del volume del suolo entro una specifica profondità, con strati visibili e/o con accumulo in genere di diverse quantità di sabbia e/o carbonio organico.

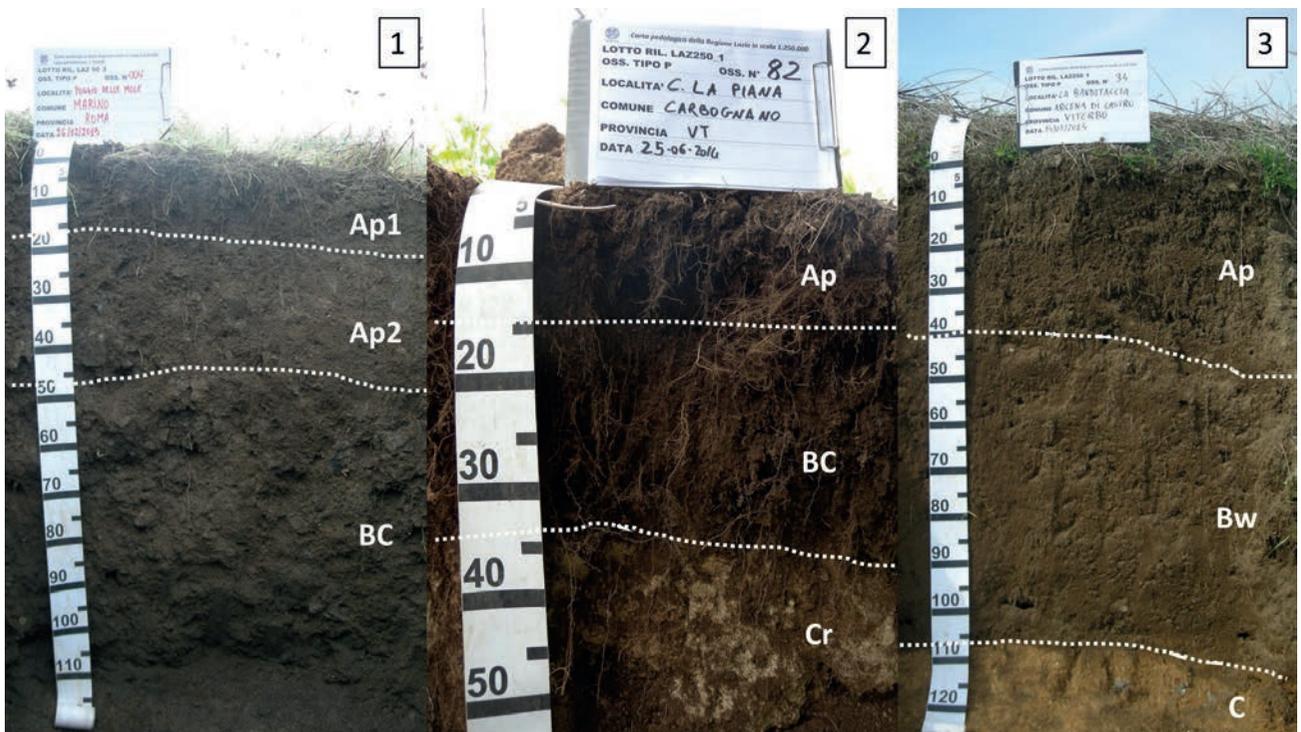


Fig. 7.20 - 1-Haplic Phaeozem, Loc. Poggio delle Mole, Marino (RM); 2-Leptic Phaeozem, Loc. Casa la Piana, Carboognano (VT); 3-Cambic Phaeozem, Loc. Arcena di Castro (VT)

Tab. 7. 12 - Sottotipi di *Phaeozems* (Qualificatore principale)

Gruppo e sottogruppo referenziale WRB	N. di Pedon identificati nei rilevamenti
<i>Haplic Phaeozems</i>	170
<i>Leptic (Endo/Epi) Phaeozems</i>	155
<i>Cambic Phaeozems</i>	148
<i>Luvic Phaeozems</i>	95
<i>Rendzic Phaeozems</i>	71
<i>Gleyc Phaeozems</i>	19
<i>Skeletal Phaeozems</i>	13
<i>Calcaric Phaeozems</i>	11
<i>Fluvic Phaeozems</i>	10
<i>Vertic Phaeozems</i>	5
<i>Stagnic Phaeozems</i>	5
<i>Vitric Phaeozems</i>	4
<i>Eutric Phaeozems</i>	4
<i>Chernic Phaeozems</i>	1
<i>Chromic Phaeozems</i>	1

### Gestione dei *Chernozems*, *Kastanozems* e *Phaeozems*

Il gruppo dei suoli *Chernozems*, *Kastanozems* e *Phaeozems*, per le loro caratteristiche di ricchezza in sostanza organica, ottima strutturazione, buon drenaggio e capacità di ritenzione idrica, sono considerati tra i suoli migliori esistenti per tutta una serie di usi agricoli ed anche per prati-pascoli. In particolare i *Chernozems* devono essere gestiti conservando la struttura del suolo favorevole attraverso una coltivazione tempestiva e un'attenta irrigazione a bassi volumi irrigui, in modo da prevenirne l'ablazione e l'erosione. L'applicazione di fertilizzanti fosfatici è necessaria per ottenere alte rese agronomiche. Il grano, l'orzo e il mais sono le colture principali coltivate, insieme ad altre colture alimentari e ortaggi. Nella nostra fascia temperata calda, la produzione di colture annuali deve essere supportata, nei periodi asciutti, da adeguata irrigazione.

Anche i *Kastanozems* sono terreni potenzialmente ricchi; la periodica mancanza di umidità del suolo è il principale ostacolo agli alti rendimenti. L'irrigazione è quasi sempre necessaria per alte rese; occorre prestare attenzione per evitare la salinizzazione secondaria degli orizzonti superficiali. I piccoli cereali e le colture (irrigue) ortive e cerealicole-foraggiere sono i principali utilizzi di questi suoli. L'erosione eolica (del vento) può essere un problema nei *Kastanozem*, specialmente nelle terre incolte. Il pascolo estensivo è un altro importante uso del suolo, tuttavia da gestire in maniera sostenibile per evitare sovrappascolamento e degradazione della struttura.

I *Phaeozems* sono terreni porosi e fertili e costituiscono terreni agricoli eccellenti. Nella fascia climatica temperata sono piantati a grano, orzo e verdure accanto ad altre colture. Tuttavia l'erosione eolica ed idrica diffusa ed incanalata sono seri pericoli, e se lavorati ed irrigati bisogna attuare piani di gestione oculati per evitare l'insorgere di fenomeni degradativi. Essendo suoli molti ricchi di carbonio organico unificato negli orizzonti di superficie, bisogna tenere conto infine che tutti i suoli di questo Gruppo sono soggetti, se irrigati nelle stagioni asciutte, a un incremento della attività microbica più spinto e quindi ad una più rapida mineralizzazione del carbonio organico, con conseguente emissione di elevate quantità di gas serra (CO<sub>2</sub>). Da una serie di indagini condotte nell'Italia centro-meridionale dal CREA nell'ambito dell'Atlante del rischio desertificazione (Costantini et al., 2007) è stata infatti evidenziata una diminuzione del contenuto di sostanza organica significativa nella comparazione tra coltivazioni in irriguo rispetto a quelle in asciutto.

### 7.6 Suoli con accumulo di sostanza organica, acidi e con bassa saturazione: UMBRISOLS

#### Inquadramento geografico e dinamiche di formazione

Gli *Umbrisols* (dal latino *umbra* = ombra) sono suoli paragonabili a quelli del gruppo precedente, ma evoluti su rocce acide o frutto di una intensa lisciviazione da climi umidi montani (pedoclimi udici) e quindi privi di carbonati e con bassa saturazione in basi. Posseggono anch'essi come elemento fondamentale di riconoscimento diagnostico un orizzonte superficiale ricco di sostanza organica, scuro, ma contraddistinto da reazione acida, detto appunto **Umbrico**. Nel Lazio sono tipicamente associati a due diverse e peculiari situazioni pedoambientali (Figura 7.21):

a) sui *plateaux* vulcanici con depositi piroclastici e/o effusivi di varia natura, sia sotto copertura forestale che in aree coltivate, negli apparati dei Cimini, Vico, Bracciano ed anche, a sud del Tevere, in quelli dei Colli Albani; in questi ambienti sono associati agli *Andosols* e ai *Luvicols*. Poiché sono spesso caratterizzati da reazione fortemente acida in superficie, spesso nelle aree agricole vengono trattati con concimazioni calciche che possono, se ripetute negli anni, condurre alla trasformazione dell'orizzonte Umbrico in Mollico, con conseguente passaggio al gruppo dei *Phaeozems*; tuttavia questa trasformazione non è permanente.

b) sui rilievi dei Monti Reatini con affioramenti pelitico-arenacei e nelle conche intermontane o altopiani associati (Leonessa, Pian di Rascino), sui Monti Lepini (Colleferro) e Ernici (Lago di Canterno) a quote superiori ai 700-800 m e pedoclima udico.

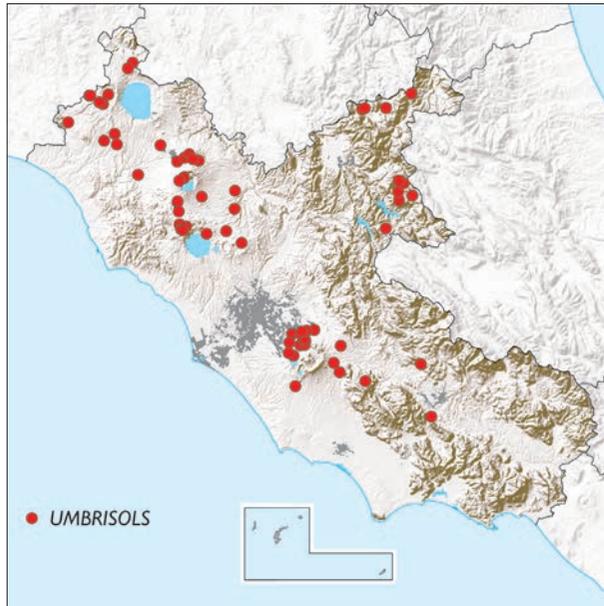


Fig. 7.21 - Distribuzione areale dei pedon classificati come *Umbrisols*

### Caratteristiche degli *Umbrisols* e differenziazioni qualificanti all'interno del Gruppo Referenziale

Poiché la vegetazione di copertura e il clima influenzano la formazione di un orizzonte umbrico, lo sviluppo del profilo dipende fortemente dalla depo-

sizione di quantità significative di materiale organico con bassa saturazione in basi sulla superficie del suolo. Dall'analisi dei pedon rilevati (Figura 7.21 e Tabella 7.13), i sottotipi *Haplic* sono quindi rappresentati dalla sola presenza di un orizzonte umbrico e nessuna altra caratteristica diagnostica.

Nelle aree montane e/o a forte pendenza con vegetazione forestale, un orizzonte umbrico può formarsi abbastanza rapidamente mentre lo sviluppo simultaneo di un orizzonte incipiente, non diagnostico, sub-superficiale è lento. In tali ambienti si può solo sviluppare un debole orizzonte cambico di alterazione dando origine ai sottotipi *Cambic* (Figura 7.22-1), oppure avere limitazioni di profondità a causa delle forti pendenze (sottotipi *Leptic*, Figura 7.22-3). Nei casi precedentemente citati sui *plateaux* che circondano le caldere di origine vulcanica, gli umbrici sono soprastanti sia a orizzonti illuviali di argilla (sottotipo *Luvic*, Figura 7.22-2) probabilmente di precedente formazione, oppure a orizzonti con alcuni caratteri andici (sottotipo *Andic*); anche in questo caso possono trovarsi deboli orizzonti di alterazione di tipo *Cambic*. In casi particolari e sporadici sono stati rilevati su sedimenti grossolani sabbiosi (sottotipo *Arenic*), con presenza di risaturazione nell'orizzonte organico (sottotipo *Mollic*) con evidenze di sedimentazione fluviale-alluviale (sottotipo *Fluvic*), o in aree con presenza di vetri vulcanici amorfi e proprietà vitriche (sottotipo *Vitric*, vedi par. 7.4 *Andosols*).

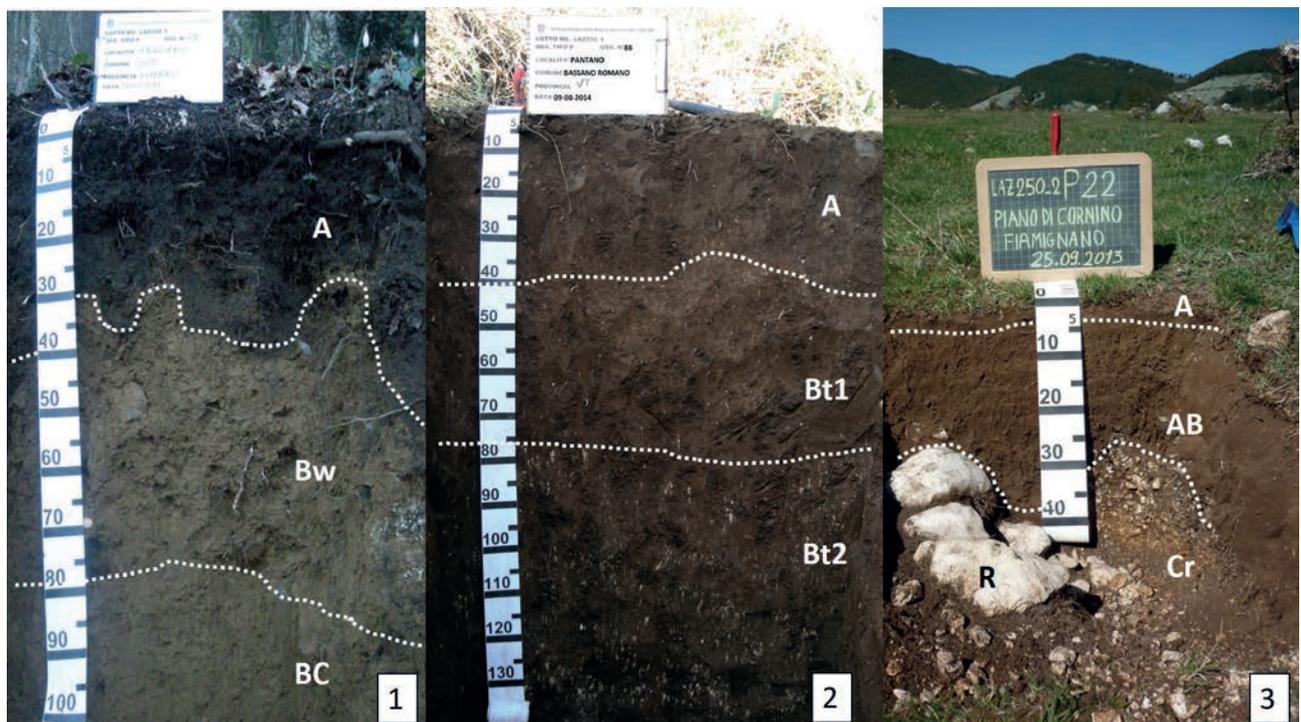


Fig. 7.22 - 1-*Cambic Umbrisol*, Loc. Fogliano, Vico (VT); 2-*Luvic Umbrisol*, Loc. Pantano, Bassano Romano (VT); 3-*Leptic Umbrisol*, Loc. Pian di Cornino, Fiamignano (RI)

Tab. 7.13 - Sottotipi di Umbrisols (Qualificatore principale)

Gruppo e sottogruppo referenziale WRB	N. di Pedon identificati nei rilevamenti
<i>Cambic Umbrisols</i>	17
<i>Luvic Umbrisols</i>	10
<i>Leptic (Endo/Epi) Phaeozems</i>	7
<i>Haplic Umbrisols</i>	6
<i>Andic Umbrisols</i>	2
<i>Arenic Umbrisols</i>	1
<i>Fluvic Umbrisols</i>	1
<i>Mollic Umbrisols</i>	1
<i>Vitric Umbrisols</i>	1

### Gestione degli Umbrisols

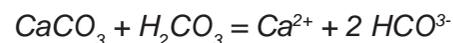
Gli *Umbrisols* sono suoli da considerare molto fertili e con ottime caratteristiche fisiche, eccezion fatta per le caratteristiche chimiche di acidità e basso contenuto di saturazione in basi. Non sono suoli attualmente molto diffusi in aree agricole; la gestione forestale non presenta particolari problemi se non possibile erosione idrica su versanti montani se sottoposti a ceduzione intensiva.

Nelle aree coltivate sono normalmente ammendati con fertilizzanti a base calcico-fosfatica, e questa gestione unita alle lavorazioni li può portare in pochi anni a "trasformarsi" in *Phaeozems*. Tale trasformazione non è permanente, ma se lasciati a prato pascolo o con coltivazioni arboree permanenti e nessuna lavorazione (es. nocioleti inerbiti) in altrettanti pochi anni l'epiedon superficiale subisce un rapido processo inverso di riacidificazione, e quindi possono essere riclassificati come *Umbrisols*. È stato tuttavia segnalato in questo ultimo caso che potrebbe esistere una correlazione tra acidificazione sotto colture permanenti ed aumento delle patologie fungine radicali; l'argomento è attualmente soggetto a vari studi di ricerca ed ancora non è chiaro come si colleghino questi processi chimici e l'attività microbica. È sicuramente un problema di inquadramento diagnostico e di conseguenza cartografico quello dovuto ad attività antropiche che in relativamente brevi periodi possono fare cambiare appartenenza ai suoli a livello elevato di Gruppo Referenziale (*Umbrisols* ⇔ *Phaeozems* e viceversa).

## 7.7 Suoli con accumulo di carbonato di calcio: CALCISOLS

### Inquadramento geografico e dinamiche di formazione

Il gruppo referenziale dei *Calcisols* comprende i suoli in cui vi è un notevole accumulo secondario di carbonato di calcio sottoforma di figure di concentrazione pedogenetiche quali concrezioni, noduli, efflorescenze, le quali possono, dove il processo di riprecipitazione e concentrazione secondaria è più spinto, addirittura cementarsi insieme per formare livelli induriti (*pan*) chiamati orizzonti petrocalcici. Si evolvono su materiali parentali calcarei in genere sciolti o poco cementati quali sedimenti alluvionali, colluviali e depositi marini calcarei, in ambienti semi-aridi o comunque caratterizzati da aridità estiva prolungata. La dissoluzione e rideposizione del carbonato di calcio nel suolo segue l'equilibrio secondo l'equazione



che mette in relazione sia la concentrazione di ioni (con pH comunque < 9) nelle acque circolanti che la pressione della  $\text{CO}_2$  nell'aria del suolo. Il diagramma di Figura 7.23 spiega bene come all'aumentare della  $\text{CO}_2$  nel suolo aumenti la solubilità del carbonato di calcio (calcite) e la sua relazione con il pH al variare della concentrazione di ioni  $\text{Ca}^{2+}$ .

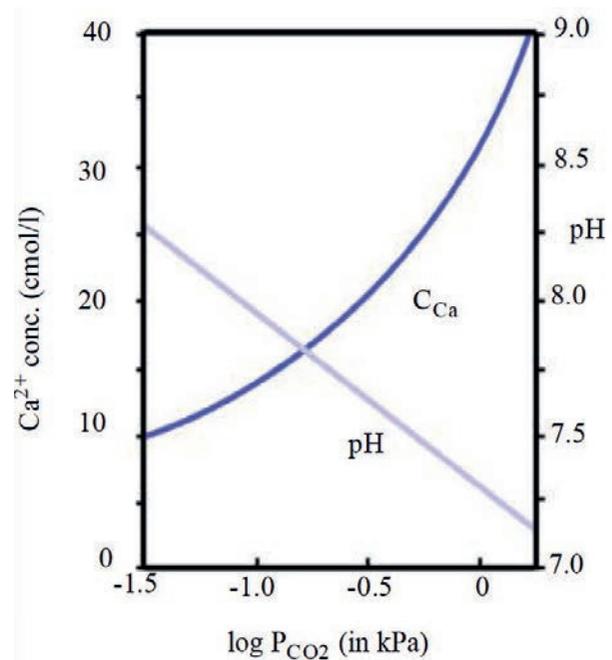


Fig. 7.23 - Diagramma di Solubilità della calcite in relazione alla pressione di  $\text{CO}_2$  e corrispondenti valori di pH (da Novozarnsky and Beek, 1978)

La formazione dell'orizzonte calcico con figure di riprecipitazione secondaria è così facilmente identificata: la pressione parziale della  $CO_2$  nell'aria del suolo è normalmente più alta negli orizzonti superficiali (tipo A) dove l'attività radicale e la respirazione dei microorganismi fa sì che ci siano concentrazioni di  $CO_2$  da 10 a 100 volte maggiori che nell'aria atmosferica. Come conseguenza, il carbonato di calcio (calcite) si dissolve e gli ioni  $Ca^{2+}$  e  $HCO_3^-$  si muovono verso il basso con le acque di percolazione, in particolare durante gli eventi piovosi intensi. L'acqua filtrante verso il basso può solubilizzare altro carbonato di calcio lungo il suo percorso nel suolo. In profondità, l'evaporazione dell'acqua e la diminuzione della pressione della  $CO_2$  (sia a causa della scarsa attività biologica e anche di cambiamenti nel gradiente idraulico causati da discontinuità di permeabilità degli orizzonti) produce saturazione della soluzione e precipitazione dei carbonati. La precipitazione non si diffonde anche negli orizzonti/aree del suolo soprastanti verticalmente (se non parzialmente) perché molta dell'acqua che risale è sotto forma di fase di vapore. In generale, se presente, la falda nel *Calcisols* è sempre profonda; ove presente, il carbonato di calcio si rideposita nella fascia di evaporazione della frangia di risalita capillare. Inoltre, le precipitazioni di carbonato di calcio non sono sempre distribuite in maniera uniforme all'interno della matrice del suolo degli orizzonti. I canali radicali e i vuoti prodotti da attività biologica (es. vermi o piccoli mammiferi) che sono comunicanti con la superficie esterna funzionano come "pozzi" di ventilazione dove la pres-

sione parziale della  $CO_2$  è molto minore che nelle zone del suolo circostanti. Quando l'acqua ricca di  $Ca_2(HCO_3)_2$  (bicarbonato di calcio) raggiunge tali canali perde  $CO_2$  e il carbonato di calcio riprecipita sulle pareti. Quando i canali stessi vengono riempiti completamente da queste riprecipitazioni, prendono nome "pseudomiceli" per il loro colore biancastro e forma simile a quella dei filamenti fungini. Altre forme sono i noduli soffici (Figura 7.24-1) o duri, o forme lamellari più o meno continue (calcrete, Tabella 7.24-2) oppure depositi di rivestimento sulle pareti al di sotto dei ciottoli (pendenti).

Nel Lazio si distribuiscono principalmente sugli ambienti: a) dei terrazzi costieri su depositi marini e continentali di chiusura delle aree di Tarquinia e Santa Marinella, sui fondovalle alluvionali associati sia a nord che a sud del Tevere, e sui rilievi montuosi costieri su alternanze pelitico-arenacee e calcareo-marnose della Tolfa; b) nei fondovalle e terrazzi dei corsi d'acqua principali associati al Tevere, e sui rilievi collinari con depositi prevalentemente sabbiosi, ghiaioso conglomeratici e calcarenitici (aree di Bassano in Teverina, Magliano Sabina, Torri di Mirteto, Monterotondo); c) nei versanti delle incisioni fluviali e torrentizie su depositi marini sottostanti a sedimenti vulcanici di *plateau* (aree di Civitella d'Agliano, Graffignano e Celleno); d) nei fondovalle, terrazzi fluviali antichi e conoidi del Fiume Sacco e dei rilievi collinari sabbioso-conglomeratici e sabbioso-limosi prospicienti, sui rilievi collinari pelitico-arenacei e con alternanze marnoso-calcareo-arenacee della provincia di Frosinone (Figura 7.25).

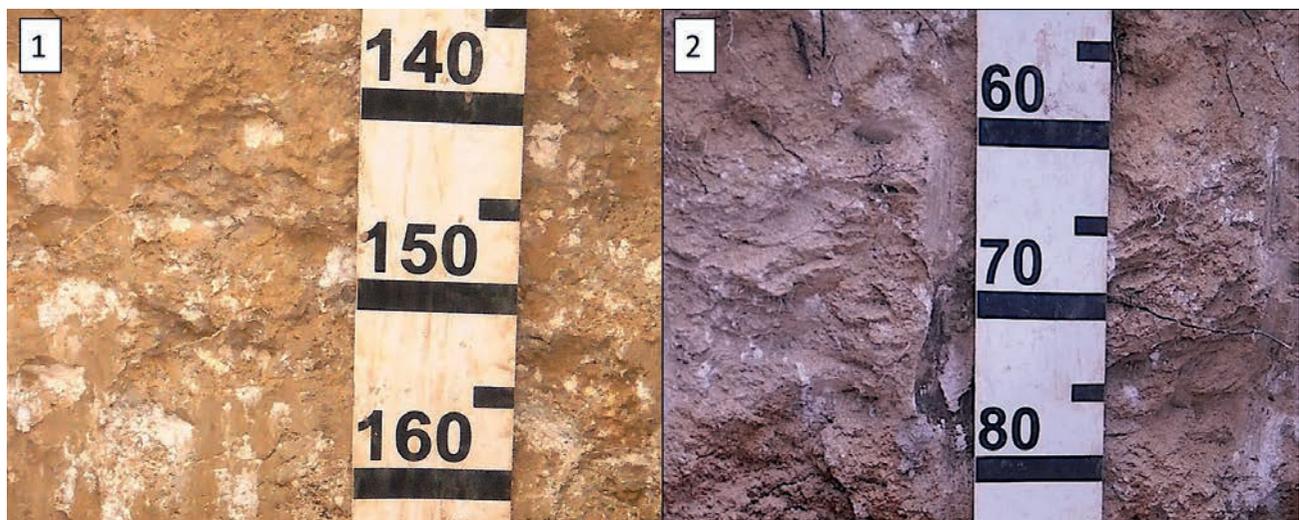


Fig. 7.24 - Esempi di figure di rideposizione secondaria di  $CaCO_3$  nei suoli del Lazio: 1-concentrazioni di  $CaCO_3$  sotto forma di noduli "soffici" in un orizzonte Bk di profondità - *Cambic Calcisol*; 2-precipitazioni di  $CaCO_3$  di tipo lamellare in orizzonte Ckm - *Endopetric Calcisol*

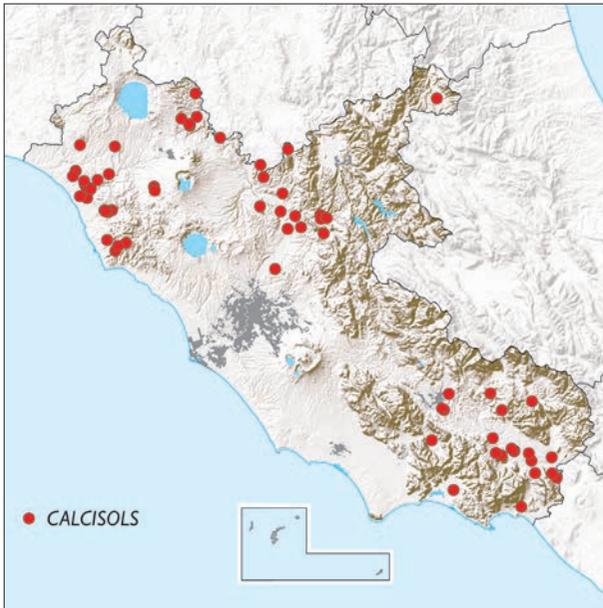


Fig. 7.25 - Distribuzione areale dei pedon classificati come Calcisols

**Caratteristiche dei Calcisols e differenziazioni qualificanti all'interno del Gruppo Referenziale**

Come già descritto nel paragrafo introduttivo, i Calcisols si distinguono a seconda della tipologia di accumulo di precipitazioni secondarie, e alla profondità in cui queste si rinvencono all'interno del profilo. Tali figure e il loro assetto nel suolo possono coesistere con altri processi pedogenetici anche se apparentemente contrastanti (es. illuviazione di ferro e argilla), e dipendono comunque dall'evoluzione ambientale e conseguentemente pedologica ed idrologica nel tempo di ogni particolare situazione locale. La variabilità di sottotipi di Calcisols rilevati nel Lazio è riportata in Tabella 7.14.

Il gruppo più rappresentato è quello degli *Haplic Calcisols*, che non hanno particolari processi e figure pedogenetiche secondarie se non la presenza di un orizzonte di accumulo di carbonati (indicato con suffisso k) entro la profondità diagnostica di 100 cm (Figura 7.26-2); altro gruppo di Calcisols ben rappresentato è quello con presenza di un certo grado di evoluzione e quindi di un orizzonte di alterazione (sottotipo *Cambic*, Figura 7.26-1), che può essere sovrastante l'orizzonte B con carbonati o coincidere ed avere entrambe le caratteristiche. Localmente e subordinatamente sono stati rilevati anche Calcisols appartenenti ai sottogruppi *Leptic*, con modesto spessore, (Endo) *Petric*, con formazione di un orizzonte petrocalcico profondo (Figura 7.26-3), *Luvic*, con figure di illuviazione di argilla sub-superficiali, e (Endo) *Skeletalic*, con orizzonti scheletrici ( $\geq 40\%$  in vol.) sotto i 50 cm di profondità.

Tab. 7.14 - Sottotipi di Calcisols (Qualificatore principale)

Gruppo e sottogruppo referenziale WRB	N. di Pedon identificati nei rilevamenti
<i>Haplic Calcisols</i>	27
<i>Cambic Calcisols</i>	30
<i>Leptic Calcisols</i>	5
<i>Endopetric Calcisols</i>	2
<i>Luvic Calcisols</i>	1
<i>Endoskeletalic Calcisols</i>	1

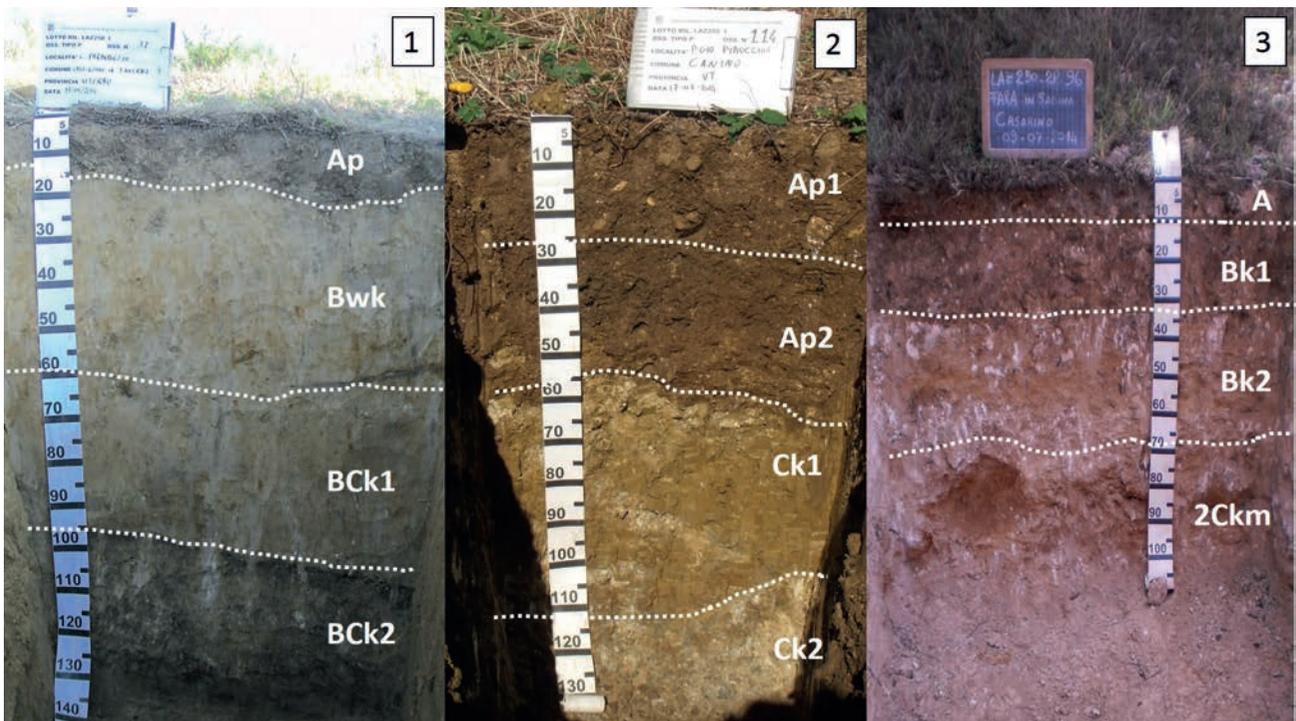


Fig. 7.26 - 1-*Cambic Calcisol*, Loc. Pardimiglio, Civitella di Agliano (VT); 2-*Haplic Calcisol*, Loc. Poggio Pidocchio, Canino (VT); 3-*Endopetric Calcisol*, Loc. Casarino, Fara in Sabina (RI)

### Gestione dei Calcisols

La gestione dei *Calcisols* è in stretta relazione ai caratteri strutturali, fisici e chimici fortemente condizionati dalla dinamica dissoluzione/riprecipitazione del carbonato di calcio a varie profondità. Come riportato in Tabella 7.15, nei *Calcisols* del Lazio i valori medi totali di  $\text{CaCO}_3$  nei vari tipi di orizzonti sono abbastanza elevati, anche se generalmente solo una certa parte del carbonato di calcio presente è finemente disperso nella matrice del suolo, mentre una notevole quantità si concentra, come già detto, in figure di precipitazione pedogenetica secondarie.

La più alta concentrazione di carbonato di calcio si trova normalmente nel suolo più profondo e nel sottosuolo (orizzonti di transizione al substrato litologico). Gli animali scavatori possono omogeneizzare il suolo e portare in superficie noduli carbonatici induriti; le loro tane piene (*krotovinas*) possono estendersi in profondità nel sottosuolo.

La maggior parte dei *Calcisols* sono ben drenati e bagnati durante parte della stagione delle piogge e ciò permette che avvenga percolazione verso il basso di acqua sufficiente a dilavare i sali solubili nel sottosuolo profondo. I *Calcisols* come unità tassonomica hanno buone proprietà di drenaggio al contrario dei suoli ricchi di carbonati in posizioni umide (depressioni, aree di filtraggio) che sviluppano rapidamente un orizzonte salico (con estati lunghe e secche) e in pochi anni evolvono nel gruppo dei suoli salini *Solonchaks*.

Tab. 7.15 - Valori medi di  $\text{CaCO}_3$  totale nei vari tipi di orizzonti dei *Calcisols* rilevati nel Lazio

Tipo Orizzonte	Valori medi $\text{CaCO}_3$ totale
Orizzonti olorganici (Oi, Oe)	27,5
Orizzonti diagnostici di superficie (A, Ap)	23,1
Orizzonti diagnostici sub-superficiali (tipi di Bk)	27,9
Orizzonti profondi (Altri B, Bk)	28,6
Orizzonti C e BC	28,7
Orizzonti Cr, R, MW	30,9

I *Calcisols* nel Lazio sono destinati ampiamente ad uso agricolo, come seminativi in aree irrigue e non, frequentemente per colture orticole in pieno campo o protette; oliveti specializzati e oliveti misti ad altre colture permanenti, quali frutteti. Inoltre sono presenti sotto colture agro-forestali (arboricoltura da

legno) e anche in zone naturali sotto boschi di querce caducifoglie e prati permanenti asciutti. A causa delle loro caratteristiche, i *Calcisols* devono essere gestiti con particolare riguardo in riferimento alla circolazione e drenaggio delle acque nel suolo, in modo da minimizzare gli effetti della ri-solubilizzazione del carbonato di calcio, che può contribuire a innalzare i livelli di calcare attivo nelle acque circolanti, causando intolleranza per alcuni tipi di colture (es. agrumi, actinidia, vite). Il calcare attivo interagisce infatti con l'assorbimento del fosforo e del ferro e può provocare la comparsa di clorosi ferrica.

### 7.8 Suoli con salto tessiturale abrupto top-subsoil: PLANOSOLS

#### Inquadramento geografico e dinamiche di formazione

Il gruppo referenziale dei *Planosols* (dal latino *planus* = piatto) comprende i suoli con orizzonti superficiali eluviali sbiancati, chiari, che mostrano segni di ristagno periodico dell'acqua alla loro base, e orizzonti subsuperficiali bruscamente più densi, a bassa permeabilità, con una elevata quantità di argilla rispetto all'orizzonte superficiale. Questi terreni erano precedentemente considerati "suoli a pseudogley" ma ora sono riconosciuti come *Planosols* dalla maggior parte dei sistemi di classificazione del suolo. Si presentano quindi con un orizzonte di superficie degradato, eluviale, con passaggio netto agli orizzonti sottostanti densi, a tessitura fino e/o molto fine tipicamente in terreni pianeggianti soggetti a ristagno di acqua superficiale.

La morfologia dei *Planosols*, caratterizzata da questo salto tessiturale "abrupto" tra orizzonti di superficie a tessitura molto grossolana e orizzonti sub-superficiali a tessitura fine può essere generata da:

- **Processi Geogenetici:** come sedimentazione di strati sabbiosi su strati argillosi, deposizione colluviale di materiale argilloso sabbioso o erosione selettiva per cui la frazione più fine viene rimossa dagli strati superficiali;
- **Processi Pedogenetici Fisici:** vale a dire eluviazione selettiva e illuviazione di argilla nel materiale del suolo con una bassa stabilità della struttura;
- **Processi Pedogenetici Chimici:** in particolare un processo proposto con il nome di "Ferrolisi", vale a dire una sequenza di ossidazione-riduzione guidata da energia chimica derivata dalla decomposizione batterica della materia organica del suolo (Brinkman, 1979).

I *Planosols* nel Lazio sono concentrati in una ristretta zona della parte meridionale della pianura pontina (Figura 7.27), e sono da considerare come veri e propri paleosuoli, non più in equilibrio con le dinamiche pedogenetiche attuali. La loro formazione è da mettere in relazione con l'evoluzione pleistocenica ed olocenica dell'ambiente costiero del sistema duna-laguna interna, probabilmente in condizioni climatiche diverse da quelle attuali. Sono distribuiti soprattutto nelle aree dei versanti di raccordo retrodunali tra dune antiche e zone depresse con depositi lagunari fini, sia nell'area costiera retrodunale (Vulturno), sia nelle aree di Borgo Grappa, Borgo San Donato, Pontinia e nei dintorni di Borgo Hermada. In genere si ritrovano su depositi interdigerati marini e palustri misti a depositi vulcanici rimaneggiati, dovuti all'evol-

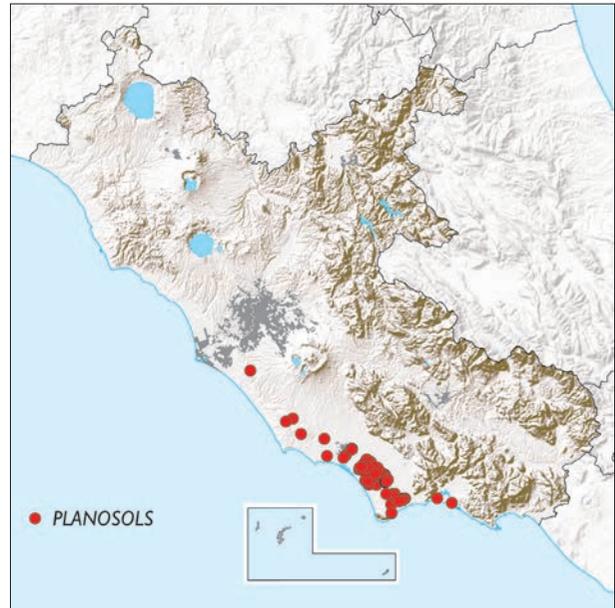


Fig. 7.27 - Distribuzione areale dei pedon classificati come *Planosols*

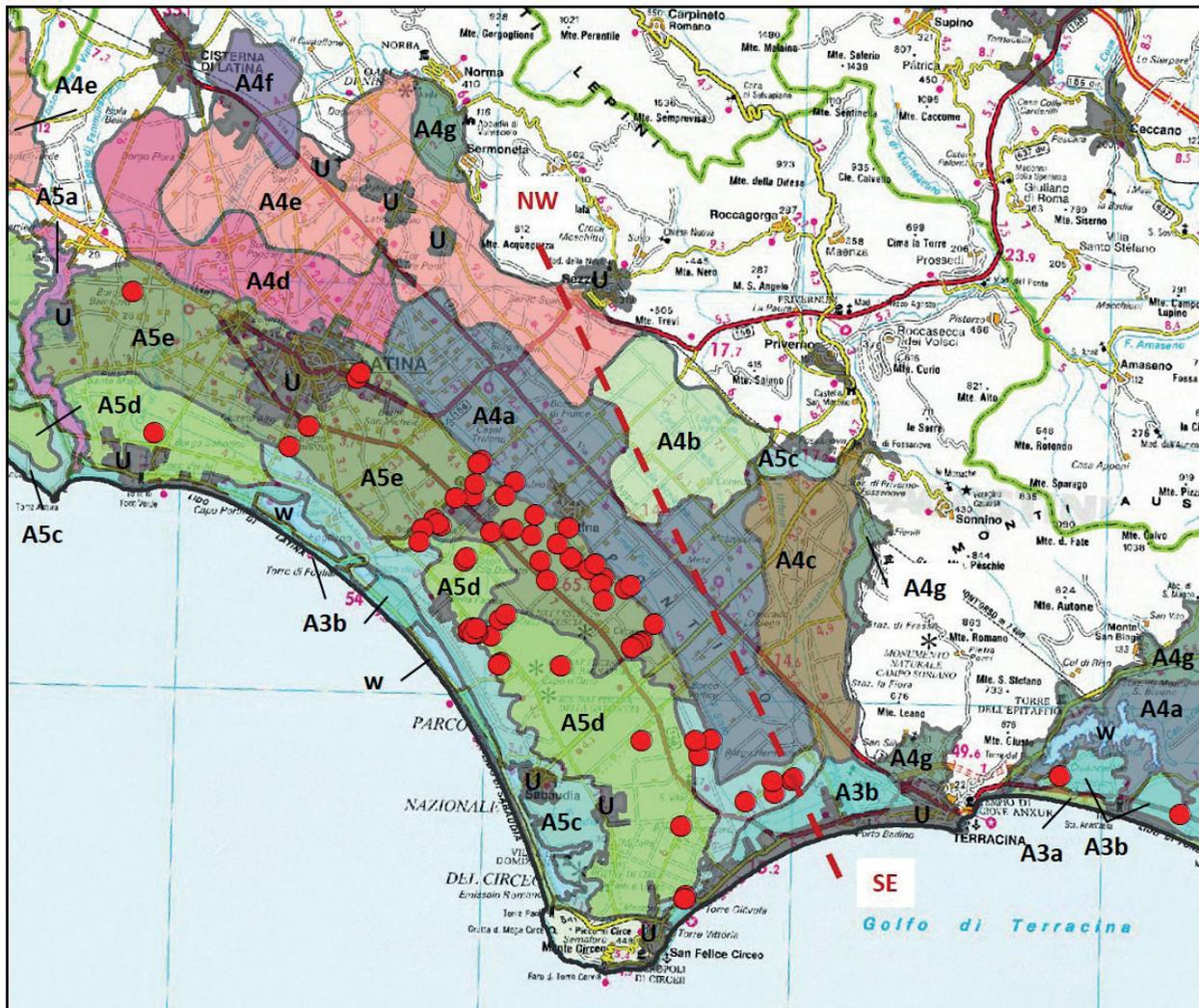


Fig. 7.28 - Ubicazione dei profili classificati come *Planosols* (in rosso), ubicazione della sezione schematica relativa alla successione deposizionale superficiale del sistema alluvioni-depositi lagunari-dunali (da Sevink et al., 1984, in linea tratteggiata rossa) e sottosistemi pedologici identificati dal progetto Carta dei Suoli 1:250.000. Legenda dei sottosistemi: A3a: Duna costiera localmente spianata su depositi eolici recenti; A3b: Aree retrodunali costiere su depositi fluvio-palustri e sabbiosi recenti; A4a: Pianura alluvionale bonificata con depositi prevalentemente fluvio-palustri e secondariamente di colmata; A4b: Superfici alluvionali bonificate con depositi fluvio-palustri e torbosi; A4c: Area della pianura Pontina con prevalenti depositi fluviali secondari e sedimenti alluvio colluviali di conoide; A4d: Superfici della pianura Pontina "alta" su depositi fluviali prevalenti; A4e: Superfici della pianura Pontina "alta" su depositi fluviali e colluviali; A4f: Pianura Pontina "alta" su depositi di travertino; A4g: Conoidi di pianura con sedimenti fluvio-alluvionali; A5a: Fondovalle dei corsi d'acqua minori che incidono la duna antica con depositi fluviali e colluviali; A5c: Versanti della duna antica su depositi eolici sabbiosi; A5d: Sommità della duna antica su depositi eolici prevalentemente sabbiosi; A5e: Superfici terrazzateagunari antiche sulla duna antica, con depositi lacustri fini.

luzione nel tempo del sistema duna-laguna interna ed al vulcanismo pleistocenico. Da una indagine sulla loro estensione sia nell'area della Pianura Pontina ma anche della duna antica di Castelporziano, sono riportate stime corrispondenti complessivamente a circa 100 Km<sup>2</sup> (Arnoldus- Huyzendveld & Gisotti, 2000).

Uno studio approfondito con la relativa cartogra-

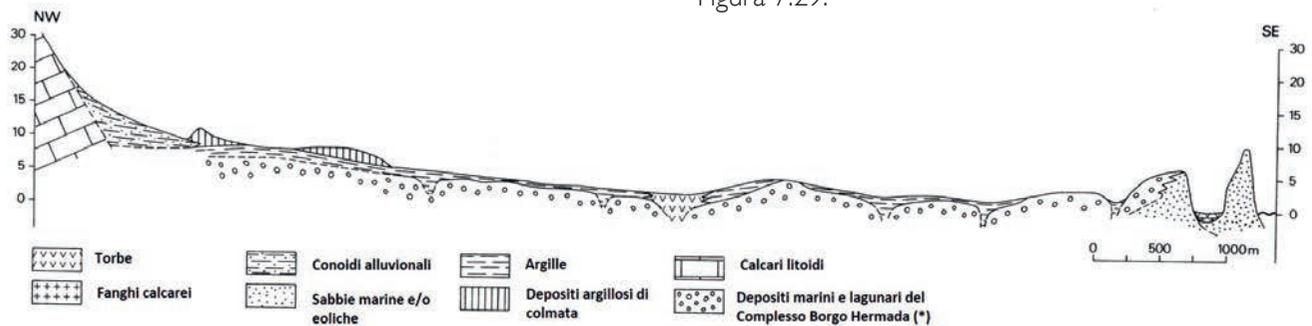


Fig. 7.29 - Sezione schematica da Fig. 7.28, con principali tipi di depositi superficiali marini, eolici e lagunari. (\*) Complesso di Borgo Hermada: alternanze di sabbie fini eoliche e costiere antiche intercalate a livelli di argille e limi di facies di transizione tra laguna aperta, cordoni costieri sabbiosi e mare

### Evoluzione paleogeografica dell'area della Pianura Pontina

Dopo una fase di relativa stasi (Pleistocene inferiore) nel Pleistocene medio-superiore avvengono varie fasi di ingressione e regressione marina con la formazione di terrazzi e la loro incisione successiva. A tali fasi deposizionali marine corrispondono tre complessi stratigrafici identificati dal più antico al più recente:

- complesso di Latina (Tirreniano I)
- complesso del Minturno (Tirreniano II)
- complesso di Borgo Hermada (Tirreniano III)

Entrambi i tre eventi sono costituiti da sedimenti sabbiosi e sabbioso fini marini al letto e al centro dei complessi, e nella parte alta depositi eolici sabbiosi intercalati a tephra vulcanici (che hanno dato poi origine a livelli di sabbie argitiche nel sistema lagunare). Infine nella parte iniziale dell'Olocene, si ha la formazione del IV complesso detto di Terracina, con formazione di dune eoliche e terrazzi marini, la cui deposizione di fatto chiude l'accesso del mare alla depressione interna. A seguito di tali eventi deposizionali, si instaurano per tutto l'Olocene movimenti tettonici distensivi locali con dinamica "a graben" e si origina un sistema duna-laguna che evolve in maniera complessa, spesso redistribuendo e riallocando i sedimenti dei terrazzi marini con fasi erosive e deposizionali. Il vulcanismo Laziale e Campano ha contribuito ad apportare materiali effusivi durante tutto il Quaternario, fino alle recenti eruzioni storiche (es. pomici

di Avellino, Sevink et al., 1991). Nel periodo storico l'evoluzione e la chiusura della laguna dà origine a una zona palustre con deposizione di torbe, torbe argillose e fanghi calcarei (Sevink et al., 1991).

Quindi abbiamo una crono-toposequenza che mette in relazione i vari tipi di *Planosols* (Pleistocene medio-superiore) con i *Vertisols* di laguna (Olocene-Attuale) e gli *Histosols* (Olocene-Attuale).

Secondo quanto riportato da Sevink et al., (1984), molti studi fatti concordano più sull'origine di tipo geogenetico che pedogenetico dei processi che hanno portato alla formazione dei *Planosols* nell'area della Pianura Pontina, non senza pareri contrastanti. Ad esempio a favore della ipotesi geogenetica studi pregressi di Sevink et al., (1982) hanno provato che nella parte occidentale dell'Agro Pontino gli strati di depositi eolici sovrastanti depositi di laguna più antichi, sono ampiamente diffusi non solo nelle aree coperte da *Planosols* (in particolare nel complesso deposizionale di Borgo Hermada), ma anche in complessi deposizionali più antichi (Latina, Minturno). Tuttavia, altri studi condotti da Rimmelzwaal (1979), hanno escluso l'ipotesi di origine geogenetica e assunto che la genesi sia avvenuta attraverso forte illuviazione, seguita dalla trasformazione dell'orizzonte argillico di tipo kandico in uno orizzonte a smectite di tipo vertico susseguentemente degradato (da ferrolisi). Mancando tuttavia chiare evidenze dei primi due passaggi, le analisi attuali possono essere interpretate a favore della prima ipotesi (formazione geogenica), che è confortata dal ritrovamento alla base di alcuni

profili sia di livelli fossiliferi, sia di totale o quasi mancanza di cutans di illuviazione; dimostrando che il processo di traslocazione illuviale deve essere stato sicuramente di minore importanza nella loro formazione. Che i *Planosols* si possano formare anche in assenza di illuviazione di argilla è stato mostrato da Brinkman (1977); confermando che il collasso dell'argilla fine verso il basso attraverso la ferrolisi sicuramente ha avuto un ruolo (Brinkman, 1979), ed anche l'eluviazione laterale dell'argilla su larga scala può avere agito, come dimostrano alcune evidenze di depositi argillosi scuri in piccole depressioni.

**Caratteristiche dei *Planosols* e differenziazioni qualificanti all'interno del Gruppo Referenziale**

Tutti gli autori di questa ricostruzione paleogeografica sono concordi nel collocare la formazione dei *Planosols* sui terrazzi marini delle tre fasi (Latina, Borgo Hermada e Minturno), seguendo una evoluzione pedologica del tipo *Gleysols/Fluvisols* ⇒ *Gleyc Luvisols* ⇒ *Sodic (Gleyc) Planosols*. Successivamente la bonifica recente, con fasi di colmata e spianamento antropico, ha portato ad una rielaborazione profonda degli orizzonti superficiali del *Planosols* con comparsa di epipedon *Mollici* (Figura 7.31-1) o *Eutrici*, o di sovrainposizione locale dei livelli sabbiosi eolici a sedimenti lagunari argillosi con orizzonti *Vertici* (Figura 7.31-2) caratterizzanti alcuni *Planosols*. A seguito dei cambiamenti di assetto morfologico e strutturali olocenici, il disseccamento della duna antica ha portato

di fatto alla cessazione di fenomeni di ossido-riduzione da risalita di falda, un tempo presente a livello del suolo (entro i primi 2 m), portando ad inquadrare la maggior parte dei *Planosols* come *Relictigleyic Planosols*. I fenomeni di ossido-riduzione con zone evidenti di perdita di ferro (glosse) molto evidenti ed estesi in profondità, sono oramai da considerarsi come processi pedogenetici non più attivi (Figura 7.30), tranne in pochissimi casi dove permane ancora una falda sospesa (*Gleyc Planosols*). Infine, in pochi casi tracce di vecchi fenomeni di illuviazione sono evidenti (*Luvic Planosols*, Figura 7.31-3); in un solo caso, nelle zone con glosse è stato ritrovato materiale più grossolano (sabbie eoliche da orizzonte eluviale superficiale), configurando così la presenza di *Retic Planosols*. La numerosità dei vari sottotipi di suoli classificati come *Planosols* è riassunta in Tabella 7.16.

Tab. 7. 16 - Sottotipi di *Planosols* (Qualificatore principale)

Gruppo e sottogruppo referenziale VRB	N. di Pedon identificati nei rilevamenti
<i>Relictigleyic Planosols</i>	31
<i>Mollic Planosols</i>	16
<i>Vertic Planosols</i>	12
<i>Gleyc Planosols</i>	4
<i>Sodic Planosols</i>	4
<i>Eutric Planosols</i>	3
<i>Luvic Planosols</i>	3
<i>Retic Planosols</i>	1

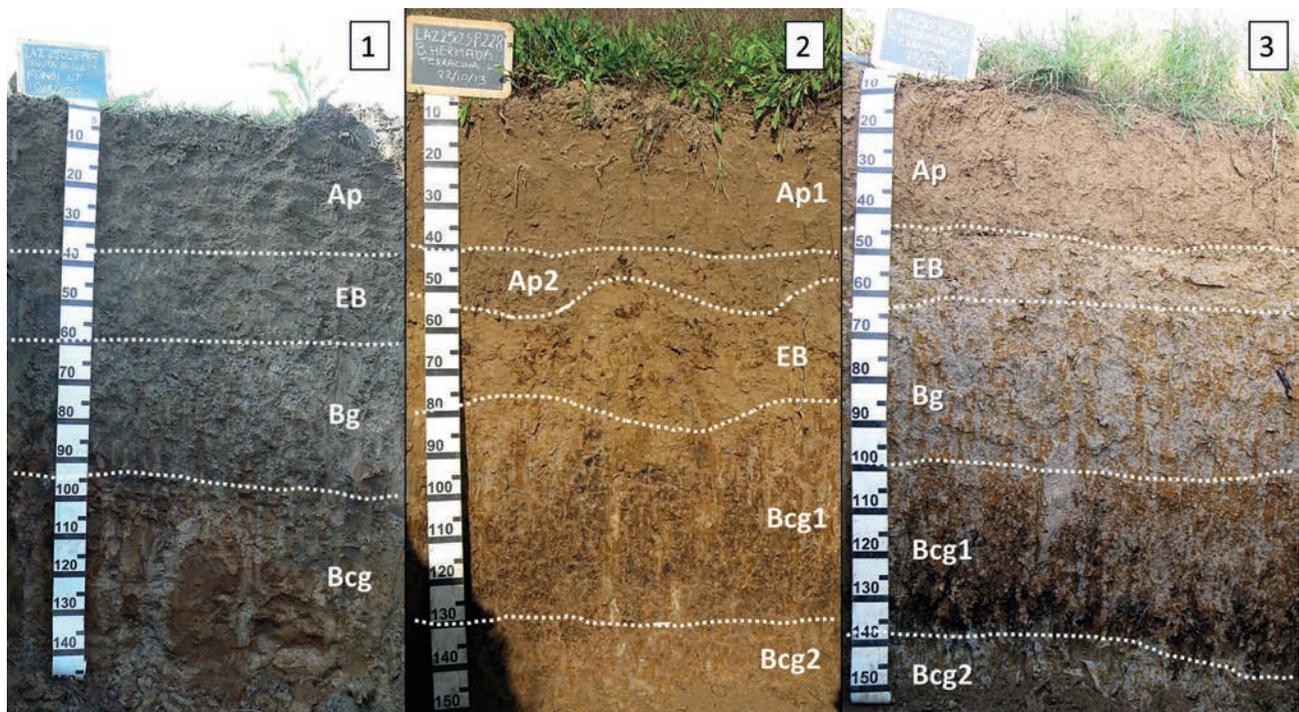


Fig. 7. 30 - Diversi tipi di *Relictigleyic Planosols*, più o meno conservati e evidenti: 1-*Relictigleyic Planosol*, Loc. Tenuta Bisletti, Fondi (LT); 2-*Relictigleyic Planosol*, Loc. Borgo Hermada, Terracina (LT); 3-*Relictigleyic Planosol*, Loc. Borgo Hermada, Terracina (LT)

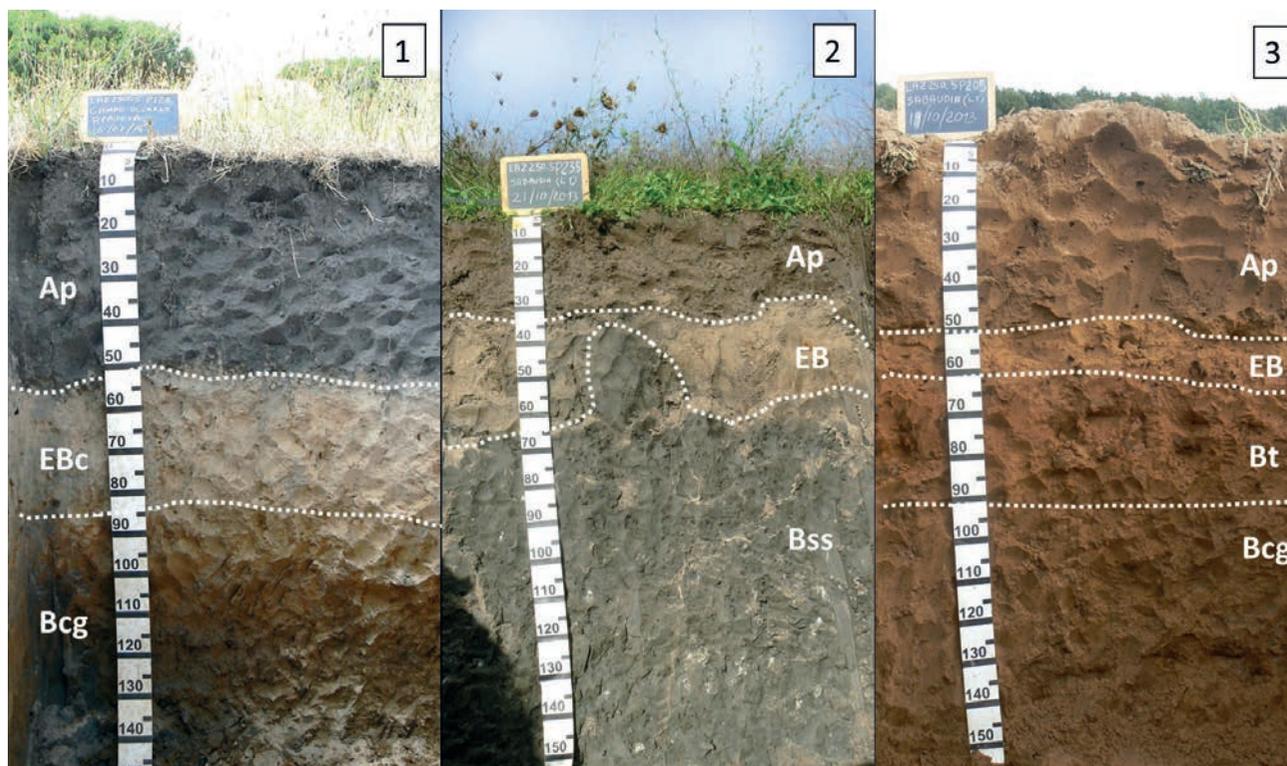


Fig. 7.31 - 1-Mollic Planosol, Loc. Campo di Carne, Aprilia (LT); 2-Vertic Planosol, Loc. Sabaudia (LT); 3-Luvic Planosol, Loc. Sabaudia (LT)

### Gestione dei *Planosols*

Come caratteri strutturali e fisici i *Planosols* hanno orizzonti superficiali generalmente ricchi in sabbia che possono diventare duri quando asciutti ma non cementati. La bassa stabilità strutturale del topsoil, l'alta densità e compattezza del subsoil e la transizione granulometrica abrupta tra queste due zone può causare problemi allo sviluppo degli apparati radicali, documentata nei rilevamenti della maggior parte di questi suoli dal riconoscimento di figure di ristagno (proprietà stagniche) al tetto dell'orizzonte argilloso profondo, quali concentrazioni (noduli) e/o screziature di ferro-manganese sulle facce degli aggregati. I *Planosols* sono perciò generalmente soggetti a saturazione idrica nei periodi piovosi a causa del ristagno sub-superficiale e/o superficiale.

Come caratteri chimici, i *Planosols* sono suoli fortemente degradati: la parte superficiale del suolo è generalmente acida e quasi priva di argilla, con una conseguente bassa capacità di scambio cationico.

I *Planosols* nella zona temperata sono principalmente tenuti a prati stabili o sono coltivati a colture arabili come il grano e la barbabietola da zucchero. Le rese sono modeste, anche su terreni drenati e profondamente allentati. Lo sviluppo delle colture su *Planosols* può essere gravemente ostacolato dalla carenza di ossigeno nei periodi umidi, dal terreno den-

so a bassa profondità e dai livelli tossici di alluminio nella zona delle radici. La bassa conduttività idraulica del terreno denso sotto-superficiale rende spesso necessaria la presenza di drenaggi artificiali.

Nella Pianura Pontina un problema importante rilevato sugli ambienti dei *Planosols* riguarda la coltivazione intensiva di ortive sia in campo aperto che sotto serra, con uso di concimazioni azotate tramite fertirrigazione. Lo studio specifico in alcune aree test da parte del CREA (Progetto VULNRELA) ha evidenziato (Napoli et al., 2017; Piccini et al., 2016) come l'utilizzo di fertilizzanti a rapido rilascio gestiti con eventi irrigui intensivi a carico dei *Planosols* può dare adito a perdite consistenti di azoto nitrico che non potendo percolare in profondità scolano lateralmente nella principale rete di drenaggio superficiale, andando a incidere sulla qualità delle acque superficiali. Con attività sperimentali è stato dimostrato che l'utilizzo di ammendanti organici a lento rilascio di azoto (es. letame bovino e/o bufalino) ha sicuramente un effetto positivo sia da un punto di vista chimico che fisico-idrologico: a) migliorando la strutturazione degli orizzonti sabbiosi superficiali; b) abbassando la loro elevata permeabilità superficiale e consentendo uno stoccaggio/ritenuta idrica più elevato con conseguente minore necessità di utilizzo di volumi irrigui.

## 7.9 Suoli argillosi caratterizzati da argille espandibili: VERTISOLS

### Inquadramento geografico e dinamiche di formazione

I *Vertisols* sono suoli argillosi con un'alta percentuale di argille di tipo 2:1 (gruppo Smectiti-Vermiculiti), con un forte dinamismo e capacità di espansione e contrazione del loro reticolo. Questi suoli formano crepe profonde dalla superficie verso il basso quando si asciugano, cosa che accade e si ripete stagionalmente nell'arco di molti anni. Il nome *Vertisols* (dal latino *vertere* = girare, rivoltare) si riferisce al costante movimento e rimescolamento interno del materiale del suolo, che dà origine appunto alla formazione di orizzonti vertici. Alcuni dei molti nomi locali sono diventati internazionalmente noti, ad es. "suoli neri del cotone" (USA) "regur" (India), "vlei soils" (Sudafrica), "margalites" (Indonesia) e "gilgai" (Australia).

La capacità di contrarsi o espandersi a causa della presenza di minerali argillosi "dinamici" fa sì che i Vertisuoli siano caratterizzati da una morfologia particolare a livello di micro e macroscale, con la formazione di particolari figure dovute alla contrazione e rigonfiamento stagionali (facce di scivolamento, fessure) sia, nel tempo, con formazione di microrilievo superficiale a dossi e depressioni (gilgai), soprattutto in aree non soggette a coltivazione agraria. Inoltre il continuo rimescolamento degli orizzonti superficiali con quelli profondi li fa generalmente apparire come suoli grigio bruno scuri abbastanza uniformi nella distinzione tra orizzonti.

La capacità dei minerali argillosi di espandere il reticolo (e quindi il volume) accettando acqua fa sì che si creino dei fenomeni di tensione all'interno della matrice suolo, la cui risultante è scaricata su superfici di rottura che si presentano con facce striate, chiamate comunemente facce di scivolamento (*slickensides*), normalmente orientate con angoli compresi tra 30 e 45° rispetto al piano orizzontale e/o verticale (Figura 7.32)

Più in generale nella morfologia di un intero pedon (profilo), le forze generate dalla espansione/contrazione del volume dei minerali argillosi in relazione alle stagioni umide o secche, possono portare nel tempo a formare dei piani di scivolamento che nel corso degli anni danno origine a microrilievo ondolato in superficie (gilgai), e a volumi conici tridimensionali (Figura 7.33 D-E-H), con conseguente formazione di orizzonti ondulati.

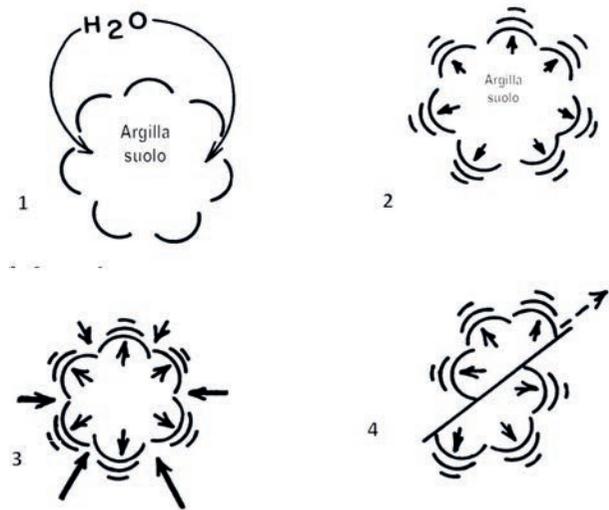


Fig. 7.32 - Fasi di creazione di facce di rottura e scivolamento: 1-umidificazione della matrice del suolo con arrivo di acqua; 2-espansione volume occupato da minerali argillosi; 3-L'espansione è contrastata dalla massa di suolo circostante e si creano delle tensioni interne; 4-La risultante delle forze applicate crea una superficie di rottura inclinata rispetto ai piani orizzontale e verticale (mod., da Lynn and Williams, 1992)

Nel territorio del Lazio i *Vertisols* si distribuiscono sostanzialmente ovunque ci siano le condizioni di materiale parentale favorevoli al loro sviluppo, vale a dire depositi lacustri, lagunari e/o alluvionali a granulometria fine (limi argillosi e argille) con minerali argillosi di tipo smectitico-vermiculitico (Figura 7.34). Sono stati identificati quindi in due macro-aree ben distinte: a) le zone settentrionali a nord del Tevere prospicienti la costa con depositi fluviali fini, e su terrazzi costieri con depositi continentali argilloso-limosi di chiusura di regressione marina e dinamica lacustre-lagunare; b) nella pianura alluvionale su depositi fluvio-lacustri e palustri (Pianura Pontina e Pianura di Fondi) e saltuariamente anche in piccole depressioni lacustri all'interno dei versanti delimitanti la duna antica.

Occasionalmente sono stati rilevati anche nelle aree a sedimentazione fine della pianura fluviale in ambiente vulcanico (Garigliano), nei fondivalle dei corsi d'acqua secondari, fiumi e torrenti (Aniene, Fiora, ecc), con depositi fluvio-alluvionali fini, in fondivalle, terrazzi fluviali antichi e conoidi del Fiume Sacco.

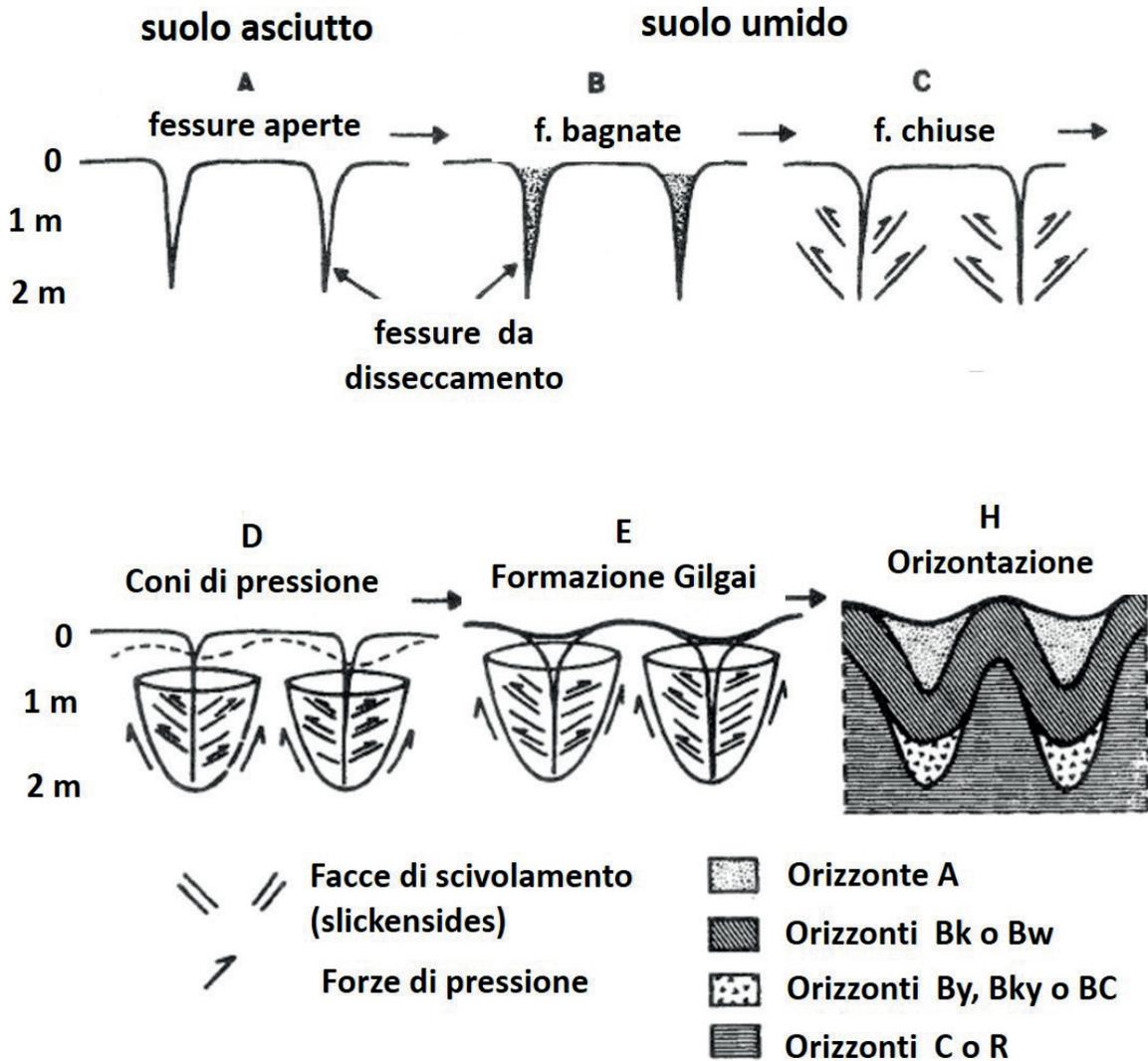


Fig. 7.33 - Dinamica di formazione ed evoluzione dei vertisols a scala di pedon/profilo. La contrazione e rigonfiamento stagionale (fasi A-B-C) rende possibile, nell'arco degli anni, la formazione di figure interne e microrilievi particolari (fasi D-E-H). Mod. da Wilding e Tessier, 1988)

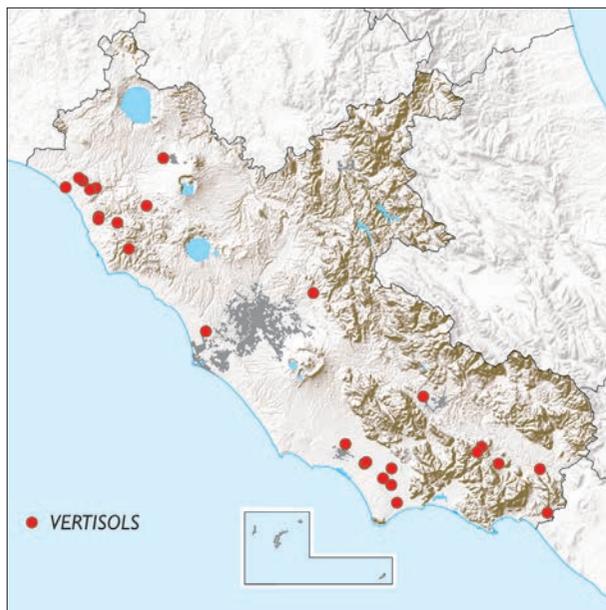


Fig. 7.34 - Distribuzione areale dei pedon classificati come Vertisols

### Caratteristiche dei Vertisols e differenziazioni qualificanti all'interno del Gruppo Referenziale

Come riportato in Tabella 7.17, i sottotipi dominanti sono quelli degli *Haplic*, vale a dire senza nessuna caratteristica ulteriore particolare oltre ai fenomeni vertici (Figura 7.35-1); *Chromic*, vale a dire con condizioni di colore più accese bruno-giallastre (dal greco *chroma* = colore) all'interno dell'intero profilo, dovute alla presenza di piccole percentuali di idrossidi di ferro finemente disperso nella matrice fine; *Pellic*, (dal greco *pellos* = polveroso): che ha un colore bruno-grigio scuro in superficie (Figura 7.35-2); *Calcic*, che ha un orizzonte calcico entro i 100 cm dalla superficie. In generale in contesti pedoambientali ricchi di acque o sedimenti calcarei (anche fossiliferi) la dissoluzione del carbonato di calcio e la sua riprecipitazione può creare (Figura 7.33-H) degli orizzonti

calcici di tipo Bk con concentrazioni secondarie anche molto evidenti, immediatamente al di sotto degli orizzonti vertici o alla loro base (Figura 7.35-3).

Occasionalmente sono stati rilevati anche i sottotipi *Eutric*, con saturazione in basi elevata, *Sodic* con accumulo di sodio e/o magnesio nel complesso di scambio (ESP >6% e Na+Mg >15% della CSC), e *Salic*, con presenza di orizzonte Salico (dal latino *sal* = sale) contenente tenori elevati di Sali più solubili del gesso (CaSO<sub>4</sub>).

