



Antonia Arnoldus-Huyzendveld - Carlo Perotto - Paolo Sarandrea

I SUOLI DELLA PROVINCIA DI LATINA

CARTA, DATABASE E APPLICAZIONI

a cura della Provincia di Latina,
Settore Pianificazione Urbanistica e Territoriale

I SUOLI DELLA PROVINCIA DI LATINA



ISBN 978-88492-1623-3

€ 00,00
www.gangemieditore.it

GANGEMI EDITORE



I suoli della provincia di Latina Carta, database e applicazioni

*a cura della Provincia di Latina,
Settore Pianificazione Urbanistica e Territoriale*

Antonia Arnoldus-Huyzendveld - Carlo Perotto - Paolo Sarandrea

Indice

Presentazione	3
1. Introduzione	5
2. Metodologia	7
3. I suoli di Latina	13
4. Applicazioni nella pianificazione territoriale della Provincia di Latina	21
Allegati:	
Legenda	33
Tabelle delle classi usate nella Legenda e nei database	40
Il file in MS Excel della Legenda e l'interfaccia in MS Access	43

©
Proprietà letteraria riservata
Gangemi Editore spa
Piazza San Pantaleo 4, Roma
www.gangemieditore.it

Nessuna parte di questa
pubblicazione può essere
memorizzata, fotocopiata o
comunque riprodotta senza
le dovute autorizzazioni.

ISBN 978-88-492-1623-3

In copertina: Carta dei suoli
della Provincia di Latina

Presentazione

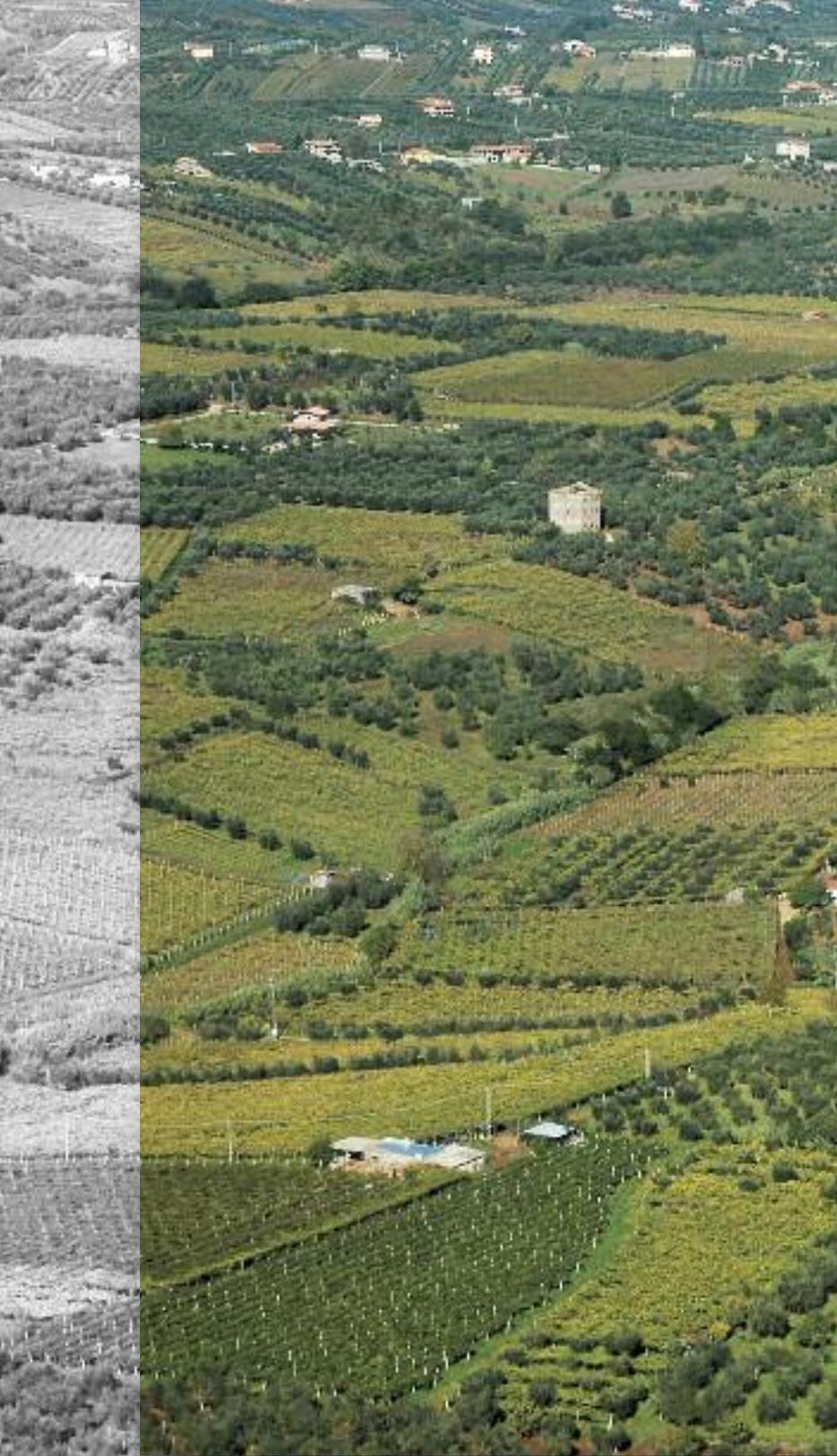
Nella redazione del Piano Territoriale Provinciale Generale, l'Ufficio di Piano della Provincia di Latina al fine della più approfondita conoscenza del territorio, onde poterne correttamente pianificare lo sviluppo futuro, ha affrontato e studiato le più diverse tematiche che lo configurano così come noi lo vediamo e viviamo. Tra queste notevole importanza assumono per la Provincia di Latina, per la sua storia ed economia, in gran parte fondata sulle produzioni agricole, gli studi legati al "Comparto Suolo". Gli studi condotti dalla dott.sa Antonia Arnoldus-Huyzendveld, una dei massimi esperti europei del campo, che ha proficuamente collaborato con l'U.d.P., hanno permesso infatti a questo Ente di dotarsi, per la prima volta, di una dettagliata e completa "Carta dei suoli".

La Carta e le informazioni associate hanno raggiunto un grado di dettaglio tale da essere sicuro riferimento per chi, per lavoro, studio o semplice curiosità, vuole occuparsi dei suoli della Provincia di Latina.

È per questo motivo che l'Amministrazione ha deciso di divulgare tali informazioni, in un formato di utilizzo pratico, affinché tale bagaglio scientifico possa trovare ulteriore valorizzazione non soltanto nell'ambito del PTPG ma anche in tutte le altre attività, dalla quotidianità del lavoro professionale dei tecnici, agli studi o ricerche a qualsiasi titolo e dettaglio che potranno essere svolti nel territorio provinciale.

La conoscenza è infatti la base per effettuare le scelte più opportune, in qualsiasi ambito esse si esplicano. Siamo certi di aver in tal modo fornito, nello spirito che guida tutta l'attività di questo Ente, un importante servizio ai cittadini.

Armando Cusani
Presidente della Provincia



I. INTRODUZIONE

LE FUNZIONI DEL SUOLO

Solitamente il suolo e le problematiche ad esso relative sono argomenti riservati ai tecnici e quasi mai sono portati all'attenzione del grande pubblico come avviene invece per altri argomenti quali il clima, il dissesto idrogeologico, e le risorse idriche. L'importanza del suolo come fattore ambientale ed economico è invece ben presente alla comunità scientifica e amministrativa internazionale, tanto da essere oggetto al pari, ad esempio, dei cambiamenti climatici, di una specifica direttiva comunitaria.

Prima di descrivere il progetto è quindi opportuno ricordare qual è allo stato attuale l'importanza che viene data, a livello europeo, al comparto ambientale "suolo".

Nel settembre del 2006 la Commissione Europea ha adottato una strategia specificatamente finalizzata alla protezione del suolo: la Strategia Tematica per la Protezione del Suolo (COM 2006 231 del 22.9.2006) che, a sua volta, fa riferimento ad una prima comunicazione sul tema del 2002 (*Verso una strategia tematica per la protezione del suolo*. Comunicazione della Commissione al Consiglio e al Parlamento europeo, al Comitato economico e sociale e al Comitato delle Regioni, COM 2002 179).

Nel testo del 2002 vengono trattate le funzioni chiave del suolo dal punto di vista ambientale, economico, sociale e culturale: 1) produzione alimentare e di altre biomasse; 2) magazzinaggio, filtraggio e trasformazione di minerali, materia organica, acqua, energia e diverse sostanze chimiche; 3) fil-

traggio delle acque prima che raggiungono la falda, fonte principale di acqua potabile e rilascio nell'atmosfera di CO₂, metano e altri gas; 4) habitat e pool genico degli organismi che vivono sotto e sopra la sua superficie e che assicurano funzioni ecologiche essenziali; 5) ambiente fisico e culturale dell'umanità; 6) fonte di materie prime.

Nel documento del 2006 viene sottolineato che il suolo subisce una serie di processi di degradazione e di minacce, quali l'erosione, la diminuzione di materia organica, la contaminazione locale o diffusa, l'impermeabilizzazione, la compattazione, il calo della biodiversità, la salinizzazione, le alluvioni e gli smottamenti. Combinati, tutti questi rischi possono alla fine determinare condizioni di aridità o subaridità e desertificazione. Data l'importanza del suolo e la necessità di evitarne l'ulteriore degrado, si è previsto che venisse formulata una strategia tematica per la sua protezione. Nel testo vengono valutati lo stato del suolo in Europa e le politiche di protezione in atto. La Commissione ritiene necessaria una strategia globale dell'UE per la protezione del suolo, che deve prendere in considerazione le diverse funzioni che esso può svolgere, la variabilità e complessità che lo caratterizzano ed i diversi processi di degrado a cui può essere soggetto, sempre tenendo in considerazione anche gli aspetti socio-economici.

La strategia è finalizzata in primo luogo alla protezione del suolo e a garantirne un utilizzo sostenibile, in base ai seguenti principi guida: prevenire l'ulteriore degrado del suolo e mantenerne le funzioni quando viene utilizzato e ne vengono sfruttate le

funzioni: in tal caso è necessario intervenire a livello di modelli di utilizzo e gestione del suolo; quando il suolo svolge la funzione di pozzo di assorbimento/recettore degli effetti delle attività umane o dei fenomeni ambientali: in tal caso è necessario intervenire alla fonte. Un secondo principio guida è riportare i suoli degradati ad un livello di funzionalità corrispondente almeno all'uso attuale e previsto, considerando pertanto anche le implicazioni, in termini di costi, del ripristino del suolo. Nel documento vengono elaborati successivamente i livelli di intervento, le azioni e gli strumenti ed infine gli impatti, i risultati attesi e le iniziative future. Si riconosce l'estrema complessità e variabilità della copertura pedologica, dove ogni tipo di suolo è caratterizzato, al proprio interno, da specifiche proprietà fisiche, chimiche e biologiche.

Con la realizzazione della banca dati dei suoli della Provincia di Latina si è inteso fornire un importante strumento per tutti coloro, professionisti, studiosi o imprenditori, che, in ambito provinciale, hanno a che fare con il suolo. Nel CD allegato sono stati inseriti i file vettoriali della carta (in formato shape file visualizzabili con il programma allegato o con i più diffusi sistemi GIS) e la banca dati completa. Questo lavoro non vuole però essere il punto di arrivo ma quello di partenza nella conoscenza dei suoli del territorio provinciale. È evidente che indagini a scala più dettagliata, valutazioni più approfondite possono ampliare e dettagliare il quadro descritto. È pertanto intenzione della Provincia di Latina integrare nel tempo la banca dati pedologica, raccogliendo in continuo dati sperimentali utili che verranno, ad ogni aggiornamento della banca dati, messi a disposizione della comunità.



2. METODOLOGIA

Antonia Arnoldus-Huyzendveld

PREMESSA

Nel 2002-2003 è stato effettuato, da parte della Digiter S.r.l., l'inventario dei suoli della Provincia di Latina, riferito ad una superficie complessiva di ca. 2250 km², per conto della *Provincia di Latina, Settore Pianificazione Urbanistica e Territoriale* nell'ambito del più ampio progetto di raccolta dati per la costruzione del PTPG.

I dati raccolti si sono basati sui due testi dell'Università di Amsterdam pubblicati negli anni '80-'90: il noto volume "The soils of southern Lazio and adjacent Campania" di Sevink, Remmelzwaal & Spaargaren del 1984 ed il testo meno diffuso "The soils of the Agro Pontino" di Sevink, Duivenvoorden & Kamermans del 1991 (vedi la figura 2.1). I due volumi sono corredati da carte pedologiche in scala 1:100.000, che nel complesso coprono quasi l'intera provincia di Latina. Per completare la copertura, nel 2003 è stato effettuato un rilevamento integrativo nelle zone di Aprilia, Cisterna, Cori e l'Arcipelago Pontino.

I due lavori citati sono il frutto di rilevamenti pedologici in scala 1:50.000 effettuati tra gli anni 1967 e 1985, sotto forma di tesi di laurea o di progetti di ricerca, da parte di esponenti dell'Università di Amsterdam (Paesi Bassi). Il nucleo di ogni lavoro era l'identificazione del modello geo-lito-morfologico della distribuzione dei suoli nel territorio in esame. Si trattava, quindi, di indagini dedicate in primo luogo alla geo-pedologia. Con il presente lavoro si è voluto dare inizio alla trasposizione di questi dati in un'ottica di gestione agronomica ed ambientale della Provincia di Latina. Il materiale disponibile si è dimostrato un insostituibile

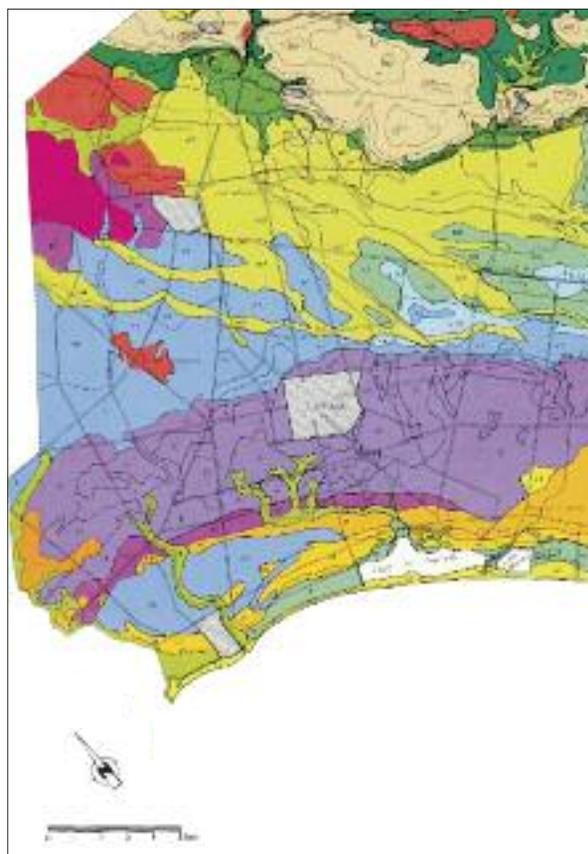


Fig. 2.1 - Carta dei Suoli della parte sud-occidentale della Provincia di Latina (da Sevink et alii, 1991).

patrimonio di dati pedologici rilevati in campagna.

Il risultato del progetto è una Carta dei Suoli dell'intero territorio provinciale corredata da una legenda unitaria.

METODOLOGIA DI LAVORO

Nella prima fase dell'inventario dei suoli di Latina (2002), in base ai contenuti del volume del 1984, è stata impostata una banca dati dei profili dei suoli considerati rilevanti per il territorio provinciale. Complessivamente, sono stati selezionati 60 profili, in parte corredati da analisi di laboratorio. Successivamente, le due carte pedologiche (1984, 1991) sono state digitalizzate per renderle disponibili su sistemi GIS. Contemporaneamente è stata creata una banca dati delle unità cartografiche, composta da tutte le unità pedologiche presenti nella Provincia di Latina (vedi allegato *Interfaccia in MS Access*). I dati sono stati ripresi sia dalle legende che dalle note illustrative delle due pubblicazioni. Per quanto disponibile, ad ogni unità cartografica è stato assegnato un profilo di riferimento. I dati mancanti sono stati integrati attraverso varie tecniche di stima, sempre tenendo separato e riconoscibile il dato misurato dal dato stimato.

Al fine di completare la cartografia per l'intero territorio provinciale, nel 2003 è stato effettuato il rilievo pedologico delle zone di Aprilia, Cisterna, Cori e delle Isole Pontine¹. Inoltre sono stati aggiunti i dati relativi ai suoli del Parco del Circeo (Giovagnotti C., 1986). Il rilevamento delle aree mancanti è stato effettuato seguendo il metodo consueto della cartografia dei suoli: interpretazione delle foto aeree al fine di delineare poligoni prevedibilmente omogenei dal punto di vista morfologico, vegetazionale e di umidità (tonalità di grigio) e successivamente il rilevamento in campagna. Per buona parte delle zone non comprese nei due volumi pubblicati è stato possibile fare riferimento alle unità cartografiche esistenti. L'ultimo passo è stata la creazione di una legenda valida per l'intero territorio provinciale, con la riduzione del numero delle unità cartografiche (da 151 a 104). Questa azione era possibile solo al completamento del rilevamento, considerato che si voleva tener conto non soltanto delle caratteristiche dei suoli ma anche dell'estensione delle singole unità. In questo modo si è raggiunto il giusto equi-

librio tra il dettaglio dell'informazione e l'accessibilità della legenda. Nella banca dati della legenda si sono comunque conservati tutti i dati relativi alle vecchie unità.

Nella codifica della legenda finale si è voluto mantenere, il più possibile, la prima lettera dei codici usati nella carta di Sevink *et alii* del 1984. Valutando il rapporto di estensione tra i vari componenti, in molti casi è stato necessario ridefinire il contenuto della nuova unità. Ad esempio, sono state unite le unità C1a (*Calcaric Regosols*) e C1b (*Calcaric Cambisols*) delle carte originali, non dissimili tra di loro. All'interno del territorio della provincia, l'unità C1a raggiunge infatti solo il 10% dell'estensione dell'unità C1b; per questi motivi, nella definizione della nuova unità (C1), sono rimasti solo i *Calcaric Cambisols*.

Per la classificazione dei suoli si è scelto di applicare lo standard europeo della *World Reference Base for Soil Resources* ("W.R.B.", F.A.O. 1998, 1999). Perciò la classificazione originaria dei suoli (F.A.O. - Unesco 1974) è stata convertita in quella della W.R.B. La trasposizione tra le due classificazioni ha posto alcuni problemi, causati più che altro dall'uso di criteri di suddivisione diversi, nonostante l'affinità dei due sistemi.

STRUTTURA DELLA LEGENDA

Per essere applicabile nella pianificazione e nella gestione del territorio, una Carta dei Suoli deve fornire non solo i dati strettamente tecnico-scientifici, ma anche una serie di informazioni utili alla valutazione delle influenze reciproche tra le varie matrici ambientali (suolo, aria, acqua, vegetazione) e tra il suolo e la componente antropica (uso e gestione del suolo). In questa chiave, per ogni singola unità cartografica della Carta dei Suoli della Provincia di Latina vengono forniti nella Legenda i seguenti parametri: il pedo-paesaggio di appartenenza; il codice dell'unità cartografica ed i codici di riferimento delle due carte originarie; le caratteristiche principali dei suoli (tessitura, pietrosità,

¹ Utilizzando anche le carte di Marimpietri L. & Morani V. (1955) - *I terreni dell'Agro Romano*. Camera di Commercio, Industria e Agricoltura di Roma; e di De Rita D., Funciello R. & Parotto M. (1988) - *Carta geologica del Complesso Vulcanico dei Colli Albani (Vulcano Laziale)*. Scala 1:50.000. C.N.R., P.F.G., Gruppo Naz. per la Vulcanologia, Roma.

profondità, pendenza) e la loro classificazione secondo la W.R.B., la classe di drenaggio se lento o molto lento, la Capacità d'Uso del suolo ("Land Capability") dominante all'interno dell'unità cartografica (vedi Allegato per la legenda completa).

In allegato al presente volume sono elencate anche le caratteristiche codificate della legenda e dei database.

