

Capitolo 2
metodologia dell'indagine

Il processo ascendente-discendente

La stesura di una carta dei suoli ad una scala di riconoscimento (1:250.000), comporta un importante lavoro di ricerca metodologica, soprattutto quando la carta non può essere derivata attraverso un processo di sintesi, con metodologia "ascendente" (fig. 2.1), a partire da studi di maggior dettaglio (ad es. in scala 1:50.000), per mancanza di una sufficiente copertura del territorio; in questo caso deve essere adottata una combinazione tra processo "discendente e ascendente", come suggerito anche nel Manuale delle Procedure del Database georeferenziato dei suoli europei (Finke et al., 1998 e Wolf, 2000). Nell'approccio di tipo discendente vengono utilizzate informazioni riguardanti principalmente geologia, morfologia e vegetazione, con l'obiettivo di riconoscere e delineare le prime ipotesi di unità cartografiche dei suoli (unità di pedopaesaggio - pedolandscape; Finke et al., 1998). Rispetto alle altre regioni dell'Italia settentrionale, il Veneto ha un'esperienza relativamente recente nel campo del rilevamento dei suoli (Vinci et al., 2003). Le prime carte, secondo una procedura standardizzata a livello internazionale, sono state prodotte a partire dal 1995, e all'inizio del progetto solo il 16% del territorio regionale (2.900 km² su un totale di 18.000) risultava coperto da studi di semi-dettaglio (in scala 1:25.000-1:50.000) localizzati quasi esclusivamente in aree di pianura (fig. 2.2 e tab. 2.1).

Per sviluppare le metodologie d'indagine ci si è avvalsi anche dell'esperienza di altre regioni già attive nel settore del rilevamento dei suoli (Emilia Romagna, Piemonte, Lombardia e Friuli Venezia Giulia), del contributo di esperti dell'Ufficio Europeo del Suolo e delle Università di Firenze, Padova e Venezia. Nel corso delle fasi iniziali del progetto è stato reso disponibile, e quindi utilizzato e sottoposto a critica d'uso, il manuale per la descrizione del suolo redatto a livello nazionale nell'ambito del progetto "Metodologie Pedologiche" (Carnicelli et al., 2001).

Nella fase di studio preliminare (processo discendente), per mezzo di strumenti quali foto aeree, immagini da satellite, DTM (modello digitale del terreno), carte geologiche, geomorfologiche e della vegetazione, sono stati definiti e delineati i pedopaesaggi, utilizzando l'approccio gerarchico proposto da Finke et al. (1998) e da Wolf (2000). Quest'ultimo elenca diversi livelli gerarchici: dal livello più generale, cioè le soil regions a scala 1:5.000.000 (livello L1, definito a dimensione europea), fino ai soil subsystems a scala 1:250.000 (sottosistemi di suolo-L4), con proposte di livelli intermedi quali soil subregions a scala 1:1.000.000 (province di suoli-L2) e soil systems (sistemi di suolo-L3) a scala 1:500.000. All'inizio del progetto, attraverso la cooperazione tra le diverse regioni della pianura padana, è stato creato uno schema condiviso di legenda per cartografarla alla scala 1:1.000.000 (L2).

Il processo di cartografia ha avuto inizio nell'area di pianura, dove erano disponibili un maggior numero di informazioni e metodologie già collaudate; successivamente si è passati alle aree di montagna (Alpi e Prealpi), per le quali è stato necessario esplorare l'utilizzo di diversi strumenti, elaborando una metodologia adatta ad analizzare la complessità di questi ambienti.

Lo studio preliminare ha consentito la pianificazione del rilevamento di campagna. Nel corso del primo anno sono state rilevate, ad una scala di semi-dettaglio (1:50.000), 13 aree campione (fig. 2.3), grazie alle quali sono state messe in evidenza le relazioni tra i diversi fattori pedogenetici e i suoli (modelli suolo-paesaggio; King et al., 1994; Favrot, 1989; Lagacherie, 2002). Successivamente, sulla base delle conoscenze acquisite, è stata pianificata una seconda fase di rilevamento dei suoli per raccogliere ulteriori informazioni dove queste risultavano più carenti e/o nelle unità in cui il modello concettuale suolo-paesaggio non risultava sufficientemente chiarito. È stato giudicato più efficiente, in questa seconda fase, procedere con un rilevamento per singoli punti e transetti.

La Normativa Tecnica Interregionale (definita per il progetto a livello nazionale) stabilisce uno standard minimo di 1

osservazione ogni 12 km² e un profilo, descritto e analizzato, ogni 160 km², che per il Veneto significa 1.450 osservazioni e 140 profili.