Tab. 7.17 - Sottotipi di Vertisols (Qualificatore principale)

Gruppo e sottogruppo referenziale WRB	N. di Pedon identificati nei rilevamenti
<i>Haplic Vertisols</i>	9
<i>Chromic Vertisols</i>	6
<i>Pellic Vertisols</i>	5
<i>Calcic Vertisols</i>	5
<i>Eutric Vertisols</i>	1
<i>Sodic Vertisols</i>	1
<i>Salic Vertisols</i>	1

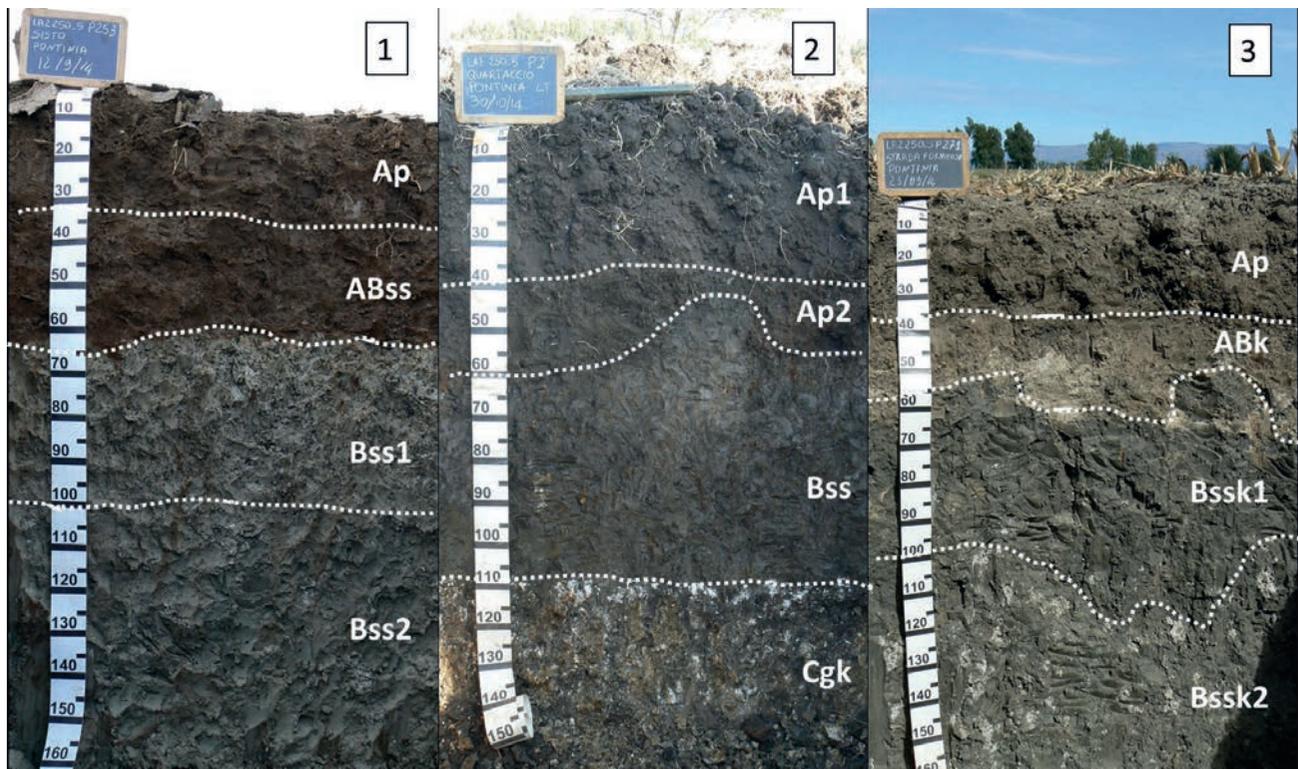


Fig. 7.35 - 1-Haplic Vertisol, Loc. Sisto, Pontinia (LT); 2-Bathicalcic Pellic Vertisol, Loc. Quartaccio, Pontinia (LT); 3-Calcic Vertisol, Loc. Strada Formicosa, Pontinia (LT)

### Caratteri strutturali, fisici, idrologici e chimici dei Vertisols

**Caratteri strutturali, fisici ed idrologici.** I *Vertisols* secchi hanno una consistenza molto dura, se bagnati sono (molto) plastici e adesivi. È generalmente vero che i *Vertisol* sono friabili solo su un ristretto intervallo di umidità, ma le loro proprietà fisiche sono fortemente influenzate dai sali solubili e/o dal sodio adsorbito. L'infiltrazione di acqua in *Vertisol* secco (fessurato) con paccime di superficie o una sottile crosta è inizialmente rapida; tuttavia, una volta che il terreno superficiale è stato completamente bagnato e le fessure si sono chiuse, il tasso di infiltrazione dell'acqua diventa quasi zero. Lo stesso processo di rigonfiamento/restringimento implica che i pori sono discontinui e non permanenti. Se, in questa fase, le

piogge continuano (o l'irrigazione è prolungata), si ha un ristagno superficiale con fenomeni di inondazione. I tassi di infiltrazione più elevati sono misurati su *Vertisol* che hanno una notevole capacità di restringimento e/o rigonfiamento, ma mantengono una classe di struttura relativamente piccola. Non solo le crepe trasmettono l'acqua dalle (prime) piogge, ma questa circola anche tra gli spazi aperti tra le superfici di scivolamento slickensided che si sono sviluppate quando i *peds* si sono ristretti.

**Caratteri chimici.** La maggior parte dei *Vertisols* ha un'alta capacità di scambio cationico (CSC) e un'alta percentuale di saturazione in basi (SB). La reazione del terreno varia da debolmente acida a debolmente alcalina; i valori di pH sono compresi tra 6,0 e 8,0;

valori di pH più alti (8,0-9,5) sono stati misurati su *Vertisols* con molto sodio scambiabile. La CSC dell'argilla è dell'ordine di 50-100 cmol (+) / kg di argilla. La percentuale di saturazione in basi è maggiore del 50% e spesso vicina al 100% con  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  che occupano più del 90% dei siti di scambio; il rapporto Ca/Mg è normalmente compreso tra 3 e 1. In alcuni punti, la sodicità si verifica nelle aree dove la piovosità ristagna a lungo, ad es. nelle depressioni senza sbocco. L'effetto della sodicità sulle proprietà fisiche di *Vertisols* è ancora oggetto di dibattito. Le Na-argille (saturate da sodio) hanno una maggiore resistenza alla trazione e al taglio rispetto alle Ca-argille (saturate da calcio); inoltre un'alta percentuale di sodio scambiabile (ESP) è associata a classi di struttura del suolo relativamente grosse: il sodio ha infatti un effetto disperdente sulla strutturazione argillosa.

L'effetto destrutturante che un alto ESP ha sulle argille a doppio strato è compensato tuttavia dall'elevata forza ionica della soluzione del suolo nei *Vertisols* sia salini che sodici. La salinità in *Vertisols* può essere ereditata dal materiale parentale o può essere causata dall'irrigazione. Anche se la lisciviazione dei sali in eccesso è quasi impossibile, è tuttavia possibile dilavare i sali che sono precipitati sulle pareti delle fessure.

### Gestione dei *Vertisols*

Questi tipi di suoli costituiscono un considerevole potenziale agricolo, ma una gestione oculata è un presupposto per una produzione consistente. La fertilità chimica comparativamente buona e la loro presenza in pianure estese in cui è possibile prevedere la bonifica e la coltivazione meccanica sono caratteristiche tipiche del paesaggio agrario dei *Vertisols*. Le caratteristiche fisiche del suolo e in particolare la loro difficile gestione dell'acqua possono tuttavia causare problemi.

L'uso agricolo dei *Vertisols* varia dal pascolo estensivo, alle colture minori (miglio, sorgo, cotone, legumi) o, su larga scala, ai seminativi quali grano, orzo, mais. Le colture annuali che hanno una resa migliore sui *Vertisols* sono quelle con un sistema di radici verticale robusto, che non viene gravemente danneggiato dalla rottura e dai movimenti del suolo. Le colture arboree hanno generalmente meno successo perché le radici degli alberi hanno difficoltà a stabilirsi nel sottosuolo e sono danneggiate quando il terreno si restringe e si gonfia. In generale, le pratiche di gestione per colture produttive dovrebbero essere principalmente dirette al controllo dell'acqua in combinazione con la con-

servazione o il miglioramento del livello di fertilità del suolo.

Molti *Vertisols* sono carenti di azoto, in linea con il loro basso contenuto di sostanza organica. I fertilizzanti azotati devono essere applicati in modo tale da evitare un'eccessiva volatilizzazione dell'azoto ammoniacale o la lisciviazione di ione nitrato. Se l'azoto è fornito nella forma di ammonio, il complesso di scambio dei *Vertisols*, che riduce le perdite (lisciviazione), lo mantiene.

Si ritiene generalmente che l'applicazione di letame animale possa migliorare la sostanza organica del suolo e le proprietà fisiche del suolo. Prove di approcci di tipo agro-ecologico con colture di copertura tipo leguminose (es. Favino o Veccia) e interramento dei residui (*green manure*) hanno mostrato un notevole aumento delle rese dei cereali e una maggiore efficienza nell'assorbimento di fertilizzanti minerali. *Inter-cropping* di cereali e legumi con diversificazione sia spaziale che temporale tra queste due colture è un altro approccio che potrebbe dare, su questo tipo di suoli, risultati altrettanto positivi.

### 7.10 Suoli con reticolo di glosse depauperate e grossolane in matrice più fine e ricca di ossidi in subsoil: RETISOLS

#### Inquadramento geografico e dinamiche di formazione

Il Gruppo Referenziale dei **Retisols**, di recente introduzione nella classificazione World Reference Base (2015) comprende i suoli precedentemente identificati come *Albeluvisols*. Le nuove proprietà Retiche (dal latino *rete* = rete, reticolo) sono infatti riferite, come in precedenza, alla presenza di un orizzonte chiaro e generalmente a tessitura più grossolana (orizzonte Albico) che penetra in glosse disposte a reticolo in un sottostante orizzonte illuviale di argilla. L'approfondimento di tali lingue (glosse) all'interno dell'orizzonte argillico illuviale tende nel tempo ad asportare in profondità ossidi di ferro ed argilla, depauperando e degradando l'orizzonte argillico.

I *Retisols* del Lazio sono da considerare come paleosuoli relitti su sedimenti alluvio-colluviali antichi, alla base di alcuni versanti dei rilievi calcarei soprastanti Sermoneta e Sezze. Anche se attualmente si trovano in aree coltivate a oliveti e frutteti misti, sono suoli originati da processi pedogenetici non più attuali, soprattutto in relazione con: a) deposizione colluvio-alluviale di materiali limoso-argillosi e successiva pedogenesi con rimozione dei carbonati presenti e illuviazione di ferro e argilla; b) approfondimento dei

materiali albici nel reticolo interno al Bt, a formare un orizzonte con caratteristiche di *fragipan*. Circa la formazione di un orizzonte di tipo *fragipan*, sono già stati ampiamente studiati casi simili di formazione di tali tipi di orizzonti massivi in ambiente mediterraneo in relazione a deposizioni pleistoceniche antiche colluvio-alluviali da riferirsi a periodi interglaciali e cataglaciali (Costantini & Napoli, 1996). In un unico altro caso, *Retisols* sono stati identificati e rilevati nelle conoidi colluviali antiche all'interno dell'altopiano di Leonessa, con un tipo di evoluzione diversa.

**Caratteristiche dei *Retisols* e differenziazioni qualificanti all'interno del Gruppo Referenziale**

I suoli rilevati su depositi alluvio-colluviali antichi (Figura 7.36 e Tabella 7.18) sono stati riconosciuti come **Fragic Retisols**, vale a dire caratterizzati dalla presenza di un orizzonte **Fragico** (o *fragipan*) sub-superficiale (Figura 7.37-1).

L'orizzonte **fragico** (dal latino *fragilis* = fragile) è un orizzonte naturale non cementato con una struttura della matrice densa e una porosità radicale distribuita solo lungo le glosse del reticolo di eluviazione (Figura 7.37-a). L'orizzonte **fragico** ha una struttura subangolare o prismatica grande tendente al massivo. La porosità della matrice esiste, ma è formata da pori/vuoti non comunicanti, quindi non esplorabile dalle radici. Questo assetto morfologico lo configu-

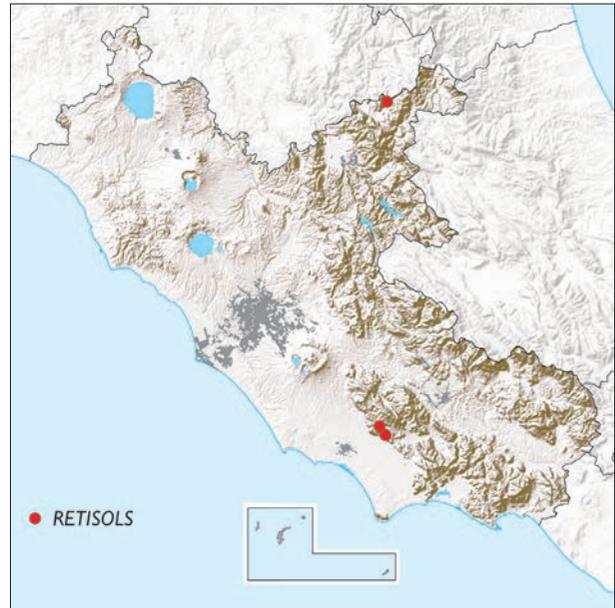


Fig. 7.36 - Distribuzione areale dei pedon classificati come *Retisols*

ra come un orizzonte "chiuso" e di fatto come un sistema in cui l'acqua può percolare solo attraverso una parte molto ridotta dell'orizzonte stesso (<10%). Circa la formazione di questo tipo di orizzonte, si ritiene che nei nostri ambienti si sia potuto formare a seguito di fenomeni di rapido sollevamento tettonico e collasso strutturale causati dal repentino abbassamento delle falde; una correlazione temporale tentativa può identificare la loro formazione in un periodo

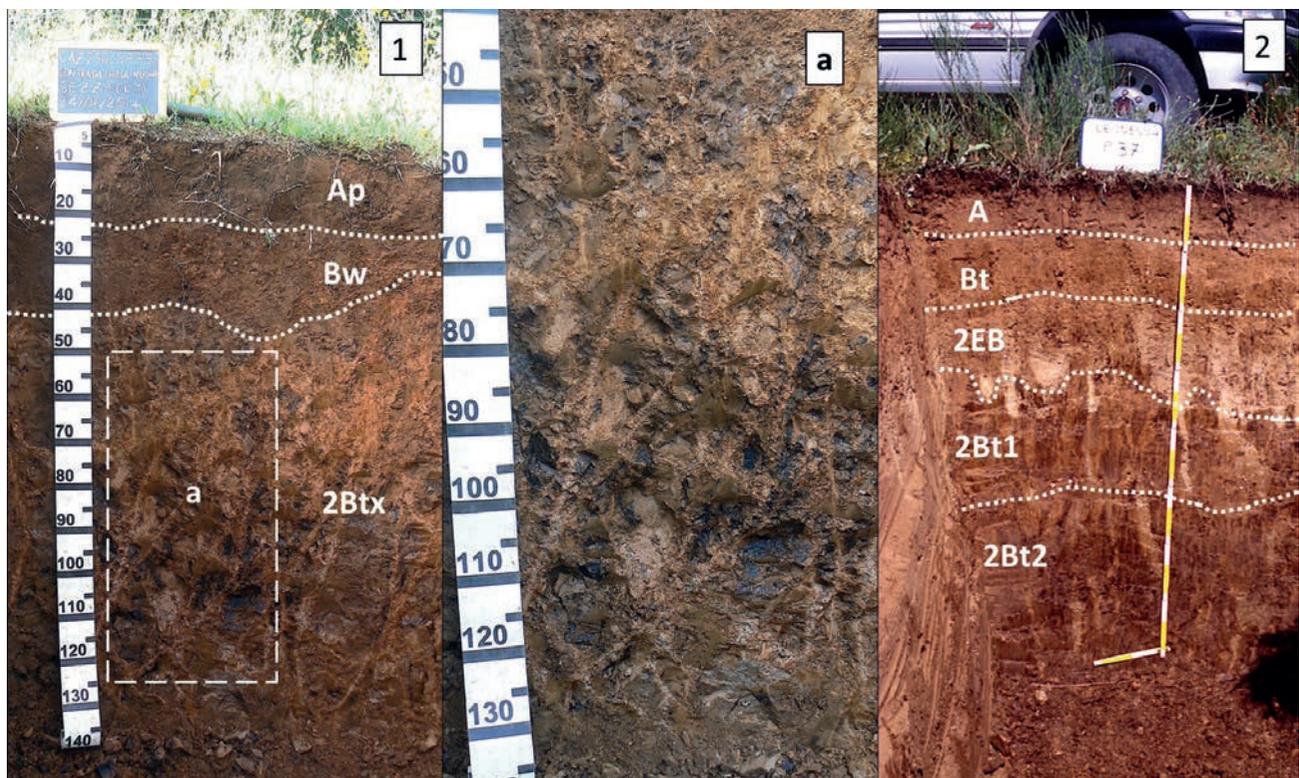


Fig. 7.37 - 1-*Fragic Retisol*, Loc. Contrada Chiesa Nuova, Sezze (LT); a) particolare dell'orizzonte Btx con fragipan e reticolo di zone depauperate; 2-*Dystric Retisol*, Loc. La Moletta, Leonessa (RI)

compreso tra Pleistocene Inferiore e Medio per le zone dei versanti tirrenici dell'Italia Centrale (Costantini & Napoli, 1996).

Nella piana di Leonessa, sempre su depositi alluvio-colluviali antichi, sono stati invece riconosciuti i **Glossic Retisols**, con formazione di glosse di eluviazione a carico di orizzonti argillici profondi, ma senza collasso strutturale (Figura 7.37-2).

Tab. 7. 18 - Sottotipi di *Retisols* (Qualificatore principale)

Gruppo e sottogruppo referenziale WRB	N. di Pedon identificati nei rilevamenti
<i>Fragic Retisols</i>	2
<i>Dystric Glossic Retisols</i>	1

### Gestione dei *Retisols*

La gestione dei *Retisols* nelle poche aree di affioramento del Lazio è da collegarsi alle caratteristiche pedogenetiche relitte non più in equilibrio con gli attuali ambienti di formazione, ed in particolare con la presenza di orizzonti densi con reticolo di glosse (*fragipans*). Tale situazione restringe il campo del loro utilizzo agricolo, alle sole colture permanenti (oliveti e frutteti) che non necessitano di uno spessore utile radicale molto ampio, o che comunque hanno una capacità di sfruttare le poche linee di drenaggio preferenziale; comunque il loro utilizzo migliore è di conservazione semi-naturale, con copertura forestale o sotto prati stabili e prati-pascoli.

## 7.11 Suoli sottili e/o con molti frammenti rocciosi: LEPTOSOLS

### Inquadramento geografico e dinamiche di formazione

I *Leptosols* sono suoli geneticamente giovani e l'evidenza della formazione del suolo è normalmente limitata a un orizzonte A sottile su un orizzonte B incipiente o direttamente sul materiale parentale inalterato. Nel territorio regionale si formano in tutti i versanti con affioramenti di substrati litoidi sia calcarei che marnoso-argillosi a pendenze medio-elevate, laddove questi fattori morfologici e litologici non consentono una evoluzione del suolo con maggiori profondità (Figura 7.38). Si trovano generalmente sotto copertura forestale, o di vegetazione naturale macchia-cespuglieto, o sotto prati permanenti e prati-pascoli, più raramente coltivati con colture permanenti (oliveti). Sono associati in genere ai *Cambisols*,

*Chernozems*, *Kastanozems*, *Phaeozems*, su rocce calcaree e calcareo-marnoso-argillose, e su rocce acide agli *Umbrisols*; tali suoli associati rappresentano il loro termine evolutivo in aree più conservate e meno soggette a ringiovanimento erosivo.

Il principale processo di formazione del suolo è la formazione di orizzonti superficiali ricchi di sostanza organica e ben strutturati (Mollici) con strutture grumose e/o granulari, e la dissoluzione e la successiva rimozione di carbonati. Il rigonfiamento e restringimento delle argille smectitiche nei residui minerali sono responsabili del predominio delle strutture subangolari abbastanza sviluppate negli orizzonti B incipienti. *Leptosol* con orizzonti ricchi di sostanza organica e acidi (Umbrici) si trovano invece per lo più su roccia madre silicea nelle regioni montane con un clima fresco e precipitazioni elevate.

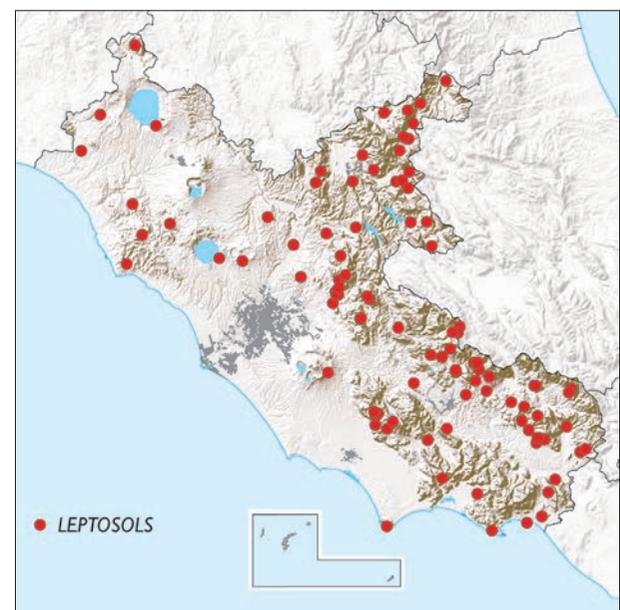


Fig. 7. 38 - Distribuzione areale dei pedon classificati come *Leptosols*

### Caratteristiche dei *Leptosols* e differenziazioni qualificanti all'interno del Gruppo Referenziale

Come risultato dei rilevamenti (Tabella 7.19) si riporta come i **Rendzic Leptosols** sono il sottogruppo più diffuso, caratterizzati da presenza di orizzonte Mollico direttamente soprastante a materiali fortemente calcarei e/o a roccia calcarea (Figura 7.39-2); gli **Skeletal Leptosols** sono caratterizzati da presenza di forti quantità di scheletro ( $\geq 40\%$  in volume, Figura 7.39-3), il sottogruppo **Eutric Leptosols** da saturazione in basi elevata (Figura 7.39-1), i **Mollic Leptosols** dalla presenza di un solo orizzonte Mollico ricco di

sostanza organica e saturato, i *Calcaric Leptosols* da scheletro di origine parentale calcarea. I *Lithic Leptosols* presentano fortissime limitazioni di spessore (minori di 10 cm) tipiche delle zone più scoscese di alta montagna su roccia dura con vegetazione pioniera arbustiva o erbacea. I *Dystric Leptosols* hanno una bassa saturazione in basi e generalmente reazione da sub-acida ad acida (su rocce non calcaree); infine i *Cambic Leptosols* mostrano un orizzonte B di alterazione cambico ma con spessore talmente sottile da non essere diagnostico per entrare nel corrispondente gruppo referenziale.

Tab. 7.19 - Sottotipi di Leptosols (Qualificatore principale)

Gruppo e sottogruppo referenziale WRB	N. di Pedon identificati nei rilevamenti
<i>Rendzic Leptosols</i>	30
<i>Skeletal Leptosols</i>	27
<i>Eutric Leptosols</i>	15
<i>Mollic Leptosols</i>	12
<i>Calcaric Leptosols</i>	4
<i>Lithic Leptosols</i>	4
<i>Dystric Leptosols</i>	3
<i>Cambic Leptosols</i>	2

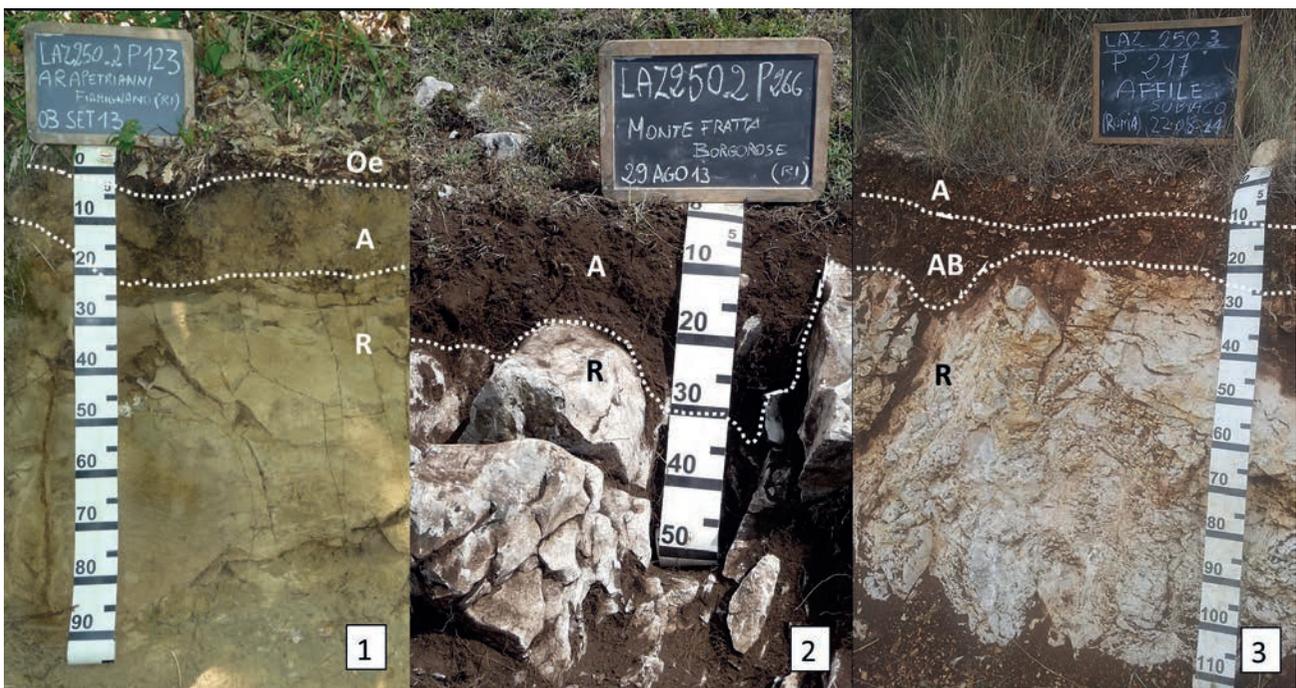


Fig. 7.39 - 1-Eutric Leptosol, Loc. Arapetrianni, Fiamignano (RI); 2-Rendzic Leptosol, Loc. M.te Fratta, Borgorose (RI); 3-Skeletal Leptosol, Loc. Affile (RM)

### Gestione dei Leptosols

I *Leptosols* nel Lazio sono sostanzialmente utilizzati solo come prati e prati-pascoli o lasciati sotto copertura forestale. I *Rendzic Leptosols* nelle nostre zone temperate sono sotto foresta mista principalmente decidua, mentre i *Leptosols* acidi (Umbrici e Dystrici), possono trovarsi anche sotto rimboschimenti di conifere.

L'erosione è la più grande minaccia per le aree con i *Leptosols*, in particolare nelle regioni di alta collina e montagna dove l'alta pressione demografica (turismo), il sovrasfruttamento e l'aumento dell'inquinamento ambientale possono portare a un crescente deterioramento delle foreste e minacciare vaste aree di *Leptosols* vulnerabili.

I *Leptosols* sui pendii collinari possono essere tuttavia coltivati con alcune accortezze di tipo conservativo. Pendenze ripide con suoli poco profondi e sassosi sono per esempio stati trasformati in terreni coltivabili attraverso terrazzamenti, con colture permanenti a conduzione non intensiva (es. oliveti e frutteti). L'agro-silvicoltura (*agro-forestry*) con una combinazione in coesistenza di seminativi e colture permanenti legnose o arboricoltura da legno può rappresentare un utilizzo promettente, sempre tenendo conto delle litologie meno "erodibili" e delle pendenze dei versanti. L'eccessivo drenaggio interno di molti *Leptosols* può causare siccità anche in un ambiente umido alto-collinare e montano.

## 7.12 Suoli con orizzonte cambico e moderato sviluppo: CAMBISOLS

### Inquadramento geografico e dinamiche di formazione

I *Cambisols* sono suoli che hanno sviluppato un medio grado di alterazione che ha consentito lo sviluppo di un orizzonte **Cambico** sub-superficiale; tale orizzonte ha subito comunque una alterazione tale da differenziarsi dal materiale parentale e mostrare una struttura interna e morfologia di origine chiaramente pedogenetica. I *Cambisols* sono suoli con un margine di cambiamento verso tipologie di suolo più "evolute", attraverso lo sviluppo nel tempo di processi pedogenetici più spinti, a seconda dei cambiamenti morfologici, climatici ed ambientali a cui sono sottoposti.

Nel territorio del Lazio i *Cambisols* rappresentano un gruppo di suoli molto diffuso sia geograficamente che anche come numero di pedon (profili) rilevati (366). Sono presenti in tutti gli ambienti, su litologie calcaree, su depositi torbiditici (flysch) di vario tipo in aree sia montane che collinari associati ai *Leptosols*, là dove l'erosione superficiale è minore e consente una evoluzione del profilo, e nelle conche intermontane interne su depositi colluvio-alluviali; subordinatamente ai *Luvisols* e *Andosols* sui depositi vulcanici di *plateau*, così come nei versanti e terrazzi dei depositi marini pliocenici e plio-pleistocenici costieri, associati ai *Luvisols* e *Regosols*, e nelle conche lacustri e versanti terrazzati su depositi eolici costieri.

### Caratteristiche dei *Cambisols* e differenziazioni qualificanti all'interno del Gruppo Referenziale

Da una analisi dei dati di distribuzione delle sottotipologie riportati in Tabella 7.20, la maggior parte dei *Cambisols* rilevati nel Lazio risulta appartenere al sottotipo **Eutric**, caratterizzati quindi da un orizzonte cambico con livello di saturazione in basi elevato (>50%) rispetto alla capacità di scambio totale. Altri sottotipi rappresentano termini di passaggio ad altri gruppi referenziali di suoli (es. *Leptosols*, *Calcisols*, *Fluvisols*, *Vertisols*, *Gleysols*, *Andosols*, *Mollisols*, *Nitisols*, *Anthrosols*), che sta a significare che posseggono figure pedogenetiche e/o caratteri funzionali che indicano processi o condizioni tipiche di altri gruppi, ma che non sono espresse abbastanza per essere considerate diagnostiche.

I **caratteri funzionali** distinguono i sottotipi: **Leptic** *Cambisols*, con profondità limitata entro i 100 o 50 cm; **Skeletal** *Cambisols*, con scheletro >40% in qualche orizzonte entro i 100 cm di profondità; **Fluvic**



Fig. 7.40 - Distribuzione areale dei pedon classificati come *Cambisols*

*Cambisols*, con riconoscibile sedimentazione di tipi alluvionale/fluviale e decremento di carbonio organico irregolare con la profondità (Figura 7.41-2); **Arenic** *Cambisols*, con tessitura grossolana nelle classi sabbiose in qualche orizzonte del profilo entro i 100 cm; **Calcaric** *Cambisols*, con contenuto di carbonato di calcio elevato ereditato direttamente da materiale parentale; **Terric** *Cambisols*, con orizzonte terrico superficiale dovuto ad apporti di materiale antropico (es. riporti di materiale minerale, compost, materiali sabbiosi e/o limosi, etc.).

I **processi pedogenetici** distinguono i sottotipi: **Dystric** e **Eutric** *Cambisols* (Figura 7.41-1), con saturazione in basi del complesso di scambio rispettivamente inferiore o superiore al 50%; **Gleyic** *Cambisols*, con figure di ossido-riduzione da risalita di falda e permanenza di saturazione e condizioni asfittiche (proprietà gleyche, Figura 7.41-3); **Stagnic** *Cambisols*, con figure di ossido-riduzione sulle facce degli aggregati sinonimo di ristagno a una certa profondità delle acque di percolazione superficiali (proprietà stagniche); **Vertic** *Cambisols*, con fenomeni vertici, quali o presenza di crepacciature nel periodo estivo superiori a 1 cm e profonde almeno 50 cm, o facce di scivolamento (slickensides), più o meno espressi; **Sodic** *Cambisols*, con sodio scambiabile nel complesso di scambio >15 (ESP>15); **Chromic** e/o **Rhodic** *Cambisols*, con colori accesi da bruno giallastri o bruno-rossastri dovuti a alterazione e neoformazione di ossidi di ferro nella matrice del suolo; **Andic** e/o **Vitric** *Cambisols*, con proprietà andiche e vitriche dovute a presenza di materiali di origine effusiva vulcanica (vedi par. 7.4 "Andosols"); **Humic**, con accumulo di sostanza organica (ma

non abbastanza per definire un epipedon Mollico/Umbrico) in superficie e colori scuri dati da materiali umificati; **Ferralic Cambisols**, con elevate quantità di ferro finemente dispersi sinonimo di forte alterazione (forse ringiovanimento di *Nitisols* da lavorazioni agrarie e apporto di sostanza organica superficiale); **Relictigleyic Cambisols**, con forme di ossido-riduzione da ristagno di acqua non più attive.

**Gestione dei Cambisols**

I *Cambisols* sono suoli ampiamente utilizzati in agricoltura, anche intensiva, con ottimi risultati. Gli *Eutric Cambisols* delle nostre aree temperate sono tra i suoli più produttivi esistenti, mentre i *Dystric*, meno fertili, sono comunque utilizzabili per colture agrarie e anche per prati-pascoli. Nelle aree con pendenze di un certo rilievo è comunque consigliata la gestione forestale o comunque con prati stabili. Nelle aree di pianura i *Vertic Cambisols* possono essere utilizzati anche con colture irrigue oltre che in asciutto; *Eutric*, *Calcaric* e *Chromic/Rhodic Cambisols* sui rilievi collinari sono da utilizzare con colture sia annuali che anche permanenti (vigneti, oliveti, frutteti) o per pascoli. I *Dystric* e *Ferralic Cambisols* sono poveri in nutrienti ma comunque con una moderata capacità di scambio, e se opportunamente gestiti con ammendanti e/o concimazioni, possono essere utilizzati positivamente per una ampia gamma di colture. I *Gleyic Cambisols* di

Tab. 7. 20 - Sottotipi di *Cambisols* (Qualificatore principale)

Gruppo e sottogruppo referenziale WRB	N. di Pedon identificati nei rilevamenti
<i>Eutric Cambisols</i>	86
<i>Leptic (Endo, Epi) Cambisols</i>	81
<i>Calcaric Cambisols</i>	56
<i>Fluvic Cambisols</i>	29
<i>Skeletal Cambisols</i>	22
<i>Dystric Cambisols</i>	22
<i>Gley (Relictigleyic) Cambisols</i>	18
<i>Stagnic Cambisols</i>	12
<i>Vertic Cambisols</i>	9
<i>Sodic Cambisols</i>	8
<i>Chromic Cambisols</i>	5
<i>Andic Cambisols</i>	7
<i>Vitric Cambisols</i>	3
<i>Rhodic Cambisols</i>	1
<i>Arenic Cambisols</i>	1
<i>Ferralic Cambisols</i>	1
<i>Humic Cambisols</i>	1
<i>Protovertic Cambisols</i>	1
<i>Relictigleyic Cambisols</i>	1
<i>Rhodic Cambisols</i>	1
<i>Terric Cambisols</i>	1

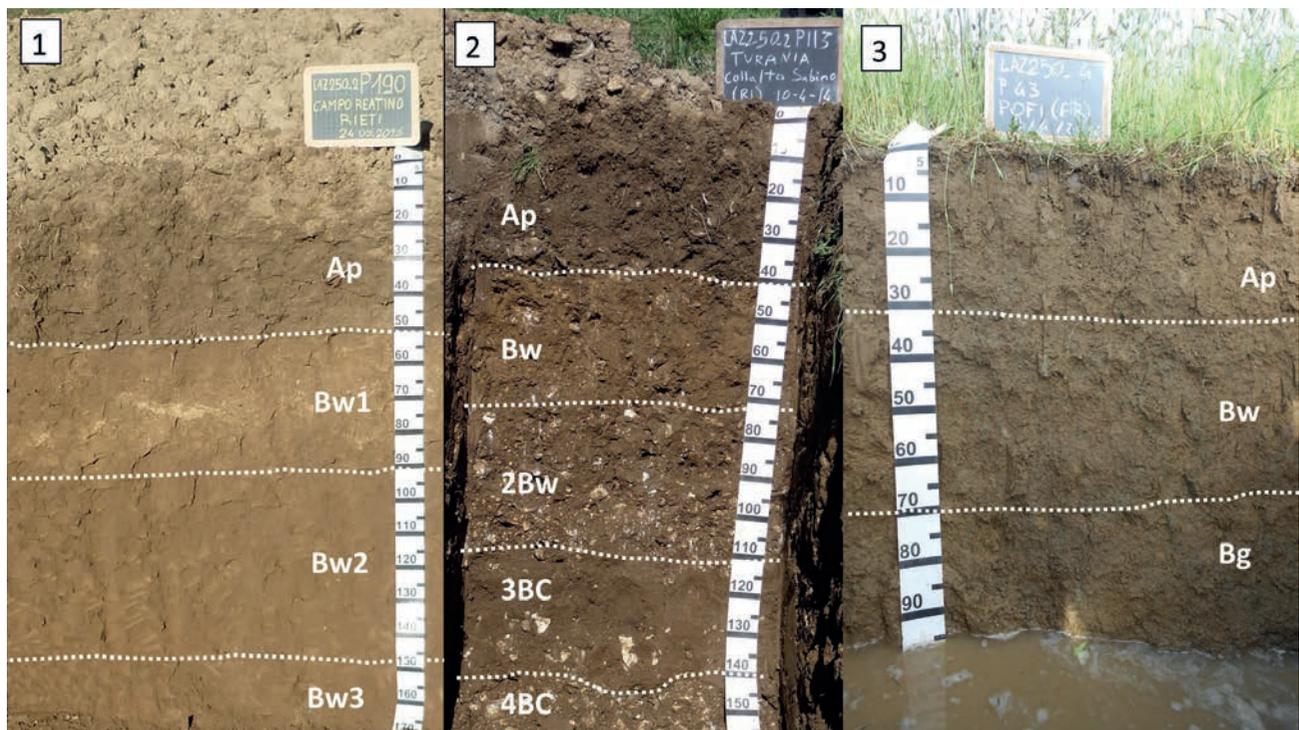


Fig. 7. 41 - 1-*Eutric Cambisol*, Loc. Campo Reatino (RI); 2-*Fluvic Cambisol*, Loc. Turania, Collalto Sabino (RI); 3-*Gleyic Cambisol*, Loc. Pofi (FR)

pianura alluvionale sono utilizzati sia come prati-pascoli nelle zone intermontane di alta quota, sia con seminativi e colture permanenti che non soffrono il ristagno profondo (es. kiwi) nelle pianure costiere.

### 7.13 Suoli sabbiosi:ARENOSOLS

#### Inquadramento geografico e dinamiche di formazione

I suoli che fanno parte del Gruppo Referenziale degli **Arenosols** si contraddistinguono per essere fortemente caratterizzati da un materiale parentale sabbioso, quindi evolvono su sabbie residuali di alterazione di depositi o rocce ricche in sabbie quarzose (es. arenarie), o più comunemente su depositi sabbiosi più o meno recenti, come sabbie plio-pleistoceniche, dune eoliche sia antiche che recenti e zone di spiaggia marina. Dato il loro materiale parentale uniforme e molto povero, sono suoli a basso grado di evoluzione, che generalmente non presentano orizzonti di alterazione sufficientemente evoluti.

Nel territorio del Lazio la loro distribuzione (Figura 7.42) si concentra essenzialmente nelle aree costiere con depositi eolici e fluviali, fluvio-lacustri e marini delle zone settentrionali (Tarquinia Ladispoli), centrali (Maccarese a Castelporziano), e meridionali (Pianura pontina e Fogliano-Minturno). Solo occasionalmente sono associati a piccole aree dei versanti delle incisioni fluviali e torrentizie su depositi marini e sedimenti vulcanici soprastanti delle caldere di Vico, Bracciano, Colli Albani, e sui rilievi collinari sabbioso-conglomeratici delle zone meridionali di Priverno-Fossanova (LT).

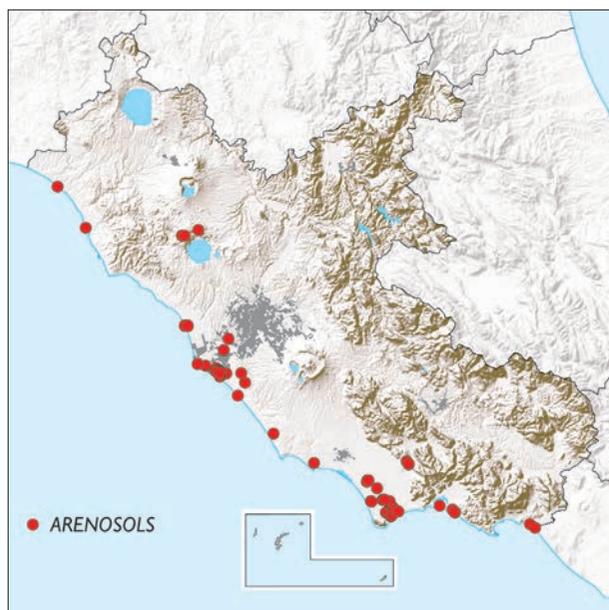


Fig. 7. 42 - Distribuzione areale dei pedon classificati come Arenosols

#### Caratteristiche degli Arenosols e differenziazioni qualificanti all'interno del Gruppo Referenziale

Gli **Arenosols** rilevati nel Lazio, come riportato in Tabella 7.21, si differenziano sostanzialmente in quattro gruppi principali: **Brunic Arenosols** (dal tedesco popolare *brun* = bruno, scuro), che hanno un orizzonte sub-superficiale abbastanza alterato da avere qualche aspetto simile al cambico (colori, inizio strutturazione) ma non i requisiti pieni (Figura 7.43-1); **Calcaric Arenosols**, con contenuto di carbonato di calcio elevato ereditato dal materiale parentale (in questo caso sabbie calcaree); **Dystric Arenosols**, acidi e con bassa saturazione del complesso di scambio e al contrario **Eutric Arenosols** neutri o alcalini con saturazione elevata (Figura 7.43-3). In situazioni locali occasionali sono stati rilevati **Albic Arenosols**, con orizzonti superficiali chiari (dal latino *albus* = bianco) dovuti a presenza di sabbie molto chiare quarzose, **Sodic Arenosols**, con concentrazione elevata di sodio nel complesso di scambio in qualche orizzonte entro i 100 cm di profondità (questi suoli sono di transizione ai suoli salini - *Solonchaks*); infine **Gleyic Arenosols**, con risalita di falda e figure di ossido-riduzione causate da saturazione (Figura 7.43-2).

Tab. 7. 21 - Sottotipi di Arenosols (Qualificatore principale)

Gruppo e sottogruppo referenziale WRB	N. di Pedon identificati nei rilevamenti
<b>Brunic Arenosols</b>	25
<b>Eutric Arenosols</b>	11
<b>Calcaric Arenosols</b>	9
<b>Dystric Arenosols</b>	6
<b>Sodic Arenosols</b>	2
<b>Rubic Arenosols</b>	1
<b>Albic Arenosols</b>	1
<b>Gleyic Arenosols</b>	1

#### Caratteri strutturali, fisici, idrologici e chimici degli Arenosols

**Caratteri Strutturali e fisico-idrologici.** Da un punto di vista strutturale e fisico-idrologico, gli **Arenosols** hanno, a causa della loro tessitura omogenea sabbiosa, una densità apparente elevata con valori tipici tra 1,5 e 1,7, con una porosità medio-alta formata da vuoti interstiziali tra le particelle di sabbia, nelle classi meso e macro, vale a dire pori sufficientemente grandi da mantenere sempre una buona aereazione del suolo, un drenaggio molto rapido e una bassa capacità di stoccaggio dell'acqua sottoforma di riserva idrica.

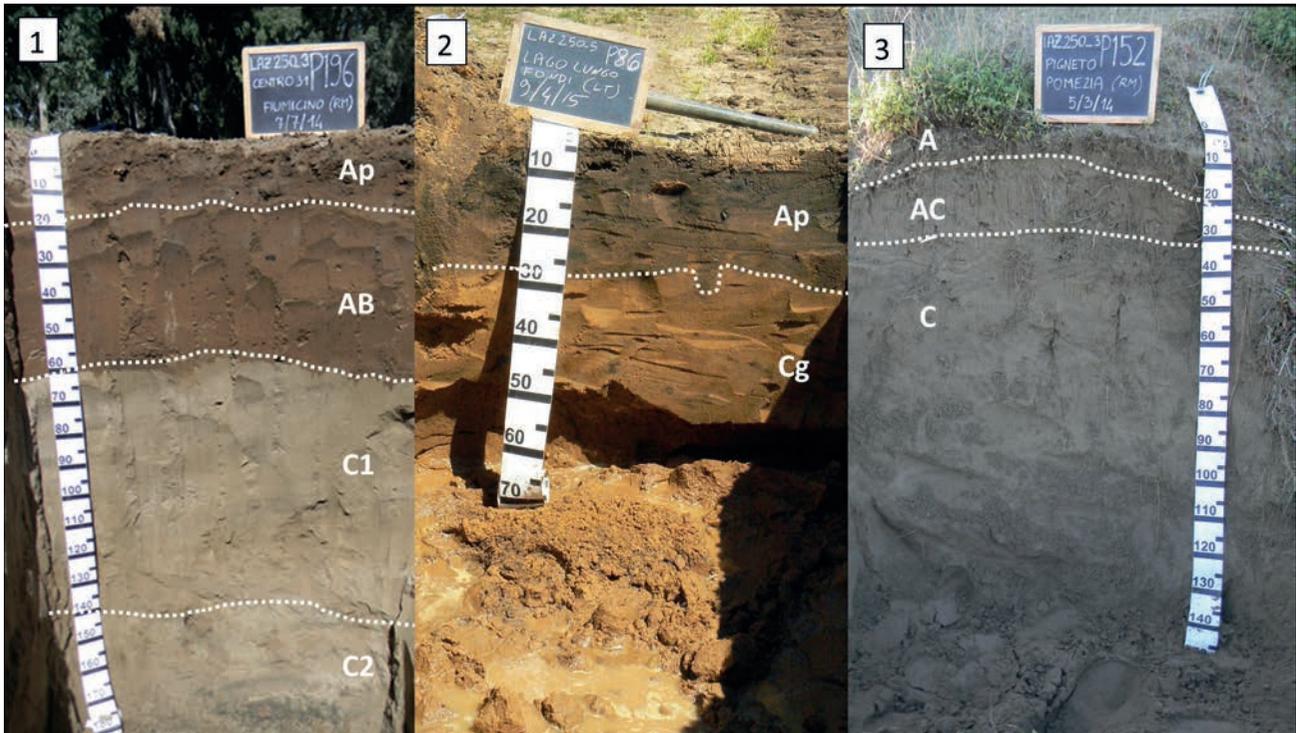


Fig. 7.43 - 1-Brunic Arenosol, Loc. Centro 31, Fiumicino (RM); 2-Gleyc Arenosol, Loc. Lago Lungo, Fondi (LT); 3-Eutric Arenosol, Loc. La Pineta, Pomezia (RM)

I suoli sabbiosi e franco sabbiosi sono quasi privi di coesione interna, e quindi di struttura pedogenetica, in assenza quasi totale di sostanza organica e/o di agenti cementanti quali i minerali argillosi. Tuttavia strati cementati o induriti si possono formare in profondità, a causa di processi di riprecipitazione degli ossidi di ferro o del carbonato di calcio.

Gli Arenosols sono estremamente permeabili all'acqua; la conduttività idraulica satura varia con la densità di compattamento della sabbia e può assumere qualsiasi valore compreso tra 300 e 30.000 cm/giorno. L'infiltrazione dell'acqua nei terreni sabbiosi può variare tra 2,5 e 25 cm/ora e può essere 250 volte più veloce rispetto ai terreni argillosi (0,01 - 0,1 cm/h). In condizioni di flusso insaturo l'acqua si muove tuttavia più lentamente nei terreni sabbiosi rispetto a quelli argillosi a causa del loro basso contenuto di umidità e della minore conduttività idraulica insatura: comprendere queste relazioni è importante per impostare negli Arenosols le corrette pratiche di irrigazione e drenaggio in maniera efficiente.

**Caratteri Chimici.** La maggior parte degli Arenosols ha una bassa capacità di immagazzinare basi. I loro orizzonti A sono poco profondi e/o contengono materia organica scarsa o scarsamente decomposta; per tale motivo la vegetazione naturale (forestale) sopravvive sul ciclo di nutrienti e radici quasi esclusivamente nell'orizzonte O e in un orizzonte A poco profondo. Il contenuto di carbonio

organico degli Arenosols ben drenati è normalmente inferiore allo 0,5% (meno dello 0,2% negli orizzonti sub-superficiali); La CSC è generalmente bassa tranne nello strato superiore da 10 a 20 cm.

#### Gestione degli Arenosols.

Gli Arenosols nelle aree del Lazio presenti nelle pianure costiere o nei fondivalle alluvionali in zone limitrofe si prestano bene a utilizzi agrari, soprattutto orticoltura irrigua, sia in pieno campo che sotto serra (area della pianura Pontina). La loro scarsa dotazione di nutrienti necessita di apporto di fertilizzanti, meglio tramite fertirrigazione, da gestire in maniera ottimale, considerate le caratteristiche idrologiche di estrema permeabilità di questi suoli. Fertirrigazioni a base di concimi azotati con eccessivi volumi irrigui possono dare luogo a fenomeni di percolazione in falda o a lisciviazione laterale di grandi quantità di nitrati (vedi par. 7.8 "Planosols" rif. Gestione dei Planosols).

### 7.14 Suoli poco evoluti su sedimenti stratificati fluviali e lacustri: FLUVISOLS

#### Inquadramento geografico e dinamiche di formazione

Il Gruppo Referenziale dei *Fluvisols* comprende i suoli caratterizzati da una ancora riconoscibile (e talvolta ancora attiva) dinamica di deposizione colluvio-alluviale, fluviale e/o fluvio-lacustre. Per tale motivo il profilo del suolo si presenta da debolmente a moderatamente sviluppato con, al suo interno, anco-

ra evidenti i vari strati origine dei processi di deposizione fluviale. Caratteristica quindi discriminante e fondamentale per i *Fluvisols* è quella di avere un andamento irregolare con la profondità sia di caratteri fisici (granulometria/tessitura) che chimici (in particolare contenuto di carbonio organico).

Nel territorio regionale sono diffusi (Figura 7.44) nei fondovalle e terrazzi delle aree costiere, nelle incisioni e fondovalle interni delle aree con depositi

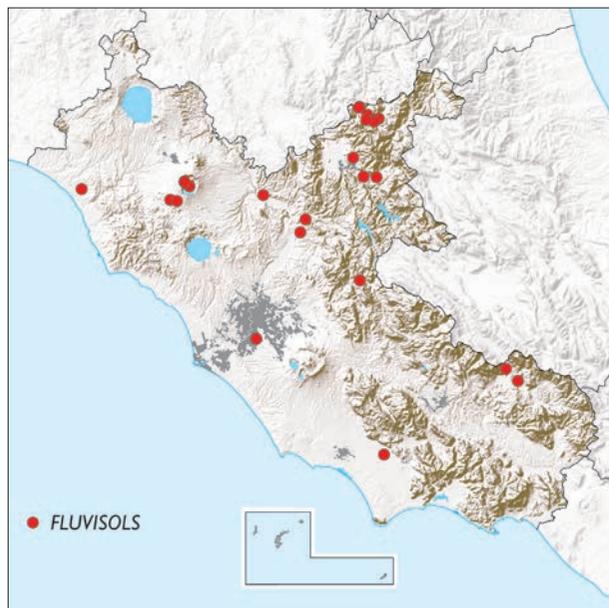


Fig. 7.44 - Distribuzione areale dei pedon classificati come *Fluvisols*

marini sabbiosi e conglomeratici, lungo i fondovalle dei principali fiumi con deposizioni ancora attive (Tevere, Paglia, Fiora, Aniene, Marta, Sacco, etc.), e nelle conche e altopiani con depositi di conoide e fluviali recenti e antichi di Rieti e Leonessa.

#### Caratteristiche dei *Fluvisols* e differenziazioni qualificanti all'interno del Gruppo Referenziale

I relativamente pochi pedon rilevati ed identificati come *Fluvisols* nel Lazio (Tabella 7.22) si suddividono principalmente nei sottotipi **Eutric**, con saturazione in basi del complesso di scambio cationico maggiore del 50% (Figura 7.45-2), **Humic**, con percentuale media pesata di carbonio organico  $\geq 1\%$  nei primi 50 cm di suolo, **Arenic**, con qualche orizzonte nelle classi tessiture sabbiose nei primi 100 cm, **Skeletal**, con grandi quantità di scheletro superiori al 40% in volume nei primi 100 cm (Figura 7.45-1). Localmente e occasionalmente sono stati identificati anche **Calcaric**, ricchi di carbonato di calcio ereditato da materiale parentale, **Gleyic**, con figure di ossido-riduzione a una certa profondità in dipendenza di presenza di falda superficiale (Figura 7.45-3) in alcuni pedon dei dintorni di Sora e Lago di Fibreno e lungo alcuni fondovalle di affluenti laterali del Tevere a nord di Roma (Fara in Sabina e Montelibretti), e **Dystric**, moderatamente acidi e con saturazione in basi bassa ( $< 50\%$  della CSC).

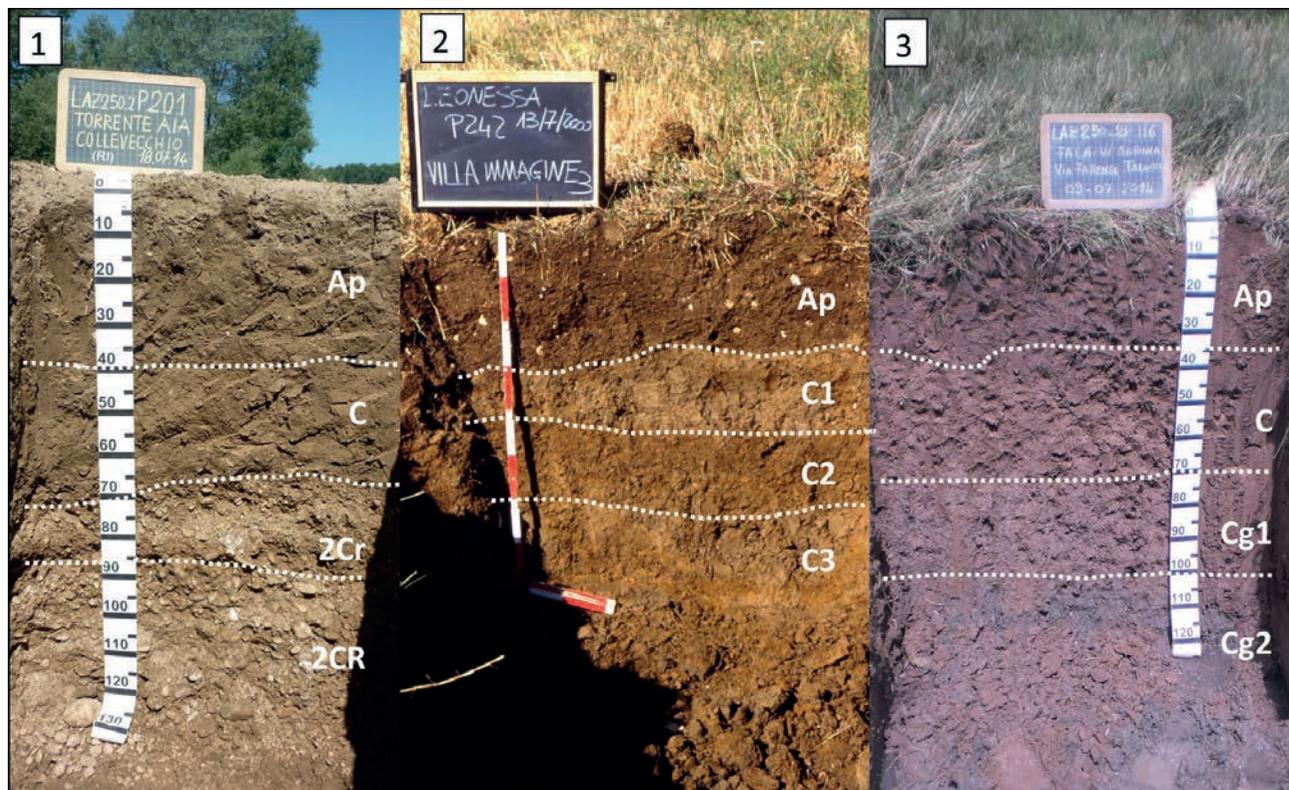


Fig. 7.45 - 1-Endoskeletal *Fluvisol*, Loc. Torrente Aia, Collecchio (RI); 2-Eutric *Fluvisol*, Loc. Villa Immagine, Leonessa (RI); 3-Endogleyc *Fluvisol*, Loc. Via farensese - Talocci, Fara in Sabina (RI)

Tab. 7.22 - Sottotipi di *Fluvisols* (Qualificatore principale)

Gruppo e sottogruppo referenziale WRB	N. di Pedon identificati nei rilevamenti
<i>Eutric Fluvisols</i>	9
<i>Humic Fluvisols</i>	6
<i>Arenic Fluvisols</i>	4
<i>Skeletal Fluvisols</i>	3
<i>Gleyc Fluvisols</i>	2
<i>Calcaric Fluvisols</i>	2
<i>Dystric Fluvisols</i>	1

### Gestione dei *Fluvisols*

Nonostante il moderato sviluppo del profilo, i *Fluvisols* sono generalmente considerati suoli con ottime caratteristiche per la coltivazione agricola, anche grazie alla loro posizione in aree di fondovalle o comunque pianeggianti, e alla notevole quantità di carbonio organico anche in profondità, quindi con buone caratteristiche sia fisico-idrologiche (buona porosità, buona permeabilità) che chimiche (saturazione in basi da moderata ad elevata). Negli ambienti del Lazio sono coltivati essenzialmente con colture annuali in asciutto o irrigue, e limitatamente anche con frutteti misti. Nelle conche intermontane spesso sono lasciati a prato stabile o prato pascolo. I problemi che possono sorgere nel loro utilizzo sono dovuti a presenza di lenti di scheletro più o meno cementato che possono interferire con le lavorazioni, oppure con piccole falde sospese più o meno permanenti. Un fattore importante da tenere in considerazione in base alla loro posizione morfologica è l'essere soggetti a fenomeni di esondazione poliennali e conseguente deposizione di materiali sedimentari sulla superficie.

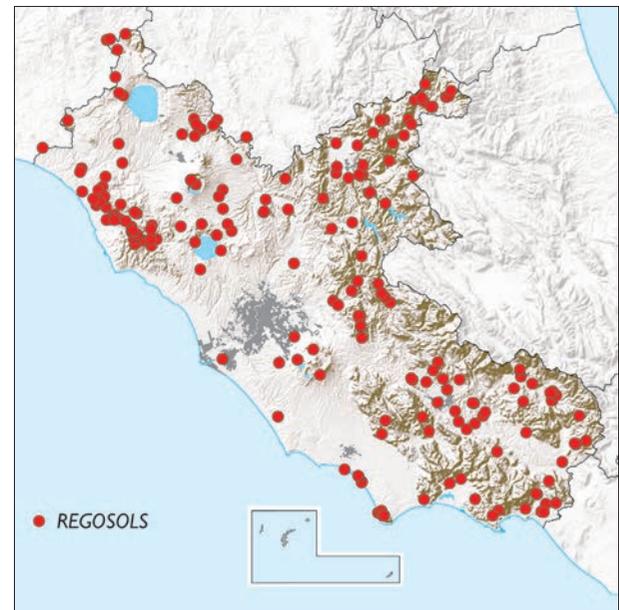
### 7.15 Suoli molto giovani con nessuno sviluppo di profilo riconoscibile: REGOSOLS

#### Inquadramento geografico e dinamiche di formazione

I *Regosols* appartengono al Gruppo Referenziale dei suoli residuale che comprende tutti i suoli di inizio evoluzione che non hanno nessuna caratteristica distintiva particolare, se non un orizzonte superficiale debolmente sviluppato, e non sono troppo sottili per entrare nei *Leptosols*, né sabbiosi per entrare negli *Arenosols*, né hanno proprietà fluviche per entrare nei *Fluvisols*. Sono quindi suoli estremamente giovani e poco evoluti delle aree erose collinari, oppure di accumulo colluviale recente. Negli altri sistemi di classificazione internazionali sono normalmente identificati come "Entisols" (USA), "skeletal soils" (Australia), "Rohböden" (Germania), e "Sols peu évolués régos-

oliques d'érosion" o anche "Sols minéraux bruts d'apport éolien ou volcanique" (Francia).

Nel Lazio sono diffusi un po' su tutti gli ambienti (Figura 7.46), e su tutte le litologie, sia montane-collinari su formazioni litoidi calcaree, marnoso argillose e arenacee e nelle conche intramontane interne (soprattutto dove si hanno accumuli di materiale da reptazione), sia sui depositi collinari marini plio-pleistocenici che su *plateaux* vulcanici, sia in aree di bordo eroso dei terrazzi marini e/o continentali costieri e in depositi recenti colluvio-alluviali.

Fig. 7.46 - Distribuzione areale dei pedon classificati come *Regosols*

#### Caratteristiche dei *Regosols* e differenziazioni qualificanti all'interno del Gruppo Referenziale

La maggior parte dei sottotipi di *Regosols* (Tabella 7.23) è distribuita in 5 gruppi, che in ordine di importanza sono: gli *Eutric Regosols*, con saturazione in basi elevata (Figura 7.47-1), i *Calcaric Regosols*, derivati da materiale parentale calcareo (Figura 7.47-3), i *Leptic Regosols*, con limitazioni alla profondità entro 50 o 100 cm, gli *Stagnic Regosols*, con ristagno negli orizzonti superficiali (Figura 7.47-2), e gli *Skeletal Regosols* su depositi alluvio-colluviali recenti con scheletro maggiore del 40% in volume.

Localmente e subordinatamente sono stati riconosciuti anche *Regosols* di tipo *Dystric*, a saturazione in basi bassa su materiali parentali acidi; *Colluvic*, ricchi di materiale eterogeneo chiaramente di origine colluviale recente; *Sodic*, con sodio di scambio elevato; *Gleyc*, con fenomeni di ossido-riduzione da saturazione (falda); *Tephric*, ricchi di materiale giovane di origine effusiva vulcanica (cineriti, piroclastiti); *Arenic*, con livelli sabbiosi in qualche parte del profilo.

Tab. 7. 23 - Sottotipi di Regosols (Qualificatore principale)

Gruppo e sottogruppo referenziale WRB	N. di Pedon identificati nei rilevamenti
<i>Eutric Regosols</i>	55
<i>Calcaric Regosols</i>	36
<i>Leptic Regosols</i>	58
<i>Stagnic Regosols</i>	16
<i>Skeletal Regosols</i>	12
<i>Dystric Regosols</i>	6
<i>Gleyc Regosols</i>	4
<i>Sodic Regosols</i>	5
<i>Colluvic Regosols</i>	5
<i>Tephric Regosols</i>	2
<i>Arenic Regosols</i>	1

### Gestione dei Regosols

A causa del loro debolissimo sviluppo pedogenetico e della grande varietà di ambienti litologicamente diversi, i Regosols non hanno delle caratteristiche fisico-chimiche e idrologiche particolari, ma sono caratterizzati dai materiali parentali di origine. Il basso grado di evoluzione è quasi sempre causato da forte erosione e/o da ringiovanimento continuo delle superfici, quindi il loro utilizzo è sostanzialmente collegato ad alcuni fattori chiave, quali tessiture/granulometrie molto suscettive all'erosione e/o a movimenti di massa/soliflussi, alle pendenze elevate, alla scarsa capacità di infiltrazione dell'acqua e conseguente cattivo drenaggio in profondità. Sono quindi da gestire con estrema cautela i regosols su substrati da sabbioso-fini/limosi a limoso argillosi e argillosi su depositi incoerenti, come quelli marini e continentali. In questi casi il loro utilizzo migliore è sicuramente quello conservativo, con copertura forestale o con prati stabili e prati-pascoli.

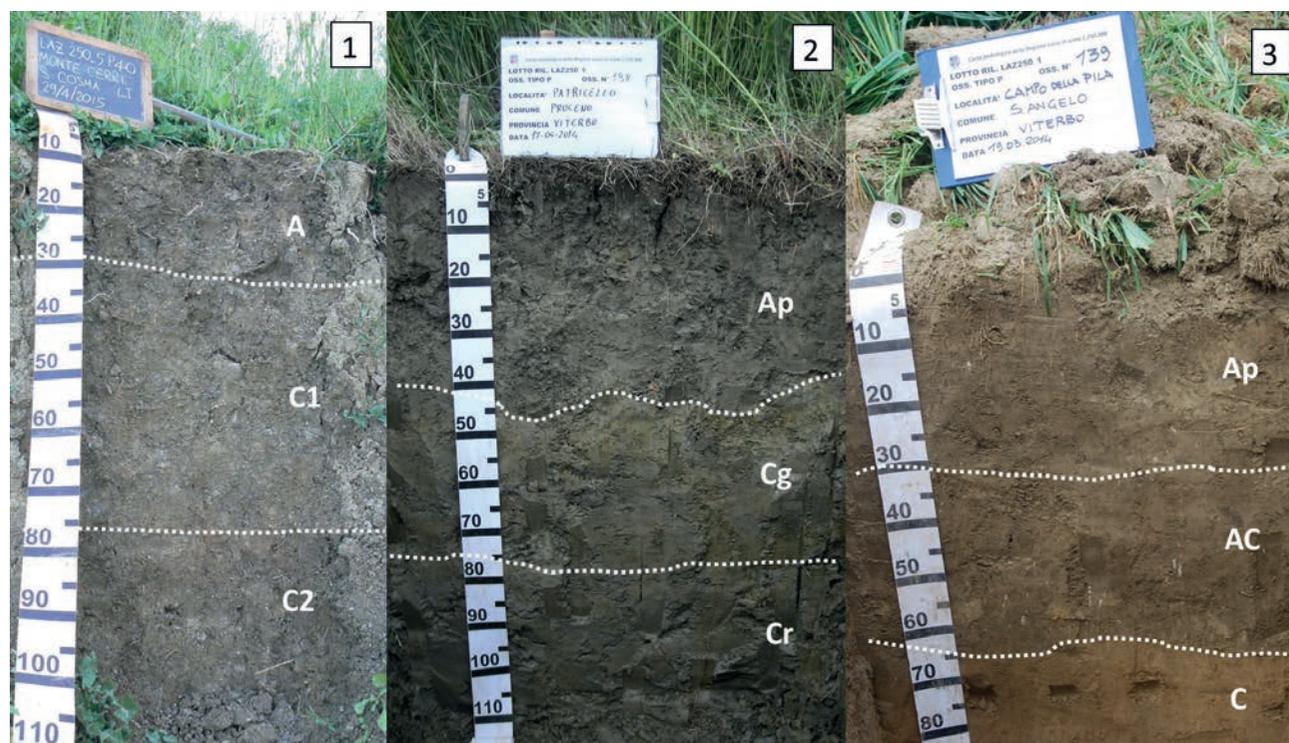


Fig. 7. 47 - 1-*Eutric Regosol*, Loc. M.te Cerri, Santa Cosma (LT); 2-*Stagnic Regosol*, Loc. Patricello, Proceno (VT); 3-*Calcaric Regosol*, Loc. Campo della Pila, S. Angelo (VT)

### 7.16 Suoli con falda e/o con problemi di ristagno di acqua: GLEYSOLS, STAGNOSOLS

#### Inquadramento geografico e dinamiche di formazione

I suoli di questi due Gruppi Referenziali hanno delle figure pedogenetiche caratterizzate da processi di ossido-riduzione che possono avvenire per differenti cause, con modalità diverse ed a diverse profondità. Gli *Stagnosols* sono definiti da proprietà stagniche, mentre

i *Gleysols* da proprietà gleyiche. Le proprietà stagniche differiscono dalle proprietà gleyiche a causa della opposta dinamica di circolazione/ristagno dell'acqua all'interno del suolo. Le **proprietà stagniche** sono causate dalla stagnazione di acqua che si infiltra dalla superficie (principalmente acqua piovana) che porta a uno strato sovrastante ridotto e a uno strato sottostante con colori da ossido-riduzione all'interno degli aggregati del suolo (in alcuni *Stagnosols*, è presente solo uno di

questi strati). Le **proprietà gleyiche** sono causate da un agente riducente verso l'alto (per lo più acque sotterranee di falda) che conduce a uno strato fortemente ridotto sottostante e uno strato sovrastante con colori da ossido-riduzione sulle superfici degli aggregati del suolo (Figura 7.48); in alcuni *Gleysols* è presente solo uno di questi strati.

Quindi la formazione di *Stagnosols* e *Gleysols* avviene a causa di ristagno idrico, ma per motivi generati da cause opposte, una da ristagno superficiale e una da ristagno da risalita dal basso della falda. Gli *Stagnosols* e *Gleysols* sono presenti nel territorio del Lazio, ma sono stati identificati in un numero di pedon non molto elevato. Le condizioni diagnostiche tali che si abbia una evidenza conclamata di certi processi di ossido-riduzione in entrambi i casi sono infatti piuttosto rare, nella maggior parte dei casi si hanno caratteri meno evidenti e con presenza di qualificatori "Stagnic" e "Gleyc" in molti altri gruppi referenziali dei suoli del Lazio: *Luvisols*, *Planosols*, *Chernozems*, *Phaeozems*, *Cambisols*, *Arenosols*, *Fluvisols*, e *Regosols* con sottotipo "Gleyc"; *Luvisols*, *Planosols*, *Phaeozems*, *Cambisols*, e *Regosols* con sottotipo "Stagnic". Ciò significa che le condizioni per l'instaurarsi di questi processi sono molto diffuse, ma non abbastanza forti per inquadrare in questi due gruppi referenziali i suoli precedentemente elencati.

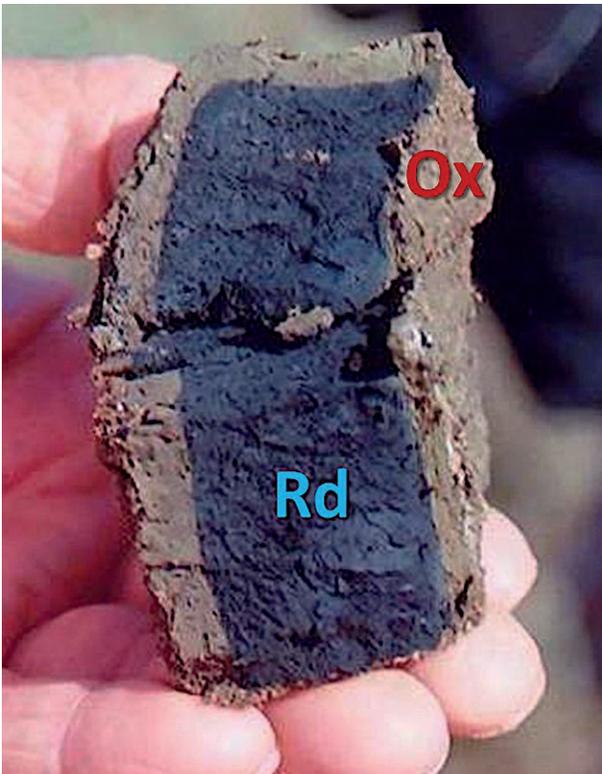


Fig. 7.48 - Esempio di aggregato di un orizzonte con proprietà gleyiche derivanti da saturazione di falda dal basso. All'interno dell'aggregato sono presenti zone ridotte (Rd) e sulle superfici esterne quelle ossidate (Ox).

Per quanto riguarda la loro ubicazione (Figura 7.49), gli *Stagnosols* sono stati rilevati comunque in rari casi su versanti dei depositi calcareo-marnosi prospicienti la valle settentrionale del Tevere (area della riserva di Monte Rufeno) e su depositi marini limoso-argillosi dei dintorni di Bagnoregio-Civitella D'Agliano.

I *Gleysols* sono invece stati identificati nelle aree depresse di piana retrodunale di Pomezia, più a sud nei dintorni di Torre Olevola-Borgo Hermada e del Lago di Fondi; inoltre nella zona settentrionale della conca reatina, al bordo dei Laghi Lungo e Ripa Sottile, ed in un caso anche sul bordo della caldera del Lago di Bracciano, su tufiti rimaneggiate da dinamica lacustre.

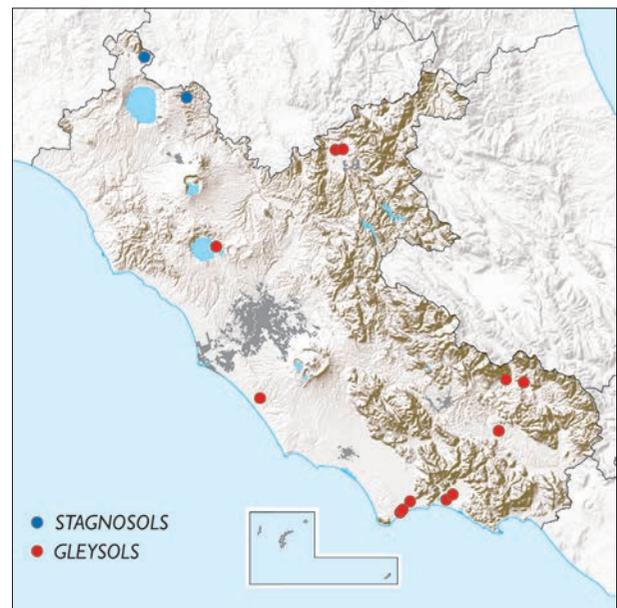


Fig. 7.49 - Distribuzione areale dei pedon classificati come *Gleysols* e *Stagnosols*

#### Caratteristiche dei *Gleysols* e *Stagnosols* e differenziazioni qualificanti all'interno dei Gruppi Referenziali

I *Gleysols* del Lazio si differenziano in pochi sottotipi (Tabella 7.24), in cui prevalgono i **Mollic**, con orizzonte di superficie ricco di sostanza organica e ad alta saturazione in basi, **Calcaric**, con elevati tenori di carbonati ereditati dal materiale parentale, e **Histic**, con orizzonti di materiali organici non umificati (histici, vedi par. 7.1 histosuoli) nell'area circostante i Laghi Ripa Sottile e Lungo, probabilmente residuo di una antica area palustre poi bonificata. Localmente ed in maniera subordinata sono stati rilevati anche **Chernic Gleysols**, con orizzonte superficiale molto scuro e ricco di sostanza organica (più del mollico), **Dystric Gleysols**, su materiali acidi con bassa saturazione in basi, **Fluvic**, con ancora tracce di sedimentazione fluviale stratificata e **Umbric**, con orizzonte superficiale ricco

di sostanza organica ma desaturato ed acido.