LA CAPACITÀ D'USO DEI SUOLI

La classificazione della Capacità d'Uso (*Land Capability Classification, LCC*) è un metodo per classificare i terreni non in base a specifiche colture o pratiche agricole, ma secondo una gamma di sistemi agro-silvo-pastorali (Klingebiel & Montgomery, 1961). Recentemente, i criteri di valutazione per il territorio italiano sono stati rielaborati da Costantini (2006). Il concetto guida della Land Capability non si riferisce unicamente alle proprietà fisiche del suolo, che determinano la sua attitudine più o meno ampia ad accogliere particolari colture, quanto alle limitazioni da esso presentate nei confronti di un uso agricolo generico; limitazioni che derivano anche dalla qualità del suolo, ma soprattutto dalle caratteristiche dell'ambiente in cui questo è inserito. Ciò 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), che fanno assumere alla stessa limitazione una maggiore o minore intensità a seconda che tali requisiti siano permanentemente sfavorevoli o meno (ad esempio: pendenza, rocciosità, aridità, degrado vegetale). Si osserva che le classi e sottoclassi non hanno una relazione diretta con la produttività o con la redditività dei terreni, poiché si valuta solamente la difficoltà che il terreno pone all'uso agro-zoo-forestale in genere.

Le classi di capacità d'uso raggruppano sottoclassi che possiedono lo stesso grado di limitazione o rischio. Sono designate con codici dall'I all'VIII, in base

al numero ed alla severità delle limitazioni e sono definite come segue.

Suoli arabili

- Classe I: suoli senza o con poche limitazioni all'utilizzazione agricola. Non richiedono particolari pratiche di conservazione e consentono un'ampia scelta tra le colture diffuse nell'ambiente.
- Classe II: suoli con moderate limitazioni, che riducono la scelta colturale o che richiedono alcune pratiche di conservazione, quali un'efficiente rete di affossature e di drenaggi.
- Classe III: suoli con notevoli limitazioni, che riducono la scelta colturale o che richiedono un'accurata e continua manutenzione delle sistemazioni idrauliche, agrarie e forestali.
- Classe IV: suoli con limitazioni molto forti all'utilizzazione agricola. Consentono solo una limitata possibilità di scelta.

Suoli non arabili

- Classe V: suoli che presentano limitazioni ineliminabili non dovute a fenomeni di erosione e che ne riducono il loro uso alla forestazione, alla produzione di foraggi, al pascolo o al mantenimento dell'ambiente naturale (ad esempio, suoli molto pietrosi, suoli delle aree golenali).
- Classe VI: suoli con limitazioni permanenti tali da restringere l'uso alla produzione forestale, al pascolo o alla produzione di foraggi.
- Classe VII: suoli con limitazioni permanenti tali da richiedere pratiche di conservazione anche per l'utilizzazione forestale o per il pascolo.
- Classe VIII: suoli inadatti a qualsiasi tipo di utilizzazione agricola e forestale. Da destinare esclusivamente a riserve naturali o ad usi ricreativi, prevedendo gli interventi necessari a conservare il suolo e a favorire la vegetazione.

Fig. 2.2 -
Raggruppamento delle
classi di Capacità
d'Uso della Provincia
di Latina.

Le sottoclassi di Capacità d'Uso normalmente distinte sono:

- e = limitazioni legate al rischio di erosione
- s = limitazioni legate a caratteristiche negative del suolo
- w = limitazioni legate all'abbondante presenza di acqua nel profilo
- c = limitazione dovuta alle condizioni climatiche.

Per la provincia di Latina è stata aggiunta la seguente sottoclasse:

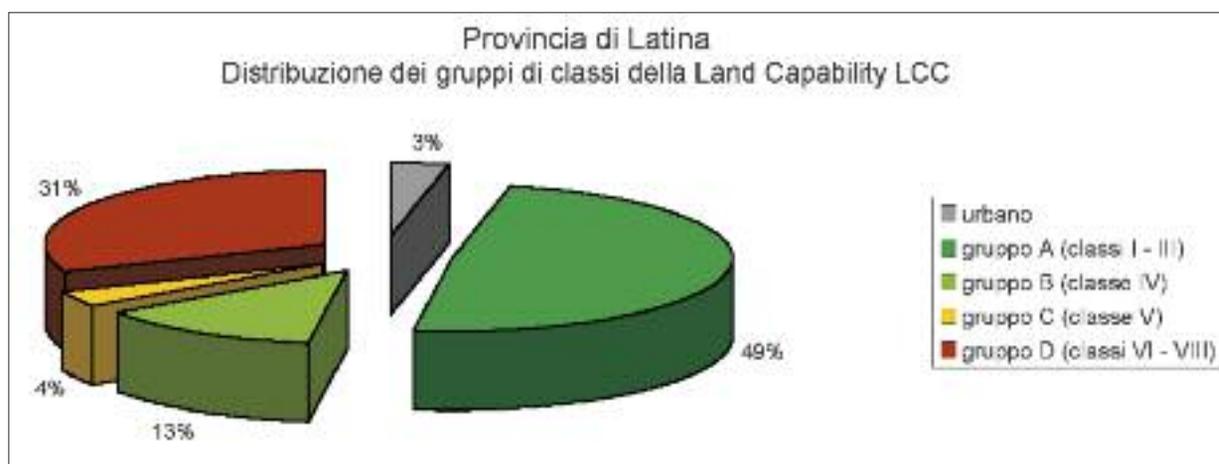
- p = limitazioni legate alla vulnerabilità del suolo all'inquinamento.

Nella valutazione della Capacità d'Uso ("Land Capability Classification" o "L.C.C."), l'operazione più delicata è stabilire i criteri per l'assegnazione delle classi e sottoclassi, che non sono fissi per ogni situazione pedologica, cioè per ogni zona dell'Italia. I criteri applicati per la provincia di Latina si basano sulle indicazioni dell'Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo (Costantini 2006), con alcune variazioni in funzione delle particolarità delle terre della Pianura Pontina. Le variazioni applicate sono sostanzialmente: l'introduzione di un parametro per la presenza di un contrasto tessiturale nel suolo (una caratteristica tipica di alcuni suoli di Latina; vedi cap. 3); una valutazione diversa dell'in-

fluenza della tessitura argillosa del suolo e delle caratteristiche "vertiche"; l'introduzione di parametri pesati per suoli con un substrato vulcanico. Nel complesso, i parametri considerati sono: contrasto tessiturale all'interno del suolo, pendenza, erosione idrica superficiale, pietrosità superficiale, rocciosità, interferenza climatica, tessitura orizzonte superficiale, profondità utile per le radici, drenaggio interno, scheletro orizzonte superficiale, pH, contenuto in calcare, AWC.

Nel grafico di figura 2.2 vengono riportate le percentuali dei suoli della provincia assegnate alle varie classi di Capacità d'Uso.

Si può notare come circa la metà della superficie provinciale ricada nelle prime tre classi di Capacità d'Uso, con suoli arabili con moderate limitazioni (A), che un sesto circa della superficie totale presenti problemi più o meno incisivi per l'uso agricolo (B, C) e che circa un terzo sia stato valutato come adatto solo al pascolo ed alla forestazione, compreso l'uso a riserva naturale (D). Considerato che talvolta le unità cartografiche si dividono in due o più tipi di suolo (spesso con una diversa valutazione della capacità d'uso), il calcolo per giungere al grafico è stato effettuato tenendo conto delle percentuali stimate per i singoli componenti di ogni unità della legenda.



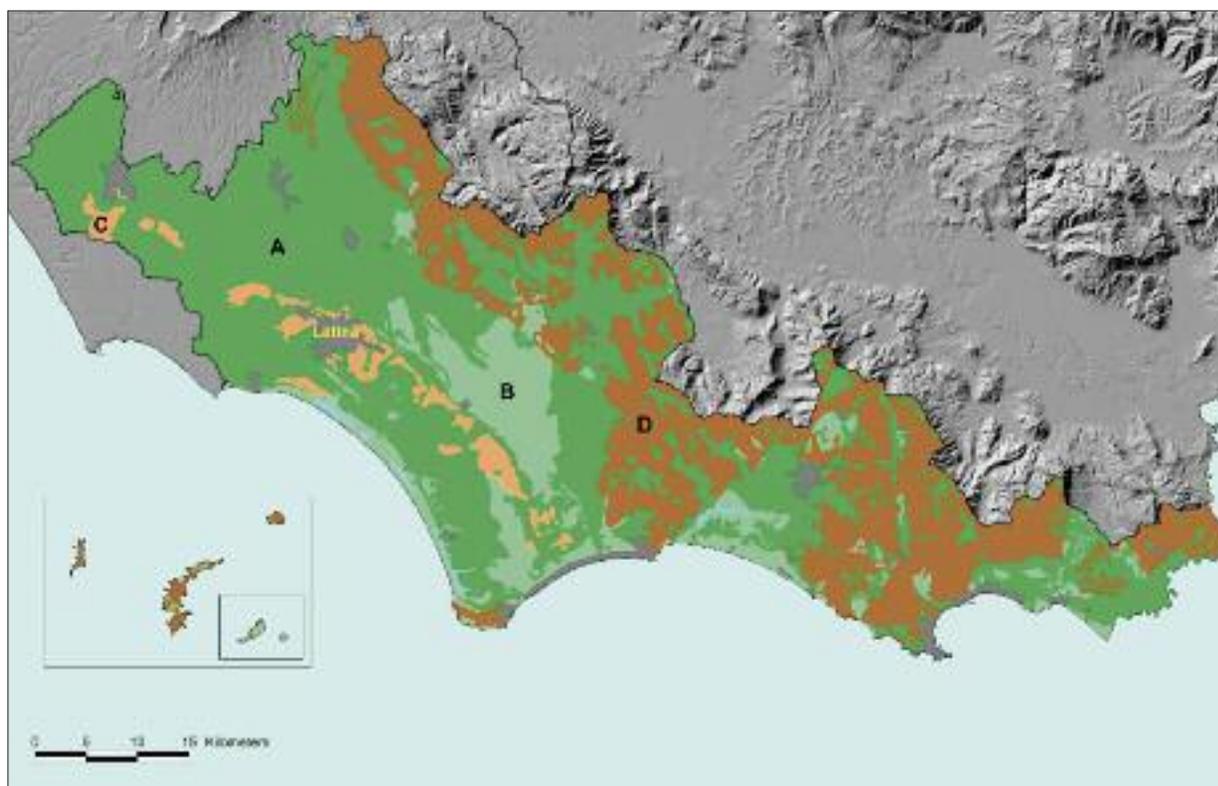
Nella sottostante cartina di figura 2.3, derivata dalla carta dei suoli è stata considerata la valutazione della Capacità d'Uso per il suolo dominante di ogni unità della legenda.

ALTRE APPLICAZIONI DELLA CARTA

Nello studio della vulnerabilità degli acquiferi, l'inserimento del suolo tra gli elementi di valutazione trova giustificazione nella sua capacità di "filtro biologico", in quanto i processi interni fisici, chimici e biologici esercitano un effetto tampone sul deterioramento della qualità delle acque. Inoltre risulta un fattore fondamentale nel suo ruolo di elemento chiave nella regolazione e divisione dei flussi idrici superficiali, e quindi nel verificarsi, con

maggiore o minore intensità, dell'erosione idrica. Non sempre si dispone dei dati utili all'applicazione dei modelli, o addirittura, non vengono richiesti sufficienti dati pedologici. Ad esempio, i parametri relativi ai suoli richiesti dal modello SINTACS (vedi cap. 4), per valutare il rischio d'inquinamento degli acquiferi, sono: la percentuale di sostanza organica, la percentuale di argilla e la percentuale di limo. Questi parametri non possono però essere sufficienti per valutare l'effettivo ruolo del suolo nel ciclo delle acque. Indubbiamente, la quantità di sostanza organica e la granulometria sono fattori determinanti nella capacità del suolo di depurare le acque "di passaggio" - dalla pioggia alla falda. Ma conta anche, e sicuramente di più, la quantità di terra nella quale si svolge il processo depurativo (il "volume del filtro biologico") e il rapporto tra la

Fig. 2.3 - Raggruppamento delle classi di Capacità d'Uso della Provincia di Latina. Legenda: A, suoli arabili con moderate limitazioni; B, suoli arabili con forti limitazioni; C, suoli non-arabili in pianura, adatti al pascolo; D, suoli in montagna adatti al pascolo ed alla forestazione.



fase liquida e la fase solida nello strato attivo. Presumendo che all'interno del modello SINTACS quest'ultimo fattore sia coperto dall'elaborazione dei dati granulometrici, rimane da identificare un valido parametro per il "volume del filtro", per cui si è proposto in questo caso la "capacità idrica del suolo" (AWC, *Available Water Capacity*²), probabilmente il migliore parametro *indiretto* per il volume di terra "attiva". Tale parametro è stato calcolato (o stimato) per i singoli tipi di suoli della provincia di Latina, e riportato nei database.

I parametri forniti nei database consentono anche l'applicazione di altri modelli, come il calcolo del rischio d'erosione del suolo con RUSLE (*Revised Universal Soil Loss Equation*³): pendenza e granulometria; oppure la stima dell'impatto della gestione del territorio sulle acque sotterranee dei bacini idrografici con SWAT (*Soil & Water Assessment Tool*⁴): lo spessore del suolo, la densità apparente e di nuovo l'AWC.

Finora, le due carte dei suoli originarie (1984, 1991) sono state ampiamente usate anche nell'ambito ar-

cheologico, il rilevamento del 1991 addirittura è stato sviluppato all'interno di un progetto di ricognizione archeologica preistorica (*The Agro Pontino Survey Project*, 1991). Altre applicazioni archeologiche delle stesse carte sono state di Attema & Delvigne 2000, Attema *et alii* 1999/2000 e Van Joolen 2003. In particolare Van Joolen 2003 ha usato i dati pedologici per stabilire, per il I millennio a.C., "l'attitudine potenziale dei paesaggi antichi agli usi del suolo del passato" (*Potential Land Evaluation*). Questa definizione chiarisce l'utilità primaria di questa cartografia nell'ambito archeologico, cioè di poter stabilire, in retrospettiva, la potenzialità agro-zoo-forestale di una porzione del territorio. Un secondo aspetto applicativo è la sua conversione in carta della "probabilità archeologica", prendendo in considerazione il rischio d'erosione dei suoli e quindi del coinvolgimento dei reperti archeologici nei processi del trasporto erosivo superficiale. Di recente una carta di questo tipo è stata pubblicata per la parte orientale dei Colli Albani (Arnoldus-Huyzendveld A. 2009).



² Vedi sito soils.usda.gov/sqi/publications/files/avwater.pdf

³ Vedi sito www.iwr.msui.edu/rusle/

⁴ Vedi sito www.brc.tamus.edu/swat/

3. I SUOLI DI LATINA

Antonia Arnoldus-Huyzendveld

Al livello più alto, possiamo collegare i suoli della Provincia alle *Soils Regions* della Carta Ecopedologica dell'Italia⁵. Una *Soil Region* è definita come ampia unità omogenea per fattori geologici, geo-morfologici e climatici, responsabili della differenziazione pedologica. Le *Soil Regions* che coincidono con la provincia di Latina sono 7 (su un totale di 18 a livello nazionale), vedi figura 3.1.

Ad un livello più dettagliato si possono distinguere i “pedo-paesaggi” o sistemi di paesaggio pedologico, che sono 17 per il territorio provinciale (vedi la figura 3.2), alcuni ulteriormente divisi in sottosistemi.

Infine, a livello di massimo dettaglio, ci sono le unità cartografiche o pedologiche, di cui l'elenco completo è fornito nell'Allegato. Nel CD, la carta completa è fornita in formato Adobe pdf, stampabile in scala 1:100.000. Nell'Allegato si trova anche il commento al file MS Excel relativo alle unità della legenda ed all'interfaccia in MS Access.

Seguono, a titolo di esempio, due stralci della carta con la sottodivisione dei pedo-paesaggi o sistemi in unità cartografiche, in cui nella figura 3.3 sono indicate con i relativi codici le unità afferenti alle pianure fluviali (E) e nella figura 3.4 ai sedimenti lagunari recenti (H1). Le legende sono riportate nelle successive tabelle, con tra parentesi i codici di riferimento alle carte precedenti: *Sevink et. alii*, 1984 (lettera iniziale maiuscola) e *Sevink et alii*, 1991 (lettera iniziale minuscola).

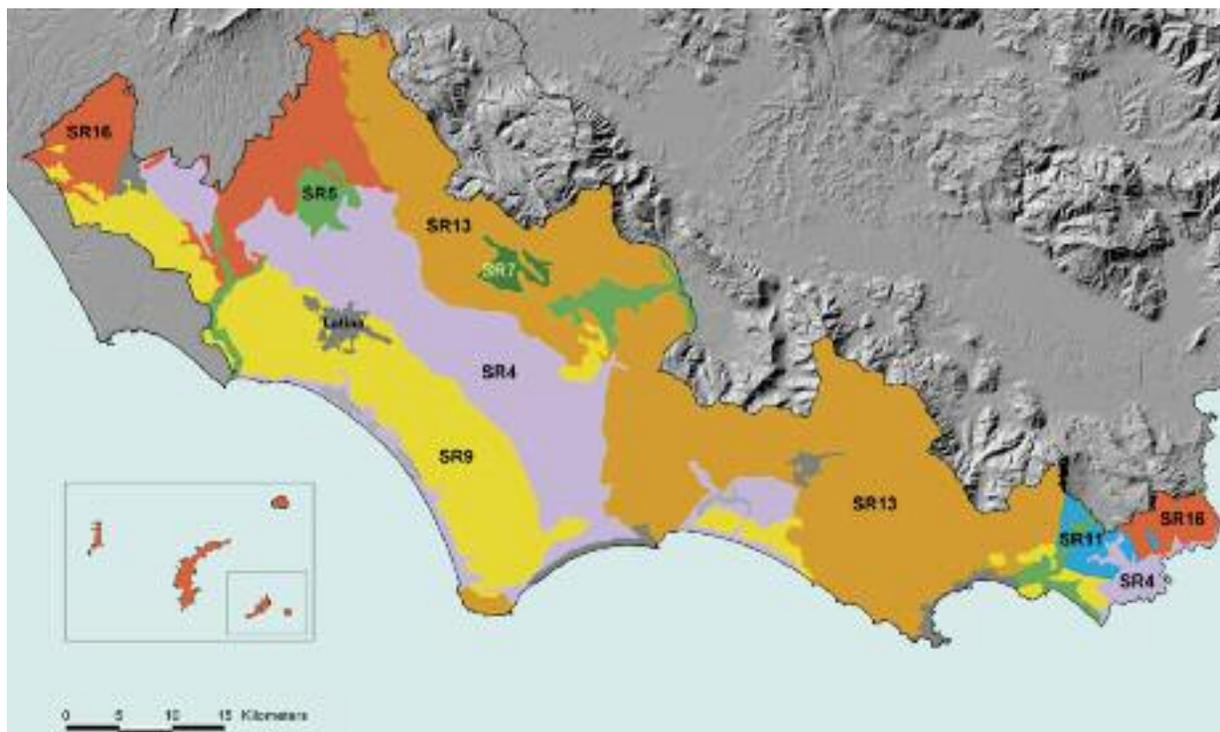


Esempio di Chromi-Vitric Luvisol

⁵ European Soil Bureau, Ispra.

Fig. 3.1 - Provincia di Latina: Carta delle Soil Regions della Carta Ecopedologica.

Legenda semplificata:
 SR4, pianure costiere;
 SR5, pianure alluvionali;
 SR7, conche intermontane;
 SR9, terrazzi costieri;
 SR11, rilievi da rocce sedimentarie;
 SR13, rilievi carbonatici;
 SR16, rilievi vulcanici.
 In grigio le zone urbane.



SR4	Pianure costiere con materiale parentale definito da depositi quaternari marini e clima da mediterraneo a subtropicale, parzialmente montano
SR5	Pianure alluvionali con materiale parentale definito da depositi fluviali e clima da mediterraneo oceanico a mediterraneo suboceanico, parzialmente montano
SR7	Conche intermontane con materiale parentale definito da depositi glaciali e clima temperato caldo subcontinentale
SR9	(..) Terrazzi sabbioso-conglomeratici – Duna “rossa” antica
SR11	Rilievi appenninici con materiale parentale definito da rocce sedimentarie terziarie indifferenziate e clima mediterraneo montano
SR13	Rilievi carbonatici tirrenici con materiale parentale definito da rocce sedimentarie calcaree e clima da mediterraneo oceanico a mediterraneo suboceanico parzialmente montano
SR16	Rilievi vulcanici con materiale parentale definito da rocce ignee e metamorfiche e clima da mediterraneo oceanico a mediterraneo suboceanico, parzialmente montano

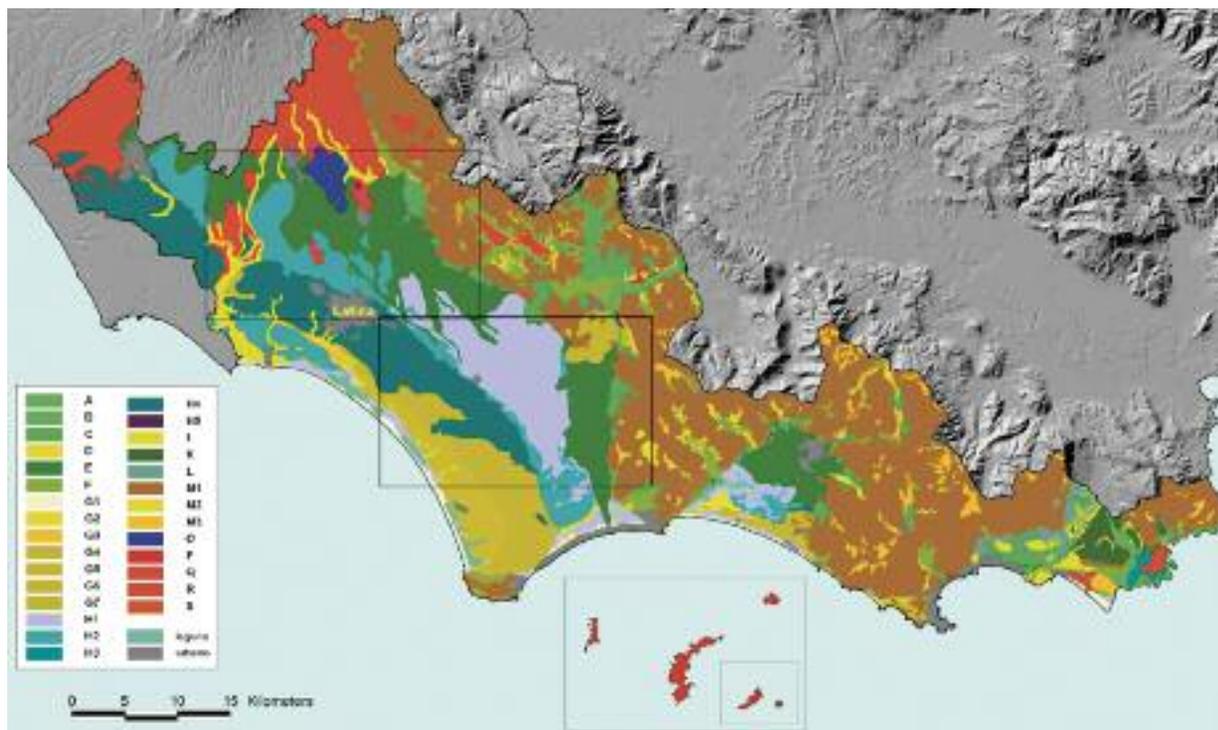
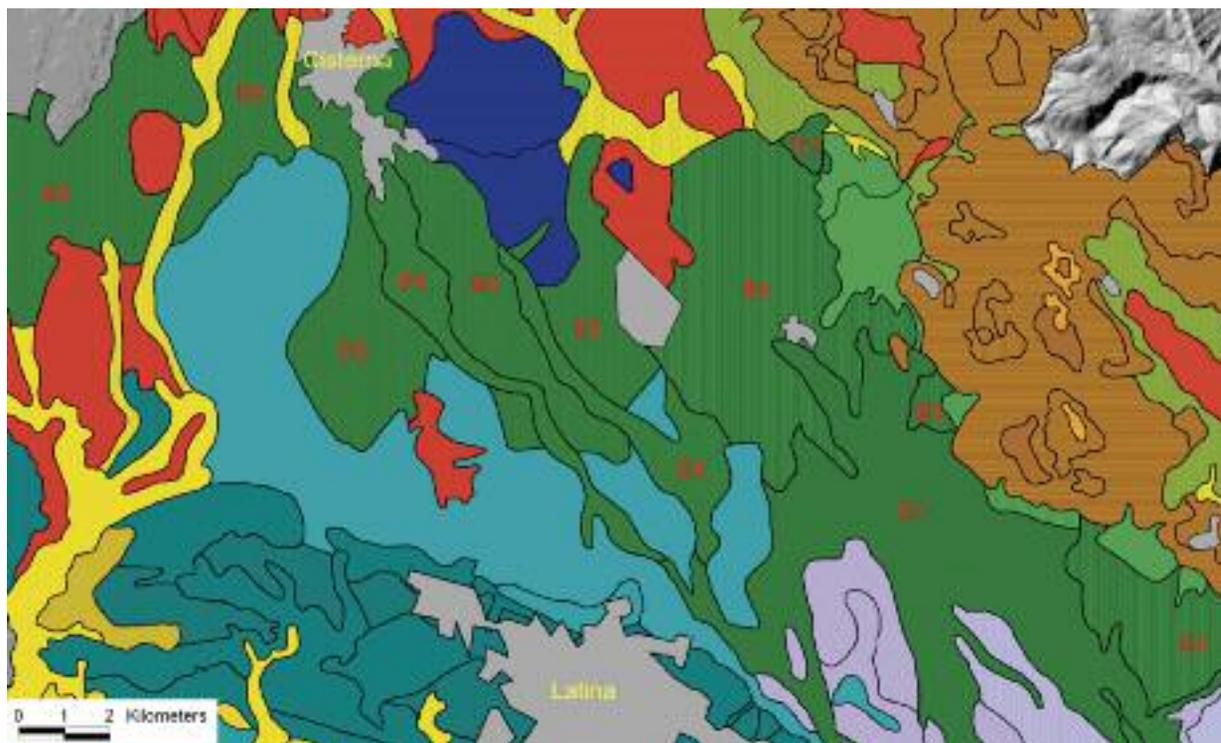


Fig. 3.2 - Pedo-paesaggi della Carta dei Suoli della Provincia di Latina, sistemi e sottosistemi (i riquadri si riferiscono alle figure 3.3, 3.4).

A	Fondovalle dei fiumi a meandri
B	Fondovalle dei fiumi a canali intrecciati
C	Conoidi alluvionali
D	Vallate minori
E	Pianure fluviali
F	Fasce detritiche (colluvio)
G	Sedimenti costieri dunari ulteriormente divisi nei sottosistemi: G1 Dune recenti, G2 Sedimenti costieri del terrazzo basso, G3 Sedimenti costieri del terrazzo intermedio, G4 Sedimenti costieri del terrazzo alto, G5 Sedimenti costieri antichi, G6 Coperture eoliche sabbiose, G7 Sabbie eoliche isolate
H	Sedimenti costieri lagunari ulteriormente divisi nei sottosistemi: H1 Sedimenti lagunari recenti, H2 Sedimenti lagunari e perilagunari del terrazzo basso, H3 Sedimenti lagunari del terrazzo intermedio, H4 Sedimenti lagunari del terrazzo alto, H5 Sedimenti lagunari più antichi
I	Conglomerati di ghiaie calcaree
K	Arenarie mioceniche
L	Colline argillose
M	Montagne calcaree ulteriormente divisi nei sottosistemi: M1 Versanti delle montagne calcaree, M2 Superfici pedemontane, M3 Bacini carsici
O	Pianori travertinosi
P	Formazioni vulcaniche locali ("Vulcanismo Ernico")
Q	Sedimenti vulcanici periferici del Roccamonfina
R	Sedimenti periferici del Vulcano Laziale
S	Vulcaniti delle Isole Pontine.

Fig. 3.3 - Stralcio della Carta dei Suoli nell'area tra Latina e Cisterna di Latina, con i codici delle pianure fluviali (E).



Pianure fluviali, subpianeggianti

E1 (E1a, E1b, m01, m02)	(pianure bonificate) – suoli molto profondi, a tessitura fine; classe Capacità d’Uso III s (<i>Gleyi-Vertic Cambisols</i>)
E2 (E1c, m03)	(pianure bonificate) – suoli profondi, a tessitura fine; classe Capacità d’Uso dominante III s (<i>associazione di Chromi-Vertic Luvisols, Chromi-Vertic Cambisols</i>)
E3 (E1d, m05)	(con materiale vulcanico) - suoli molto profondi, a tessitura fine; classe Capacità d’Uso II s (<i>Cutani-Chromic Luvisols</i>)
E4 (m04, E2f, m07)	(pianure fluvio-colluviali) – suoli molto profondi, a tessitura fine, in parte a drenaggio lento; classe Capacità d’Uso dominante III s (<i>associazione di Vertic Luvisols, Eutri-Chromic Vertisols, Eutri-Vertic Cambisols</i>)
E5 (e06, g03)	(con materiale vulcanico), talvolta leggermente ondulati, suoli molto profondi, a tessitura fine, a drenaggio lento; classe Capacità d’Uso III s, w (<i>Eutric Vertisols</i>)

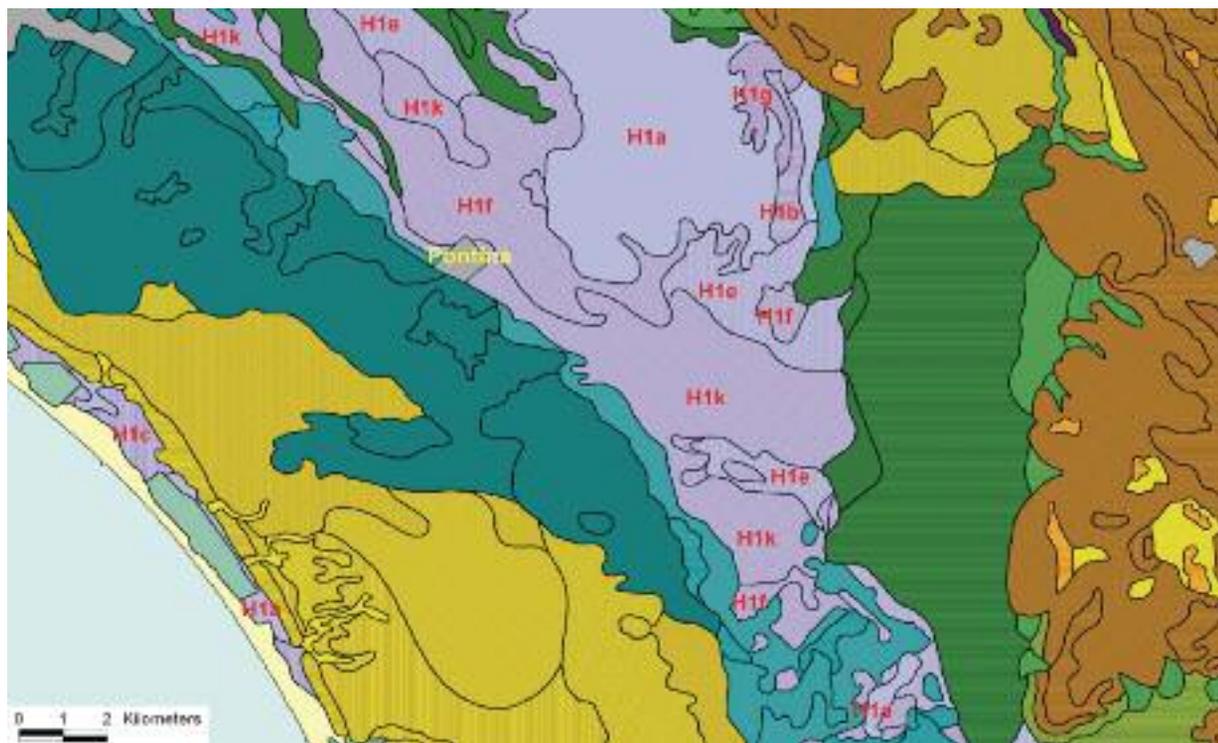


Fig. 3.4 - Stralcio della Carta dei Suoli nell'area tra Latina e Pontinia, con i codici dei sedimenti lagunari recenti (H1).

Sedimenti lagunari recenti, pianeggianti

H1a (H1a, b01)	suoli poco profondi sulla falda, tessitura fine torbosa, drenaggio lento; classe Capacità d'Uso IV s, w (<i>Eutri-Sapric Histosols</i>)
H1b (H1b, H1c, b02)	suoli poco profondi sulla falda, tessitura fine (torbosa), drenaggio lento; classe Capacità d'Uso dominante IV s, w (<i>Eutri-Sapric Histosols con Eutri-Mollic Gleysols</i>)
H1c (H1d, H1e, b03, b04)	suoli mediamente profondi sulla falda, a tessitura medio-fine, a drenaggio lento; classe Capacità d'Uso IV w (<i>Eutric Fluvisols</i>)
H1d (H1f, b05)	suoli poco profondi sulla falda, a tessitura fine, a drenaggio lento; classe Capacità d'Uso IV s, w (<i>Eutri-Mollic Gleysols</i>)
H1e (H1g, b06)	suoli mediamente profondi sulla falda, a tessitura fine, a drenaggio lento; classe Capacità d'Uso IV w (<i>Calcari-Mollic Gleysols</i>)
H1f (H1h, b07)	suoli mediamente profondi sulla falda, a tessitura fine, a drenaggio lento; classe Capacità d'Uso IV w (<i>Eutric Gleysols</i>)
H1g (H1k, H1l, b08, b09)	suoli poco profondi sulla falda, a tessitura fine o medio-fine, a drenaggio lento; classe Capacità d'Uso IV s, w (<i>Molli-Calcaric Regosols</i>)
H1k (H1m, b10)	suoli mediamente profondi sulla falda, a tessitura fine, a drenaggio lento; classe Capacità d'Uso IV w (<i>Eutric Vertisols</i>)

UNO SGUARDO ALLA DISTRIBUZIONE DEI SEDIMENTI

Gran parte dell'Agro Pontino⁶ consiste di sedimenti marini, alluvionali e eolici pleistocenici ed olocenici. La divisione in una parte depressa ai piedi dei Monti Lepini e Monti Ausoni, con sedimenti alluvionali e eolici, e una parte poco più elevata lungo il mare, composta da sedimenti eolici sabbiosi, è già stata segnalata dai primi geologi che hanno indagato la zona.

Nella parte più elevata della pianura sono stati distinti⁷, in base alle caratteristiche pedologiche e morfologiche, quattro terrazzi marini ben sviluppati, localmente con una copertura eolica, denominati dal più antico al più recente, i livelli di Latina, di Minturno, di Borgo Ermada e di Terracina. Il terrazzo più recente, il livello di Terracina, consiste in un semplice sistema barriera litorale / laguna, mentre i terrazzi più antichi hanno subito erosione e sono, per la maggior parte, più complessi. I quattro terrazzi hanno potuto sopravvivere a quote diverse, in funzione della loro età di formazione, perché l'Agro Pontino è stato soggetto, dal medio-Pleistocene, a forti movimenti tettonici differenziati. Nella parte depressa dell'Agro Pontino si trovano sedimenti olocenici torbosi e argillosi, che coprono sedimenti più antichi, e che hanno localmente uno spessore maggiore di dieci metri.

Nella figura 3.5 sono cartografati i vari complessi sedimentari, limitatamente per l'Agro Pontino all'interno della provincia di Latina e per la Piana di Fondi. Lungo il lato settentrionale dell'Agro Pontino le uniche evidenze di sedimenti marini sono gli estesi depositi sabbiosi nell'area a sud di Priverno, che sono probabilmente i relitti di un antico terrazzo marino. Il terrazzo costiero più antico, il livello di Latina, risale al Pleistocene medio, e si trova a una quota media di 25 m s.l.m. Le barriere costiere sabbiose di questa fase sono presenti solo tra il Fiume Astura e il Fosso Moscarello (fig. 3.5, 7). I sedimenti lagunari del livello di Latina (fig. 3.5, 8) sono molto estesi, e consistono in uno strato argilloso sovrapposto a sabbie fini ben classate. Verso sud il terrazzo è coperto da sabbie eoliche (fig. 3.5, 9).

Il terrazzo successivo, il livello di Minturno, risale al Pleistocene superiore, ca. 125.000 anni fa. Si trova ad una quota media di 16 m s.l.m. Il terrazzo ha una struttura relativamente semplice, e consiste in un larga barriera costiera fossile (fig. 3.5, 5) di fronte ad un deposito lagunare fortemente inciso (fig. 3.5, 6). Parte dei depositi travertinosi (fig. 3.5, 11), pianeggianti e in parte coperti da argille, potrebbe risalire allo stesso periodo.

Il livello Borgo Ermada si trova ad una quota media di 6 m s.l.m. Si sarebbe formato in una fase interstadiale dell'ultima glaciazione. Il terrazzo è composto da barriere costiere (fig. 3.5, 3) con retrostanti depositi lagunari pianeggianti (fig. 3.5, 4). Verso ovest (Foce Verde) il terrazzo è composto da una serie di barriere litorali separate da depositi lagunari. I depositi del livello Borgo Ermada affiorano anche nell'area nord-occidentale della depressione, tra Cisterna, Latina e Aprilia, e nella fascia costiera sud-orientale, tra Monte Circeo e Terracina. La parte meridionale del terrazzo è coperta da sabbie eoliche. Il terrazzo più recente, il livello di Terracina, si è formato nell'Olocene. Si tratta di una serie di dune (fig. 3.5, 1) che isolano depositi lagunari argillosi e argilloso-torbosi (fig. 3.5, 2).

Buona parte dei sedimenti lagunari della depressione sono coperti da uno strato alluvionale o coluviale recente (fig. 3.5, 12). Sulla carta sono indicati inoltre i depositi vulcanici (fig. 3.5, 10) ed i sedimenti alluvionali (fig. 3.5, 13).

UN SUOLO PARTICOLARE

Nella fascia costiera della provincia di Latina, in corrispondenza della "Duna antica" (nello specifico, parti dei livelli di Latina e Borgo Ermada), si trova un tipo di suolo particolare, il *Planosol*, che è raro non soltanto per l'Italia ma per tutta l'Europa. La sua superficie nella provincia è di circa 75 km². Il suolo si estende lungo la costa verso il comune di Roma (compreso la Tenuta di Castel Porziano), dove si estende per una superficie di circa 10 km². La stima della superficie totale è di poco più di 100 km² (Ar-

⁶ Parti del seguente testo e della carta della figura 3.5 sono basate su Kamer-mans H., 1991, *Faulted land: the geology of the Agro Pontino*, in Voorrips A., Loving S.H., Kamer-mans H., 1991.

⁷ Da Sevink J., Rempelzwaal A. & Spaargaren O., 1984.

⁸ È segnalata una modesta estensione a nord di Grosseto, sui depositi fluviali pleistocenici (Sevink, J., Beemster, J. & van Stiphout, T. (1986) - *Soil map of the Grosseto area*, University of Amsterdam (rapporto interno).

⁹ Unità G2a, G6f, H2d, H2e, H2f, H4b, H4c della Carta dei Suoli di Latina, unità QM1, QM2, TM della Carta dei Suoli di Roma 2003. Si noti che la striscia mancante tra Roma e Latina non è stata rilevata, ma la presenza degli stessi suoli è stata dimostrata dall'indagine di Arnoldus-Huyzendveld A. & Dai Pra G., 1984.