Gli *Stagnosols* invece sono stati rilevati e classificati (Tabella 7.25) solamente come appartenenti al sottotipo **Calcaric**, con elevati tenori di carbonati ereditati dal materiale parentale.

Tab. 7.24 - Sottotipi di *Gleysols* (Qualificatore principale)

Gruppo e sottogruppo referenziale WRB	N. di Pedon identificati nei rilevamenti
<i>Mollic Gleysols</i>	3
<i>Calcaric Gleysols</i>	2
<i>Hystic Gleysols</i>	2
<i>Chernic Gleysols</i>	1
<i>Dystric Gleysols</i>	1
<i>Fluvic Gleysols</i>	1
<i>Umbric Gleysols</i>	1

Tab. 7.25 - Sottotipi di *Stagnosols* (Qualificatore principale)

Gruppo e sottogruppo referenziale WRB	N. di Pedon identificati nei rilevamenti
<i>Calcaric Stagnosols</i>	2

Nella stagione umida questi suoli sono troppo umidi, mentre possono essere troppo secchi per la produzione di colture nella stagione secca. Tuttavia, contrariamente ai *Gleysols*, il drenaggio con canali o tubi è in molti casi insufficiente a causa della bassa conducibilità idraulica nel sottosuolo denso. Una maggiore porosità può essere ottenuta mediante allentamento profondo o aratura profonda. Gli *Stagnosols* drenati possono essere terreni fertili a causa del loro grado moderato di lisciviazione dei nutrienti.

**Gestione dei *Gleysols*:** per molti *Gleysols*, il principale ostacolo all'utilizzo è la necessità di installare un sistema di drenaggio per abbassare la falda freatica. I *Gleysols* adeguatamente drenati possono essere utilizzati per colture arabili stagionali e orticoltura. se i suoli vengono coltivati quando sono troppo bagnati la struttura del suolo potrebbe risentirne negativamente per lungo tempo. Pertanto, i *Gleysols* nelle aree depresse con possibilità insoddisfacenti di abbassare la falda acquifera sono meglio conservati sotto una copertura erbosa permanente o forestale (con es-

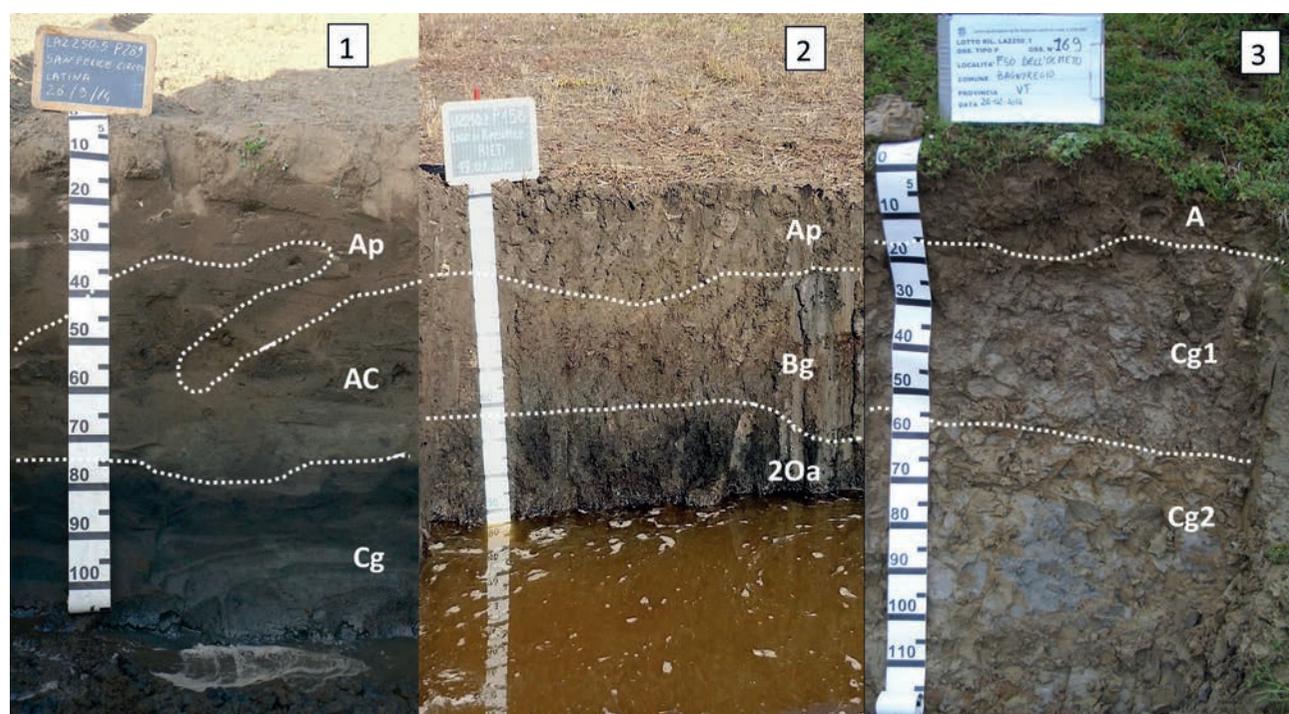


Fig. 7.50 - 1-*Mollic Gleysol*, Loc. San Felice Circeo (LT); 2-*Thaptohistic Gleysol*, Loc. Lago di Ripa Sottile, Rieti; 3-*Calcaric Stagnosol*, Loc. Fosso dell'Olmato, Bagnoregio (VT)

### Gestione degli *Stagnosols* e *Gleysols*

Caratterizzati entrambi da periodi di ristagno idrico, tuttavia gli *Stagnosols* ed i *Gleysols* appartengono a pedoambienti molto diversi e ciò ha una ricaduta sulla loro gestione.

**Gestione degli *Stagnosols*:** l'idoneità agricola degli *Stagnosols* è limitata a causa della loro carenza di ossigeno dovuta al ristagno di acqua al di sopra di orizzonti sub-superficiali densi.

senze adatte). La gestione dei *Gleysols* drenati ad alto contenuto di sostanza organica e/o a basso valore di pH possono creare un habitat migliore per microrganismi e mesoorganismi e aumentare il tasso di decomposizione della sostanza organica del suolo (e l'apporto di nutrienti). I *Gleysols* possono essere messi sotto le colture arboree permanenti solo dopo che la falda freatica è stata abbassata con canali di drenaggio profondi.

# *Capitolo 8*

## **IL RILEVAMENTO DEI SUOLI**



## Il rilevamento dei suoli

Massimo Paolanti, Rosario Napoli, Rosa Riviaccio

### 8.1 Le tecniche di rilevamento e campionamento dei suoli

La descrizione di campo è fondamentale per la classificazione e la valutazione del suolo, così come per la comprensione dei processi pedogenetici e delle caratteristiche funzionali. Solo se l'attività di campo è svolta con scrupolo e adeguata professionalità è possibile eseguire un corretto campionamento e una regolare attività di laboratorio, scegliendo le analisi da effettuare e i metodi più appropriati (Paolanti et al., 2007). Il rilevamento del suolo è quindi assimilabile ad una "ricerca di campagna" (Ferrari e Sanesi, 1965). Per quanto riguarda la pedologia, questa fase è particolarmente complessa e onerosa. Tutte le informazioni preliminari raccolte ci indicano degli ambiti potenzialmente significativi per quanto riguarda l'azione dei fattori della pedogenesi, e ci danno gli strumenti per la successiva spazializzazione, ma nulla sappiamo ancora circa le caratteristiche e le qualità dei suoli. Se la fase di rilevamento non è condotta in maniera adeguata tutto il lavoro ne risulta irrimediabilmente inficiato.

Il tipo di osservazioni pedologiche previste

nell'ambito delle attività per la realizzazione della carta dei suoli del Lazio sono le seguenti:

- Profilo
- Trivellata
- Pozzetto o *minipit*

Come profilo (Figura 8.1) si intende uno scavo di adeguate dimensioni e profondità, utile per descrivere la morfologia derivante dallo sviluppo genetico-evolutivo del suolo e per prelevare campioni per le analisi di laboratorio (Paolanti et al., 2007). Il profilo è una sezione verticale che può essere concepita sia come un piano verticale formante un angolo alfa con la superficie, sia come la faccia verticale di un parallelepipedo ideale, il *pedon*, composto da una sequenza di orizzonti risultanti dall'evoluzione pedogenetica e che rappresenta la minima unità ideale di campionamento. La trincea deve essere abbastanza larga per cogliere la variabilità laterale del suolo. (Soil Survey Staff, 2014).



Fig. 8. 1 - Esempio di scavo e preparazione profilo di suolo

La trivellata è un tipo di osservazione che può essere effettuata in maniera molto più rapida ed economica rispetto alla precedente. Per effettuarla viene utilizzata una trivella manuale di tipo "olandese", che estrae "carote di suolo". Il materiale è

molto disturbato e solo alcune caratteristiche o qualità possono essere osservate con precisione. (Paolanti et al., 2007). La trivella ha limitazioni di utilizzo in suoli che presentano quantità elevate di frammenti grossolani.



Fig. 8.2 - Esempio di esecuzione trivellata speditiva con trivella manuale olandese

Il pozzetto o *minipit* consiste in uno scavo profondo 50-70 cm e largo circa 100 cm. È un'osservazione speditiva, che rispetto alla trivella permette la visione diretta degli orizzonti superficiali.

Nel rilevamento pedologico tradizionale si segue un processo per successive approssimazioni, nel quale si realizzano una serie di osservazioni in campagna, in genere con trivella manuale, per valutare la variabilità pedologica presente. La variabilità riscontrata e la possibilità di apprezzare le relazioni tra suolo e paesaggio determinano la scelta dei siti da indagare in maniera più approfondita, tramite

profili pedologici (Costantini, 2007). Si tratta di un rilevamento definito come libero. Questa modalità si discosta dal rilevamento determinato, nel quale si definiscono dei siti puntuali secondo uno schema a griglia o per transetti. Il rilevamento libero, ampiamente utilizzato per le scale di dettaglio e semidettaglio, mal si adatta alla scala regionale. Nel caso della Carta dei Suoli del Lazio si è scelta una diversa metodologia di rilevamento con l'obiettivo di dare significato pedologico alle componenti territoriali postulate nell'analisi GIS e per questo definita *GIS oriented* (Costantini, 2007).

## 8.2. Il Rilevamento dei suoli nella regione Lazio

### Programmazione *GIS-Oriented*, numero e siti di rilevamento

Per la programmazione delle attività di rilevamento è stata effettuata un'analisi statistica per misurare la diffusione delle componenti territoriali, per ogni sottosistema di terre. Contestualmente alle componenti territoriali è stata associata l'informazione pedologica pregressa, quindi tra quelle prive di informazioni pedologiche, sono state selezionate le componenti territoriali più significative per la raccolta di tali informazioni (Paolanti et al., 2014). L'obiettivo del rilevamento è quello di avere una correlazione fra componente territoriale e suoli per almeno l'80% della superficie di ogni unità cartografica, con riferimento alla scala di dettaglio. Una volta individuate dal punto di vista semantico le componenti territoriali da indagare per ciascun Sottosistema di Terre, è stata svolta un'apposita fase di selezione degli ambiti in cui effettuare il rilevamento. Questa fase si è basata sulla valutazione del grado di frammentazione con cui la componente si distribuisce nei diversi poligoni delle singole unità cartografiche e una verifica puntuale basata su ortofoto digitali, modelli digitali del terreno, cartografia tecnica regionale, al fine di essere certi che i siti di rilevamento corrispondessero effettivamente al co-

petto centrale della componente territoriale selezionata. In ultimo è stata verificata l'assenza di vincoli (archeologici, aree naturali protette, aree Natura 2000, vincolo idrogeologico, aree militari ecc.) o altri fattori ostativi alle attività di rilevamento. Si è trattato di una fase di verifica e selezione estremamente onerosa e complessa finalizzata a dare la massima efficacia informativa alla fase di rilevamento in campo.

Il rilevatore conosceva per ciascun punto le caratteristiche della componente da rilevare in campo - substrato geologico, uso del suolo e pendenza - doveva verificarne la corrispondenza con la realtà e che non ci fossero in atto fenomeni di disturbo dei suoli. In fase di rilevamento in campo, tenendo conto della variabilità dell'area, è stata individuata la localizzazione esatta del profilo pedologico in un intorno del punto indicato, tale che il profilo da realizzare possa essere considerato modale per le caratteristiche dei suoli della componente/elemento territoriale indicata (Figura 8.3). A tal fine sono state effettuate almeno 3 osservazioni pedologiche speditive (trivella manuale o *minipits*).

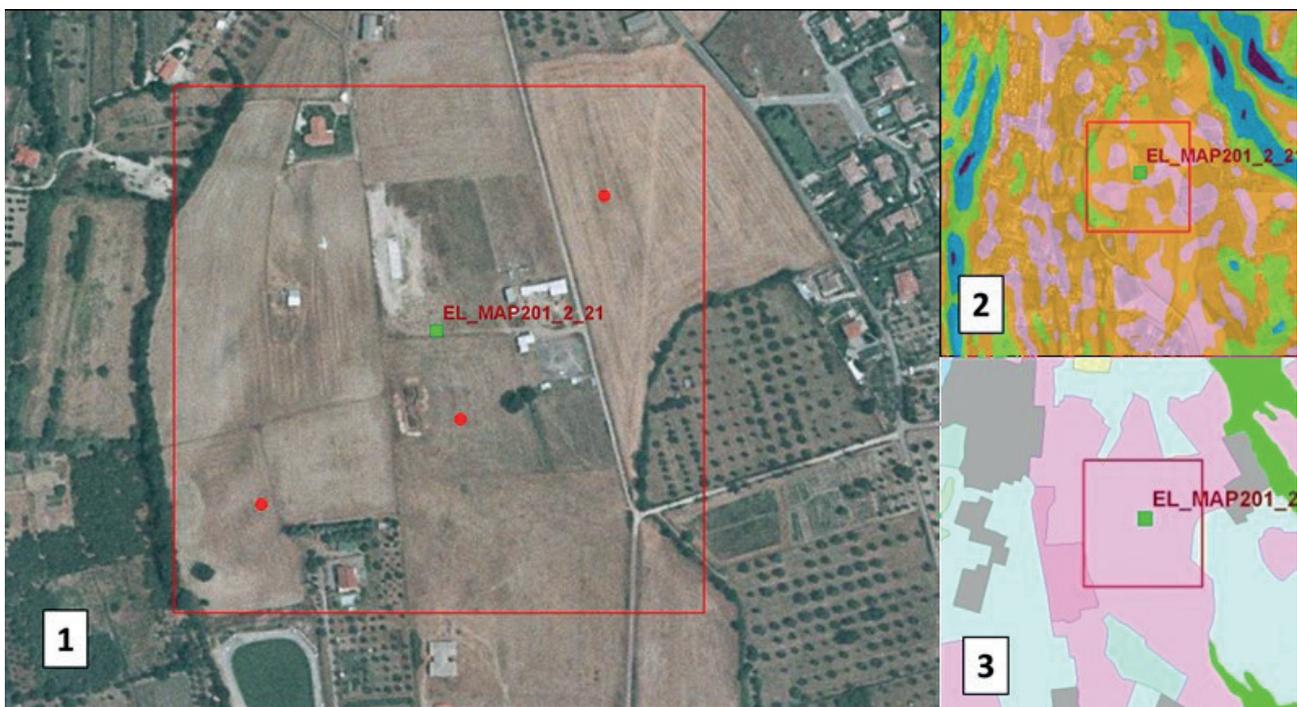


Fig. 8.3 - Esempio di ubicazione dell'elemento territoriale codificato ove effettuare il Profilo e le osservazioni accessorie, individuato con tecniche digitali da analisi su caratteri e vincoli territoriali: 1-posizionamento su ortofoto digitale di profilo (verde) e trivellate (rosso); 2-posizionamento su *layer* pendenza; 3-posizionamento su *layer* di uso del suolo

Per la realizzazione dei rilevamenti in campo (profili e trivellate speditive), affidati con gara europea e coordinati da ARSIAL e CREA-AA, sono stati definiti 5 Lotti per i rilevamenti relativi alla cartografia 1:250.000, corrispondenti all'incirca alle 5 provincie (Viterbo, Roma, Rieti, Frosinone e Latina, con parziali sovrapposizioni). Il progetto ha previsto anche approfondimenti di indagine alla scala 1:50.000: area ZVN (Zona Vulnerabile ai Nitrati) Tarquinia - Montalto

(VT), aree delle DOC: Frascati, Marino e Montecompatri, area ZVN Latina (Tabella 8.1).

In queste tre aree è stato condotto un rilevamento libero, nel quale i rilevatori sulla base di una carta delle Unità di Terre hanno condotto una fase preliminare tramite osservazioni speditive (trivellate e/o *minipits*) al fine di individuare gli elementi territoriali significativi e i siti dove effettuare i profili pedologici (Figura 8.4).

Tab. 8.1 - Ubicazione, Denominazione e Numero di osservazioni definite per i lotti di rilevamento della cartografia regionale ed aree di approfondimento

LOTTO	Provincie interessate	Denominazione	N° Profili (P) e Trivellate speditive (T)
LAZ250_1	Viterbo	Cartografia pedologica regionale 1:250.000	200 (P)
LAZ50_1	Area ZVN Tarquinia Montalto -VT	Area di approfondimento con cartografia 1:50.000	100 (P), 400 (T)
LAZ250_2	Roma - Rieti	Cartografia pedologica regionale 1:250.000	300 (P)
LAZ250_3	Roma	Cartografia pedologica regionale 1:250.000	218 (P)
LAZ50_3	Aree delle DOC: Frascati, Marino e Montecompatri	Area di approfondimento con cartografia 1:50.000	82 (P), 328 (T)
LAZ250_4	Frosinone	Cartografia pedologica regionale 1:250.000	300 (P)
LAZ250_5	Frosinone - Latina	Cartografia pedologica regionale 1:250.000	182 (P)
LAZ50_5	Area ZVN Pianura Pontina	Area di approfondimento con cartografia 1:50.000	118 (P), 472 (T)

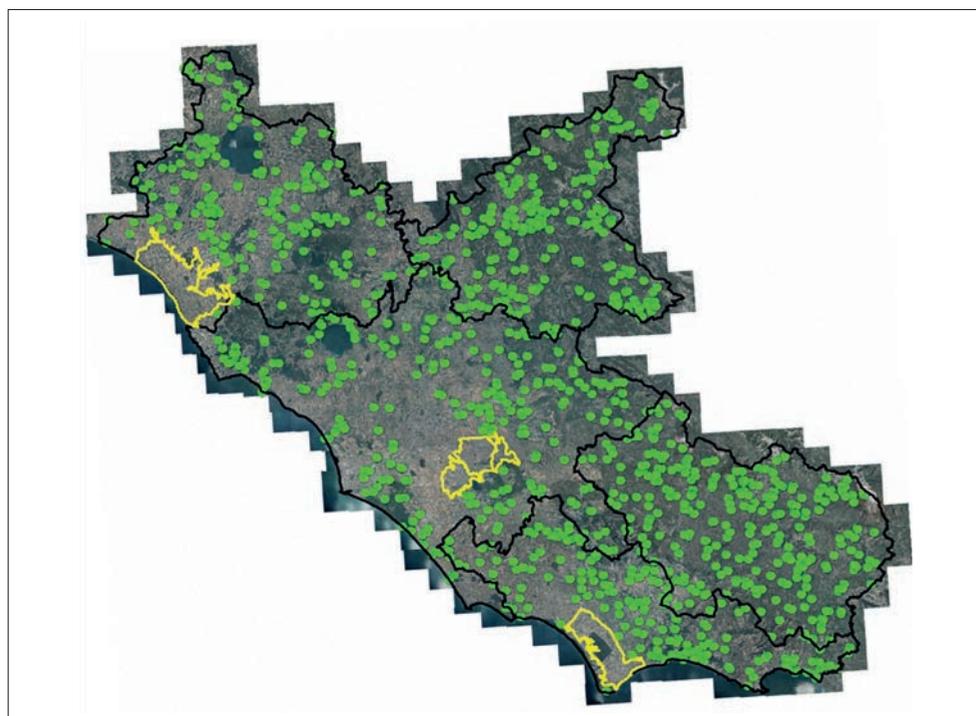


Fig. 8.4 - Ubicazione delle tre aree di approfondimento cartografico pedologico (in giallo) e dei 1.200 profili della cartografia a scala regionale (in verde)

Tutte le osservazioni pedologiche (profili pedologici, trivellate e *minipits*) sono state georiferite secondo il riferimento standard previsto Datum WGS 1984 "proiezione UTM" fuso33. I profili pedologici sono stati descritti in maniera completa per quanto riguarda i caratteri generali del sito, i fattori della pedogenesi e le caratteristiche degli orizzonti. Sono state inoltre definite in prima approssimazione alcune qualità del suolo (profondità utile e drenaggio esterno) e la loro classificazione. Le osservazioni speditive, viceversa, non sono state classificate e per i singoli orizzonti è stato descritto un set ridotto di caratteri.

Il manuale di riferimento per il rilevamento pedologico è stato "Descrizione del suolo" in "Linee guida dei metodi di rilevamento e informatizzazione dei dati pedologici" del Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali (Costantini, 2007).

I profili sono stati classificati in campo, anche se in via provvisoria e tentativa in assenza dei risultati di laboratorio, secondo il sistema di classificazione *Soil Taxonomy* (*Soil Survey Staff*, 2014) sino a livello di famiglia, e secondo il sistema di classificazione *World Reference Base* (IUSS WRB, 2006) inserendo tutti i qualificatori possibili per il gruppo pedologico di riferimento a cui il profilo è stato assegnato. Successivamente, con la disponibilità dei dati di laboratorio, la classificazione di tutti i profili è stata revisionata nonché aggiornata, per quanto riguarda il *Reference Group*, alla versione più recente (IUSS WRB, 2015). La georeferenziazione dei punti di rilievo è stata fatta con strumentazione GPS.

Il profilo pedologico doveva essere una sezione di larghezza almeno di 2 metri. La profondità richiesta per lo scavo è stata di 1,5 m a meno che non si fossero incontrati prima materiali non scavabili con mezzi meccanici (es. strati rocciosi continui) o acqua. Sono stati, inoltre, descritti e campionati gli orizzonti sottostanti allo scavo tramite trivella manuale, fino al raggiungimento della profondità di due metri a meno che, anche in questo caso, non si siano incontrati prima materiali non scavabili con mezzi manuali. Sono state evitate tutte le situazioni anomale e con segni di disturbo. L'utilizzo di profili scavati a mano o l'uso di sezioni non appositamente scavate, siano esse di natura artificiale o naturale, sono stati ammessi solo nel caso fosse stato impossibile raggiungere il sito selezionato con mezzi meccanici di scavo o che lo scavo con mezzo meccanico non fosse idoneo per indagare in maniera adeguata il profilo di suolo (per divieti specifici o per impossibilità materiale). Nel caso siano state utilizzate sezioni non appositamente scavate, siano

esse di natura artificiale o naturale, il fronte del profilo è stato approfondito per almeno 20-30 cm. Per ogni sito sono state acquisite immagini digitali relative al profilo pedologico nella sua interezza, alla stazione, al pedopaesaggio più vasto nel quale il sito è inserito e ad aspetti particolari del profilo o della stazione (es. figure pedogenetiche o altre particolarità degli orizzonti, elementi fotografabili dell'attività biologica, condizioni superficiali del suolo, sezione degli orizzonti organici, evidenze di processi geomorfologici, affioramenti del substrato ecc.). Complessivamente sono state effettuate 6.000 osservazioni pedologiche, di cui 1.500 profili pedologici completi.

Il campionamento ha seguito il seguente schema:

- 1 - per gli orizzonti di tutti i profili, sono stati campionati tutti gli orizzonti di suolo del profilo ad eccezione degli orizzonti R o Cr, prelevando:
  - a - campioni di suolo disturbati per le determinazioni chimiche e fisiche
  - b - campioni di suolo indisturbati per la determinazione della massa volumica apparente
  - c - campioni di suolo per l'archiviazione in pedoteca
- 2 - per 200 profili, sono stati campionati tutti gli orizzonti di suolo del profilo ad eccezione degli orizzonti R o Cr e di quelli che per contenuto in frammenti non erano adatti alle relative determinazioni chimico fisiche, prelevando:
  - a - campioni di suolo indisturbati in fustella per la determinazione del coefficiente di estensibilità lineare (COLE)
  - b - campioni di suolo indisturbati per la preparazione delle sezioni sottili
  - c - campioni di suolo indisturbati in fustella per la determinazione della curva di ritenzione idrica.

#### I collaudi in corso d'opera e finali

Le fasi di rilevamento sono state seguite effettuando una serie di controlli di qualità, previsti sottoforma di verifiche in corso d'opera e collaudi finali. La verifica in corso d'opera è stata finalizzata ad evitare l'accumularsi di errori o manchevolezze, in maniera da non inficiare la qualità dei prodotti finali. La verifica finale di collaudo è stata finalizzata invece a verificare la corrispondenza dei prodotti con le specifiche indicate nel capitolato.

In corso d'opera, sono stati concertati con le ditte i sopralluoghi, ai quali hanno fornito il supporto tecnico il personale CREA-AA e/o il responsabile regionale.

I collaudi, che miravano a verificare la corretta applicazione di quanto indicato nelle specifiche tecniche, hanno riguardato sia le consegne in formato digitale che quelle cartacee. Ad ogni collaudo, per le parti completate, è stata esaminata l'esistenza di errori di registrazione del dato (tabelle non complete o con codici non previsti) o di tipo sistematico (evidente sistematica approssimazione nelle descrizioni, codificazione errata delle immagini, evidenti errori di georeferenziazione, ecc.). Dopo questo controllo preliminare sull'intero lotto sono state effettuate le fasi di collaudo sostanziale, che prevedono la selezione del 20% dei profili consegnati, suddivisi per area campione sui cui sono state fatte:

- verifiche sull'archivio digitale delle osservazioni pedologiche consegnato (banca dati), quali verifica delle classificazioni, corretta valutazione delle qualità dei suoli e congruenza tra risultati di laboratorio e descrizioni di campo;
- analisi in remoto di caratteristiche territoriali;
- qualità dell'archivio digitale delle osservazioni.

Sul 50% dei profili selezionati dall'archivio digitale è stato infine effettuato un controllo della corretta selezione del sito di rilevamento, alla precisione del georiferimento, alla corretta descrizione del profilo (stazione, orizzonti e qualità del suolo).

### 8.3 La classificazione dei suoli

La classificazione dei suoli ci guida nella lettura del suolo in campo e ci costringe ad osservare il profilo seguendo uno schema logico in maniera completa ed approfondita. Per classificare un suolo si devono capire le relazioni fra i diversi fattori della pedogenesi, individuare i processi attuali e passati e valutarne l'espressione. È un processo che inizia in campo e finisce in laboratorio. Quando si classifica un suolo, inoltre, si fa una sintesi delle informazioni raccolte. Nell'attività di rilevamento i suoli sono stati classificati secondo i due più importanti sistemi tassonomici: *Soil Taxonomy* (*Soil Survey Staff*, 2014) e *World Reference Base for Soil Resources* (IUSS WRB, 2006). Questa doppia lettura ha costretto ad una approfondita e scrupolosa valutazione. Successivamente la fase di re-

visione in ufficio con a disposizione le determinazioni di laboratorio è stata effettuata secondo la versione del *World Reference Base* (WRB) più recente che è stata pubblicata successivamente all'inizio dei lavori (IUSS WRB, 2015).

L'origine del World Reference Base for Soil Resources, generalmente conosciuto come "WRB", ci rimanda al 1961, quando per la prima volta si è pensato ad una cartografia mondiale dei suoli ed ad una relativa legenda. Il progetto fu voluto dalla FAO e dall'UNESCO con l'intento di:

- costituire un inventario dei suoli mondiale;
- definire una base scientifica per lo scambio di esperienze tra ambiti con caratteristiche ambientali e simili;
- promuovere la definizione di una comune classificazione e nomenclatura del suolo;
- creare una base comune di conoscenza per la ricerca, la formazione e progetti di sviluppo;
- rafforzare i legami fra gli operatori nella scienza del suolo.

Il WRB è attualmente il riferimento ufficiale per la nomenclatura e classificazione del suolo per la Commissione Europea.

La classificazione si basa su proprietà del suolo definite come orizzonti diagnostici, proprietà diagnostiche e materiali diagnostici. Tutte queste proprietà devono essere prevalentemente osservabili in campo ed avere una grande importanza per la gestione dei suoli.

Si tratta di un sistema semplice costituito da due livelli di differenti categorie:

- il primo livello comprende 32 Gruppi Referenziali di Suolo (*Reference Soil Groups-RSGs*) (Tabella 8.2);
- il secondo livello prevede dei qualificatori caratterizzanti processi e/o figure pedogenetiche ulteriormente *qualificanti*.

Tab. 8.2 - Gruppi referenziali nel sistema di classificazione World Reference Base (2014) e descrizione dei principali caratteri dei suoli

<b>Caratteri generali</b>	<b>Gruppo referenziale</b>
Suoli con orizzonti organici spessi	<i>Histosols</i>
Suoli con forte influenza delle attività antropiche	<i>Anthrosols Technosols</i>
Suoli con profondità limitata a causa di <i>permafrost</i> o rocciosità/pietrosità	<i>Cryosols, Leptosols</i>
Suoli con alternanza di condizioni umide-secche, ricchi in argille espandibili	<i>Vertisols</i>
Suoli delle pianure fluviali e aree tidali alluvionali	<i>Fluvisols</i>
Suoli alcalini e suoli ricchi di Sali solubili	<i>Solonetz, Solonchaks</i>
Suoli affetti da presenza di falde	<i>Gleysols</i>
Suoli ricchi di allofane o complessi Al-organici	<i>Andosols</i>
Suoli distinti da orizzonti con accumuli di humus e/o ossidi	<i>Podzols</i>
Suoli caratterizzati da accumulo e redistribuzione di Fe	<i>Plinthosols</i>
Suoli con argille a bassa attività, fissazione del P e fortemente strutturati	<i>Nitisols</i>
Suoli dominati dalla presenza di caolinite e sesquiossidi	<i>Ferralsols</i>
Suoli con acqua stagnante e con discontinuità tessiturale netta	<i>Planosols</i>
Suoli con acqua stagnante, con discontinuità strutturale e/o tessiturale moderata	<i>Stagnosols</i>
Suoli con accumulo di sostanza organica in orizzonti superficiali minerali	<i>Chernozems, Kastanozems, Phaeozems, Umbrisol</i>
Suoli con accumulo di Sali poco solubili o sostanze non saline	<i>Gypsisols, Durisols, Calcisols,</i>
Suoli con subsoil di accumulo illuviale di argilla	<i>Retisols, Acrisols, Lixisols, Alisols, Luvisols</i>
Suoli sabbiosi	<i>Arenosols</i>
Suoli moderatamente sviluppati	<i>Cambisols</i>
Suoli con sviluppo debole o assente	<i>Regosols</i>

Nel capitolo 7 è riportato un approfondimento sui diversi Gruppi di Riferimento e sui processi pedogenetici che li riguardano, con particolare riferimento ai suoli effettivamente diffusi nel Lazio.

I qualificatori sono di due tipi: prefissi (*principal qualifiers*) e suffissi (*supplementary qualifiers*). I primi precedono il nome del RSG, i secondi lo seguono. Ogni RSG ha una sua lista specifica di qualificatori tra cui selezionare anche se molti sono comuni fra

i diversi Gruppi. Esistono anche degli ulteriori specificatori che si aggiungono ai qualificatori, così come è possibile indicare la presenza di orizzonti o strati sepolti.

Di seguito un esempio di come viene usata la nomenclatura (IUSS WRB, 2015): in Tabella 8.3 si riportano i prefissi/suffissi determinati in campo che portano alla seguente Classificazione: *Albic Endostagnic Luvisol (Cutanic, Differentic)*.

Tab. 8.3 - Esempio delle informazioni acquisibili in campo e dei prefissi/suffissi derivati

Incremento di argilla e/o presenza di pellicole di argilla sugli aggregati di suolo visibili con l'aiuto di una lente	Orizzonte argico
Orizzonte argico con un'alta Capacità di Scambio Cationico ed un'alta saturazione del complesso di scambio (stimata sulla base della reazione misurata in campo)	Gruppo referenziale <b>Luvisol</b>
Colori chiari	<b>Albic</b> (prefisso)
Presenza di scerziature di colore che indicano periodi di idromorfia	Proprietà stagniche
Proprietà stagniche entro i 60 cm di profondità	<b>Endostagnic</b> (prefisso)
Presenza di pellicole di argilla	<b>Cutanic</b> (prefisso)
Incremento del contenuto di argilla negli orizzonti profondi	<b>Differentic</b> (prefisso)

Successivamente in laboratorio le determinazioni confermano le supposizioni fatte in campo ma informano anche sulla tessitura, suolo franco argilloso limoso in superficie (suffisso: Siltic) ed argilloso limoso in profondità (suffisso: Clayc, anzi Endoclayc) e così la nomenclatura completa diviene:

*Albic Endostagnic Luvisol (Endoclayic, Cutanic, Differentic, Episiltic)*

Questo esempio concreto ci permette di capire che è possibile trasmettere, con la classificazione, una serie importante di informazioni sul suolo che possono essere così utilizzate dagli esperti del settore.

# *Capitolo 9*

## **LE ATTIVITÀ DI LABORATORIO**



## Le attività di laboratorio

Bruno Pennelli, Melania Migliore

Nel seguente capitolo vengono descritte tutte le attività inerenti alla caratterizzazione analitica dei suoli effettuate nel Progetto, oltre alla organizzazione dei campioni fisici e al loro stoccaggio in una Pedoteca appositamente realizzata.

### 9.1 Le Analisi chimico-fisiche

#### Procedura operativa

L'analisi dei parametri chimico fisici del suolo è stata affidata tramite gara d'appalto alla società Agri-bioeco Laboratori Riuniti srl.

Dal Novembre 2013 al Novembre 2015, suddivisi in 10 lotti di consegna, sono stati analizzati un totale di 3643 campioni per i parametri chimico fisici di base (punti 1-14 dell'elenco sottostante). All'interno di questo quantitativo, 332 campioni sono stati ulteriormente analizzati per i parametri dei suoli vulcanici (punto 15) e altri 38 per la determinazione del gesso (punto 16).

Le determinazioni, condotte secondo i "Metodi di Analisi Chimica del suolo" (Ministero per le Politiche Agricole e Forestali, 2000) ed i "Metodi di Analisi Fisica del Suolo" (Ministero per le Politiche Agricole e Forestali, 1997), hanno interessato le seguenti misure:

1. Preparazione del campione e determinazione dello scheletro
2. Determinazione dell'umidità residua
3. Determinazione della granulometria secondo la classificazione USDA
4. Determinazione del grado di reazione (pH in acqua e in soluzione di CaCl<sub>2</sub>)
5. Determinazione della conducibilità elettrica sull'estratto 1:2,5
6. Determinazione della conducibilità elettrica sull'estratto di pasta satura
7. Determinazione del calcare totale
8. Determinazione del calcare attivo
9. Determinazione del carbonio organico
10. Determinazione dell'azoto totale
11. Determinazione del fosforo assimilabile
12. Determinazione della capacità di scambio cationico con ammonio acetato
13. Determinazione delle basi di scambio (potassio, magnesio, calcio e sodio) con ammonio acetato (o con bario cloruro)

14. Determinazione dell'adsorbimento fosfatico
15. Determinazione dell'alluminio, del ferro e del silicio estraibili in ossalato di ammonio acido (solo per suoli su substrati vulcanici)
16. Determinazione del gesso (solo per una aliquota di suoli)
17. Determinazione della Massa Volumica Apparente

La sequenza operativa per ciascuno dei 10 lotti di consegna è stata così articolata:

**Prima fase:** invio dei campioni ad Agri-Bio-Eco, accettazione ed analisi, comunicazione a CREA-AA dei risultati, riconsegna dei campioni di back-up da Agri-Bio-Eco e verifica di completezza e coerenza dei risultati presso CREA-AA;

**Seconda fase:** invio di campioni anonimi di collaudo da CREA-AA ad Agri-Bio-Eco in misura del 5% dei campioni già analizzati, ripetizione delle analisi in Agri-Bio-Eco, comunicazione dei risultati e verifica presso CREA-AA della riproducibilità dei risultati secondo la norma ISO 5725 e la pubblicazione "Riproducibilità dei risultati delle analisi del terreno nei laboratori italiani: i risultati del confronto interlaboratorio gestito dalla società italiana dei laboratori pubblici agrochimici (SILPA)";

**Terza fase:** accettazione delle analisi del lotto ovvero bocciatura e loro successiva ripetizione.

### 9.2 Le analisi specialistiche

#### Capacità di ritenzione idrica

Si definisce potenziale idrico l'energia necessaria per trasportare una quantità infinitesima di acqua pura da un livello di riferimento ad un altro.

Il potenziale dell'acqua determina: la direzione e il flusso idrico nel continuum suolo-pianta-atmosfera, l'acqua disponibile per la pianta, l'attività microbica e la decomposizione della sostanza organica, la germinazione e la nutrizione delle piante. Esso è determinato dalla somma della pressione idrostatica, concentrazione dei soluti, dal legame dell'acqua con le superfici (potenziale matriciale) e dalla posizione dell'acqua nel campo gravitazionale.

La curva caratteristica o curva di ritenzione idrica (SWRC = *Soil Water Retention Curve*) mette in relazione il potenziale di matrice con il contenuto idrico del suolo. Il potenziale di matrice è la frazione del po-

tenziale idrico determinata dai fenomeni di capillarità e adsorbimento colloidali.

La curva della capacità di ritenzione idrica di un suolo può essere ottenuta mediante misure dirette di laboratorio oppure mediante l'uso di specifici software che permettono l'interpolazione di una curva da un dataset limitato ottenuto per analisi dirette di laboratorio. Inoltre è possibile ottenere tale curva mediante metodi indiretti che implicano l'uso di sensori di tipo TDR (*Time Domain Reflectometry*) e FDR (*Frequency Domain Reflectometry*).

In termini generali il fenomeno della ritenzione idrica, al crescere della tensione è legato in misura maggiore a fenomeni di adsorbimento e viene ad essere influenzato sempre meno dalla struttura e più dalla tessitura e dalla superficie specifica del suolo.

L'ammontare dell'acqua trattenuta per valori relativamente bassi di suzione (forza estraente, tra 0 e 1 bar) dipende in primo luogo dall'effetto capillare e dalla distribuzione delle dimensioni dei pori, e quindi è fortemente influenzato dalla struttura del suolo.

I terreni a grana grossa (sabbie e ghiaie), che hanno pori interconnessi e di grandi dimensioni, sono caratterizzati da bassi valori di potenziale idrico e da una curva ripida nella zona di transizione. Diversamente, i terreni a grana fine (argille), sono caratterizzati da alti valori della suzione e da una generale minore pendenza della curva di ritenzione.

In questo studio la curva di ritenzione idrica del suolo è stata misurata secondo i metodi ufficiali (MIPA, 1997). Campioni di suolo indisturbati sono stati prelevati mediante cilindri di acciaio in condizioni di minima alterazione di struttura e tessitura.

La capacità di ritenzione idrica è stata analizzata su un totale di 601 orizzonti, afferenti a 208 profili tra tutti i 5 lotti campionati.

In laboratorio i campioni sono stati saturati in acqua deionizzata e posti all'interno di un apparato di tipo *pressure plate* (*Soilmoisture inc.*, Figura 9.1) a contatto e in continuità con piastre in ceramica. Sulla piastra in ceramica, dopo l'applicazione di una tensione/suzione nota, il suolo raggiunge una condizione di equilibrio quando smette di trasferire acqua alla piastra in ceramica. Raggiunto tale equilibrio i campioni sono pesati e reintrodotti sulla piastra per l'estrazione successiva ad una tensione maggiore. Terminati i punti di analisi, i campioni sono pesati e seccati a 105°C e posti in una stufa per 24h per calcolare il peso a secco.



Fig. 9.1 - Piastra in ceramica a suzione, estrattore per suzione e pannello manometrico costituenti il sistema di misura per tensioni tra 0 e 100 kpa

Le pressioni applicate al piatto in ceramica sono state pari a 10, 33 e 85 KPa su campioni indisturbati, dopodiché si è proceduto all'essiccazione del campione ottenendo così il contenuto d'acqua gravimetrico. Per ciascun punto inoltre è stato misurato il volume del campione a quel contenuto idrico calcolandone quindi la relativa Massa Volumica Apparente (MVA). Moltiplicando il contenuto d'acqua gravimetrico per la densità apparente si è stimato il contenuto di acqua volumetrico a ciascun punto di pressione applicata.

Per l'analisi del punto di appassimento, il suolo è stato vagliato a 2 mm e analizzato mediante piastra di Richards su membrana di acetato di cellulosa (Figura 9.2). Dopo aver applicato all'apparato di Richards la pressione di 1500 KPa, si è atteso l'equilibrio idrico. Raggiunto tale equilibrio i campioni sono stati pesati e seccati a 105°C per 24h.



Fig. 9.2 - Apparati di Richards: Pentola e Piastra con sistema di estrazione a pressione utilizzate su dataset campione per confronto metodi di estrazione per punti ad alte tensioni (> 500 kpa)

Per un ridotto numero di campioni, il contenuto d'acqua alla tensione di 1500 KPa è stata ottenuta anche mediante analisi del suolo disturbato con potenziometro *Dewpoint PotentiaMeter WP4C* (*Decagon Devices inc.*).

**Aspetti teorici di funzionamento e misura del potenziale dell'acqua nel suolo con metodo della Tensione di Vapore (WP4C)**

Il WP4C utilizza la tecnica del punto di rugiada refrigerata/specchio per misurare il potenziale dell'acqua di un campione (Figura 9.3). In questo tipo di strumento, il campione viene equilibrato con spazio di testa in una camera stagna contenente uno specchio e un mezzo di rilevazione condensa sullo specchio. All'equilibrio, il potenziale dell'acqua dell'aria nella camera è uguale al potenziale idrico del campione.

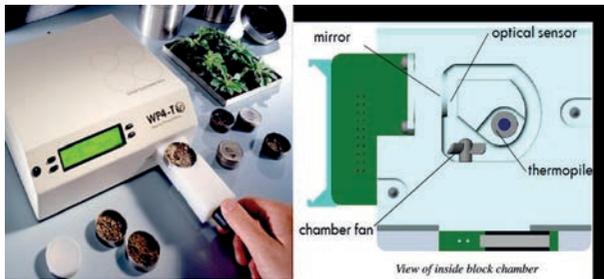


Fig. 9.3 - WP4C e dettaglio del funzionamento interno

Il WP4C misura la somma del potenziale osmotico e matriciale in un campione. Spesso uno o l'altro di questi potenziali sarà il fattore dominante nel determinare il potenziale totale. Per esempio, soluzioni come lo standard di calibrazione KCl hanno soltanto una componente osmotica. Nel suolo l'acqua è legata principalmente attraverso la forza matriciale, e quindi ha soprattutto una componente matriciale, anche se i suoli salini possono avere una componente osmotica significativa che rende l'utilizzo di questo strumento possibile, a patto di effettuare una opportuna correzione. Il potenziale di acqua di un campione solido o liquido può essere trovato in relazione al potenziale di lettura dell'acqua del campione che corrisponde alla pressione di vapore dell'aria in equilibrio con il campione.

Il rapporto tra il potenziale del campione ( $\Psi$ ) e il la pressione di vapore dell'aria è:

$$\Psi = \frac{RT}{M} \cdot \ln \frac{p}{p_0}$$

dove  $p$  è la pressione di vapore dell'aria,  $p_0$  è la pressione di vapore di saturazione alla temperatura del campione,  $R$  è la costante dei gas (8,31 J / mol K),  $T$  è la temperatura Kelvin del campione, ed  $M$  è la massa molecolare dell'acqua. La pressione di vapore dell'aria può essere misurata usando uno specchio freddo e poi è calcolata dalla temperatura del campione.

Per effettuare queste misure è stato quindi mescolato un quantitativo di suolo e acqua ed è stato lasciato ad equilibrare per 24h. Almeno tre aliquote di tale suolo sono state posizionate all'interno di portacampioni di metallo non eccedendo la metà del volume del portacampione stesso. Per ogni campione sono state effettuate almeno cinque letture nel WP4C a diverso stato idrico ottenendo diversi valori di potenziale. Dopo ciascuna lettura i campioni sono stati pesati e seccati a 105°C al fine di determinare il contenuto d'acqua al potenziale ottenuto dalla lettura al WP4C.

Mediante le formule (2) e (3) è stato ottenuto il contenuto di acqua gravimetrico del suolo. Per ottenere il contenuto di acqua volumetrico, tale valore è stato moltiplicato per la MVA.

$$w_{-1.5} = w_m \left\{ \frac{[\ln(-1000) / (-1,5)]}{[\ln(-1000) / \Psi_m]} \right\} \quad (2)$$

o

$$w_{4,2} = w_m \left[ \frac{(7,01-4,18)}{(7,01-pF_m)} \right] \quad (3)$$

dove  $w_{-1.5}$  (o  $w_{4.2}$ ) = contenuto d'acqua al punto di appassimento;  $\Psi_m$  = potenziale misurato dal WP4C;  $w_m$  = contenuto d'acqua alla lettura nel WP4C;  $pF_m$  = logaritmo naturale del potenziale misurato dal WP4C.

**Potenziale di espandibilità**

Al fine di determinare il potenziale di espandibilità del suolo, circa 7-9 g di campione seccato all'aria e vagliato a 0.425 mm sono stati posti all'interno di un incubatore a tenuta stagna ad una temperatura costante di 25°C. All'interno dell'incubatore è stata posta una soluzione sovrasatura di NaCl al fine di creare una atmosfera con umidità relativa (RH) pari al 75%. Tramite un igrometro *Datalogger* tale umidità è stata monitorata e i campioni sono stati lasciati in tale atmosfera per 10 giorni al fine di sottoporli ad RH costante per almeno 4 giorni. Al termine di questo periodo con il suolo in equilibrio con l'atmosfera all'interno dell'essiccatore, i campioni sono stati pesati e seccati a 105°C per 24h ricavandone il contenuto di acqua ( $w_{75}$ ).

Il contenuto di acqua (W75) consente la classificazione del suolo secondo la tabella di seguito:

Tab. 9.1 - Potenziale di espandibilità del suolo secondo Likos (2008)

Categoria di Potenziale espandibilità	W75 (%)
Non espandibile	0.0-4.0
Espandibilità moderata	4.0-6.0
Espandibilità elevata	6.0-8.0
Espandibilità molto elevata	>8.0

### Densità apparente

Il campionamento di suolo per ottenere la densità apparente è stato effettuato mediante l'uso di almeno 3 cilindri di acciaio a volume noto per singolo campione, prelevando il suolo indisturbato negli orizzonti di interesse di ciascun profilo (MIPA, 1997). I campioni indisturbati sono stati seccati a 105°C per 24h e pesati. La densità apparente è stata ottenuta dividendo il peso secco del campione per il suo volume.

La densità apparente è stata ricavata su un totale di 2416 orizzonti, afferenti ai profili di tutti i 5 lotti campionati.

## 9.3 La Pedoteca

### Funzionamento generale

Parte rilevante dell'attività del Progetto SOILRELA è consistita nella ricezione, verifica e movimentazione dei campioni di suolo, come illustrato nella sequenza sotto riportata:

- svolgimento dei profili pedologici da parte degli operatori esterni in 5 lotti di campionamento e consegna periodica dei campioni a CREA-AA;
- immediata verifica di completezza della consegna e immagazzinamento dei materiali secondo Lotto/profilo/tipologia di campione;
- invio dei campioni al laboratorio esterno ed a i laboratori interni per lo svolgimento delle analisi;
- rientro dei campioni di *back-up* ad analisi effettuate e nuova verifica di completezza;
- successiva selezione e spedizione al laboratorio esterno dei campioni anonimi di collaudo per la validazione delle analisi;
- rientro dei campioni di collaudo e nuova verifica di completezza.

### Organizzazione della pedoteca

Per lo svolgimento dell'attività di cui sopra è stata predisposta una pedoteca apposita, organizzata secondo un sistema a colonne e piani descritto schematicamente in Tabella 9.2.

La pedoteca, una volta terminata la sua funzione di luogo atto alla movimentazione dei campioni, per-

mane come sito di conservazione della collezione di suoli del Lazio. Sono attualmente stoccati in pedoteca 4333 campioni destinati alla conservazione divisi per lotto e profilo, oltre ai campioni di *back-up* delle analisi chimico-fisiche.

Tab. 9.2 - Organizzazione della pedoteca presso CREA-AA

Colonna/Lotto di rilevamento	1			2			3			4			5		
Profili	1-100	101-200	201-300	1-100	101-200	201-300	1-100	101-200	201-300	1-100	101-200	201-300	1-100	101-200	201-300
Livello e tipologia campione	Livello 6: pedoteca														
	Livello 5: densità apparente														
	Livello 4: chimico-fisiche														
	Livello 3: chimico-fisiche														
	Livello 2: idrologia														
	Livello 1: sezioni sottili														
Livello 0: appoggio movimentazione															



Fig. 9.4 - Particolare del Lotto 3 durante la movimentazione dei campioni



Fig. 9.5 - Movimentazione campioni del Lotto 5



Fig. 9.5 - Area di stoccaggio dei Lotti 2 e 4

# *Capitolo 10*

## **LA BANCA DATI DEI SUOLI**



## La banca dati dei suoli

Rosario Napoli, Massimo Paolanti, Rosa Riviaccio

In questo capitolo sono sinteticamente descritte: a) le fasi preliminari di *data mining* e raccolta dati relativamente a tutti gli studi pedologici pregressi esistenti nel Lazio e alle fasi di pre-processing per l'acquisizione in banca dati; b) le fasi di costruzione e realizzazione della struttura ed architettura della base dati pedologica della Regione Lazio, utilizzata per l'archiviazione di tutti i dati digitali raccolti ed archiviati con il progetto "Carta dei Suoli del Lazio alla scala 1:250.000 ed aree di approfondimento alla scala 1:50.000". La struttura completa e l'interfaccia di navigazione per l'immissione di nuovi dati, la gestione e consultazione, sono oggetto della "Guida all'uso del sistema informativo pedologico DBMS Lazio, Versione 1.07" (in fase di realizzazione e prossima pubblicazione). Tale documento rappresenta la guida completa all'uso del *software* e sarà disponibile *on-line*, insieme ai dati principali in essa contenuti, quali profili di suolo, Unità Cartografiche alla scala 1:250.000 e 1:50.000 e Catalogo regionale delle Tipologie di Suolo.

### 10.1 Raccolta e utilizzo dati pregressi

La prima fase di lavoro è stata la raccolta dei dati pedologici già disponibili, organizzati sia come cartografie sia come dati puntuali singoli. Questa attività è andata ad integrare la banca dati dei siti esistente ed il risultato finale è stata la raccolta di informazioni relative a 68 attività di rilevamento pedologico, riportanti dati relativi a 2.346 siti di diverse attività pregresse, cui sono associati 7.131 orizzonti pedologici con almeno un'analisi di laboratorio. La loro distribuzione geografica è riportata in Figura 10.1.

Si tratta di dati di varia tipologia: profili pedologici, *minipits*, osservazioni speditive tramite trivella manuale o campionamenti superficiali. Essi coprono un arco temporale molto ampio, dal 1964 al 2011, con un grado di qualità delle informazioni estremamente vario. In 1.313 siti, sul totale raccolto, era presente un *data set* di informazioni associate (stazionali, stra-

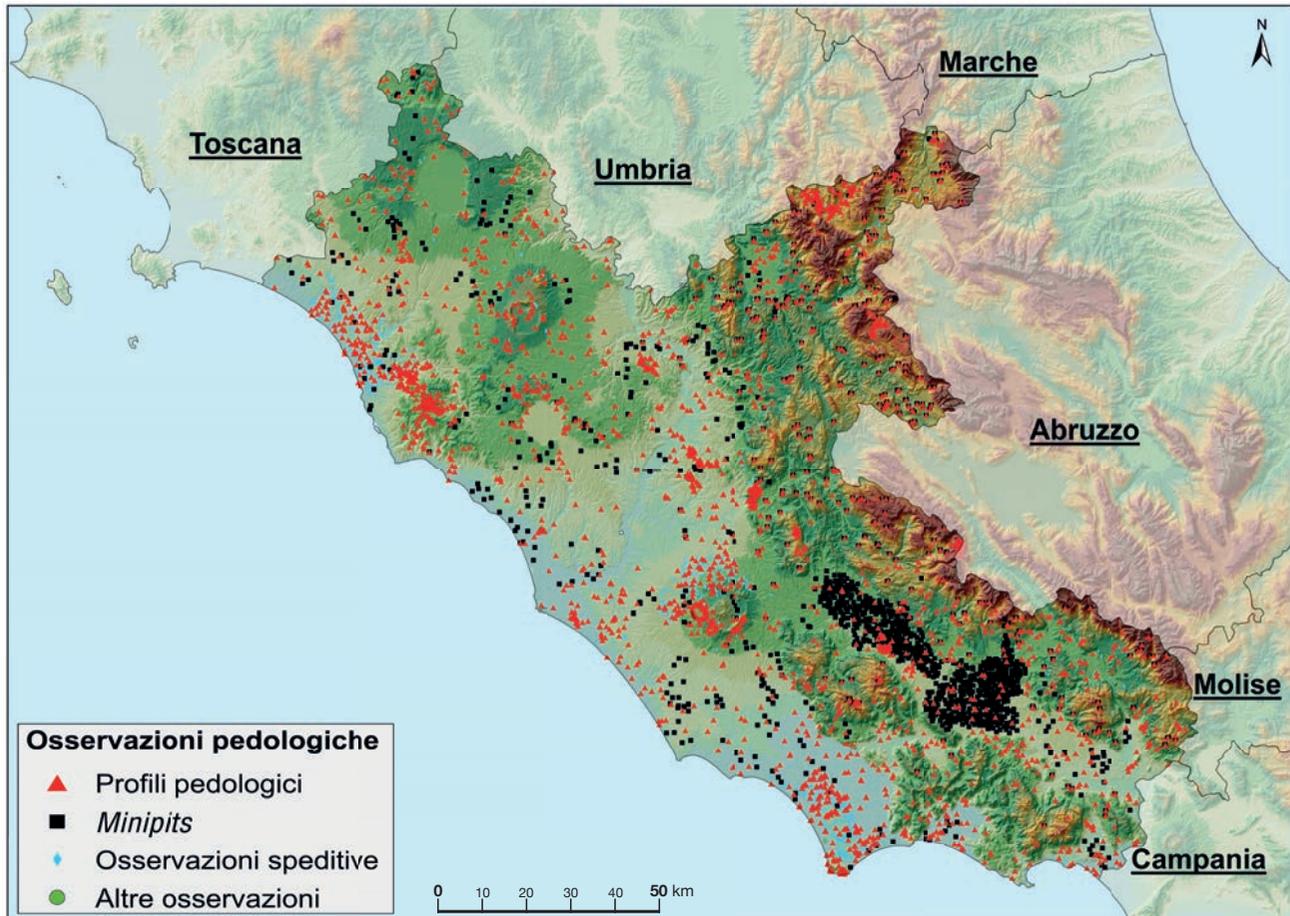


Fig. 10.1 - Osservazioni pedologiche dei rilevamenti precedenti alla Carta dei Suoli del Lazio

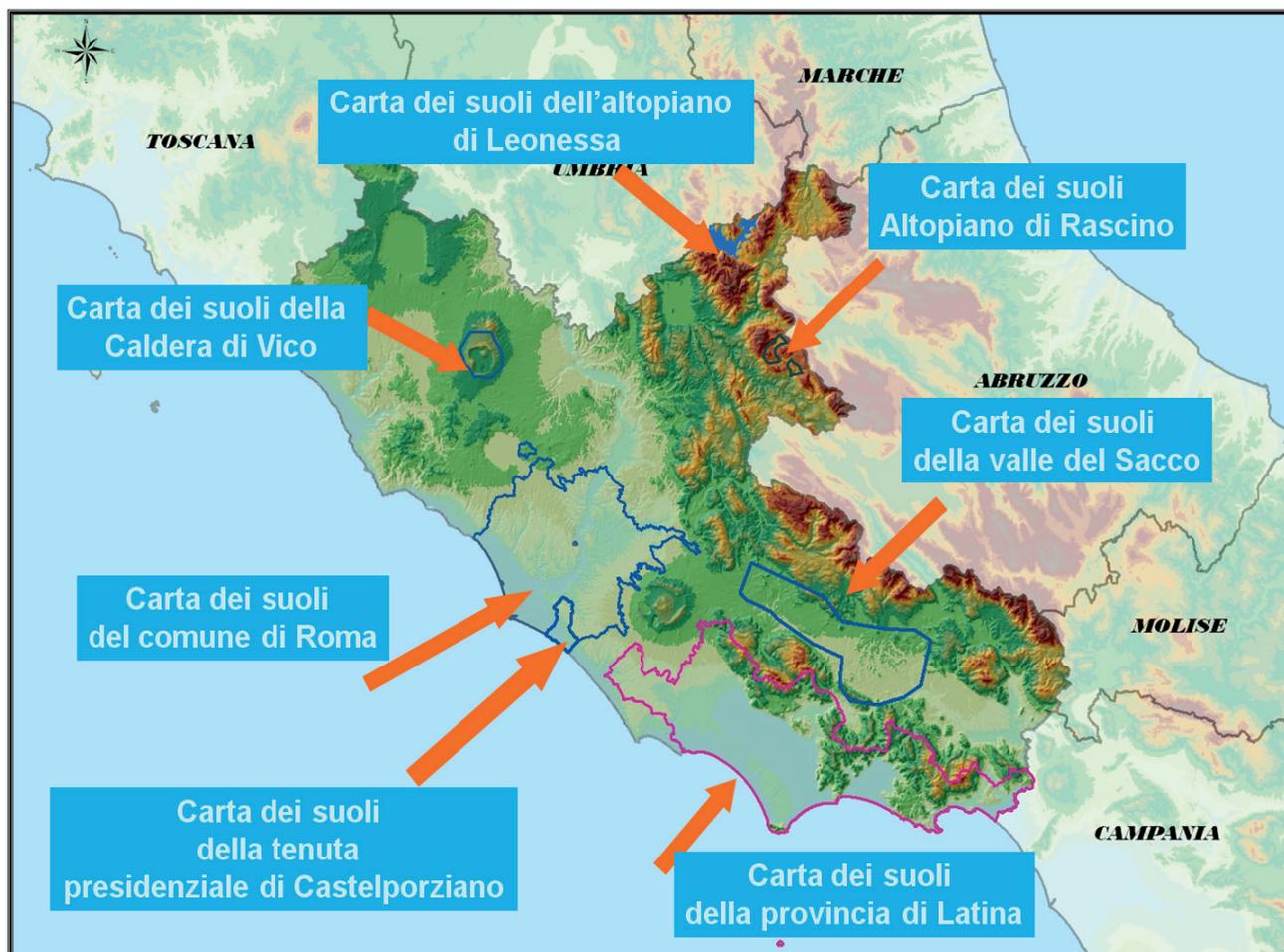


Fig. 10.2 - Cartografie pedologiche dei rilevamenti precedenti alla Carta dei Suoli del Lazio

tigrafia del profilo, determinazioni chimico fisiche di laboratorio) che in prima approssimazione ha fatto considerare tali osservazioni come utilizzabili ai fini della correlazione pedologica regionale. Il dettaglio di tale analisi per tipologia di osservazione pedologica è riportato in Tabella 10.1.

Anche le cartografie pedologiche sono molto differenziate in relazione a qualità, epoca e dettaglio di scala. La maggior parte non sono organizzate in banche dati facilmente acquisibili, oppure sono collegate ad un limitato *data set* di dati pedologici locale di dettaglio (Figura 10.2).

Tutti i dati sono stati armonizzati come previsto dalle Linee guida dei metodi di rilevamento e informatizzazione dei dati pedologici, elaborate per conto del Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali (Costantini, 2007).

Tab. 10.1 - Descrizione e quantità delle osservazioni pedologiche dei rilevamenti precedenti alla Carta dei Suoli del Lazio

Tipo Osservazione pedologica	Totali recuperate	Utili ai fini della correlazione
Profili pedologici	1.022	770
Minipits	1.018	512
Osservazioni speditive	303	31
Osservazioni superficiali	3	0
<b>Totale</b>	<b>2.346</b>	<b>1.313</b>

La banca dati conserva in tal modo dati che, anche se non sempre idonei ai fini della correlazione geografica, possono comunque essere utilizzati per valutazioni puntuali. L'operazione sui *legacy data* ha permesso di migliorare ulteriormente l'efficienza economica delle risorse impiegate nel passato per acquisire conoscenze pedologiche che altrimenti sarebbero andate definitivamente perdute.

## 10.2 Struttura concettuale e contenuto informativo

La banca dati pedologica predisposta è realizzata in modo da sintetizzare le informazioni sui suoli e organizzarle per poter correlare informazioni di carattere areale, come i vari livelli geografici (sistemi di terre, sottosistemi di terre e unità di terre) con le informazioni puntuali sui suoli. Il riferimento metodologico di base sono le Linee guida dei metodi di rilevamento e informatizzazione dei dati pedologici, elaborate per conto del Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali (Costantini, 2007). Tali linee guida, frutto di un lavoro collegiale e delle esperienze maturate nel corso di oltre un decennio di rilevamenti pedologici regionali, sono state opportunamente implementate ai fini delle specificità del progetto.

Per ogni osservazione pedologica sono definiti i fattori della pedogenesi (clima, organismi, materiale genitore, morfologia, tempo e fattori antropici), le regioni pedologiche, i sistemi di terre e i sottosistemi di terre d'appartenenza semantica. L'analisi territoriale permette di formalizzare le relazioni che intercorrono fra suoli e geografia, meccanismo che è alla base del processo di spazializzazione dei dati puntuali raccolti nel corso dei rilevamenti.

La banca dati è organizzata per oggetti definiti come "Entità", secondo il modello Entità-Relazioni proposto da Chen (Chen, 1976) e oramai adottato come standard nella progettazione di database relazionali. Tali Entità possono essere definite da attributi solo semantici oppure anche da attributi geografici, di tipo puntuale, poligonale o a cella *raster*. I *layer* geografici hanno un riferimento a varie scale, per quanto riguarda il dettaglio informativo presente e la precisione/accuratezza geografica dei limiti (se poligoni), di posizionamento (se punti) e di ampiezza (se celle *raster*) (Figura 10.3).

Con il progetto è stata avviata, parallelamente all'attività di rilevamento pedologico, una ristrutturazione della banca dati, con un ridisegno della architettura fisica del database, in modo da recepire e contenere, accanto alle informazioni pedologiche di base, i dati per l'idrologia dei suoli, i dati per la microbiologia dei suoli e le spazializzazioni dei dati pedologici; tale fase di ristrutturazione approfondita ha avuto come base una attenta analisi delle tipologie di dati tematici da archiviare ed anche una visione di

futuro recepimento degli standard legislativi europei del tematismo suolo (EU-JRC INSPIRE *Data Specification on Soil – Technical Guidelines*, 2013)

La banca dati di partenza è stata quella messa a punto dal centro di ricerca CRA-ABP (Centro per l'Agrobiologia e la Pedologia di Firenze) con il progetto "Badasuoli" (banca dati pedologica d'Italia alla scala 1:1.000.000) che ha previsto lo sviluppo di un sistema gestionale per database "ISIS" (*Italian Soil Information System*) che pur basandosi interamente su *query SQL* è integrato da funzioni e routine in linguaggio VBA (*Visual Basic for Application*); per rendere più veloce e più facile l'attività di correlazione; il database è dotato di *query* e *maschere* precostituite che permettono di effettuare multiselezioni di profili per eseguire statistiche descrittive "on the fly" e di connettersi al GIS per eseguire *query* di tipo spaziale (Barbetti, sito Associazione Italiana Pedologi).

Nella nuova struttura sono state recepite anche le architetture relative alla gestione dei dati idrologici (Punti e Curve di ritenzione idrica, coefficienti idrologici) provenienti da attività di modifica della base dati pedologica effettuate nell'ambito del Progetto CREA-INEA "Attività di assistenza tecnica e supporto agli Enti concessionari nel settore dell'uso irriguo delle risorse idriche" (Napoli, 2009)

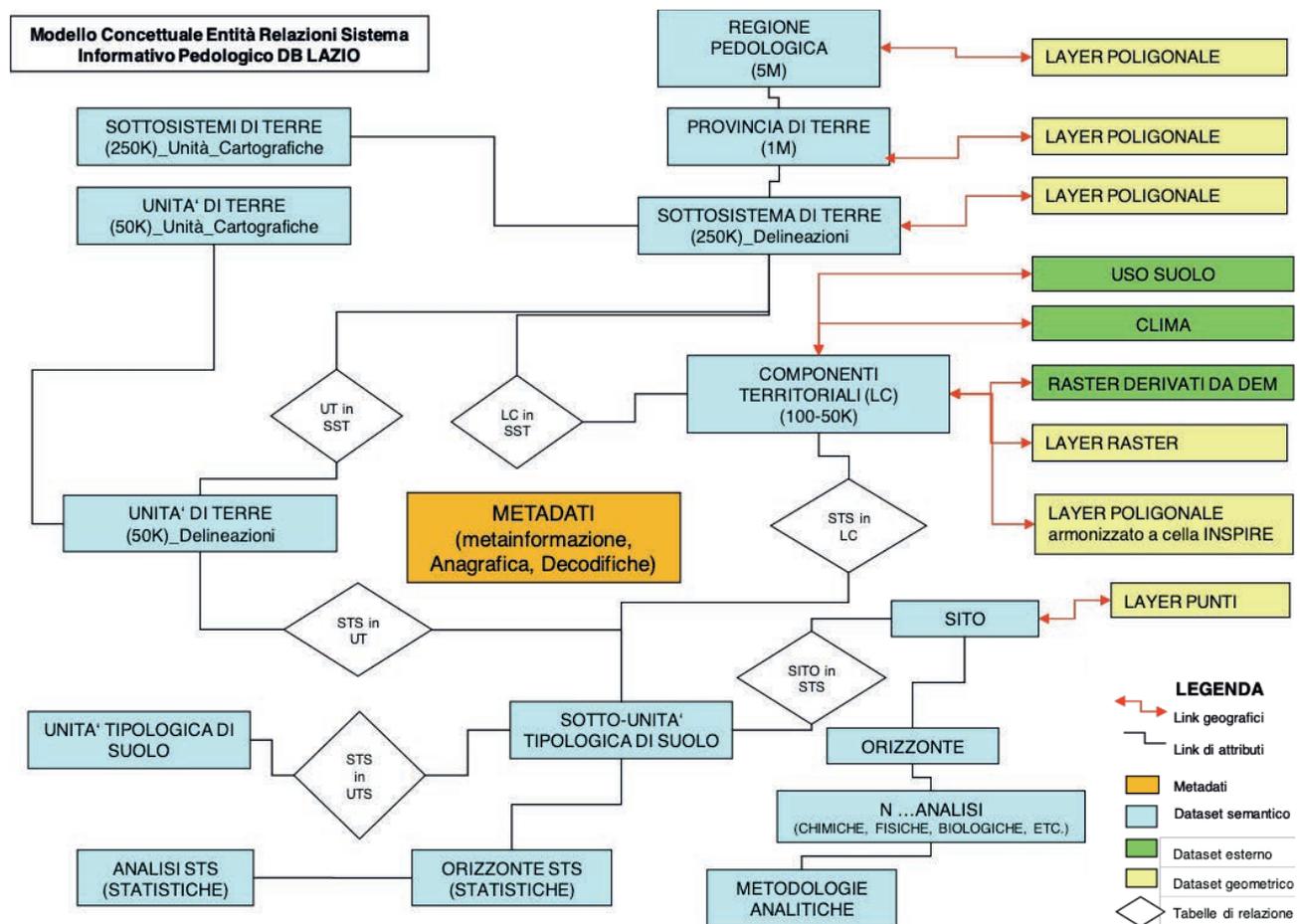


Fig. 10. 3 - Modello Concettuale Entità-Relazioni Geodatabase del Sistema Informativo Pedologico del Lazio

Di seguito è riportato sinteticamente l'elenco delle varie componenti della base dati (Entità, relazioni, metainformazione (metadati, anagrafica, decodifiche)

**Le Entità con collegamento a layer geografici**

**REGIONI PEDOLOGICHE (SOIL REGION)** - Le regioni pedologiche sono il primo livello della gerarchia dei paesaggi. La scala di riferimento è 1:5.000.000 e consentono un inquadramento pedologico a livello sovranazionale.

**SISTEMI DI TERRE** - La banca dati dei sistemi di terre è costituita da un layer poligonale, a copertura nazionale e regionale, con dettaglio informativo e geografico corrispondente alla scala 1:500.000. I sistemi di terre sono aree riconosciute come omogenee in funzione di caratteri legati essenzialmente a morfologia, caratteristiche del substrato e copertura del suolo.

**SOTTOSISTEMI PEDOLOGICI** - La banca dati dei sottosistemi pedologici è costituita da un layer poligonale a copertura regionale, con dettaglio informativo e geografico corrispondente alla scala 1:250.000. Ambienti simili per substrati geologici, morfologie ed usi del

suolo e che appartengono semanticamente ad uno stesso sistema di terre e ad una stessa regione pedologica, apparterranno allo stesso sottosistema di terre.

**COMPONENTI TERRITORIALI** - La banca dati delle Componenti Territoriali (*Land Component*) è costituita da uno strato di celle poligonali della corrispondente cella raster con passo 100 m; rappresenta le parti di territorio omogenee all'interno del Sottosistema Pedologico per classe litologica, classe di morfologia-morfometria e classe di uso/copertura del suolo ad un livello più di dettaglio del Sotto Sistema Pedologico (SSP). E' ricavata con tecniche semi-automatiche di *Digital Soil Mapping*, e correlata alle Sottounità Tipologiche di Suolo in rapporto 1:1 (vedi successivo capitolo 11).

**UNITÀ DI TERRE** - La banca dati delle unità di terre è costituita da un layer poligonale e rappresenta la base cartografica per le aree pilota con dettaglio informativo e geografico corrispondente alla scala 1:25.000 o in alcune aree 1:50.000. Questo livello geografico è realizzato solo per alcune aree pilota previste dal progetto (ZVN Viterbo e Latina, area DOCG Castelli Romani).

**SITI (OSSERVAZIONI PEDOLOGICHE)** - Tale *layer* di tipo puntuale comprende tutti i tipi di osservazioni effettuati (profili di suolo completi, trivellate e *minipits*). I profili di suolo hanno diversi gradi di qualità, a seconda che abbiano: a) descrizione completa, foto, analisi chimico-fisiche di base, classificazione; b) descrizione completa e analisi chimico-fisiche parziali (classificazione ove possibile); c) solo la descrizione (classificazione tentativa per correlazione). Le trivellate e i *minipits* per loro natura di osservazioni speditive hanno solo una descrizione sintetica, e talvolta qualche determinazione accessoria. All'oggetto puntuale sono collegate una serie di informazioni semantiche a cascata che permettono di collegare le informazioni relative alla descrizione stazionale del profilo, dei suoi orizzonti e delle analisi sia di base che tematiche associate (Sito-Orizzonte-Analisi\_tipo\_N).

#### Le Entità con contenuto semantico

**UNITA' TIPOLOGICHE DI SUOLO (UTS)** - Questa Entità raccoglie tutte le tabelle informative riguardanti il livello più generale di "Unità" delle Tipologie di suolo, ovvero le principali caratteristiche territoriali generali, la classificazione a livello più alto (Gruppo Referenziale e Qualificatore WRB), i processi di formazione del suolo, o anche catene di suoli, così come descritto nel successivo capitolo 12, par.1.

**SOTTOUNITA' TIPOLOGICHE DI SUOLO (STS)** - I dati relativi alle Sottounità Tipologiche di suolo sono quelli a livello più di dettaglio, e raccolgono tutti i dati dei profili/osservazioni afferenti relativamente ai loro caratteri stazionali (territoriali), la classificazione a livelli di maggior dettaglio rispetto alle UTS, e una serie di caratteri funzionali dei suoli: Drenaggio interno, Profondità utile alle radici, Profondità totale del suolo, Tessitura degli orizzonti superficiali (classi USDA e classi tessiture raggruppate), Reazione e grado di saturazione in basi, Pietrosità superficiale, Frammenti grossolani.

Statistiche di STS – Le tabelle relative alle statistiche raccolgono le informazioni sui *range* di variabilità rispetto agli N profili associati ad ogni STS, sia stazionali che esterni. Tali tabelle sono compilate ed aggiornate in maniera automatica dall'interfaccia di gestione via via che si assegnano i siti (profili/osservazioni) ad una STS.

**OSSERVAZIONI PEDOLOGICHE (SITI – ORIZZONTI – ANALISI)** - L'entità Sito raccoglie una serie di tabelle collegate con modalità padre-figlio (uno a molti) e comprende tutte le informazioni relative alla descrizione della stazione del punto di rilievo, degli orizzonti

ti del profilo di suolo o trivellate/*minipit* (orizzonti), e delle determinazioni analitiche. Per queste ultime, la ristrutturazione del DBMS Lazio ha consentito di superare le vecchie strutture (CNCP, ISIS) e di riorganizzare i dati in tabelle ad hoc per ogni grande gruppo di analisi tematiche.

La tabella delle analisi\_routine e analisi\_extra come strutturate in ISIS e nel *database* in Progetto "Attività di assistenza tecnica e supporto agli Enti concessionari nel settore dell'uso irriguo delle risorse idriche" sono state divise quindi nelle 6 aree tematiche più o meno coerentemente con i metodi ufficiali di analisi del MAF (1992, 1997, 2003, 2004, 2005). Tutte le Tabelle sono ristrutturate in modalità a pozzo (verticale), secondo lo schema di seguito riportato:

specie_tabella	codice	descrizione	Tipo di struttura
analisi_tipo	bc	biochimiche	Pozzo
analisi_tipo	bi	biologiche	Pozzo
analisi_tipo	ch	chimiche	Pozzo
analisi_tipo	fi	fisiche	Pozzo
analisi_tipo	id	idrologiche	Pozzo
analisi_tipo	mi	mineralogiche	Pozzo

#### Relazioni

Le relazioni tra Entità sono di fatto tabelle che contengono informazioni relative alla relazione spaziale tra entità, che sono di fondamentale importanza per definire appunto le relazioni per ogni dominio geografico. In Tabella 10.2 sono riportate le principali Tabelle di relazione con il loro significato e contenuto informativo

Tab 10.2 - Descrizione delle informazioni contenute e tipo di legame delle principali relazioni contenute in DBMS Lazio

Relazione	Legame referenziale	Significato ed Informazioni contenute
Componenti territoriali e Sottosistemi di terre (LC in SST)	I - N	Specifica la distribuzione geografica delle componenti territoriali nei sottosistemi di terre in termini sia quantitativi (mq/kmq) assoluti che in % di area rispetto all'intero sottosistema
Unità di terre e Sottosistemi di terre (UT in SST)	I - N	Specifica la distribuzione geografica delle unità di terre nei sottosistemi di terre in termini sia quantitativi (mq/kmq) assoluti che in % di area rispetto all'intero sottosistema
Sottounità tipologiche di suolo e Componenti territoriali (STS in LC)	I - I	Specifica la relazione diretta tra componente territoriale e sottounità tipologica individuata al suo interno, con informazioni inerenti al grado di confidenza geostatistica tra le varie covariate territoriali che definiscono la componente (territoriale) e la sottounità tipologica assegnata
Sottounità tipologiche di suolo e Unità di terre (STS in UT)	I - N	Specifica la relazione tra unità di terre e le sottounità tipologiche individuate al suo interno, con informazioni inerenti al modello di distribuzione dei vari tipi di suoli, sia quantitativo (% area su totale) che qualitativo (tipo di unità: consociazione, associazione o complesso di suoli)
Sottounità tipologiche di suolo e Unità tipologiche di suolo (STS in UTS)	I - N	Specifica la relazione tra Sottunità e Unità tipologiche di suolo, evidenziando le quantità e le tipologie di STS
Osservazioni pedologiche e Sottounità tipologiche di suolo (SITO in STS)	I - N	Specifica la relazione tra Osservazioni pedologiche e Sottounità tipologiche di suolo, relativamente al grado di correlazione, la presenza o meno di foto, l'informazione storica sulla data di attribuzione ed anagrafica sul rilevatore e/o pedologo che ne ha proposto l'assegnazione ad una determinata STS

### Metainformazione

Nella base dati DBMS Lazio sono presenti anche una serie di tabelle relative alla cosiddetta "metainformazione", vale a dire tutte le specifiche informative che descrivono i metodi (es. sistemi di riferimento/proiezione e tipologia di acquisizione/costruzione se geografici, metodi ufficiali di analisi, etc.) con cui sono stati creati i vari tipi di dati, e la loro accuratezza, sia geografica che analitica. Sono inoltre presenti: a) tabelle di decodifica dei dati, necessarie alle funzioni di interfaccia inerenti alla creazione di traduzione in chiaro dell'informazione, quali i *report* di stampa di profili e STS; b) tabelle di anagrafica con informazioni relative ai rilevatori e ai manutentori del DB e alle date di inserimento e modifica (storico dei dati), che tengono traccia di "chi ha fatto cosa e quando", in modo da avere completa tracciabilità della gestione del DBMS.

### Calcoli automatici e funzioni accessorie di stima delle qualità del suolo

Sono state implementate molte *query* relative alla necessità di ottenere campi calcolati in tabelle analitiche, ad esempio con informazioni relative a dati analitici: tasso di saturazione in basi, rapporto C/N, *Sodium Absorption Ratio* (SAR), acidità totale, *Exchangeable Sodium Percentage* (ESP); o alla predizione/stima di alcune qualità del suolo. In particolare molte delle qualità del suolo sono stimate/calcolate attraverso l'applicazione di pedofunzioni di trasferimento *Pedotransfer Functions* (PTF), vale a dire funzioni complesse che permettono di ricavare informazioni da altre già presenti nel DB. Tali funzioni, implementate dentro il DBMS, sono frutto di studi scientifici progressi già pubblicati.

### Le Pedofunzioni

Sono presenti una serie di moduli in linguaggio *visual basic* (VBA) e SQL che definiscono alcune funzioni delle procedure definite come "Qualità Derivate" della guida al rilevamento dei suoli e altre di recente sviluppo per il settore Idrologia del suolo.

#### A) Provenienti dal database ISIS:

- Calcolo della classe tessiturale USDA (modulo classi tessiturali)
- Calcolo della classe granulometrica USDA (modulo classi tessiturali)
- Rischio di incrostamento superficiale SSEW (Costantini 2007)
- Rischio di incrostamento superficiale ISSDS (Pellegrini et al., 2005)
- Rischio di compattamento superficiale ISSDS (Vignozzi et al., 2007)
- Lavorabilità superficiale (Servadio et al., 2005)
- Misura e predizione della forza di trazione in aratura (Oskoui et al., 1982).
- Capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque profonde: da ERSAL (Ente Regionale di Sviluppo Agricolo della Regione Lombardia), lo schema è riportato nella guida al rilevamento dei suoli (Costantini, 2007).
- Capacità depurativa, secondo lo schema riportato nella Guida al Rilevamento dei Suoli (Costantini, 2007).

- Capacità d'aria, secondo lo schema riportato nella Guida al Rilevamento dei Suoli (Costantini, 2007).
- Calcolo del Fattore K di erodibilità dei suoli (Costantini, 2007).
- Classe di Capacità d'Uso. Calcola la capacità d'uso dei suoli a livello di osservazione pedologica, secondo lo schema riportato nella Guida al Rilevamento dei Suoli (Costantini, 2007).

#### B) Di nuovo sviluppo per settore idrologia suolo (Napoli, 2009)

- Calcolo Massa volumica apparente (Rawls & Brakensiek, 1985)
- Calcolo parametri della Curva di ritenzione idrica: 3 metodi (Vereecken et al., 1990; Wosten et al., 1999; Scheinost et al., 1997a, 1997b)
- Calcolo Conducibilità Idraulica Saturata: 8 metodi (Bloemen 1980; Cosby et al., 1984; Campbell e Campbell 1982; Campbell 1985; Saxton et al., 1986; Brakensiek et al., 1984; Jaynes e Tyler 1984; Vereecken et al., 1990; Wosten et al., 1999)

### Consistenza dati per tipologia di Entità in DBMS Lazio

La consistenza numerica dei dati presenti in DBMS Lazio per ogni categoria di oggetto (Entità), proveniente da rilevamenti, fotointerpretazione, e elaborazioni/agggregazioni successive (es. UTS-ST5) è riportata alla stampa della presente pubblicazione (Tabella 10.3).

Tab. 10.3 - Consistenza dati per categorie di oggetti in DBMS Lazio

Tipo di Oggetto/Entità	Numero record totali	Per categoria
SITI (Profili, Trivellate, Minipit, Altre Oss)	8.661	Profili – 2.531 Trivellate – 4.265 Minipit – 1.862 Altre osservazioni - 3
Orizzonti	25.281	
Analisi (di vario tipo)	180.756	Fisico-idrologiche – 72.886 Chimiche – 107.870 Biologiche – in acquisizione (*) Biochimiche – in acquisizione (*)
Sottosistemi Pedologici	8.618	188 Unità Cartografiche complete
Unità di Terre	453	83 Unità Cartografiche complete
Componenti Territoriali	1.725.235	Poligoni (Celle 100 m) con attributi territoriali e di tipologia suolo
Unità Tipologiche di Suolo	156	Unità Tipologiche complete
Sottounità Tipologiche di Suolo	452	Sottounità Tipologiche complete

(\*) in fase di importazione da progetti progressi (BIORELA, OLIVO ARSIAL, Organoclorurati, etc.)



# *Capitolo 11*

## **LA GEOGRAFIA DEI SUOLI**



## La geografia dei Suoli

Chiara Piccini, Alessandro Marchetti, Rosario Napoli, Rosa Riviaccio, Massimo Paolanti

Una Carta dei Suoli è una rappresentazione grafica che serve a trasmettere informazioni riguardanti la distribuzione spaziale dei suoli e delle loro proprietà. Per produrre una carta è necessario estendere i valori delle proprietà e delle tipologie di suolo in punti che non sono stati osservati direttamente. Questo processo di **interpolazione**, che è a tutti gli effetti una stima, richiede l'applicazione di un modello alla realtà.

### 11.1 Il Digital Soil Mapping

Nella cartografia tradizionale la distribuzione spaziale dei suoli viene definita sulla base di un modello concettuale proprio del pedologo rilevatore, e come risultato si ha una delimitazione manuale delle unità cartografiche, con cambiamenti repentini delle proprietà del suolo al passaggio da un'unità all'altra (Watt e Palmer, 2012). Questo metodo può essere piuttosto soggettivo, ed è molto difficile se non impossibile valutare statisticamente l'accuratezza di una mappa così costruita senza effettuare un ulteriore campionamento di controllo. Vi sono inoltre diversi punti di debolezza, tra cui, oltre alla rappresentazione dei cambiamenti graduali con limiti netti, la scarsa correlazione tra le proprietà del suolo e le classi di suolo cartografate, i tempi di elaborazione piuttosto lunghi, le informazioni spesso incomplete e non aggiornate, etc. (Campbell et al., 1989; Nortcliff, 1978).

Per superare i limiti e le difficoltà della cartografia tradizionale esiste un'enorme varietà di modelli matematici che possono essere utilizzati per l'interpolazione, suddivisi in due gruppi: modelli meccanicistici, fisicamente basati e deterministici nella stima, e modelli statistici o stocastici, che riconoscono l'incertezza associata alla stima. Dato che il suolo varia sia nello spazio sia nel tempo con grande complessità, è ragionevole pensare che nessun modello deterministico possa rappresentarne adeguatamente la variabilità; pertanto si preferisce utilizzare tecniche statistiche di stima e di simulazione di scenari probabili.

La stima di variabili con metodi geostatistici è stata ampiamente adottata fin dai primi anni '80, con teorie sviluppate specificamente per la scienza del suolo (Goovaerts, 1997, 1999; Webster e Oliver, 2001). L'approccio geostatistico classico permette di modellizzare la variabilità spaziale di un dato parametro e di stimarne i valori in punti non campionati, tenendo

conto della natura continua delle proprietà dei suoli, e permette inoltre di valutare l'errore della stima in ciascun punto della mappa (accuratezza del modello). I metodi geostatistici sono basati esclusivamente sul concetto di **autocorrelazione spaziale**, ovvero sull'assunto che punti vicini tra loro sono più simili rispetto a punti più lontani. Quindi, una volta definito il modello di variazione spaziale di un parametro, esso può essere stimato su tutta l'area di studio (Webster e Oliver, 2001).

Applicando questi metodi, basati esclusivamente sulla posizione di ciascun punto rispetto agli altri, i dettagli della variabilità spaziale dei suoli possono però risultare smussati e la variabilità a corto raggio può essere sottostimata (Curran e Atkinson, 1998; Ping e Dobermann, 2006). La qualità della stima può essere migliorata, riducendo di conseguenza il numero di campioni necessari, incorporando altre informazioni di tipo territoriale purché ben correlate con la variabile da stimare (McBratney et al., 2003; Marchetti et al., 2011).

Il *Digital Soil Mapping* (DSM) o cartografia digitale dei suoli consiste in una serie di tecniche mirate alla creazione e popolazione di database georiferiti delle proprietà dei suoli, utilizzando osservazioni dirette e dati ausiliari tramite relazioni quantitative. Tali tecniche fanno ampio uso di strumenti tecnologici quali ricevitori GPS, *scanner*, *remote sensing* e metodi avanzati di calcolo come la summenzionata interpolazione geostatistica, gli algoritmi di inferenza, il GIS, i modelli digitali del terreno (*Digital Elevation Model*, DEM) e il *data mining*. Si parla anche di "cartografia statistica".

Il DSM è basato sull'uso estensivo di "covariate", ovvero caratteristiche territoriali note in dettaglio su tutta l'area di studio: parametri morfometrici ricavati dal DEM, immagini satellitari, carte tematiche riguardanti il clima, l'uso e la copertura del suolo, la geologia, etc. Vengono utilizzate varie tecniche e tecnologie semiautomatiche per l'acquisizione, l'elaborazione e la visualizzazione di informazioni riguardanti i suoli, nonché di altre informazioni a carattere territoriale, in modo tale che il risultato finale viene ottenuto a un costo più contenuto e può inoltre essere più facilmente aggiornato quando si abbia disponibilità di nuovi dati sulla stessa area (McBratney et al., 2003). Al successo di queste tecniche ha contribuito indubbiamente anche la crescente disponibilità, a costi accessibili, di questo tipo di informazioni, per cui si può affermare che siamo passati dal campo della ricerca a una fase decisamente più operativa (Minasny e McBratney, 2016).

Con le applicazioni di DSM si tenta di superare alcuni inconvenienti della delineazione delle classi e delle tipologie pedologiche nella cartografia tradizionale (Hengl et al, 2014), diminuendo costi e soggettività delle mappe. Tutti gli *output* vengono ottenuti da procedure di calcolo rigorose e sono quindi riproducibili, e su tutti vengono infine valutate l'accuratezza e l'incertezza associata. Basandosi infatti su metodi statistici, il DSM permette non solo di stimare i valori di alcune caratteristiche del suolo in punti non osservati, ma fornisce anche l'errore associato alla stima.

Il DSM non consiste solamente nella costruzione di mappe dei suoli utilizzando il computer, ma viene definito essenzialmente da tre componenti: **input** sotto forma di dati misurati in campo e in laboratorio, compreso l'uso di osservazioni e/o mappe preesistenti; **processo** inteso come un metodo di stima spaziale di tipo matematico o statistico, che mette in relazione le osservazioni fatte sul suolo con altre variabili di tipo ambientale e/o con i fattori di formazione del suolo; **output** sotto forma di un sistema informativo spaziale comprendente anche l'incertezza della stima (Minasny e McBratney, 2016). Le carte tradizionali dei suoli, anche se digitalizzate o disegnate

al computer, non possono quindi essere considerate prodotti di DSM perché sono ottenute tramite un procedimento completamente diverso.

I progressi nel campo del DSM sono dovuti alla confluenza di diversi fattori, tra cui la già ricordata disponibilità di dati spaziali in formato digitale (DEM e immagini satellitari), la maggiore potenza di calcolo dei computer per l'elaborazione di grandi quantità di dati, lo sviluppo di strumenti di *data mining* e GIS, etc. Possiamo riassumere la procedura di stima tramite DSM come segue:

- campionamento
- controllo dei dati
- pre-elaborazione delle covariate
- applicazione del modello statistico o geostatistico
- stima spaziale
- *cross-validation* e valutazione dell'accuratezza
- restituzione e visualizzazione dei risultati.

Le mappe ottenute con questo metodo non sono necessariamente più accurate rispetto a quelle tradizionali, ma hanno come valore aggiunto la valutazione dell'incertezza associata (McBratney et al., 2003).

Tab 11.1 - Confronto tra le tecniche cartografiche tradizionali e le tecniche di DSM

	<b>Cartografia tradizionale</b>	<b>DSM</b>
<b>Caratteristiche rappresentabili</b>	Tipologie di suolo	Caratteristiche analitiche (variabili numeriche) e tipologie di suolo (variabili categoriali)
<b>Modello spaziale</b>	Discreto (unità di suolo)	Continuo (quantità o categoria codificata), probabilità
<b>Principali input</b>	Conoscenza d'esperto, descrizione dei profili	Dati di laboratorio e da rilevamento
<b>Covariate</b>	Delineazioni da fotointerpretazione	Immagini satellitari, parametri morfometrici da DEM
<b>Modello di stima spaziale</b>	Media per poligoni	Statistica e geostatistica
<b>Valutazione dell'errore</b>	Validazione delle unità cartografiche con campioni di controllo	<i>Cross-validation</i> e validazione con <i>subset</i> di dati non usati per la stima
<b>Rappresentazione</b>	Mappe poligonali e tabelle degli attributi	Mappe stimate su griglia, mappe dell'errore di stima, simulazioni
<b>Principali aspetti tecnici</b>	Scala cartografica	Dimensione della cella ( <i>pixel</i> )
<b>Strategie di campionamento</b>	Campionamento libero (punti scelti dal rilevatore)	Campionamento statistico

## 11.2 Spazializzazione delle relazioni suolo-paesaggio

La procedura prevede come primo passo la creazione di strati tematici stimati relativi ad alcuni caratteri interni del suolo significativi per la sua classificazione, interpolando nello spazio i dati puntuali relativi ai profili. A questo scopo ciascun profilo di partenza si considera suddiviso in topsoil e subsoil (livelli diagnostici superficiali e profondi, definiti nel DB Lazio). In particolare sono stati presi in esame i seguenti caratteri:

- Classe tessiturale secondo USDA (nel topsoil sono presenti 10 classi, nel subsoil 11)

- Scheletro
- Profondità utile per le radici
- Classe di drenaggio interno
- Contenuto in carbonato di calcio ( $\text{CaCO}_3$ )
- Contenuto in Carbonio Organico (CO)
- Classificazione *World Reference Base - Reference Soil Groups* (WRB-RSG).

Ai fini della spazializzazione i caratteri interni di tipo numerico vengono codificati secondo classi specifiche, come riportato in Tabella 11.2.

Tab 11.2 - Classi definite per ciascun carattere interno del suolo

Carattere	Classe	Descrizione
Profondità utile per le radici - PU	1	0 - 25 cm
	2	25 - 50 cm
	3	50 - 100 cm
	4	> 100 cm
Drenaggio interno - DI	1	Piuttosto eccessivamente drenato
	2	Ben drenato
	3	Moderatamente ben drenato
	4	Piuttosto mal drenato
	5	Mal drenato
Tessitura topsoil e subsoil (USDA) - TT, TS	S, FS, A, AS, FA, F, SF, FSA, FA, FLA, L, FL	
Scheletro - S	1	< 1 %
	2	1 - 40 %
	3	> 40 %
Carbonio organico totale - TOC	1	< 0,6 %
	2	0,6 - 1,0 %
	3	1,0 - 1,4 %
	4	1,4 - 2,5 %
	5	2,5 - 4,0 %
	6	4,0 - 6,0 %
	7	6,0 - 20,0 %
	8	> 20 %
Capacità di scambio cationico - CSC	1	0 - 16 meq 100 g <sup>-1</sup>
	2	16 - 24 meq 100 g <sup>-1</sup>
	3	24 - 36 meq 100 g <sup>-1</sup>
	4	> 36 meq 100 g <sup>-1</sup>
Carbonato di calcio - CC	1	0 - 2 %
	2	2 - 5 %
	3	5 - 15 %
	4	15 - 25 %
	5	> 25 %

Il metodo proposto si basa sulla regressione di variabili categoriali con più di due classi utilizzando come predittori alcune variabili ausiliarie, numeriche e categoriali, note su tutta l'area di interesse (Regres-

sione Logistica Multinomiale, RLM); i dati ausiliari (co-variate) sono derivati dal DEM e da immagini satellitari, nonché da carte tematiche (*parent material*, uso del suolo, pedoclima).

Le covariate a disposizione per la regione sono:

- **DEM**, compresi parametri morfometrici e indici derivati; si è utilizzato il GDEM ASTER riportato in datum UTM WGS84 F33 con ricampionamento bilineare del *pixel* a 30 m, da cui sono stati estratti:
  - quota Q
  - pendenza in radianti P (considerata in questa unità di misura per rapportarla con gli altri parametri; per altri usi può essere trasformata in %). Il calcolo della pendenza è stato effettuato tramite la formula di Zevenbergen e Thorne (1987)
  - esposizione ESP (Irvin et al., 1997)
  - profilo di curvatura PRC (Olaya, 2009)
  - piano di curvatura PLC (Olaya, 2009)
  - curvatura media CURV (Olaya, 2009)
  - distanza verticale dal reticolo di drenaggio VDIS (Olaya e Conrad, 2009)
  - profondità delle valli VDEP (Olaya e Conrad, 2009)
  - accumulo di flusso FA (Fairfield e Leymarie, 1991)
  - indice di convergenza CONV (Thommeret et al., 2009)
  - *Topographic Wetness Index TWI* (Beven e Kirkby, 1979)
  - *Stream Power Index SPI* (Moore et al., 1991)

- *Topographic Position Index TPI* (Gallant e Wilson, 2000)
- **immagini Landsat 8** con risoluzione 30 m, riprese il 18 e il 25 gennaio 2016 con copertura nuvolosa < 5%; dalle cui bande sono stati calcolati alcuni indici spettrali:
  - *Normalized Difference Soil Index NDSI* (Deng et al., 2015)
  - *Grain Size Index GSI* (Xiao et al., 2006)
  - *Clay Index CI* (Hengl, 2009)
  - *Normalized Difference Vegetation Index NDVI* (Colwell, 1974)
- **carte tematiche:**
  - Carta Geologica Regionale alla scala 1:25.000 GEO
  - Carta dell'Uso del Suolo alla scala 1:25.000 LU pedoclima, regimi di temperatura e umidità del suolo PT, PU (L'Abate e Costantini, 2004).

Gli indici calcolati dalle immagini Landsat 8 sono stati inseriti nel procedimento per migliorare la stima in aree di pianura, dove il solo DEM non dava risultati ottimali. Tra quelli disponibili, i predittori da utilizzare effettivamente per ciascuna spazializzazione vengono individuati sulla base dell'analisi della varianza, in modo da verificare il grado di correlazione significativa con ciascuna variabile target: si impiegano solo quelli significativi con *p-value* < 0,001 (Tabella 11.3).

Tab 11.3 - Matrice di correlazione (\*\*\* =  $p \leq 0,001$ ; \*\* =  $p \leq 0,01$ ; \* =  $p \leq 0,05$ )

	Q	P	ESP	CURV	PRC	PLC	TWI	VDIS	FA	CONV	VDEP
PU	***	***		*	***	***	***	***	*	***	***
DI	***	***		*			***	***		*	***
TT	***	***			**		***	***			***
TS	***	***					***	***			***
S	***	***				**	***	***			***
TOC	***	***				*	***	***			***
CSC	***	***				*	***	***			***
CC				*	*		*	**	***		***

	SPI	TPI	GEO	LU	PT	PU	NDSI	GSI	CI	NDVI
PU		***	***	***	***	***	***	***	**	***
DI		*	***	***	***	***	**	*	***	***
TT			***	***	***	***	***	**	***	***
TS			***	***	***	***				
S			***	***	***	***	**		***	***
TOC			***	***	***	***	***	*	***	***
CSC			***	***	***	***			***	***
CC	*	*	***	**						

Al fine di evitare i possibili effetti di multicollinearità dovuti alle fonti comuni da cui i predittori vengono derivati, questi non vengono utilizzati tal quali, ma tramite una Analisi in Componenti Principali (ACP) vengono opportunamente trasformati in componenti ortogonali e indipendenti tra loro. Sono queste componenti ad essere messe in regressione con ciascuna variabile *target*, ottenendo così una mappa stimata per ciascun carattere interno del suolo.

La validazione della stima, sempre procedendo singolarmente per ciascuna spazializzazione, viene effettuata estraendo in maniera casuale un gruppo di profili, pari a circa il 20% del totale, che costituiscono il *dataset* di *testing*; questo *dataset*, che non viene utilizzato per la stima, è diverso per ciascuna spazializzazione, in modo da garantire la rappresentatività di tutte le classi considerate. Per valutare l'affidabilità e l'accuratezza della stima si procede al calcolo di due parametri: *Map purity*, che rappresenta la percentuale di area totale dove la classe stimata coincide con quella osservata, e *Kappa di Cohen*, parametro che misura il grado di concordanza della classificazione, ovvero la corrispondenza tra dato stimato e dato osservato; quest'ultimo può variare tra 0 e 1, con una buona concordanza se  $>0,75$  (Cohen, 1960). Il Kappa di Cohen viene pesato in base al grado di differenza, ovvero maggiore è la discordanza tra stima e osservazione, maggiore il peso che quel dato ha nel calcolo

del parametro. Inoltre, si verifica se la spazializzazione ottenuta "onora" i dati osservati: se il valore stimato nel *pixel* cui appartiene il profilo non coincide con quello osservato si considerano i punti vicini per la definitiva assegnazione del *pixel* a una classe piuttosto che a un'altra. Nella Figura 11.1 sono riportate le mappe ottenute per ciascun carattere interno del suolo.

Nella Tabella 11.4 sono riportati i valori dei parametri di validazione per ciascuna mappa, sia senza l'uso degli indici da satellite sia comprendendoli nel processo di stima. Nella maggior parte dei casi la stima è migliorata con l'aggiunta degli indici, con l'eccezione della tessitura del *subsoil*, che non è una caratteristica del suolo superficiale, e del carbonato di calcio, probabilmente a causa dell'alto numero di dati mancanti per questa caratteristica. Il carbonato di calcio è stato il più difficile da mappare, non solo perché è correlato solo con poche covariate, ma anche perché la maggior parte delle misure ricade nella stessa classe. La metodologia è stata pubblicata in Piccini et al., 2019; *Geoderma*, 352: 385-394.

Tab 11.4 - Parametri di validazione delle mappe dei caratteri interni

	<b>Map purity %</b>		<b>Kappa di Cohen</b>	
	No Landsat	Con Landsat	No Landsat	Con Landsat
<i>Profondità utile</i>	76	80	0,78	0,83
<i>Drenaggio interno</i>	77	77	0,75	0,77
<i>Tessitura topsoil</i>	80	81	0,81	0,90
<i>Tessitura subsoil</i>	84	-	0,77	-
<i>Scheletro</i>	72	79	0,77	0,88
<i>Carbonio organico totale</i>	77	94	0,80	0,98
<i>Capacità di scambio cationico</i>	72	82	0,80	0,83
<i>Carbonato di calcio</i>	77	-	0,58	-

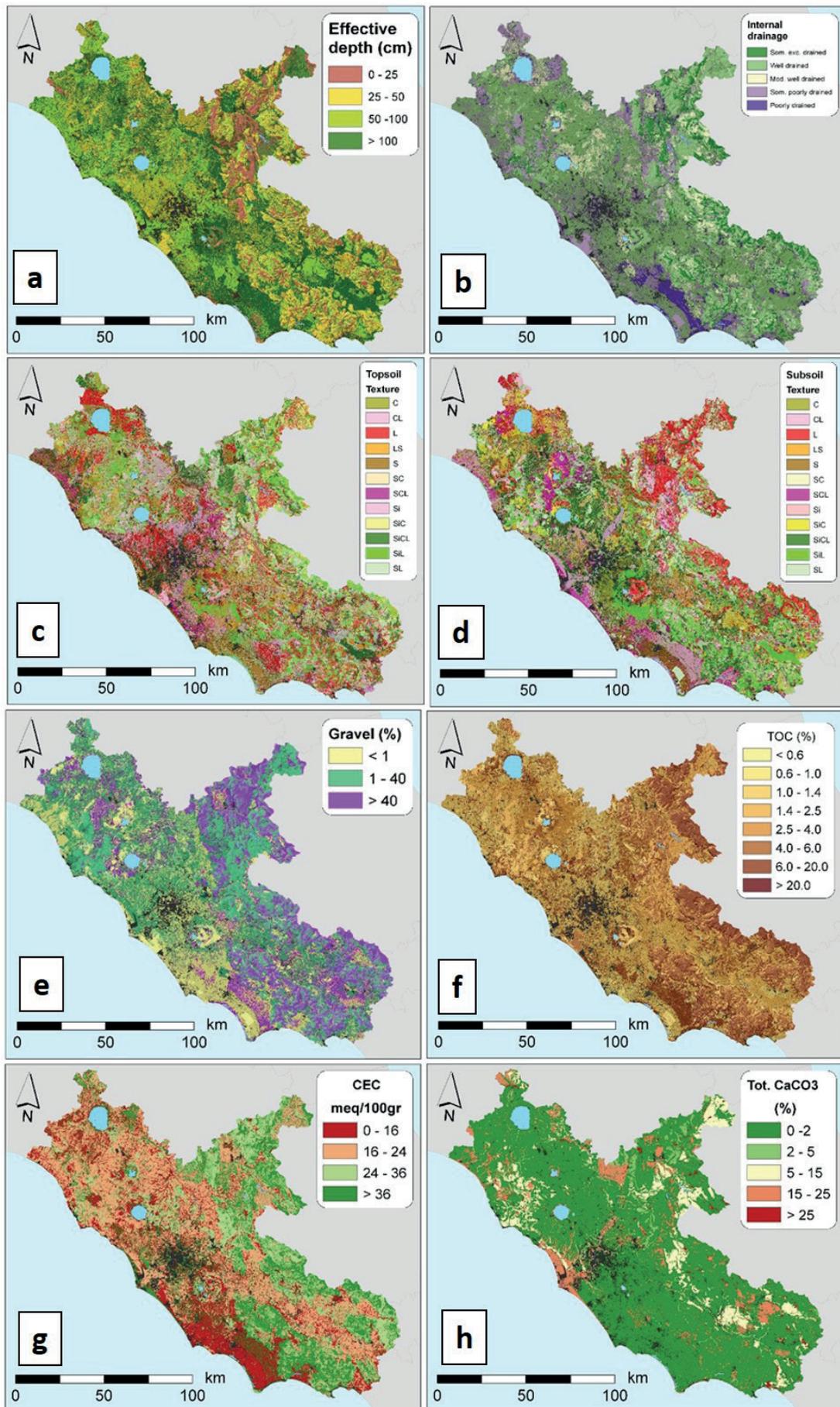


Fig 11.1 - Mappe dei caratteri interni del suolo per la regione Lazio. a-profondità utile; b-drenaggio interno; c-tessitura topsoil; d-tessitura subsoil; e-scheletro; f-carbonio organico totale; g-capacità di scambio cationico; h-carbonato di calcio totale.

### 11.3 Definizione degli ambiti territoriali e spazializzazione su base regionale

Sulla base della spazializzazione dei caratteri funzionali effettuata come descritto nel paragrafo 11.2, e sul raggruppamento dei profili in gruppi di classificazione WRB (Grande gruppo più primo qualificatore), è stato costruito, per l'intero territorio regionale, il catalogo delle tipologie di suolo, fino al dettaglio delle sottounità (nominate STS), così come specificato in dettaglio nel successivo capitolo 12. Ad ogni profilo dell'intero dataset è stato quindi assegnato un codice categoriale di appartenenza (codice STS), utilizzato come indice nella successiva fase di correlazione di seguito descritta.

La regione è stata suddivisa in 7 ambiti territoriali (AT), escludendo le isole, definiti a partire dalle principali Soil Regions (SR) ricadenti nel territorio della regione Lazio (Costantini et al., 2004), aree con caratteri geoambientali (substrato, clima e suoli) omogenei (Figura 11.2).

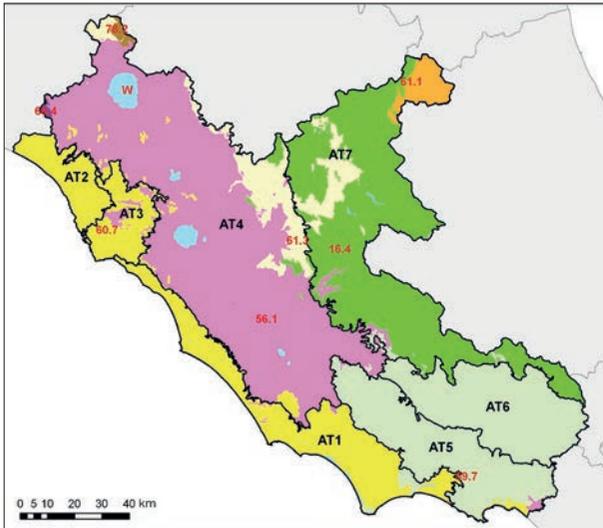


Fig 11.2 - Sovrapposizione degli AT (bordo nero) rispetto alle SR (colorate)

In questa fase si è scelto di lavorare per ambienti più limitati piuttosto che sull'intero territorio regionale per due motivi: a) la risoluzione a 30 m scelta è piuttosto elevata, la suddivisione permette di non sovraccaricare la memoria del pc durante le operazioni di calcolo; b) per evitare che le tipologie di suolo rimanessero soltanto nei loro pedoambienti. La SR costiera 60.7 è stata divisa in tre parti perché l'AT3 corrisponde all'area collinare e montuosa della Tolfa, caratterizzata da litologie, clima e pendenze diverse dalle altre due. Lo stesso è stato fatto con la SR 59.7,

divisa tra la parte montuosa prevalentemente calcarea a sud e quella collinare e pianeggiante a nord (Valle del Sacco). Le SR 61.3, 61.1, 78.2 e 60.4, troppo piccole come estensione per essere considerate a sé stanti, sono state considerate insieme a quelle adiacenti per continuità.

I profili che ricadono in ciascun AT definiscono le STS, ciascuna costituita da uno o più suoli; tali AT sono caratterizzati sia dalle classi dei caratteri funzionali interni sia dai caratteri esterni, questi ultimi derivanti sia dal DEM, quali quota e pendenza, sia da cartografie tematiche quali *parent material*, sistemi/sottosistemi di terre (principalmente da Carta Geologica) e Carta dell'Uso del Suolo.

Le diverse STS individuate per ogni AT sono state successivamente spazializzate in base a una suddivisione in celle a 30 m, escludendo tutte le tipologie definite da meno di 3 profili, numero minimo per avere una significatività statistica al loro interno. Essendo la STS un valore categoriale, la spazializzazione è stata poi condotta utilizzando la tecnica precedentemente descritta (RLM) e impiegata per spazializzare i dati categoriali dei caratteri interni. Nella Tabella 11.5 è riportata la matrice di correlazione del carattere tipologia di suolo con le covariate.

Tab 11.5 - Matrice di correlazione per le tipologie di suolo (\*\*\*) =  $p \leq 0,001$ ; \*\* =  $p \leq 0,01$ ; \* =  $p \leq 0,05$ .

VARIABILE	SIGNIFICATIVITÀ
Q	***
P	***
ESP	
CURV	
PRC	
PLC	
TWI	***
VDIST	***
FA	
CONVI	
VDEP	***
SPI	
TPI	
GEOL	***
LU	***
NDSI	***
GSI	**
CI	***
NDVI	***

I risultati di questa spazializzazione sono stati quindi sottoposti a ricampionamento a 100 m, al fine di ottenere una più agevole gestione dell'intero territorio del Lazio. Il passo a 100 m è stato scelto in quanto sottomultiplo della cella INSPIRE a 1 km, in modo tale che i risultati possano essere confrontati con quelli disponibili nella rete INSPIRE (p.es. valutazione del carbonio ed erosione del suolo progetto SIAS, etc.).

Il controllo della spazializzazione, seguito da aggiustamenti laddove necessario, è stato condotto verificando il corretto posizionamento di ciascuna STS rispetto alle principali covariate (geologia, quota, pendenza, ecc.) escludendo le associazioni non congruenti (p.es. suoli calcarei su substrato vulcanico), e andando a ricollocare opportunamente le tipologie anomale.

L'ultimo passo della procedura consiste nell'armonizzazione delle STS situate ai margini di ciascun AT, in modo da garantire la continuità spaziale e logistica. Viene effettuata manualmente, controllando la congruenza delle STS stesse intorno ai margini degli AT e inglobando nella STS prevalente all'intorno i *pixel* non congruenti (minoritari).

In Tabella 11.6 sono riportati i parametri di validazione, per ciascun AT, della carta delle STS ottenuta dal solo procedimento matematico di RLM e della carta finale comprendente le correzioni necessarie. In generale la correzione manuale migliora la concordanza tra dato stimato e dato osservato, tranne per l'AT2-AT3 dove il solo Kappa di Cohen è inferiore, e per l'AT6 dove entrambi i parametri sono leggermente inferiori. Tutti i parametri presentano comunque valori elevati, tenendo conto del fatto che in letteratura una *Map purity* >60% e un *Kappa* >0,6 sono considerati risultati significativi (Landis e Koch, 1977).

Tab 11.6 - Validazione delle tipologie di suolo per ciascun AT

	<i>Map purity</i> %		<i>Kappa di Cohen</i>	
	STS RLM	STS finali	STS RLM	STS finali
AT1-AT5	65	81	0,78	0,85
AT2-AT3	63	71	0,84	0,72
AT4	50	84	0,59	0,83
AT6	87	84	0,88	0,85
AT7	79	89	0,80	0,88

### 11.4 Verifica e integrazione della procedura di spazializzazione

Il processo di spazializzazione descritto si basa di fatto sulla relazione tra la distribuzione delle STS e le covariate territoriali. Tuttavia, nel caso della regione Lazio, tali correlazioni su base geostatistica non sono state giudicate in grado di riprodurre tutta la variabilità territoriale dell'azione dei fattori della pedogenesi o di cogliere alcune relazioni fra gli stessi particolarmente complesse. Sostanzialmente l'approccio geostatistico è risultato "debole" nei seguenti specifici casi: pedogenesi particolari non strettamente collegate con nessuna delle covariate a disposizione (suoli andici); casi in cui le covariate erano invariante (pianure costiere ed interne e usi del suolo uniformi); aspetti geologici non caratterizzanti in termini litologici (banche dati "formazionali" e con bassa attendibilità per le cosiddette coperture). In particolare per tali situazioni si è reso necessario un procedimento di revisione a posteriori con giudizio di un esperto che ha portato ad un miglioramento dell'efficacia predittiva della spazializzazione. La casistica in oggetto è stata la seguente:

- i pedopaesaggi vulcanici;
- alluvioni e pianure costiere
- incoerenze tra materiali parentali effettivamente presenti sul territorio e caratteristiche delle tipologie di suolo;
- bassa rappresentatività campionaria di osservazioni pedologiche disponibili per tipologia campionaria (STS)

Nel Lazio, in alcuni ambienti con substrati vulcanici i processi di formazione dei suoli possono portare alla formazione di andosuoli e loro intergradi. I processi pedogenetici coinvolti sono particolarmente complessi, legati all'assenza di periodi in cui gli orizzonti superficiali siano asciutti e i materiali di base possano immettere nel sistema continuamente materiali amorfi. Questo permette l'evoluzione di materiali allofanici che determinano le peculiarità di questi suoli. Le condizioni citate sono legate ad alcune tipologie di vegetazione, a fasi particolari delle effusioni piroclastiche e a condizioni microclimatiche. Per questi ambienti sono state utilizzate, in aggiunta, cartografie di dettaglio e deduzioni ottenibili dalla letteratura scientifica (Bidini et al., 1984a, 1985, 1986; Lorenzoni, 1988; Lorenzoni et al., 1984, 1985, 1986;

Lulli, 1971; Lulli et al., 1985, 1986a, 1987, 1991, 1993).

Per le alluvioni e le pianure costiere, comprese quelle soggette a bonifica idraulica, legate ad apporti di chiusura delle deposizioni e anche a situazioni locali di idromorfia, non interpretabili dalle sole covariate disponibili, si è disposta una revisione puntuale all'interno delle singole delimitazioni (Arnoldus, 2003; Arnoldus e Daipra, 1984; Perotto et al., 2009; Sevink et al., 1984).

Successivamente sono state analizzate tutte le celle della griglia 100x100 m, e sono state revisionate tutte le celle dove, per motivi diversi, risultava esserci incoerenza tra le caratteristiche delle tipologie assegnate e i fattori della pedogenesi. Queste celle sono state collegate alle tipologie modali per le altre celle della STS. Oltre a ciò sono state analizzate tutte le celle dove ricadeva un'osservazione utile ai fini della correlazione, ma dove la spazializzazione con DSM aveva attribuito una tipologia differente rispetto alla realtà.

Quest'ultima fase, molto impegnativa in termini temporali, ed esplicabile solo da pedologi esperti, ha portato alla revisione di oltre il 25% delle celle, dando un ulteriore elemento di solidità alle predizioni basate sulla banca dati.

### 11.5 La base dati delle componenti territoriali con informazione sulle tipologie pedologiche (STS)

La spazializzazione delle STS e le fasi finali di verifica, correzione e integrazione hanno condotto alla costruzione di una base dati spaziale finale con cella a 100 m relativa alla distribuzione spaziale delle STS e al legame con le sue componenti territoriali, intese come caratteri significativamente correlati delle varie covariate utilizzate (Tabella 11.7). Relativamente alla dimensione della cella, al numero e densità di osservazioni pedologiche utilizzate, e ai risultati della validazione spaziale (Tabella 11.6) è stato deciso di mantenere l'attribuzione di una sola STS per cella (Figura 11.3), in modo da conservare il livello di qualità informativa pedologica.

Tab 11.7 - Tabella informativa di relazione CT e codice STS nel layer "Componenti territoriali". Le informazioni codificate di legame diretto con le covariate contenute in tabella sono: codice univoco di pixel 100 m (ID\_Pixel); codice sottounità tipologica di suolo (CODICE\_ST); Litologia principale e secondaria (LI\_L2); morfologia principale e secondaria (M1\_M2); codice substrato geologico (SUBST); uso del suolo CORINE 2012 (USO\_CLC12); regime idrico del suolo (PDCUMID); regime di temperatura del suolo (PDCTEMP); classe di pendenza espressa (in %, PEND); codice dell'unità cartografica di Sottosistema pedologico (SST\_COD)

ID_PIXEL	CODICE_ST	LI_L2	M1_M2	SUBST	USO_CLC I2	PDCUMID	PDCTEMP	PEND	SST_COD
369427	Manc2	AL_DR	VA_xx	3	2	udico	mesico	14 - 21	C8a
369428	Manc2	AL_DR	VA_xx	3	2	udico	mesico	21 - 35	C8g
369429	Manc2	AL_DR	VA_xx	3	2	udico	mesico	21 - 35	C8g
369430	Manc2	AL_DR	VA_xx	3	2	udico	mesico	21 - 35	C8g
369431	Manc2	AL_DR	VA_xx	3	2	udico	mesico	21 - 35	C8a
369432	Manc2	AL_DR	VA_xx	3	2	udico	mesico	14 - 21	C8a
369434	Manc2	AL_DR	VA_xx	3	2	udico	mesico	21 - 35	C8a
369435	Manc2	AL_DR	VA_xx	3	2	udico	mesico	21 - 35	C8a
369436	Spor1	AL_DR	VA_xx	46	2	udico	mesico	21 - 35	C8a
370758	Spor5	DP_MAV300	E00_xx	42	3115	udico	mesico	14 - 21	C8g
370759	Basi2	DP_MAV300	E00_xx	46	3115	udico	mesico	21 - 35	C8g
370760	Basi2	DP_MAV300	E00_xx	46	3115	udico	mesico	21 - 35	C8g
370764	Manc2	AL_DR	VA_xx	3	3115	udico	mesico	14 - 21	C8g

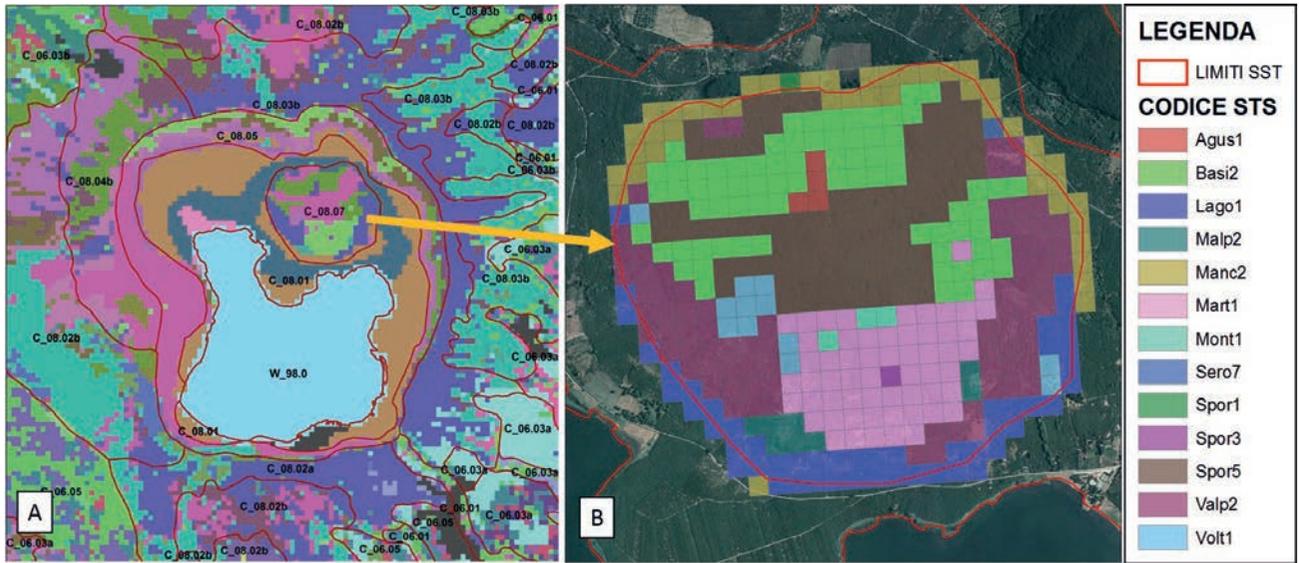
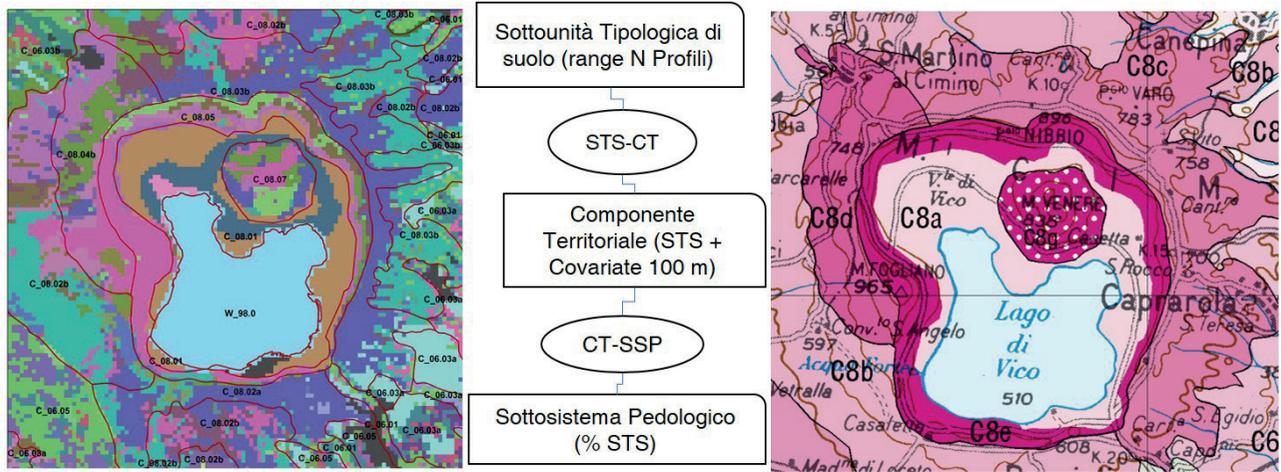


Fig 11. 3 - Particolare di base dati delle componenti territoriali e rappresentazione STS (B) in relazione ai Sottosistemi di terre (A)

Questa base dati geografica, trasformata in formato vettoriale, è stata utilizzata per l'analisi spaziale delle percentuali di distribuzione delle STS all'interno delle unità cartografiche dei sottosistemi di terre, in

modo da arrivare alla qualificazione finale in sottosistemi pedologici e quindi alla realizzazione della base dati alla scala 1:250.000 utilizzata per la cartografia finale (Figura 11.4.)



Sistema di suolo C8 - Caldere vulcaniche di Bolsena, Vico e Bracciano.

Sottosistemi di suolo	Descrizione
C8a	Aree di fondo caldera su depositi fluvio-lacustri e palustri e vulcanici rimaneggiati. <i>Cambic Phaeozems</i> (Suoli: Para3; 25-50%); <i>Fluvisc Umbrisols</i> (Suoli: Lago1; 10-25%); <i>Cambic Phaeozems</i> (Suoli: Manc2; 10-25%).
C8b	Versanti su prodotti piroclastici consolidati ( <i>tufi</i> ) e secondariamente lave. <i>Luvic Phaeozems</i> (Suoli: Para1; 10-25%); <i>EpiLeptic Luvisols</i> (Suoli: Valp2; 10-25%); <i>Dystric Umbric Silandic Andosols over Haplic Luvisols</i> (Suoli: Spor1; 10-25%).
C8c	Versanti su prodotti piroclastici coerenti ( <i>tufi</i> ). <i>Dystric Umbric Silandic Andosols over Haplic Luvisols</i> (Suoli: Spor1; 10-25%); <i>EpiLeptic Luvisols</i> (Suoli: Valp2; 10-25%); <i>Luvic Phaeozems</i> (Suoli: Para1; 10-25%).
C8d	Versanti su lave e secondariamente prodotti piroclastici consolidati ( <i>tufi</i> ). <i>Endoleptic Andic Cambisols</i> (Suoli: Basi2; 10-25%); <i>Dystric Andosols</i> (Suoli: Spor5; 10-25%); <i>Dystric Regosols</i> (Suoli: Mont1; 10-25%).
C8e	Versanti interni delle caldere prevalentemente su prodotti piroclastici consolidati ( <i>tufi</i> ) e secondariamente su lave. <i>Dystric Umbric Silandic Andosols over Haplic Luvisols</i> (Suoli: Spor1; 10-25%); <i>Dystric Regosols</i> (Suoli: Mont1; 10-25%); <i>Dystric Cambisols</i> (Suoli: Farn1; 10-25%).
C8f	Versanti su prodotti piroclastici. <i>Eutric Arenosols</i> (Suoli: Agus1; 10-25%); <i>Haplic Luvisols</i> (Suoli: Doma1; 10-25%); <i>Luvic Umbrisols</i> (Suoli: Malp4; 10-25%).
C8g	Versanti delle caldere o dei con vulcanici su depositi piroclastici e secondariamente su lave. <i>Cambic Umbrisols</i> (Suoli: Malp2; 10-25%); <i>Eutric Arenosols</i> (Suoli: Agus1; 10-25%); <i>Haplic Luvisols</i> (Suoli: Doma1; 10-25%).

Fig 11. 3 - Esempio di trasferimento nella cartografia finale dei Sottosistemi Pedologici (SSP) delle informazioni e distribuzione spaziale quantitativa delle Sottounità Tipologiche di Suolo (STS), attraverso il legame con il layer "Componenti Territoriali" (CT).

# *Capitolo 12*

## **IL CATALOGO DEI SUOLI**



## Il catalogo dei suoli

Rosario Napoli, Massimo Paolanti, Alessandro Marchetti

### 12.1 La correlazione tipologica dei suoli

Ai fini della correlazione sono state definite dal CRA-ABP attualmente CREA-AA – le Unità Tipologiche di Suolo (UTS) e le Sottounità Tipologiche di Suolo (STS) (Costantini, 2007) come segue:

**UTS:** insieme di siti pedologici con attributi geografici comuni e con caratteri genetici simili, con una certa variabilità di problematiche gestionali. Ogni UTS ha perlomeno una STS.

**STS:** insieme di osservazioni con problematiche gestionali simili individuate all'interno di una certa UTS.

Per attributi geografici si intendono le diverse combinazioni di clima, morfologia, litologia, uso del suolo al livello geografico di riferimento. Per caratteri genetici si intendono i processi pedogenetici, gli orizzonti genetici, le proprietà e i materiali diagnostici. Per caratteri applicativi si intendono le problematiche gestionali, di conservazione del suolo e di attitudine colturale.

I *pedon* rintracciati nei rilevamenti, nel nostro caso le osservazioni archiviate nella banca dati dei suoli, sono riuniti in *polypedon*. Per semplificare si potrebbe affermare che sono stati individuati gruppi di suoli simili in pedopaesaggi simili.

Le STS sono effettivamente la base per le “valutazioni” e per le cartografie derivate, mentre le UTS sono un contenitore generale che raggruppa le STS a un livello generico (principali caratteristiche territoriali e processi di formazione del suolo, o anche

“catene di suoli”). Per elaborare le STS sono stati selezionati alcuni criteri di riferimento, che ci hanno permesso di utilizzare la complessa e corposa banca dati dei suoli predisposta. I criteri di seguito elencati sono sia territoriali che riferiti alle caratteristiche intrinseche dei suoli:

- Sistema di terre (Semantico)
- Substrato
- Fisiografia e Morfometria
- Uso del suolo/copertura
- Classificazione (IUSS WRB, 2015): Gruppo Referenziale e Principale qualificatore
- Drenaggio interno
- Profondità utile alle radici
- Profondità totale del suolo
- Tessitura degli orizzonti superficiali (classi USDA e classi tessiturali raggruppate)
- Reazione e grado di saturazione in basi
- Pietrosità superficiale
- Frammenti grossolani
- Classe e sottoclasse della *Land Capability Classification*

Ai fini della correlazione e degli utilizzi della banca dati ai fini applicativi gli orizzonti del suolo sono stati classificati come segue (Tabella 12.1):

Tab. 12.1 - Classificazione degli orizzonti

Categoria	Definizione	Descrizione
1	Orizzonti olorganici	Orizzonti olorganici di superficie esclusi orizzonti Oa
2	Orizzonti diagnostici di superficie ( <i>epipedon</i> )	Orizzonti che compongono gli orizzonti diagnostici che caratterizzano gli <i>epipedon</i> (vedi capitolo 3)
3	Orizzonti sub superficiali	Orizzonti diagnostici sub superficiali. (vedi capitolo 3.12). Vengono attribuiti a tale classe gli orizzonti sottostanti agli <i>epipedon</i> , gli orizzonti fino ad un cambio di orizzonte diagnostico e comprendono comunque orizzonti che prevalentemente siano entro il primo metro di suolo.
4	Orizzonti profondi	Orizzonti sottostanti (esclusi C, BC; Cr, R, M W). Questa classe può comprendere diversi tipi di orizzonti diagnostici.
5	Altri orizzonti	Orizzonti C e BC
6	Altri orizzonti	Orizzonti Cr, R, M W

Agli orizzonti è stata aggiunta una sottocategoria che distingue l'orizzonte rappresentativo con il codice **a**, mentre gli altri hanno il codice **b**. Questo è infatti fondamentale per estrarre tutti quei parametri che definiscono le caratteristiche del suolo per i quali non hanno senso alcune elaborazioni statistiche come le medie (p.es. pH, tessitura, etc.).

Nel definire le STS, per i parametri indicati per il suolo sono state utilizzate le classificazioni descritte nel glossario. Il processo si è sviluppato per successive approssimazioni, definendo ipotesi di UTS e poi suddividendole in STS, verificando quindi la coerenza della UTS che andavano a ricomporre. In sostanza è stato utilizzato un meccanismo in cui il pedologo esperto è stato guidato nella scelta da effettuare, ha verificato che il processo di correlazione avesse funzionato nei casi specifici e quindi si è avvalso di apposite funzioni della banca dati per verificare la variabilità delle singole STS.

Le STS sono definite come **varianti**, quando hanno caratteristiche molto dissimili dalla UTS cui sono riferite, ma per le quali il grado di incertezza sulla loro variabilità o la loro supposta limitata estensione, non permette, almeno ad ora, di definire una nuova UTS. Negli altri casi le STS sono definite come **fasi**.

Nel processo di correlazione sono state preventivamente selezionate le osservazioni per le quali il set di informazioni disponibili è stato considerato sufficientemente completo.

Le osservazioni, utilizzate ai fini della definizione delle UTS/STS sono state classificate come caposaldo (B), tipiche (T), rappresentative (R) o correlate (C) (Costantini, 2007). Tutte le osservazioni assegnate ad una determinata STS vengono inizialmente classificate come tipiche, nel caso in cui abbiano le analisi, o come rappresentative, nel caso in cui non le abbiano; questa attribuzione preliminare è necessaria in quanto altrimenti il software non può calcolare le elaborazioni statistiche del sito modale; tutte quelle osservazioni che deviano anche per un solo carattere o qualità funzionale per  $\pm 3\sigma$  ( $\sigma$  = deviazione standard) dal valore medio del sito modale vengono attribuite come correlate; delle rimanenti osservazioni, tutte quelle osservazioni che deviano anche per un solo carattere o qualità funzionale per  $\pm 2\sigma$ , rispetto al valore medio del sito modale vengono attribuite come rappresentative. Le restanti osservazioni sono quelle tipiche; fra le osservazioni tipiche si sceglie il profilo caposaldo, che viene utilizzato come profilo di riferimento ai fini divulgativi.

Per il calcolo delle elaborazioni statistiche del sito modale vengono presi in considerazione i dati relativi alle osservazioni attribuite come caposaldo, tipiche e rappresentative, mentre vengono escluse le correlate.

1.2.2 Il Catalogo delle unità e sottunità tipologiche di suolo

Suoli Monte Abbadone		Sottunità Abba I					
UTS	Abba						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	<i>Eutric Endoleptic Cambisols (Ochric, Loamic)</i>						
Località tipica	Monte Abbadone (Cerveteri - RM)						
Paesaggio modale	Versanti delle incisioni dei prodotti piroclastici Superfici a pendenza da moderata a rilevante Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Frequente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s</b>						
Limitazione radicale	Compattazione o contatto <i>paralithic</i>						
Drenaggio esterno	Basso						
Rocciosità	Roccioso						
Estensione	89,23 kmq (0,5175%) - Num. UC: 24						
Numero osservazioni	10						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	24	F	Frequente	Deb. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	36	FA	Frequente	Deb. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	48	FA	Frequente	Mod. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	19	FSA	Assente	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	25	n.d.	Assente	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Monte Abbadone		Sottunità Abba 4					
UTS	Abba						
STS	Fase scarsamente profonda e debolmente acida						
Classificazione WRB	<i>Eutric Epileptic Cambisols (Humic, Loamic)</i>						
Località tipica	Valledonica (Castel Sant'Elia - VT)						
Paesaggio modale	Versanti delle incisioni dei prodotti piroclastici Superfici a pendenza da moderata a forte Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli e secondariamente a copertura forestale						
Profondità utile	Scarsa						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Frequente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>IV - s e</b>						
Limitazione radicale	Contatto <i>lithic</i>						
Drenaggio esterno	Basso						
Rocciosità	Molto roccioso						
Estensione	49,98 kmq (0,2898%) - Num. UC: 21						
Numero osservazioni	5						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	16	F	Scarso	Mod. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	28	FS	Scarso	Deb. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	55	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Monte Abbadone		Sottounità Abba 5					
UTS	Abba						
STS	Fase profonda e moderatamente acida						
Classificazione WRB	Eutric Cambisols (Ochric, Clayic)						
Località tipica	Torrecchia Nuova (Cisterna di Latina - LT)						
Paesaggio modale	Versanti delle incisioni dei prodotti piroclastici Superfici a pendenza da moderata a forte Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Assente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s</b>						
Limitazione radicale	Nessuna limitazione o impedimento						
Drenaggio esterno	Trascurabile						
Rocciosità	Assente						
Estensione	140,75 kmq (0,8163%) - Num. UC: 31						
Numero osservazioni	5						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	30	FA	Abbondante	Mod. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	69	FA	Abbondante	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	53	FA	Abbondante	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile

Suoli Monte Calvi		Sottounità Agus I					
UTS	Agus						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Eutric Arenosols (Humic)						
Località tipica	Monte Calvi (Sutri - VT)						
Paesaggio modale	Versanti dei depositi piroclastici Superfici a pendenza da moderata a forte Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	n.d.						
Pietrosità superficiale	Assente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s</b>						
Limitazione radicale	Frammenti grossolani						
Drenaggio esterno	n.d.						
Rocciosità	n.d.						
Estensione	16,84 kmq (0,0976%) - Num. UC: 10						
Numero osservazioni	3						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	21	S	Frequente	Mod. acida	Mod. bassa	Estrem. calcareo	n.d.
Sub-superficiali	44	S	Scarso	Mod. acida	Mod. bassa	Fortem. calcareo	n.d.
Profondi (> 100 cm)	27	SF	Frequente	Neutra	Mod. bassa	Fortem. calcareo	n.d.

Suoli Aprilia		Sottounità Aprì 7					
UTS	Aprì						
STS	Variante neutra						
Classificazione WRB	Cambic Leptic Phaeozems						
Località tipica	Procolo di Bufalareccia (Cisterna di Latina - LT)						
Paesaggio modale	Superfici dei depositi di travertino Superfici da pianeggianti a moderatamente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Assente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s w</b>						
Limitazione radicale	Contatto <i>lithic</i>						
Drenaggio esterno	Trascurabile						
Rocciosità	Assente						
Estensione	17,8 kmq (0,1032%) - Num. UC: 2						
Numero osservazioni	1						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	60	FA	Assente	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	30	FS	Assente	Deb. alcalina	Bassa	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	20	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Fiume Arrone		Sottounità Aron I					
UTS	Aron						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Haplic Luvisols (Loamic)						
Località tipica	Fiume Arrone (Roma - RM)						
Paesaggio modale	Fondivalle della "Campagna Romana" Superfici da pianeggianti a moderatamente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Assente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s</b>						
Limitazione radicale	Compattazione o contatto <i>lithic</i>						
Drenaggio esterno	Alto						
Rocciosità	Assente						
Estensione	64,43 kmq (0,3736%) - Num. UC: 32						
Numero osservazioni	3						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	31	FS	Assente	Neutra	Mod. bassa	Deb. calcareo	Moderata
Sub-superficiali	31	F	Assente	Deb. acida	Mod. bassa	Scars. calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	43	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Geogenici (C, CB, BC)	50	F	Assente	Mod. acida	Mod. bassa	Non. calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

<b>Suoli Baricci</b>		<b>Sottounità Bari I</b>					
UTS	Bari						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	<i>Chromic Luvisols (Clayic)</i>						
Località tipica	Castro dei Volsci (Castro dei Volsci - FR)						
Paesaggio modale	Fondivalle alluvionali Superfici a pendenza da moderata a rilevante Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Scarsa						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s</b>						
Limitazione radicale	Nessuna limitazione o impedimento						
Drenaggio esterno	Molto alto						
Rocciosità	Assente						
Estensione	66,81 kmq (0,3874%) - Num. UC: 30						
Numero osservazioni	4						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	35	A	Assente	Mod. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Moderata
Sub-superficiali	69	A	Scarso	Mod. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	66	A	Assente	Mod. acida	n.d.	Non calcareo	Trascurabile

<b>Suoli Costa Basili</b>		<b>Sottounità Basi I</b>					
UTS	Basi						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	<i>Eutric Cambisols (Humic, Loamic)</i>						
Località tipica	Costa Basili (Farnese - VT)						
Paesaggio modale	Versanti su prodotti magmatici effusivi (lave tefritiche e leucitiche) Superfici a pendenza da moderata a forte Suoli prevalentemente a copertura forestale e secondariamente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Scarsa						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Abbondante						
Capacità d'uso dei suoli	<b>VII - e</b>						
Limitazione radicale	Contatto <i>lithic</i>						
Drenaggio esterno	Alto						
Rocciosità	Estrem. roccioso						
Estensione	31,54 kmq (0,1829%) - Num. UC: 11						
Numero osservazioni	3						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	14	FS	Frequente	Mod. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Moderata
Sub-superficiali	26	FS	Frequente	Mod. acida	n.d.	Non calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	20	FS	Abbondante	Deb. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	18	n.d.	Assente	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

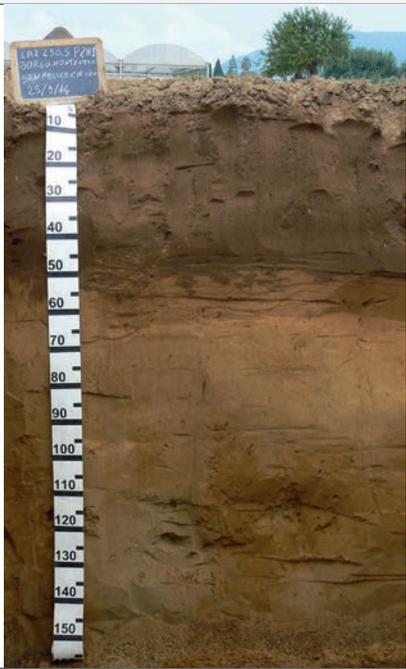
Suoli Costa Basili		Sottunità Basi 2					
UTS	Basi						
STS	Fase moderatamente profonda						
Classificazione WRB	Endoleptic Andic Cambisols (Arenic, Dystric)						
Località tipica	S. Martino (Viterbo - VT)						
Paesaggio modale	Versanti su prodotti magmatici effusivi (lave tefritiche e leucititiche) Superfici a pendenza da moderata a forte Suoli prevalentemente coperti da boschi di castagno e secondariamente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Frequente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>IV - s e</b>						
Limitazione radicale	Contatto lithic						
Drenaggio esterno	Medio						
Rocciosità	Scars. roccioso						
Estensione	15,42 kmq (0,0894%) - Num. UC: 12						
Numero osservazioni	5						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	15	FS	Frequente	Mod. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	27	FS	Frequente	Mod. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	26	FS	Molto	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	n.d.
Geogenici (Cr, R, M, W)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

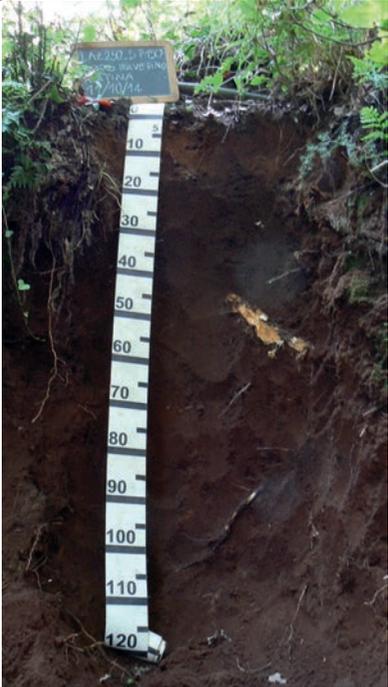
Suoli Biadaro		Sottunità Biad I					
UTS	Biad						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Calcaric Cambisols (Humic, Loamic)						
Località tipica	Biadaro (Roma - RM)						
Paesaggio modale	Fondivalle fluviali costieri bonificati con depositi fluviali ed alluvioni recenti Superfici da pianeggianti a subpianeggianti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Non confinata						
Pietrosità superficiale	scarsa						
Capacità d'uso dei suoli	<b>II - s</b>						
Limitazione radicale	Fenomeni riduttivi						
Drenaggio esterno	Trascurabile						
Rocciosità	Assente						
Estensione	71,24 kmq (0,4131%) - Num. UC: 3						
Numero osservazioni	3						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	47	FA	Scarso	Neutra	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	50	FLA	Assente	Deb. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	49	AL	Scarso	Mod. alcalina	Mod. bassa	Deb. calcareo	Moderata
Geogenici (Cr, R, M, W)	55	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Biadaro		Sottounità Biad 3					
UTS	Biad						
STS	Variante vertica						
Classificazione WRB	Calcaric Vertic Cambisols						
Località tipica	Rustici (Roma - RM)						
Paesaggio modale	Pianure costiera bonificate Superfici da pianeggianti a subpianeggianti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Scarsa						
Drenaggio interno	Mod. ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Assente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>IV - s</b>						
Limitazione radicale	Movimenti di contrazione-espansione						
Drenaggio esterno	Trascurabile						
Rocciosità	Assente						
Estensione	4,9 kmq (0,0284%) - Num. UC: 1						
Numero osservazioni	1						
<b>Tipo orizzonte</b>	<b>Spessore (cm)</b>	<b>Tessitura</b>	<b>Scheletro</b>	<b>Reazione pH</b>	<b>CSC</b>	<b>Calcare tot.</b>	<b>Salinità</b>
Epipedon	45	FS	Assente	Deb. acida	n.d.	Non calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	40	FS	Assente	Mod. alcalina	n.d.	Molto calcareo	Moderata
Profondi (> 100 cm)	43	AL	Assente	Mod. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Forte

Suoli Bocca di leone		Sottounità Bocc I					
UTS	Bocc						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Calcaric Arenosols (Ochric)						
Località tipica	Bocca di leone (Roma - RM)						
Paesaggio modale	Duna e retro-duna recente con depositi eolici Superfici da pianeggianti a debolmente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli e secondariamente a copertura forestale						
Profondità utile	Mod. elevata						
Drenaggio interno	Piuttosto ecc. drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Assente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s w</b>						
Limitazione radicale	Bassa ritenuta idrica						
Drenaggio esterno	Trascurabile						
Rocciosità	Assente						
Estensione	52,05 kmq (0,3018%) - Num. UC: 7						
Numero osservazioni	4						
<b>Tipo orizzonte</b>	<b>Spessore (cm)</b>	<b>Tessitura</b>	<b>Scheletro</b>	<b>Reazione pH</b>	<b>CSC</b>	<b>Calcare tot.</b>	<b>Salinità</b>
Epipedon	27	S	Assente	Mod. alcalina	bassa	Mod. calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	67	S	Assente	Mod. alcalina	bassa	Mod. calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	60	S	Assente	Fortem. alcalina	bassa	Mod. calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	60	S	Assente	Fortem. alcalina	Molto bassa	Mod. calcareo	Trascurabile

Suoli Boreale		Sottunità Bore 2					
UTS	Bore						
STS	Fase a profondità elevata, moderatamente acida						
Classificazione WRB	Luvic Umbrisols (Hyperdystric, Clayic)						
Località tipica	Cordeschi (Leonessa - RI)						
Paesaggio modale	Superfici terrazzate dei depositi fluviali Superfici a pendenza da moderata a rilevante Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Comune						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s</b>						
Limitazione radicale	Cause sconosciute						
Drenaggio esterno	Basso						
Rocciosità	Assente						
Estensione	15,88 kmq (0,092%) - Num. UC: 23						
Numero osservazioni	10						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	26	FA	Abbondante	Mod. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	35	A	Abbondante	Mod. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	39	A	Frequente	Mod. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	26	n.d.	Abbondante	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Borgo Montenero		Sottunità Borg 2					
UTS	Borg						
STS	Fase a reazione neutra						
Classificazione WRB	Eutric Brunic Arenosols						
Località tipica	Borgo Montenero (San Felice Circeo - LT)						
Paesaggio modale	Depositi delle dune recenti Superfici da pianeggianti a debolmente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Piuttosto ecc. drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Assente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>II - s w</b>						
Limitazione radicale	Nessuna limitazione o impedimento						
Drenaggio esterno	Trascurabile						
Rocciosità	Assente						
Estensione	30,08 kmq (0,1744%) - Num. UC: 14						
Numero osservazioni	12						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	55	SF	Scarso	Neutra	Bassa	Non calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	49	SF	Scarso	Neutra	Bassa	Non calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	48	S	Assente	Neutra	Bassa	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	27	SF	Assente	Deb. acida	Bassa	Non calcareo	Moderata

Suoli Bosco del Polverino		Sottounità Bosc I					
UTS	Bosc						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Eutric Brunic Arenosols (Ochric)						
Località tipica	Bosco del Polverino (Priverno - LT)						
Paesaggio modale	Versanti dei depositi marini sabbiosi e ghiaioso sabbiosi Superfici a pendenza da moderata a forte Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli e secondariamente a copertura forestale						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Piuttosto ecc. drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Assente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>II - s</b>						
Limitazione radicale	Nessuna limitazione o impedimento						
Drenaggio esterno	Molto basso						
Rocciosità	Assente						
Estensione	24,9 kmq (0,1444%) - Num. UC: 11						
Numero osservazioni	2						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	13	SF	Assente	Mod. acida	n.d.	Non calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	52	SF	Assente	Mod. acida	Bassa	Non calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	50	S	Assente	Mod. acida	Bassa	Non calcareo	Trascurabile

Suoli Colle Breccioso		Sottounità Brec 2					
UTS	Brec						
STS	Fase moderatamente profonda						
Classificazione WRB	Haplic Luvisols (Clayic, Cutanic)						
Località tipica	Arsoli (Arsoli - RM)						
Paesaggio modale	Versanti dei rilievi calcarei Superfici a pendenza da forte a molto forte Suoli prevalentemente a copertura forestale e secondariamente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Comune						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s</b>						
Limitazione radicale	Compattazione						
Drenaggio esterno	Molto alto						
Rocciosità	Scars. roccioso						
Estensione	68,06 kmq (0,3947%) - Num. UC: 19						
Numero osservazioni	3						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	13	A	Scarso	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	46	A	Scarso	Neutra	Mod. bassa	Scars. calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	50	n.d.	Assente	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Colle Breccioso		Sottunità Bust I					
UTS	Bust						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Calcaric Skeletic Epileptic Regosols (Loamic)						
Località tipica	C Bustoni (Tarquinia - VT)						
Paesaggio modale	Versanti dei rilievi costieri delle alternanze argilloso-siltose Superfici a pendenza da moderata a forte Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli e secondariamente a copertura forestale						
Profondità utile	Mod. elevata						
Drenaggio interno	Mod. ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Frequente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s w</b>						
Limitazione radicale	Compattazione o contatto <i>paralithic</i>						
Drenaggio esterno	Medio						
Rocciosità	Assente						
Estensione	64,84 kmq (0,376%) - Num. UC: 19						
Numero osservazioni	5						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	29	F	Frequente	Deb. alcalina	Mod. bassa	Molto calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	50	F	Frequente	Deb. alcalina	Mod. bassa	Molto calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Geogenici (Cr, R, M, W)	13	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Cavallari		Sottunità Cala I					
UTS	Cala						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Calcaric Cambic Phaeozems (Loamic)						
Località tipica	Cavallari (Orte - VT)						
Paesaggio modale	Versanti dei depositi marini argilloso limosi Superfici a pendenza da moderata a rilevante Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Scarsa						
Capacità d'uso dei suoli	<b>IV - e</b>						
Limitazione radicale	Nessuna limitazione o impedimento						
Drenaggio esterno	Alto						
Rocciosità	Assente						
Estensione	50,41 kmq (0,2923%) - Num. UC: 20						
Numero osservazioni	13						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	18	FA	Abbondante	Deb. alcalina	Mod. bassa	Estrem. calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	30	FA	Scarso	Mod. alcalina	Mod. bassa	Estrem. calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	39	FA	Scarso	Mod. alcalina	Mod. bassa	Estrem. calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	43	F	Scarso	Mod. alcalina	Mod. bassa	Molto calcareo	Trascurabile