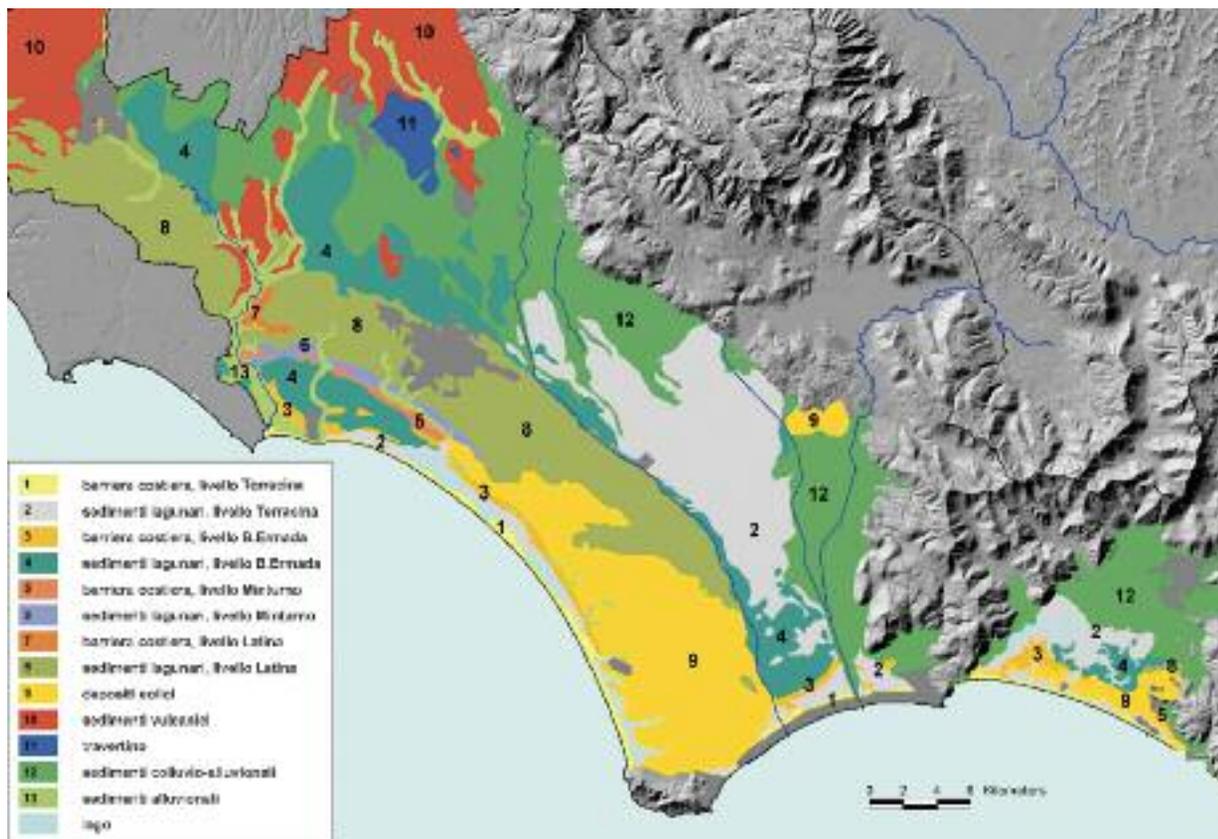


Fig. 3.5 - I sistemi sedimentari dell'Agro Pontino e della Piana di Fondi.

noldus-Huyzendveld & Gisotti, 2000). Per quanto noto, altrove in Italia non esistono questi suoli⁸. A Latina, essi sono stati classificati come *Luvi-Hypso-dic Planosols*, e a Roma (Arnoldus-Huyzendveld 2003) come *Endoeutri-Luvis Planosols*.

Il profilo del tipico *Planosol* (figura 3.6a) è caratterizzato da un orizzonte *eluviale* biancastro con un relativamente basso contenuto in argilla, sovrapposto direttamente ad un orizzonte *illuviale* con un contenuto in argilla nettamente maggiore. In associazione con i *Planosols* si riscontrano nel Lazio gli *Albic Luvisols* (figura 3.6b), caratterizzati da un forma più attenuata di pedogenesi, cioè: da un cambiamento meno abrupto della tessitura tra gli orizzonti *eluviale* ed *illuviale*. L'estensione dei secondi suoli è più ampia. L'ubicazione del complesso *Planosols - Albic Luvisols* a sud del Tevere è indicata con un colore rosso nella figura 3.7⁹. La fascia si estende limitatamente anche direttamente a nord del Tevere. La loro superficie complessiva nel Lazio è poco più di 250 km², di cui metà circa (130 km²) si trova nella provincia di Latina.

Planosols si sono sviluppati tipicamente sui terreni pianeggianti della fascia costiera di Latina e Roma riferibili al Pleistocene medio-superiore (>125.000 – 12.000 anni fa), in condizioni climatiche caratterizzate da un sensibile contrasto tra la stagione piovosa e la stagione asciutta. L'abrupto salto di

Fig. 3.6a - Profilo di un *Planosol* (Giovagnotti 1986)

Fig. 3.6b - Profilo di un *Albic Luvisol*



Fig. 3.7 - L'estensione dei Planosols e degli Albic Luvisols lungo la costa laziale centro-meridionale (Provincia di Latina e Comune di Roma - Arnoldus-Huyzendveld 2003). Si noti che una buona parte dell'espansione recente della città di Latina si trova su questi suoli. In nero i confini provinciali/comunali, in blu i fiumi principali. L'interruzione della cartografia nella fascia costiera tra il comune di Roma e la provincia di Latina è dovuta alla mancanza di dati.

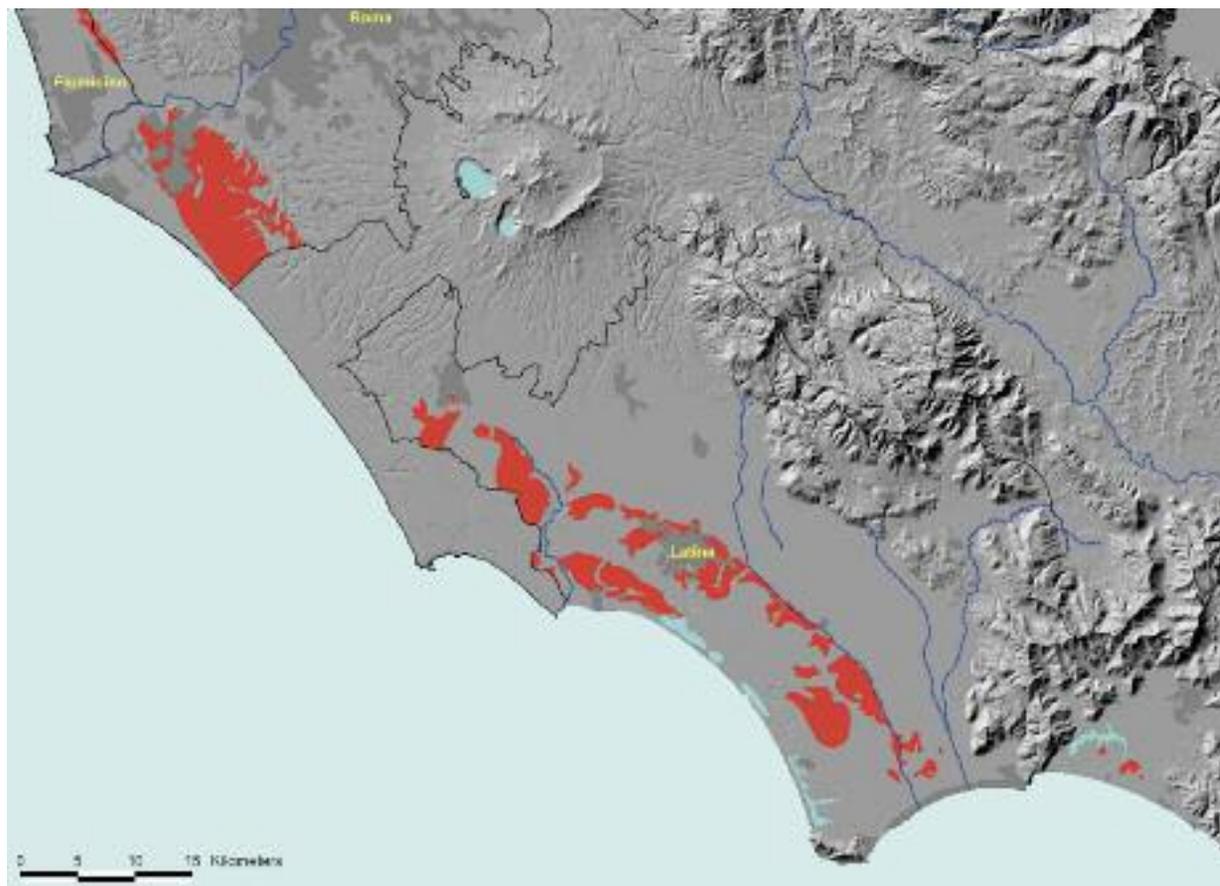


Fig. 3.8 - Il paesaggio degli Albic Luvisols della fascia costiera laziale: nonostante la superficie sabbiosa si verifica dopo la pioggia un evidente ristagno d'acqua.



tessitura all'interno del profilo potrebbe essere causato da processi geogenetici, come la sedimentazione di strati sabbiosi su strati argillosi o solo da processi pedogenetici di tipo *eluviazione / illuviazione*. Dal punto di vista agronomico, i *Planosols* presentano un livello di produzione abbastanza scarsa, a causa del contrasto tessiturale all'interno del profilo e delle caratteristiche chimiche subacide, localmente acide (valutazione della Capacità d'Uso classe V, vedi cap. 2). Gli *Albic Luvisols* presentano caratteristiche agronomiche più favorevoli dei *Planosols* (classe di Capacità d'Uso III).

In campagna i *Planosols* e *Albic Luvisols* sono relativamente facili da individuare: si tratta di terreni sciolti (sabbiosi) in superficie, che presentano, nonostante ciò, dopo la pioggia un evidente ristagno d'acqua (vedi figura 3.8), causato dal sottostante orizzonte poco permeabile. Evidentemente, solo una trivellata manuale o una sezione scavata può dare la certezza sulle caratteristiche del profilo.

4. APPLICAZIONI NELLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE DELLA PROVINCIA DI LATINA

Carlo Perotto, Paolo Sarandrea

Come già accennato nel capitolo 2 le caratteristiche dei suoli trovano applicazione in diversi settori relativamente alle attività riguardanti le scelte di pianificazione dell'uso del territorio, nella redazione del bilancio idrologico/idrogeologico, nell'analisi della diffusione degli inquinanti, nella analisi della vulnerabilità degli acquiferi, nella quantificazione dell'erosione del suolo, ecc..

Da diversi anni sono stati sviluppati numerosi modelli di stima, utilizzabili nel campo della pianificazione, che necessitano tra gli altri dati di input di alcune delle caratteristiche dei suoli descritte nei precedenti capitoli. Nella realizzazione della banca dati pedologica della Provincia di Latina si è quindi cercato di inserire, in forma immediatamente applicabile, le informazioni richieste dai modelli maggiormente diffusi (SINTACS, SWAT, RUSLE, ecc.) allo scopo di costituire una base di riferimento non solo per le attività previste ma anche per quelle possibili nel futuro.

Allo stato attuale le informazioni contenute nella Banca dati pedologica sono state utilizzate in diversi progetti di studio ed applicazioni realizzati dalla provincia di Latina nei seguenti settori:

- a. redazione del bilancio idrologico, in particolare nella quantificazione dell'evapotraspirazione reale
- b. vulnerabilità degli acquiferi
- c. analisi della diffusione degli inquinanti
- d. pianificazione di area vasta

REDAZIONE DEL BILANCIO IDROLOGICO

Una delle prime applicazioni delle informazioni contenute nella banca dati dei suoli al territorio della Provincia di Latina è stata la risoluzione del *bilancio idrologico distribuito*. È stato cioè redatto un bilancio, avente un dettaglio temporale a scala mensile, capace di cogliere la variabilità dei fattori meteo-climatici e della domanda idrica, ed un dettaglio spaziale paragonabile a quello della variabilità dei fattori morfologici, litologici, pedologici e di uso del suolo caratteristici dell'area. Nel caso della Provincia di Latina si è discretizzato il territorio provinciale utilizzando una griglia regolare costituita da celle di 250 m di lato, per ciascuna delle quali è stata risolta la nota equazione del bilancio idrologico:

$$P=EvT+R+IEff$$

Dove

P= precipitazioni

EvT = Evapotraspirazione

R = ruscellamento

IEff = infiltrazione efficace

Ciascun parametro della formula può essere conosciuto tramite misure sperimentali o stimato attraverso l'applicazione di opportuni modelli. In particolare nell'applicazione in chiave idrologica i parametri pedologici di maggiore interesse sono naturalmente quelli che condizionano la mobilità e la capacità di immagazzinamento dell'acqua e quelli che determinano un'alterazione delle caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua che percola attraverso il suolo.

I parametri fondamentali sono i seguenti:

profilo pedologico
 spessore
 pietrosità
 granulometria
 tessitura
 AWC

Tra questi sicuramente l'AWC (Available water capacity) gioca un ruolo fondamentale per tutte le applicazioni in cui è necessario redigere un bilancio idrologico sia se finalizzato a scopi agronomici che a scopi idrogeologici.

L'AWC esprime infatti il volume di acqua che può essere trattenuto nel suolo tra -30 e -1500 kPa che costituisce il volume d'acqua potenzialmente utilizzabile dalle piante.

L'AWC di un suolo è data dalla sommatoria dei valori dei diversi orizzonti del profilo pedologico, fino alla profondità massima di radicazione delle

piante, che possono essere misurati in laboratorio su campioni o stimati attraverso l'utilizzo di metodi di correlazioni empiriche tra il valore dell'AWC e la tessitura e la densità apparente dei suoli. Nella risoluzione del calcolo del bilancio l'AWC dei suoli rappresenta quindi il serbatoio da cui le piante possono trarre l'acqua necessaria alla traspirazione.

Il modello applicato per la redazione del bilancio idrogeologico, che fa riferimento alla procedura sviluppata in occasione degli studi per il Piano dell'Uso Compatibile della risorsa idrica delle Autorità dei Bacini Regionali del Lazio e del Fiume Tevere (Gazzetti *et alii*, 2005), analizza la ripartizione degli afflussi meteorici in evapotraspirazione, ruscellamento ed infiltrazione efficace a scala mensile schematizzando il sistema suolo/vegetazione come un singolo strato con spessore coincidente con l'altezza di radicazione delle piante. Il territorio provinciale è stato discretizzato in celle di 250 metri di lato su ciascuna delle quali è stato effettuato il calcolo del bilancio descritto.

Il bilancio d'acqua simulato nel sistema suolo/vegetazione per ogni singola porzione di territorio (cella di 250 m. di lato) si basa sulla seguente equazione:

$$Ie_{\text{anno}} = \Sigma(P_{\text{mese}} - EVR_{\text{mese}} - R_{\text{mese}} + End_{\text{mese}})$$

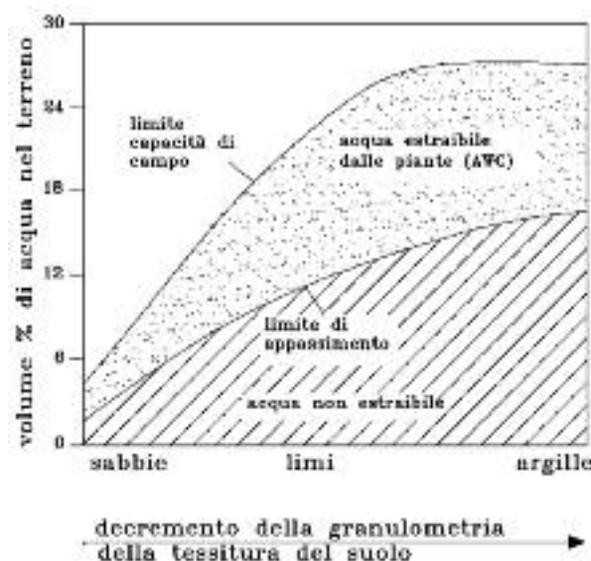
dove

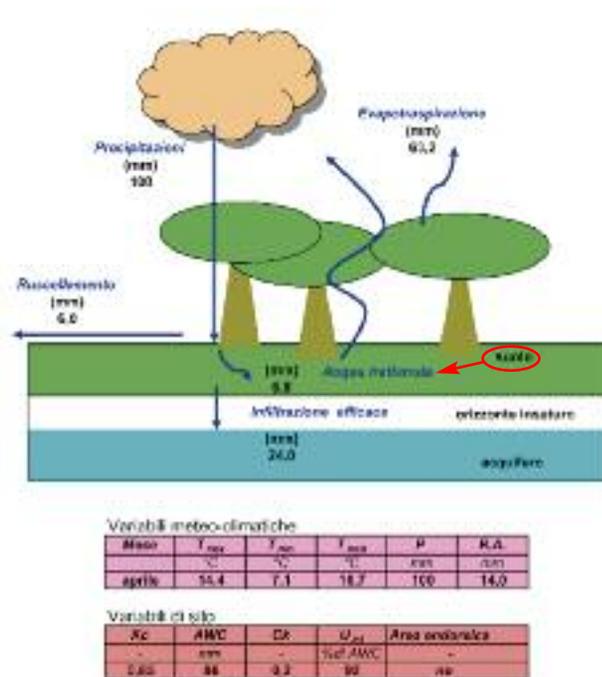
Ie_{anno} = infiltrazione efficace (mm)

P_{mese} , EVR_{mese} e R_{mese} = Precipitazioni, Evapotraspirazione e Ruscellamento mensili

End_{mese} = contributo del ruscellamento nelle aree endoreiche o pseudo-endoreiche, cioè aeree dove il ruscellamento superficiale si converte nuovamente in infiltrazione efficace penetrando nel sottosuolo attraverso vie preferenziali (inghiottitoi carsici) o lenta percolazione (laghi effimeri).

Fig. 4.1 - Contenuto d'acqua che può essere immagazzinata nel suolo in relazione alla tessitura (Jamison V. C. & Beale O.V., 1958 modificato).





In particolare l'evapotraspirazione viene calcolata come il risultato del bilancio tra afflusso meteorico, acqua potenzialmente evapotraspirata dalle piante (evapotraspirazione colturale) e disponibilità **reale** di acqua nel suolo

In pratica il modello applicato esegue un bilancio ad una determinata scala temporale (a passo mensile, giornaliero) verificando, oltre all'apporto delle precipitazioni, un'eventuale disponibilità per le piante di acqua nel suolo all'interno del "serbatoio" AWC.

Il calcolo dell'evapotraspirazione potenziale è stato effettuato disponendo di serie di misure meteo-climatiche che possono essere ritenute adeguate solamente per le temperature massime e minime e per le precipitazioni. Per tale motivo, è stato applicato il modello di Hargreaves - Samani (Hargreaves G.H. & Samani Z.A., 1985):

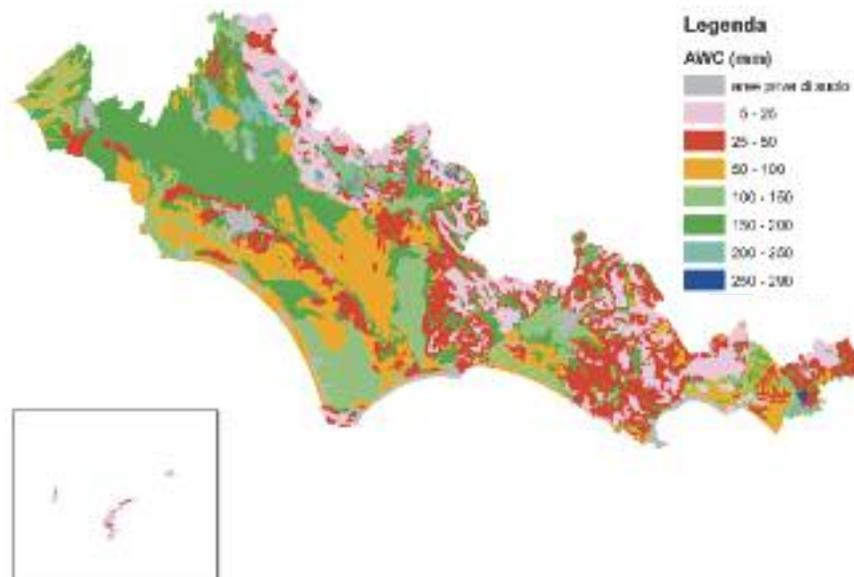
$$ETP = 0.0023 (T_{media} + 17.8) (T_{max} - T_{min})^{0.5} RA$$

Da quanto esposto appare chiaro il ruolo chiave della AWC e la necessità di conoscerne la distribuzione dei valori nel territorio oggetto di bilancio.