Suoli Cavallari		Sottounità Cala 3					
UTS	Cala						
STS	Fase a tessitura media, profonda						
Classificazione WRB	Cambic Fluvisc Phaeozems (Loamic)						
Località tipica	Muraccio (Bolsena - VT)						
Paesaggio modale	Versanti dei depositi marini argilloso limosi Superfici a pendenza da moderata a rilevante Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Mod. elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Comune						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s w</b>						
Limitazione radicale	Compattazione						
Drenaggio esterno	Molto basso						
Rocciosità	Assente						
Estensione	77,14 kmq (0,4473%) - Num. UC: 24						
Numero osservazioni	5						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	33	SF	Scarso	Neutra	Mod. bassa	Deb. calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	36	SFA	Scarso	Neutra	Mod. bassa	Deb. calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	75	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Campaccio		Sottounità Cama I					
UTS	Cama						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Dystric Regosols (Humic, Loamic)						
Località tipica	Campaccio (Allumiere - RM)						
Paesaggio modale	Versanti dei depositi piroclastici Superfici a pendenza da moderata a forte Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli e secondariamente a copertura forestale						
Profondità utile	Mod. elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Comune						
Capacità d'uso dei suoli	<b>IV - s e</b>						
Limitazione radicale	Spessore limitato e tessiture sabbiose						
Drenaggio esterno	Basso						
Rocciosità	Assente						
Estensione	17,08 kmq (0,099%) - Num. UC: 20						
Numero osservazioni	3						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	10	FSA	Frequente	Neutra	Mod. bassa	Fortem. Calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	23	FS	Assente	Fortem. acida	Bassa	Non calcareo	n.d.
Geogenici (Cr, R, M, W)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Castel Campanile		Sottounità Camp 2					
UTS	Camp						
STS	Fase a tessitura fine, profonda						
Classificazione WRB	Haplic Phaeozems (Pachic, Loamic)						
Località tipica	Mainella (Anguillara Sabazia - RM)						
Paesaggio modale	Versanti dei depositi piroclastici Superfici da debolmente a moderatamente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Frequente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>II - s</b>						
Limitazione radicale	Nessuna limitazione o impedimento						
Drenaggio esterno	Medio						
Rocciosità	Scars. roccioso						
Estensione	361,73 kmq (2,0979%) - Num. UC: 34						
Numero osservazioni	10						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	30	F	Abbondante	Neutra	Mod. bassa	Deb. calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	58	FSA	Abbondante	Deb. alcalina	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	49	FA	Scarso	Deb. alcalina	Mod. bassa	Scars. calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	65	FSA	Assente	Deb. alcalina	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Castel Campanile		Sottounità Camp 3					
UTS	Camp						
STS	Fase a tessitura media, profonda						
Classificazione WRB	Haplic Phaeozems (Vitric, Pachic, Loamic)						
Località tipica	Quarto Canpine (Albano Laziale - RM)						
Paesaggio modale	Versanti dei depositi piroclastici Superfici moderatamente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Scarsa						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s</b>						
Limitazione radicale	Compattazione o contatto <i>paralithic</i>						
Drenaggio esterno	Molto basso						
Rocciosità	Assente						
Estensione	118,25 kmq (0,6858%) - Num. UC: 34						
Numero osservazioni	9						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	26	F	Abbondante	Neutra	Mod. bassa	Deb. calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	43	F	Abbondante	Deb. alcalina	Mod. bassa	Deb. calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	33	FLA	Scarso	Deb. alcalina	Mod. bassa	Estrem. calcareo	n.d.
Geogenici (C, CB, BC)	71	FS	Frequente	Deb. alcalina	n.d.	Molto calcareo	Trascurabile

Suoli Cantano		Sottounità Cant I					
UTS	Cant						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Calcaric Cambisols (Loamic)						
Località tipica	Cantano (Acquapendente - VT)						
Paesaggio modale	Versanti dei depositi marini sabbiosi e ghiaioso sabbiosi Superfici a pendenza da moderata a forte Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Scarsa						
Capacità d'uso dei suoli	<b>II - s</b>						
Limitazione radicale	Compattazione						
Drenaggio esterno	Molto basso						
Rocciosità	Assente						
Estensione	376,28 kmq (2,1823%) - Num. UC: 42						
Numero osservazioni	12						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	26	FA	Scarso	Deb. alcalina	Mod. bassa	Fortem.calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	38	FA	Abbondante	Mod. alcalina	Mod. bassa	Fortem.calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	55	FA	Scarso	Mod. alcalina	Mod. bassa	Fortem.calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	39	FA	Scarso	Mod. alcalina	Mod. bassa	Fortem.calcareo	Forte

Suoli Cantano		Sottounità Cant 4					
UTS	Cant						
STS	Fase a tessitura media, moderatamente profonda						
Classificazione WRB	Calcaric Cambisols (Humic, Loamic)						
Località tipica	Bazzi (Tarano - RI)						
Paesaggio modale	Versanti dei depositi marini sabbiosi e ghiaioso sabbiosi Superfici a pendenza da forte a molto forte Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Mod. elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Comune						
Capacità d'uso dei suoli	<b>IV - e</b>						
Limitazione radicale	Nessuna limitazione o impedimento						
Drenaggio esterno	Alto						
Rocciosità	Assente						
Estensione	42,11 kmq (0,2442%) - Num. UC: 16						
Numero osservazioni	4						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	21	F	Abbondante	Deb. alcalina	Mod. bassa	Fortem.calcareo	Moderata
Sub-superficiali	40	F	Abbondante	Deb. alcalina	Mod. bassa	Fortem.calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	23	F	Frequente	Mod. alcalina	Mod. bassa	Fortem.calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	68	n.d.	Assente	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Cantano		Sottunità Cant 5					
UTS	Cant						
STS	Fase a tessitura media, profonda						
Classificazione WRB	Calcaric Cambisols (Humic, Loamic)						
Località tipica	Cantano (Acquapendente - VT)						
Paesaggio modale	Versanti dei depositi marini sabbiosi e ghiaioso sabbiosi Superfici a pendenza da moderata a forte Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli e secondariamente a copertura forestale						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Scarsa						
Capacità d'uso dei suoli	<b>IV - e</b>						
Limitazione radicale	Nessuna limitazione o impedimento						
Drenaggio esterno	Alto						
Rocciosità	Assente						
Estensione	8,3 kmq (0,0481%) - Num. UC: 18						
Numero osservazioni	4						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	10	F	Scarso	Deb. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	41	F	Scarso	Mod. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	n.d	F	Abbondante	Mod. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	38	FL	Assente	Fortem. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Forte

Suoli Campo Carne		Sottunità Carn I					
UTS	Carn						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Mollic Planosols (Humic, Arenic)						
Località tipica	Campo Carne (Aprilia - LT)						
Paesaggio modale	Versanti della duna antica con depositi sabbiosi Superfici da pianeggianti a moderatamente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Mod. ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Assente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>II - s w</b>						
Limitazione radicale	Tessiture grossolane						
Drenaggio esterno	Trascurabile						
Rocciosità	Assente						
Estensione	335,64 kmq (1,9466%) - Num. UC: 9						
Numero osservazioni	8						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	55	SF	Assente	Deb. acida	Bassa	Non calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	47	FS	Assente	Neutra	Bassa	Non calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	55	FSA	Assente	Deb. acida	n.d	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	45	S	Assente	Neutra	Molto bassa	Non calcareo	Trascurabile

Suoli Campo Carne		Sottounità Carn 2					
UTS	Carn						
STS	Fase relictigleyca moderatamente acida						
Classificazione WRB	Relictigleyic Mollic Planosols (Loamic)						
Località tipica	Borgo Grappa (Latina - LT)						
Paesaggio modale	Versanti della duna antica con depositi sabbiosi Superfici da pianeggianti a subpianeggianti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Mod. ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Assente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s</b>						
Limitazione radicale	Compattazione						
Drenaggio esterno	Trascurabile						
Rocciosità	Assente						
Estensione	22,53 kmq (0,1306%) - Num. UC: 14						
Numero osservazioni	8						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	51	SF	Assente	Mod. acida	Bassa	Non calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	33	FS	Assente	Neutra	Bassa	Non calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	53	FSA	Assente	Deb. acida	n.d	Non calcareo	Trascurabile

Suoli Casaleto		Sottounità Casa 2					
UTS	Casa						
STS	Fase profonda a reazione da debolmente acida a neutra						
Classificazione WRB	Haplic Luvisols (Ochric, Arenic)						
Località tipica	Castelporziano (Roma - RM)						
Paesaggio modale	Versanti della duna antica con depositi sabbiosi Superfici da pianeggianti a moderatamente pendenti Suoli prevalentemente a copertura forestale e secondariamente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Assente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s w</b>						
Limitazione radicale	Nessuna limitazione o impedimento						
Drenaggio esterno	Trascurabile						
Rocciosità	Assente						
Estensione	49,92 kmq (0,2895%) - Num. UC: 6						
Numero osservazioni	5						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	30	SF	Scarso	Deb. acida	Bassa	Non calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	38	FS	Scarso	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	82	FSA	Scarso	Neutra	n.d	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	35	S	Assente	Deb. acida	n.d	n.d	n.d

Suoli Casaletto		Sottunità Casa 3					
UTS	Casa						
STS	Fase moderatamente profonda a reazione mod. acida						
Classificazione WRB	Cutanic Luvisols (Cutanic)						
Località tipica	Bella Farnia (Sabaudia - LT)						
Paesaggio modale	Versanti della duna antica con depositi sabbiosi Superfici da pianeggianti a moderatamente pendenti Suoli prevalentemente a copertura forestale						
Profondità utile	Elevata						
Drenaggio interno	Piuttosto ecc. drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Assente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s</b>						
Limitazione radicale	Compattazione						
Drenaggio esterno	Molto basso						
Rocciosità	Assente						
Estensione	18,17 kmq (0,1053%) - Num. UC: 6						
Numero osservazioni	4						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	21	SF	Assente	Mod. acida	Bassa	Non calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	41	FSA	Assente	Mod. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	55	FS	Assente	Mod. acida	n.d	Molto calcareo	n.d
Geogenici (C, CB, BC)	50	SF	Assente	Neutra	Bassa	n.d	n.d

Suoli Casette		Sottunità Case I					
UTS	Case						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Calcaric Regosols (Loamic)						
Località tipica	Casette (Rieti - RI)						
Paesaggio modale	Fondivalle alluvionali Superfici a pendenza da moderata a scoscesa Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli e secondariamente a copertura forestale						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Assente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>II - s w</b>						
Limitazione radicale	Nessuna limitazione o impedimento						
Drenaggio esterno	Trascurabile						
Rocciosità	Assente						
Estensione	18,17 kmq (0,1053%) - Num. UC: 22						
Numero osservazioni	3						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	34	FS	Assente	Neutra	n.d.	Molto calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	72	FS	Assente	Deb. alcalina	Bassa	Mod. calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Geogenici (C, CB, BC)	55	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Casette		Sottounità Case 2					
UTS	Case						
STS	Fase a tessitura fine						
Classificazione WRB	Eutric Regosols (Clayic, Humic)						
Località tipica	Lago di Ripa Sottile (Contigliano - RI)						
Paesaggio modale	Fondivalle alluvionali Superfici da pianeggianti a moderatamente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Elevata						
Drenaggio interno	Mod. ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Scarsa						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s</b>						
Limitazione radicale	Compattazione profonda						
Drenaggio esterno	Trascurabile						
Rocciosità	Assente						
Estensione	20,5 kmq (0,1188%) - Num. UC: 21						
Numero osservazioni	4						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	39	FLA	Scarso	Neutra	Mod. bassa	Deb. calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	38	FLA	Scarso	Neutra	Mod. bassa	Deb. calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	n.d	AL	Assente	Mod. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	43	FL	Assente	Neutra	Mod. bassa	Scars. calcareo	Trascurabile

Suoli Casette		Sottounità Case 3					
UTS	Case						
STS	Fase mal drenata						
Classificazione WRB	Calcaric Gleyic Regosols (Clayic)						
Località tipica	Monitola (Tivoli - RM)						
Paesaggio modale	Fondivalle alluvionali Superfici da debolmente a moderatamente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Piuttosto mal drenato						
Tipo di falda	Non confinata						
Pietrosità superficiale	Assente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s w</b>						
Limitazione radicale	Fenomeni riduttivi						
Drenaggio esterno	Trascurabile						
Rocciosità	Assente						
Estensione	7,05 kmq (0,0408%) - Num. UC: 17						
Numero osservazioni	4						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	31	FA	Assente	Deb. alcalina	Mod. bassa	Deb. calcareo	Moderata
Sub-superficiali	53	FA	Assente	Mod. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	66	FA	Assente	Mod. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Trascurabile

Suoli Casette		Sottunità Case 4					
UTS	Case						
STS	Variante a reazione acida						
Classificazione WRB	Dystric Cambisols (Humic, Loamic)						
Località tipica	San Cristoforo (Leonessa - RI)						
Paesaggio modale	Conoidi e fasce di detrito Superfici a pendenza da moderata a scoscesa Suoli prevalentemente coperti da boschi di faggio						
Profondità utile	Elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Assente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s</b>						
Limitazione radicale	Orizzonte cementato discontinuo						
Drenaggio esterno	Trascurabile						
Rocciosità	Assente						
Estensione	7,45 kmq (0,0432%) - Num. UC: 8						
Numero osservazioni	2						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	15	FA	Abbondante	Mod. acida	Mod. bassa	Non calcareo	n.d.
Sub-superficiali	12	F	Abbondante	Mod. acida	Mod. bassa	Non calcareo	n.d.
Geogenici (C, CB, BC)	47	FA	Molto abb.	Deb. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	n.d.

Suoli Cava		Sottunità Cava I					
UTS	Cava						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Cambic Phaeozems (Loamic)						
Località tipica	Cava (Castel Gandolfo - RM)						
Paesaggio modale	Aree di fondo caldera con depositi fluvio-lacustri Superfici a pendenza da moderata a scoscesa Suoli prevalentemente a copertura forestale e secondariamente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Elevata						
Drenaggio interno	Piuttosto ecc. drenato						
Tipo di falda	n.d.						
Pietrosità superficiale	Abbondante						
Capacità d'uso dei suoli	<b>VI - s</b>						
Limitazione radicale	n.d.						
Drenaggio esterno	n.d.						
Rocciosità	Roccioso						
Estensione	4,94 kmq (0,0286%) - Num. UC: 7						
Numero osservazioni	4						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	18	FS	Abbondante	Neutra	Mod. bassa	Scars. calcareo	Eccessiva
Sub-superficiali	45	FS	Molto abb.	Neutra	Mod. bassa	Deb. calcareo	Eccessiva
Geogenici (C, CB, BC)	60	FS	Abbondante	Neutra	Mod. bassa	Scars. calcareo	Eccessiva
Geogenici (Cr, R, M, W)	n.d.	n.d.	Assente	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Colle Celenza		Sottounità Cele I					
UTS	Cele						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Abruptic Luvisols (Cutanic, Clayic)						
Località tipica	Supino (Supino - FR)						
Paesaggio modale	Versanti dei depositi piroclastici Superfici a pendenza da moderata a forte Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli e secondariamente coperti da boschi di castagno						
Profondità utile	Elevata						
Drenaggio interno	Mod. ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Scarsa						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - e s</b>						
Limitazione radicale	Compattazione profonda						
Drenaggio esterno	Medio						
Rocciosità	Assente						
Estensione	63,5 kmq (0,3682%) - Num. UC: 19						
Numero osservazioni	4						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	19	FA	Scarso	Deb. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	26	A	Assente	Mod. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	40	FA	Assente	Mod. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	5	A	Assente	Mod. acida	Mod. bassa	Non calcareo	n.d.

Suoli Ceppo		Sottounità Cep I					
UTS	Cep						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Dystric Cambisols (Humic, Arenic)						
Località tipica	Ceppo Rocca S. Maria (TE)						
Paesaggio modale	Versanti dei depositi arenacei non calcarei del "Flysh della Laga" Superfici a pendenza da forte a molto forte Suoli prevalentemente coperti da praterie pascolate						
Profondità utile	Mod. elevata						
Drenaggio interno	Piuttosto ecc. drenato						
Tipo di falda	n.d.						
Pietrosità superficiale	Scarsa						
Capacità d'uso dei suoli	<b>VII - c</b>						
Limitazione radicale	n.d.						
Drenaggio esterno	Medio						
Rocciosità	Assente						
Estensione	18,73 kmq (0,1086%) - Num. UC: 2						
Numero osservazioni	3						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	22	SF	Assente	Mod. acida	Mod. bassa	Fortem. calcareo	n.d.
Sub-superficiali	25	SF	Assente	Deb. acida	Mod. bassa	Scars. calcareo	n.d.
Geogenici (Cr, R, M, W)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Valle Cervina		Sottunità Ceri I					
UTS	Ceri						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Eutric Skeletic Cambisols (Humic, Colluvic, Loamic)						
Località tipica	Pastena (Pastena - FR)						
Paesaggio modale	Versanti dei rilievi calcarei Superfici a pendenza da forte a molto forte Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli e secondariamente a copertura forestale						
Profondità utile	Mod. elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Abbondante						
Capacità d'uso dei suoli	<b>IV - s</b>						
Limitazione radicale	Contatto <i>lithic</i>						
Drenaggio esterno	Alto						
Rocciosità	Roccioso						
Estensione	120,57 kmq (0,6992%) - Num. UC: 25						
Numero osservazioni	7						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	23	FA	Frequente	Neutra	Mod. bassa	Deb. calcareo	Moderata
Sub-superficiali	29	FA	Abbondante	Neutra	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	40	n.d.	Molto abb.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Geogenici (C, CB, BC)	23	FA	Abbondante	Deb. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	10	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Colle Cerrito Piano		Sottunità Cerp I					
UTS	Cerp						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Endoskeletal Cambic Endoleptic Phaeozems						
Località tipica	Colle Cerrito Piano (Sambuci - RM)						
Paesaggio modale	Versanti dei rilievi calcareo marnosi e calcarei Superfici a pendenza da forte a molto forte Suoli prevalentemente a copertura forestale						
Profondità utile	Scarsa						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Frequente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>VI - s e</b>						
Limitazione radicale	Contatto <i>lithic</i> fessurato						
Drenaggio esterno	Alto						
Rocciosità	Molto roccioso						
Estensione	236,67 kmq (1,3726%) - Num. UC: 18						
Numero osservazioni	16						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	17	FA	Frequente	Neutra	Mod. bassa	Estrem. calcareo	Moderata
Sub-superficiali	24	FA	Frequente	Deb. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	23	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Cerriano		Sottounità Cerr 3					
UTS	Cerr						
STS	Variante "dei Luvisols" profondi						
Classificazione WRB	Haplic Luvisols (Loamic)						
Località tipica	Farnete (Priverno - LT)						
Paesaggio modale	Fondovalle dei fiumi secondari e dei torrenti, con sedimenti fluviali e colluviali Superfici da pianeggianti a moderatamente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Confinata						
Pietrosità superficiale	Assente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>II - s</b>						
Limitazione radicale	Fenomeni riduttivi						
Drenaggio esterno	Trascurabile						
Rocciosità	Assente						
Estensione	13,92 kmq (0,0807%) - Num. UC: 3						
Numero osservazioni	1						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	50	F	Assente	Deb. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Forte
Sub-superficiali	40	FA	Assente	Mod. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	37	A	Assente	Deb. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile

Suoli Torre Cervara		Sottounità Cerv I					
UTS	Cerv						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Chromic Acrisols (Clayic)						
Località tipica	Torre Cervara (Anagni - FR)						
Paesaggio modale	Versanti e superfici di "plateau" eroso su prodotti piroclastici Superfici da debolmente a moderatamente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Mod. ben drenato						
Tipo di falda	n.d.						
Pietrosità superficiale	Assente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>II - s w</b>						
Limitazione radicale	n.d.						
Drenaggio esterno	n.d.						
Rocciosità	Assente						
Estensione	44,38 kmq (0,2573%) - Num. UC: 13						
Numero osservazioni	6						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	9	FA	Assente	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	n.d.
Sub-superficiali	35	A	Scarso	Mod. acida	Mod. bassa	Non calcareo	n.d.
Profondi (> 100 cm)	30	A	Assente	Mod. acida	Mod. bassa	Non calcareo	n.d.
Geogenici (C, CB, BC)	120	n.d.	Assente	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Ciambuschetto		Sottunità Ciam I					
UTS	Ciam						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Haplic Luvisols (Cutanic, Loamic)						
Località tipica	Ciambuschetto (Tarquinia - VT)						
Paesaggio modale	Terrazzi costieri su travertino Superfici moderatamente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli e secondariamente a copertura forestale						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Scarsa						
Capacità d'uso dei suoli	<b>II - s w</b>						
Limitazione radicale	Nessuna limitazione o impedimento						
Drenaggio esterno	Trascurabile						
Rocciosità	Assente						
Estensione	3,41 kmq (0,0197%) - Num. UC: 2						
Numero osservazioni	3						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	23	FA	Scarso	Deb. alcalina	Mod. bassa	Scars.calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	48	FA	Assente	Deb. alcalina	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	30	FA	Scarso	Mod. alcalina	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Cinque bottini		Sottunità Cinb I					
UTS	Cinb						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Eutric EpiLeptic Regosols (Humic, Loamic)						
Località tipica	Cinque bottini (Allumiere - RM)						
Paesaggio modale	Versanti dei prodotti magmatici effusivi prevalentemente acidi Superfici a pendenza da moderata a forte Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli e secondariamente a copertura forestale						
Profondità utile	Mod. elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	n.d.						
Pietrosità superficiale	Frequente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>IV - s w</b>						
Limitazione radicale	Contatto lithic						
Drenaggio esterno	n.d.						
Rocciosità	Roccioso						
Estensione	53,81 kmq (0,312%) - Num. UC: 10						
Numero osservazioni	8						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	18	FL	Abbondante	Mod. acida	Mod. bassa	Estrem.calcareo	n.d.
Sub-superficiali	33	F	Assente	Fortem. acida	Mod. bassa	Molto calcareo	n.d.
Geogenici (C, CB, BC)	48	FS	Abbondante	Fortem. acida	n.d.	Molto calcareo	n.d.

Suoli Contrada Colle		Sottounità Cole I
UTS	Cole	
STS	Fase tipica	
Classificazione WRB	Haplic Luvisols (Hypereutric, Cutanic, Clayic)	
Località tipica	Contrada Colle (Vico nel Lazio - FR)	
Paesaggio modale	Superfici terrazzate dei depositi di travertino Superfici a pendenza da moderata a forte Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli	
Profondità utile	Elevata	
Drenaggio interno	Ben drenato	
Tipo di falda	Assente	
Pietrosità superficiale	Comune	
Capacità d'uso dei suoli	<b>IV - s</b>	
Limitazione radicale	Frammenti grossolani	
Drenaggio esterno	Basso	
Rocciosità	Assente	
Estensione	25,97 kmq (0,1506%) - Num. UC: 22	
Numero osservazioni	6	

Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	12	FA	Frequente	Deb. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Moderata
Sub-superficiali	38	A	Frequente	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	66	A	Scarso	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	30	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Colonia Agricola		Sottounità Colo 6
UTS	Colo	
STS	Fase a tessitura grossolana, profonda a reazione da debolmente acida a neutra	
Classificazione WRB	Eutric Relictigleyic Planosols	
Località tipica	Migliara 56 (Terracina - LT)	
Paesaggio modale	Superfici terrazzate della duna antica con depositi sabbiosi Superfici da debolmente a moderatamente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli	
Profondità utile	Molto elevata	
Drenaggio interno	Ben drenato	
Tipo di falda	Assente	
Pietrosità superficiale	Assente	
Capacità d'uso dei suoli	<b>II - s w</b>	
Limitazione radicale	Nessuna limitazione o impedimento	
Drenaggio esterno	Trascurabile	
Rocciosità	Assente	
Estensione	28,01 kmq (0,1624%) - Num. UC: 11	
Numero osservazioni	3	

Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	48	SF	Assente	Neutra	Bassa	Non calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	38	FS	Assente	Neutra	Bassa	Non calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	61	FSA	Assente	Neutra	Bassa	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	60	FS	Assente	Deb. alcalina	n.d.	Non calcareo	Trascurabile

Suoli Colle Piuccio		Sottunità Colp 3					
UTS	Colp						
STS	Variante "fluvica"						
Classificazione WRB	Fluvic Cambisols (Humic, Arenic)						
Località tipica	Valle Oro (Latina - LT)						
Paesaggio modale	Fondivalle con depositi fluviali grossolani Superfici da pianeggianti a debolmente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Assente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s</b>						
Limitazione radicale	Nessuna limitazione o impedimento						
Drenaggio esterno	Trascurabile						
Rocciosità	Assente						
Estensione	9,53 kmq (0,0552%) - Num. UC: 5						
Numero osservazioni	1						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	50	FS	Frequente	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	45	SF	Frequente	Neutra	n.d.	Non calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	105	FL	Scarso	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Moderata

Suoli Colletroni		Sottunità Colt I					
UTS	Colt						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Calcaric Skeletic Epileptic Phaeozems (Loamic)						
Località tipica	Colletroni (Rieti - RI)						
Paesaggio modale	Versanti ed aree sommitali su ghiaie sabbiose talvolta cementate Superfici a pendenza da forte a molto forte Suoli prevalentemente a copertura forestale e secondariamente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Mod. elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Abbondante						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s e</b>						
Limitazione radicale	Contatto <i>paralithic</i>						
Drenaggio esterno	Alto						
Rocciosità	Roccioso						
Estensione	94,87 kmq (0,5502%) - Num. UC: 25						
Numero osservazioni	7						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	20	FA	Frequente	Neutra	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Moderata
Geogenici (C, CB, BC)	10	FA	Abbondante	Deb. alcalina	Mod. bassa	Deb. calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	6	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Colle San Comeo		Sottounità Come I					
UTS	Come						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	EndoLeptic Luvisols (Cutanic, Clayic)						
Località tipica	Colle S Comeo (Cassino - FR)						
Paesaggio modale	Versanti sommitali e ripiani su calcari Superfici a pendenza da forte a molto forte Suoli prevalentemente a copertura forestale e secondariamente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Mod. elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Frequente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>IV - s</b>						
Limitazione radicale	contatto lithic						
Drenaggio esterno	Medio						
Rocciosità	Roccioso						
Estensione	56,88 kmq (0,3298%) - Num. UC: 20						
Numero osservazioni	6						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	20	FL	Abbondante	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Moderata
Sub-superficiali	26	FLA	Abbondante	Deb. alcalina	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	n.d.	Assente	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Coriano		Sottounità Cori I					
UTS	Cori						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Eutric Regosols (Loamic)						
Località tipica	Coriano (Ausonia - FR)						
Paesaggio modale	Versanti dei rilievi sulle alternanze calcareo marnose Superfici a pendenza da moderata a forte Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Mod. ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Frequente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>IV - s e</b>						
Limitazione radicale	n.d.						
Drenaggio esterno	Medio						
Rocciosità	Assente						
Estensione	29,91 kmq (0,1734%) - Num. UC: 12						
Numero osservazioni	2						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	30	F	Frequente	Deb. alcalina	Mod. bassa	Molto calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	80	FA	Frequente	Deb. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	57	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Coriano		Sottunità Cori 2					
UTS	Cori						
STS	Fase scheletrica						
Classificazione WRB	Calcaric Skeletic Regosols (Humic, Colluvic, Loamic)						
Località tipica	Patrica (Patrica - FR)						
Paesaggio modale	Versanti dei rilievi calcarei Superfici a pendenza da forte a molto forte Suoli prevalentemente coperti da praterie pascolate e secondariamente a copertura forestale						
Profondità utile	Scarsa						
Drenaggio interno	Mod. ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Abbondante						
Capacità d'uso dei suoli	<b>IV - s e</b>						
Limitazione radicale	compattazione o contatto <i>paralithic</i>						
Drenaggio esterno	Medio						
Rocciosità	Molto roccioso						
Estensione	109,93 kmq (0,6375%) - Num. UC: 17						
Numero osservazioni	4						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	18	FA	Frequente	Deb. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Moderata
Sub-superficiali	13	A	Frequente	Deb. alcalina	Mod. bassa	Deb. calcareo	Moderata
Geogenici (Cr, R, M, W)	25	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Fosso delle Coste		Sottunità Cost I					
UTS	Cost						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Eutric Regosols (Humic, Loamic)						
Località tipica	Ferentino (Ferentino - FR)						
Paesaggio modale	Versanti dei rilievi sulle alternanze arenaceo argillose Superfici a pendenza da moderata a forte Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Scarsa						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Comune						
Capacità d'uso dei suoli	<b>II - s e w</b>						
Limitazione radicale	Compattazione						
Drenaggio esterno	Medio						
Rocciosità	Assente						
Estensione	196,24 kmq (1,1381%) - Num. UC: 7						
Numero osservazioni	2						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	9	F	Assente	Deb. alcalina	Bassa	Deb. calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	25	FS	Assente	Mod. alcalina	Bassa	Mod. calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	20	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Fosso delle Coste		Sottounità Cost 2					
UTS	Cost						
STS	Fase moderatamente profonda						
Classificazione WRB	Calcaric Colluvic Regosols (Ochric, Loamic)						
Località tipica	Boville Ernica (Boville Ernica - FR)						
Paesaggio modale	Versanti dei rilievi sulle alternanze calcareo marnose Superfici a pendenza da moderata a forte Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Mod. elevata						
Drenaggio interno	Mod. ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Comune						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s</b>						
Limitazione radicale	Compattazione						
Drenaggio esterno	Alto						
Rocciosità	Assente						
Estensione	24,31 kmq (0,1409%) - Num. UC: 2						
Numero osservazioni	3						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	42	F	Abbondante	Deb. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Moderata
Sub-superficiali	38	F	Abbondante	Deb. alcalina	Mod. bassa	Molto calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	65	F	Frequente	Deb. alcalina	Mod. bassa	Molto calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	33	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Santa Croce		Sottounità Croc I					
UTS	Croc						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Dystric Skeletic Leptosols (Loamic)						
Località tipica	Villa Sacco (Cittareale - RI)						
Paesaggio modale	Versanti dei depositi arenacei Superfici a pendenza da forte a molto forte Suoli prevalentemente coperti da boschi di castagno e secondariamente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Molto scarsa						
Drenaggio interno	Piuttosto ecc. drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Frequente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>VII - s e</b>						
Limitazione radicale	Contatto lithic fessurato						
Drenaggio esterno	Alto						
Rocciosità	Roccioso						
Estensione	51,65 kmq (0,2995%) - Num. UC: 6						
Numero osservazioni	3						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	15	FS	n.d.	Deb. acida	Mod. bassa	Deb. calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	17	FS	Frequente	Fortem. acida	n.d.	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Costa Domaccia		Sottunità Doma I					
UTS	Doma						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Haplic Luvisols (Sodic, Cutanic, Loamic)						
Località tipica	Costa Domaccia (Sacrofano - RM)						
Paesaggio modale	Versanti delle caldere o dei coni vulcanici con de Superfici a pendenza da moderata a forte Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Assente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>II - s</b>						
Limitazione radicale	Sodicità in profondità						
Drenaggio esterno	Basso						
Rocciosità	Assente						
Estensione	25,61 kmq (0,1485%) - Num. UC: 29						
Numero osservazioni	3						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	33	FLA	Scarso	Mod. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	44	FLA	Scarso	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	60	FS	Frequente	Neutra	n.d.	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	68	FA	Assistente	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile

Suoli Fallarese		Sottunità Fala I					
UTS	Fala						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Cambic EndoLeptic Phaeozems (Pachic, Loamic)						
Località tipica	Fallarese (Corchiano - VT)						
Paesaggio modale	"Plateau" vulcanico su prodotti piroclastici prevalentemente consolidati Superfici moderatamente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Mod. elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Frequente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s</b>						
Limitazione radicale	contatto lithic						
Drenaggio esterno	Medio						
Rocciosità	Scars. roccioso						
Estensione	146,83 kmq (0,8515%) - Num. UC: 35						
Numero osservazioni	12						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	28	F	Abbondante	Deb. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Moderata
Sub-superficiali	30	F	Frequente	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	30	FA	Abbondante	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Fallarese		Sottounità Fala 3					
UTS	Fala						
STS	Fase moderatamente profonda						
Classificazione WRB	Cambic Endoleptic Phaeozems (Loamic)						
Località tipica	Campo Gallo (Tuscania - VT)						
Paesaggio modale	"Plateau" vulcanico su prodotti piroclastici prevalentemente consolidati Superfici da debolmente a moderatamente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Frequente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s</b>						
Limitazione radicale	contatto lithic						
Drenaggio esterno	Basso						
Rocciosità	Scars. roccioso						
Estensione	661,98 kmq (3,8392%) - Num. UC: 23						
Numero osservazioni	7						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	39	F	Abbondante	Neutra	Mod. bassa	Deb. calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	34	F	Frequente	Neutra	Mod. bassa	Scars. calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	15	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Colle Ferro		Sottounità Fero I					
UTS	Fero						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Haplic Luvisols (EpiDystric, Clayic)						
Località tipica	Colle Ferro (Leonessa - RI)						
Paesaggio modale	Superfici delle conoidi terrazzate Superfici moderatamente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Mod. elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Molto scarsa						
Capacità d'uso dei suoli	<b>IV - s</b>						
Limitazione radicale	Compattazione sub-superficiale						
Drenaggio esterno	Molto basso						
Rocciosità	Assente						
Estensione	11,79 kmq (0,0683%) - Num. UC: 4						
Numero osservazioni	8						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	22	FA	Abbondante	Mod. acida	Mod. bassa	Non calcareo	n.d.
Sub-superficiali	30	A	Frequente	Deb. acida	Mod. bassa	Non calcareo	n.d.
Geogenici (Cr, R, M, W)	37	A	Abbondante	Deb. acida	Mod. bassa	Non calcareo	n.d.

Suoli Colle Ferro		Sottunità Fero 2					
UTS	Fero						
STS	Fase profonda						
Classificazione WRB	Luvic Umbrisols (Clayic)						
Località tipica	Villa Climinti (Leonessa - RI)						
Paesaggio modale	Superfici delle conoidi terrazzate Superfici moderatamente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Molto scarsa						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s</b>						
Limitazione radicale	Compattazione sub-superficiale						
Drenaggio esterno	Basso						
Rocciosità	Assente						
Estensione	8,04 kmq (0,0466%) - Num. UC: 7						
Numero osservazioni	12						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	24	FA	Abbondante	Mod. acida	Mod. bassa	Non calcareo	n.d.
Sub-superficiali	41	A	Frequente	Mod. acida	Mod. bassa	Non calcareo	n.d.
Profondi (> 100 cm)	40	A	Frequente	Deb. acida	Mod. bassa	Non calcareo	n.d.
Geogenici (Cr, R, M, W)	22	A	Frequente	Deb. acida	Mod. bassa	Non calcareo	n.d.

Suoli Forcelle		Sottunità Forc I					
UTS	Forc						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Eutric Mollic Leptosols (Humic, Loamic)						
Località tipica	Forcelle (Norma - LT)						
Paesaggio modale	Versanti sommitali dei rilievi calcarei Superfici a pendenza da forte a molto forte Suoli prevalentemente coperti da vegetazione arbustiva e secondariamente a copertura forestale						
Profondità utile	Molto scarsa						
Drenaggio interno	Eccessivamente drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Abbondante						
Capacità d'uso dei suoli	<b>VII - s e</b>						
Limitazione radicale	contatto lithic fessurato						
Drenaggio esterno	Basso						
Rocciosità	Estrem. roccioso						
Estensione	55,18 kmq (0,32%) - Num. UC: 13						
Numero osservazioni	5						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	14	FA	Frequente	Neutra	Mod. bassa	Scars. calcareo	Moderata
Sub-superficiali	5	FLA	Frequente	Deb. alcalina	Mod. bassa	Deb. calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Le Fornaci		Sottounità Forn 1					
UTS	Forn						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Cambic Endoleptic Phaeozems (Epiendoclayic, Loamic)						
Località tipica	Le Fornaci (Montefiascone - VT)						
Paesaggio modale	Versanti su prodotti magmatici effusivi (lave tefritiche e leucitiche) Superfici da debolmente a moderatamente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Mod. elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Frequente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s</b>						
Limitazione radicale	Contatto lithic						
Drenaggio esterno	Trascurabile						
Rocciosità	Molto roccioso						
Estensione	147,07 kmq (0,8529%) - Num. UC: 22						
Numero osservazioni	5						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	20	FA	Abbondante	Deb. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	39	FA	Frequente	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Le Fornaci		Sottounità Forn 2					
UTS	Forn						
STS	Fase scarsamente profonda						
Classificazione WRB	Epileptic Phaeozems (Loamic)						
Località tipica	Acqua Acetosa (Monte Compatri - RM)						
Paesaggio modale	Versanti su prodotti magmatici effusivi (lave tefritiche e leucitiche) Superfici da debolmente a moderatamente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Scarsa						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Frequente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>IV - s</b>						
Limitazione radicale	Contatto lithic						
Drenaggio esterno	Trascurabile						
Rocciosità	Molto roccioso						
Estensione	14,79 kmq (0,0857%) - Num. UC: 12						
Numero osservazioni	4						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	26	F	Abbondante	Deb. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	30	F	Frequente	Deb. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Le Fornaci		Sottunità Forn 4						
UTS	Forn							
STS	Fase moderatamente profonda							
Classificazione WRB	Cambic Luvisol Phaeozems (Epiendoloamic, Clayic)							
Località tipica	Il Piano (Marta - VT)							
Paesaggio modale	Versanti su prodotti magmatici effusivi (lave tefritiche e leucititiche). Superfici da pianeggianti a moderatamente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli							
Profondità utile	Mod. elevata							
Drenaggio interno	Ben drenato							
Tipo di falda	Assente							
Pietrosità superficiale	Frequente							
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s</b>							
Limitazione radicale	Compattazione							
Drenaggio esterno	Molto basso							
Rocciosità	Assente							
Estensione	7,01 kmq (0,0406%) - Num. UC: 5							
Numero osservazioni	2							
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità	
Epipedon	35	FA	Abbondante	Mod. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile	
Sub-superficiali	38	A	Abbondante	Deb. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile	
Profondi (> 100 cm)	30	FA	Abbondante	Deb. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile	
Geogenici (Cr, R, M, W)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	

Suoli Selva		Sottunità Fosd I						
UTS	Fosd							
STS	Fase tipica							
Classificazione WRB	Calcaric Skeletic Cambic Phaeozems (Loamic)							
Località tipica	Fosso di Selva (Roma - RM)							
Paesaggio modale	Versanti dei depositi marini sabbiosi e ghiaioso sabbiosi Superfici a pendenza da moderata a rilevante Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli							
Profondità utile	Mod. elevata							
Drenaggio interno	Ben drenato							
Tipo di falda	Assente							
Pietrosità superficiale	Abbondante							
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s</b>							
Limitazione radicale	Compattazione							
Drenaggio esterno	Molto basso							
Rocciosità	Assente							
Estensione	13,29 kmq (0,077%) - Num. UC: 4							
Numero osservazioni	2							
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità	
Epipedon	45	FA	Frequente	Neutra	Mod. bassa	Deb. calcareo	Forte	
Sub-superficiali	28	FA	Abbondante	Deb. alcalina	Mod. bassa	Deb. calcareo	Moderata	
Geogenici (Cr, R, M, W)	55	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	

Suoli Selva		Sottounità Fosd 3					
UTS	Fosd						
STS	Variante "dei Regosol"						
Classificazione WRB	Calcaric Protic Regosols (Ochric, Loamic)						
Località tipica	Strettole (Formia - LT)						
Paesaggio modale	Versanti dei depositi torbiditici prevalentemente arenacea Superfici a pendenza da moderata a forte Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Molto scarsa						
Drenaggio interno	Mod. ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Frequente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>IV - s</b>						
Limitazione radicale	Compattazione o contatto <i>paralithic</i>						
Drenaggio esterno	Molto alto						
Rocciosità	Roccioso						
Estensione	1,3 kmq (0,0075%) - Num. UC: 1						
Numero osservazioni	1						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	15	FA	Comune	Mod. alcalina	Mod. bassa	Molto calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	55	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Fosso Sanguinario		Sottounità Foss I					
UTS	Foss						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Cambic Phaeozems (Loamic)						
Località tipica	Fosso Sanguinario (Montalto di Castro - VT)						
Paesaggio modale	Fondivalle alluvionali Superfici da pianeggianti a moderatamente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Non confinata						
Pietrosità superficiale	Comune						
Capacità d'uso dei suoli	<b>II - s</b>						
Limitazione radicale	Nessuna limitazione						
Drenaggio esterno	Trascurabile						
Rocciosità	Assente						
Estensione	60,22 kmq (0,3492%) - Num. UC: 12						
Numero osservazioni	4						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	48	F	Scarso	Deb. alcalina	Mod. bassa	Molto calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	49	F	Scarso	Deb. alcalina	Mod. bassa	Deb. calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	40	F	Scarso	Deb. alcalina	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	n.d.	FS	Abbondante	Mod. alcalina	Mod. bassa	Deb. calcareo	Trascurabile

Suoli Fossateglio		Sottunità Fost I					
UTS	Fost						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Luvic Phaeozems (Clayic)						
Località tipica	Fossateglio (Cisterna di Latina - LT)						
Paesaggio modale	Conoidi e fasce di detrito Superfici da pianeggianti a moderatamente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Frequente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>IV - s</b>						
Limitazione radicale	Nessuna limitazione o impedimento						
Drenaggio esterno	Medio						
Rocciosità	Assente						
Estensione	41,31 kmq (0,2395%) - Num. UC: 27						
Numero osservazioni	12						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	14	A	Frequente	neutra	Mod. bassa	Scars. calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	27	A	Assente	Deb. alcalina	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	48	A	Assente	Deb. alcalina	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Macchia Fumarolo		Sottunità Fuma I					
UTS	Fuma						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Calcaric Cambic Phaeozems (Loamic)						
Località tipica	Macchia Fumarolo (Cerveteri - RM)						
Paesaggio modale	Versanti dei rilievi sulle alternanze calcareo marnose Superfici a pendenza da moderata a forte Suoli prevalentemente a copertura forestale e secondariamente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Mod. ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Abbondante						
Capacità d'uso dei suoli	<b>IV - s</b>						
Limitazione radicale	Contatto con roccia in profondità > 100 cm						
Drenaggio esterno	Alto						
Rocciosità	Molto roccioso						
Estensione	53,88 kmq (0,3124%) - Num. UC: 17						
Numero osservazioni	7						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	21	FLA	Abbondante	Deb. alcalina	Mod. bassa	Deb. calcareo	Moderata
Sub-superficiali	43	AL	Frequente	Deb. alcalina	Mod. bassa	Molto calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	60	FLA	Abbondante	Deb. alcalina	Mod. bassa	Molto calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Geogenici (Cr, R, M, W)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Gannolfa		Sottounità Gano 2					
UTS	Gano						
STS	Fase "dei Calcisol" moderatamente profondi						
Classificazione WRB	Haplic Calcisols (Ochric, Loamic)						
Località tipica	Frosinone (Frosinone - FR)						
Paesaggio modale	Versanti dei rilievi sulle alternanze calcareo marnose Superfici a pendenza da moderata a rilevante Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Scarsa						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s e</b>						
Limitazione radicale	Contatto con roccia in profondità > 100 cm						
Drenaggio esterno	Medio						
Rocciosità	Assente						
Estensione	35,48 kmq (0,2057%) - Num. UC: 16						
Numero osservazioni	3						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	10	F	Scarso	Neutra	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Forte
Sub-superficiali	23	FA	Scarso	Deb. alcalina	Mod. bassa	Molto calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	37	F	Scarso	Mod. alcalina	Mod. bassa	Molto calcareo	Trascurabile

Suoli C.le Gerini		Sottounità Geri 2					
UTS	Geri						
STS	Fase moderatamente profonda						
Classificazione WRB	Cambic Calcisols (Loamic, Sodic)						
Località tipica	Tenuta piano d'Arcione (Tarquinia - VT)						
Paesaggio modale	Versanti dei depositi marini argilloso limosi Superfici moderatamente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Comune						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s</b>						
Limitazione radicale	Eccesso di sodio in profondità						
Drenaggio esterno	Medio						
Rocciosità	Assente						
Estensione	9,91 kmq (0,0574%) - Num. UC: 17						
Numero osservazioni	5						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	43	FA	Scarso	Deb. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	50	FLA	Scarso	Deb. alcalina	Mod. bassa	Molto calcareo	Moderata
Profondi (> 100 cm)	n.d.	AL	Scarso	Deb. alcalina	Mod. bassa	Molto calcareo	Moderata
Geogenici (C, CB, BC)	20	FLA	Scarso	Mod. alcalina	Mod. bassa	Molto calcareo	Forte

Suoli San Giorgio		Sottunità Gior 2					
UTS	Gior						
STS	Fase a tessitura media						
Classificazione WRB	Calcaric Cambisols (Loamic)						
Località tipica	C.Voltone (Tarquinia - VT)						
Paesaggio modale	Fondivalle alluvionali Superfici da pianeggianti a subpianeggianti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Comune						
Capacità d'uso dei suoli	I						
Limitazione radicale	Nessuna limitazione o impedimento						
Drenaggio esterno	Trascurabile						
Rocciosità	Assente						
Estensione	47,11 kmq (0,2732%) - Num. UC: 9						
Numero osservazioni	6						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	34	F	Abbondante	Mod. alcalina	Mod. bassa	Molto calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	58	F	Scarso	Mod. alcalina	Mod. bassa	Molto calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	38	FL	Assente	Mod. alcalina	Mod. bassa	Deb. calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	17	FS	Scarso	Mod. alcalina	n.d.	Molto calcareo	Trascurabile

Suoli San Giorgio		Sottunità Gior 4					
UTS	Gior						
STS	Variante "dei Luvisol"						
Classificazione WRB	EndoSkeletal Luvisols (Cutanic)						
Località tipica	Fosso Sanguinaro (Montalto di Castro - VT)						
Paesaggio modale	Superfici di accumulo colluviale dei fondavalle alluvionali Superfici da pianeggianti a moderatamente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Mod. elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Frequente						
Capacità d'uso dei suoli	III - s						
Limitazione radicale	Compattazione						
Drenaggio esterno	Trascurabile						
Rocciosità	Assente						
Estensione	7,57 kmq (0,0439%) - Num. UC: 0						
Numero osservazioni	1						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	55	FSA	Frequente	Deb. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	35	n.d.	Abbondante	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Geogenici (C, CB, BC)	40	A	Abbondante	Mod. alcalina	Mod. bassa	Fortemcalcareo	Forte

Suoli Campo Grande		Sottounità Gran 1					
UTS	Gran						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Calcaric Cambisols (Humic, Siltic)						
Località tipica	Campo Grande (Stimigliano - RI)						
Paesaggio modale	Fondivalle alluvionali Superfici da debolmente a moderatamente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Comune						
Capacità d'uso dei suoli	<b>II - s</b>						
Limitazione radicale	Nessuna limitazione o impedimento						
Drenaggio esterno	Molto basso						
Rocciosità	Assente						
Estensione	354,57 kmq (2,0563%) - Num. UC: 47						
Numero osservazioni	17						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	34	FLA	Scarso	Deb. alcalina	Mod. bassa	Fortem.calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	46	FLA	Abbondante	Mod. alcalina	Mod. bassa	Molto calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	72	FA	Abbondante	Mod. alcalina	Mod. bassa	Molto calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	52	FL	Assente	Mod. alcalina	Mod. bassa	Molto calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Campo Grande		Sottounità Gran 2					
UTS	Gran						
STS	Fase a tessitura media						
Classificazione WRB	Calcaric Cambisols (Loamic)						
Località tipica	Scappia (Orte - VT)						
Paesaggio modale	Fondivalle alluvionali Superfici da debolmente a moderatamente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Molto scarsa						
Capacità d'uso dei suoli	<b>II - s</b>						
Limitazione radicale	Nessuna limitazione o impedimento						
Drenaggio esterno	Basso						
Rocciosità	Assente						
Estensione	36,39 kmq (0,211%) - Num. UC: 31						
Numero osservazioni	7						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	42	FL	Scarso	Deb. alcalina	Mod. bassa	Fortem.calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	40	F	Scarso	Mod. alcalina	n.d.	Molto calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	56	FL	Scarso	Mod. alcalina	n.d.	Molto calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	24	FS	Assente	Mod. alcalina	n.d.	Molto calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Casale Icobelli		Sottunità Icob 2						
UTS	Icob							
STS	Fase cambica							
Classificazione WRB	Calcaric Endoskeletal Cambic Phaeozems (Clayic, Humic)							
Località tipica	San Pastore (Contigliano - RI)							
Paesaggio modale	Conoidi e fasce di detrito Superfici a pendenza da moderata a scoscesa Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli e secondariamente a copertura forestale							
Profondità utile	Molto elevata							
Drenaggio interno	Ben drenato							
Tipo di falda	Assente							
Pietrosità superficiale	Frequente							
Capacità d'uso dei suoli	<b>IV - s</b>							
Limitazione radicale	Frammenti grossolani							
Drenaggio esterno	Trascurabile							
Rocciosità	Scars. roccioso							
Estensione	71,19 kmq (0,4128%) - Num. UC: 28							
Numero osservazioni	8							
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità	
Epipedon	30	FA	Frequente	Deb. alcalina	Mod. bassa	Fortem.calcareo	Trascurabile	
Sub-superficiali	44	F	Abbondante	Deb. alcalina	Mod. bassa	Fortem.calcareo	Trascurabile	
Profondi (> 100 cm)	40	FA	Frequente	Deb. alcalina	Mod. bassa	Deb. calcareo	Trascurabile	
Geogenici (C, CB, BC)	35	F	Abbondante	Mod. alcalina	Mod. bassa	Molto calcareo	Trascurabile	

Suoli Casale Icobelli		Sottunità Icob 4						
UTS	Icob							
STS	Fase "rendzica"							
Classificazione WRB	Cambic Phaeozems (Pachic, Clayic)							
Località tipica	Pretara (Leonessa - RI)							
Paesaggio modale	Superfici di accumulo colluviale Superfici a pendenza da forte a molto forte Suoli prevalentemente coperti da boschi di faggio							
Profondità utile	Molto elevata							
Drenaggio interno	Ben drenato							
Tipo di falda	Assente							
Pietrosità superficiale	Abbondante							
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s</b>							
Limitazione radicale	Nessuna limitazione o impedimento							
Drenaggio esterno	Basso							
Rocciosità	Assente							
Estensione	16,52 kmq (0,0958%) - Num. UC: 17							
Numero osservazioni	9							
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità	
Epipedon	24	FA	Frequente	Neutra	Mod. bassa	Fortem.calcareo	Trascurabile	
Sub-superficiali	41	FA	Frequente	Deb. alcalina	Mod. bassa	Deb. calcareo	Trascurabile	
Profondi (> 100 cm)	39	FA	Abbondante	Deb. alcalina	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile	
Geogenici (C, CB, BC)	24	FLA	Assente	Mod. alcalina	n.d.	Non calcareo	n.d.	
Geogenici (Cr, R, M, W)	20	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	

Suoli Casale Icobelli		Sottounità Icob 5					
UTS	Icob						
STS	Fase scheletrica						
Classificazione WRB	Calcaric Skeletic Phaeozems (Epiclagic)						
Località tipica	Valle del Salto (Borgorose - RI)						
Paesaggio modale	Conoidi e fasce di detrito Superfici a pendenza da forte a molto forte Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli e secondariamente a copertura forestale						
Profondità utile	Mod. elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Abbondante						
Capacità d'uso dei suoli	<b>IV - s</b>						
Limitazione radicale	Frammenti grossolani						
Drenaggio esterno	Basso						
Rocciosità	Assente						
Estensione	34,9 kmq (0,2024%) - Num. UC: 16						
Numero osservazioni	5						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	30	A	Frequente	Deb. alcalina	Mod. bassa	Deb. calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	33	A	Abbondante	Mod. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	20	A	Abbondante	Deb. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	48	FS	Abbondante	Mod. alcalina	n.d.	Molto calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	20	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Casale Icobelli		Sottounità Icob 6					
UTS	Icob						
STS	Fase mal drenata						
Classificazione WRB	Calcaric EndoStagnic Phaeozems (Clayic)						
Località tipica	Lago Lungo (Rieti - RI)						
Paesaggio modale	Zone depresse con sedimenti lacustri e palustri Superfici a pendenza da moderata a forte Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli e secondariamente a copertura forestale						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Piuttosto mal drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Frequente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s w</b>						
Limitazione radicale	Scarsa aerazione						
Drenaggio esterno	Trascurabile						
Rocciosità	Assente						
Estensione	66,53 kmq (0,3858%) - Num. UC: 19						
Numero osservazioni	4						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	39	FA	Abbondante	Neutra	Mod. bassa	Deb. calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	57	FLA	Abbondante	Deb. alcalina	Mod. bassa	Deb. calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	55	FA	Abbondante	Deb. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Trascurabile

Suoli Lago di Vico		Sottunità Lago I					
UTS	Lago						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Fluvic Umbrisols (Hyperdystric, Siltic)						
Località tipica	Lago di Vico (Caprarola - VT)						
Paesaggio modale	Aree di fondo caldera con depositi fluvio-lacustri Superfici da debolmente a moderatamente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	n.d.						
Pietrosità superficiale	Assente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s</b>						
Limitazione radicale	Nessuna limitazione o impedimento						
Drenaggio esterno	Trascurabile						
Rocciosità	Assente						
Estensione	15,85 kmq (0,0919%) - Num. UC: 12						
Numero osservazioni	7						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	18	FL	Assente	Mod. acida	Mod. bassa	Non calcareo	n.d.
Sub-superficiali	37	FLA	Assente	Mod. acida	Mod. bassa	Non calcareo	n.d.
Profondi (> 100 cm)	43	FLA	Assente	Deb. acida	Mod. bassa	Estrem. calcareo	n.d.
Geogenici (C, CB, BC)	49	FA	Assente	Deb. acida	Mod. bassa	Fortem. calcareo	n.d.

Suoli Legarelle		Sottunità Lega I					
UTS	Lega						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Dystric Endoleptic Regosols (Ochric, Loamic)						
Località tipica	Legarelle (Viterbo - VT)						
Paesaggio modale	"Plateau" vulcanico su prodotti piroclastici prevalentemente consolidati Superfici da debolmente a moderatamente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Scarsa						
Drenaggio interno	Piuttosto ecc. drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Frequente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>VI - s</b>						
Limitazione radicale	Contatto <i>paralithic</i>						
Drenaggio esterno	Medio						
Rocciosità	Roccioso						
Estensione	331,33 kmq (1,9216%) - Num. UC: 27						
Numero osservazioni	11						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	22	FS	Frequente	Deb. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Eccessiva
Sub-superficiali	15	F	Frequente	Mod. acida	n.d.	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	17	SF	n.d.	Neutra	Mod. bassa	Molto calcareo	n.d.
Geogenici (Cr, R, M, W)	40	n.d.	Assente	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Legarelle		Sottounità Lega 2					
UTS	Lega						
STS	Fase moderatamente profonda						
Classificazione WRB	Dystric Epileptic Regosols (Humic, Loamic)						
Località tipica	San Vanna (Caprarola - VT)						
Paesaggio modale	Versanti dei prodotti piroclastici consolidati Superfici a pendenza da moderata a forte Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Mod. elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Frequente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s</b>						
Limitazione radicale	Compattazione o contatto <i>paralithic</i>						
Drenaggio esterno	Basso						
Rocciosità	Scars. roccioso						
Estensione	98,09 kmq (0,5688%) - Num. UC: 22						
Numero osservazioni	9						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	25	F	Frequente	Deb. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	19	F	Abbondante	Deb. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	38	n.d.	Scarso	Deb. acida	n.d.	Non calcareo	n.d.
Geogenici (C, CB, BC)	31	FS	Frequente	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	25	n.d.	Assente	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Le Piane		Sottounità Lepi 2					
UTS	Lepi						
STS	Fase a tessitura moderatamente fine						
Classificazione WRB	Calcaric Endogleyic Regosols (Loamic)						
Località tipica	S. Vincenzo (Tarquinia - VT)						
Paesaggio modale	Fondivalle alluvionali Superfici da pianeggianti a moderatamente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Mod. elevata						
Drenaggio interno	Mod. ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Comune						
Capacità d'uso dei suoli	<b>II - w</b>						
Limitazione radicale	Scarsa aerazione						
Drenaggio esterno	Basso						
Rocciosità	Assente						
Estensione	19,58 kmq (0,1135%) - Num. UC: 9						
Numero osservazioni	3						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	50	FA	Scarso	Mod. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Moderata
Sub-superficiali	45	F	Scarso	Mod. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	n.d.	F	Assente	Mod. alcalina	Mod. bassa	Molto calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	n.d.	FA	Scarso	Mod. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Trascurabile

Suoli Casa Loreti		Sottunità Lore I					
UTS	Lore						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Endoskeletal Cambic Calcisols (Hypercalcic, Siltic)						
Località tipica	Casa Loreti (Casaprota - RI)						
Paesaggio modale	Versanti dei depositi marini sabbiosi e ghiaioso sabbiosi Superfici a pendenza da moderata a forte Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Mod. elevata						
Drenaggio interno	Piuttosto ecc. drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Frequente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s</b>						
Limitazione radicale	Frammenti grossolani						
Drenaggio esterno	Basso						
Rocciosità	Assente						
Estensione	65,18 kmq (0,378%) - Num. UC: 14						
Numero osservazioni	4						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	30	F	Abbondante	Deb. alcalina	Mod. bassa	Fortem.calcareo	Moderata
Sub-superficiali	38	FA	Frequente	Deb. alcalina	Mod. bassa	Fortem.calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	60	F	Assente	Deb. alcalina	n.d.	Molto calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	45	FS	Abbondante	Mod. alcalina	n.d.	Molto calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Madonna del Cerro		Sottunità Mado I					
UTS	Mado						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Eutric Cambisols (Humic, Loamic)						
Località tipica	Madonna del Cerro (Tuscania - VT)						
Paesaggio modale	Versanti dei rilievi calcareo marnosi Superfici a pendenza da moderata a forte Suoli prevalentemente a copertura forestale e secondariamente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Mod. elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Frequente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>IV - s e</b>						
Limitazione radicale	compattazione o contatto <i>paralithic</i>						
Drenaggio esterno	Medio						
Rocciosità	Molto roccioso						
Estensione	65,91 kmq (0,3822%) - Num. UC: 23						
Numero osservazioni	9						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	20	F	Abbondante	Deb. alcalina	Mod. bassa	Fortem.calcareo	Moderata
Sub-superficiali	38	FA	Abbondante	Neutra	Mod. bassa	Deb. calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	40	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Geogenici (C, CB, BC)	20	FSA	Abbondante	Neutra	Mod. bassa	Scars. calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Valle di Malito		Sottounità Mali I
UTS	Mali	
STS	Fase tipica	
Classificazione WRB	Dystric Cambisols (Loamic)	
Località tipica	Valle di Malito (Borgorose - RI)	
Paesaggio modale	Versanti dei rilievi calcareo marnosi Superfici a pendenza da rilevante a scoscesa Suoli prevalentemente a copertura forestale e secondariamente destinati ad usi agricoli	
Profondità utile	Mod. elevata	
Drenaggio interno	Piuttosto ecc. drenato	
Tipo di falda	Assente	
Pietrosità superficiale	Scarsa	
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - e</b>	
Limitazione radicale	Nessuna limitazione o impedimento	
Drenaggio esterno	Medio	
Rocciosità	Assente	
Estensione	150,22 kmq (0,8712%) - Num. UC: 31	
Numero osservazioni	5	

Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	11	FS	Assente	Mod. acida	n.d.	Non calcareo	Moderata
Sub-superficiali	34	FS	Assente	Mod. acida	n.d.	Non calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	34	FS	Frequente	Mod. acida	n.d.	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	28	FS	Frequente	Neutra	n.d.	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Malpasso		Sottounità Malp I
UTS	Mali	
STS	Fase tipica	
Classificazione WRB	Cambic Umbrisols (Epiendoloamic, Siltic)	
Località tipica	Malpasso (Trevignano Romano - RM)	
Paesaggio modale	"Plateau" vulcanico su prodotti piroclastici prevalentemente consolidati Superfici da debolmente a moderatamente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli	
Profondità utile	Mod. elevata	
Drenaggio interno	Ben drenato	
Tipo di falda	Assente	
Pietrosità superficiale	Frequente	
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s</b>	
Limitazione radicale	Compattazione o contatto paralithic	
Drenaggio esterno	Basso	
Rocciosità	Scars. roccioso	
Estensione	67,58 kmq (0,3919%) - Num. UC: 23	
Numero osservazioni	10	

Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	25	FS	Frequente	Mod. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	32	FS	Abbondante	Deb. acida	n.d.	Non calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	50	FA	Assente	Deb. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	33	SF	Abbondante	Neutra	Bassa	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	20	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Malpasso		Sottunità Malp 2
UTS	Malp	
STS	Fase profonda a tessitura media	
Classificazione WRB	Cambic Umbrisols (Epiendoarenic, Loamic)	
Località tipica	La Montagnola (Monte Porzio Catone - RM)	
Paesaggio modale	"Plateau" vulcanico su prodotti piroclastici prevalentemente consolidati Superfici da debolmente a moderatamente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli	
Profondità utile	Molto elevata	
Drenaggio interno	Ben drenato	
Tipo di falda	Assente	
Pietrosità superficiale	Molto scarsa	
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s</b>	
Limitazione radicale	Nessuna limitazione o impedimento	
Drenaggio esterno	Basso	
Rocciosità	Assente	
Estensione	38,14 kmq (0,2212%) - Num. UC: 21	
Numero osservazioni	9	

Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	19	FS	Scarso	Mod. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	36	F	Scarso	Mod. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	39	FA	Scarso	Deb. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	40	FL	Abbondante	Mod. acida	Bassa	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Malpasso		Sottunità Malp 3
UTS	Malp	
STS	Fase profonda a tessitura fine	
Classificazione WRB	Cambic Umbrisols (Loamic)	
Località tipica	Costa della Volpe (Viterbo - VT)	
Paesaggio modale	"Plateau" vulcanico su prodotti piroclastici prevalentemente consolidati Superfici a pendenza da moderata a rilevante Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli	
Profondità utile	Molto elevata	
Drenaggio interno	Ben drenato	
Tipo di falda	Assente	
Pietrosità superficiale	Comune	
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s</b>	
Limitazione radicale	Nessuna limitazione o impedimento	
Drenaggio esterno	Alto	
Rocciosità	Scars. roccioso	
Estensione	78,78 kmq (0,4568%) - Num. UC: 27	
Numero osservazioni	7	

Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	28	F	Scarso	Mod. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	46	F	Scarso	Mod. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	65	F	Abbondante	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	30	FS	Frequente	Neutra	n.d.	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

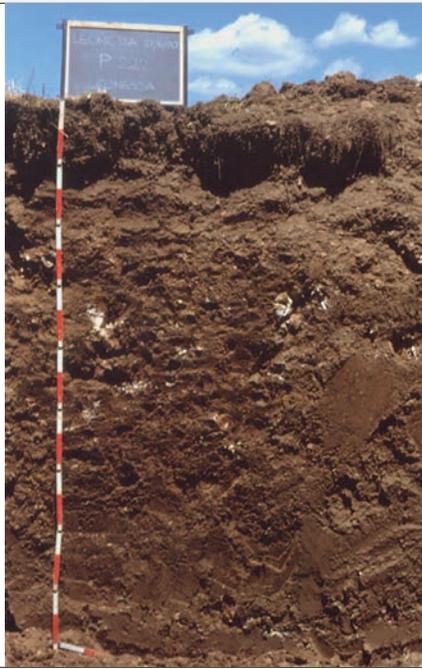
Suoli Manciano		Sottounità Manc 1					
UTS	Manc						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Endocalcaric Cambic Phaeozems (Loamic)						
Località tipica	Manciano (Fiano Romano - RM)						
Paesaggio modale	Fondivalle alluvionali Superfici da debolmente a moderatamente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Frequente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>II - s w</b>						
Limitazione radicale	Nessuna limitazione o impedimento						
Drenaggio esterno	Trascurabile						
Rocciosità	Assente						
Estensione	181,48 kmq (1,0525%) - Num. UC: 38						
Numero osservazioni	13						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	38	F	Abbondante	Neutra	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	60	F	Scarso	Deb. alcalina	Mod. bassa	Molto calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	59	FA	Scarso	Mod. alcalina	Mod. bassa	Molto calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	74	F	Scarso	Deb. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Trascurabile

Suoli Manciano		Sottounità Manc 2					
UTS	Manc						
STS	Fase franco sabbiosa						
Classificazione WRB	Cambic Phaeozems (Arenic)						
Località tipica	Emissario lago di Nemi (Ariccia - RM)						
Paesaggio modale	Aree di fondo caldera con depositi fluvio-lacustri Superfici da debolmente a moderatamente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Comune						
Capacità d'uso dei suoli	<b>II - s w</b>						
Limitazione radicale	Nessuna limitazione o impedimento						
Drenaggio esterno	Trascurabile						
Rocciosità	Assente						
Estensione	186,34 kmq (1,0807%) - Num. UC: 52						
Numero osservazioni	7						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	40	F	Abbondante	Neutra	Mod. bassa	Deb. calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	39	FS	Abbondante	Neutra	Mod. bassa	Deb. calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	32	FS	Abbondante	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	58	FS	Abbondante	Deb. alcalina	Bassa	Mod. calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	45	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Manciano		Sottunità Manc 3					
UTS	Manc						
STS	Fase "fluvica"						
Classificazione WRB	Cambic Fluvic Phaeozems (Loamic)						
Località tipica	Vignali (Cerveteri - RM)						
Paesaggio modale	Fondivalle alluvionali Superfici a pendenza da moderata a rilevante Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Comune						
Capacità d'uso dei suoli	<b>II - s</b>						
Limitazione radicale	Nessuna limitazione o impedimento						
Drenaggio esterno	Basso						
Rocciosità	Assente						
Estensione	62,24 kmq (0,3609%) - Num. UC: 25						
Numero osservazioni	5						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	36	FL	Scarso	Deb. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	63	F	Scarso	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	56	F	Abbondante	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	46	FS	Frequente	Neutra	n.d.	Non calcareo	Trascurabile

Suoli Marcellini		Sottunità Marc I					
UTS	Marc						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Dystric Endoleptic Cambisols (Loamic)						
Località tipica	Marcellini (Marcellini - RI)						
Paesaggio modale	Versanti delle torbiditi prevalentemente arenacee Superfici a pendenza da forte a molto forte Suoli prevalentemente coperti da boschi di castagno e secondariamente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Mod. elevata						
Drenaggio interno	Piuttosto ecc. drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Comune						
Capacità d'uso dei suoli	<b>VI - e</b>						
Limitazione radicale	Compattazione o contatto <i>paralithic</i>						
Drenaggio esterno	Medio						
Rocciosità	Scars. roccioso						
Estensione	257,4 kmq (1,4928%) - Num. UC: 16						
Numero osservazioni	5						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	7	FS	Abbondante	Mod. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	36	FS	Abbondante	Deb. acida	n.d.	Non calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	15	FS	Abbondante	Neutra	n.d.	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	20	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Marcetelli		Sottunità Marc 2					
UTS	Marc						
STS	Fase moderatamente alcalina						
Classificazione WRB	Calcaric Skeletic Epileptic Cambisols (Humic, Loamic)						
Località tipica	Campo Matana (Accumoli - RI)						
Paesaggio modale	Versanti delle torbiditi prevalentemente arenacee Superfici a pendenza da moderata a forte Suoli prevalentemente a copertura forestale e secondariamente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Mod. elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Frequente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>IV - s e</b>						
Limitazione radicale	Contatto <i>lithic</i>						
Drenaggio esterno	Alto						
Rocciosità	Scars. roccioso						
Estensione	66,39 kmq (0,385%) - Num. UC: 14						
Numero osservazioni	4						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	9	F	Abbondante	Neutra	Mod. bassa	Deb. calcareo	Moderata
Sub-superficiali	24	F	Frequente	Deb. alcalina	Mod. bassa	Molto calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	26	F	Frequente	Mod. alcalina	Mod. bassa	Molto calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Valle Marturella		Sottunità Maru 2					
UTS	Maru						
STS	Fase profonda						
Classificazione WRB	Luvic Phaeozems (Loamic)						
Località tipica	Leonessa (Leonessa - RI)						
Paesaggio modale	Fasce di detrito e conoidi Superfici a pendenza da moderata a rilevante Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Frequente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>II - s</b>						
Limitazione radicale	Nessuna limitazione o impedimento						
Drenaggio esterno	Basso						
Rocciosità	Assente						
Estensione	18,83 kmq (0,1092%) - Num. UC: 19						
Numero osservazioni	10						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	29	FA	Abbondante	Neutra	Mod. bassa	Scars. calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	42	FA	Abbondante	Deb. alcalina	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	37	A	Abbondante	Deb. alcalina	Mod. bassa	Non calcareo	n.d.
Geogenici (C, CB, BC)	51	FA	Assente	Deb. alcalina	n.d.	Non calcareo	n.d.

Suoli Campo del Medico		Sottunità Medi 1											
UTS	Medi												
STS	Fase tipica												
Classificazione WRB	<i>Eutric Cambisols (Clayic)</i>												
Località tipica	Loc Campo del Medico (Roccasecca - FR)												
Paesaggio modale	Terrazzi alluvionali Superfici da debolmente a moderatamente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli												
Profondità utile	Molto elevata												
Drenaggio interno	Ben drenato												
Tipo di falda	Assente												
Pietrosità superficiale	Frequente												
Capacità d'uso dei suoli	<b>II - s w</b>												
Limitazione radicale	Nessuna limitazione o impedimento												
Drenaggio esterno	Medio												
Rocciosità	Assente												
Estensione	145,8 kmq (0,8455%) - Num. UC: 6												
Numero osservazioni	4												
Tipo orizzonte	Spessore (cm)							Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	30							F	Abbondante	Deb. alcalina	Mod. bassa	Fortem.calcareo	Moderata
Sub-superficiali	41	FA	Abbondante	Mod. alcalina	Mod. bassa	Fortem.calcareo	Trascurabile						
Profondi (> 100 cm)	39	F	Abbondante	Mod. alcalina	Mod. bassa	Molto calcareo	Trascurabile						
Geogenici (Cr, R, M, W)	60	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.						

Suoli Campo del Medico		Sottunità Medi 2											
UTS	Medi												
STS	Fase a tessitura da moderatamente fine a fine e reazione da debolmente acida a neutra												
Classificazione WRB	<i>Eutric Endostagnic Cambisols (Ochric, Loamic)</i>												
Località tipica	Arce (Arce - FR)												
Paesaggio modale	Terrazzi alluvionali Superfici da debolmente a moderatamente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli												
Profondità utile	Elevata												
Drenaggio interno	Moderatamente ben drenato												
Tipo di falda	Assente												
Pietrosità superficiale	Frequente												
Capacità d'uso dei suoli	<b>II - s</b>												
Limitazione radicale	Nessuna limitazione o impedimento												
Drenaggio esterno	Basso												
Rocciosità	Assente												
Estensione	253,92 kmq (1,4726%) - Num. UC: 18												
Numero osservazioni	4												
Tipo orizzonte	Spessore (cm)							Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	38							FA	Abbondante	Deb. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	38	FA	Assente	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile						
Profondi (> 100 cm)	30	FA	Assente	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile						
Geogenici (C, CB, BC)	46	A	Frequente	Deb. alcalina	Mod. bassa	Fortem.calcareo	Trascurabile						

Suoli Campo del Medico		Sottounità Medi 4					
UTS	Medi						
STS	Variante scheletrica						
Classificazione WRB	Calcaric Skeletic Cambisols (Humic, Loamic)						
Località tipica	Ponte Cupo (Pontecorvo - FR)						
Paesaggio modale	Terrazzi alluvionali Superfici a pendenza da moderata a rilevante Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Scarsa						
Drenaggio interno	Eccessivamente drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Assente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>IV - s w</b>						
Limitazione radicale	Frammenti grossolani						
Drenaggio esterno	Basso						
Rocciosità	n.d.						
Estensione	64,95 kmq (0,3766%) - Num. UC: 13						
Numero osservazioni	1						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	40	FA	Frequente	Neutra	n.d.	n.d.	n.d.
Sub-superficiali	85	FSA	Molto	Deb. alcalina	n.d.	n.d.	n.d.
Profondi (> 100 cm)	75	SF	Molto	Mod. alcalina	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Melfi		Sottounità Melf 3					
UTS	Melf						
STS	Fase a tessitura fine						
Classificazione WRB	Endoskeletal Chromic Luvisols (Hypereutric, Cutanic, Clayic)						
Località tipica	Madonna di Loreto (Castrocielo - FR)						
Paesaggio modale	Conoidi Superfici moderatamente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Elevata						
Drenaggio interno	Mod. ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Assente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>II - s</b>						
Limitazione radicale	Nessuna limitazione o impedimento						
Drenaggio esterno	Molto basso						
Rocciosità	Assente						
Estensione	72,6 kmq (0,421%) - Num. UC: 18						
Numero osservazioni	3						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	26	FA	Scarso	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	32	AL	Abbondante	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	25	A	Scarso	Deb. alcalina	Mod. bassa	Deb. calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	53	FS	Frequente	Deb. acida	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli La Mentuccia		Sottounità Ment 3					
UTS	Ment						
STS	Fase a tessitura media e reazione da debolmente a moderatamente acida						
Classificazione WRB	Cambic Phaeozems (Epiendoarenic, Loamic)						
Località tipica	Tiburtina (Guidonia Montecelio - RM)						
Paesaggio modale	Versanti dei prodotti piroclastici consolidati Superfici a pendenza da moderata a rilevante Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Mod. elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Frequente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s e</b>						
Limitazione radicale	Compattazione						
Drenaggio esterno	medio						
Rocciosità	Scars. roccioso						
Estensione	93,4 kmq (0,5416%) - Num. UC: 23						
Numero osservazioni	9						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	23	FS	Abbondante	Deb. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	31	FS	Abbondante	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	40	A	Assente	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	24	FS	Frequente	Neutra	n.d.	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	30	n.d.	Molto	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli La Mentuccia		Sottounità Ment 4					
UTS	Ment						
STS	Fase mod.prof., a tess. moderatamente fine e reazione da debolmente a moderatamente acida						
Classificazione WRB	Cambic Phaeozems (Loamic)						
Località tipica	La Rota (Bracciano - RM)						
Paesaggio modale	Versanti dei prodotti piroclastici consolidati Superfici moderatamente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Comune						
Capacità d'uso dei suoli	<b>II - s e</b>						
Limitazione radicale	Nessuna limitazione o impedimento						
Drenaggio esterno	Basso						
Rocciosità	Assente						
Estensione	26,76 kmq (0,1551%) - Num. UC: 14						
Numero osservazioni	8						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	31	FA	Scarso	Deb. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	55	FA	Scarso	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	43	FA	Abbondante	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	51	F	Abbondante	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	40	n.d.	Molto	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli La Mentuccia		Sottounità Ment 5
UTS	Ment	
STS	Fase profonda, a tess. moderatamente fine e reazione da debolmente a moderatamente acida	
Classificazione WRB	Cambic Phaeozems (Epiendoclayic, Loamic)	
Località tipica	Crocifisso (Ischia di Castro - VT)	
Paesaggio modale	"Plateau" vulcanico su prodotti piroclastici prevalentemente consolidati Superfici da debolmente a moderatamente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli	
Profondità utile	Mod. elevata	
Drenaggio interno	Ben drenato	
Tipo di falda	Assente	
Pietrosità superficiale	Frequente	
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s</b>	
Limitazione radicale	Nessuna limitazione o impedimento	
Drenaggio esterno	Trascurabile	
Rocciosità	Assente	
Estensione	79,85 kmq (0,4631%) - Num. UC: 18	
Numero osservazioni	5	

Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	29	FA	Scarso	Mod. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	36	FA	Abbondante	Deb. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	70	A	Assente	Deb. alcalina	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	60	A	Assente	Mod. alcalina	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Lago dei Monaci		Sottounità Mona I
UTS	Mona	
STS	Fase tipica	
Classificazione WRB	Calcaric Regosols (Humic, Arenic)	
Località tipica	Torre Paola (Sabaudia - LT)	
Paesaggio modale	Duna costiera a luoghi spianata con depositi eolici Superfici da pianeggianti a debolmente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli e secondariamente a copertura forestale	
Profondità utile	Molto elevata	
Drenaggio interno	Eccessivamente drenato	
Tipo di falda	n.d.	
Pietrosità superficiale	Assente	
Capacità d'uso dei suoli	<b>II - s w</b>	
Limitazione radicale	Nessuna limitazione o impedimento	
Drenaggio esterno	n.d.	
Rocciosità	Assente	
Estensione	5,87 kmq (0,034%) - Num. UC: 6	
Numero osservazioni	3	

Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	14	S	Assente	Mod. alcalina	Mod. bassa	Estrem. calcareo	n.d.
Sub-superficiali	16	S	Assente	Mod. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	n.d.
Profondi (> 100 cm)	41	S	Assente	Mod. alcalina	Mod. bassa	Deb. calcareo	n.d.
Geogenici (C, CB, BC)	57	S	Assente	Mod. alcalina	Mod. bassa	Non calcareo	n.d.