Notevole attenzione è stata quindi dedicata alla definizione della AWC nella banca dati dei suoli della Provincia di Latina. I valori di AWC sono stati per quanto possibile ricavati dai valori determinati in laboratorio su campioni rappresentativi, quando tali analisi sperimentali non erano disponibili il calcolo dell'AWC della terra fine è stato effettuato con l'utilizzo del programma "Soil Water Characteristics" [SPAW (Soil-Plant-Atmosphere-Water Field & Pond Hydrology; <http://ars.usda.gov/ba/anri/hrsl/ksaxton>)], che si basa sulle percentuali di sabbia, argilla e limo. Nel calcolo dell'AWC sono state considerate, inoltre, la profondità utile (con un valore massimo di 150 cm) e la pietrosità del profilo. In base al confronto con i dati ricavati in laboratorio sono state applicate le seguenti correzioni ai valori calcolati dal modello: un aumento di 30% per i suoli vulcanici del Vulcano Laziale e di Roccamonfina (non per i suoli vulcanici delle Isole Pontine) e per i suoli torbosi, e una diminuzione di 10% - 30% nel caso di

Fig. 4.2 - Schema di calcolo dell'infiltrazione efficace a scala annua, a partire da dati a scala mensile - T = temperature massime, minime e medie; P = precipitazione; R.A. = radiazione solare netta extra atmosferica; Kc = coefficiente di ruscellamento di Kennessey; CK = coefficiente colturale; U_{ini} = acqua contenuta nel terreno, espressa come frazione di AWC, all'inizio del periodo (Fonte: Gazzetti et alii, 2005; Alimonti et alii, 2006)

Fig. 4.3 - Distribuzione dei valori dell'AWC nei suoli della Provincia di Latina



presenza di un contrasto tessiturale nel profilo del suolo.)

I suoli della provincia di Latina presentano valori di AWC variabili da 5 mm per i suoli dei versanti ripidi delle vulcaniti delle Isole pontine (*Hyperskeleti-Lithic Leptosols*), a 290 mm per i suoli dei sedimenti lagunari terrazzati del livello di Minturno (*Hapli-Cutanic Luvisols*). Nella figura seguente è rappresentata la distribuzione dei valori di AWC sul territorio provinciale.

VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI

Altro settore in cui la Banca dati pedologica ha trovato applicazione è lo studio della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi effettuato per il territorio della Provincia di Latina. Tale studio è nato dall'esigenza di tenere nella dovuta considerazione il problema della salvaguardia dall'inquinamento delle risorse idriche oggi sempre più indispensabili per la sopravvivenza e lo sviluppo del nostro sistema socio-economico. Per inquinamento idrico s'intende "l'impatto di qualunque attività antropica, volontaria o accidentale, che comporti uno sversamento, in uno o più dei sottosistemi che compongono il sistema ambiente, di sostanze tali da causare una variazione negativa di tipo chimico e/o fisico della qualità naturale delle acque tale da mettere in pericolo la salute dell'uomo e degli altri esseri viventi" (F. Cucchi 2001).

La carta della vulnerabilità intrinseca rappresenta quindi la suscettibilità specifica dei sistemi acquiferi, ad assorbire e successivamente diffondere, anche mitigandone gli effetti, un contaminante fluido o idroveicolato tale da produrre impatto sulla qualità dell'acqua sotterranea, nello spazio e nel tempo.

L'inserimento del suolo tra gli elementi di valutazione della vulnerabilità degli acquiferi trova giustificazione nella sua capacità di principale "filtro" della zona vadosa, in quanto i processi interni fisici (filtro meccanico), chimici (filtro chimico) e biologici (filtro

biologico) esercitano un effetto tampone sul deterioramento della qualità delle acque di falda ad opera di acque di infiltrazione superficiale.

Numerosi sono i modelli sviluppati per la determinazione della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi suddivisibili in due grandi filoni: modelli deterministici, che richiedono la definizione di un modello matematico supportato da un congruo numero di dati sperimentali e che può presentare notevoli limitazioni di calcolo soprattutto per aree vaste, e modelli parametrici. Quest'ultimi consistono essenzialmente nella valutazione qualitativa, tradotta in un punteggio, di una serie di parametri d'ingresso la cui incidenza è controllata da una serie di pesi moltiplicatori.

Tra i metodi parametrici più diffusi in Italia il S.I.N.T.A.C.S. (Civita M., De Maio M., 1997 e 2000) prende in considerazione:

1. *La Soggiacenza*: profondità della superficie piezometrica misurata rispetto al piano campagna.
2. *L'Infiltrazione efficace*: percentuale della precipitazione che raggiunge la falda
3. *L'effetto di autodepurazione del Non saturo*: dovuto ai processi fisici (filtrazione e dispersione in particolare) e chimici (reattività chimica dei minerali componenti e processi di biodegradazione e volatilizzazione) che impediscono o attenuano il processo di diffusione dell'inquinante
4. *La Tipologia della copertura*: intesa come suolo vero e proprio in cui si esplicano processi che possono attenuare l'importanza dell'impatto
5. *Le caratteristiche idrodinamiche e geometriche dell'Acquifero*
6. *La Conducibilità idraulica*: definita come la capacità di spostamento attraverso il mezzo saturo dell'acqua di falda (e quindi dell'inquinante)
7. *L'acclività della Superficie topografica*: da cui dipende, insieme alla copertura del suolo, l'entità del ruscellamento

La Carta della Vulnerabilità intrinseca viene ottenuta determinando per ogni cella la sommatoria dei 7 parametri considerati ciascuno moltiplicato per il proprio peso.

$$\text{SINTACS} = \text{SWs} + \text{IW}_i + \text{NW}_n + \text{TW}_t + \text{AW}_a + \text{CW}_c + \text{SW}_s$$

L'indice ottenuto viene normalizzato, così da ottenere una scala di valori da 0 a 100 (per una più approfondita trattazione del metodo si rimanda alla numerosa bibliografia esistente).

Tale modello è stato scelto per la valutazione della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi nella Provincia di Latina, ai fini della redazione del PTPG, in base alle seguenti considerazioni:

- è stato ideato da ricercatori italiani adattandolo alle realtà idrogeologiche, climatiche e di impatto che si riscontrano sul nostro territorio;
- è un metodo ampiamente riconosciuto a livello internazionale e presenta numerose applicazioni in Italia nell'ambito della pianificazione territoriale;
- i dati richiesti per la definizione dei parametri e dei pesi considerati sono tutti derivabili (alla scala di lavoro adottata) dalle varie cartografie tematiche previste per la redazione del Piano.

Per poter applicare la procedura su esposta, nella Banca dati pedologica della Provincia di Latina è stata inserita anche la classificazione dei suoli utilizzata dal modello SINTACS. Si tenga conto che per definire i suoli in tale classificazione non è sufficiente utilizzare i dati di "base" tal quali ma è necessario come vedremo, effettuare particolari considerazioni su ciascuno di essi.

I dati richiesti dal SINTACS relativamente ai suoli sono: la percentuale di sostanza organica, la percentuale di argilla e la percentuale di limo. Considerato che non viene specificato a quale parte del

suolo si riferiscono questi dati, si è scelto di fornire la percentuale di sostanza organica dell'orizzonte superiore, e le percentuali modali di argilla e limo dell'intero profilo. I valori sono stati ripresi dai profili di riferimento oppure sono stati stimati attraverso modelli presenti in letteratura o in base alla esperienza di campo.

Si è già avuto modo di osservare come i parametri richiesti dal modello SINTACS non risultano sufficienti per valutare appieno il ruolo del suolo, nel ciclo delle acque, nella modellazione territoriale finalizzata a stabilire il rischio d'inquinamento. Infatti nella pratica il modello SINTACS non distingue tra un suolo di 10 cm sovrapposto alla roccia carbonatica e un suolo vulcanico più profondo di un metro. La quantità di sostanza organica e la granulometria sono sicuramente fattori determinanti nella capacità del suolo di depurare le acque di transito dalla superficie alla falda. Ma maggior peso assume la quantità di terra nella quale si svolge il processo depurativo e il rapporto tra la fase liquida e la fase solida nello strato attivo. Si presume che all'interno della procedura SINTACS quest'ultimo fattore sia coperto dall'elaborazione dei dati granulometrici, rimane quindi da identificare un valido parametro per il volume di terra nel quale si svolge il processo depurativo. È stata pertanto introdotta nella modellazione la "capacità idrica del suolo" (AWC), che come già descritto nel capitolo precedente, rappresenta un indicatore del volume d'acqua che il terreno può contenere, ma che è probabilmente anche il migliore parametro *indiretto* per il volume di terra "attiva".

Nella banca dati delle unità cartografiche è stato indicato il codice SINTACS relativo al valore della capacità idrica (AWC), determinato in questo caso per l'intero suolo fino allo strato o all'orizzonte che impedisce il contatto con la falda più profonda oppure, se assenti, fino alla profondità di 150 cm (Tabella 4.1). Ai suoli sotto l'influenza della falda superficiale, è stata assegnata la classe di riserva idrica più alta (9).

Entrando nel merito dell'applicazione al territorio della Provincia di Latina la vulnerabilità intrinseca

Tabella 4.1: Classi AWC

Riserva idrica AWC	Descrizione	Classe AWC del suolo per il modello SINTACS	Codice AWC del suolo per il modello SINTACS
> 200 mm	Molto alta	> 200 mm	9
150-200 mm	Alta	175-200 mm	8
		150-175 mm	7
100-150 mm	Moderata	125-150 mm	6
		100-125 mm	5
50-100 mm	Bassa	75-100 mm	4
		50-75 mm	3
< 50 mm	Molto bassa	25-50 mm	2
		< 25 mm	1

Fig. 4.4 - Applicazione della procedura SINTACS agli acquiferi della Provincia di Latina (Catalano G. & Gerardi A., 2004)

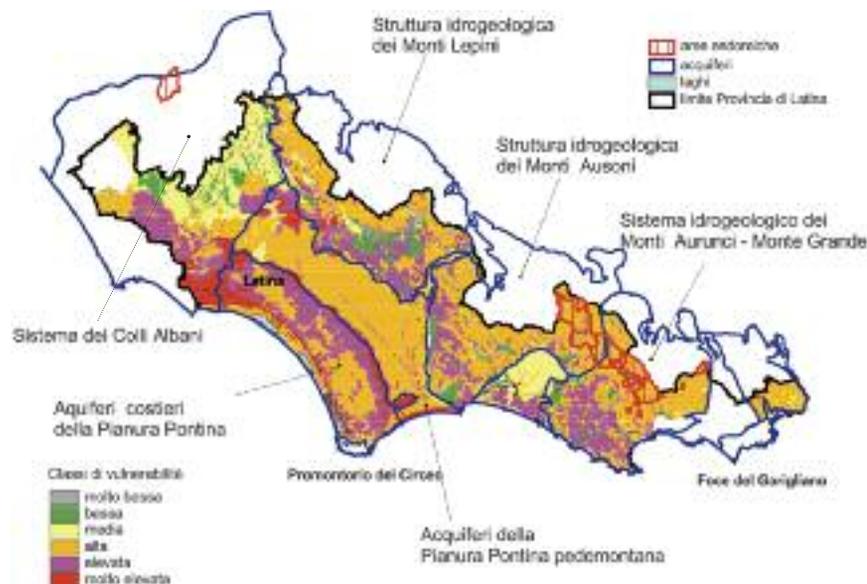
degli acquiferi risultante dalla semplice applicazione della metodologia SINTACS, precedentemente descritta, fornisce i risultati riportati nella figura 4.4 (Catalano G. & Gerardi A., 2004).

Se si tiene conto delle caratteristiche geometriche e delle potenzialità dei diversi sistemi acquiferi i ri-

sultati ottenuti in figura 4.4 evidenziano soprattutto il peso della soggiacenza della falda trascurando quasi completamente gli aspetti quantitativi delle risorse idriche presenti.

Con tale approccio, nell'analisi globale della vulnerabilità delle risorse idriche della Provincia di Latina, gli esigui acquiferi superficiali della Pianura Pontina Pedemontana (non sono stati presi in considerazione gli acquiferi profondi confinati) risultano a vulnerabilità alta, allo stesso livello di gran parte delle dorsali carbonatiche, e di molti settori degli acquiferi ospitati nei depositi sabbiosi costieri. Allo stesso modo, l'importante circolazione idrica ospitata nelle piroclastiti dei versanti meridionali e occidentali dei Colli Albani risulta classificata a vulnerabilità da media a bassa.

Considerazioni analoghe possono essere ricavate confrontando i valori di vulnerabilità calcolati per gli acquiferi costieri della Pianura Pontina, con quelli calcolati per gli acquiferi delle dorsali carbonatiche. Negli acquiferi costieri la vulnerabilità intrinseca presenta valori molto elevati, connessi con la presenza di formazioni porose permeabili con falda posta a profondità nell'ordine dei 10-20 m dal piano di campagna. Tali valori risultano però sovrastimati,



se confrontati con quelli attribuiti agli acquiferi carbonatici dove, anche trascurando la presenza di inghiottitoi carsici e aree endoreiche (dati non elaborati nel lavoro di Catalano & Gerardi), gli elevati valori di ricarica media annua indicano velocità di infiltrazione e tempi di percorrenza relativamente brevi, cui dovrebbero corrispondere valori di vulnerabilità sensibilmente maggiori rispetto alle quantità di risorse idriche esposte negli acquiferi costieri.

Per ovviare almeno in parte a tale problema è stata introdotta dagli stessi autori della procedura SINTACS la possibilità di applicazione di diversi Scenari, ovvero di diversi pesi relativi a ciascun parametro, per alcune situazioni tipizzate (Impatto antropico rilevante, Aree soggette a drenaggio, Aree carsiche, Aree fessurate) che enfatizzano alcuni parametri rispetto ad altri. Tale suddivisione del territorio in tipi può però rendere la procedura troppo generalizzata e soggettiva. Nel complesso, si può ritenere che la procedura di stima utilizzata riportata in fig. 4.4 fornisca risultati significativi quando applicata per valutare le differenze di vulnerabilità in singoli sistemi acquiferi, ma può risultare lacunosa, nel caso si abbia l'esigenza di confrontare differenti contesti idrogeologici.

Ai fini dell'applicazione nel PTPG ci si era però posti l'obiettivo che l'individuazione della vulnerabilità consentisse di tenere conto, oltre che del grado di protezione delle falde acquifere, anche delle quantità di risorse in gioco e quindi del danno potenziale, anche in termini di confronto tra diversi acquiferi.

Si è quindi ipotizzato (Alimonti C. et alii, 2005) che l'infiltrazione efficace, calcolata in maniera distribuita con la metodologia descritta nel capitolo precedente, possa sintetizzare in un unico parametro ed in maniera quantitativa i fattori *Infiltrazione* (2), *Acquifero* (5) e *Superficie topografica* (7) della procedura SINTACS. In particolare per quanto riguarda le caratteristiche idrodinamiche e geometriche rappresentate dal parametro *Acquifero*, si è in tal modo inteso ridurre al minimo il grado di soggettività ge-

neralmente associato alla mancanza di un sufficiente numero di osservazioni sperimentali, specie negli acquiferi carbonatici.

È stata quindi usata in via sperimentale, la metodologia di calcolo dell'infiltrazione efficace distribuita, descritta precedentemente, applicata al tema della vulnerabilità degli acquiferi introducendola nella metodologia SINTACS per la definizione dei parametri di cui ai punti 2, 5 e 7 della stessa, relativamente ai soli acquiferi non confinati. I risultati ottenuti sono rappresentati in figura 4.5.

La mappa ottenuta (fig. 4.5) può risultare più significativa ai fini di una lettura comparativa della vulnerabilità delle risorse idriche della Provincia, in quanto discrimina maggiormente gli acquiferi con maggiore quantità di risorse rinnovabili. Rimangono, tuttavia, alcune incongruenze con i dati sperimentali, specie per quanto riguarda la discriminazione delle aree a maggiore ricarica negli acquiferi carbonatici e la differenziazione della vulnerabilità degli acquiferi dei Colli Albani che risulta ancora paragonabile a quella ricavata per i piccoli acquiferi superficiali ospitati nelle formazioni a bassa

Fig. 4.5 - Applicazione della procedura SINTACS al territorio della Provincia di Latina, con introduzione dell'infiltrazione efficace calcolata secondo la procedura descritta nel capitolo 4, in sostituzione dei parametri 2 (*Infiltrazione*), 5 (*Acquifero*) e 7 (*Superficie topografica*) - (Alimonti C. et alii, 2005)

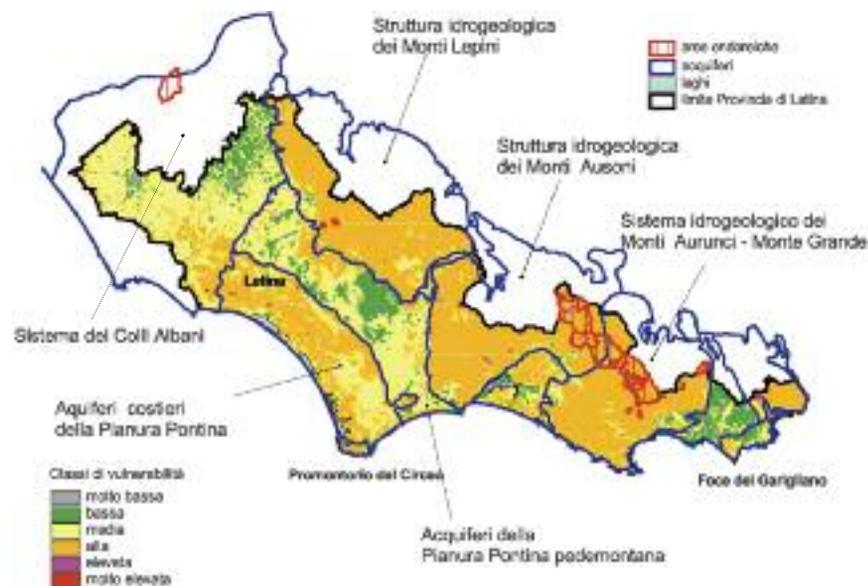


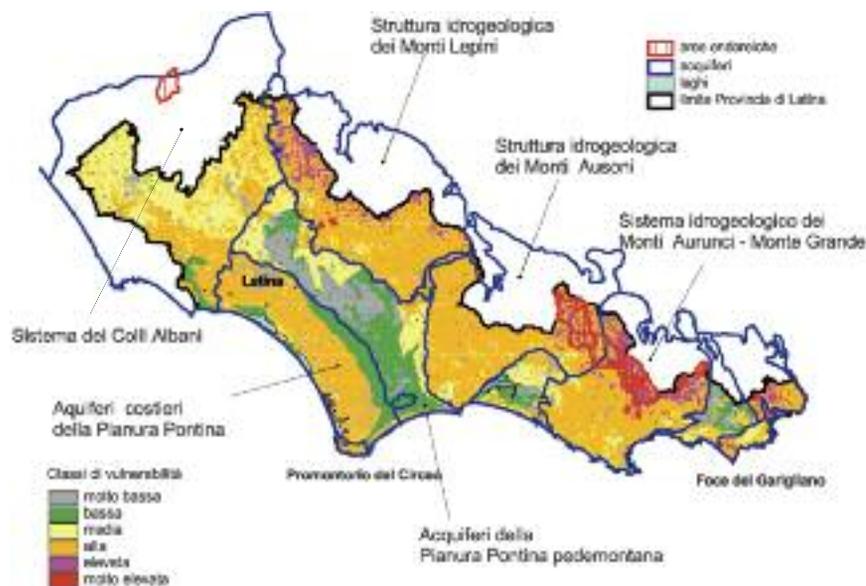
Fig. 4.6 - Carta della vulnerabilità degli acquiferi pesata rispetto all'infiltrazione efficace distribuita (Alimonti C. et alii, 2005)

permeabilità (area di Formia, Pianura Pontina, Piana di Fondi).

Una maggiore diversificazione dei valori di vulnerabilità degli acquiferi è stata ottenuta utilizzando il parametro infiltrazione efficace calcolato cella per cella come fattore di moltiplicazione dei punteggi precedentemente calcolati e operando successivamente la normalizzazione e la discretizzazione in 6 classi dei valori ottenuti (fig. 4.6)

L'introduzione di questo fattore determina una modulazione, sulla base delle diverse potenzialità degli acquiferi, dei valori di vulnerabilità stimati rendendoli più confrontabili.