Suoli Monticchio		Sottunità Monc I					
UTS	Monc						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Calcaric Skeletic EndoLeptic Regosols (Humic, Loamic)						
Località tipica	Monticchio (Monte San Giovanni in Sabina - RI)						
Paesaggio modale	Versanti dei rilievi calcareo marnosi Superfici a pendenza da forte a molto forte Suoli prevalentemente a copertura forestale						
Profondità utile	Scarsa						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Frequente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>IV - s</b>						
Limitazione radicale	Compattazione o contatto <i>paralithic</i>						
Drenaggio esterno	Medio						
Rocciosità	Roccioso						
Estensione	56,91 kmq (0,33%) - Num. UC: 16						
Numero osservazioni	8						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	25	F	Frequente	Mod. alcalina	Mod. bassa	Fortem.calcareo	Moderata
Sub-superficiali	20	F	Abbondante	Fortem.alcalina	Mod. bassa	Fortem.calcareo	n.d.
Geogenici (C, CB, BC)	18	n.d.	Assente	Mod. alcalina	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli La Montagna		Sottunità Mont I					
UTS	Mont						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Dystric Regosols (EpiHumic, Endoloamic, Arenic)						
Località tipica	La Montagna (Gradoli - VT)						
Paesaggio modale	Versanti su prodotti magmatici effusivi (lave tefritiche e leucitiche) Superfici da debolmente a moderatamente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli e secondariamente a copertura forestale						
Profondità utile	Elevata						
Drenaggio interno	Piuttosto ecc. drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Frequente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>IV - s e</b>						
Limitazione radicale	Contatto <i>lithic</i>						
Drenaggio esterno	Trascurabile						
Rocciosità	Scars. roccioso						
Estensione	32,06 kmq (0,1859%) - Num. UC: 14						
Numero osservazioni	3						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	24	F	Frequente	Deb. acida	n.d.	Non calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	45	FS	Abbondante	Neutra	n.d.	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	22	FL	Abbondante	Deb. alcalina	n.d.	n.d.	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Terra Muta		Sottounità Muta I					
UTS	Muta						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Rendzic Leptosols (Humic, Loamic)						
Località tipica	Terra Muta (Guarcino - FR)						
Paesaggio modale	Versanti dei rilievi calcarei Superfici a pendenza da forte a molto forte Suoli prevalentemente a copertura forestale e secondariamente coperti da praterie pascolate						
Profondità utile	Molto scarsa						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Abbondante						
Capacità d'uso dei suoli	<b>VII - s</b>						
Limitazione radicale	Contatto <i>lithic</i>						
Drenaggio esterno	Alto						
Rocciosità	Molto roccioso						
Estensione	32,06 kmq (0,1859%) - Num. UC: 14						
Numero osservazioni	21						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	17	F	n.d.	Neutra	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Moderata
Sub-superficiali	22	FA	n.d.	Deb. alcalina	Mod. bassa	Deb. calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	16	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Monte Noce		Sottounità Noce I					
UTS	Noce						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Endoskeletal Leptic Phaeozems						
Località tipica	Monte Noce (Cori - LT)						
Paesaggio modale	Versanti dei rilievi calcarei Superfici a pendenza da forte a molto forte Boschi a prevalenza di leccio e/o sughera						
Profondità utile	Elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Abbondante						
Capacità d'uso dei suoli	<b>VI - s</b>						
Limitazione radicale	Contatto <i>lithic</i> fessurato						
Drenaggio esterno	Medio						
Rocciosità	Molto roccioso						
Estensione	53,05 kmq (0,3076%) - Num. UC: 19						
Numero osservazioni	8						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	21	FA	Frequente	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	39	A	Abbondante	Deb. alcalina	Mod. bassa	Deb. calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	25	n.d.	Assente	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Monte Noce		Sottunità Noce 3					
UTS	Noce						
STS	Fase leptica a reazione da moderatamente a debolmente acida						
Classificazione WRB	Luvic Endoleptic Rendzic Phaeozems (Clayic)						
Località tipica	Amaseno (Amaseno - FR)						
Paesaggio modale	Versanti dei rilievi calcarei Superfici a pendenza da forte a molto forte Suoli prevalentemente coperti da boschi di faggio						
Profondità utile	Scarsa						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Frequente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>VIII - s</b>						
Limitazione radicale	Contatto <i>lithic</i> fessurato						
Drenaggio esterno	Medio						
Rocciosità	Molto roccioso						
Estensione	47,31 kmq (0,2743%) - Num.UC: 15						
Numero osservazioni	2						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)						
Epipedon	15	FA	Abbondante	Mod. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Forte
Sub-superficiali	23	FA	Abbondante	Deb. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Moderata
Profondi (> 100 cm)	20	F	Molto	Neutra	Mod. bassa	Scars. calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	n.d.	n.d.	Assente	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Olivastro		Sottunità Oliv I					
UTS	Oliv						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Cambic Endoleptic Phaeozems (Clayic)						
Località tipica	Monte il Pago (Vacone - RI)						
Paesaggio modale	Versanti dei rilievi calcarei Superfici a pendenza da forte a molto forte Suoli prevalentemente a copertura forestale e secondariamente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Scarsa						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Frequente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>IV - s e</b>						
Limitazione radicale	Contatto <i>lithic</i>						
Drenaggio esterno	Medio						
Rocciosità	Roccioso						
Estensione	150,51 kmq (0,8729%) - Num.UC: 41						
Numero osservazioni	25						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)						
Epipedon	37	FA	Scarso	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	40	FA	Scarso	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	30	F	Assente	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Monte il Pago		Sottounità Pago 1					
UTS	Pago						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Calcaric Skeletic Epileptic Cambisols (Loamic)						
Località tipica	Monte il Pago (Vacone - RI)						
Paesaggio modale	Versanti dei rilievi calcarei Superfici a pendenza da forte a molto forte Suoli prevalentemente a copertura forestale e secondariamente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Scarsa						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Frequente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>IV - s e</b>						
Limitazione radicale	Contatto <i>lithic</i>						
Drenaggio esterno	Medio						
Rocciosità	Roccioso						
Estensione	150,51 kmq (0,8729%) - Num. UC: 41						
Numero osservazioni	25						



Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	12	FA	Frequente	Neutra	Mod. bassa	Deb. calcareo	Moderata
Sub-superficiali	26	FA	Abbondante	Deb. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	20	FA	Molto	Deb. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	20	n.d.	Abbondante	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Geogenici (Cr, R, M, W)	24	n.d.	Assente	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Monte il Pago		Sottounità Pago 2					
UTS	Pago						
STS	Fase a profondità moderatamente elevata						
Classificazione WRB	Calcaric Endoskeletal Endoleptic Cambisols (Escalic, Loamic)						
Località tipica	Cerchiara (Rieti - RI)						
Paesaggio modale	Versanti dei rilievi calcarei e/o conglomeratici Superfici a pendenza da forte a molto forte Suoli prevalentemente a copertura forestale						
Profondità utile	Mod. elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Abbondante						
Capacità d'uso dei suoli	<b>IV - e</b>						
Limitazione radicale	Frammenti grossolani						
Drenaggio esterno	Alto						
Rocciosità	Scars. roccioso						
Estensione	92,96 kmq (0,5391%) - Num. UC: 34						
Numero osservazioni	10						



Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	22	FA	Frequente	Neutra	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Moderata
Sub-superficiali	44	FA	Frequente	Deb. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	33	F	Abbondante	Mod. alcalina	n.d.	Molto calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	22	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

<b>Suoli Paliano</b>		<b>Sottunità Pali 2</b>					
UTS	Pali						
STS	Fase profonda						
Classificazione WRB	<i>Eutric Cambisols (Humic, Clayic)</i>						
Località tipica	Macchia di Gattaceca (Mentana - RM)						
Paesaggio modale	Superfici con terre rosse residuali Superfici da debolmente a moderatamente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Mod. ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Frequente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>II - s</b>						
Limitazione radicale	Nessuna limitazione o impedimento						
Drenaggio esterno	Medio						
Rocciosità	Scars. Roccioso						
Estensione	7,43 kmq (0,043%) - Num. UC: 13						
Numero osservazioni	4						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	14	A	Abbondante	Neutra	Mod. bassa	Estrem. calcareo	Moderata
Sub-superficiali	58	A	Frequente	Deb. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	55	FA	Scarso	Mod. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

<b>Suoli Monte Panse</b>		<b>Sottunità Pans I</b>					
UTS	Pans						
STS	Fase profonda						
Classificazione WRB	<i>Cambic Calcisols (Clayic, Humic)</i>						
Località tipica	Monte Panse (Vetralla - VT)						
Paesaggio modale	Versanti dei rilievi calcareo marnosi e calcarei Superfici a pendenza da moderata a forte Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli e secondariamente a copertura forestale						
Profondità utile	Mod. elevata						
Drenaggio interno	Mod. ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Scarsa						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s</b>						
Limitazione radicale	compattazione o contatto <i>paralithic</i>						
Drenaggio esterno	Alto						
Rocciosità	Scars. roccioso						
Estensione	38,28 kmq (0,222%) - Num. UC: 35						
Numero osservazioni	4						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	28	AL	Abbondante	Deb. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Moderata
Sub-superficiali	35	AL	Abbondante	Deb. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	20	FLA	Scarso	Mod. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	25	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Geogenici (Cr, R, M, W)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Pantana		Sottounità Pant 2					
UTS	Pant						
STS	Fase profonda						
Classificazione WRB	Luvic Endoleptic Phaeozems (Endoclayic)						
Località tipica	S Michele, Palombara Sabina (Palombara Sabina - R)						
Paesaggio modale	Versanti dei terrazzi su depositi di travertino Superfici da debolmente a moderatamente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Mod. elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Frequente						
Capacità d'uso dei suoli	III - s						
Limitazione radicale	Contatto lithic						
Drenaggio esterno	Medio						
Rocciosità	Molto roccioso						
Estensione	126,07 kmq (0,7311%) - Num. UC: 29						
Numero osservazioni	8						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	32	FA	Abbondante	Deb. alcalina	Mod. bassa	Deb. calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	42	FLA	Frequente	Deb. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	38	A	Assente	Deb. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	n.d.
Geogenici (Cr, R, M, W)	13	F	Assente	Deb. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	n.d.

Suoli Pantana		Sottounità Pant 4					
UTS	Pant						
STS	Fase profonda a tessitura moderatamente fine						
Classificazione WRB	Calcaric Cambic Fluvic Phaeozems (Epi Clayic, Endo Loamic)						
Località tipica	Pantano (Guidonia Montecelio - RM)						
Paesaggio modale	Superfici terrazzate dei depositi di travertino Superfici da debolmente a moderatamente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Mod. ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Comune						
Capacità d'uso dei suoli	I						
Limitazione radicale	Nessuna limitazione o impedimento						
Drenaggio esterno	Molto basso						
Rocciosità	Assente						
Estensione	16 kmq (0,0927%) - Num. UC: 12						
Numero osservazioni	3						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	18	A	Abbondante	Deb. alcalina	Mod. bassa	Deb. calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	29	A	Scarso	Deb. alcalina	Mod. bassa	Scars. calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	55	A	Frequente	Mod. alcalina	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile

Suoli Torre Paola		Sottunità Paol 3					
UTS	Paol						
STS	Variante dei "Luvisols"						
Classificazione WRB	Haplic Luvisols (Cutanic, Loamic)						
Località tipica	Tenuta del Salto (Fondi - LT)						
Paesaggio modale	Duna costiera a luoghi spianata con depositi eolici Superfici da pianeggianti a subpianeggianti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Mod. elevata						
Drenaggio interno	Piuttosto mal drenato						
Tipo di falda	n.d.						
Pietrosità superficiale	Assente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s w</b>						
Limitazione radicale	Fenomeni riduttivi in profondità						
Drenaggio esterno	n.d.						
Rocciosità	n.d.						
Estensione	16,91 kmq (0,098%) - Num. UC: 4						
Numero osservazioni	1						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)						
Epipedon	16	FS	Assente	Deb. acida	n.d.	n.d.	n.d.
Sub-superficiali	16	FSA	Assente	Mod. acida	n.d.	n.d.	n.d.
Profondi (> 100 cm)	261	n.d.	Assente	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli La Parata		Sottunità Para I					
UTS	Para						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Luvic Phaeozems (Pachic, Loamic)						
Località tipica	La Parata (Velletri - RM)						
Paesaggio modale	Versanti dei prodotti piroclastici consolidati Superfici da debolmente a moderatamente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Comune						
Capacità d'uso dei suoli	<b>II - s e</b>						
Limitazione radicale	Nessuna limitazione o impedimento						
Drenaggio esterno	Basso						
Rocciosità	Assente						
Estensione	294,85 kmq (1,71%) - Num. UC: 41						
Numero osservazioni	16						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)						
Epipedon	34	FA	Scarso	Deb. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	48	FA	Scarso	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	89	FA	Scarso	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	60	FA	Scarso	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli La Parata		Sottounità Para 3					
UTS	Para						
STS	Fase delle aree con sedimenti palustri delle caldere						
Classificazione WRB	Cambic Phaeozems (Loamic, Pachic)						
Località tipica	Cna San Antonio (Capodimonte - VT)						
Paesaggio modale	Aree di fondo caldera con depositi fluvio-lacustri Superfici da pianeggianti a moderatamente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Scarsa						
Capacità d'uso dei suoli	<b>II - s</b>						
Limitazione radicale	Nessuna limitazione o impedimento						
Drenaggio esterno	Trascurabile						
Rocciosità	Assente						
Estensione	38,57 kmq (0,2236%) - Num. UC: 13						
Numero osservazioni	6						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	36	FL	Scarso	Deb. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	46	FL	Scarso	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	48	FA	Abbondante	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	n.d.	A	Assente	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile

Suoli Forca di Parma		Sottounità Parm 3					
UTS	Parm						
STS	Variante grossolana						
Classificazione WRB	Abruptic Luvisols (EpiArenic, Cutanic)						
Località tipica	Il Voltone (Tarquinia - VT)						
Paesaggio modale	Fascia costiera dunare con depositi eolici recenti Superfici da pianeggianti a debolmente pendenti Suoli prevalentemente a copertura forestale e secondariamente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Mod. elevata						
Drenaggio interno	Piuttosto ecc. drenato						
Tipo di falda	Non confinata						
Pietrosità superficiale	Comune						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s</b>						
Limitazione radicale	Compattazione in profondità						
Drenaggio esterno	Trascurabile						
Rocciosità	Assente						
Estensione	1,97 kmq (0,0114%) - Num. UC: 2						
Numero osservazioni	2						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	20	FS	Scarso	Mod. alcalina	Bassa	Deb. calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	31	FS	Scarso	Mod. alcalina	Bassa	Deb. calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	30	FA	Frequente	Mod. alcalina	Mod. bassa	Non calcareo	Forte
Geogenici (C, CB, BC)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Valle del Pero		Sottunità Pero I					
UTS	Pero						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Calcaric Regosols (Clayic)						
Località tipica	Valle del Pero (Viterbo - VT)						
Paesaggio modale	Versanti delle incisioni su sedimenti ghiaiosi e sabbioso ghiaiosi Superfici a pendenza da moderata a forte Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli e secondariamente a copertura forestale						
Profondità utile	Mod. elevata						
Drenaggio interno	Mod. ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Frequente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s</b>						
Limitazione radicale	Compattazione o contatto <i>paralithic</i>						
Drenaggio esterno	Medio						
Rocciosità	Scars. roccioso						
Estensione	53,32 kmq (0,3092%) - Num. UC: 15						
Numero osservazioni	8						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcarea tot.	Salinità
Epipedon	32	F	Scarso	Deb. alcalina	Mod. bassa	Molto calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	27	F	Scarso	Mod. alcalina	Mod. bassa	Molto calcareo	Moderata
Geogenici (C, CB, BC)	45	F	Abbondante	Mod. alcalina	n.d.	Molto calcareo	Moderata
Geogenici (Cr, R, M, W)	30	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Valle del Pero		Sottunità Pero 2					
UTS	Pero						
STS	Fase piuttosto mal drenata						
Classificazione WRB	Calcaric Stagnic Regosols (Clayic, Humic)						
Località tipica	Patricello (Proceno - VT)						
Paesaggio modale	Versanti dei depositi marini argilloso limosi Superfici a pendenza da moderata a forte Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Mod. elevata						
Drenaggio interno	Mal drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Scarsa						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s e w</b>						
Limitazione radicale	Compattazione e fenomeni riduttivi						
Drenaggio esterno	Medio						
Rocciosità	Assente						
Estensione	31,03 kmq (0,1799%) - Num. UC: 18						
Numero osservazioni	3						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcarea tot.	Salinità
Epipedon	28	AL	Scarso	Mod. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	38	AL	Scarso	Mod. alcalina	Mod. bassa	Molto calcareo	Moderata
Geogenici (Cr, R, M, W)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli C. Pescolato		Sottounità Pesc I					
UTS	Pesc						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Calcaric Cambisols (Humic, Loamic)						
Località tipica	C. Pescolato (Rieti - RI)						
Paesaggio modale	Versanti dei depositi marini sabbiosi e ghiaioso sabbiosi Superfici a pendenza da rilevante a scoscesa Suoli prevalentemente a copertura forestale e secondariamente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Mod. elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Frequente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>IV - e</b>						
Limitazione radicale	Frammenti grossolani						
Drenaggio esterno	Alto						
Rocciosità	Assente						
Estensione	109,12 kmq (0,6328%) - Num. UC: 16						
Numero osservazioni	5						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	20	F	Frequente	Deb. alcalina	Mod. bassa	Fortem.calcareo	Moderata
Sub-superficiali	35	FA	Frequente	Deb. alcalina	Mod. bassa	Fortem.calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	15	F	Assente	Mod. alcalina	n.d.	Molto calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	35	FL	Abbondante	Deb. alcalina	Mod. bassa	Molto calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	15	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Santa Maria Piternis		Sottounità Pite I					
UTS	Pite						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Calcaric Endoleptic Cambisols (Loamic, Humic)						
Località tipica	Pofi (Castro dei Volsci - FR)						
Paesaggio modale	Versanti dei rilievi calcareo marnosi e calcarei Superfici a pendenza da moderata a scoscesa Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli e secondariamente a copertura forestale						
Profondità utile	Mod. elevata						
Drenaggio interno	Mod. ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Frequente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>IV - s</b>						
Limitazione radicale	Compattazione o contatto <i>paralithic</i>						
Drenaggio esterno	Basso						
Rocciosità	Scars. roccioso						
Estensione	33,89 kmq (0,1965%) - Num. UC: 24						
Numero osservazioni	6						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	20	FA	Abbondante	Deb. alcalina	Mod. bassa	Fortem.calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	29	FLA	Frequente	Deb. alcalina	Mod. bassa	Fortem.calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	24	AL	Frequente	Fortem.alcalina	Mod. bassa	Fortem.calcareo	Moderata
Geogenici (Cr, R, M, W)	35	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Poggio Freddara		Sottunità Pogg I					
UTS	Pogg						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Endoleptic Cambisols (Loamic)						
Località tipica	Poggio Freddara (Allumiere - RM)						
Paesaggio modale	Versanti dei rilievi sulle alternanze calcareo marnose Superfici a pendenza da moderata a forte Suoli prevalentemente a copertura forestale e secondariamente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Scarsa						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Abbondante						
Capacità d'uso dei suoli	<b>IV - s</b>						
Limitazione radicale	contatto lithic						
Drenaggio esterno	Basso						
Rocciosità	Roccioso						
Estensione	43,63 kmq (0,253%) - Num. UC: 16						
Numero osservazioni	8						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	14	FA	Frequente	Deb. alcalina	Mod. bassa	Molto calcareo	Moderata
Sub-superficiali	33	FA	Frequente	Deb. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	20	A	Frequente	Fortem. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	n.d.
Geogenici (Cr, R, M, W)	23	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Poggio Freddara		Sottunità Pogg 4					
UTS	Pogg						
STS	Fase moderatamente profonda e fortemente calcareo						
Classificazione WRB	Gleyic Leptic Cambisols						
Località tipica	Argentella (Civitavecchia - RM)						
Paesaggio modale	Versanti dei rilievi sulle alternanze calcareo marnose Superfici a pendenza da moderata a forte Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli e secondariamente a copertura forestale						
Profondità utile	Scarsa						
Drenaggio interno	Piuttosto mal drenato						
Tipo di falda	Non confinata						
Pietrosità superficiale	Abbondante						
Capacità d'uso dei suoli	<b>IV - s e</b>						
Limitazione radicale	Fenomeni riduttivi						
Drenaggio esterno	Alto						
Rocciosità	Assente						
Estensione	63,08 kmq (0,3658%) - Num. UC: 18						
Numero osservazioni	3						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	21	AL	Frequente	Deb. alcalina	n.d.	Molto calcareo	Moderata
Sub-superficiali	38	A	Frequente	Mod. alcalina	n.d.	Molto calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	n.d.	n.d.	Abbondante	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Geogenici (Cr, R, M, W)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Poggio Freddara		Sottounità Pogg 5					
UTS	Pogg						
STS	Fase profonda						
Classificazione WRB	Calcaric Cambisols (Clayic)						
Località tipica	Bandita S Pantaleone (Tarquinia - VT)						
Paesaggio modale	Versanti dei rilievi sulle alternanze calcareo marmose Superfici a pendenza da moderata a forte Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli e secondariamente a copertura forestale						
Profondità utile	Mod. elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Frequente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>IV - s</b>						
Limitazione radicale	Frammenti frossolani o contatto <i>paralithic</i>						
Drenaggio esterno	Medio						
Rocciosità	Roccioso						
Estensione	147,72 kmq (0,8567%) - Num. UC: 23						
Numero osservazioni	7						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	17	AL	Abbondante	Deb. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Moderata
Sub-superficiali	43	A	Frequente	Deb. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	28	A	Abbondante	Mod. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	24	FSA	Abbondante	Mod. alcalina	Mod. bassa	Molto calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

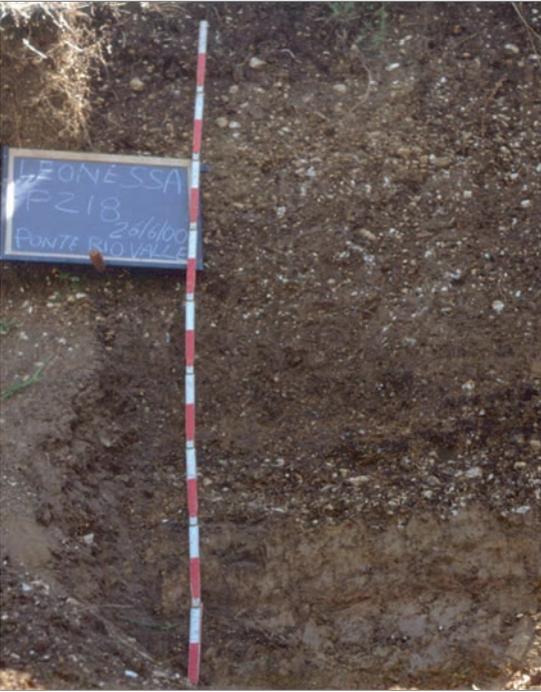
Suoli Porretta		Sottounità Pore I					
UTS	Pore						
STS	Fase profonda						
Classificazione WRB	Endocalcic Endoleptic Luvisols (Epicutanic, Endoclayic, Loamic)						
Località tipica	Porretta (Fontechiari - FR)						
Paesaggio modale	Versanti dei rilievi conglomeratici Superfici a pendenza da moderata a forte Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli e secondariamente a copertura forestale						
Profondità utile	Mod. elevata						
Drenaggio interno	Piuttosto mal drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Frequente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s w</b>						
Limitazione radicale	Contatto <i>lithic</i>						
Drenaggio esterno	Alto						
Rocciosità	Roccioso						
Estensione	81,36 kmq (0,4718%) - Num. UC: 6						
Numero osservazioni	4						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	9	FA	Frequente	Neutra	Mod. bassa	Deb. calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	21	A	Frequente	Deb. alcalina	Mod. bassa	Deb. calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	20	F	Abbondante	Deb. alcalina	Mod. bassa	Molto calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	43	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Porretta		Sottunità Pore 2
UTS	Pore	
STS	Fase profonda	
Classificazione WRB	Haplic Luvisols (Hypereutric, Cutanic, Clayic)	
Località tipica	Loc Folcara (Castelliri - FR)	
Paesaggio modale	Versanti dei rilievi conglomeratici Superfici a pendenza da rilevante a scoscesa Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli e secondariamente a copertura forestale	
Profondità utile	Molto elevata	
Drenaggio interno	Mod. ben drenato	
Tipo di falda	Assente	
Pietrosità superficiale	Scarsa	
Capacità d'uso dei suoli	<b>IV - s</b>	
Limitazione radicale	Nessuna limitazione o impedimento	
Drenaggio esterno	Basso	
Rocciosità	Scars. roccioso	
Estensione	23,03 kmq (0,1335%) - Num. UC: 7	
Numero osservazioni	3	

Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	27	F	Frequente	Neutra	Mod. bassa	Deb. calcareo	Moderata
Sub-superficiali	30	A	Scarso	Deb. acida	Mod. bassa	Scars. calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	20	A	Abbondante	Deb. acida	Mod. bassa	Scars. calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	25	F	Frequente	Deb. alcalina	Mod. bassa	Molto calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	15	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Prato		Sottunità Prat I
UTS	Prat	
STS	Fase tipica	
Classificazione WRB	Cambic Umbrisols (Chromic, Loamic)	
Località tipica	Monte Prato (Amatrice - RI)	
Paesaggio modale	Versanti dei rilievi calcarei Superfici a pendenza da forte a molto forte Suoli prevalentemente coperti da praterie pascolate e secondariamente coperti da boschi di faggio	
Profondità utile	Elevata	
Drenaggio interno	Ben drenato	
Tipo di falda	Assente	
Pietrosità superficiale	Frequente	
Capacità d'uso dei suoli	<b>VII - c</b>	
Limitazione radicale	Nessuna limitazione o impedimento	
Drenaggio esterno	Basso	
Rocciosità	Roccioso	
Estensione	86,5 kmq (0,5016%) - Num. UC: 17	
Numero osservazioni	5	

Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	27	FA	Abbondante	Mod. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	27	A	Scarso	Mod. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	90	A	Assente	Mod. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	15	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Ponte Rio Valle		Sottounità Pval 1					
UTS	Pval						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Eutric Episkeletic Fluvic Cambisols (Humic, Loamic)						
Località tipica	Ponte Rio Valle (Leonessa - RI)						
Paesaggio modale	Conche intermontane ed alluvioni con depositi fluvio-palustri e fluviolacustri Superfici da debolmente a moderatamente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Comune						
Capacità d'uso dei suoli	<b>II - s</b>						
Limitazione radicale	Nessuna limitazione o impedimento						
Drenaggio esterno	Trascurabile						
Rocciosità	Assente						
Estensione	75,36 kmq (0,437%) - Num. UC: 34						
Numero osservazioni	18						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	28	FA	Abbondante	Deb. alcalina	Mod. bassa	Fortem.calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	44	FA	Abbondante	Deb. alcalina	Mod. bassa	Fortem.calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	34	FA	Abbondante	Mod. alcalina	Mod. bassa	Fortem.calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	55	FSA	Frequente	Mod. alcalina	Mod. bassa	Fortem.calcareo	Trascurabile

Suoli Ponte Rio Valle		Sottounità Pval 2					
UTS	Pval						
STS	Fase a profondità moderatamente elevata						
Classificazione WRB	Eutric Fluvic Cambisols (Humic, Loamic)						
Località tipica	S Angelo (Leonessa - RI)						
Paesaggio modale	Conche intermontane ed alluvioni con depositi fluvio-palustri e fluviolacustri Superfici a pendenza da moderata a forte Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Elevata						
Drenaggio interno	Mod. ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Frequente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s</b>						
Limitazione radicale	Compattazione in profondità						
Drenaggio esterno	Basso						
Rocciosità	Assente						
Estensione	4,69 kmq (0,0272%) - Num. UC: 10						
Numero osservazioni	7						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	22	FA	Abbondante	Neutra	Mod. bassa	Fortem.calcareo	n.d.
Sub-superficiali	25	FA	Abbondante	Deb. alcalina	Mod. bassa	Fortem.calcareo	n.d.
Profondi (> 100 cm)	26	A	Frequente	Deb. alcalina	Mod. bassa	Non calcareo	n.d.
Geogenici (C, CB, BC)	45	A	Frequente	Mod. alcalina	Mod. bassa	Fortem.calcareo	n.d.

Suoli Ponte Rio Valle		Sottunità Pval 3					
UTS	Pval						
STS	Fase profonda						
Classificazione WRB	Eutric Fluvic Cambisols (Humic, Loamic)						
Località tipica	Casale Tanzi (Antrodoco - RI)						
Paesaggio modale	Conche intermontane ed alluvioni con depositi fluvio-palustri e fluviolacustri Superfici da debolmente a moderatamente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Frequente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s</b>						
Limitazione radicale	Nessuna limitazione o impedimento						
Drenaggio esterno	Trascurabile						
Rocciosità	Assente						
Estensione	27,4 kmq (0,1589%) - Num. UC: 14						
Numero osservazioni	4						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	34	F	Scarso	Neutra	Mod. bassa	Molto calcareo	Moderata
Sub-superficiali	46	F	Abbondante	Deb. alcalina	n.d.	Molto calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	50	FA	Scarso	Deb. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	40	F	Frequente	Deb. alcalina	Mod. bassa	Deb. calcareo	Trascurabile

Suoli Ponte Rio Valle		Sottunità Pval 4					
UTS	Pval						
STS	Fase piuttosto mal drenata						
Classificazione WRB	Calcaric Endostagnic Cambisols (Humic, Loamic)						
Località tipica	I Cerroni (Leonessa - RI)						
Paesaggio modale	Conche intermontane ed alluvioni con depositi fluvio-palustri e fluviolacustri Superfici moderatamente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli e secondariamente a copertura forestale						
Profondità utile	Mod. elevata						
Drenaggio interno	Piuttosto mal drenato						
Tipo di falda	Non confinata						
Pietrosità superficiale	Scarsa						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s w</b>						
Limitazione radicale	Ristagno sub-superficiale						
Drenaggio esterno	Basso						
Rocciosità	Assente						
Estensione	8,44 kmq (0,0489%) - Num. UC: 8						
Numero osservazioni	3						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	21	FA	Scarso	Neutra	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	26	AL	Scarso	Deb. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	40	FA	Frequente	Deb. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	47	AL	Frequente	Mod. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	n.d.

Suoli Pian della Quaglia		Sottounità Qual I					
UTS	Qual						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Cambic Phaeozems (Clayic)						
Località tipica	Pian della Quaglia (Tolfa - RM)						
Paesaggio modale	Terrazzi alluvionali della pianura costiera a nord di Roma Superfici da pianeggianti a debolmente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Mod. ben drenato						
Tipo di falda	Non confinata						
Pietrosità superficiale	Assente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s</b>						
Limitazione radicale	Orizzonti saturi in profondità (falda)						
Drenaggio esterno	Trascurabile						
Rocciosità	Assente						
Estensione	27,4 kmq (0,1589%) - Num. UC: 1						
Numero osservazioni	2						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	25	F	Scarso	Mod. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Moderata
Sub-superficiali	70	FA	Assente	Deb. alcalina	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	20	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Macchia del Quartaccio		Sottounità Quar 3					
UTS	Quar						
STS	Variante calcarea						
Classificazione WRB	Calcaric Endoleptic Cambisols						
Località tipica	Poggio San Lorenzo (Tolfa - RM)						
Paesaggio modale	Versanti dei rilievi costieri delle alternanze prevalentemente arenacee Superfici a pendenza da moderata a rilevante Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Scarsa						
Drenaggio interno	Piuttosto ecc. drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Frequente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>VI - s</b>						
Limitazione radicale	Contatto lithic						
Drenaggio esterno	Medio						
Rocciosità	Molto roccioso						
Estensione	10,13 kmq (0,0587%) - Num. UC: 11						
Numero osservazioni	1						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	5	FA	Frequente	Deb. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Moderata
Sub-superficiali	25	FLA	Frequente	Mod. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	25	FLA	Abbondante	Mod. alcalina	Mod. bassa	Molto calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	20	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Ranchese		Sottunità Ranc 1					
UTS	Ranc						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Calcaric Regosols (Humic, Loamic)						
Località tipica	Ranchese (Tarquinia - VT)						
Paesaggio modale	Versanti dei depositi marini di argille e sabbie Superfici a pendenza da moderata a forte Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Mod. elevata						
Drenaggio interno	Piuttosto ecc. drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Frequente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s</b>						
Limitazione radicale	Contatto lithic						
Drenaggio esterno	Molto basso						
Rocciosità	Assente						
Estensione	27,37 kmq (0,1587%) - Num. UC: 18						
Numero osservazioni	5						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	26	FS	Abbondante	Mod. alcalina	Mod. bassa	Molto calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	23	FS	Scarso	Mod. alcalina	n.d.	Molto calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	17	A	Assente	Mod. alcalina	n.d.	Molto calcareo	n.d.
Geogenici (Cr, R, M, W)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Ranchese		Sottunità Ranc 2					
UTS	Ranc						
STS	Fase scarsamente profonda						
Classificazione WRB	Calcaric Sodic Regosols (Siltic)						
Località tipica	Fontanile della Torre (Tarquinia - VT)						
Paesaggio modale	Versanti dei depositi marini argilloso limosi Superfici a pendenza da moderata a forte Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Scarsa						
Drenaggio interno	Mod. ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Comune						
Capacità d'uso dei suoli	<b>IV - s e</b>						
Limitazione radicale	Compattazione del substrato						
Drenaggio esterno	Basso						
Rocciosità	Assente						
Estensione	13,8 kmq (0,08%) - Num. UC: 15						
Numero osservazioni	3						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	42	F	Scarso	Deb. alcalina	Mod. bassa	Molto calcareo	Moderata
Sub-superficiali	45	FL	Assente	Deb. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Forte
Geogenici (C, CB, BC)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Geogenici (Cr, R, M, W)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Ranchese		Sottounità Ranc 5					
UTS	Ranc						
STS	Variante della duna recente						
Classificazione WRB	Calcaric Sodic Arenosols (Ochric)						
Località tipica	Marina di Montalto (Montalto di Castro - VT)						
Paesaggio modale	Duna costiera a luoghi spianata con depositi eolici Superfici da pianeggianti a subpianeggianti Suoli prevalentemente a copertura forestale e/o macchia						
Profondità utile	Scarsa						
Drenaggio interno	Eccessivamente drenato						
Tipo di falda	Non confinata						
Pietrosità superficiale	Assente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>IV - w</b>						
Limitazione radicale	Falda con acque salmastre						
Drenaggio esterno	Trascurabile						
Rocciosità	Assente						
Estensione	4,36 kmq (0,0252%) - Num. UC: 1						
Numero osservazioni	2						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	35	S	Assente	Mod. alcalina	Bassa	Deb. calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	18	S	Assente	Mod. alcalina	Bassa	Mod. calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	n.d.	S	Assente	Mod. alcalina	Bassa	Mod. calcareo	Trascurabile

Suoli Monticchio della Regina		Sottounità Regi I					
UTS	Regi						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Eutric Cambisols (Colluvic)						
Località tipica	Monticchio della Regina (Fondi - LT)						
Paesaggio modale	Conoidi e fasce di detrito Superfici da pianeggianti a debolmente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Scarsa						
Capacità d'uso dei suoli	<b>II - s w</b>						
Limitazione radicale	Nessuna limitazione o impedimento						
Drenaggio esterno	Basso						
Rocciosità	Assente						
Estensione	23,61 kmq (0,1369%) - Num. UC: 29						
Numero osservazioni	4						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	46	FA	Scarso	Neutra	Mod. bassa	Scars. calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	40	F	Scarso	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	69	A	Scarso	Deb. alcalina	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	45	A	Scarso	Deb. alcalina	Bassa	Non calcareo	Trascurabile

Suoli Monticchio della Regina		Sottunità Regi 2					
UTS	Regi						
STS	Fase moderatamente ben drenata						
Classificazione WRB	Protovertic Endogleyic Cambisols						
Località tipica	Borgo Pogdora (Latina - LT)						
Paesaggio modale	Depositi limo-argillosi lacustri e/o palustri Superfici da pianeggianti a subpianeggianti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Mod. ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Frequente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>II - s</b>						
Limitazione radicale	Frammenti grossolani in profondità						
Drenaggio esterno	Medio						
Rocciosità	Assente						
Estensione	104,04 kmq (0,6034%) - Num. UC: 28						
Numero osservazioni	4						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	58	FA	Abbondante	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	40	FA	Scarso	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	55	A	Frequente	Deb. alcalina	Mod. bassa	Deb. calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	38	FA	Abbondante	Mod. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	18	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Reggimento		Sottunità Remi 2					
UTS	Remi						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Endoleptic Abruptic Luvisols (Hypereutric, Clayic)						
Località tipica	Reggimento (Monte San Giovanni Campano - FR)						
Paesaggio modale	Versanti dei rilievi calcarei Superfici a pendenza da forte a molto forte Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli e secondariamente a copertura forestale						
Profondità utile	Elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Frequente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s</b>						
Limitazione radicale	Compattazione						
Drenaggio esterno	Trascurabile						
Rocciosità	Scars. roccioso						
Estensione	48,04 kmq (0,2786%) - Num. UC: 20						
Numero osservazioni	7						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	11	A	Abbondante	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Moderata
Sub-superficiali	34	A	Frequente	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	n.d.	n.d.	Assente	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Geogenici (Cr, R, M, W)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Santi Vattillo		Sottounità Sant I						
UTS	Sant							
STS	Fase tipica							
Classificazione WRB	Eutric Skeletic Epileptic Regosols (Humic, Loamic)							
Località tipica	Santi Vattillo (Borgo Velino - RI)							
Paesaggio modale	Versanti dei rilievi costieri delle alternanze prevalentemente arenacee Superfici a pendenza da moderata a scoscesa Suoli prevalentemente coperti da boschi di castagno e secondariamente destinati ad usi agricoli							
Profondità utile	Scarsa							
Drenaggio interno	Ben drenato							
Tipo di falda	Assente							
Pietrosità superficiale	Frequente							
Capacità d'uso dei suoli	<b>VII - e</b>							
Limitazione radicale	Contatto <i>lithic</i> fessurato							
Drenaggio esterno	Medio							
Rocciosità	Scars. roccioso							
Estensione	36,63 kmq (0,2124%) - Num. UC: 15							
Numero osservazioni	6							
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità	
Epipedon	18	F	Frequente	Deb. acida	Mod. bassa	Deb. calcareo	Trascurabile	
Sub-superficiali	37	F	Frequente	Deb. acida	n.d.	Deb. calcareo	Trascurabile	
Geogenici (C, CB, BC)	17	n.d.	Molto	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
Geogenici (Cr, R, M, W)	20	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	

Suoli Scarapuni		Sottounità Scar I						
UTS	Sant							
STS	Fase tipica							
Classificazione WRB	Eutric Skeletic Epileptic Regosols (Humic, Loamic)							
Località tipica	Santi Vattillo (Borgo Velino - RI)							
Paesaggio modale	Versanti dei rilievi costieri delle alternanze prevalentemente arenacee Superfici a pendenza da moderata a scoscesa Suoli prevalentemente coperti da boschi di castagno e secondariamente destinati ad usi agricoli							
Profondità utile	Scarsa							
Drenaggio interno	Ben drenato							
Tipo di falda	Assente							
Pietrosità superficiale	Frequente							
Capacità d'uso dei suoli	<b>VII - e</b>							
Limitazione radicale	Contatto <i>lithic</i> fessurato							
Drenaggio esterno	Medio							
Rocciosità	Scars. roccioso							
Estensione	36,63 kmq (0,2124%) - Num. UC: 15							
Numero osservazioni	6							
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità	
Epipedon	18	F	Frequente	Deb. acida	Mod. bassa	Deb. calcareo	Trascurabile	
Sub-superficiali	37	F	Frequente	Deb. acida	n.d.	Deb. calcareo	Trascurabile	
Geogenici (C, CB, BC)	17	n.d.	Molto	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
Geogenici (Cr, R, M, W)	20	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	

Suoli Scarapuni		Sottounità Scar 2					
UTS	Sant						
STS	Fase a tessitura moderatamente fine						
Classificazione WRB	Cambic Epileptic Rendzic Phaeozems (Clayic, Abruptic)						
Località tipica	Il Lago (Sant'Elia Fiumerapido - FR)						
Paesaggio modale	Versanti dei rilievi calcarei Superfici a pendenza da forte a molto forte Suoli prevalentemente a copertura forestale e secondariamente coperti da praterie pascolate						
Profondità utile	Scarsa						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Abbondante						
Capacità d'uso dei suoli	<b>IV - s</b>						
Limitazione radicale	Contatto <i>lithic</i>						
Drenaggio esterno	Medio						
Rocciosità	Roccioso						
Estensione	100,94 kmq (0,5854%) - Num. UC: 21						
Numero osservazioni	11						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	19	FA	Frequente	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Moderata
Sub-superficiali	31	A	Frequente	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	15	AL	Frequente	Deb. alcalina	Mod. bassa	Molto calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Selva		Sottounità Selv 2					
UTS	Selv						
STS	Variante scheletrica moderatamente profonda						
Classificazione WRB	Eutric Skeletic Cambisols (Humic, Clayic)						
Località tipica	Sezze Monte Trevi (Sezze - LT)						
Paesaggio modale	Versanti dei rilievi calcarei Superfici a pendenza da forte a molto forte Suoli prevalentemente coperti da praterie pascolate e secondariamente a copertura forestale						
Profondità utile	Mod. elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Abbondante						
Capacità d'uso dei suoli	<b>VI - s</b>						
Limitazione radicale	Frammenti grossolani						
Drenaggio esterno	Basso						
Rocciosità	Roccioso						
Estensione	206,98 kmq (1,2004%) - Num. UC: 24						
Numero osservazioni	2						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	13	A	Abbondante	Deb. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	40	A	Abbondante	Deb. alcalina	Mod. bassa	Deb. calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Sermoneta		Sottounità Serm I					
UTS	Serm						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Skeletal Endoleptic Phaeozems						
Località tipica	Sermoneta (Bassiano - LT)						
Paesaggio modale	Versanti dei rilievi calcarei Superfici a pendenza da rilevante a scoscesa Suoli prevalentemente a copertura forestale e secondariamente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Mod. elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Abbondante						
Capacità d'uso dei suoli	<b>VII - s</b>						
Limitazione radicale	Frammenti grossolani						
Drenaggio esterno	Molto basso						
Rocciosità	Molto roccioso						
Estensione	89,94 kmq (0,5216%) - Num. UC: 8						
Numero osservazioni	8						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	20	FA	Frequente	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Moderata
Sub-superficiali	66	A	Abbondante	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Serrona		Sottounità Sero 4					
UTS	Sero						
STS	Fase scarsamente profonda e reazione neutra						
Classificazione WRB	Eutric Cambisols (Sodic, Ochric, Loamic)						
Località tipica	Quarto Montelungo (Cerveteri - RM)						
Paesaggio modale	Versanti dei depositi piroclastici Superfici moderatamente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Scarsa						
Drenaggio interno	Piuttosto ecc. drenato						
Tipo di falda	n.d.						
Pietrosità superficiale	Comune						
Capacità d'uso dei suoli	<b>IV - s</b>						
Limitazione radicale	Contatto lithic						
Drenaggio esterno	Medio						
Rocciosità	Molto roccioso						
Estensione	1,79 kmq (0,0103%) - Num. UC: 12						
Numero osservazioni	3						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	20	FS	Abbondante	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	37	FS	Abbondante	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	n.d.	FS	Scarso	Neutra	n.d.	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	100	n.d.	Assente	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Sezze		Sottunità Sezz I					
UTS	Sezz						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Dystric Sapric Histosols						
Località tipica	Sezze (Sezze - LT)						
Paesaggio modale	Pianure costiera bonificate Superfici da pianeggianti a subpianeggianti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Mod. elevata						
Drenaggio interno	Mal drenato						
Tipo di falda	Non confinata						
Pietrosità superficiale	Assente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s w</b>						
Limitazione radicale	Fenomeni riduttivi						
Drenaggio esterno	Trascurabile						
Rocciosità	Assente						
Estensione	45,01 kmq (0,261%) - Num. UC: 35						
Numero osservazioni	4						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	40	F	Assente	Mod. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Eccessiva
Sub-superficiali	38	FS	Assente	Estrem. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Eccessiva
Profondi (> 100 cm)	45	F	Assente	Fortem. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Eccessiva
Geogenici (C, CB, BC)	40	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli San Isidoro		Sottunità Sisi I					
UTS	Sisi						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Eutric Endochromic Luvisols						
Località tipica	S. Isidoro (Pontinia - LT)						
Paesaggio modale	Pianure fluviali bonificate Superfici da pianeggianti a debolmente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Assente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>II - s</b>						
Limitazione radicale	Nessuna limitazione o impedimento						
Drenaggio esterno	Trascurabile						
Rocciosità	Assente						
Estensione	45,13 kmq (0,2617%) - Num. UC: 19						
Numero osservazioni	3						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	48	FA	Scarso	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	67	A	Assente	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	68	A	Assente	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile

Suoli San Isidoro		Sottounità Sisi 2					
UTS	Sisi						
STS	Variante moderatamente profonda						
Classificazione WRB	Haplic Luvisols (Ochric, Clayic)						
Località tipica	Colle Nanni (Monte San Biagio - LT)						
Paesaggio modale	Superfici delle coperture colluviali ed eluviali Superfici da pianeggianti a debolmente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Elevata						
Drenaggio interno	Piuttosto mal drenato						
Tipo di falda	n.d.						
Pietrosità superficiale	Assente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s w</b>						
Limitazione radicale	Fenomeni riduttivi						
Drenaggio esterno	n.d.						
Rocciosità	n.d.						
Estensione	91,59 kmq (0,5311%) - Num. UC: 6						
Numero osservazioni	1						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	26	A	Scarso	Neutra	n.d.	Non calcareo	n.d.
Sub-superficiali	26	A	Assente	Neutra	n.d.	Non calcareo	n.d.
Geogenici (C, CB, BC)	74	A	Assente	Neutra	n.d.	Non calcareo	n.d.
Geogenici (Cr, R, M, W)	45	n.d.	Assente	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Sisto		Sottounità Sist I					
UTS	Sist						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Haplic Vertisols (Endogleyic, Mollic)						
Località tipica	Fosso Sisto (Latina - LT)						
Paesaggio modale	Depositi limo-argillosi lacustri e/o palustri Superfici da pianeggianti a debolmente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Piuttosto mal drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Comune						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - w</b>						
Limitazione radicale	Altre cause di limitazione o impedimento						
Drenaggio esterno	Medio						
Rocciosità	Assente						
Estensione	103,76 kmq (0,6017%) - Num. UC: 24						
Numero osservazioni	7						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	40	FA	Scarso	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	44	A	Assente	Deb. alcalina	Mod. bassa	Scars. calcareo	Moderata
Profondi (> 100 cm)	63	FA	Assente	Mod. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Moderata
Geogenici (C, CB, BC)	33	A	Assente	Deb. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Moderata

Suoli Pian delle Sportelle		Sottunità Spor 1					
UTS	Spor						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Dystric Umbric Silandic Andosols (Hyperhumic, Loamic over Haplic Luvisols)						
Località tipica	Pian delle Sportelle (Rocca di Papa - RM)						
Paesaggio modale	Superfici colluviali dei versanti dei depositi piroclastici Superfici a pendenza da moderata a forte Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli e secondariamente a copertura forestale						
Profondità utile	Mod. elevata						
Drenaggio interno	Piuttosto ecc. drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Scarsa						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s e</b>						
Limitazione radicale	nessuna limitazione o impedimento						
Drenaggio esterno	Alto						
Rocciosità	Assente						
Estensione	80,81 kmq (0,4686%) - Num. UC: 21						
Numero osservazioni	8						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	16	FS	Abbondante	Mod. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	24	FS	Scarso	Mod. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	132	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Geogenici (C, CB, BC)	39	FS	Abbondante	Deb. acida	Mod. bassa	Fortem. calcareo	n.d.
Geogenici (Cr, R, M, W)	5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Pian delle Sportelle		Sottunità Spor 2					
UTS	Spor						
STS	Fase "mollica" da moderatamente a scarsamente profonda						
Classificazione WRB	Mollic Endo Silandic Andosols (Loamic)						
Località tipica	Parco (Grottaferrata - RM)						
Paesaggio modale	Versanti dei depositi piroclastici (Scorie e lapilli) Superfici a pendenza da moderata a scoscesa Suoli prevalentemente coperti da boschi di castagno						
Profondità utile	Mod. elevata						
Drenaggio interno	Piuttosto ecc. drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Frequente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>VI - s</b>						
Limitazione radicale	contatto lithic						
Drenaggio esterno	Medio						
Rocciosità	Roccioso						
Estensione	40,52 kmq (0,235%) - Num. UC: 12						
Numero osservazioni	8						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	17	FS	Abbondante	Deb. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Mzoderata
Sub-superficiali	34	FS	Molto	Deb. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	22	FS	Assente	Deb. acida	Mod. bassa	Fortem. calcareo	n.d.
Geogenici (Cr, R, M, W)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Pian delle Sportelle		Sottounità Spor 3					
UTS	Spor						
STS	Fase "mollica" profonda						
Classificazione WRB	Eutric Mollic Silandic Andosols (Epiendoloamic, Arenic)						
Località tipica	Calcara Muratelle (San Cesareo - RM)						
Paesaggio modale	Versanti dei depositi piroclastici (Scorie e lapilli) Superfici a pendenza da moderata a scoscesa Suoli prevalentemente coperti da boschi di castagno						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Comune						
Capacità d'uso dei suoli	III - e						
Limitazione radicale	Bassa ritenuta idrica						
Drenaggio esterno	Trascurabile						
Rocciosità	Assente						
Estensione	41,26 kmq (0,2392%) - Num. UC: 10						
Numero osservazioni	6						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	32	FS	Abbondante	Deb. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	45	FS	Frequente	Deb. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	31	FS	Scarso	Neutra	n.d.	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	24	FSA	Frequente	Deb. acida	n.d.	Non calcareo	Trascurabile

Suoli Pian delle Sportelle		Sottounità Spor 4					
UTS	Spor						
STS	Fase "umbrica"						
Classificazione WRB	Eutric Umbric Silandic Andosols (Episodic, Endoarenic, Loamic)						
Località tipica	Troscone (Viterbo - VT)						
Paesaggio modale	Versanti dei depositi piroclastici (Scorie e lapilli) Superfici da debolmente a moderatamente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli e secondariamente a copertura forestale						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Molto scarsa						
Capacità d'uso dei suoli	III - s						
Limitazione radicale	Compattazione o contatto paralithic						
Drenaggio esterno	Molto basso						
Rocciosità	Assente						
Estensione	15,51 kmq (0,0899%) - Num. UC: 22						
Numero osservazioni	3						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	24	FS	Assente	z	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	33	SF	Scarso	Mod. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	51	FS	Frequente	Deb. acida	Bassa	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	15	n.d.	Assente		n.d.	n.d.	n.d.
Geogenici (Cr, R, M, W)	24	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Pian delle Sportelle		Sottunità Spor 5					
UTS	Spor						
STS	Fase "haplica"						
Classificazione WRB	Dystric Andosols (Loamic)						
Località tipica	La Pianaccia (Vetralla - VT)						
Paesaggio modale	Versanti dei depositi piroclastici Superfici a pendenza da moderata a rilevante Suoli prevalentemente coperti da boschi di faggio (boschi di castagno secondari)						
Profondità utile	Elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	n.d.						
Pietrosità superficiale	Assente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s</b>						
Limitazione radicale	Nessuna limitazione o impedimento						
Drenaggio esterno	Medio						
Rocciosità	Assente						
Estensione	11,44 kmq (0,0663%) - Num. UC: 11						
Numero osservazioni	3						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	9	FS	Scarso	Mod. acida	Mod. bassa	Estrem.calcareo	n.d.
Sub-superficiali	24	FS	Scarso	Mod. acida	Mod. bassa	Fortem.calcareo	n.d.
Geogenici (C, CB, BC)	23	FS	Scarso	Deb. acida	Mod. bassa	Fortem.calcareo	n.d.

Suoli Campo Staffi		Sottunità Staf I					
UTS	Staf						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Skeletal Endoleptic Rendzic Phaeozems (Hyperhumic, Loamic)						
Località tipica	Campo Staffi (Filettino - FR)						
Paesaggio modale	Versanti dei rilievi calcarei Superfici a pendenza da forte a molto forte Suoli prevalentemente coperti da boschi di faggio e secondariamente da praterie pascolate						
Profondità utile	Mod. elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Abbondante						
Capacità d'uso dei suoli	<b>VI - s</b>						
Limitazione radicale	Contatto lithic						
Drenaggio esterno	Basso						
Rocciosità	Molto roccioso						
Estensione	310,96 kmq (1,8034%) - Num. UC: 16						
Numero osservazioni	13						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	22	F	Abbondante	Neutra	Mod. bassa	Deb. calcareo	Moderata
Sub-superficiali	31	FA	Frequente	Deb. alcalina	Mod. bassa	Deb. calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	15	n.d.	Molto	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Geogenici (C, CB, BC)	15	n.d.	Assente	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Geogenici (Cr, R, M, W)	5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Campo Staffi		Sottounità Staf 2					
UTS	Staf						
STS	Fase scarsamente profonda a tessitura media						
Classificazione WRB	Skeletal Epileptic Rendzic Phaeozems (Loamic)						
Località tipica	Monte Morrone (AntrODOCO - RI)						
Paesaggio modale	Versanti dei rilievi calcarei Superfici a pendenza da moderata a forte Suoli prevalentemente coperti da boschi di faggio e secondariamente da praterie pascolate						
Profondità utile	Scarsa						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Abbondante						
Capacità d'uso dei suoli	<b>IV - s e</b>						
Limitazione radicale	Contatto lithic						
Drenaggio esterno	Alto						
Rocciosità	Molto roccioso						
Estensione	120,98 kmq (0,7016%) - Num. UC: 16						
Numero osservazioni	18						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcarea tot.	Salinità
Epipedon	22	F	Abbondante	Neutra	Mod. bassa	Deb. calcareo	Moderata
Sub-superficiali	31	FA	Abbondante	Deb. alcalina	Mod. bassa	Deb. calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	35	FS	Abbondante	Mod. alcalina	Mod. bassa	Molto calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	8	n.d.	Assente	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Campo Staffi		Sottounità Staf 3					
UTS	Staf						
STS	Fase scarsamente profonda a tessitura da moderatamente fine a fine						
Classificazione WRB	Epileptic Rendzic Phaeozems (Loamic)						
Località tipica	M. Civitella (Torre Cajetani - FR)						
Paesaggio modale	Versanti dei rilievi calcarei Superfici a pendenza da forte a molto forte Suoli prevalentemente coperti da boschi di faggio e secondariamente da praterie pascolate						
Profondità utile	Scarsa						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Abbondante						
Capacità d'uso dei suoli	<b>VI - s</b>						
Limitazione radicale	Contatto lithic						
Drenaggio esterno	Alto						
Rocciosità	Molto roccioso						
Estensione	461,66 kmq (2,6774%) - Num. UC: 40						
Numero osservazioni	39						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcarea tot.	Salinità
Epipedon	18	FA	Abbondante	Neutra	Mod. bassa	Deb. calcareo	Moderata
Sub-superficiali	23	FA	Abbondante	Deb. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	19	A	Molto	Deb. alcalina	Mod. bassa	Deb. calcareo	n.d.
Geogenici (Cr, R, M, W)	13	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Campo Staffi		Sottunità Staf 5					
UTS	Staf						
STS	Fase posta oltre il limite superiore del bosco						
Classificazione WRB	Rendzic Phaeozems (Pachic, Hyperhumic, Loamic)						
Località tipica	I Cantari (Filettino - FR)						
Paesaggio modale	Versanti dei rilievi calcarei Superfici a pendenza da forte a molto forte Suoli prevalentemente coperti da praterie pascolate						
Profondità utile	Scarsa						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Abbondante						
Capacità d'uso dei suoli	<b>VII - c</b>						
Limitazione radicale	Compattazione o contatto <i>paralithic</i>						
Drenaggio esterno	Alto						
Rocciosità	Scars. roccioso						
Estensione	39,03 kmq (0,2263%) - Num. UC: 11						
Numero osservazioni	32						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	16	FL	Abbondante	Neutra	Mod. bassa	Deb. calcareo	Moderata
Sub-superficiali	29	FL	Molto	Neutra	Mod. bassa	Deb. calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	19	FLA	Molto	Neutra	Mod. bassa	Scars. calcareo	n.d.
Geogenici (Cr, R, M, W)	15	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Campo Staffi		Sottunità Staf 7					
UTS	Staf						
STS	Fase profonda						
Classificazione WRB	Cambic Phaeozems (Clayic, Colluvic)						
Località tipica	Val di Varri (Pescorocchiano - RI)						
Paesaggio modale	Versanti dei rilievi calcarei Superfici a pendenza da forte a molto forte Suoli prevalentemente coperti da boschi di faggio e secondariamente da praterie pascolate						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Mod. ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Frequente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>II - s</b>						
Limitazione radicale	Compattazione in profondità						
Drenaggio esterno	Molto alto						
Rocciosità	Assente						
Estensione	54,25 kmq (0,3146%) - Num. UC: 23						
Numero osservazioni	5						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	45	FA	Abbondante	Neutra	Mod. bassa	Deb. calcareo	Moderata
Sub-superficiali	49	A	Abbondante	Neutra	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	53	A	Scarso	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	20	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Campo Staffi		Sottounità Staf 8					
UTS	Staf						
STS	Variante a pendenza da scoscesa a ripida						
Classificazione WRB	Haplic Phaeozems (Clayic, Pachic)						
Località tipica	Grotti (Borghorse - RI)						
Paesaggio modale	Versanti dei rilievi calcarei Superfici a pendenza da forte a scoscesa Suoli prevalentemente coperti da boschi di faggio e secondariamente da praterie pascolate.						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Abbondante						
Capacità d'uso dei suoli	<b>VII - e</b>						
Limitazione radicale	Frammenti grossolani						
Drenaggio esterno	Basso						
Rocciosità	Scars. roccioso						
Estensione	102,23 kmq (0,5929%) - Num. UC: 6						
Numero osservazioni	4						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	24	A	Abbondante	Deb. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Moderata
Sub-superficiali	43	A	Frequente	Neutra	Mod. bassa	Scars. calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	75	FLA	Assente	Mod. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	35	A	Abbondante	Deb. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile

Suoli Macchia di Sterpete		Sottounità Step 2					
UTS	Step						
STS	Fase moderatamente profonda						
Classificazione WRB	Haplic Luvisols (Cutanic, Loamic)						
Località tipica	Bosco Baccano (Canino - VT)						
Paesaggio modale	Superfici dei depositi di travertino Superfici a pendenza da moderata a forte Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli e secondariamente a copertura forestale						
Profondità utile	Mod. elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Frequente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>IV - s</b>						
Limitazione radicale	Nessuna limitazione o impedimento						
Drenaggio esterno	Trascurabile						
Rocciosità	Scars. roccioso						
Estensione	5,19 kmq (0,0301%) - Num. UC: 13						
Numero osservazioni	9						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	20	FL	Comune	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	65	FLA	Frequente	Neutra	Mod. bassa	Estrem. calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	25	FLA	n.d.	Deb. alcalina	Mod. bassa	Estrem. calcareo	n.d.

Suoli Sterpara		Sottunità Ster I					
UTS	Ster						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Eutric Cambisols (Humic, Loamic)						
Località tipica	Sterpara (Ferentino - FR)						
Paesaggio modale	Versanti dei depositi arenacei Superfici a pendenza da moderata a forte Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli e secondariamente a copertura forestale						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Scarsa						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s</b>						
Limitazione radicale	Compattazione						
Drenaggio esterno	Medio						
Rocciosità	Assente						
Estensione	32,5 kmq (0,1884%) - Num. UC: 17						
Numero osservazioni	8						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	10	F	Assente	Mod. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Moderata
Sub-superficiali	36	F	Scarso	Mod. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	30	F	Assente	Mod. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	35	FS	Assente	Mod. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile

Suoli Sterpeto		Sottunità Stet I					
UTS	Stet						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Haplic Vertisols (Calcaric, Mollic)						
Località tipica	Sterpeto (Tarquinia - VT)						
Paesaggio modale	Versanti dei depositi marini sabbiosi e ghiaioso sabbiosi Superfici da pianeggianti a moderatamente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Mod. ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Frequente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s</b>						
Limitazione radicale	Movimenti di contrazione-espansione						
Drenaggio esterno	Medio						
Rocciosità	Assente						
Estensione	130,08 kmq (0,7544%) - Num. UC: 20						
Numero osservazioni	5						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	38	AL	Comune	Deb. alcalina	Mod. bassa	Deb. calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	41	A	Scarso	Deb. alcalina	Mod. bassa	Scars. calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	38	A	Scarso	Mod. alcalina	Mod. bassa	Deb. calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)		A	Frequente	Deb. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	35	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Suio		Sottounità Suio I					
UTS	Suio						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Calcaric Endogleyic Phaeozems (Loamic)						
Località tipica	Suio (Castelforte - LT)						
Paesaggio modale	Fondivalle alluvionali Superfici da pianeggianti a moderatamente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Elevata						
Drenaggio interno	Piuttosto mal drenato						
Tipo di falda	Non confinata						
Pietrosità superficiale	Frequente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s w</b>						
Limitazione radicale	Fenomeni riduttivi da presenza falda						
Drenaggio esterno	Basso						
Rocciosità	Assente						
Estensione	77,65 kmq (0,4503%) - Num. UC: 39						
Numero osservazioni	3						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	33	F	Abbondante	Deb. alcalina	Mod. bassa	Molto calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	36	FA	Abbondante	Deb. alcalina	Mod. bassa	Molto calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	30	FSA	Assente	Mod. alcalina	Mod. bassa	Molto calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	93	FS	Frequente	Deb. alcalina	n.d.	Scars. calcareo	Trascurabile

Suoli Tecchiena		Sottounità Teci I					
UTS	Teci						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Eutric Regosols (Ochric, Clayic)						
Località tipica	Pofi (Pofi - FR)						
Paesaggio modale	Superfici dei prodotti piroclastici Superfici moderatamente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Mod. ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Scarsa						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s</b>						
Limitazione radicale	Orizzonte cementato discontinuo						
Drenaggio esterno	Medio						
Rocciosità	Assente						
Estensione	29,54 kmq (0,1713%) - Num. UC: 1						
Numero osservazioni	2						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	25	FA	Scarso	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	68	F	Assente	Deb. alcalina	Mod. bassa	Molto calcareo	Moderata
Geogenici (C, CB, BC)	120	AL	Assente	Deb. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Moderata

Suoli Valle Tegolaie		Sottunità Tego I					
UTS	Tego						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Endoskeletal Dystric Cambisols (Loamic)						
Località tipica	Valle Tegolaie (Ischia di Castro - VT)						
Paesaggio modale	Versanti delle rocce metamorfiche (filladi) Superfici a pendenza da forte a molto forte Suoli prevalentemente a copertura forestale						
Profondità utile	Elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Frequente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>VII - e</b>						
Limitazione radicale	Frammenti grossolani						
Drenaggio esterno	Alto						
Rocciosità	Roccioso						
Estensione	14,07 kmq (0,0816%) - Num. UC: 5						
Numero osservazioni	1						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	15	F	Frequente	Fortem. acida	Bassa	Non calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	35	F	Abbondante	Mod. acida	Bassa	Non calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	20	FS	Abbondante	Mod. acida	Bassa	Non calcareo	Trascurabile

Suoli Colle Vallarione		Sottunità Vala I					
UTS	Vala						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Haplic Calcisols (Loamic)						
Località tipica	C.Vallarione (Viterbo - VT)						
Paesaggio modale	Versanti dei depositi marini argilloso limosi Superfici a pendenza da moderata a forte Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Mod. elevata						
Drenaggio interno	Mod. ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Assente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s</b>						
Limitazione radicale	Compattazione in profondità						
Drenaggio esterno	Basso						
Rocciosità	Assente						
Estensione	130,36 kmq (0,756%) - Num. UC: 15						
Numero osservazioni	3						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	28	F	Scarso	Deb. alcalina	Mod. bassa	Molto calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	30	FLA	Assente	Mod. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	n.d.	FLA	Assente	Deb. acida	Mod. bassa	Molto calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Colle Vallarione		Sottounità Vala 3					
UTS	Vala						
STS	Fase piuttosto mal drenata						
Classificazione WRB	Haplic Calcisols (Stagnic, Loamic)						
Località tipica	Colle Orbo (Collevecchio - RI)						
Paesaggio modale	Versanti dei depositi marini argilloso limosi Superfici a pendenza da moderata a forte Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Elevata						
Drenaggio interno	Piuttosto mal drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Scarsa						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s w</b>						
Limitazione radicale	Compattazione o contatto <i>paralithic</i>						
Drenaggio esterno	Molto alto						
Rocciosità	Assente						
Estensione	30,08 kmq (0,1744%) - Num. UC: 16						
Numero osservazioni	3						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	37	FA	Scarso	Deb. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	44	FLA	Assente	Mod. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	60	AL	Assente	Mod. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	10	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Valle Prato		Sottounità Valp 2					
UTS	Valp						
STS	Fase moderatamente profonda e reazione da debolmente da acida a neutra						
Classificazione WRB	Epileptic Luvisols (Ochric, Cutanic, Loamic)						
Località tipica	Colle Orbo (Collevecchio - RI)						
Paesaggio modale	Versanti dei prodotti piroclastici consolidati Superfici a pendenza da moderata a forte Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Scarsa						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Scarsa						
Capacità d'uso dei suoli	<b>IV - s</b>						
Limitazione radicale	Compattazione o contatto <i>paralithic</i>						
Drenaggio esterno	Molto basso						
Rocciosità	Scars. roccioso						
Estensione	168,57 kmq (0,9776%) - Num. UC: 33						
Numero osservazioni	10						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	12	FA	Abbondante	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	27	FA	Abbondante	Deb. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	10	AL	Assente	Deb. acida	Mod. bassa	Fortem. calcareo	n.d.
Geogenici (C, CB, BC)	18	F	Assente	Neutra	Mod. bassa	Fortem. calcareo	n.d.
Geogenici (Cr, R, M, W)	30	n.d.	Assente	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Valle Prato		Sottunità Valp 3					
UTS	Valp						
STS	Fase profonda e reazione da debolmente acida a neutra						
Classificazione WRB	Chromic Haplic Luvisols (Cutanic, Loamic)						
Località tipica	Colonnelle (Gallicano nel Lazio - RM)						
Paesaggio modale	Versanti dei prodotti piroclastici consolidati Superfici da debolmente a moderatamente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli e secondariamente a copertura forestale						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Assente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>II - s</b>						
Limitazione radicale	Nessuna limitazione o impedimento						
Drenaggio esterno	Basso						
Rocciosità	Assente						
Estensione	51,43 kmq (0,2982%) - Num. UC: 13						
Numero osservazioni	8						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	22	FA	Scarso	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	40	FA	Scarso	Deb. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	40	AL	Scarso	Deb. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	40	FA	Assente	Deb. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile

Suoli Valle Prato		Sottunità Valp 5					
UTS	Valp						
STS	Fase moderatamente profonda e reazione acida						
Classificazione WRB	Luvic Umbrisols (Hyperdystric, Loamic)						
Località tipica	Valle Prato (Capranica - VT)						
Paesaggio modale	Versanti dei prodotti piroclastici consolidati Superfici moderatamente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Assente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s</b>						
Limitazione radicale	Compattazione in profondità						
Drenaggio esterno	Medio						
Rocciosità	Assente						
Estensione	129,75 kmq (0,7525%) - Num. UC: 25						
Numero osservazioni	5						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	18	FA	Scarso	Mod. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Forte
Sub-superficiali	31	FA	Frequente	Mod. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	20	FA	Abbondante	Mod. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	38	FA	Abbondante	Mod. acida	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Villangero		Sottounità Vila I					
UTS	Vila						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Skeletal Abrupt Luvisols (Humic, Hypereutric, Clayic)						
Località tipica	Amaseno (Amaseno - FR)						
Paesaggio modale	Versanti dei prodotti piroclastici consolidati Superfici a pendenza Depositi colluviali dei versanti calcarei Superfici a pendenza da rilevante a scoscesa Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli e secondariamente a copertura forestale moderata a forte Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Mod. elevata						
Drenaggio interno	Mod. ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Frequente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>VII - s</b>						
Limitazione radicale	contatto lithic fessurato						
Drenaggio esterno	Basso						
Rocciosità	Molto roccioso						
Estensione	269,27 kmq (1,5616%) - Num. UC: 24						
Numero osservazioni	6						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	17	A	Frequente	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Moderata
Sub-superficiali	34	A	Abbondante	Neutra	Mod. bassa	Deb. calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	40	A	Molto	Mod. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	55	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Villa Immagine		Sottounità Vili 2					
UTS	Vili						
STS	Fase a tessitura media						
Classificazione WRB	Calcaric Skeletic Fluvisols (Arenic)						
Località tipica	Faniene - Mandela (Mandela - RM)						
Paesaggio modale	Depositi limo-argillosi lacustri e/o palustri Superfici da debolmente a moderatamente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Elevata						
Drenaggio interno	Piuttosto ecc. drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Frequente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>IV - s</b>						
Limitazione radicale	Frammenti grossolani						
Drenaggio esterno	Trascurabile						
Rocciosità	Assente						
Estensione	21,12 kmq (0,1224%) - Num. UC: 18						
Numero osservazioni	5						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	21	FS	Abbondante	Deb. alcalina	Mod. bassa	Molto calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	50	FS	Abbondante	Mod. alcalina	Bassa	Mod. calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	55	FS	Frequente	Deb. alcalina	n.d.	Molto calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	15	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Vitozza		Sottunità Vito 1					
UTS	Vito						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Calcaric Epileptic Regosols (Loamic, Humic)						
Località tipica	Vitozza (Cittareale - RI)						
Paesaggio modale	Versanti dei rilievi calcareo marnosi e calcarei Superfici a pendenza da rilevante a scoscesa Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli e secondariamente a copertura forestale						
Profondità utile	Scarsa						
Drenaggio interno	Mod. ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Frequente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>IV - s e</b>						
Limitazione radicale	Contatto <i>lithic</i>						
Drenaggio esterno	Molto alto						
Rocciosità	Scars. roccioso						
Estensione	118,11 kmq (0,685%) - Num. UC: 27						
Numero osservazioni	4						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	12	FA	Abbondante	Deb. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Moderata
Sub-superficiali	35	FA	Frequente	Deb. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	80	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Geogenici (Cr, R, M, W)	65	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli Vitozza		Sottunità Vito 2					
UTS	Vito						
STS	Fase a tessitura moderatamente fine						
Classificazione WRB	Calcaric Regosols (Loamic)						
Località tipica	Cimata di Serre (Orvinio - RI)						
Paesaggio modale	Versanti dei rilievi calcareo marnosi e calcarei Superfici a pendenza da forte a molto forte Suoli prevalentemente a copertura forestale						
Profondità utile	Scarsa						
Drenaggio interno	Mod. ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Frequente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>IV - s e</b>						
Limitazione radicale	Compattazione o contatto <i>paralithic</i>						
Drenaggio esterno	Alto						
Rocciosità	Scars. roccioso						
Estensione	158 kmq (0,9163%) - Num. UC: 13						
Numero osservazioni	3						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	18	F	Scarso	Deb. alcalina	Mod. bassa	Fortem. calcareo	Moderata
Sub-superficiali	22	F	Scarso	Mod. alcalina	Mod. bassa	Molto calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	35	FA	Comune	Deb. alcalina	Mod. bassa	Molto calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	64	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli La Volla		Sottounità Vola I					
UTS	Vola						
STS	Fase tipica						
Classificazione WRB	Chromic Abruptic Luvisols ( <i>Hypereutric, Cutanic, Clayic</i> )						
Località tipica	La Volla (Aquino - FR)						
Paesaggio modale	Superfici dei depositi di travertino Superfici da pianeggianti a moderatamente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Molto elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Frequente						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s</b>						
Limitazione radicale	Contatto <i>lithic</i> fessurato						
Drenaggio esterno	Basso						
Rocciosità	Assente						
Estensione	27,33 kmq (0,1585%) - Num. UC: 17						
Numero osservazioni	3						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	40	AL	Assente	Neutra	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Sub-superficiali	43	A	Assente	Deb. alcalina	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Profondi (> 100 cm)	50	A	Assente	Deb. alcalina	Mod. bassa	Non calcareo	Trascurabile
Geogenici (Cr, R, M, W)	30	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Suoli La Volla		Sottounità Vola 3					
UTS	Vola						
STS	Variante "calcica"						
Classificazione WRB	Endopetric Calcisols ( <i>Ochric, Epihypercalcic, Loamic</i> )						
Località tipica	Cicchillitto (Arpino - FR)						
Paesaggio modale	Superfici dei depositi di travertino Superfici da debolmente a moderatamente pendenti Suoli prevalentemente destinati ad usi agricoli						
Profondità utile	Elevata						
Drenaggio interno	Ben drenato						
Tipo di falda	Assente						
Pietrosità superficiale	Scarsa						
Capacità d'uso dei suoli	<b>III - s</b>						
Limitazione radicale	Contatto <i>lithic</i>						
Drenaggio esterno	Basso						
Rocciosità	Assente						
Estensione	58,73 kmq (0,3406%) - Num. UC: 8						
Numero osservazioni	1						
Tipo orizzonte	Spessore (cm)	Tessitura	Scheletro	Reazione pH	CSC	Calcare tot.	Salinità
Epipedon	27	FL	Scarso	Deb. alcalina	Mod. bassa	Molto calcareo	Moderata
Sub-superficiali	63	FS	Assente	Deb. alcalina	Bassa	Mod. calcareo	Trascurabile
Geogenici (C, CB, BC)	n.d.	n.d.	Assente	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

# *Capitolo 13*

## **LA CAPACITÀ D'USO DEI SUOLI**



## La capacità d'uso dei suoli

Massimo Paolanti, Rosario Napoli

La valutazione dei suoli e delle terre, traduzione dell'espressione anglosassone *Land Evaluation*, consiste in una valutazione del territorio a scopi generali o specifici. La pedologia è la scienza che ne ha elaborato i concetti e lo sviluppo, producendo cartografie e banche dati e rendendo possibile la comprensione e l'applicazione dell'informazione pedologica anche ai non specialisti. Una elaborazione specifica è la valutazione della Capacità d'Uso dei Suoli, che ci permette di classificare il territorio in ampi sistemi agro-silvo-pastorali e non in base a specifiche pratiche colturali. Il riferimento originario è la "*Land Capability Classification*" (Klingebiel e Montgomery, 1961; Costantini, 2006).

Il concetto guida della *Land Capability* non si riferisce unicamente alle proprietà fisico chimiche del suolo, che concorrono a determinare la sua attitudine più o meno ampia alla produzione di particolari colture, ma anche alle caratteristiche dell'ambiente in cui il suolo è inserito. I suoli sono raggruppati in base alla loro capacità di sostenere produzioni agricole, foraggiere o legname senza degradarsi, ossia conservando il loro livello di qualità.

I principi ispiratori di questa classificazione sono i seguenti (Costantini, 2006):

- la valutazione si riferisce al complesso di colture praticabili nel territorio in questione e non a una coltura in particolare;
- sono escluse le valutazioni dei fattori socio-economici;
- al concetto di limitazione è legato quello di flessibilità colturale, nel senso che all'aumentare del grado di limitazione corrisponde una diminuzione nella gamma dei possibili usi agro-silvo-pastorali;
- le limitazioni prese in considerazione sono quelle permanenti e non quelle temporanee, che possono essere risolte da appropriati interventi di miglioramento (drenaggi, concimazioni, ecc.);
- nel termine "difficoltà di gestione" sono comprese tutte quelle pratiche conservative e sistematorie necessarie affinché l'uso non determini perdita di fertilità o degradazione del suolo;

- la valutazione considera un livello di conduzione gestionale medio-alto, ma allo stesso tempo accessibile alla maggioranza degli operatori agricoli.

Questo significa che la limitazione costituita dalla scarsa produttività di un territorio, legata a precisi parametri di fertilità chimica del suolo (pH, sostanza organica, salinità, saturazione in basi), viene messa in relazione con le caratteristiche del paesaggio fisico (morfologia, clima, vegetazione, etc.), il che fa assumere alla stessa limitazione un grado di intensità differente a seconda che tali requisiti siano permanentemente sfavorevoli o meno (p.es. per pendenza, rocciosità, aridità, etc.).

### 13.1 Metodologia

La metodologia messa a punto inizialmente negli Stati Uniti è sostanzialmente la stessa seguita in Italia, anche se con modifiche ed adattamenti, necessari per rispondere alle diverse caratteristiche dei territori, legate anche all'evoluzione della conoscenza pedologica gestita attualmente attraverso banche dati.

La *Land Capability Classification* individua otto classi principali con diverse sottoclassi che possono essere introdotte liberamente in base al tipo e alla gravità delle limitazioni (Tabella 13.1). Le prime quattro classi indicano suoli adatti all'attività agricola, pur presentando limitazioni crescenti, mentre nelle classi dalla V alla VII sono inclusi i suoli inadatti a tale attività, ma dove è ancora possibile praticare la selvicoltura e la pastorizia. I suoli della classe VIII possono essere destinati unicamente a fini ricreativi e conservativi.

Il sistema si basa sull'individuazione delle limitazioni d'uso: sono queste, infatti, a determinare la classe di capacità (Tabella 13.2). È importante anche notare come questa analisi non tenga conto di altri fattori importanti per una valutazione ai fini agricoli delle potenzialità del territorio, quali la dimensione aziendale o la sua disposizione in più corpi od altre considerazioni socio economiche del territorio. Quindi di fatto non sono fornite valutazioni sull'effettiva possibilità di realizzare l'attività economica dell'impresa agricola.

La Carta della Capacità d'Uso dei Suoli identifica di fatto suoli con livelli crescenti di limitazioni per le utilizzazioni agricole, e quindi individua quei suoli po-

Tab. 13.1 - Classi di capacità d'uso dei suoli

<b>Suoli adatti all'agricoltura</b>	
<b>I classe</b>	Suoli con scarse o nulle limitazioni, idonei ad ospitare una vasta gamma di colture. Si tratta di suoli piani o in leggero pendio, con limitati rischi erosivi, profondi, ben drenati, facilmente lavorabili. Sono molto produttivi e adatti a coltivazioni intensive.
<b>II classe</b>	Suoli con alcune lievi limitazioni, che riducono l'ambito di scelta delle colture o richiedono modesti interventi di conservazione. Le limitazioni possono essere di vario tipo
<b>III classe</b>	Suoli con limitazioni sensibili, che riducono la scelta delle colture impiegabili, del periodo di semina e di raccolta e delle lavorazioni del suolo, o richiedono speciali pratiche di conservazione.
<b>IV classe</b>	Suoli con limitazioni molto forti, che riducono la scelta delle colture impiegabili, del periodo di semina e di raccolta e delle lavorazioni del suolo, o richiedono speciali pratiche di conservazione.
<b>Suoli adatti al pascolo ed alla forestazione</b>	
<b>V classe</b>	Suoli con rischio erosivo limitato o nullo, ma con altri vincoli che, impedendo la lavorazione del terreno, ne limitano l'uso. Si tratta di suoli pianeggianti o quasi.
<b>VI classe</b>	Suoli con limitazioni molto forti, adatti solo al pascolo e al bosco che rispondono positivamente agli interventi di miglioramento del pascolo. Hanno limitazioni permanenti e in gran parte ineliminabili.
<b>VII classe</b>	Suoli con limitazioni molto forti, adatti solo al pascolo e al bosco che non rispondono positivamente agli interventi di miglioramento del pascolo. Hanno limitazioni permanenti e in gran parte ineliminabili.
<b>Suoli adatti al mantenimento dell'ambiente naturale</b>	
<b>VIII classe</b>	Suoli con limitazioni talmente forti da precluderne l'uso per fini produttivi e da limitarne l'utilizzo alla protezione ambientale e paesaggistica, a fini ricreativi, alla difesa dei bacini imbriferi. Le limitazioni sono ineliminabili.

tenzialmente più idonei anche a nuovi scenari agricoli, o quanto meno capaci di sostenerli.

Si tratta quindi di una cartografia di supporto per una gestione sostenibile delle risorse, anche in ragione della responsabilità verso le prossime generazioni. In tal senso si avverte la necessità di conservare suoli "ad elevata flessibilità culturale" che siano adattabili a diversi usi agricoli, anche diversi dagli attuali.

In Italia questa carta è stata via via sempre più utilizzata per la programmazione e pianificazione territoriale, ovvero a scale di riferimento più vaste di quella aziendale. Numerose sono state le realizzazioni, a partire dalla carta della potenzialità dei suoli d'Italia di Mancini e Ronchetti (1968), fino alle diverse applicazioni regionali: Regione Lombardia (2000), Calabria, Piemonte (2010), Toscana (Gardin et al., 2014). Numerose anche le carte a scala di maggior dettaglio quali ad esempio quelle prodotte in Toscana (Costantini, 1987), Regione Campania (2004), Lombardia (2010) ed Emilia-Romagna (2010).

A partire dalle analisi delle esperienze regionali e dei contributi e linee guida frutto delle attività di ricerca, il CREA-AA ha elaborato le tabelle di valutazione che sono poi state utilizzate per elaborare la Carta della Capacità d'Uso dei Suoli del Lazio.

La capacità d'uso dei suoli viene stimata in classi mettendo a confronto in una matrice di correlazione (*Matching Table*, Tabella 13.2) una serie di caratteri e qualità funzionali del suolo. Le classi si dividono in due gruppi, suoli arabili (da I a IV) e suoli non arabili (da V a VIII); la capacità d'uso fornisce un primo inquadramento generale delle principali caratteristiche, favorevoli o sfavorevoli, per un corretto sfruttamento e gestione ai fini agroforestali.

Per maggiore chiarezza, specifichiamo che nel presente testo si intende come orizzonte superficiale lo strato di suolo che condiziona le lavorazioni e la transitabilità. Nei suoli arabili l'orizzonte superficiale corrisponde alla profondità dell'orizzonte interessato dalla lavorazione principale (p.es. aratura). Lo stesso concetto di orizzonte superficiale viene utilizzato in riferimento sia alla meccanizzazione che alla fertilità chimica; nel nostro caso corrisponde allo strato con maggiore sviluppo delle radici fini della specie di interesse. Nel caso di una coltura arborea inerbita, però, lo spessore interessato dalle radici annuali della specie arborea può essere diverso da quello della copertura erbacea: in questo caso andrebbe considerato anche il secondo orizzonte.

Tab. 13.2 - Stima delle classi di capacità d'uso dei suoli

## CLASSI DI CAPACITÀ D'USO DEI SUOLI

PROPRIETÀ	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Profondità utile per le radici (cm)	>100 (elevata e molto elevata)	>100 (elevata e molto elevata)	50-100 (moder. elevata)	25-49 (scarsa)			10-24 (molto scarsa)	<10 (molto scarsa)
Tessitura USDA orizzonte superficiale	S, SF, FS, F, FA	L, FL, FAS, FAL, AS, A	AL	-	-	-	-	-
Scheletro orizzonte superficiale (%)	<5 (assente o scarso)	5-15 (comune)	16-35 (frequente)	36-70 (abbondante)	>70 (molto abbondante)	-	-	-
Pietrosità superficiale media e grande (%)	<0,3 (assente o molto scarsa)	0,3-1 (scarsa)	1,1-3 (comune)	3,1-15 (frequente)	16-50 (abbondante)	16-50 (abbondante)	16-50 (abbondante)	>50 (molto abbondante - affioramento di pietre)
Roccosità (%)	0 (assente)	0 (assente)	<2 (scarsamente roccioso)	2-10 (roccioso)	11-25 (molto roccioso)	11-25 (molto roccioso)	26-50 (estrem. roccioso)	>50 (estrem. roccioso)
Fertilità chimica orizzonte superficiale	buona	parzialmente buona	moderata	bassa	da buona a bassa	da buona a bassa	molto bassa	qualsiasi
Salinità orizzonte superficiale (mS/cm)	<2	2-4	4,1-8	>8	-	-	-	-
Salinità orizzonte sotto superficiale (<1 m) (mS/cm)	<2	2-4	4,1-8	>8	-	-	-	-
Drenaggio interno	ben drenato	moder. ben drenato; talvolta excess. drenato	piuttosto mal drenato	mal drenato, excess. drenato	molto mal drenato	-	-	-
Rischio di inondazione	assente	raro, <=2gg	raro, da 3 a 7 gg; occasionale, <=2gg	occasionale, >2gg	frequente e/o golene aperte	-	-	-
Pendenza (%)	<5 (pianeggiante)	6-13 (debole)	14-20 (moderata)	>21 (forte o maggiore)	<5 (pianeggiante)	<60 (scosceso o minore)	>60 (molto scosceso)	-
Erosione idrica superficiale	assente	diffusa moderata	diffusa forte o incanalata moderata	incanalata forte	-	-	-	-
Erosione di massa (% di superficie interessata)	assente	0,1-4,9	0,1-4,9	5-10	assente	11-25	>25	-
Interferenza climatica	assente	lieve	moderata	da nessuna a moderata	da nessuna a moderata	forte	molto forte	-

Nei suoli forestali l'orizzonte superficiale fa riferimento ai primi orizzonti minerali, fino alla profondità corrispondente a quella di una ipotetica lavorazione principale.

Si intende invece come orizzonte sottosuperficiale lo strato di suolo sottostante l'orizzonte superficiale, dove hanno maggiore sviluppo le radici perennanti delle specie pluriennali. Il suo limite inferiore è in molti suoli minore di un metro di profondità e può essere composto da più orizzonti del profilo. Le proprietà considerate sono:

- **Profondità utile per le radici:** spessore di suolo fino al raggiungimento di un orizzonte limitante o impedente allo sviluppo radicale
- **Tessitura:** classi tessiturali adottate dal NSSC (*National Soil Survey Center*) del NRCS-USDA
- **Scheletro** (o frammenti grossolani): frammenti litoidi superiori a 2 mm di diametro (espresso come percentuale sul volume di suolo)
- **Pietrosità superficiale:** pietre o altri materiali, di dimensioni >2 mm presenti sulla superficie del suolo e non ricadenti nella casistica compresa nella rocciosità (espressa come percentuale sul volume di suolo)

- **Roccosità:** materiale con diametro >500 mm, non rimuovibile con le normali lavorazioni (espressa come percentuale sul volume di suolo)
- **Fertilità chimica:** vedi Tabella 13.3
- **Salinità:** concentrazione dei sali solubili, riferiti ai maggiori soluti inorganici disciolti
- **Drenaggio interno:** indica una qualità del suolo relazionata alla frequenza e alla durata dei periodi durante i quali il suolo non è saturo o è parzialmente saturo di acqua
- **Rischio di inondazione:** temporanea ricopertura della superficie del suolo da parte d'acqua fluitata da ogni tipo di sorgente
- **Pendenza:** inclinazione della superficie
- **Erosione:** processo di asporto del suolo a causa dell'acqua superficiale o di movimenti di massa
- **Interferenza climatica:** vedi Tabella 13.4

L'interferenza climatica è un fattore che va stabilito in funzione della natura del mesoclima locale, p.es. suoli in quota o con esposizione sfavorevole, suoli di fondovalle con frequenti gelate e nebbie persistenti.

Tab. 13.3 - Caratteri funzionali della fertilità chimica dell'orizzonte superficiale

Descrizione	Classe	pH	TSB		CaCO <sub>3</sub> totale		CSC	ESP		
Buona	I	≥6,6 e ≤8,4	e	≥ 50	e	≤40%	e	≥10	e	<8
Parzialmente buona	II	≥5,6 e <6,6	o	≥ 35 e <50	o	>40%	o	≥5 e <10	e	<8
Moderata	III	≥4,5 e <5,6 o > 8,4	o	<35	o	qualsiasi	o	<5	o	≥8 e <15
Bassa	IV	<4,5	e	qualsiasi	e	qualsiasi	e	qualsiasi	o	≥8 e ≤15
Molto Bassa	V	qualsiasi	e	qualsiasi	e	qualsiasi	e	qualsiasi	e	>15

Tab. 13.4 - Grado di interferenza per deficit idrico

Grado di interferenza	Regime di umidità	Classe di AWC (acqua disponibile del suolo)
Molto forte	XERICO	Molto bassa
Forte	XERICO	Bassa
	USTICO	Molto bassa
Moderata	XERICO	da Moderata a Elevata e Molto elevata
	USTICO	da Bassa a Moderata
	UDICO	da Molto bassa a Bassa
Assente o lieve	USTICO	Elevata e Molto elevata
	UDICO	da Moderata a Elevata e Molto elevata

### 13.2 Sottoclassi di capacità d'uso

All'interno di ciascuna classe di capacità d'uso è possibile raggruppare i suoli per tipo di limitazione all'uso agricolo e forestale. Utilizzando una o più lettere minuscole, apposte dopo il numero romano che indica la classe, è immediatamente chiaro all'utilizzatore se la limitazione, la cui intensità ha determinato la classe di appartenenza, è dovuta a proprietà del suolo (s), a eccesso idrico (w), a rischio di erosione (e) o ad aspetti climatici (c).

Le proprietà dei suoli e delle terre adottate per valutarne la sottoclasse di capacità d'uso sono così raggruppate:

- S** limitazioni dovute al suolo  
 profondità utile per le radici  
 tessitura  
 scheletro  
 pietrosità superficiale  
 rocciosità  
 fertilità chimica dell'orizzonte superficiale  
 salinità

- W** limitazioni dovute all'eccesso o a difetto idrico  
 drenaggio interno (eccessivo o basso/impedito)  
 rischio di inondazione
- e** limitazioni dovute al rischio di erosione e di ribaltamento delle macchine agricole  
 pendenza  
 erosione idrica superficiale  
 erosione di massa
- C** limitazioni dovute al clima  
 interferenza climatica

La classe I non ha sottoclassi perché i suoli ad essa appartenenti presentano poche limitazioni e di debole intensità. La classe V può presentare solo le sottoclassi indicate con la lettera s, w, e c perché i suoli di questa classe non sono soggetti all'erosione o lo sono pochissimo, ma hanno altre limitazioni che ne riducono l'uso principalmente al pascolo, alla produzione di foraggi, alla selvicoltura e al mantenimento dell'ambiente.

### 13.3 Unità di capacità d'uso

L'identificativo delle Unità di capacità d'uso (Tabella 13.5) consente di individuare i suoli che, pur con caratteristiche diverse a livello tassonomico, sono simili come potenzialità d'uso agricolo e forestale, e presentano analoghe problematiche di gestione e conservazione della risorsa. Con un numero arabo apposto dopo la lettera minuscola (es.: s1) si individuano suoli che presentano una analoga limitazione. Ciò consente di individuare suoli simili in termini di comportamento. Le unità di capacità d'uso vengono attribuite secondo il seguente schema:

Tab. 13.5 - Classi di Unità di capacità d'uso

Unità	Limitazione
1	profondità utile per le radici
2	tessitura orizzonte superficiale
3	scheletro orizzonte superficiale
4	pietrosità superficiale
5	rocciosità
6	fertilità chimica orizzonte superficiale
7	salinità
8	drenaggio interno
9	rischio di inondazione
10	pendenza
11	erosione idrica superficiale
12	erosione di massa
13	interferenza climatica

### 13.4 La capacità d'uso dei suoli nel Lazio

La Carta della Capacità d'Uso dei Suoli del Lazio alla scala 1:250.000 descrive la distribuzione geografica di questa valutazione indicando la classe principale e, se significativa, la classe secondaria.

Il catalogo dei suoli del Lazio (vedi capitolo 12) definisce per ogni Sottounità Tipologica di Suolo la classe e la sottoclasse di capacità d'uso dei suoli (Tabella 13.6).

Per l'elaborazione cartografica il procedimento utilizzato è stato quello di definire le classi di capacità d'uso, tenendo conto del sottosistema di suolo e delle relative tipologie di suolo, integrando con altre informazioni derivanti da altri strati geografici, il modello digitale del terreno, la copertura e l'uso del suolo (*land cover*) e le condizioni pedoclimatiche. È stato così possibile cogliere la variabilità intrinseca nei vari poligoni della stessa unità cartografica. Per ogni poligono sono state indicate le due classi principali secondo l'ordine gerarchico di rappresentatività geografica. Nella cartografia sono indicate una classe principale ed una classe secondaria (es. II-III). Nei casi in cui la classe principale copra oltre il 75% della superficie del poligono, viene indicata solo la principale. (Tabella 13.7).

Tab. 13.6 - Sottounità Tipologiche di Suolo e sottoclassi di capacità d'uso dei suoli

Classe	Unità	Sottoclasse	Sottounità
I	7	I	7
II	75	II s e w	1
		II e	1
		II s	34
		II s e	10
		II s w	25
		II w	2
III	181	III s w	1
		III e	5
		III e s	1
		III e w	1
		III s	121
		III s e	13
		III s e w	2
		III s w	31
		III w	6
IV	122	IV e	15
		IV s	62
		IV s e	34
		IV s w	7
		IV w	4
V	2	V s	2
VI	24	VI e	3
		VI s	18
		VI s e	3
VII	37	VII c	4
		VII e	8
		VII s	21
		VII s e	4
VIII	4	VIII e	1
		VIII s	3

Tab. 13.7 - Le unità cartografiche individuate nella Carta della Capacità d'Uso dei Suoli

Unità Cartografiche (Classi capacità d'uso)	Copertura territorio regionale (%)	Numero Poligoni	Classe principale	Copertura Classe principale (%)	Classe secondaria	Copertura classe secondaria (%)
I.III	0,03%	2	I	25-50	III	25-50
II	9,8%	63	II	>75		
II.I	0,2%	3	II	25-50	I	25-50
II.III	7,9%	69	II	50 -75	III	25-50
II.IV	3,0%	40	II	50 -75	IV	25-50
III	9,8%	119	III	>75		
III.I	0,0%	1	III	50 -75	I	25-50
III.II	7,2%	63	III	50 -75	II	25-50
III.IV	7,3%	85	III	50 -75	IV	25-50
III.VI	0,7%	14	III	50 -75	VI	10-25
III.VII	0,1%	5	III	50 -75	VII	10-25
IV	4,4%	59	IV	>75		
IV.II	2,3%	34	IV	25-50	II	25-50
IV.III	7,2%	83	IV	50 -75	III	25-50
IV.VI	2,4%	51	IV	50 -75	VI	25-50
IV.VII	1,3%	20	IV	25-50	VII	25-50
V.III	0,01%	1	V	25-50	III	25-50
VI	2,9%	66	VI	>75		
VI.II	0,1%	3	VI	50 -75	II	10-25
VI.III	0,6%	22	VI	25-50	III	25-50
VI.IV	5,2%	52	VI	50 -75	IV	25-50
VI.VII	9,6%	41	VI	50 -75	VII	25-50
VI.VIII	0,2%	2	VI	25-50	VIII	25-50
VII	2,0%	39	VII	>75		
VII.III	0,3%	14	VII	25-50	III	10-25
VII.IV	0,5%	19	VII	25-50	IV	25-50
VII.VI	7,4%	46	VII	50 -75	VI	25-50
VIII.VI	0,3%	6	VIII	25-50	VI	25-50
VIII.VII	0,1%	3	VIII	50 -75	VII	25-50
Altre aree	7,3%	264				

Con la dicitura "altre aree" si indicano aree prive di copertura pedologica o non indagate alla scala regionale in ragione della tipologia di suoli e del dettaglio del loro modello di distribuzione. Vi sono compresi i territori modellati artificialmente (zone residenziali, zone industriali, commerciali e reti di comunicazione, aree estrattive, discariche e cantieri, aree verdi artificiali non agricole, aree prive di suolo (spiagge, dune e distese di sabbia e di ciottoli di ambienti litorali e continentali, compresi i letti sassosi dei corsi d'acqua a regime torrentizio, rocce nude, falesie, rupi affioramenti) e i corpi d'acqua.

Per quanto riguarda la copertura territoriale delle singole classi, il Lazio è caratterizzato dal 64% di suoli dalla prima alla quarta classe, e il 28,5 % dalla quinta alla settima classe. La classe prevalente è la terza; oltre il 19% del territorio è coperto dai suoli di seconda classe, mentre i suoli di prima classe sono poco rappresentati; bisogna però considerare che quest'ultimi risultano essere generalmente sottostimati in questo tipo di indagini di area vasta, in ragione del dettaglio cartografico.

Tab. 13.8 - Distribuzione delle classi di capacità d'uso a livello regionale

Classi	Copertura (%)
I	0,3%
II	19,1%
III	23,9%
IV	20,7%
V	0,1%
VI	16,7%
VII	11,7%
VIII	0,3%

È importante a questo punto soffermarsi sul consumo di suolo, ovvero la variazione da una copertura non artificiale a una copertura artificiale del suolo: lo specifico monitoraggio annuale del fenomeno condotto da ISPRA (2017) riporta per il Lazio una superficie consumata complessiva pari all'8,3% del territorio.

Questo tipo di rilevazione identifica le superfici "consumate" su base di cella con passo 10 metri mentre nella cartografia dei suoli regionale la categoria "altre aree" è stata identificata sulla base della Carta dell'Uso del Suolo della regione Lazio.

Il consumo di suolo riguarda principalmente i suoli di prima e seconda classe, e sottrae in maniera irreversibile una fondamentale e non rinnovabile risorsa naturale che fornisce servizi ecosistemici essenziali.

Tab. 13.9 - Consumo di suolo riferito al 2016 (ISPRA, 2017)

Provincia	Tot (%)	Tot (km2)	Incremento 2015-2016 (%)	Incremento 2015-2016 (ha)
Frosinone	7	226	0,23	51
Latina	10,3	231	0,15	35
Rieti	3,4	92	0,21	19
Roma	13,4	718	0,2	144
Viterbo	4,6	167	0,8	133
Regione	8,3	1.435	0,27	383

Nel Lazio la Legge Regionale del 22 Dicembre 1999, n. 38 "Norme sul governo del territorio" prevede all'Art. 37, tra l'altro, la relazione agro-pedologica come base per il Piano Urbanistico Comunale Generale e la D.G.R. 18/5/99 n. 2649 con le "linee guida e documentazione per l'indagine geologica e per l'indagine vegetazionale", obbliga i Comuni a "produrre uno studio agropedologico finalizzato alla predisposizione di una carta della classificazione agronomica dei terreni al fine di valutarne le potenzialità agricole ed il grado di limitazione d'uso, analoga alla capacità d'uso dei suoli. Nel 2017 con L.R. n. 7 del 18/7/2017 è stato riformulato l'art. 52 della L.R. 38/1999 con l'introduzione dello strumento del Piano Agricolo Regionale (PAR) finalizzato a disciplinare le zone omogenee E (agricole) attraverso una effettiva pianificazione settoriale e concertata, elaborato a partire da tutte le informazioni territoriali significative per la definizione, in estrema sintesi:

- delle aree a vocazione agricola prevalente, "ambiti rurali", e loro caratteristiche tecnico-economiche e produttive;
- delle principali linee di sviluppo delle attività rurali alle quali le programmazioni di settore dovranno conformarsi;
- delle linee programmatiche generali per la ricomposizione fondiaria;
- della dimensione del lotto minimo e dell'unità minima aziendale per "ambito rurale".

La pianificazione prevista dal PAR rappresenterà la base conoscitiva di riferimento per la pianificazione urbanistica della Regione.

Il primo atto di indirizzo per la redazione del PAR deliberato dalla Giunta Regionale (D.G.R. n. 594 del 02/08/2019) richiama espressamente la banca dati dei suoli del Lazio e la carta pedologica, tra la documentazione conoscitiva da collazionare per la formulazione della proposta di Piano Agricolo Regionale da parte dell'ARSIAL.

Tuttavia, sebbene la cartografia richiesta nella normativa urbanistica a livello comunale è prevista ad

una scala di dettaglio (1:10.000 - 1:2.000), la Carta dei Suoli del Lazio e la Carta della Capacità d'Uso sono prodotte alla scala 1:250.000, pertanto la loro utilizzazione deve essere effettuata tenendo conto del limite informativo geografico che deriva dalla scala di rappresentazione. Ciò nonostante, potranno essere effettuate analisi mirate a partire dalla banca dati dei suoli del Lazio (DBMS Lazio) già descritta nel capitolo 10, al fine di approfondire le analisi ad un dettaglio maggiore ove possibile. E' evidente che per il passaggio di scala richiesto rimangono comunque necessarie attività di interpretazione dei pedopaesaggi ed ulteriori attività di rilievo in campo, ma sarà

possibile fare riferimento: al catalogo dei suoli, dove le varie tipologie di suolo (STS) sono descritte a livello di classe e sottoclasse di capacità d'uso dei suoli; ed alla cartografia pedologica regionale, per conoscere il modello di distribuzione dei suoli e dei paesaggi.

In ogni caso, è opportuno ribadirlo, anche se in presenza del loro dettaglio le cartografie prodotte non possono essere utilizzate per derivarne direttamente il dato richiesto nella pianificazione urbanistica comunale, il lavoro svolto costituisce altresì lo strumento di riferimento per l'inquadramento di area vasta necessario per il PAR.



Fig 13. I - Esempi di suolo di prima classe: Pantano, fase profonda a tessitura moderatamente fine (Pant 4)

#### 13.4.1 I suoli di prima classe

Sono suoli poco diffusi, o comunque la scala 1:250.000 del rilevamento regionale è una scala poco adatta a coglierne la distribuzione geografica.

Sono suoli che hanno scarse o nulle limitazioni, e sono idonei ad ospitare una vasta gamma di colture. Si tratta di suoli piani o in leggero pendio, con limitato rischio di erosione, profondi, ben drenati, facilmente lavorabili. Sono molto produttivi e adatti a



Fig 13.2 - Esempi di suolo di prima classe: Pantano, fase profonda a tessitura moderatamente fine (Pant 4).

coltivazioni intensive. Possono ospitare ovviamente coperture boschive o habitat naturali.

Esempio di suoli di prima classe sono: la variante luvica dei suoli Olivastro (Oliv 2) e la fase profonda a tessitura moderatamente fine dei suoli Pantano (Pant 4). La variante luvica dei suoli Olivastro (Oliv 2, Figura 13.1) è costituita da suoli a profondità utile molto elevata. Ben drenati, con tessitura franco argillosa e frammenti grossolani: assenti. Sono suoli non calcarei con reazione: neutra in superficie e debolmente acida negli orizzonti sottostanti. Sono classificati come *Luvic Phaeozems* (IUSS WRB, 2015). Questi suoli sono diffusi sui terrazzi costieri dei depositi calcarenitici. Sono superfici da pianeggianti a moderatamente pendenti. Una località tipica è Olivastro (Tarquinia, VT). La fase profonda a tessitura moderatamente fine dei suoli Pantano (Pant 4, Figura 13.2) è costituita da suoli a profondità utile molto elevata. Moderatamente ben drenati a tessitura argilloso limosa in superficie, franco argillosa negli orizzonti sottostanti. I frammenti grossolani sono scarsi. Debolmente calcarei in superficie, non calcarei negli orizzonti sottostanti. Reazione debolmente alcalina in superficie, neutra negli orizzonti sottostanti. Sono classificati come *Calcic Cambic Fluvic Phaeozems* (IUSS WRB, 2015). Questi suoli sono diffusi sulle superfici da debolmente a moderatamente pendenti terrazzate dei depositi di travertino. Una località tipica è Pantano (Guidonia Montecelio, RM).

#### 13.4.2 I suoli di seconda classe

Sono suoli molto diffusi e riguardano oltre il 19% del territorio regionale. I suoli di II classe sono in generale molto adatti alla coltivazione, anche se con poche lievi limitazioni, che riducono la scelta colturale o richiedono alcune pratiche di conservazione e gestione per prevenirne il deterioramento o per migliorare la relazione con aria e acqua quando il suolo è coltivato. I suoli possono essere utilizzati per colture agrarie, pascolo, praterie, boschi, riparo e nutrimento per la fauna selvatica. Le limitazioni dei suoli di II classe includono, singolarmente ma più spesso in combinazione, numerosi fattori quali gli effetti di debole pendenza, la moderata suscettività a erosione idrica o eolica, la salinità o la sodicità da lieve a moderata (facilmente correggibile), le occasionali inondazioni dannose, il drenaggio non perfetto, la fertilità chimica solo parzialmente buona e spesso condizionata da un pH non ottimale, le leggere limitazioni climatiche all'uso ed alla gestione del suolo. Esempio di suoli di seconda classe sono la fase tipica dei suoli Aprilia (Apri 1) e dei suoli Ciambuschetto (Ciam 1).

La fase tipica dei suoli Aprilia (Apri 1, Figura 13.3), è costituita da suoli a profondità utile molto elevata. Moderatamente ben drenati a tessitura argillosa in superficie e franco argillosa negli orizzonti sottostanti. I frammenti grossolani sono assenti in super-



Fig 13.3 - Esempi di suolo di seconda classe: Aprilia, fase tipica (Apri I)



Fig 13.4 - Esempi di suolo di seconda classe: Ciambuschetto, fase tipica (Ciam I)

ficie e scarsi negli orizzonti sottostanti. Sono non calcarei con reazione debolmente acida in superficie, neutra negli orizzonti sottostanti. Sono classificati come *Cambic Phaeozems* (IUSS WRB, 2015). Questi suoli sono diffusi sui depositi alluvionali pianeggianti della Pianura Pontina. Una località tipica è Aprilia (Aprilia, LT).

La fase tipica dei suoli Ciambuschetto (Ciam I, Figura 13.4), è costituita da suoli a profondità utile

molto elevata. Ben drenati a tessitura franco argillosa, con frammenti grossolani scarsi in superficie, assenti negli orizzonti sottostanti. Sono scarsamente calcarei in superficie, non calcarei negli orizzonti sottostanti e a reazione debolmente alcalina. Sono classificati come *Haplic Luvisols* (IUSS WRB, 2015). Questi suoli sono diffusi sulle superfici moderatamente pendenti dei terrazzi costieri su depositi di travertino. Una località tipica è Ciambuschetto (Tarquinia, VT).

### 13.4.3 I suoli di terza classe

Sono suoli molto diffusi e riguardano quasi il 24% del territorio regionale. I suoli di III classe sono idonei alla coltivazione, ma con limitazioni intense, tali da ridurre la scelta delle colture o da richiedere speciali pratiche conservative. I suoli in III classe hanno più restrizioni di quelli in II classe e quando sono utilizzati per specie coltivate le pratiche di conservazione sono abitualmente più difficili da applicare e da mantenere. Le limitazioni dei suoli in III classe riducono i quantitativi di prodotto, il periodo di semina, lavorazione e raccolta, la scelta delle colture o una combinazione di queste. Le limitazioni possono risultare dagli effetti di uno o più dei seguenti elementi: moderata penden-

za e suscettibilità all'erosione prevalentemente idrica; elevato rischio di inondazione con conseguenti danni alle colture; permeabilità piuttosto lenta e ristagno idrico in profondità; presenza di orizzonti compattati che limitano lo strato radicabile e l'immagazzinamento di acqua; bassa fertilità, non facilmente correggibile; moderata salinità o sodicità; moderate limitazioni climatiche. Esempio di suoli di terza classe sono la fase a tessitura fine dei suoli Valle del Pero (Pero 2), la fase profonda e moderatamente acida dei suoli Monte Abbadone (Abba 5) e la fase tipica dei suoli Sisto (Sist 1).



Fig 13.5 - Esempi di suolo di terza classe: Valle del Pero, fase a tessitura fine (Pero 2)

La fase a tessitura fine dei suoli Valle del Pero (Pero 2, Figura 13.5) è costituita da suoli a profondità utile moderatamente elevata, piuttosto mal drenati, con tessitura argilloso limosa. I frammenti grossolani sono scarsi in superficie e frequenti negli orizzonti sottostanti. Sono suoli fortemente calcarei in superficie e molto calcarei negli orizzonti sottostanti, con reazione moderatamente alcalina. Sono classificati come *Calcaric Stagnic Regosols*

(IUSSWRB, 2015). Questi suoli sono diffusi sui versanti dei depositi marini argilloso limosi su superfici a pendenza da moderata a forte. Una località tipica è Patricello (Proceno, VT).



Fig 13. 6 - Esempi di suolo di terza classe: Monte Abbadone, fase profonda e moderatamente acida (Abba 5)

La fase profonda e moderatamente acida dei suoli Monte Abbadone (Abba 5, Figura 13.6) è costituita da suoli a profondità utile molto elevata. Ben drenati con tessitura franco argilloso limosa in superficie e franco argillosa negli orizzonti sottostanti. I frammenti grossolani sono abbondanti. Sono suoli non calcarei a reazione moderatamente acida in superficie e neutra negli orizzonti sottostanti. Sono classificati come

*Eutric Cambisols* (IUSS WRB, 2015). Questi suoli sono diffusi nelle incisioni dei prodotti dei versanti piroclastici. Una località tipica è Monte Abbadone (Cerveteri, RM).

La fase tipica dei suoli Sisto (Sist I, Figura 13.7) è costituita da suoli a profondità utile molto elevata, piuttosto mal drenati. Tessitura franco argillosa in superficie, argillosa negli orizzonti sottostanti con



Fig 13. 7 - Esempi di suolo di terza classe: Sisto, fase tipica (Sist I)

frammenti grossolani scarsi in superficie e molto abbondanti negli orizzonti sottostanti. Sono suoli non calcarei, a reazione neutra in superficie e debolmente acida negli orizzonti sottostanti. Sono classificati

#### 13.4.4 I suoli di quarta classe

Sono suoli molto diffusi e riguardano quasi il 20% del territorio regionale. Questi suoli sono idonei alla coltivazione, ma con limitazioni molto forti, tali da ridurre drasticamente la scelta delle colture e da richiedere accurate e specifiche pratiche di coltivazione o di conservazione.

Le restrizioni nell'uso per i suoli di IV classe sono ovviamente maggiori di quelle della III classe, e la scelta delle piante è più limitata. Quando questi suoli vengono coltivati è richiesta una gestione più accurata, e le pratiche di conservazione sono più difficili da applicare e da mantenere. Possono essere adatti solo ad alcune colture oppure determinare un raccolto quantitativamente più basso rispetto agli input per un lungo periodo di tempo. L'uso per piante coltivate è

come *Haplic Vertisols* (IUSS WRB, 2015). Questi suoli sono diffusi sui depositi limo-argillosi lacustri e/o palustri. Una località tipica è sui depositi circostanti il F. Sisto (Latina, LT).

limitato per effetto di uno o più aspetti permanenti quali: scarsa profondità (25-49 cm); scheletro ciottoloso e pietroso frequente; pietrosità superficiale frequente; rocciosità; bassa fertilità (basso pH e sodicità); elevata salinità; drenaggio interno difficoltoso; rischio di inondazione accompagnata da severi danni alle colture; pendenze forti (20-35%); suscettibilità all'erosione potenziale moderatamente alta; franosità elevata; bassa capacità di trattenere l'umidità e relativo deficit idrico; moderata interferenza climatica relativa alla quota. Esempio di suoli di quarta classe sono la fase scheletrica dei suoli Casale Icobelli (Icob 5), la fase a reazione neutra, scarsamente profonda dei suoli Serone (Sero 4) e la fase tipica dei suoli Colle Gerini (Geri 1).



Fig 13.8 - Esempi di suolo di quarta classe: Casale Icobelli, fase scheletrica (Icob 5)

La fase scheletrica dei suoli Casale Icobelli (Icob 5, Figura 13.8) è costituita da suoli a profondità utile moderatamente elevata, ben drenati. Tessitura argilloso limosa in superficie, argillosa negli orizzonti sottostanti e frammenti grossolani frequenti in superficie e assenti negli orizzonti sottostanti. Debolmente calcarei in superficie, non calcarei negli orizzonti sot-

tostanti, la reazione è debolmente alcalina in superficie e moderatamente acida negli orizzonti sottostanti. Sono classificati come *Calcaric Skeletic Phaeozems* (IUSS WRB, 2015). Una località tipica sono le conoidi e le fasce di detrito a pendenza da forte a molto forte nella Valle del Salto (Borgorose, RI).



Fig 13. 9 - Esempi di suolo di quarta classe: Serone, fase a reazione neutra, scarsamente profonda (Sero 4)

La fase a reazione neutra, scarsamente profonda dei suoli Serone (Sero 4, Figura 13.9) è costituita da suoli a profondità utile scarsa. Piuttosto eccessivamente drenati. La tessitura è franco sabbiosa, con frammenti grossolani abbondanti in superficie e as-

sentì negli orizzonti sottostanti. Sono suoli non calcarei a reazione neutra. Sono classificati come *Eutric Cambisols* (IUSS WRB, 2015). Una località tipica sono i versanti moderatamente pendenti dei depositi piroclastici a Quarto Montelungo (Cerveteri, RM).



Fig 13. 10 - Esempi di suolo di quarta classe: Colle Gerini, fase tipica (Geri 1)

La fase tipica dei suoli Colle Gerini (Geri 1, Figura 13.10) è costituita da suoli a profondità utile elevata. Ben drenati, con tessitura franco

argillosa in superficie e franca negli orizzonti sottostanti. I frammenti grossolani sono scarsi in superficie e abbondanti negli orizzonti sottostanti. Sono su-

li fortemente calcarei in superficie e molto calcarei negli orizzonti sottostanti. La reazione è debolmente alcalina in superficie e moderatamente alcalina negli orizzonti sottostanti. Sono classificati come *Haplic Calcisols*. (IUSS WRB, 2015). Questi suoli sono diffusi sui versanti dei depositi marini argilloso limosi, con superfici a pendenza da moderata a forte. Una località tipica è Colle Gerini (Tarquinia,VT).

### 13.4.5 I suoli di quinta classe

Sono suoli poco diffusi, o comunque la scala 1:250.000 del rilevamento regionale è una scala poco adatta a coglierne la distribuzione geografica. I suoli di V classe sono generalmente non idonei alla coltivazione, perché anche se non soggetti a fenomeni di erosione superficiale, presentano tuttavia altre forti limitazioni difficilmente eliminabili che ne restringono l'uso al pascolo, alla produzione di foraggio, alla forestazione o come habitat naturale.

### 13.4.6 I suoli di sesta classe

Questi suoli hanno limitazioni molto forti, permanenti e in gran parte non eliminabili che li rendono generalmente inutilizzabili per la coltivazione, restringendo il loro uso principalmente al pascolo o alla prateria, alla forestazione o come habitat naturale. La limitazione principale è rappresentata dalla pendenza a cui si associa spesso una forte erosione. Piuttosto comuni sono anche le limitazioni legate alla rocciosità ed alla pietrosità superficiale abbondante. A tutto ciò si somma una forte interferenza climatica, legata alla quota. I suoli di VI classe hanno una certa diffusione nella fascia collinare, ma soprattutto in quella montana. Sono legati prevalentemente ai substrati calcarei e calcareo marnosi. Esempio di suoli di VI classe sono la fase tipica dei suoli Colle Cerrito Piano (Cerp 1) e dei suoli Poggio Freddara (Pogg 1), e la fase scarsamente profonda a tessitura da moderatamente fine a fine dei suoli Campo Staffi (Staf 3).



Fig 13. 11 - Esempi di suolo di sesta classe: Colle Cerrito Piano, fase tipica (Cerp 1)

La fase tipica dei suoli Colle Cerrito Piano (Cerp 1, Figura 13.11) è costituita da suoli a profondità utile scarsa, ben drenati. Tessitura franco argillosa con frammenti grossolani frequenti. Estremamente calcarei in superficie, fortemente calcarei negli orizzonti sottostanti. Reazione neutra in superficie, de-

bolmente alcalina negli orizzonti sottostanti. Sono classificati come *Endoskeletal Cambic Endoleptic Phaeozems* (IUSS WRB, 2015). Questi suoli sono diffusi sui versanti a pendenza da forte a molto forte dei rilievi calcareo marnosi e calcarei. Una località tipica è Colle Cerrito Piano (Sambuci, RM).



Fig 13. 12 - Esempi di suolo di sesta classe: Poggio Freddara, fase tipica (Pogg 1)

La fase tipica dei suoli Poggio Freddara (Pogg 1, Figura 13.12) è costituita da suoli a profondità utile scarsa, ben drenati. Tessitura franco argillosa con frammenti grossolani frequenti. Molto calcarei in superficie, fortemente calcarei negli orizzonti sottostanti. Reazione debolmente alcalina. Sono classificati come *Endoleptic Cambisols* (IUSS WRB, 2015). Questi suoli sono diffusi sui versanti a pendenza da moderata

a forte dei rilievi con alternanze calcareo marnose. Una località tipica è Poggio Freddara (Allumiere, RM).

La fase scarsamente profonda a tessitura da moderatamente fine a fine dei suoli Campo Staffi (Staf 3, Figura 13.13) è costituita da suoli a profondità utile scarsa, ben drenati. Tessitura franco argillosa in superficie, argillosa negli orizzonti sottostanti. Frammenti grossolani abbondanti. Debolmente calcarei in



Fig 13. 13 - Esempi di suolo di sesta classe: Campo Staffi, fase scarsamente profonda a tessitura da moderatamente fine a fine (Staf 3)

superficie, fortemente calcarei negli orizzonti sottostanti. Reazione neutra in superficie, debolmente alcalina negli orizzonti sottostanti. Sono classificati come *Epileptic Rendzic Phaeozems* (IUSS WRB, 2015). Questi suoli sono diffusi sui versanti a pendenza da forte a molto forte dei rilievi calcarei. Una località tipica è Campo Staffi (Filettino, FR).

### 13.4.7 I suoli di settima classe

Riguardano quasi il 12% del territorio regionale. Questi suoli hanno limitazioni molto forti, sono generalmente adatti solo al pascolo e al bosco, e non rispondono positivamente agli interventi di miglioramento del pascolo.

Le restrizioni del suolo sono più severe di quelle

della VI classe a causa di una o più limitazioni durevoli che non possono essere corrette, quali pendenze estreme (>60%), erosione potenziale molto alta, profondità molto scarsa, pietrosità superficiale da media a grande e rocciosità estremamente elevata, e l'interferenza climatica relativa alla quota è molto forte. Tali limitazioni, di frequente in combinazione tra loro, rendono inutilizzabili i suoli di VII classe per le colture più comuni. Questi suoli hanno una certa diffusione nella fascia collinare, ma soprattutto in quella montana. Sono legati prevalentemente ai suoli dei substrati calcarei e calcareo marnosi. Esempio di suoli di VII classe sono la fase scheletrica dei suoli Forcelle (Forc 2), la fase luvica a tessitura media e dei suoli Malpasso (Malp 5) e la fase tipica dei suoli Prato (Prat 1).



Fig 13. 14 - Esempi di suolo di settima classe: Forcelle, fase scheletrica (Forc 2)

La fase scheletrica dei suoli Forcelle (Forc 2, Figura 13.14) è costituita da suoli a profondità utile scarsa, ben drenati. Tessitura franco argillosa in superficie, franco argilloso limosa negli orizzonti sottostanti. Frammenti grossolani abbondanti in superficie, molto abbondanti negli orizzonti sottostanti. Non

calcarei. Reazione neutra. Sono classificati come *Mollic Hyperskeletal Leptosols* (IUSS WRB, 2015). Questi suoli sono diffusi sui versanti a pendenza forte dei rilievi calcarei. Una località tipica è Monte Palombara (Norma, LT).



Fig 13. 15 - Esempi di suolo di settima classe: Malpasso, fase luvica a tessitura media (Malp 5)

La fase luvica a tessitura media dei suoli Malpasso (Malp 5, Figura 13.15) è costituita da suoli a profondità utile moderatamente elevata, ben drenati. Tessitura argilloso sabbiosa con frammenti grossolani comuni. Non calcarei. Reazione fortemente acida in superficie, moderatamente acida negli orizzonti sot-

tostanti. Sono classificati come *Luvic Umbrisols* (IUSS WRB, 2015). Questi suoli sono diffusi nelle incisioni a pendenza da moderata a forte del *plateau* vulcanico su prodotti piroclastici prevalentemente consolidati. Una località tipica è la Sorgente Riotai (Soriano nel Cimino, VT).



Fig 13. 16 - Esempi di suolo di settima classe: Prato, fase tipica (Prat 1)

La fase tipica dei suoli Prato (Prat 1, Figura 13.16) è costituita da suoli a profondità utile moderatamente elevata, ben drenati. Tessitura franco argillosa in superficie, argillosa negli orizzonti sottostanti. Frammenti grossolani comuni in superficie, scarsi negli orizzonti sottostanti. Non calcarei. Reazione moderatamente acida. Sono classificati come *Cambic Umbrisols* (IUSS WRB, 2015). Questi suoli sono diffusi sui versanti a pendenza da forte a molto forte dei rilievi calcarei. Una località tipica è Monte Prato (Amatrice, RI).

#### 13.4.8 I suoli di ottava classe

Sono suoli poco diffusi o comunque la scala 1:250.000 del rilevamento regionale è una scala poco adatta a coglierne la distribuzione geografica. Questi

suoli hanno limitazioni talmente forti da precluderne l'uso per fini produttivi, e da limitarne l'utilizzo alla protezione ambientale e paesaggistica, a fini ricreativi, alla difesa dei bacini imbriferi. Le limitazioni sono ineliminabili. Sono suoli a forte rischio di degradazione, e quindi da preservare da utilizzi che facilmente possono indurre processi degenerativi spesso irreversibili.

I suoli di VIII classe possono essere presenti nella fascia collinare, ma soprattutto in quella montana. Sono legati prevalentemente ai suoli dei substrati calcarei e calcareo marnosi o sono presenti in aree calanchive. Esempi di suoli di VIII classe sono la fase leptica a reazione da moderatamente a debolmente acida dei suoli Monte Noce (Noce 3) e la variante dei substrati basaltici dei suoli Valle Prato (Valp 7).



Fig 13.17 - Esempi di suolo di ottava classe: Monte Noce, fase leptica a reazione da moderatamente a debolmente acida (Noce 3).

La fase leptica a reazione da moderatamente a debolmente acida dei suoli Monte Noce (Noce 3, Figura 13.17) è costituita da suoli a profondità utile scarsa, ben drenati. Tessitura argilloso limosa in superficie, argillosa negli orizzonti sottostanti. Frammenti grossolani comuni in superficie, abbondanti negli orizzonti sottostanti. Non calcarei. Reazione moderatamente acida in superficie, debolmente acida negli

orizzonti sottostanti. Sono classificati come *Luvic Endoleptic Rendzic Phaeozems* (IUSS WRB, 2015). Questi suoli sono diffusi sui versanti a pendenza da forte a molto forte dei rilievi calcarei. Una località tipica è Monte Noce (Cori, LT).



# **BIBLIOGRAFIA**



## Pubblicazioni citate

- AKSOY E., YIGINI Y., MONTANARELLA L., 2016. *Combining Soil Databases for Topsoil Organic Carbon Mapping in Europe*. PLoS ONE 11(3): e0152098. Disponibile su <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0152098>
- AGENZIA PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE E TERRITORIO (APAT), 2008. *Il suolo, la radice della vita*, APAT, Roma. ISBN 978-88-448-0331-5.
- ARNOLDUS H.M.J., 1977. *Methodology used to determine the maximum potential average annual soil loss due to sheet and rill erosion in Morocco*. FAO Soils Bull., 34 pp. 39-51.
- ARNOLDUS H.M.J., 1980. *An approximation of the rainfall factor in the Universal Soil Loss Equation*. In: De Boodt M. & Gabriels D. (eds), *Assessment of Erosion*, John Wiley & Sons, Chichester, pp. 127-132.
- ARNOLDUS-HUYZENDVELD A., 2003. *I suoli di Roma: due passi sulle terre della città. Carta dei Suoli del Comune di Roma in scala 1:50.000 con Note Illustrative*. Comune di Roma, Dip.to X – IV U.O. Sviluppo Sostenibile, 2003.
- ARNOLDUS-HUYZENDVELD A., DAIPRA G., 1984. *Lineamenti stratigrafici, morfologici e pedologici della fascia costiera dal Fiume Tevere al Fiume Astura (Lazio)*. Geol. Rom., 23: 1-10.
- ARNOLDUS-HUYZENDVELD A., GISOTTI G., 2000. *The Planosols of the "Old Dunes" of Castel Porziano: a rare soil type for Italy and for Europe*. In: *Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia*, vol. LIV, Atti del II Convegno Internazionale "Conservazione del Patrimonio Geologico: Geotopi, Esperienze Internazionali e Italiane". Roma, Maggio 1996: 193-197.
- ARNOLDUS-HUYZENDVELD A., PEROTTO C., SARANDREA P., 2009. *I suoli della provincia di Latina. Carta, database e applicazioni*. A cura della Provincia di Latina, Settore Pianificazione Urbanistica e Territoriale. Gangemi Editore spa.
- BAIZE D., GIRARD M.C., JABIOL B., ROSSIGNOL J.P., EIMBERCK M., BEAUDOU A., 2008. *Référentiel pédologique 2008*. Baize D. and Girard M.C., coordinateurs. Association française pour l'étude du sol (AfeS). Éditions Quæ RD 10 78026 Versailles Cedex, France. ISBN: 978-2-7592-0185-3.
- BATJES N.H., 1996. *Total carbon and nitrogen in the soils of the world*. European Journal of Soil Science 47: 151-163. Disponibile su <https://doi.org/10.1111/j.1365-2389.1996.tb01386.x>
- BAZZOFFI P., 2007. *Erosione del suolo e sviluppo rurale. Fondamenti e manualistica per la valutazione agroambientale*. Edagricole, Bologna.
- BERDING F., 1997. *Third level modifiers for the major soil groups of Andosols, Phaeozems and Podzols*. Working Paper: FAO/AGLS. Rome
- BEVEN K., KIRKBY N., 1979. *A physically based, variable contributing area model of basin hydrology*. Hydrolog. Sci. Bull. 24 (1): 43-69.
- BIDINI D., DABIN B., DE CAROLIS M.G., LORENZONI P., LULLI L., MADONNA M., QUANTIN P., RAGLIONE M., 1985. *Studio pedologico dell'apparato vulcanico di Vico. V) Memorie della Carta dei suoli della Caldera*. Ann. Ist. Sper. Studio e Dif. Suolo, XVI: 227-246.
- BIDINI D., DABIN B., LORENZONI P., LULLI L., QUANTIN P., RAGLIONE M., 1984a. *The soils of Vico, an extinct volcano to the North of Rome, an example of the most typical Italian pedogenesis on volcanic materials*. Commun. Congr. Int. Suelos Volcanicos, Dep. Edaf. Univ. La Laguna, Tenerife (Islas Canarias), ser. inf. 13: 331-340.
- BIDINI D., DE CAROLIS M.G., 1984b. *Studio pedologico dell'apparato vulcanico di Vico. II) Aspetti della ritenzione del fosforo in suoli a diverso grado di andicità*. Ann. Ist. Sper. Studio e Dif. Suolo, XV: 111-120.
- BIDINI D., QUANTIN P., DABIN B., LORENZONI P., LULLI L., 1986. *Studio pedologico dell'apparato vulcanico di Vico. VII) Aspetti genetici dei suoli delle colate piroclastiche*. Ann. Ist. Sper. Studio e Dif. Suolo, XVII: 127-158.
- BIONDI F.A., DOWGIALLO G., GISOTTI G., TINELLI A., FIGLIOLIA A., SCARASCIA MUGNOZZA G., 2001. *Carta dei suoli della Tenuta Presidenziale di Castelporziano. Scala 1:10.000*. Acc. Naz. delle Scienze detta dei XL.
- BIONDI F.A., MECCELLA G., 1985. *Carta dei suoli della Valle del Sacco*. Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante. Regione Lazio Assessorato Agricoltura Foreste Caccia e Pesca, Supplemento Annali.
- BLASI C., 1994. *Fitoclimatologia del Lazio - Regione Lazio Assessorato Agricoltura, Foreste, Caccia e Pesca, Usi Civici*.
- BLASI C. (ED.), 2010. *La vegetazione d'Italia - con Carta delle serie di vegetazione in scala 1:500.000*. Palombi, Roma.
- BLOEMEN G.W., 1980. *Calculation of hydraulic conductivities of soils from texture and organic matter content*. Zeitschrift Für Pflanzenernährung Und Bodenkunde 143(5): 581-605. doi:10.1002/jpln.19801430513.
- BOUMA J., 2010. *Implications of the knowledge paradox for soil science*. Adv. Agron., 106, 143 – 171. Academic Press, USA.

- BRAKENSIEK D.L., RAWLS W.J., STEPHENSON G.R., 1984. *Determining the saturated hydraulic conductivity of a soil containing rock fragments*. Soil Sci. Soc. Am. J. 50: 834–835.
- BRINKMAN R., 1977. *Surface-water gley soils in Bangladesh: genesis*. Geoderma 17: 111–144.
- BRINKMAN R., 1979. *Ferrollysis, a soil-forming process in hydromorphic conditions*. Doctoral Dissertation Thesis, Advisor: L.J. Pons and G.H. Bolt. Agricultural Research Reports. Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen. ISBN 90 220 0699 9, 106 pp.
- CALZOLARI C., UNGARO F., FILIPPI N., GUERMANDI M., MALUCELLI F., MARCHI N., STAFFILANI F., TAROCCO P., 2015. *A methodological framework to assess the multiple contributions of soils to ecosystem services delivery at regional scale*. Geoderma 261, 190–203. Disponibile su: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2015.07.013>
- CAMPBELL G.S., 1985. *Soil physics with BASIC, Volume 14. Transport models for soil-plant system*. Elsevier, New York, 149 pp.
- CAMPBELL G.S., CAMPBELL M.D., 1982. *Irrigation scheduling using soil moisture measurements: theory and practice*. Advances in Irrigation 1: 25-42.
- CAMPBELL D., KINNIBURGH D., BECKETT P., 1989. *The soil solution chemistry of some Oxfordshire soils: temporal and spatial variability*. J. Soil Sci. 40: 321–339.
- CARACCILO A., 1991. *Il Lazio. La regione storica e reale*. Collana Storia d'Italia, Le regioni dall'Unità a oggi, Giulio Einaudi Editore, Torino.
- CARBONARI F., NUCERA M., PAFFARINI C., SCHIANO LO MORIELLO M., 2018. *Competitività - L'agroalimentare nelle regioni italiane*. Report regionale n. 1\_2018, Programma Rete Rurale Nazionale 2014-20, Piano di azione biennale 2017-18, Scheda progetto ISMEA 10.2 "Competitività e filiere agroalimentari". Disponibile su <http://www.ismea.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/10462>
- CARBONE A., FRANCO S., PANCINO B., SENNI S., 2004. *Dinamiche territoriali e profili produttivi dell'agricoltura del Lazio*. Quaderni di Informazione Socio-economica, Regione Lazio-Dea, n. 11.
- CARTA A., 2014. *Sostenibilità economica ed emissioni di CO2 in un'area torbosa di bonifica idraulica limitrofa alla Laguna di Venezia*. Università degli Studi di Padova, Facoltà di Ingegneria - Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale. Tesi di Laurea. Relatore: Prof. Ing. PUTTI M. 127 pp. Disponibile su: [http://tesi.cab.unipd.it/47755/1/Tesi\\_Alessandra\\_Carta.pdf](http://tesi.cab.unipd.it/47755/1/Tesi_Alessandra_Carta.pdf)
- CHEN P. 1976. *The Entity Relationship Model – Toward a Unified View of Data*. ACM Transactions on Database Systems (TODS) 1(1): 9-36.
- CHIUCHIARELLI I., PAOLANTI M., RIMECCIO R., SANTUCCI S., 2006. *Suoli e Paesaggi d'Abruzzo – Carta dei Suoli della Regione Abruzzo in scala 1:250.000*. ARSSA Agenzia Regionale per i Servizi di Sviluppo Agricolo della Regione Abruzzo.
- COHEN J., 1960. *A coefficient of agreement for nominal scales*. Educ. Psychol. Meas. 20: 37-46.
- COLWELL B.J., 1974. *Vegetation canopy reflectance*. Remote Sens. Environ. 3: 175–183.
- COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES (CEC), 2006. *Thematic Strategy for Soil Protection*. Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee, and the Committees of the Region - COM(2006)231 Final.
- COSBY B.J., HORNBERGER G.M., CLAPP B., GINN T.R., 1984. *A Statistical Exploration of the Relationships of Soil Moisture Characteristics to the Physical Properties of Soils*. Water Resources Research 20(6): 682-690.
- COSENTINO D., PASQUALI V., CATALANO G., FATTORI C., MANCINELLA D., MELONI F. (2012). *Carta geologica informatizzata della Regione Lazio*. Università degli Studi Roma Tre, Agenzia Regionale Parchi, Regione Lazio, Doi:10.13140/2.1.2667.8080.
- COSTANTINI E.A.C., 1987. *Cartografia tematica per la valutazione del territorio nell'ambito dei sistemi produttivi. Bacini dei torrenti Vergaio e Borratello: area rappresentativa dell'ambiente di produzione del vino Vernaccia di San Gimignano (Siena)*. Ann. Ist. Sper. Studio e Difesa Suolo, XVIII: 23-74.
- COSTANTINI E.A.C., 2006. *La classificazione della capacità d'uso delle terre (Land Capability Classification)*. In: COSTANTINI E.A.C. (Ed.), *Metodi di valutazione dei suoli e delle terre*, Cantagalli, Siena.
- COSTANTINI E.A.C. (Coord.), 2007. *Linee guida dei metodi di rilevamento e informatizzazione dei dati pedologici*. Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali. Disponibile su [http://soilmaps.entecra.it/download/pub-Linee\\_guida\\_2011.pdf](http://soilmaps.entecra.it/download/pub-Linee_guida_2011.pdf)
- COSTANTINI E.A.C., L'ABATE G., BARBETTI R., FANTAPPIÉ M., LORENZETTI R., MAGINI S., 2012. *Carta dei suoli d'Italia, scala 1:1.000.000 (Soil map of Italy, scale 1:1.000.000)*. S.EL.CA. Firenze, Italia ISBN: 978-88-97002-02-4.
- COSTANTINI E.A.C., L'ABATE G., BARBETTI R., FANTAPPIÉ M., LORENZETTI R., MAGINI S., 2013. *Chapter 6: Pedodiversity*. In E. Costantini and C. Dazzi (Eds), *The Soils of Italy*. Springer Publishing. DOI 10.1007/978-94-007-5642-7.
- COSTANTINI E.A.C., NAPOLI R., 1996. *Properties and geographic relevance of fragipan and other close-packed horizons in a non-glaciated mediterranean region*. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria 19: 29-45.

- COSTANTINI E.A.C., URBANO F., L'ABATE G., 2004. *Soil Regions of Italy*. Disponibile su <http://www.soilmaps.it/ita/downloads.html>
- COSTANTINI E.A.C., URBANO F., BONATI G., NINO P., FAIS A. (curatori), 2007. *Atlante nazionale delle aree a rischio di desertificazione*. INEA, Roma, 108 pp.
- COSTANZA R., DALY H.E., 1992. *Natural Capital and Sustainable Development*. *Conservation Biology*, vol.6, No. 1 (Mar. 1992), 37-46. Disponibile su: <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1992.610037.x>
- CURRAN P.J., ATKINSON P.M., 1998. *Geostatistics and remote sensing*. *Prog. Phys. Geogr.* 22(1): 61-78.
- DELL'ABATE M.T., BAZZOFFI P., CIANCAGLINI A., FRANCAVIGLIA R., GALEFFI C., NAPOLI R., NERI U., PENNELLI B., 2011. *Effectiveness of the GAEC cross-compliance standard Ploughing in good soil moisture conditions in soil structure protection*. *Italian Journal of Agronomy* 6(s1):e10. Disponibile su <https://doi:10.4081/ija.2011.6.s1.e10>
- DE GROOT R.S., WILSON M.A. and BOUMANS R.M.J., 2002. *A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services*. *Ecological Economics* Volume 41, Issue 3, (June 2002) Pages 393-408.
- DE GROOT R.S., ALKEMADE R., BRAAT L., HEIN L., WILLEMEN L., 2010. *Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making*. *Ecological Complexity*, Volume 7, Issue 3, September 2010, Pages 260-272. Disponibile su: <https://doi.org/10.1016/j.ecocom.2009.10.006>
- DENG Y., WU C., LI M., CHEN R., 2015. *RNDSI: A ratio normalized difference soil index for remote sensing of urban/suburban environments*. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 39: 40-48.
- DENT D.L., HARTEMINK A.E., KIMBLE J., 2005. *Soil - Earth's living skin*. *International Year of Planet Earth Brochure*, 16 pp.
- DE RITA D., FUNICIELLO R., PAROTTO M., 1988. *Carta geologica del complesso vulcanico dei Colli Albani*. CNR, Roma.
- DEXTER A.R., BIRD N.R.A., 2001. *Methods for predicting the optimum and the range of soil water contents for tillage based on the water retention curve*. *Soil & Tillage Research* 57: 203-212.
- DOMINATI E., MACKAY A., PATTERSON M., GILKES R., 2010. *Modelling the provision of ecosystem services from soil natural capital*. *Proceedings of the 19th World Congress of Soil Science: Soil solutions for a changing world*, Brisbane, Australia, 1-6 August 2010.
- DORAN J.W., SARRANTONIO M., LIEBIG, M.A., 1996. *Soil Health and Sustainability*. In: *Advances in Agronomy*, Elsevier (ed.) Volume 56, 1996, 1-54.
- DOWGIALLO G., PASQUINI A., AVENA G., 1992. *Aspetti pedologici della conca di Nemi (Colli Albani, Lazio)*. *Annali di Botanica*, Vol. L Supp. 9: 5-31.
- DRIESSEN P.M., DECKERS J., SPAARGAREN O., 2001. *Lecture notes on the major soils of the world*. *World Soil Resources Reports*, FAO, Rome, Vol. 94.
- ENGEL S., PAGIOLA S. and WUNDER S., 2008. *Designing Payments for Environmental Services in Theory and Practice - An Overview of the Issues*. *Ecological Economics*. 65: 663-674.
- EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY, INSTITUTE FOR ENVIRONMENT AND SUSTAINABILITY (EEA-IES), 2012. *The state of soil in Europe*. Disponibile su <http://dx.doi.org/10.2788/75626>
- FAIRFIELD J., LEYMARIE P., 1991. *Drainage networks from grid digital elevation models*. *Water Resour. Res.* 27: 709-717.
- FAO, 2006. *Guidelines for soil description*. Fourth edition. Roma, Italia, 92 pp.
- FAO and ITPS, 2018. *Global Soil Organic Carbon Map (GSOCmap)*. Technical Report. Rome. 162 pp. ISBN 978-92-5-130439-6. Disponibile su <http://www.fao.org/3/i8891en/i8891EN.pdf>
- FERRARI G.A., SANESI G., 1965. *Guida per servire allo studio del suolo in campagna*. Ed. Istituto di Geologia applicata, Facoltà di Agraria, Firenze.
- GALLANT J.C., WILSON J.P., 2000. *Primary topographic attributes*. In: Wilson J.P., Gallant J.C. (Eds.), *Terrain Analysis: Principles and Applications*. Wiley, New York: 51-85.
- GARDIN L., VINCI A., 2006. *Carta dei suoli della Regione Toscana in scala 1:250.000*. Disponibile su web: <http://sit.lamma.rete.toscana.it/websuoli/>
- GARDIN L., BOTTAI L., MOSCARDINI R., 2014. *Capacità d'uso dei suoli della Toscana*. Consorzio LaMMA, Laboratorio di Monitoraggio e Modellistica Ambientale per lo sviluppo sostenibile. Regione Toscana Settore Cartografico. Disponibile su: <http://sit.lamma.rete.toscana.it/websuoli/>
- GOOVAERTS P., 1997. *Geostatistics for Natural Resource Evaluation*. Oxford University Press, New York.
- GOOVAERTS P., 1999. *Geostatistics in soil science: state-of-the-art and perspectives*. *Geoderma* 89: 1-45.
- GRAY J.M., BISHOP T.F.A., WILSON B.R., 2016. *Factors Controlling Soil Organic Carbon Stocks with Depth in Eastern Australia*. *SSAJ*, 79(6): 1741-1751. Disponibile su <https://doi:10.2136/sssaj2015.06.0224>
- GRÈT-REGAMEY A., SIRÉN E., BRUNNER S.H. & WEIBEL B., 2016. *Review of decision support tools to operationalize the ecosystem services concept*. *Ecosystem Services*. Disponibile su: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.10.012>

- HAYGARTH P.M., RITZ, K., 2009. *The future of soils and land use in the UK: Soil systems for the provision of land-based ecosystem services*. Land Use Policy 26: 187-197.
- HENGL T., 2009. *A Practical Guide to Geostatistical Mapping, 2nd ed.* University of Amsterdam, Amsterdam. Disponibile su [http://spatial-analyst.net/book/system/files/Hengl\\_2009\\_GEOSTATE2c1w.pdf](http://spatial-analyst.net/book/system/files/Hengl_2009_GEOSTATE2c1w.pdf)
- HENGL T., DE JESUS J.M., MACMILLAN R.A., BATJES N.H., HEUVELINK G.B.M., RIBEIRO E., SAMUEL-ROSA A., KEMPEN B., LEENAARS J.G.B., WALSH M.G., RUIPEREZ GONZALEZ M.G., 2014. *SoilGrids1km — Global Soil Information Based on Automated Mapping*. PLOS ONE 9(8): e105992. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0105992>
- HIEDERER R., KÖCHY M., 2012. *Global Soil Organic Carbon Estimates and the Harmonized World Soil Database*. Scientific and Technical Research series EUR 25225 EN. European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability.
- IRVIN B.J., VENTURA S.J., SLATER B.K., 1997. *Fuzzy and ISODATA classification of landform elements from digital terrain data in Pleasant Valley, Wisconsin*. Geoderma 77: 137-154.
- ISMEA - QUALIVITA, 2019. *Rapporto 2018 sulle produzioni agroalimentari e vitivinicole italiane DOP, IGP e STG*. Disponibile su: <https://www.qualivita.it/xvi-rapporto-ismea-qualivita-2018/>
- ISTITUTO SUPERIORE PER LA PROTEZIONE E LA RICERCA AMBIENTALE (ISPRA), 2009. Progetto CARG: *Cartografia geologica e geotematica d'Italia in scala 1:50.000*. Disponibile su: <http://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/index.html>
- ISTITUTO SUPERIORE PER LA PROTEZIONE E LA RICERCA AMBIENTALE (ISPRA), 2017a. *Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici*. Rapporto 266/2017.
- ISTITUTO SUPERIORE PER LA PROTEZIONE E LA RICERCA AMBIENTALE (ISPRA), 2017b. *Frutti dimenticati e biodiversità recuperata*. Il germoplasma frutticolo e viticolo delle agricolture tradizionali italiane. Casi studio: Lazio, Abruzzo. Quaderni Natura e Biodiversità n. 8, ISPRA. ISBN: 978-88-448-0833-4.
- ISTITUTO SUPERIORE PER LA PROTEZIONE E LA RICERCA AMBIENTALE (ISPRA), 2018. *CORINE Land Cover 2018* (in corso di pubblicazione) Rete del Sistema Informativo Nazionale Ambientale.
- ISTITUTO SUPERIORE PER LA PROTEZIONE E LA RICERCA AMBIENTALE (ISPRA), 2018. *Territorio. Processi e trasformazioni in Italia*. Rapporto n. 296, ISPRA. ISBN 978-88-448-0921-8.
- ISTAT, 2018. *L'andamento dell'economia agricola - Anno 2017. Statistiche report*. Disponibile su <https://www.istat.it/it/files//2018/05/Andamento.economia.agricola.2017-1.pdf>
- IUSS WORKING GROUP WRB - WORLD REFERENCE BASE FOR SOIL RESOURCES, 2006. 2nd edition. *World Soil Resources Reports No. 103*. FAO, Rome.
- IUSS WORKING GROUP WRB, 2015. *World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015*. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. 106. FAO, Rome.
- JAYNES D.B., TYLER E.J., 1984. *Using soil physical properties to estimate hydraulic conductivity*. Soil science 138(4): 298-305.
- JENNY H., 1941. *Factors of soil formation: a system of quantitative pedology*. McGraw-Hill Book Company Inc., New York, USA, 281 pp.
- KARLEN D.L., MAUSBACH M.J., DORAN J.W., CLINE R.G., HARRIS R.F., and SCHUMAN G.E., 1997. *Soil Quality: A Concept, Definition, and Framework for Evaluation (A Guest Editorial)*. Soil Sci. Soc. Am. J. 61:4-10. doi:10.2136/sssaj1997.03615995006100010001x
- KLINGEBIEL A.A., MONTGOMERY P.H., 1961. *Land capability classification*. USDA Agricultural Handbook 210, US Government Printing Office, Washington DC.
- L'ABATE G., COSTANTINI E.A.C., 2004. *Il GIS pedoclimatico d'Italia*. Disponibile su <http://www.soilmaps.it/ita/downloads.html>
- L'ABATE G., COSTANTINI E.A.C., BARBETTI R., FANTAPPIÈ M., LORENZETTI R., MAGINI S., 2015. *Carta dei Suoli d'Italia 1:1.000.000 (Soil map of Italy, scale 1:1.000.000)*. doi: 10.13140/RG.2.1.4259.7848.
- LANDIS J.R., KOCH G.G., 1977. *The measurement of observer agreement for categorical data*. Biometrics 33 (1): 159-174.
- LEHMANN A., DAVID S., STAHR K., 2006. *TUSEC (Technique of Urban Soil Evaluation in City Regions). A Method for the Assessment of Natural and Anthropogenic Soils - Pedological Manual*. Contribution to Work Package 7 "Soil Evaluation" for the project TUSEC-IP prepared within the framework of the EU INTERREG III B Community Initiative Alpine Space (Coordination Work Package 7: University of Hohenheim), 99 pp.
- LIKOS W.J., 2008. *Vapor Adsorption Index for Expansive Soil Classification*. J. Geotech. Geoenviron. 134 (7): 1005-1009.
- LORENZONI P., 1988. *Studio pedologico dell'apparato vulcanico di Vico. IX) Caratteristiche micromorfologiche dei suoli delle colate piroclastiche*. Ann. Ist. Sper. Studio e Dif. Suolo, XIX: 31 - 70.