Rispetto alla carta di vulnerabilità ottenuta dalla semplice applicazione della metodologia parametrica, carta di figura 4.4, è possibile rilevare differenze significative con una distribuzione della vulnerabilità, in alcuni casi, completamente capovolta. Si osservi, ad esempio, la distribuzione dei valori di vulnerabilità da alta a molto elevata negli acquiferi carbonatici e vulcanici o, viceversa, dei valori bassi o molto bassi negli acquiferi della Pianura Pontina.



Quest'ultimo elaborato costituisce la tavola GE_A_05: Carta idrogeologica e della vulnerabilità degli acquiferi del Piano Territoriale Provinciale Generale della Provincia di Latina.

ANALISI DELLA DIFFUSIONE DEGLI INQUINANTI

Il settore agricolo rappresenta tradizionalmente, nella Provincia di Latina, un importante comparto economico e si caratterizza per la diffusa presenza di colture intensive.

Esso rappresenta quindi un settore ad elevato impatto ambientale in particolare per quanto riguarda l'utilizzo e quindi l'immissione sul territorio di prodotti chimici quali fitofarmaci e fertilizzanti che, anche se utilizzati nel migliore dei modi, presentano un certo grado di diffusione nel suolo e da esso nelle acque superficiali e sotterranee. Lo studio di tale problema richiede l'utilizzo di metodologie di studio ed analisi di tipo multifattoriale che utilizzano informazioni provenienti da diversi settori "gestionali". Con tale spirito nasce nel 2003 il "Progetto Monitoraggio acque superficiali Interne e Costiere", coordinato dal Settore Ecologia e Ambiente in collaborazione con il Settore Pianificazione Urbanistica e Territoriale, con il quale la Provincia di Latina ha pianificato le azioni necessarie per rispondere alle competenze attribuitegli dall'art. 106 della L.R. 14/99.

Tale Legge attribuisce, infatti, alla Provincia la funzione di monitorare la produzione, l'impiego, la diffusione, la persistenza nell'ambiente e nell'effetto sulla salute umana delle sostanze ammesse alla preparazione di preparati per lavare, ed il monitoraggio sullo stato di eutrofizzazione delle acque interne e costiere, ed in particolare il riesame dello stato eutrofico causato da azoto delle acque dolci superficiali, delle acque di transizione e delle acque marine costiere.

Ai fini della valutazione dei carichi eutrofizzanti immessi nelle acque la stima del quantitativo di azoto

lisciviato dai terreni agricoli assume quindi una notevole importanza nell'area pontina.

Le ricerche sulle concimazioni azotate condotte in Italia hanno riguardato per lo più la valutazione degli effetti produttivi sulle colture, piuttosto che le perdite di nitrati nelle acque di percolazione o ruscellamento. Solo recentemente, dietro lo stimolo della cosiddetta Direttiva "nitrati" della Comunità Europea riguardante il potenziale inquinamento azotato e ai Decreti legislativi di recepimento (152/99 e 152/06), si è avuto un incremento di studi ed esperimenti. La Direttiva Europea (91/676/CEE) per prevenire e monitorare l'inquinamento delle acque stabilisce che le zone vulnerabili devono essere definite in base alla concentrazione, attuale o prevista, di azoto nelle acque superficiali e sotterranee e in base alle caratteristiche fisiche e chimiche delle acque e dei terreni, oltreché alla comprensione del comportamento dei composti azotati nell'ambiente. Gli studi sulla lisciviazione dei composti azotati hanno portato a risultati a volte in contrasto tra loro e che necessitano senza dubbio di ulteriori approfondimenti. Gli esperimenti eseguiti sono inoltre tutti piuttosto specifici tanto da permettere con difficoltà una generalizzazione dei risultati su territori differenti da quelli studiati; inoltre, per previsioni esatte sulla lisciviazione dell'azoto sono necessarie dettagliate analisi dei suoli e una rilevante mole di dati sulle colture praticate e sulle quantità di concimi azotati dispersi sui terreni coltivati.

Tali informazioni sono però attualmente disponibili solo in forma frammentaria sul territorio provinciale, per cui, per la valutazione quantitativa dell'azoto lisciviato dai suoli nel Progetto monitoraggio acque superficiali interne e costiere, si è scelto in prima approssimazione di seguire un metodo generale, derivato da quello utilizzato dal "Piano di utilizzazione agronomica dei liquami zootecnici" della Regione Campania (PUA), che ha fornito delle prime indicazioni sulla distribuzione dei rilasci di azoto nel territorio provinciale.

Il metodo originario applicato nel PUA ha la finalità di indicare i valori limite di liquami zootecnici uti-

lizzabili come fertilizzanti azotati per le differenti colture. Tale quantitativo di azoto dipende da 4 fattori:

- A. Fabbisogni di azoto della coltura
- B. Apporti per fertilità del suolo
- C. Lisciviazione
- D. Immobilizzazione e dispersione

ovvero

Azoto da distribuire come fertilizzante = A - B + C + D

Appare chiaro che conoscendo il quantitativo di azoto distribuito come concime alle diverse colture e avendo a disposizione delle dettagliate analisi dei suoli coltivati si potrebbe risalire facilmente alla quantità di azoto lisciviato (C) dato che i fabbisogni di azoto delle colture sono noti dalla numerosa letteratura.

Per poter applicare tale formula è però necessario avere informazioni sui fertilizzanti distribuiti e dettagliate analisi dei suoli. La variante applicata a tale metodo nel "Progetto monitoraggio acque superficiali interne e costiere", poiché attualmente non sono disponibili dati quantitativi relativi all'uso dei fertilizzanti, prevede quindi un rilascio di sostanze azotate indipendente dall'entità delle precipitazioni e dai concimi riversati sul terreno, partendo dal presupposto che nei campi vengano applicate le raccomandazioni previste dal Codice di Buona Pratica Agricola (approvato con Decreto Ministeriale del 19/04/1994) e che quindi il quantitativo di azoto fornito alla pianta non ecceda quello sufficiente al suo fabbisogno.

In base a tale assunto si può fare riferimento alla sola tabella 4.2 che correlando la tessitura e il drenaggio del terreno restituisce valori (stimati) di azoto lisciviato (C), a prescindere dalle colture presenti, dall'entità delle precipitazioni e dall'azoto distribuito come fertilizzante.

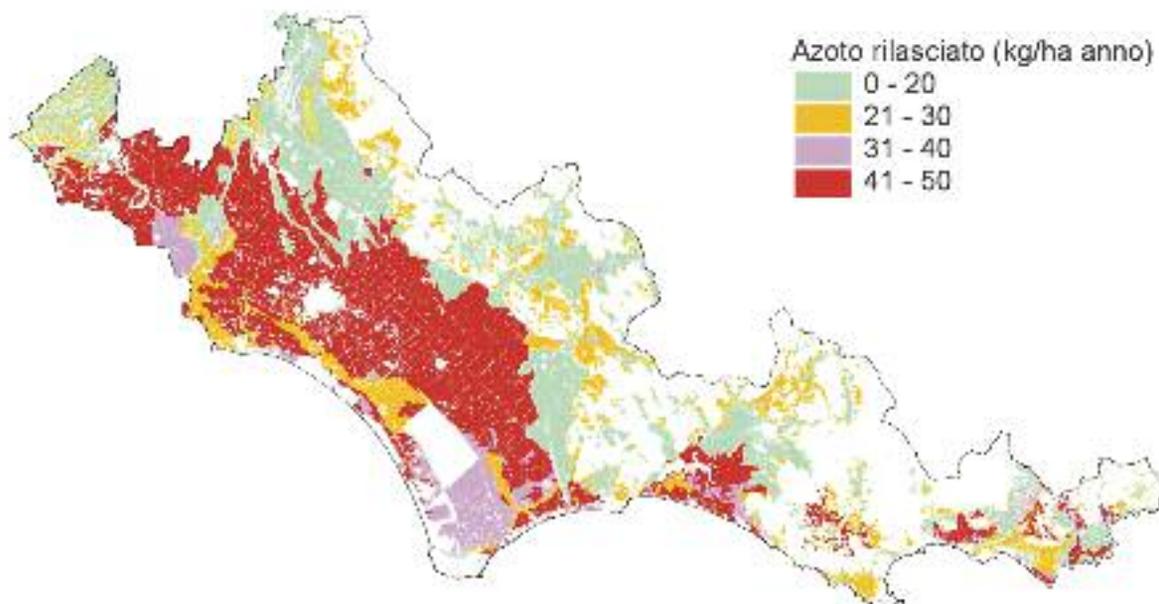
Le quantità di azoto lisciviato stimate con tale metodo si sono dimostrate in accordo con la maggior

Tabella 4.2 - Perdite di azoto nel terreno per lisciviazione (kg/ha anno)

DRENAGGIO	TERRENO		
	Tendenzialmente sabbioso	Franco	Tendenzialmente argilloso
Lento o impedito	50*	40*	50*
Normale	40	30	20
Rapido	50	40	30

(*) questi valori tengono conto anche dell'effetto negativo che la mancanza di ossigeno causa sui processi di mineralizzazione della sostanza organica.

Fig. 4.7 - Stima della distribuzione dei rilasci di azoto derivati dalle pratiche agricole.



parte dei valori ottenuti in via sperimentale descritti in bibliografia.

Naturalmente nella realtà le condizioni imposte nel modello non sono quasi mai verificate, ma i risultati ottenuti sono risultati sicuramente utili per indirizzare i necessari studi di dettaglio verso i settori potenzialmente più critici.

PIANIFICAZIONE DI AREA VASTA

La metodologia di redazione del PTPG della Provincia di Latina ha comportato la definizione di diversi livelli di trasformabilità del territorio per ciascuno dei Sistemi (fisico, geologico, pedologico, ecc..) attraverso i quali è stata effettuata l'analisi del territorio.

Tab. 4.3: Livelli di trasformabilità legati agli aspetti pedologici

Classi di trasformabilità		Classi di capacità d'uso
TA	Trasformabilità alta	VII
TS2	Trasformabilità subordinata ai risultati delle valutazioni economiche d'usi alternativi a quello forestale e/o zootecnico	V,VI
TS1	Trasformabilità subordinata ai risultati delle valutazioni economiche d'usi alternativi a quello agricolo	III, IV
TB	Trasformabilità bassa	I, II

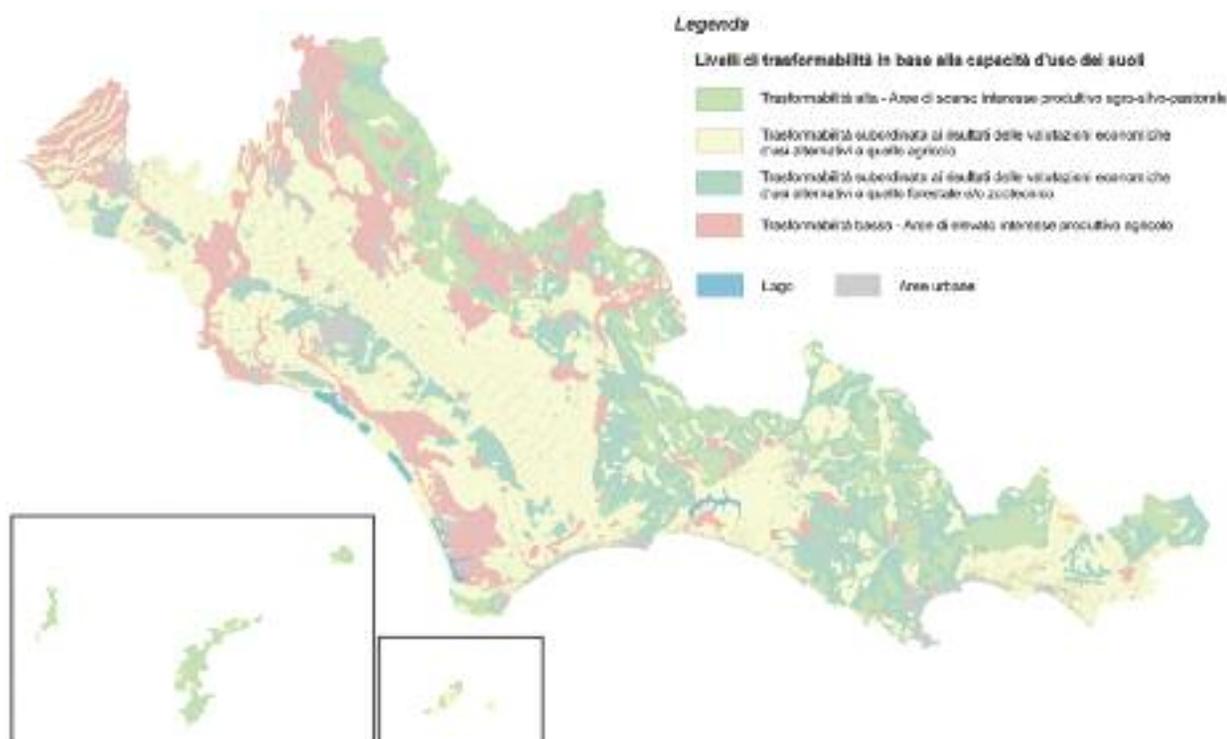


Fig. 4.8 - Distribuzione dei livelli di trasformabilità utilizzati nel PTPG della Provincia di Latina legati agli aspetti pedologici

La definizione della trasformabilità, legata agli aspetti pedologici, è stata affrontata mediante una riclassificazione delle sette classi di capacità d'uso potenziale dei suoli riscontrate nel territorio provinciale (vedi capitolo 2). Il concetto di trasformabilità applicato agli aspetti pedologici è sostanzialmente legato a quello di una maggiore o minore attenzione nella scelta di usi del suolo alternativi rispetto a quello agricolo (fig. 4.8).

Il criterio adottato per la riclassificazione ha considerato a minore trasformabilità i terreni che presentano la migliore capacità d'uso e, viceversa, a maggiore trasformabilità i terreni che presentano la peggiore capacità d'uso secondo la tabella riportata nella pagina seguente. La trasformabilità è quindi legata direttamente alla capacità d'uso potenziale dei suoli al fine di evitare che terreni con potenziale

elevata redditività agricola vengano utilizzati per scopi diversi da quelli agricoli attraverso azioni che il più delle volte risultano non reversibili.

Le informazioni contenute nella carta pedologica redatta per la provincia di Latina sono state inoltre utilizzate anche nelle analisi effettuate su altre tematiche di studio del territorio, quali l'analisi del

paesaggio (vedi capitolo 2), in cui la classificazione dei pedo-paesaggi ha costituito un riferimento per il confronto e la validazione dei prodotti ottenuti, o l'analisi degli aspetti litotecnici del territorio, in cui la carta pedologica ha fornito indicazioni sull'estensione dei depositi con possibile presenza di livelli compressibili (torbe, ecc..).



Negli allegati seguenti vengono descritte nel dettaglio la struttura e le funzionalità della banca dati dei suoli.

È intenzione della Provincia di Latina dettagliare ed integrare nel tempo la banca dati pedologica, per tale motivo raccoglie continuamente dati sperimentali utili per implementare questo che si ritiene essere un importante strumento per tutti coloro lavorino con tali dati nel territorio provinciale. Chi volesse fornire il proprio contributo attraverso la messa a disposizione di dati sperimentali, quali rilevamenti localizzati del profilo del suolo, analisi di laboratorio, cartografie di dettaglio, materiale fotografico, ecc.. può mettersi in contatto con l'Ufficio di Piano del Settore Pianificazione Urbanistica e Territoriale.

ALLEGATI

Legenda della Carta dei Suoli della Provincia di Latina in scala 1:75.000

Tab. A1: Classificazione dei suoli secondo la World Reference Base for Soil Resources (1998)

ID	Codice*	Descrizione
FONDOVALLE DEI FIUMI A MEANDRI, PIANEGGIANTI		
1	A1 (A1b, A1c)	suoli profondi, a tessitura medio-fine, talvolta fine, moderatamente pietrosi; classe di Capacità d'Uso dominante III s (<i>Calcaric Cambisols con Calcari-Vertic Cambisols</i>)
2	A2 (A1m)	suoli molto profondi a tessitura fine leggermente pietrosi; classe di Capacità d'Uso II s (<i>Cutani-Chromic Luvisols</i>)
FONDOVALLE DEI FIUMI A CANALI INTRECCIATI, PIANEGGIANTI		
3	B1 (B1c, B1g)	suoli profondi, a tessitura fine, talvolta medio-grossolana, leggermente pietrosi; classe di Capacità d'Uso dominante II s (<i>Cutani-Chromic Luvisols con Calcaric Cambisols</i>)
CONOIDI ALLUVIONALI, SUBPIANEGGIANTI		
4	C1 (C1a, C1b)	(conoidi grandi) – suoli mediamente profondi, a tessitura media, leggermente pietrosi; classe di Capacità d'Uso III s, w (<i>Calcaric Cambisols</i>)
5	C2 (C1f, C1g, n01)	(conoidi grandi) - suoli profondi, a tessitura fine, pietrosi; classe di Capacità d'Uso IV s (<i>Luvic Phaeozems</i>)
6	C3 (C1h)	(conoidi grandi) - suoli profondi, a tessitura fine; classe di Capacità d'Uso III s (<i>Chromi-Vertic Luvisols</i>)
7	C4 (C1k, n02)	(conoidi grandi) - suoli profondi, a tessitura fine; classe di Capacità d'Uso II s (<i>Cutani-Chromic Luvisols</i>)
8	C5 (C1l, C1m, n03)	(conoidi grandi) - suoli profondi, a tessitura fine, talvolta con crosta calcarea; classe di Capacità d'Uso dominante II s (<i>Cutani-Chromic Luvisols con Luvic Phaeozems</i>)
9	C6 (C1n, C1q, n04)	(conoidi grandi) - suoli molto profondi, a tessitura fine, a drenaggio lento; classe di Capacità d'Uso dominante III s (<i>associazione di Eutri-Chromic Vertisols, Hapli-Cutanic Luvisols</i>)
10	C7 (C2b, C2c, p01, n05)	(conoidi piccoli) - suoli profondi, a tessitura fine, moderatamente pietrosi, raramente con crosta calcarea; classe di Capacità d'Uso III s (<i>Cutani-Chromic Luvisols</i>)
VALLATE MINORI, SUBPIANEGGIANTI		
11	D1 (D1a, I01)	(da sedimenti marini) – suoli profondi, a tessitura medio-fine; classe di Capacità d'Uso dominante II s, p (<i>associazione di Eutric Fluvisols, Cutani-Chromic Luvisols</i>)
12	D2 (D3a, D3b)	(dalle montagne calcaree) – suoli profondi, a tessitura fine, leggermente pietrosi; classe di Capacità d'Uso II s (<i>Cutani-Chromic Luvisols</i>)
13	D3 (D4a, D4e)	(altre vallate) – suoli profondi, a tessitura medio-fine, a drenaggio lento; classe di Capacità d'Uso III s, w (<i>Calcari-Vertic Cambisols</i>)
14	D4 (D2f, D4l, D4g, I02)	(altre vallate) – suoli profondi, a tessitura fine; classe di Capacità d'Uso III s (<i>Chromi-Vertic Luvisols</i>)
15	D5 (D4f)	(altre vallate) – suoli profondi, a tessitura media, a drenaggio lento; classe di Capacità d'Uso III w (<i>Calcaric Cambisols</i>)

*Tra parentesi i codici di riferimento alle carte precedenti: Sevink et alii, 1984 (lettera iniziale maiuscola) e Sevink et alii, 1991 (lettera iniziale minuscola).

ID	Codice	Descrizione
PIANURE FLUVIALI, SUBPIANEGGIANTI		
16	E1 (E1a, E1b, m01, m02)	(pianure bonificate) – suoli molto profondi, a tessitura fine; classe di Capacità d’Uso III s (<i>Gleyi-Vertic Cambisols</i>)
17	E2 (E1c, m03)	(pianure bonificate) – suoli profondi, a tessitura fine; classe di Capacità d’Uso dominante III s (<i>associazione di Chromi-Vertic Luvisols, Chromi-Vertic Cambisols</i>)
18	E3 (E1d, m05)	(con materiale vulcanico) - suoli molto profondi, a tessitura fine; classe di Capacità d’Uso II s (<i>Cutani-Chromic Luvisols</i>)
19	E4 (m04, E2f, m07)	(pianure fluvio-colluviali) – suoli molto profondi, a tessitura fine, in parte a drenaggio lento; classe di Capacità d’Uso dominante III s (<i>associazione di Vertic Luvisols, Eutri-Chromic Vertisols, Eutri-Vertic Cambisols</i>)
20	E5 (e06, g03)	(con materiale vulcanico), talvolta leggermente ondulati, suoli molto profondi, a tessitura fine, a drenaggio lento; classe di Capacità d’Uso III s, w (<i>Eutric Vertisols</i>)
FASCE DETRITICHE (COLLUVIO)		
21	F1 (E3a, E3b)	(da sedimenti costieri) - suoli mediamente profondi, a tessitura medio-fine, leggermente inclinati; classe di Capacità d’Uso dominante III s, w (<i>Eutric Regosols con Eutri-Gleyic Cambisols</i>)
22	F2 (E5a, E5b, E5c, E5d, m06, o01, o02)	(dalle montagne calcaree) - suoli profondi, a tessitura fine, leggermente inclinati; (classe di Capacità d’Uso dominante II s (<i>Cutani-Chromic Luvisols con Chromi-Vertic Luvisols</i>))
23	F3 (E5e)	(dalle montagne calcaree) - suoli profondi o molto profondi, a tessitura fine, leggermente inclinati o inclinati; classe di Capacità d’Uso dominante II s (<i>associazione di Cutani-Chromic Luvisols, Gleyic Nitosols</i>)
24	F4 (E5f, E5g, E5h, E5k)	(dalle montagne calcaree) - suoli poco o mediamente profondi, a tessitura fine, pietrosi, talvolta con crosta calcarea, inclinati o moderatamente ripidi; classe di Capacità d’Uso dominante VI s (<i>complesso di Molli-Calcaric Regosols, Calcaric Cambisols</i>)
25	F5 (E5l, E5m, o03, o04)	(dalle montagne calcaree) - suoli mediamente profondi, a tessitura fine, pietrosi, con crosta calcarea, inclinati o moderatamente ripidi; classe di Capacità d’Uso dominante IV s, w (<i>Chromi-Endoleptic Luvisols con Lithic Leptosols</i>)
26	F6 (E4b, E6f, o05)	(di origine misto, con materiale vulcanico) - suoli profondi, a tessitura fine, leggermente inclinati o inclinati; classe di Capacità d’Uso II s (<i>Cutani-Chromic Luvisols</i>)
27	F7 (E6a, E6b, E6c)	(di origine misto) - suoli mediamente profondi, a tessitura media, leggermente pietrosi, leggermente inclinati; classe di Capacità d’Uso dominante III s, w (<i>Calcaric Fluvisols con Calcaric Cambisols e Calcaric Regosols</i>)
28	F8 (E6d, E6e)	(di origine misto, in parte con materiale vulcanico) - suoli profondi, a tessitura fine, talvolta leggermente pietrosi, leggermente inclinati; classe di Capacità d’Uso III s (<i>Chromi-Vertic Luvisols</i>)

ID	Codice	Descrizione
DUNE RECENTI (LIVELLO DI TERRACINA), PIANEGGIANTI O INCLINATE		
29	G1 (G1, a01)	suoli molto profondi a tessitura grossolana, pianeggianti o inclinati; classe di Capacità d'Uso IV e, s, p (<i>Calcaric Arenosols</i>)
SEDIMENTI COSTIERI DEL TERRAZZO BASSO (LIVELLO DI BORGO ERMADA)		
30	G2a (G2a)	suoli mediamente profondi, a tessitura medio-grossolana, pianeggianti; classe di Capacità d'Uso III s, w, p (<i>Cutani-Albic Luvisols</i>)
31	G2b (G2b, d01, d02)	suoli mediamente profondi, a tessitura medio-fine, subpianeggianti; classe di Capacità d'Uso II w (<i>Cutani-Chromic Luvisols</i>)
SEDIMENTI COSTIERI DEL TERRAZZO INTERMEDIO (LIVELLO DI MINTURNO)		
32	G3a (G3a)	suoli profondi, a tessitura medio-fine, subpianeggianti; classe di Capacità d'Uso III w (<i>Cutani-Chromic Luvisols</i>)
33	G3b (G3b)	suoli mediamente profondi, a tessitura medio-fine, in parte con crosta calcarea, leggermente inclinati; classe di Capacità d'Uso dominante III s, w (<i>associazione di Eutric Cambisols, Hapli-Cutanic Luvisols</i>)
BARRIERA COSTIERA DEL TERRAZZO ALTO (LIVELLO DI LATINA)		
34	G4 (h01)	suoli profondi, a tessitura medio-fine, subpianeggianti; classe di Capacità d'Uso III w (<i>Cutani-Chromic Luvisols</i>)
SEDIMENTI COSTIERI ANTICHI		
35	G5 (G4a, G4b, d03, g02)	suoli molto profondi, a tessitura medio-fine, pietrosi, leggermente inclinati; classe di Capacità d'Uso dominante IV s (<i>Cutani-Chromic Luvisols con Cutani-Gleyic Luvisols</i>)
COPERTURE EOLICHE SABBIOSE		
36	G6a (G5a, G5b, G5c, c01, c02, c03)	suoli molto profondi, a tessitura grossolana, leggermente inclinati o inclinati; classe di Capacità d'Uso IV s, p (<i>Eutric Arenosols</i>)
37	G6b (G5d, c04)	suoli molto profondi, a tessitura medio-grossolana, leggermente inclinati; classe di Capacità d'Uso dominante II s, w, p (<i>associazione di Haplic Phaeozems, Eutric Arenosols</i>)
38	G6c (G5e, c05)	suoli profondi, a tessitura medio-grossolana, leggermente inclinati o inclinati; classe di Capacità d'Uso II s, w, p (<i>Haplic Phaeozems</i>)
39	G6d (G5f, f02)	suoli molto profondi, a tessitura grossolana, inclinati o moderatamente ripidi; classe di Capacità d'Uso dominante IV s, p (<i>complesso di Eutric Arenosols, Lamelli-Arenic Luvisols</i>)
40	G6e (G5g, f03)	suoli molto profondi, a tessitura medio-fine, leggermente inclinati o inclinati; classe di Capacità d'Uso II s (<i>Cutani-Chromic Luvisols</i>)
41	G6f	suoli mediamente profondi, a tessitura media o medio-grossolana; classe di Capacità d'Uso dominante III s, w, p (<i>associazione di Cutani-Albic Luvisols, Cutani-Chromic Luvisols</i>)
SABBIE EOLICHE ISOLATE		
42	G7 (G6a, G6b, k01)	suoli mediamente profondi, a tessitura medio-fine, inclinati o moderatamente ripidi; classe di Capacità d'Uso III s, w (<i>Cutani-Chromic Luvisols</i>)

ID	Codice	Descrizione
SEDIMENTI LAGUNARI RECENTI, PIANEGGIANTI		
43	H1a (H1a, b01)	suoli poco profondi sulla falda, tessitura fine torbosa, drenaggio lento; classe di Capacità d'Uso IV s, w (<i>Eutri-Sapric Histosols</i>)
44	H1b (H1b, H1c, b02)	suoli poco profondi sulla falda, tessitura fine (torbosa), drenaggio lento; classe di Capacità d'Uso dominante IV s, w (<i>Eutri-Sapric Histosols con Eutri-Mollic Gleysols</i>)
45	H1c (H1d, H1e, b03, b04)	suoli mediamente profondi sulla falda, a tessitura medio-fine, a drenaggio lento; classe di Capacità d'Uso IV w (<i>Eutric Fluvisols</i>)
46	H1d (H1f, b05)	suoli poco profondi sulla falda, a tessitura fine, a drenaggio lento; classe di Capacità d'Uso IV s, w (<i>Eutri-Mollic Gleysols</i>)
47	H1e (H1g, b06)	suoli mediamente profondi sulla falda, a tessitura fine, a drenaggio lento; classe di Capacità d'Uso IV w (<i>Calcari-Mollic Gleysols</i>)
48	H1f (H1h, b07)	suoli mediamente profondi sulla falda, a tessitura fine, a drenaggio lento; classe di Capacità d'Uso IV w (<i>Eutric Gleysols</i>)
49	H1g (H1k, H1l, b08, b09)	suoli poco profondi sulla falda, a tessitura fine o medio-fine, a drenaggio lento; classe di Capacità d'Uso IV s, w (<i>Molli-Calcaric Regosols</i>)
50	H1k (H1m, b10)	suoli mediamente profondi sulla falda, a tessitura fine, a drenaggio lento; classe di Capacità d'Uso IV w (<i>Eutric Vertisols</i>)
SEDIMENTI LAGUNARI E PERI-LAGUNARI DEL TERRAZZO BASSO (LIVELLO DI BORGO ERMADA), SUBPIANEGGIANTI		
51	H2a (H2a, e01)	suoli molto profondi, a tessitura fine, a drenaggio lento; classe di Capacità d'Uso III s, w (<i>Eutric Vertisols</i>)
52	H2b (H2b, e02)	suoli mediamente profondi, a tessitura medio-fine, a drenaggio lento; classe di Capacità d'Uso III s, w (<i>Eutri-Gleyic Cambisols</i>)
53	H2c (H2c, e03)	suoli mediamente profondi, a tessitura medio-grossolana; classe di Capacità d'Uso dominante III s, w, p (<i>associazione di Eutri-Gleyic Cambisols, Cutani-Gleyic Luvisols</i>)
54	H2d (H2d)	suoli mediamente profondi, a tessitura medio-grossolana; classe di Capacità d'Uso III s, w, p (<i>Cutani-Albic Luvisols</i>)
55	H2e (H2e, e04)	suoli mediamente profondi, a tessitura medio-grossolana, a drenaggio lento; classe di Capacità d'Uso V s, w (<i>Luvi-Hyposodic Planosols</i>)
56	H2f (e05)	suoli mediamente profondi, a tessitura medio-grossolana, a drenaggio lento; classe di Capacità d'Uso dominante III s, w, p (<i>complesso di Eutri-Gleyic Cambisols, Cutani-Gleyic Luvisols, Cutani-Albic Luvisols, Luvi-Hyposodic Planosols</i>)
SEDIMENTI LAGUNARI DEL TERRAZZO INTERMEDIO (LIVELLO DI MINTURNO), SUBPIANEGGIANTI		
57	H3a (H3a, H3b)	suoli molto profondi, a tessitura fine, a drenaggio lento; classe di Capacità d'Uso dominante III s, w (<i>Eutric Vertisols con Vertic Calcisols</i>)
58	H3b (H3c)	suoli molto profondi, a tessitura medio-fine; classe di Capacità d'Uso I (<i>Hapli-Cutanic Luvisols</i>)
SEDIMENTI LAGUNARI DEL TERRAZZO ALTO (LIVELLO DI LATINA)		
59	H4a (H4a, j01)	suoli mediamente profondi, a tessitura medio-grossolana, a drenaggio lento, subpianeggianti; classe di Capacità d'Uso III s, w, p (<i>Gleyic Luvisols</i>)
60	H4b (H4b)	suoli mediamente profondi, a tessitura medio-grossolana, leggermente inclinati; classe di Capacità d'Uso III s, w, p (<i>Cutani-Albic Luvisols</i>)

ID	Codice	Descrizione
61	H4c (H4c, j02)	suoli mediamente profondi, a tessitura medio-grossolana, a drenaggio lento, subpianeggianti; classe di Capacità d'Uso V s, w (<i>Luvi-Hyposodic Planosols</i>)
62	H4d (H4d, j03)	suoli molto profondi, a tessitura fine o medio-fine, a drenaggio lento, subpianeggianti; classe di Capacità d'Uso dominante III s, w (<i>complesso di Eutric Vertisols, Gleyic Luvisols</i>)
63	H4e (H4e, j04)	suoli molto profondi, a tessitura fine, a drenaggio molto lento, pianeggianti; classe di Capacità d'Uso IV w (<i>Pellic Vertisols</i>)
64	H4f (g01)	suoli molto profondi, a tessitura fine, moderatamente pietrosi, a drenaggio lento, subpianeggianti; classe di Capacità d'Uso III w (<i>Cutani-Gleyic Luvisols</i>)
SEDIMENTI LAGUNARI PIÙ ANTICHI (PRIVERNO, SANTO STEFANO)		
65	H5 (H5a, H5b, H6)	suoli molto profondi, a tessitura medio-fine, inclinati; classe di Capacità d'Uso dominante II e (<i>associazione di Vertic Calcisols, Cutani-Chromic Luvisols</i>)
CONGLOMERATI DI GHIAIE CALCAREE		
66	I1 (I3a)	suoli poco profondi o sottili, a tessitura fine, pietrosi, inclinati o moderatamente ripidi; classe di Capacità d'Uso dominante IV s, w (<i>complesso di Epileptic Phaeozems, Rendzi-Lithic Leptosols</i>)
67	I2 (I3b)	suoli poco profondi, a tessitura fine, pietrosi, inclinati o moderatamente ripidi; classe di Capacità d'Uso IV s, w (<i>Epileptic Phaeozems</i>)
68	I3 (I3c)	suoli mediamente profondi, a tessitura media, pietrosi, leggermente inclinati o inclinati; classe di Capacità d'Uso dominante IV s, w (<i>complesso di Hypocalci-Paraleptic Cambisols, Calcari-Epileptic Regosols</i>)
ARENARIE MIOCENICHE		
69	K1 (K1a)	suoli poco profondi, a tessitura grossolana, leggermente pietrosi, ripidi; classe di Capacità d'Uso VI e (<i>Calcari-Epileptic Regosols</i>)
70	K2 (K1b)	suoli poco profondi, a tessitura grossolana o media, leggermente pietrosi, moderatamente ripidi; classe di Capacità d'Uso dominante IV s, w (<i>complesso di Calcari-Epileptic Regosols, Hypocalci-Paraleptic Cambisols</i>)
71	K3 (K1c)	suoli mediamente profondi, a tessitura media, moderatamente ripidi; classe di Capacità d'Uso III e, s, w (<i>Hypocalci-Paraleptic Cambisols</i>)
COLLINE ARGILLOSE		
72	L1 (L1a)	suoli poco profondi, a tessitura medio-fine, moderatamente ripidi; classe di Capacità d'Uso IV s (<i>Calcaric Regosols</i>)
73	L2 (L1b, L1c)	suoli mediamente profondi, a tessitura medio-fine, inclinati; classe di Capacità d'Uso III e, s (<i>Hypocalci-Vertic Cambisols</i>)
74	L3 (L2a, L2c)	(con detrito carbonatico) – suoli mediamente profondo, talvolta poco profondo, a tessitura medio-fine, moderatamente ripidi; classe di Capacità d'Uso dominante III e, s (<i>complesso di Hypocalcic Cambisols, Calcaric Regosols</i>)
75	L4 (L2b)	(con detrito carbonatico) – suoli mediamente o poco profondi, a tessitura medio-fine, inclinati; classe di Capacità d'Uso dominante III e, s (<i>complesso di Hypocalci-Vertic Cambisols, Calcaric Regosols</i>)

ID	Codice	Descrizione
MONTAGNE CALCAREE		
76	M1a (M1a)	suoli sottili, a tessitura fine, pietrosi, ripidi o molto ripidi; classe di Capacità d'Uso VII s (<i>Rendzi-Lithic Leptosols</i>)
77	M1b (M1b)	suoli sottili o poco profondi, a tessitura fine, moderatamente pietrosi o pietrosi, ripidi; classe di Capacità d'Uso dominante VII s (<i>complesso di Rendzi-Lithic Leptosols, Epileptic Phaeozems</i>)
78	M1c (M1c)	suoli poco profondi o sottili, a tessitura fine, moderatamente pietrosi o pietrosi, ripidi; classe di Capacità d'Uso dominante VI e (<i>complesso di Epileptic Phaeozems, Rendzi-Lithic Leptosols</i>)
79	M1d (M1d)	suoli poco profondi, a tessitura fine, moderatamente pietrosi, moderatamente ripidi; classe di Capacità d'Uso IV s, w (<i>Epileptic Phaeozems</i>)
80	M1e (M1e, M1g, M1l, M1n)	suoli da molto profondi a sottili, a tessitura fine, talvolta medio-fine, da non-pietrosi a pietrosi, da leggermente inclinati a moderatamente ripidi; classe di Capacità d'Uso dominante III c (<i>complesso di Cutani-Chromic Luvisols, Calcaric Cambisols, Rendzi-Lithic Leptosols</i>)
81	M1f (M1f, M1h)	suoli da molto profondi a sottili, a tessitura fine, leggermente pietrosi o pietrosi, leggermente inclinati o inclinati; classe di Capacità d'Uso dominante III s, c (<i>Eutri-Chromic Vertisols con Rendzi-Lithic Leptosols</i>)
82	M1g (M1k)	suoli mediamente o poco profondi, a tessitura medio-grossolana o medio-fine, leggermente o non pietrosi, ripidi; classe di Capacità d'Uso dominante VI e (<i>complesso di Calcari-Paraleptic Regosols, Calcaric Cambisols, Paraleptic Phaeozems</i>)
83	M1h (M1m)	(con materiale vulcanico) - suoli da molto profondi a sottili, a tessitura fine, in parte pietrosi, ripidi; classe di Capacità d'Uso dominante III c (<i>complesso di Cutani-Chromic Luvisols, Rendzi-Lithic Leptosols</i>)
SUPERFICI PEDEMONTANE		
84	M2a (M2a, M2b)	suoli da molto profondi a sottili, a tessitura fine, leggermente pietrosi o pietrosi, leggermente inclinati; classe di Capacità d'Uso dominante III c (<i>complesso di Cutani-Chromic Luvisols, Eutri-Chromic Vertisols, Rendzi-Lithic Leptosols</i>)
85	M2b (M2c)	suoli da molto profondi a sottili, a tessitura fine, leggermente pietrosi o pietrosi, leggermente inclinati; classe di Capacità d'Uso dominante III c (<i>complesso di Eutri-Chromic Vertisols, Rendzi-Lithic Leptosols</i>)
BACINI CARSIICI		
86	M3a (M3a, M3c)	suoli molto profondi, a tessitura fine, non pietrosi, leggermente inclinati; classe di Capacità d'Uso III c (<i>Cutani-Chromic Luvisols</i>)
87	M3b (M3b, M3d)	suoli molto profondi, talvolta sottili, a tessitura fine, in parte leggermente pietrosi, leggermente inclinati o inclinati; classe di Capacità d'Uso dominante III s, c (<i>Eutri-Chromic Vertisols con Rendzi-Lithic Leptosols</i>)
88	M3c (M3e, M3f)	(con materiale vulcanico) – suoli molto profondi, talvolta mediamente profondi, a tessitura fine, non pietrosi, leggermente inclinati o inclinati; classe di Capacità d'Uso III c (<i>Hapli-Cutanic Luvisols</i>)
89	M3d (M3h, M3k)	(con materiale vulcanico) – suoli mediamente profondi, talvolta sottili, a tessitura fine, (leggermente) pietrosi, leggermente inclinati o inclinati; classe di Capacità d'Uso dominante III w, c (<i>Luvi-Vitric Phaeozems con Rendzi-Lithic Leptosols</i>)