- LORENZONI P., LULLI L., RAGLIONE M., 1984. *Studio pedologico dell'apparato vulcanico di Vico. I) Indagine preliminare sui principali fattori ambientali*. Ann. Ist. Sper. Studio e Dif. Suolo, XV: 81-110.
- LORENZONI P., MIRABELLA A., BIDINI D., LULLI L., 1995. *Soil genesis on trachytic and leucititic lavas of Cimini volcanic complex (Latium, Italy)*. Geoderma 68: 79-99.
- LORENZONI P., QUANTIN P., BIDINI D., LULLI L., 1986. *Studio pedologico dell'apparato vulcanico di Vico. VI) Caratteristiche mineralogiche dei suoli delle colate piroclastiche*. Ann. Ist. Sper. Studio e Dif. Suolo, XVII: 99-126.
- LORENZONI P., RAGLIONE M., QUANTIN P., BIDINI D., LULLI L., 1985. *Studio pedologico dell'apparato vulcanico di Vico. IV) I suoli delle colate piroclastiche*. Ann. Ist. Sper. Studio e Dif. Suolo, XVI: 199-226.
- LULLI L., 1971. *I suoli delle vulcaniti che circondano il Lago di Bracciano*. Ann. Ist. Sperim. Studio e Dif. Suolo, I: 239-55.
- LULLI L., 2007. *Italian volcanic soils*. In: Soils of Volcanic Regions in Europe. Arnalds Ó., Bartoli F., Buurman P., Oskarsson H., Stoops G., Garcia-Rodeja E. (Eds.), Springer: 51-67.
- LULLI L., BIDINI D., DABIN B., DE CAROLIS G., DESIDERI A., DOWGIALLO G., FERRARI G., LORENZONI P., MADONNA M., MARCHETTI M., PAOLANTI M., QUANTIN P., RAGLIONE M., 1987. *Carta dei suoli della caldera di Vico (Lazio)*. Scala 1:20.000. Ann. Ist. Sperim. Studio e Dif. Suolo.
- LULLI L., BIDINI D., LORENZONI P., QUANTIN P., RAGLIONE M., 1990. *I suoli caposaldo dell'apparato vulcanico di Vico*. Ist. Sper. Studio e Dif. Suolo, Firenze, 158 pp.
- LULLI L., BIDINI D., QUANTIN P., LORENZONI P., RAGLIONE M., 1985. *Studio pedologico dell'apparato vulcanico di Vico. III) Andisuoli e suoli Bruni andici*. Ann. Ist. Sperim. Studio e Dif. Suolo, XVI: 169-198.
- LULLI L., BIDINI D., QUANTIN P., 1988. *A climo and litho soil-sequence on the Vico volcano (Italy)*. Cahier ORSTOM, ser: Pedologie, vol. XXIV, 1: 49-60.
- LULLI L., BLASI C., ABBATE G., BIDINI D., FASCETTI S., LORENZONI P., MARCHETTI M., 1986a. *Studio pedologico dell'apparato vulcanico di Vico. VIII) L'effetto della vegetazione sulla genesi dei suoli*. Ann. Ist. Sperim. Studio e Dif. Suolo, XVII: 159-172.
- LULLI L., DOWGIALLO G., BIDINI D., CALI' A., 1993. *Effetto del suolo sulla vegetazione arborea dominante nel monte Artemisio (Colli Albani, Lazio)*. Italia Forestale e Montana, XLVIII(2): 93-108.
- LULLI L., LORENZONI P., BIDINI D., PAOLANTI M., 1991. *Studio pedologico dell'apparato vulcanico di Vico. X) I suoli delle lave*. Ann. Ist. Sperim. Studio e Dif. Suolo, XX: 131-151.
- LULLI L., QUANTIN P., BIDINI D., LORENZONI P., RAGLIONE M., 1986b. *Soil climosequence on Vico, a volcano of Roman province, Italy*. XIII Congress ISSS Hamburg 13-20 August: 1198-1199.
- LYNN W., WILLIAMS D.W., 1992. *The Making of a Vertisol*. Soil Horizons 33(2): 45-50. doi:10.2136/sh1992.2.0045.
- MANCINI F., 1966. *Carta dei Suoli d'Italia*. Comitato per la carta dei suoli, Firenze.
- MANCINI F., RONCHETTI G., 1968. *Carta della potenzialità dei Suoli d'Italia*. Comitato per la Carta dei Suoli, Firenze.
- MANIERO G., 2012. *Tecniche di monitoraggio dell'ossidazione della sostanza organica nei terreni torbosi del basso Veneziano*. Università degli Studi di Padova, Dipartimento di Agronomia Animali Alimenti Risorse Naturali e Ambiente. Tesi di Laurea. Relatori: Prof. Pitacco A. 74 pp. Disponibile su: [http://tesi.cab.unipd.it/39581/1/Tesi\\_Giovanni\\_Maniero\\_matr\\_625329.pdf](http://tesi.cab.unipd.it/39581/1/Tesi_Giovanni_Maniero_matr_625329.pdf)
- MARCHETTI A., PICCINI C., SANTUCCI S., CHIUCHIARELLI I., FRANCAVIGLIA R., 2011. *Simulation of soil types in Teramo province (Central Italy) with terrain parameters and remote sensing data*. Catena 85: 267-273.
- MCBRATNEY A.B., MENDONÇA SANTOS M.L., MINASNY B., 2003. *On digital soil mapping*. Geoderma 117(1-2): 3-52.
- MEA MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington DC, USA. Disponibile su <http://millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>
- MINASNY B., MCBRATNEY A.B., 2016. *Digital soil mapping: A brief history and some lessons*. Geoderma 264: 301-311.
- MIPA MINISTERO DELLE POLITICHE AGRICOLE, Osservatorio Nazionale Pedologico e per la Qualità del Suolo, 1992. *Metodi di analisi fisica del suolo (MAFS)*. Franco Angeli Ed., Milano.
- MIPAF MINISTERO DELLE POLITICHE AGRICOLE E FORESTALI, Osservatorio Nazionale Pedologico e per la Qualità del Suolo, 1997. *Metodi di analisi chimica del suolo (MACS)*. Franco Angeli Ed., Milano.
- MIPAF MINISTERO DELLE POLITICHE AGRICOLE E FORESTALI, Osservatorio Nazionale Pedologico e per la Qualità del Suolo, 2003. *Metodi di analisi microbiologica del suolo (MABIS)*. Franco Angeli Ed., Milano.
- MIPAF MINISTERO DELLE POLITICHE AGRICOLE E FORESTALI, Osservatorio Nazionale Pedologico e per la Qualità del Suolo, 2004. *Metodi di analisi biochimica del suolo (MABcS)*. Franco Angeli Ed., Milano.

- MIPAF MINISTERO DELLE POLITICHE AGRICOLE E FORESTALI, Osservatorio Nazionale Pedologico e per la Qualità del Suolo, 2005. *Metodi di analisi mineralogica del suolo (MAMS)*. Franco Angeli Ed., Milano.
- MITASOVA H., BROWN W.M., HOHMANN M., WARREN S., 2001. *Using Soil Erosion Modelling for Improved Conservation Planning: A GIS-based Tutorial*. Geographic Modelling Systems Lab. UIUC.
- MONTELUCCI G., 1956. *Aspetti della faggeta depressa del Monte Fogliano (Lago di Vico)*. *Giornale Botanico Italiano* 63(4): 507- 530.
- MOORE I.D., GRAYSON R.B., LADSON A.R., 1991. *Digital terrain modelling: a review of hydrological, geomorphological, and biological applications*. *Hydrol. Process.* 5: 3-30.
- NAPOLI R., 2009. *Stima dei volumi irrigui nelle aree comprensoriali (Capitolo 4)*. In: Nino P, Vanino S. (Eds.) *Uso del suolo e stima dei fabbisogni irrigui nelle aree non servite da reti collettive dei consorzi di bonifica nelle regioni meridionali*. INEA 67-132.
- NAPOLI R., PICCINI C., DI BENE C., FARINA R., MARCHETTI A., GAZZETTI C., SARANDREA P., 2017. *Agricultural activities effects on groundwater contamination in a Nitrate Vulnerable Zone of Latina Province*. *Rend. Online Soc. Geol. It.*, 42: 46-49.
- NAPOLI R., PINZARI F., DELL'ABATE M.T., LORENZONI P., PAOLANTI M., MIGLIORE M., CANFORA L., FLORIO A., PICCINI C., MARINARI S., 2013. *L'ecosistema andosuolo della Caldera di Vico: casi studio su diversa copertura forestale*. *Convegno Nazionale della Società Italiana della Scienza del Suolo, Guida all'escursione*, 69 pp.
- NORTCLIFF S., 1978. *Soil variability and reconnaissance soil mapping: a statistical study in Norfolk*. *J. Soil Sci.* 29: 403-418.
- NOVOZARNISKY I., BEEK J., 1978. *Chapter 6. Common equilibria in soil solution*. In: *Soil Chemistry. A. Basic Elements*. Bolt G.H., Bruggenwert M.G.M. (eds.), *Developments in Soil Science 5A*, Elsevier: 96-125. ISBN: 0-444-41435.
- OLAYA V., 2009. *Basic land-surface parameters*. In: *Geomorphometry - Concepts, Software, Applications. Developments in Soil Science*, 33. Elsevier B.V, Amsterdam.
- OLAYA V., CONRAD O., 2009. *Geomorphometry in SAGA*. In: *Geomorphometry - Concepts, Software, Applications. Developments in Soil Science*, 33. Elsevier B.V, Amsterdam.
- OLSON K.R., AL-KAISI M.M., 2015. *The importance of soil sampling depth for accurate account of soil organic carbon sequestration, storage, retention and loss*. *Catena* 125: 33-37.
- OSKOU K., RACKHAM D.H., WITNEY B.D., 1982. *The determination of plough draught - Part II the measurement and prediction of plough draught for two mouldboard shapes in three soil series*. *Journal of Terramechanics* 19(3): 153-164.
- PAOLANTI M., 2010. *Linee guida per il trattamento dei suoli nei ripristini ambientali legati alle infrastrutture*. Manuali e linee guida, n. 65.2/2010. ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale).
- PAOLANTI M., COSTANTINI E.A.C., FANTAPPÌ M., BARBETTI R., 2007. *La descrizione del suolo*. In: Costantini E. (Coord.), *Linee guida dei metodi di rilevamento e informatizzazione dei dati pedologici*. Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali. Disponibile su [http://soilmaps.entecra.it/download/pub-Linee\\_guida\\_2011.pdf](http://soilmaps.entecra.it/download/pub-Linee_guida_2011.pdf)
- PAOLANTI M., NAPOLI R., RIMECCIO R., DI FERDINANDO S., MARCHETTI A. (2014) *La Carta dei Suoli del Lazio*. *Atti della 15a Conferenza Utenti Esri, Roma, 9-10 Aprile 2014*.
- PELLEGRINI S., VIGNOZZI N., BATISTONI E., ROCCHINI A., 2005. *Valutazione della suscettibilità all'incrostamento tramite torbidimetria*. *Bollettino della Società Italiana della Scienza del Suolo*, 54(1-2): 96-102.
- PEPE S., 2006. *Andosuoli e colate rapide in Campania*. *Tesi di dottorato di ricerca in Pedologia Applicata, XIX Ciclo, Valorizzazione e Gestione delle Risorse Agro-Forestali*. Università degli Studi di Napoli Federico II – Facoltà di Agraria. Tutor: Prof. Terribile F.; Coordinatore: Prof. Cioffi A. Doi: 10.6092/UNINA/FEDOA/2910.
- PEROTTO C., SARANDREA P., ARNOLDUS-HUYZENDVELD A., 2009. *I Suoli della Provincia di Latina (Carta, Database e applicazioni)*. Scala 1:75.000. Prov. di Latina, Sett. Pianificazione urbanistica e territoriale, Gangemi ed.
- PICCINI C., DI BENE C., FARINA R., PENNELLI B., NAPOLI R., 2016. *Assessing nitrogen use efficiency and nitrogen loss in a forage-based system using a modelling approach*. *Agronomy*, 6(2), 23.
- PICCINI C., MARCHETTI A., RIMECCIO R., NAPOLI R., 2019. *Multinomial logistic regression with soil diagnostic features and land surface parameters for soil mapping of Latium (Central Italy)*. *Geoderma*, 352: 385-394 <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.09.037>
- PING J.L., DOBERMANN A., 2006. *Variation in the precision of soil organic carbon maps due to different laboratory and spatial prediction methods*. *Soil Sci.* 171(5): 374-387.
- QUANTIN P., 1992. *Les sols de l'archipel volcanique des Nouvelles Hébrides (Vanuatu)*. Editions de l'ORSTOM, Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération, Collection ÉTUDES et THÈSES, Paris.

- QUANTIN P., GAUTHEYROU J., LORENZONI P., 1988. *Halloysite formation through in situ weathering of volcanic glass from thachytic pumice, vico's Volcano, Italy*. Clay Minerals 23: 423-437.
- QUANTIN P., LORENZONI P., 1990. *La genesi delle argille nei suoli vicini*. In: Lulli et al, Suoli caposaldo dell'apparato vulcanico di Vico. Ist. Sperim. Studio e Dif. Suolo, Firenze: 54-60.
- QUANTIN P., LORENZONI P., 1992. *Weathering of leucite to clay minerals in tephrites of the Vico volcano*. Miner. Petrogr. Acta vol. XXXV(A): 289-296.
- RAGLIONE M., LORENZONI P., ANGELINI R., BONIFAZI A., FEBELLI C., SPADONI M., VENUTI L., VERZILLI C., 2002. *Carta dei Suoli dell'altopiano di Leonessa (Rieti) e della loro idoneità per alcune colture Tipiche*. Regione Lazio Assessorato all'Agricoltura. Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo di Rieti.
- RAGLIONE M., LORENZONI P., ANGELINI R., BONIFAZI A., FEBELLI C., SPADONI M., VENUTI L., VERZILLI C., 2011. *Carta dei Suoli dell'altopiano di Rascino (Rieti) e della loro idoneità per la coltura della lenticchia*. Regione Lazio Assessorato all'Agricoltura. Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo di Rieti.
- RAWLS W.J., BRAKENSIEK D.L., 1985. *Prediction of soil water properties for hydrologic modeling*. In: E.B. Jones, T.J. Ward (eds.) Proceedings of a Symposium Watershed Management in the Eighties, New York, 30 April-1 May 1985, 293-299.
- REGIONE CAMPANIA, 2004. *I Suoli della Piana in Destra Sele*. Progetto Carta dei Suoli della Campania 1:50.000. Regione Campania Assessorato all'Agricoltura SeSIRCA. Disponibile su: <http://agricoltura.regione.campania.it/pedologia/suoli.html>
- REGIONE EMILIA ROMAGNA (RER), 1995. *Carta dei suoli regionale scala 1:50.000. Normativa tecnica generale*. Regione Emilia-Romagna - Ufficio pedologico servizio cartografico, Bologna, Italia, p. 2-22.
- REGIONE LOMBARDIA, 2000. *Carta della capacità d'uso dei suoli*. Disponibile su: <https://www.dati.lombardia.it/Territorio/Carta-Capacita-Di-Uso-Dei-Suoli/nhap-awk3>
- REGIONE PIEMONTE, 2010. *Carta della Capacità d'uso dei suoli in scala 1:250.000*. Disponibile su [http://www.regione.piemonte.it/agri/area\\_tecnico\\_scientifica/suoli/suoli1\\_250/carta\\_suoli.htm](http://www.regione.piemonte.it/agri/area_tecnico_scientifica/suoli/suoli1_250/carta_suoli.htm)
- REMMELZWAAL A., 1978. *Soil Genesis and quaternary landscape development in the Tyrrhenian coastal area of south-central Italy*. Publication Fysical Geography Bodemk Lab University of Amsterdam, 28.
- REMMELZWAAL A., 1979. *Traslocation and trasformation of clay in Alfisols in Early, Middle and Late Pleistocene coastal sands of Southern Italy*. Catena 6: 379-398.
- RENARD K.G., FREIMUND J.R., 1994. *Using monthly precipitation data to estimate the R factor in the revised USLE*. Journal of Hydrology, 157, pp.287-306.
- RIGHINI G., COSTANTINI E.A.C., SULLI L., 2001. *La banca dati delle regioni pedologiche italiane*. Boll. Soc. It. Scienza del Suolo, 50, suppl., 261-271.
- ROBINSON, D.A., LEBRON, I., VERECKEN, H., 2009. *On the definition of the natural capital of soils: a framework for description, evaluation, and monitoring*. Soil Sci. Soc. Am. J. 73 (6), 1904-1911
- SABBATINI M., RUSSO C., DE ROSA M., BARTOLI L., SALVATORE R., TUFI E., DI FONZO A., CHIAPPINI S., PALOMBO L., 2012. *L'agricoltura del Lazio: un'analisi dei dati del Censimento 2010*. Università degli studi di Cassino e del Lazio meridionale - Regione Lazio. Disponibile su [http://www.regione.lazio.it/statistica/6\\_Censimento\\_Generale\\_Agricoltura/documenti/Rapporto\\_Dati\\_Definitivi\\_6\\_Censimento\\_Agricoltura\\_Regione\\_Lazio.pdf](http://www.regione.lazio.it/statistica/6_Censimento_Generale_Agricoltura/documenti/Rapporto_Dati_Definitivi_6_Censimento_Agricoltura_Regione_Lazio.pdf)
- SAXTON K.E., RAWLS W.J., ROMBERGER J.S., PAPENDICK R.I., 1986. *Estimating generalized soil-water characteristics from texture*. Soil Science Society of America Journal 50: 1031-1036.
- SCHEINOST A.C., SINOWSKI W., AUERSWALD K., 1997a. *Regionalization of soil buffering functions: a new concept applied to K/Ca exchange curves*. Adv Geo Ecol 30: 23-38.
- SCHEINOST A.C., SINOWSKI W., AUERSWALD K., 1997b. *Regionalization of soil water retention curves in a highly variable soilscape*. I. Developing a new pedotransfer function. Geoderma 78: 129-143.
- SERVADIO P., MARSILI A., VIGNOZZI N., PELLEGRINI S., PAGLIAI M., 2005. *Effects on some soil qualities in central Italy following the passage of four wheel drive tractor fitted with single and dual tires*. Soil Till. Res. 84(1): 87-100.
- SEVINK J., KAMERMANS H., VOS P., WESTERHOFF W., STIERMAN A., 1982. *A sequence of marine terraces near Latina (Agro Pontino, Central Italy)*. Catena 9(3/4): 361-378.
- SEVINK J., REMMELZWAAL A., SPAARGAREN O.C., 1984. *The soils of southern Lazio and adjacent Campania*. ENEA RT/PAS/84/10 Fysisch Geografisch en Bodemkundig Laboratorium, Universiteit van Amsterdam.
- SEVINK J., VAN DER PLICHT J., FEIKEN H., VAN LEUSEN P.M., BAKELS C.C., 1991. *The Holocene of the Agro Pontino graben: Recent advances in its palaeogeography, palaeoecology, and tephrostratigraphy*. Quaternary International 303: 153-162.
- SHOJI S., NANZYO M., DAHLYEN R.A., and QUANTIN P., 1996. *Evaluation and proposed revisions of criteria for andosols in the World Reference Base for soil resources*. Soil Science, Vol. 161, No. 9, 604-615.

- SOIL CONSERVATION SERVICE - U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA), 1961. *Land-Capability Classification*. Agriculture Handbook n.210, 21 pp.
- SOIL SCIENCE DIVISION STAFF, 2017. *Soil Survey Manual*. Agriculture Handbook N° 18, United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, Washington DC, USA.
- SOIL SURVEY STAFF, 2014. *Keys to Soil Taxonomy. Twelfth Edition*. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, Washington DC, USA.
- TERRIBILE F., BASILE A., DE MASCELLIS R., IAMARINO M., MAGLIULO P., PEPE S., VINGIANI S., 2007. *Landslide processes and Andosols: the case study of the Campania region, Italy*. In: Arnalds Ó., Óskarsson H., Bartoli F., Buurman P., Stoops G., García-Rodeja E. (eds), *Soils of Volcanic Regions in Europe*. Springer, Berlin, Heidelberg.
- THOMMERET N., BAILLY J.S., PUECH C., 2009. *Robust extraction of thalwegs networks from DTMs for topological characterisation: a case study on badlands*. Proceedings of Geomorphometry, Zurich, Switzerland, 31 August - 2 September 2009, 218-223.
- TORRI D., POSEN J., BORSELLI L., 1997. *Predictability and uncertainty of the soil erodibility factor using a global dataset*. Catena 31: 1-22.
- VENTRIGLIA U., 1990. *Idrogeologia della Provincia di Roma*. A cura dell'Amministrazione Provinciale di Roma, Assessorato LL.PP., Viabilità e Trasporti, Roma.
- VENTRIGLIA U., 2002. *Geologia del territorio del Comune di Roma*. A cura dell'Amministrazione Provinciale di Roma, 809 pp.
- VEREecken H., MAES J., FEYEN J., 1990. *Estimating unsaturated hydraulic conductivity from easily measured soil properties*. Soil Science 149: 1-12.
- VETTORI A., 2017. *I depositi di carbonio nella geosfera: impatto sulla moderna agricoltura*. Giornata dell'Accademia dei Georgofili 26 settembre 2017, Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa.
- VIGNOZZI N., PELLEGRINI S., BATISTONI E., ROCCHINI A., L'ABATE G., COSTANTINI E.A.C., 2007. *Suscettibilità al compattamento di Inceptisuoli vertici: messa a punto di un nuovo indice di stima*. Atti del Convegno Nazionale della Società Italiana di Scienza del Suolo, Bari, 21-24 giugno 2005: 203-210.
- VINCI I., FUMANTI F., GIANDON P., OBBER S., PANAGOS P., 2008. *Development of a bottom-up approach for soil indicators: organic carbon and soil loss assessment for the Italian territory*. Disponibile su [http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/suolo/file-e-allegati/documenti/minacce-di-degradazione/Eurosoil2008\\_SIAS.pdf](http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/suolo/file-e-allegati/documenti/minacce-di-degradazione/Eurosoil2008_SIAS.pdf)
- VINGIANI S., MELE G., DE MASCELLIS R., TERRIBILE F., BASILE A., 2015. *Volcanic soils and landslides: a case study of the island of Ischia (southern Italy) and its relationship with other Campania events*. Solid Earth 6: 783-797. <https://doi.org/10.5194/se-6-783-2015>.
- WATT M.S., PALMER D.J., 2012. *Use of regression kriging to develop a Carbon:Nitrogen ratio surface for New Zealand*. Geoderma 183-184: 49-57.
- WEBSTER R., OLIVER M.A., 2001. *Geostatistics for Environmental Scientists*. Wiley & Sons Ltd., Chichester.
- WILDING L.P., TESSIER D., 1988. *Genesis of vertisols: shrink-swell phenomena*. In: L.P. Wilding and R. Puentes (eds), *Vertisols: their distribution, properties, classification and management*. Technical Monograph no 18, Texas A&M: 55-81. University Printing Center, College Station TX, USA.
- WÖSTEN J.H.M., LILLY A., NEMES A., LE BAS C., 1999. *Development and use of a database of hydraulic properties of European soils*. Geoderma 90: 169-185.
- WUNDER, S., 2005. *Payments for Environmental Services: Some Nuts and Bolts*. CIFOR, Occasional Paper No. 42.
- XIAO J., SHEN Y., TATEISHI R., BAYAER W., 2006. *Development of topsoil grain size index for monitoring desertification in arid land using remote sensing*. Int. J. Remote Sens. 12(27): 2411-2422.
- YU B., ROSEWELL C.J., 1996. *A robust estimator of the R-factor for the universal soil loss equation*. Transactions of the ASAE, 39(2), 559-561.
- ZEVENBERGEN L.W., THORNE C.R., 1987. *Quantitative analysis of land surface topography*. Earth Surf. Processes and Landforms 12: 47-56.

## Siti di riferimento

Carta dell'Uso del Suolo della Regione Lazio:

<http://dati.lazio.it/catalog/it/dataset/cus-lazio-approfondimento-delle-formazioni-naturali-e-seminaturali-iv-e-v-livello-corine-land-cover>

Carta geologica regionale del Lazio:

<http://dati.lazio.it/catalog/it/dataset/carta-geologica-informatizzata-regione-lazio-25000>

Carta della Capacità d'Uso dei Suoli ai fini agricoli e forestali della pianura emiliano-romagnola in scala 1:50.000:

<http://geoportale.regione.emilia-romagna.it/it/catalogo/dati-cartografici/informazioni-geoscientifiche/suoli/capacita-duso-dei-suoli-di-pianura-scala-1-50.000-edizione-2005>

Carta della Capacità d'Uso dei Suoli della Regione Piemonte in scala 1:250.000:

[http://www.regione.piemonte.it/agri/area\\_tecnico\\_scientifica/suoli/suoli\\_1\\_250/carta\\_suoli.htm](http://www.regione.piemonte.it/agri/area_tecnico_scientifica/suoli/suoli_1_250/carta_suoli.htm)

Carta dei Suoli della Regione Emilia-Romagna in scala 1:50.000:

<https://geo.regione.emilia-romagna.it/cartpedo/>

Carta dei Suoli della Regione Toscana in scala 1:250.000:

<http://sit.lamma.rete.toscana.it/websuoli/>

<http://www502.regione.toscana.it/geoscopio/cartoteca.html>

CORINE Land Cover

<https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover>

GDEM-ASTER:

<http://www.jspacesystems.or.jp/ersdac/GDEM/E/1.html>

ISTAT, popolazione residente al 1 gennaio 2018:

[http://dati.istat.it/Index.aspx?DataSetCode=DCIS\\_POPRESI](http://dati.istat.it/Index.aspx?DataSetCode=DCIS_POPRESI)

Linee guida INSPIRE:

<https://inspire.ec.europa.eu/id/document/tg/so>

Primo e secondo rapporto sullo stato del capitale naturale in Italia:

[http://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/sviluppo\\_sostenibile/rapporto\\_capitale\\_naturale\\_Italia\\_17052017.pdf](http://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/sviluppo_sostenibile/rapporto_capitale_naturale_Italia_17052017.pdf)

[http://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/sviluppo\\_sostenibile/II\\_Rapporto\\_Stato\\_CN\\_2018\\_3.pdf](http://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/sviluppo_sostenibile/II_Rapporto_Stato_CN_2018_3.pdf)

Status of the world's soil resources:

<http://www.fao.org/documents/card/en/c/c6814873-efc3-41db-b7d3-2081a10ede50>

Visual Soil assessment:

<http://www.fao.org/docrep/010/i0007e/i0007e00.htm>



# **GLOSSARIO**



**Avvertenza - Dal presente glossario sono generalmente esclusi i termini la cui definizione è inserita all'interno dei testi dell'Atlante dei Suoli della Regione Lazio o all'interno delle cartografie**

**Accuratezza:** nella teoria degli errori è il grado di corrispondenza del dato teorico, desumibile da una serie di valori misurati (campione di dati), con il dato reale o di riferimento, ovvero la differenza tra valore medio campionario e valore vero o di riferimento. Indica la vicinanza del valore trovato a quello reale.

**Acqua disponibile per le piante:** AWC (*available water content* o acqua utile): differenza tra la quantità di acqua nel suolo alla capacità di campo e la quantità al punto di appassimento, espressa in mm.

**Argilla:** frazione minerale di un suolo le cui particelle hanno un diametro inferiore a 0.002 mm Oltre alle argille mineralogiche (fillosilicati) comprendono anche altri elementi (ossidi, ecc.).

**Argilla mineralogica:** fillosilicati, vengono classificati in base alla loro struttura cristallografica.

**Azoto totale:** percentuale di azoto contenuta nel suolo.

**Banca dati pedologica:** archivio digitale dove sono conservate le informazioni relative ai suoli.

**Calcare attivo:** percentuale in peso dei carbonati finemente suddivisi, suscettibili di solubilizzazione rapida sotto forma di bicarbonato.

Valutazione	Valori (%)
Basso	< 5
Medio e alto	5 - 10
Molto alto	> 10

**Calcare totale:** quantitativo totale di carbonati presenti nella frazione di suolo inferiore a 2 mm, espressa come carbonato di calcio.

Valutazione	Valori (%)
Non calcareo	< 0,5
Scarsamente calcareo	0,5 - 1,0
Debolmente calcareo	1,1 - 5,0
Moderatamente calcareo	5,1 - 10,0
Molto calcareo	10,1 - 20,0
Fortemente calcareo	20,1 - 40,0
Estremamente calcareo	> 40,0

**Capacità di campo:** contenuto idrico del suolo, espresso in percentuale rispetto al peso secco, dopo che l'acqua gravitazionale, o l'acqua libera, è stata allontanata.

**Capacità di scambio cationico (CSC):** quantità di cationi scambiabili che il complesso adsorbente del suolo è capace di trattenere. Viene espressa in milliequivalenti per 100 g di terra fine (meq/100g). Dipende dalla quantità e dal tipo di argilla e dalla ricchezza in sostanza organica del suolo.

Valutazione	Valori (meq 100g-1)
Molto bassa	< 5
Bassa	5 - 10
Moderatamente bassa	11 - 15
Moderatamente alta	16 - 24
Alta	25 - 50
Molto alta	> 50

**Capacità d'uso (*Land Capability*):** sistema di classificazione delle Terre basato sulle principali limitazioni d'uso messo a punto dal *Soil Conservation Service* degli Stati Uniti (Klingebiel e Montgomery, 1961). Con questo approccio, si classificano come migliori quelle Terre che possiedono un ventaglio colturale più ampio.

**Carattere del suolo:** (o caratteristica) è un attributo semplice di un dato suolo, che può essere misurato o stimato, come la misura della sua profondità, la valutazione del suo colore o le determinazioni analitiche.

**Carattere funzionale:** Attributi (caratteristiche) specifiche del suolo relativi a determinate funzioni ecosistemiche fornite, che vengono descritti con loro range di variabilità all'interno di una Sottounità tipologica di Suolo. I caratteri funzionali in genere non concorrono direttamente alla definizione dei caratteri diagnostici per la definizione tassonomica e/o di classificazione del suolo. (es. drenaggio, riserva idrica, pietrosità superficiale, compattazione, etc.)

**Carbonio organico:** carbonio contenuto nei composti di tipo organico presenti nel suolo.

**Classe granulometrica:** distribuzione delle dimensioni delle particelle dell'intero suolo, non equivale alla tessitura che si riferisce solo alla frazione fine suolo ("*particle-size class*", *Soil Taxonomy*).

**Colloidale (frazione):** frazione del terreno costituita da particelle con diametro inferiore a 1  $\mu\text{m}$  (0.001 mm). Con la soluzione circolante del suolo formano un sistema disperso, fisicamente eterogeneo in cui sono riconoscibili le superfici di separazione tra il solvente e il soluto. Questo sistema è caratterizzato da un'enorme superficie di contatto tra le due fasi, con elevata tensione superficiale.

**Colore del suolo:** viene definito con un sistema (Munsell) che utilizza tre variabili: *Hue* (tinta), *Value* (luminosità), *Chroma* (purezza).

**Componenti territoriali:** combinazioni di morfologia, litologia ed uso suolo presenti all'interno di ogni poligono, individuate come attribuzioni semantiche e prive di una geografia definita (eccettuato che per il caso degli elementi territoriali). La definizione si realizza in forma indipendente e con legende specifiche per ogni livello pedogeografico.

**Concentrazioni:** cristalli, noduli, concrezioni o masse di diverse dimensioni, spessore, consistenza e colori, costituiti da accumulo di composti di varia natura o da particelle di suolo cementate. La composizione di molte concentrazioni è differente dalla composizione delle circostanti particelle di suolo. Nella composizione delle concentrazioni, il carbonato di calcio e gli ossidi di ferro e manganese, sono molto comuni.

**Concrezione:** concentrazione localizzata di carbonati, o silice, oppure ossidi di ferro e manganese.

**Conducibilità idraulica satura (Ksat):** capacità del suolo di essere attraversato dall'acqua con moto verticale verso il basso. Salvo diversa indicazione la permeabilità si riferisce alla velocità del flusso dell'acqua attraverso il suolo saturo, in direzione verticale. Il valore riportato nella descrizione dei suoli è relativo allo strato più lentamente permeabile presente nel suolo o nella parte più superficiale del substrato.

**Contatto paralitico:** contatto tra suolo e materiale sottostante, di solito costituito da una roccia sedimentaria parzialmente consolidata (siltite, argillite, marna, arenaria), che non può essere penetrata dalle radici.

**Contentore pedogeografico:** termine usato per indicare un pedopaesaggio a scala di percezione e di rappresentazione cartografica in genere piccola. E' un tratto di superficie terrestre contraddistinto da un insieme di caratteri ambientali caratteristici, nel quale possono essere presenti suoli simili, ma anche molto diversi tra loro ed inclusioni di pedopaesaggi diversi che potrebbero essere separati cartograficamente ad un livello gerarchico inferiore.

**Copertura pedologica** (equivalente all'inglese "*soil cover*"): insieme dei suoli che coprono la superficie terrestre.

**Cristallo:** accumulo di materiali nel suolo sotto forma di cristalli di sali (Cloruri, Solfati) o di gesso. Vedi anche Concentrazioni.

**Cross-validazione:** tecnica statistica che suddivide il campione osservato in gruppi di uguale numerosità, quindi si esclude iterativamente un gruppo alla volta e lo si cerca di predire con i gruppi non esclusi, al fine di verificare la bontà del modello di predizione utilizzato.

**Cutans:** vedi Pellicole di argilla.

**Data mining:** insieme delle tecniche e delle metodologie che hanno per oggetto l'estrazione di informazioni utili da grandi quantità di dati attraverso metodi automatici o semi-automatici, e l'utilizzo scientifico, aziendale/industriale od operativo delle stesse.

**Datum:** sistema geodetico di riferimento che consente di definire in termini matematici la posizione di punti sulla superficie della Terra. Permette quindi l'operazione di georeferenziazione di luoghi o oggetti.

**Densità apparente:** esprime il rapporto (generalmente in  $\text{g cm}^{-3}$ ) fra la massa e il volume di un campione di suolo indisturbato.

**Deposizione:** processi di accumulo del suolo a causa di agenti quali acqua, vento e gravità.

**Descrivente:** carattere ambientale che viene utilizzato per descrivere una delimitazione o una unità cartografica, ma non per individuare delimitazioni cartografiche diverse.

Drenaggio interno	Disponibilità di ossigeno	Descrizione comportamento idrologico
Eccessivamente drenato	Buona	Questi suoli hanno una conducibilità idraulica alta (da 10 a $100 \mu\text{m s}^{-1}$ ) e molto alta ( $>100 \mu\text{m s}^{-1}$ ) e un basso valore d'acqua utilizzabile (AWC bassa o molto bassa, $< 100 \text{ mm}$ ). Non sono adatti alle colture almeno che non vengano irrigati. Sono suoli privi di screziature.
Piuttosto eccessivamente drenato	Buona	Questi suoli hanno un'alta conducibilità idraulica (da 10 a $100 \mu\text{m s}^{-1}$ ) ed un più alto valore d'acqua utilizzabile (AWC bassa o moderata, $> 50 \text{ mm}$ , ma $< 150 \text{ mm}$ ). Senza irrigazione possono essere coltivate solo un ristretto numero di piante e con basse produzioni. Sono suoli privi di screziature.
Ben drenato	Buona	Questi suoli trattengono una quantità ottimale di acqua (AWC elevata o molto elevata, $> 150 \text{ mm}$ ), l'acqua è rimossa dal suolo prontamente, e/o non si verificano durante la stagione di crescita delle piante eccessi di umidità limitanti per il loro sviluppo. Sono suoli di solito privi di screziature nella zona radicata.
Moderatamente ben drenato	Moderata	Questi suoli sono abbastanza umidi in superficie per un periodo sufficientemente lungo da condizionare negativamente le operazioni d'impianto e raccolta delle colture mesofitiche, a meno che non venga realizzato un drenaggio artificiale. I suoli moderatamente ben drenati hanno comunemente uno strato a bassa conducibilità idraulica (da 0,1 a $0,01 \mu\text{m s}^{-1}$ ) nel primo metro, un apporto d'acqua per infiltrazione o alcune combinazioni fra queste condizioni. Hanno figure d'ossidazione comuni (più del 4-5%) almeno nella parte bassa della zona radicata.
Piuttosto mal drenato	Imperfetta	Questi suoli sono abbastanza umidi in superficie o per un periodo sufficientemente lungo da ostacolare gravemente le operazioni d'impianto, di raccolta o di crescita delle piante, a meno che non venga realizzato un drenaggio artificiale. I suoli piuttosto mal drenati hanno comunemente uno strato a bassa conducibilità idraulica, un elevato stato d'umidità nel profilo, un apporto d'acqua per infiltrazione o una combinazione fra queste condizioni. Generalmente hanno figure d'ossidazione da comuni ad abbondanti nella zona radicata; possono anche mostrare screziature da ristagno temporaneo dovute alla presenza di una suola d'aratura.
Mal drenato	Scarsa	Questi suoli sono generalmente umidi vicino o in superficie per una parte considerevole dell'anno, cosicché le colture a pieno campo non possono crescere in condizioni naturali. Le condizioni di scarso drenaggio sono dovute ad una zona satura, ad un orizzonte con bassa conducibilità idraulica, ad infiltrazione di acqua o ad una combinazione fra queste condizioni. Generalmente hanno figure d'ossidazione da comuni ad abbondanti entro i primi 50 cm.
Molto mal drenato	Molto scarsa	Questi suoli sono umidi vicino o in superficie per la maggior parte del tempo. Sono abbastanza umidi da impedire la crescita d'importanti colture (ad eccezione del riso), a meno che non vengano drenati artificialmente. Generalmente hanno screziature con $\text{chroma} \leq 2$ abbondanti fin dalla superficie del suolo.

**Discriminante:** carattere ambientale che viene utilizzato per suddividere l'area di studio in delimitazioni e unità cartografiche diverse. Può essere o meno utilizzato per l'apposizione dei limiti geografici.

**Drenaggio esterno:** vedi Scorrimento superficiale.

**Drenaggio interno:** indica una qualità del suolo relazionata alla frequenza e alla durata dei periodi durante i quali il suolo non è saturo o è parzialmente saturo di acqua. **Elementi territoriali:** sono allo stesso tempo sia componenti territoriali delle unità di terre, che pedopaesaggi dotati di una propria geografia e individuabili alla scala di dettaglio (in genere 1:10.000).

**Eluviazione:** processo per cui l'acqua meteorica, una volta venuta a contatto con un suolo, comincia un movimento verso il basso durante il quale trascina con sé minerali, argilla ed elementi chimici che passano in soluzione o in sospensione e vengono quindi traslocati.

**Epipedon:** orizzonte diagnostico formatosi in superficie, includente la parte superiore del suolo (colorata in scuro per effetto della sostanza organica) e/o l'orizzonte eluviale superiore.

**Erosione:** processo che implica l'asportazione del terreno superficiale a causa dell'azione meccanica, fisica e chimica esercitata dagli agenti atmosferici (acqua, vento, ghiaccio e gravità). Vengono generalmente definiti l'agente e l'intensità del fenomeno. Nel caso di azione dell'acqua si può parlare di erosione laminare (*sheet erosion*) o per solchi più o meno profondi. (*rills* e *gullies*).

**Facce di pressione e scorrimento:** pellicole che si formano per pressione (facce di pressione) o pressione e scorrimento (facce di scivolamento, "*slickensides*") tra aggregati del suolo. Sono causate da fenomeni di rigonfiamento dei suoli quando questi si inumidiscono oltre un certo limite. Facce di pressione e scorrimento angolate abbastanza da individuare piani intersecatisi, collegate ad una struttura a cuneo con spigoli acuti (*wedge-shaped peds*) sono tipiche dei vertisuoli.

**Fattori della pedogenesi** (detti anche "fattori di stato"): fattori che influenzano i processi di formazione del suolo, essenzialmente roccia, clima, organismi (incluso l'uomo), morfologia, tempo.

**Fertilità del suolo:** giudizio globale qualitativo basato su parametri stazionali, morfologici e fisico-chimici, riguardante la capacità di un suolo di sostenere lo sviluppo vegetativo, sia per la produzione agroforestale, sia dal punto di vista naturalistico.

**Figure redox e litocromie:** le figure *redox* sono screziature di colore del suolo causate dai fenomeni di ossidazione e riduzione del ferro, manganese ed altri elementi a seguito delle variazioni di umidità nel profilo. Le litocromie sono macchie di colore che non derivano da tali processi, ma dal colore del materiale genitore.

**Fisiografia o natura della forma:** aspetto che la superficie terrestre assume in seguito all'opera degli agenti della morfogenesi.

**Formazione geologica:** unità fondamentale della litostratigrafia. Consiste in un certo numero di strati rocciosi che presentano una litologia comparabile o caratteristiche simili. Le formazioni non sono definite in base allo spessore del livello roccioso, quest'ultimo anzi può variare nettamente da una formazione all'altra. Il concetto di strati o superfici divisi formalmente è al centro della disciplina geologica della stratigrafia. Una formazione può essere divisa in membri e questi ultimi a loro volta sono organizzati in gruppi.

**Fotointerpretazione:** tecnica che consente ad esperti di determinare e classificare fenomeni territoriali dalla lettura di foto aeree o immagini telerilevate, quali ad esempio, tipi di vegetazione, determinazione di faglie o aggiornamento di basi cartografiche esistenti.

**Frammenti grossolani:** frammenti litoidi, posti all'interno del suolo, superiori a 2 mm di diametro in percentuale di volume. Sono spesso definiti come scheletro.

Descrizione	Scheletro %
Assente	0
Scarso	0,1 – 5,0
Comune	5,1 – 15,0
Frequente	15,1 -35,0
Abbondante	35,1 – 70,0
Molto abbondante	>70,0

**Geostatistica:** branca della statistica che si occupa dell'analisi di dati geografici, previa verifica se osservazioni effettuate in punti vicini presentano effettivamente una maggiore correlazione rispetto ad osservazioni poste in punti distanti.

**Gerarchia dei pedopaesaggi:** organizzazione dei pedopaesaggi su diversi livelli di generalizzazione caratterizzati da una diversa scala. Ogni pedopaesaggio di livello inferiore è legato a quelli superiori da attribuzioni semantiche.

**GIS** (*Geographical Information System*): insieme complesso di componenti *hardware*, *software*, umane ed intellettive per acquisire, processare, analizzare, immagazzinare e restituire in forma grafica e alfanumerica dati riferiti ad un territorio.

**GPS** (*Global Positioning System*): sistema di posizionamento satellitare che permette in ogni istante di conoscere la longitudine e la latitudine di un oggetto.

**Humus**: frazione ben decomposta e relativamente stabile della sostanza organica presente nel suolo.

**Idromorfia**: saturazione idrica del suolo, permanente o temporanea, inducente condizioni di anaerobiosi, riduzioni chimiche, segregazione localizzata del ferro. **Illuviazione**: processo di deposizione in un orizzonte di materiale (trasportato in sospensione o soluzione) proveniente da un'altra parte del suolo. **Incertezza dell'informazione pedologica**: grado di approssimazione nel fornire informazioni reali riguardo il tipo, il numero e la distribuzione di suoli presenti in una delimitazione o unità cartografica, la precisione dei limiti geografici, la confidenza della classificazione tassonomica, l'attribuzione delle qualità, la valutazione delle attitudini e limitazioni d'uso.

**Illuviazione**: processo che avviene in seguito al percolamento di acqua di precipitazione atmosferica che, nel suo movimento verso il basso, trascina con sé dagli orizzonti superiori di un suolo particelle, minerali, elementi chimici.

**Incertezza dell'informazione pedologica**: grado di approssimazione nel fornire informazioni reali riguardo il tipo, il numero e la distribuzione di suoli presenti in una delimitazione o in una unità cartografica, l'accuratezza dei limiti geografici, la confidenza della classificazione tassonomica, l'attribuzione delle qualità, la valutazione delle attitudini e limitazioni d'uso.

**Inclusione**: suoli diversi da quelli che caratterizzano una determinata unità cartografica che occupano aree di limitata estensione all'interno della medesima.

**Infiltrazione**: penetrazione verso il basso dell'acqua in un suolo.

**Land Cover** (progetto CORINE Land Cover): sistema informativo geografico composto da 44 classi di copertura del suolo suddivise in 3 tre livelli (5 classi per il primo livello, 15 per il secondo livello e 44 per il terzo) .Include territori artificiali, seminaturali, naturali ed acque.

**Limo**: frazione minerale di un suolo le cui particelle hanno un diametro compreso tra 0.05 e 0.002 mm.

**Litologia**: studio delle caratteristiche generali, generalmente macroscopiche, dei vari tipi di roccia.

**Macroporosità** (capacità per l'aria): volume dei pori pieni d'aria quando il suolo è alla capacità di campo. Corrisponde approssimativamente al volum e dei pori con diametro >60 µm.

**Materiale parentale** o **genitore**: detto anche substrato pedogenetico, è il materiale non consolidato (incoerente, debolmente coerente, pseudocoerente o anche coerente, se la cementazione è di origine pedogenetica) da cui il suolo deriva.

**Modello digitale del terreno** (*Digital Elevation Model*, DEM): rappresentazione della distribuzione delle quote di un territorio, o di altra superficie, in formato digitale. Viene in genere prodotto in formato *raster* associando a ciascun *pixel* l'attributo relativo alla quota assoluta.

**Morfologia**: tipo, intensità e dinamica degli agenti della morfogenesi.

**Morfometria**: misura delle forme della superficie terrestre.

**Natura della forma**: vedi Fisiografia.

**Nodulo**: accumulo fortemente cementato di Fe-Mn, di carbonati, di silicati, privi di struttura "a cipolla", se sezionati secondo un qualunque asse. Vedi anche Concentrazioni.

**Ochrice**: orizzonte superficiale di colore chiaro, contenente limitate quantità di sostanza organica.

**Orizzonte**: strato di suolo approssimativamente parallelo alla superficie, con caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche definite e omogenee, determinate dall'azione dei processi pedogenetici.

**Orizzonte A**: orizzonte minerale che si è formato alla superficie o sotto un orizzonte O, in cui l'originale struttura della roccia è stata completamente o per lo più obliterata, caratterizzato da una o più delle seguenti condizioni: a) un accumulo di sostanza organica umificata intimamente legata alla frazione minerale senza mostrare le proprietà caratteristiche di orizzonti E o B, proprietà risultanti dalla coltivazione, pascolamento, o disturbi affini; b) morfologia differente dall'orizzonte B o C sottostante come risultato di processi riferiti alla superficie.

**Orizzonte andico:** orizzonte che risulta da un'alterazione moderata di depositi prevalentemente piroclastici. Tuttavia possono anche essere riscontrati in associazione con materiali non vulcanici (per esempio loess, argilliti, e prodotti di alterazione ferrallitici). La loro mineralogia è dominata da minerali a basso ordine cristallino e, nei depositi piroclastici, costituiscono parte della sequenza di alterazione.

**Orizzonte Ap:** strato superficiale del suolo, disturbato dalla coltivazione o dal pascolo.

**Orizzonte argico:** orizzonte sottosuperficiale che ha un contenuto di argilla nettamente più alto rispetto all'orizzonte sovrastante. La differenziazione tessiturale può essere causata da un accumulo illuviale di argilla, da una formazione predominante di argilla pedogenetica nel sottosuolo o dalla distruzione di argilla nell'orizzonte di superficie, dall'erosione superficiale selettiva di argilla, dall'attività biologica, o da una combinazione di due o più di questi differenti processi. La sedimentazione dei materiali di superficie che sono più grossolani rispetto all'orizzonte sottosuperficiale, può incrementare una differenziazione tessiturale pedogenetica. Tuttavia, una pura discontinuità litologica, quale può rinvenirsi nei depositi alluvionali, non si qualifica come un orizzonte argico.

**Orizzonte argillico:** orizzonte illuviale in cui argille a reticolo stratificato si sono accumulate fino ad una significativa quantità mediante illuviazione.

**Orizzonte B:** orizzonte che si è formato sotto un orizzonte A, E, O, o H, e nel quale i lineamenti principali sono l'obliterazione di tutta o della maggior parte dell'originale struttura della roccia, insieme con una delle seguenti condizioni, o una loro combinazione: concentrazione illuviale di argilla silicata, ferro, alluminio, humus, carbonati, gesso o silice, soli o in combinazione; evidenze di rimozione di carbonati; concentrazione residuale di sesquiossidi; rivestimenti di sesquiossidi tali da far sì che l'orizzonte sia notevolmente più basso in *value*, più alto in *chroma*, o più rosso in *hue* degli orizzonti soprastanti e sottostanti, senza illuviazione di ferro apparente; alterazione tale da produrre argilla silicata o liberare ossidi, oppure entrambi, e da creare una struttura granulare, o poliedrica, o prismatica se a cambiamenti in contenuto idrico si accompagnano cambiamenti di volume; fragilità.

**Orizzonte C:** orizzonte o strato poco interessato dai processi pedogenetici, tranne la roccia dura. Manca delle proprietà degli orizzonti H, O, A, E, o B. Frequentemente è uno strato minerale, ma può essere biochimico calcareo e siliceo come le conchiglie, il corallo e la terra di diatomee. Il materiale costituente gli orizzonti C può essere simile o dissimile da quello dal quale il suolo si è presumibilmente formato. Un orizzonte C può essere stato modificato anche se non c'è evidenza di pedogenesi. Le radici delle piante possono infiltrarsi, e costituisce pertanto un importante mezzo di crescita.

**Orizzonte calcico:** orizzonte in cui si è accumulato carbonato di calcio secondario ( $\text{CaCO}_3$ ).

**Orizzonte cambico:** orizzonte sottosuperficiale che, rispetto agli orizzonti sottostanti, mostra evidenza di alterazione. Manca del gruppo di proprietà diagnostiche per un orizzonte ferralico, argico, natrico o spodico e dei colori scuri, del contenuto di materia organica e della struttura di un orizzonte histico, folico, mollico o umbrico.

**Orizzonte E:** orizzonte minerale in cui la caratteristica principale è la perdita di argilla silicata, ferro, alluminio, o di alcune combinazioni di questi, che produce una concentrazione residuale di sabbia e limo, e nei quali l'originale struttura della roccia è stata completamente o in gran parte obliterata.

**Orizzonte funzionale:** strato di suolo dato dall'accorpamento o dalla suddivisione di orizzonti genetici sulla base di caratteri funzionali, in grado cioè di condizionare la gestione e la risposta all'uso del suolo.

**Orizzonte H:** strato dominato da materiale organico, formatosi da accumuli di materiale organico indecomposto o parzialmente decomposto alla superficie del suolo, che può anche essere sommerso. Tutti gli orizzonti H sono saturi d'acqua per periodi prolungati, oppure lo sono stati in passato e adesso sono artificialmente drenati. Un orizzonte H può essere presente nella parte superiore di suoli minerali, o a qualsiasi profondità sotto la superficie, se sepolto.

**Orizzonte mollico:** orizzonte di superficie di colore scuro, ben strutturato con un'alta saturazione in basi ed un contenuto di materia organica da moderato ad alto.

**Orizzonte O:** strato dominato da materiale organico, consistente in lettiera indecomposta o parzialmente decomposta, come foglie, aghi, rametti, muschi e licheni, che si è accumulata sulla superficie. Gli orizzonti O possono essere presenti nella parte alta sia di suoli minerali che organici, ma non sono saturi d'acqua per periodi prolungati. La frazione minerale è solo una piccola percentuale del volume, ed è generalmente molto meno della metà del peso. Uno strato O può essere alla superficie di un suolo minerale o a qualsiasi profondità sotto la superficie, se è

sepolto. Un orizzonte formato da illuviazione di materiale organico in un sottosuolo minerale non è un orizzonte O, sebbene alcuni orizzonti formati in questa maniera contengano molta sostanza organica.

**Orizzonte ochrico:** orizzonte di superficie che manca di una stratificazione fine e che è o di colore chiaro, o sottile, o ha un basso contenuto in carbonio organico, o è massivo e (molto) duro quando è asciutto.

**Orizzonte umbrico:** orizzonte superficiale scuro che non si può distinguere ad occhio nudo da un *epipedon* mollico, ma che ha una saturazione in basi inferiore al 50%.

**Osservazione correlata:** ogni osservazione (profilo, pozzetto o trivellata), corredata o meno da analisi del suolo, che anche per un solo carattere o qualità funzionale alla correlazione devia rispetto al valore medio del sito modale per  $\geq 3\sigma$ .

**Osservazione pedologica:** osservazione di campagna volta a riconoscere la natura del suolo in un determinato sito. Ve ne sono quattro tipologie principali: profilo di suolo, trivellata, pozzetto o *minipit*, osservazione superficiale o speditiva.

**Osservazione rappresentativa:** ogni osservazione (profilo, pozzetto o trivellata), corredata o meno da analisi del suolo, i cui caratteri e qualità funzionali alla correlazione rientrano tutti nel range di variabilità per  $< 3\sigma$ , ma che anche per un solo carattere o qualità funzionale alla correlazione devia rispetto al valore medio del sito modale per  $\geq 2\sigma$ .

**Osservazione speditiva o superficiale:** descrizione speditiva di sezioni naturali o artificiali, oppure descrizione di situazioni disturbate che possono dare informazioni relative ad alcune caratteristiche o proprietà del suolo (verifica di processi pedogenetici in orizzonti profondi o sepolti, caratteristiche dei substrati, ecc.).

**Osservazione tipica:** ogni osservazione (profilo, pozzetto o trivellata) corredata da analisi del suolo, i cui caratteri e qualità funzionali alla correlazione rientrano tutti nel range di variabilità per  $\pm 2\sigma$ .

**Paesaggio pedologico:** vedi Pedopaesaggio.

**Paleosuolo:** suolo di origine molto antica, evoluto in condizioni di clima e vegetazione diverse dalle attuali. I paleosuoli possono presentarsi sepolti da depositi più recenti, oppure costituire superfici relitte: in tal caso ai segni della pedogenesi antica si sommano i segni dei processi in atto.

**Paradigma suolo-paesaggio:** espressione che indica come sia possibile prevedere alcune delle caratteristiche del suolo attraverso l'esame del paesaggio. Principio che si fonda sulla constatazione che i fattori della pedogenesi sono gli stessi, eccetto per le forze endogene, a quelli della morfogenesi.

**Pattern:** configurazione caratteristica del paesaggio, percettibile in fotointerpretazione e telerilevamento.

**Ped:** aggregato di particelle di suolo che si forma come risultato di processi pedogenetici; questa organizzazione naturale delle particelle forma unità discrete separate da pori o vuoti. Il termine viene generalmente usato per unità strutturali macroscopiche, visibili a occhio nudo quando si osserva il suolo in campo. I *peds* vanno descritti quando il suolo è asciutto o leggermente umido, perché sono difficili da distinguere nel suolo bagnato.

**Pedoclima:** complesso delle condizioni fisiche del terreno, dipendenti da temperatura, umidità, ecc., che si determina nello strato a diretto contatto con l'ambiente aereo; è molto importante per l'influsso diretto che esercita sullo sviluppo delle piante.

**Pedogenesi:** insieme di processi fisici, chimici e biologici che portano alla formazione di un suolo.

**Pedologia:** scienza che studia la composizione, la genesi e le modificazioni del suolo, dovute sia a fattori biotici che abiotici.

**Pedodiversità:** termine o indice usato per esprimere la numerosità dei suoli appartenenti a Unità Tipologiche diverse in una delimitazione o in una unità cartografica appartenente ad un determinato livello.

**Pedogenesi:** processo attraverso cui le rocce e i residui vegetali vengono gradualmente trasformati in suolo.

**Pedon:** parallelepipedo ideale composto da una sequenza di orizzonti risultanti dall'evoluzione pedogenetica, che rappresenta la minima unità ideale di descrizione e di campionamento del suolo.

**Pedopaesaggio** (o paesaggio pedologico): termine generico che si applica a qualunque livello gerarchico nella classificazione dei paesaggi pedologici. Indica un tratto di superficie terrestre che ha un certo significato pedo-

logico, cioè raccoglie suoli che hanno in comune una o più caratteristiche, proprietà o processi. E' individuabile da un insieme di condizioni climatiche, litologiche, morfologiche, pedologiche, di uso del suolo e di vegetazione caratteristiche. Può corrispondere al polypedon a scala di dettaglio o di grande dettaglio, quando tutti i fattori della pedogenesi sono uniformi (a livello di percezione umana in campo), ma al riconoscimento è quasi sempre formato da più polypedon.

**Pedosfera:** insieme dei suoli presenti in un ambito territoriale in genere di vaste proporzioni, quale quello terrestre (in analogia ad atmosfera, idrosfera, litosfera).

**Pellicole:** figure pedogenetiche prodotte dalla deposizione, in orizzonti più o meno profondi, di materiali provenienti dagli orizzonti soprastanti in seguito a processi di eluviazione e illuviazione.

**Pellicole di argilla (cutans):** sottili films di argilla orientata che si trovano sulla superficie delle singole particelle, degli aggregati, nella macroporosità e nei canali di lombrichi o di radici del suolo. Sono indice di avvenuta traslocazione dell'argilla dagli orizzonti del suolo più superficiali.

**Pendenza:** inclinazione della superficie del suolo rispetto al piano orizzontale.

**Permeabilità:** la proprietà del suolo di essere attraversato dall'acqua o dall'aria. Salvo diverse indicazioni il termine permeabilità si riferisce alla velocità del flusso dell'acqua attraverso il suolo saturo, in direzione verticale (vedi Conducibilità idraulica satura).

**Pixel:** unità minima convenzionale della superficie di un'immagine digitale.

**Pietrosità superficiale:** pietre o altri materiali, di dimensioni >2 mm presenti sulla superficie del suolo e non ricadenti nella casistica compresa nella rocciosità.

Descrizione Classe	% in volume
Assente	0
Molto scarsa	0-0,3
Scarsa	0,4-1
Comune	1,1-3,0
Frequente	3,1-15,0
Abbondante	15,1-50,0
Molto abbondante	50,1-90,0
Affioramento di pietre	>90,0

**Poligono:** termine usato nel linguaggio GIS per indicare un'area con degli attributi memorizzati; è equivalente al termine delimitazione presente nel linguaggio pedologico tradizionale.

**Porosità:** rapporto fra il volume degli spazi non occupati da componenti solide ed il volume totale del suolo.

**Potenziale dell'acqua nel suolo:** in agronomia e pedologia è un parametro differenziale che misura l'energia potenziale che ha l'acqua presente nel suolo, in riferimento alle condizioni dell'acqua libera. E' impiegato per quantificare il lavoro che le piante devono compiere per l'assorbimento radicale.

**Polypedon:** unione dei *pedon* i cui fattori della pedogenesi sono così simili da far sì che le loro caratteristiche morfologiche e funzionali ricadano in specifici campi di variazione (*range*).

**Pozzetto o minipit:** consiste in uno scavo profondo 50-70 cm e largo circa 100 cm. Questa tipologia di osservazione è utile per indagare ambiti ove non sia possibile effettuare scavi con mezzi meccanici (accesso difficoltoso, ambiti tutelati ecc.). Partendo dal fondo dello scavo altre informazioni possono essere acquisite tramite trivella manuale.

**Profilo di suolo:** scavo di adeguate dimensioni e profondità, utile per descrivere la morfologia derivante dallo sviluppo genetico-evolutivo del suolo e per prelevare campioni per le analisi di laboratorio. E' una sezione verticale che può essere concepita sia come un piano verticale ad angolo retto con la superficie del suolo, sia come la faccia verticale di un *pedon*.

**Profondità del suolo:** la profondità del confine tra il suolo e uno strato continuo e coerente sottostante. Il substrato coerente è chiamato "soffice" se è sufficientemente soffice o finemente stratificato o fratturato da poter essere scavato con una vanga quando è umido, anche se con difficoltà. È chiamato "duro" quando è sufficientemente duro e massivo da non consentire, allo stato umido, uno scavo a mano con la vanga, sebbene questa lo possa rompere o frantumare.

**Profondità utile alle radici:** profondità dello spessore di suolo fino al raggiungimento di un orizzonte limitante o impedente allo sviluppo radicale. Si assume come orizzonte impenetrabile alle radici quello che presenta una radicabilità inferiore al 30%. Orizzonti impenetrabili o difficilmente penetrabili possono essere: la roccia, i sedimenti consolidati, i *densipan*, i *fragipan*, i *duripan* e gli orizzonti petrocalcici, petrogipsici, petroferrici, placici, orizzonti con falda permanente. Classi di profondità utile delle radici:

Descrizione	Classe (cm)
Molto scarsa	<25
Scarsa	25-50
Moderatamente elevata	50-100
Elevata	100-150
Molto elevata	>150

**Proprietà diagnostiche:** proprietà che riflettono specifiche condizioni pedologiche individuando gli orizzonti.

**Proprietà gleyiche:** il suolo sviluppa proprietà gleyiche (dal nome locale russo gley, massa di suolo sporco) se, a meno che non venga drenato, è completamente saturo di acqua di falda per un periodo di tempo sufficiente a permettere l'instaurarsi di condizioni riducenti (il tempo può variare da pochi giorni nei tropici a poche settimane in altre aree), e mostrare una configurazione di colori gleyica.

**Proprietà stagniche:** il suolo ha proprietà stagniche (dal latino stagnare, ristagnare) se, almeno temporaneamente e a meno che non sia drenato, è completamente saturo d'acqua proveniente dalla superficie per un periodo abbastanza lungo da indurre condizioni riducenti (tempo che può variare da pochi giorni ai tropici a poche settimane in altri ambienti) e mostra una configurazione di colori stagnina.

**Punto di appassimento:** contenuto idrico del suolo, espresso in percentuale rispetto al peso secco, a cui le piante appassiscono in modo irreversibile. Si assume che coincida con una forza di trattenuta dell'acqua da parte del suolo superiore a 15 atmosfere.

**Qualità (le qualità):** attributo complesso di un suolo, quale il contenuto in acqua disponibile per le piante (AWC) o il drenaggio interno. Le qualità sono stimate o calcolate a partire da singoli caratteri.

**Qualità del suolo (la qualità):** capacità del suolo a svolgere le funzioni di volta in volta necessarie a garantire il mantenimento di un equilibrio ambientale, economico, sociale, ecc.; tale capacità è legata principalmente alle caratteristiche strutturali ed ecologiche del suolo; inoltre si considera anche la qualità del suolo espressa come l'adeguatezza all'uso (*fitness for use*) correlata all'influenza delle attività umane che incidono in maniera più o meno intensa, modificando talvolta drasticamente le caratteristiche naturali del suolo.

**Radicabilità:** percentuale di volume di suolo esplorabile dalle radici. Può essere stimata da caratteristiche del profilo e dalla distribuzione delle radici presenti (se presenti) nel suolo.

**Raster:** formato grafico in cui le immagini sono descritte tramite una griglia ortogonale di elementi detti *pixel*.

**Reazione:** indica il grado di acidità o di alcalinità del suolo. È espressa come valore di pH, che è il logaritmo negativo della concentrazione idrogenionica della soluzione acquosa dei suoli.

Valutazione	Valori
Estremamente acida	< 4,5
Fortemente acida	4,5 - 5,0
Moderatamente acida	5,1 - 6,0
Debolmente acida	6,1 - 6,5
Neutra	6,6 - 7,3
Debolmente alcalina	7,4 - 7,8
Moderatamente alcalina	7,9 - 8,4
Fortemente alcalina	8,5 - 9,0
Estremamente alcalina	> 9,0

**Relazioni pedologiche funzionali:** funzionalità di carattere diverso (fisico, chimico, biologico, umano) che legano i suoli all'interno di un pedopaesaggio. Possono variare a seconda della finalità del rilevamento, della scala di indagine e dell'ambiente studiato. In un'area collinare, ad esempio, le relazioni funzionali tra suoli possono essere espresse, a scala di grande dettaglio, dagli scambi di energia e di materia, in particolare dai flussi idrici e dai processi erosivi. Nello stesso ambiente, a minor dettaglio, le relazioni funzionali tra i suoli di un pedopaesaggio possono essere invece relative alla risposta agronomica delle colture, oppure a problematiche gestionali o di conservazione del suolo simili.

**Regioni pedologiche (Soil Regions):** primo livello della gerarchia dei paesaggi alla scala di riferimento 1:5.000.000, consentono un inquadramento pedologico a livello nazionale ed europeo. I fattori fondamentali per la determinazione delle Regioni Pedologiche sono le condizioni climatiche e geologiche. Le stesse sono caratterizzate anche per pedoclima, morfologia e principali tipi di suolo.

**Resilienza:** in ecologia e biologia la resilienza è la capacità di autoripararsi dopo un danno, o verosimilmente la capacità di recupero spontaneo di un sistema ecologico una volta passati gli elementi perturbatori. Nel suolo è la capacità di recuperare la sua integrità funzionale e strutturale dopo un disturbo esterno continuando a svolgere regolarmente le sue funzioni.

**Rilevamento pedologico di dettaglio:** studio della natura e distribuzione dei suoli nel paesaggio tramite rilievo diretto, effettuato soprattutto in campagna.

**Rills:** piccoli ma ben definiti canali sulla superficie del suolo dovuti al processo erosivo entro cui scorre il deflusso superficiale causando rilevante distacco e trasporto delle particelle di suolo. Tali incisioni possono essere cancellate dalle normali lavorazioni del suolo.

**Rocciosità:** materiale con diametro >500 mm, non rimovibile con le normali lavorazioni, posto alla superficie del suolo.

**Runoff:** vedi Scorrimento superficiale e Drenaggio esterno.

**Sabbia:** frazione minerale di un suolo le cui particelle hanno un diametro che varia da 0.05 a 2.0 millimetri.

**Salinità:** concentrazione dei sali nel suolo; si misura attraverso la conducibilità elettrica dell'estratto di saturazione (ECe) o dell'estratto 1:5 (EC5).

**Saturazione in basi (tasso di):** rapporto percentuale fra la somma dei cationi alcalini e alcalino-terrosi (Ca, Mg, Na, K), espressa in meq/100g o in cmoli(+) kg<sup>-1</sup> di suolo, fissato sul complesso di assorbimento, e la capacità di scambio cationico ugualmente espressa. Rappresenta la quantità massima di cationi che 100g di suolo possono assorbire.

**Scorrimento superficiale:** (drenaggio esterno o *runoff*) perdita di acqua da un'area per scorrimento sopra la superficie del suolo.

**Screziature:** macchie o sfumature di colore diverso da quello generale dovuto a fenomeni di ossidoriduzione. Possono presentare diversa superficie occupata, dimensione e contrasto. La loro presenza nel profilo è in relazione al regime idrico e alla genesi del suolo.

**Sezione di controllo:** parte del profilo di un suolo che viene presa in esame per lo studio di determinate caratteristiche e proprietà inerenti le scelte classificatorie. Lo spessore di suolo considerato varia sensibilmente a seconda del tipo di suolo e delle caratteristiche esaminate.

**Sistema di terre:** livello intermedio della gerarchia dei paesaggi alla scala di riferimento 1:1.000.000, consentono un inquadramento a livello nazionale. Sono aree riconosciute come omogenee in funzione di caratteri legati essenzialmente a morfologia, litologia e copertura del suolo, e appartengono semanticamente ad un'unica Regione Pedologica.

**Sito pedologico:** insieme delle informazioni relative all'osservazione pedologica e alla stazione di rilevamento.

**Soil Taxonomy (ST):** sistema tassonomico americano basato sull'identificazione di orizzonti e proprietà diagnostiche. Prevede sei livelli gerarchici: ordini, sottordini, grandi gruppi e sottogruppi, famiglie e serie. Questa tassonomia è in uso presso il *Natural Resources Conservation Service* dell' *USDA (United States Department of Agriculture)*.

**Sostanza organica:** complesso dei residui di origine vegetale e animale in diverso stadio di decomposizione, sovrapposto al suolo minerale o in esso incorporato.

**Sottosistema di terre:** livello di maggior dettaglio della gerarchia dei paesaggi alla scala di riferimento 1:250.000. Ambienti simili per substrati geologici, morfologie ed uso del suolo, che appartengono semanticamente a uno stesso sistema e a una stessa regione pedologica, fanno parte dello stesso sottosistema di suolo e sono considerati omogenei per tipologie e distribuzione geografica dei suoli.

**Sottounità tipologica di suolo (STS):** insieme di osservazioni con problematiche gestionali simili individuato all'interno di una certa unità tipologica di suolo.

**Stazione di rilevamento (sito):** intorno del luogo dove viene realizzata l'osservazione, di dimensioni variabili dalle decine ad alcune centinaia di metri quadri.

**Strato** (di suolo): sinonimo di orizzonte pedologico.

**Strato M:** strato profondo quasi continuo, disposto orizzontalmente e limitante lo sviluppo radicale, costituito da manufatti.

**Strato R:** roccia dura sottostante il suolo. Esempi sono il granito, il basalto, la quarzite, il calcare o l'arenaria induriti. La roccia può avere delle fessure, ma queste sono così rade e così piccole che poche radici riescono a infiltrarsi. Le fessure possono essere rivestite o riempite d'argilla o da altro materiale.

**Strato W:** strato di acqua all'interno o al di sotto del suolo. L'acqua è designata come *Wf* se è permanentemente congelata, *W* in caso contrario. *W* e *Wf* non sono usati per sottili strati di acqua, ghiaccio o neve sopra la superficie del suolo.

**Struttura:** proprietà delle particelle elementari del suolo di unirsi a formare unità strutturali più grandi dette aggregati. La forma, le dimensioni e il grado di sviluppo dell'eventuale aggregazione di particelle di suolo primarie in unità strutturali di origine naturale o artificiale (aggregati, zolle, frammenti naturali o artificiali) vengono generalmente identificati in campo, così come la disposizione spaziale di queste unità inclusi i vuoti (pori e fessure) fra gli aggregati e al loro interno. In campagna viene infatti descritta la macrostruttura, ossia la disposizione spaziale naturale o artificiale di aggregati di dimensioni variabili da pochi millimetri a diversi centimetri.

**STS:** vedi Sottounità tipologica di suolo.

**Substrato:** parte sottostante al suolo dove i fenomeni pedogenetici sono scarsi o assenti. Consiste quindi nella formazione rocciosa, consolidata o meno, che si trova al di sotto del materiale parentale, e che è intervenuta indirettamente nella formazione del suolo o non è intervenuta affatto. In termini pratici il substrato è ciò che è riportato da una cartografia geologica di qualità standard, e la sua definizione è ricavabile da questa quando non osservabile direttamente.

**Suolo:** corpo naturale tridimensionale che ricopre la crosta terrestre, derivante dall'alterazione di un substrato roccioso per azione chimica, fisica e biologica esercitata da tutti gli agenti superficiali e dagli organismi presenti su di esso. Le sue proprietà derivano dall'azione nel tempo del clima e degli organismi viventi sulla roccia madre, e sono condizionate dal rilievo.

**Suolo calcareo:** suolo contenente una quantità di carbonato di calcio tale da dare effervescenza visibile e/o udibile se trattato con acido cloridrico 1N.

**Superficie Agricola Utilizzata (SAU):** somma delle superfici aziendali destinate alla produzione agricola.

**Tassonomia:** disciplina della classificazione (vedi *World Reference Base for Soil Resources* e *Soil Taxonomy*).

**Terra fine:** frazione minerale del suolo inferiore a 2 mm di diametro (terra fine).

**Tessitura:** distribuzione per classi di grandezza delle particelle elementari del suolo. Le classi tessiturali sono definite dalla presenza percentuale delle tre frazioni principali: sabbia (2 – 0,05 mm), limo (0,05 – 0,002 mm), argilla (<0,002 mm). In genere si utilizzano le 12 classi tessiturali adottate dal NSSC (*National Soil Survey Center*) del NR-CS-USDA (*Natural Resources Conservation Service - United States Department of Agriculture*): argillosa, argilloso-limosa, franco-argilloso-limosa, argilloso-sabbiosa, franco-argilloso-sabbiosa, franco-argillosa, limosa, franco-limosa, franca, sabbiosa, sabbiosa-franca, franco-sabbiosa.

**Trivellata:** tipo di osservazione con cui può essere studiato un numero limitato di caratteri pedologici. E' soprattutto una osservazione esplorativa e di controllo, e assume un maggiore significato solo se può essere correlata a un profilo di riferimento. Si esegue in genere con carotatore di tipo "olandese", che permette di arrivare fino a 120 cm di profondità.

**Unità cartografica:** insieme delle delimitazioni aventi la stessa sigla nella legenda della carta.

**Unità di Bestiame Adulto (UBA):** unità di misura della consistenza di un allevamento che, rapportata alla SAU consente di determinare la densità dell'allevamento stesso. La consistenza in UBA di un allevamento si ottiene applicando al numero dei capi presenti in azienda degli appositi coefficienti legati all'età e alla specie degli animali.

**Unità di paesaggio:** superficie con un certo grado di omogeneità per alcuni caratteri, problematiche o processi alla scala di riferimento. In pedologia indica superfici omogenee per fattori e processi della pedogenesi alla scala di dettaglio e semidettaglio, per cui è possibile trovare al loro interno suoli simili. Operativamente, si definiscono considerando caratteri ambientali diversi (litologia, uso del suolo, falda freatica, processi erosivi, ecc.) come discriminanti e descrittivi delle unità fisiografiche.

**Unità di terre:** contenitori pedogeografici di terre individuati e riconoscibili a una scala compresa tra 1:50.000 e 1:25.000. Sono dette pedologiche o di suolo quando l'informazione è organizzata in una banca dati pedologica collegata alla banca dati geografica.

**Unità fisiografica:** porzione della superficie terrestre omogeneo per tipo e intensità del processo geomorfologico dominante alla scala di riferimento.

**Unità tipologica di suolo (UTS):** insieme di osservazioni con attributi geografici comuni e con caratteri genetici simili, con una certa variabilità di problematiche gestionali. Ogni UTS ha perlomeno una sottounità tipologica di suolo.

**Valore aggiunto (VA):** in economia, incremento di valore che si verifica nell'ambito della produzione e distribuzione di beni e servizi grazie all'intervento dei fattori produttivi (capitale e lavoro), al netto del costo dei beni e delle risorse primarie iniziali.

**Variabilità pedologica:** termine usato in riferimento alle possibili variazioni di caratteri e proprietà all'interno di una unità tipologica di suolo.

**Vettoriale:** formato grafico in cui le immagini sono descritte mediante un insieme di primitive geometriche che definiscono punti, linee e poligoni.

**World Reference Base for Soil Resources (WRB):** sistema classificatorio basato sulla *Revised Legend* della Carta dei Suoli del Mondo della FAO/UNESCO. Utilizza proprietà del suolo definite in termini di orizzonti diagnostici e caratteristiche che, nel maggior modo possibile, dovrebbero essere misurabili e osservabili in campo. La selezione degli orizzonti diagnostici e delle caratteristiche prende in considerazione le loro relazioni con i processi di formazione del suolo. Non si utilizzano parametri climatici per la classificazione dei suoli. Il sistema è oggetto di periodici aggiornamenti; la versione utilizzata nel database pedologico della regione Lazio è: *World Reference Base for Soil Resources, 2014, update 2015*.