ID	Codice	Descrizione
90	M3e (M3l)	(dolomia) – suoli da molto a mediamente profondi, a tessitura fine o medio-fine, leggermente o non pietrosi, leggermente inclinati; classe di Capacità d'Uso dominante III c (<i>complesso di Cutani-Chromic Luvisols, Calcari-Paraleptic Regosols</i>)
PIANORI TRAVERTINOSI, SUBPIANEGGIANTI		
91	O1 (q01)	suoli profondi, a tessitura fine, leggermente pietrosi; classe di Capacità d'Uso III s (<i>Chromi-Vertic Luvisols</i>)
92	O2 (q02)	suoli da mediamente profondi a sottili, a tessitura fine, moderatamente pietrosi o pietrosi; classe di Capacità d'Uso dominante III s, w (<i>associazione di Chromi-Vertic Luvisols, Calcari-Lithic Leptosols</i>)
FORMAZIONI VULCANICHE LOCALI (“VULCANISMO ERNICO”)		
93	PI (R3a)	suoli poco o mediamente profondi, a tessitura media o fine, da non a leggermente pietrosi, leggermente inclinati o ripidi; classe di Capacità d'Uso dominante III s, w (<i>associazione di Paralepti-Vitric Andosols, Paralepti-Vitric Luvisols</i>)
SEDIMENTI VULCANICI PERIFERICI DELLA ROCCAMONFINA		
94	Q1 (O5b, O5c)	suoli mediamente o molto profondi, a tessitura medio-fine o fine, pietrosi, leggermente inclinati; classe di Capacità d'Uso dominante III s, w (<i>associazione di Ferri-Vitric Luvisols, Luvii-Vitric Phaeozems</i>)
95	Q2 (O5d)	suoli mediamente profondi, a tessitura fine, leggermente inclinati; classe di Capacità d'Uso II s, w (<i>Chromi-Vitric Luvisols</i>)
SEDIMENTI PERIFERICI DEL VULCANO LAZIALE		
96	R1 (R1a)	(riempimenti vallivi montani) - suoli mediamente profondi, a tessitura medio-fine, da leggermente a non pietrosi, leggermente inclinati o inclinati; classe di Capacità d'Uso dominante II s, w (<i>associazione di Cutani-Vitric Luvisol, Chromi-Vitric Luvisols</i>)
97	R2 (r02)	(pianori sommitali) - suoli profondi, a tessitura fine, subpianeggianti; classe di Capacità d'Uso dominante III s (<i>associazione di Chromi-Vertic Luvisols, Eutric Nitosols</i>)
98	R3	(pianori sommitali) - suoli mediamente profondi, a tessitura fine, subpianeggianti; classe di Capacità d'Uso II s (<i>Cutani-Chromic Luvisols</i>)
99	R4	(pianori sommitali) - suoli mediamente profondi, a tessitura medio-fine, leggermente inclinati; classe di Capacità d'Uso II s, w (<i>Molli-Vitric Andosols</i>)
100	R5	(versanti) - suoli poco profondi, a tessitura media, talvolta leggermente pietrosi, moderatamente ripidi; classe di Capacità d'Uso III s, w (<i>Paralepti-Vitric Andosols</i>)
101	R6	(versanti) - suoli sottili, a tessitura media, pietrosi, molto ripidi; classe di Capacità d'Uso VI s (<i>Vitri-Paraleptic Cambisols -Episkeletic</i>)
VULCANITI DELLE ISOLE PONTINE		
102	S1	suoli poco profondi, a tessitura medio-grossolana o media, moderatamente pietrosi, inclinati o moderatamente ripidi; classe di Capacità d'Uso IV s, w (<i>Tephri-Epileptic Regosols</i> ; solo sull'isola di Ponza con <i>Calcaric Arenosols</i>)
103	S2	suoli sottili, a tessitura medio-grossolana, pietrosi, moderatamente ripidi o ripidi; classe di Capacità d'Uso VII s (<i>Eutri-Endoskeletal Leptosols</i>)
104	S3	suoli sottili, a tessitura medio-grossolana o grossolana, estremamente pietrosi, su versanti da ripidi a verticali; classe di Capacità d'Uso VIII s (<i>Hyperskeletal-Lithic Leptosols</i>)

TABELLE DELLE CLASSI USATE NELLA LEGENDA E NEI DATABASE.

Nella tabella A2 è indicata la relazione tra le varie classi di tessitura usate nella banca dati delle unità cartografiche. La trasposizione delle tre classi tessiturali usate nelle pubblicazioni originari verso le 12 classi U.S.D.A. (vedi tabella A3) non è stata senza problemi.

Tab. A2: Classi tessiturali

Codice Sevink (1984, 1991)	FAO 1974	FAO 1974 descrizione (tradotta)
1	Coarse textured	S, SF, FS con <18% argilla + > 65% sabbia
2	Medium textured	FSA, FS, F, FL, L, FA con < 35% argilla + <65 % sabbia
3	Fine textured	A, AS, AL, FA, FLA con >35% argilla

Tab.A3: Classi tessiturali secondo l'U.S.D.A (U.S.D.A., 1993, *Soil Survey Manual. Handbook No. 18*).

Tab. A3: Classi tessiturali secondo l'U.S.D.A (U.S.D.A., 1993, *Soil Survey Manual. Handbook No. 18*)

Abbreviazione (It)	Nome della classe tessiturale	Idem, Inglese
S	Sabbiosa	Sand
SF	Sabbioso-franca	Loamy sand
FS	Franco-sabbiosa	Sandy loam
F	Franca	Loam
FL	Franco-limoso	Silt loam
L	Limosa	Silt
FSA	Franco-sabbioso-argillosa	Sandy clay loam
FA	Franco-argillosa	Clay loam
FLA	Franco-limoso-argillosa	Silty clay loam
A	Argillosa	Clay
AS	Argilloso-sabbiosa	Sandy clay
AL	Argilloso-limoso	Silty clay

Il significato delle classi di drenaggio è indicato nella tabella A4. Si è aggiunto anche il "livello di influenza" secondo il commento al modello SINTACS. Anche in questo caso sono state applicate nella banca dati alcune variazioni rispetto alle legende originarie. È indicata la classe di drenaggio ritenuta dominante tra quelle riportate nella legenda delle pubblicazioni, indispensabile per semplificare la banca dati al fine della divulgazione.

Tab. A4: Classi di drenaggio

Codice Sevink (1984, 1991)	F.A.O. / U.S.D.A. (U.S.D.A., 1993, <i>Soil Survey Manual. Handbook No. 18</i>)	Italiano	Codice SINTACS ("livello di influenza")
0	Very poorly drained	Impedito	Scarso
1	Poorly drained	Molto lento	Scarso
2	Imperfectly drained	Lento	Scarso
3	Moderately well drained	Mediocre	Medio
4	Well drained	Buono	Elevato
5	Somewhat excessively drained	Moderatamente rapido	Nulla
6	Excessively drained	Rapido	Nulla

Le classi usate per contrassegnare le caratteristiche particolari dei suoli sono riportate nella tabella A5:

Tab .A5: Classi per contrassegnare caratteristiche particolari dei suoli

V	admixture of tuff (influenza di materiale piroclastico)
D	dolomite (dolomia)
K	petrocalcic phase (presenza nel profilo di una crosta calcarea indurita)

Le classi di pendenza usate sono state riassunte nella tabella A6.

Tab .A6: Classi di pendenza

Codice Sevinc (1984, 1991)	Nome della classe (U.S.D.A., 1993, Soil Survey Manual. Handbook No. 18)	Nome della classe (banca dati)	Pendio singolo	Paesaggio	Pendenza del terreno % (+ valore modale)
a	Level	Pianeggiante	Pianeggiante	Pianeggiante	0 – 1 (0)
a	Nearly level	Subpianeggiante	Subpianeggiante	Subpianeggiante	0 – 3 (2)
a	Undulating	Bassa	Leggermente inclinato	Leggermente ondulato	1 - 8 (4)
b	Rolling	Moderata	Inclinato	Ondulato	4-16 (10)
b	Hilly	Moderatamente elevata	Moderatamente ripido	Collinare	10-30 (20)
c	Steep	Elevata	Ripido	Ripido	25-60 (35)
c	Very steep	Molto elevata	Molto ripido	Molto ripido	>45 (60)

Nella banca dati delle unità cartografiche è stato indicato, per l'applicazione nel modello SINTACS, un codice relativo al valore della capacità idrica (Available Water Capacity: AWC), determinato per l'intero suolo, fino allo strato o all'orizzonte che impedisce la risalita capillare oppure, in loro assenza, fino alla profondità di 150 cm (Tabella A7). Ai suoli sotto l'influenza della falda superficiale, è stata assegnata la classe di riserva idrica più alta.

Tab. A7: Classi AWC

Riserva idrica AWC Descrizione per il modello SINTACS	Classe AWC del suolo per il modello SINTACS	Codice AWC del suolo
> 200 mm o sotto l'influenza della falda	Molto alta	> 200 mm 9
150-200 mm	Alta	175-200 mm 8
100-150 mm	Moderata	150-175 mm 7
50-100 mm	Bassa	125-150 mm 6
< 50 mm	Molto bassa	100-125 mm 5
		75-100 mm 4
		50-75 mm 3
		25-50 mm 2
		< 25 mm 1

Segue la tabella relativa alle classi di pietrosità rispetto alla percentuale di pietrosità stimata (tab.A8).

Tab. A8: Classi di pietrosità

<i>Pietrosità % (+ valore modale)</i>	<i>Denominazione della classe</i>	<i>Pietrosità (banca dati)</i>
< 5 % (0%)	Non pietroso	—
5-20 % (10%)	Leggermente pietroso	Bassa
20-40% (30%)	Moderatamente pietroso	Moderata
40-90% (60 %)	Pietroso	Alta
>90% (90%)	Estremamente pietroso	Molto alta

Lo spessore effettivo del suolo è indicato anche secondo la classificazione riportata nel commento al modello SINTACS (Tab.A10), seguito da una stima della profondità utile modale del suolo in cm. Si noti che il commento al modello SINTACS non è molto chiaro su questo punto, e quindi si sono distinti, in questa sede, i suoli “sottili” dai suoli “poco profondi”.

Tab. A9: Classi di profondità utile del suolo

<i>Profondità utile (+ valore modale)</i>	<i>Denominazione della classe</i>	<i>Denominazione classe (variazione SINTACS)</i>
< 25 cm (10 cm)	Profondità utile estrem. limitata	Sottile
25 - 50 cm (40 cm)	Profondità utile molto limitata	Poco profondo
50 - 100 cm (70 cm)	Profondità utile limitata	Mediamente profondo
100 –150 cm (120 cm)	Suoli profondi	Profondo
>150 cm	Suoli molto profondi	Molto profondo

Anche il pH è stato classificato secondo il commento al modello SINTACS (Tab.A10).

Tab. A10: Classi di pH

<i>pH SINTACS</i>	<i>Descrizione SINTACS</i>
<5	Molto acido
5 – 6.,5	Poco acido
6.6 – 7.3	Neutro
7.4 – 8.4	Poco alcalino
>=8.5	Molto alcalino

IL FILE Ms Excel DELLA LEGENDA E L'INTERFACCIA IN MS ACCESS

Per permettere un'agevole consultazione della banca dati dei suoli, la stessa è fornita nel CD allegato sia nella versione in Ms Excel, in forma tabellare, sia nella versione in MS Access che presenta un'interfaccia utente sicuramente più immediata e di facile lettura. Oltre che nella banca dati in MS Access i profili di riferimento dei suoli sono forniti anche in forma di scheda in formato Adobe pdf.

INTERFACCIA IN MS EXCEL

Nella banca dati in formato MS Excel le colonne del foglio di lavoro sono state divise secondo la tipologia dei dati.

Il primo gruppo riporta l'identificatore ed il codice della legenda della Carta dei Suoli della Provincia di Latina, il tipo di paesaggio, la superficie complessiva in ettari, la descrizione dei suoli dell'unità cartografica e la classificazione secondo la WRB 1998 - 99 e secondo la F.A.O. - Unesco 1974. È stata stimata la superficie in percentuali di ognuno dei suoli all'interno dell'unità cartografica. Inoltre è indicato se è dominante un singolo tipo di suolo, oppure se si tratta di due o più tipi di suolo in associazione⁸, complesso⁹ o in un'altra combinazione¹⁰. I dati del suolo dominante sono costantemente indicati in grassetto, dei suoli subordinati in carattere normale. Seguono i codici riferiti alle due cartografie originarie e del profilo di riferimento ai singoli suoli.

Il secondo gruppo contiene le caratteristiche delle due legende originarie sulla tessitura del suolo, sul drenaggio, sulla pendenza e su alcune caratteristiche particolari. Segue una stima o una misura della composizione tessiturale, del contenuto in sostanza organica e della pietrosità dei singoli suoli.

Il terzo gruppo racchiude alcuni parametri utili per la modellizzazione del territorio, come lo spessore del suolo, il pH e la presenza o meno della falda entro i primi 1.5 metri. Seguono i parametri come la conducibilità idraulica, l'AWC (*Available Water Capacity*, cioè la capacità del suolo di trattenere acqua) e la densità apparente, che sono stati calcolati utilizzando una versione preliminare del programma SPAW (Soil - Plant - Atmosphere - Water Field & Pond Hydrology, <http://ars.usda.gov/ba/anri/hrsl/ksaxton>). L'AWC è stata determinata sia per i singoli orizzonti che per

l'intero suolo, fino allo strato o all'orizzonte che impedisce la risalita capillare oppure, in loro assenza, fino alla profondità di 150 cm. Per la Provincia di Latina sono state applicate, in base ai risultati delle analisi pedologiche disponibili per tutto il Lazio, le seguenti correzioni ai risultati forniti dal modello: la densità apparente è stata diminuita di 20% per i suoli vulcanici (non delle isole Pontine) e per le torbe; l'AWC è stata aumentata di 30% per i suoli vulcanici (non delle isole Pontine) e per le torbe, e diminuita di 10 - 30% per i suoli con un contrasto tessiturale nel profilo; la conducibilità idraulica è stata moltiplicata per un fattore 10 per i suoli vulcanici con più di 15% di argilla, con un fattore 2 per le torbe, e con un fattore 0.5 - 0.25 per i suoli con un contrasto tessiturale nel profilo.

Seguono infine le valutazioni per la Capacità d'Uso. I profili di riferimento per i singoli suoli sono stati riportati in forma di scheda in formato Adobe pdf nel CD allegato.

INTERFACCIA IN MS ACCESS

All'apertura del file *Banca_dati_suoli_Latina_2009.mde* viene visualizzato il pannello sottostante, attraverso i relativi pulsanti è possibile accedere alla banca dati delle unità cartografiche o alla banca dati dei profili di riferimento.

⁸ Separabili ad una scala più dettagliata, in questo caso ad esempio 1:25.000.

⁹ Non separabili ad una scala più dettagliata come il 1:25.000.

¹⁰ Si può verificare la combinazione di due o più tipi di suoli con un tipo nettamente dominante; in tal caso, se il suolo dominante occupa 60 o 70% della superficie, la dicitura usata nella legenda è <xxx, con yyy, zzz, >. Se il suolo dominante occupa 80 o 90% della superficie, il suolo subordinato non è nominato nella legenda.



BIBLIOGRAFIA

- Alimonti C., Raspa G., Gazzetti C., Perotto C., Sarandrea P. (2005). *Valutazione della vulnerabilità degli acquiferi della pianura Pontina mediante tecniche di bilancio distribuito con metodi geostatistici*. Atti del convegno Aquifer Vulnerability and Risk, 2nd International Workshop, Colorno, 21-22-23 Settembre 2005.
- Alimonti C., Perotto C., Gazzetti C., Marinucci E. (2006). *Capacità e risorsa idrica nel bacino di Mazzocchio*. Gangemi Editore
- Arnoldus-Huyzendveld A. (2009). *I Colli Albani: paesaggio e ambiente nella preistoria recente*. In: "Il Lazio dai Colli Albani ai Monti Lepini tra preistoria ed età moderna, a cura di L. Drago Troccoli, L'Erma di Bretschneider, Roma.
- 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, tenutosi a Roma, maggio 1996, sulla Conservazione del Patrimonio Geologico: Geotopi, Esperienze Internazionali e Italiane; pp. 193-197.
- 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.
- Arnoldus-Huyzendveld A. & Dai Pra G. (1984). *Lineamenti stratigrafici, morfologici e pedologici della fascia costiera dal Fiume Tevere al Fiume Astura (Lazio)*, Geologica Romana-, no. 23.
- Attema P. & Delvigne J. (2000). *Settlement dynamics and alluvial sedimentation in the Pontine Region, central Italy; a complex relationship*, in: Vermeulen F. & De Dapper M., Geoarchaeology of the landscapes of classical antiquity, BABesch supplement, 5, pp. 35-48.
- Attema P., van Joolen E., van Leusen P.M. (1999/2000). *A marginal landscape: Field work on the beach ridge complex near Fogliano (South Lazio)*, Journal - Palaehistoria. Acta et Communicationes Instituti Bio-Archaeologici Universitatis Groninganae, 41/42, pp. 149-163.
- Catalano G. & Gerardi A. (2004). *Applicazione del metodo SINTACS agli acquiferi della Regione Lazio. Attività di ricerca svolte nell'ambito della predisposizione del Piano di Tutela della Regione Lazio (DGR 687/04)*.
- Civita M., De Maio M. (1997). *SINTACS: un sistema parametrico per la valutazione e la cartografia della vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento (Release 4)*. Pitagora Ed., Bologna.
- Civita M., De Maio M. (2000). *SINTACS R5*. Pitagora Ed., Bologna.
- 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.
- Cucchi F. (2001). *La carta della vulnerabilità intrinseca SINTACS - L'Ambiente – ERSA*.
- F.A.O. (1998). *World Reference Base for Soil Resources*, World Soil Resources Report No. 84. Roma.
- F.A.O. (1999). *World Reference Base for Soil Resources*, versione italiana; Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo.
- F.A.O. - Unesco (1974). *Soil Map of the World, Volume I: Legend*. Unesco, Paris.
- Gazzetti C., Loy, A., Rossi S., Sarandrea P., Ventura G. (2005). *Calcolo dei parametri naturali del bilancio idrogeologico. In Strumenti e strategie per la tutela e l'uso compatibile della risorsa idrica nel Lazio – gli acquiferi vulcanici. Quaderni di tecniche di protezione ambientale – Protezione delle acque sotterranee*. Pitagora Editrice, Bologna
- Giovagnotti C. (1986). *Lineamenti pedologici del Parco Nazionale del Circeo*. Annali della Facoltà di Agraria, Vol. XL, Università degli Studi di Perugia; pp. 335 - 384.
- Hargreaves G. H., Samani Z. A. (1985). *Reference Crop Evapotranspiration from Temperature*. Appl. Eng. Agric., vol. 1, no 2, pp. 96-99.
- Jamison V. C. & Beale O.V. (1958). *Irrigation of Corn in the Eastern United States*. U.S. Dept. of Agric. Handbook 140
- Kamermans H. (1991). *Faulted land: the geology of the Agro Pontino*, in Voorrips, A., Loving S.H., Kamermans H.: *The Agro Pontina Survey Project*, Studies in Pre- en Protohistorie 6, Universiteit van Amsterdam, pp. 21-30.
- Klingebiel A.A. & Montgomery P.H. (1961). *Land Capability Classification*. U.S.D.A.
- Provincia di Latina (2004). *Progetto monitoraggio acque superficiali interne e costiere*. Relazione inedita.
- Provincia di Latina (2008). *Piano Territoriale Provinciale Generale della Provincia di Latina - Relazione e tavole*.
- Sevink J., Duivenvoorden J. & Kamermans H. (1991). *The soils of the Agro Pontino*, in Voorrips, A., Loving S.H., Kamermans H.: *The Agro Pontina Survey Project*, Studies in Pre- en Protohistorie 6, Universiteit van Amsterdam, pp. 31-48.
- Sevink J., Rimmelzwaal A. & Spaargaren O. (1984). *The soils of southern Lazio and adjacent Campania*, ENEA/RT/PAS/84/10.
- Van Joolen E. (2003). *Archaeological land evaluation. A reconstruction of the suitability of ancient landscapes for various land uses in Italy focused on the first millennium BC*. Tesi di dottorato dell'Università di Groningen.
- Voorrips, A., Loving S.H., Kamermans H. (1991). *The Agro Pontina Survey Project*, Studies in Pre- en Protohistorie 6, Universiteit van Amsterdam.

nel CD:

Carta dei Suoli in scala 1:100.000 stampabile in formato Adobe pdf
Carta della Capacità d'Uso in scala 1:100.000 stampabile in formato Adobe pdf
Carta della AWC in scala 1:100.000 stampabile in formato Adobe pdf

Carta dei Suoli formato shapefile (UTM33/ED50)
Carta dei Suoli formato kmz per Google Earth
Limiti comunali formato shapefile (UTM33/ED50)
Banca dati dei suoli in formato MS Excel e MS Access
Schede profili in formato Adobe pdf

Programmi di visualizzazione:

ArcExplorer Esri
Acrobat Reader Adobe