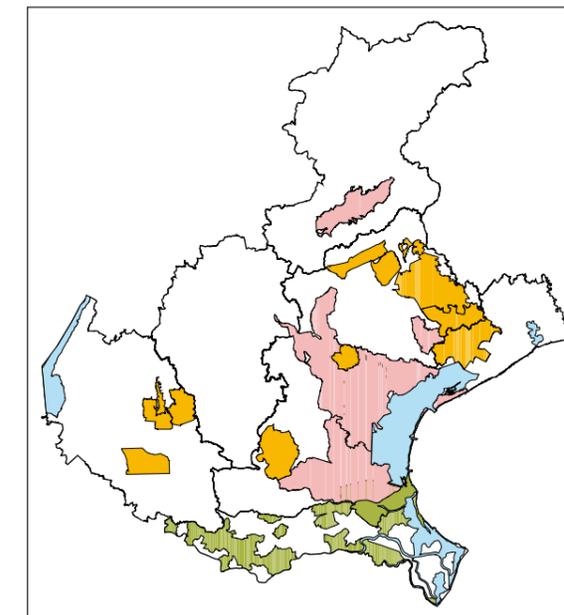


Fig. 2.2: Carte dei suoli di semi-dettaglio (1:25.000-1:100.000) disponibili all'inizio del progetto.

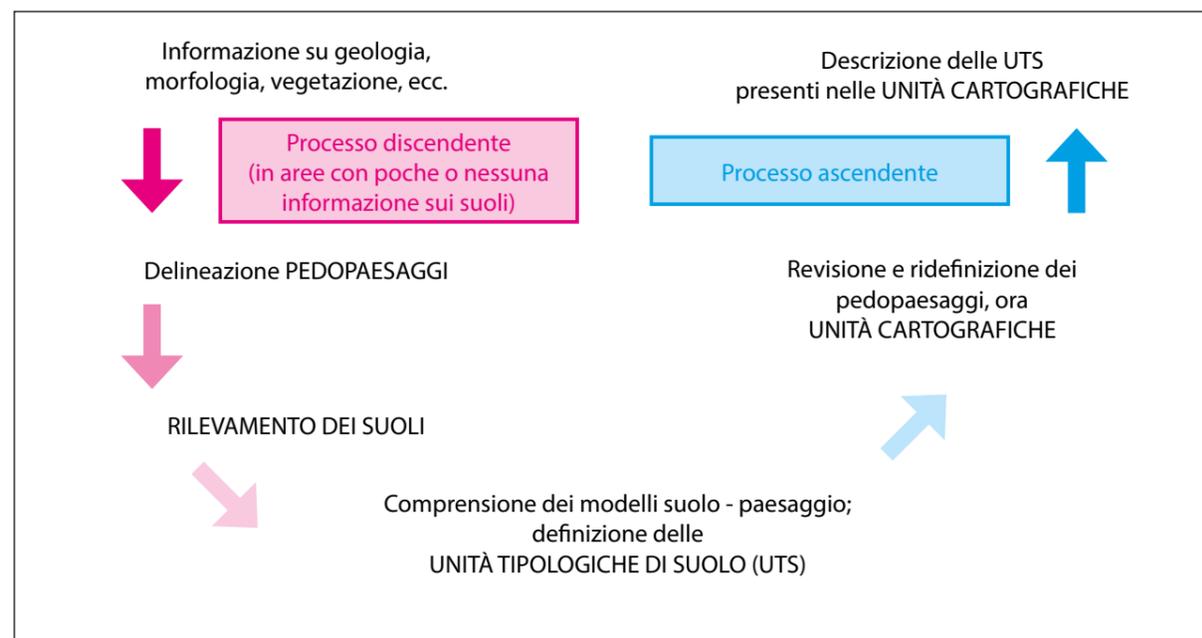


Fig. 2.1: Schema del processo ascendente-discendente per la realizzazione della carta dei suoli in scala 1:250.000.

Tab. 2.1: Rilevamenti eseguiti nella Regione Veneto alle diverse scale.

Progetto	Provincia	Anno	Superficie totale (ha)
Scala 1:10.000			
Lamon	Belluno	2000	600
Cartizze	Treviso	2000	100
Scala 1:25.000			
Piombino Dese e Trebaseleghe	Padova	1995	6.026
Colli Euganei	Padova	2000	19.435
DOC Piave	Treviso	1996	13.645
La Marca	Treviso	1996	35.442
DOC Prosecco	Treviso	2000	11.331
DOC Piave	Venezia	1996	23.440
DOC Lison	Venezia	2001	21.628
Bovolone	Verona	1991	12.425
DOC Soave	Verona	2000	17.301
Val d'Ilasi	Verona	1997	2.242
Scala 1:50.000			
Valbelluna	Belluno	2000	21.315
Bacino scolante in laguna di Venezia	Venezia, Padova	2001	189.170
Provincia di Venezia, parte nord-orientale	Venezia	2003	57.771
Scala 1:100.000			
Provincia di Padova	Padova	1997	186.144
Provincia di Rovigo - Comuni 5b	Rovigo	1995	73.475
Provincia di Venezia, parte meridionale	Venezia	1989	29.771
Scala 1:500.000			
Montagna e collina veneta	Belluno, Vicenza, Verona, Treviso	1997	710.000

Il profilo è una sezione di suolo descritta in uno scavo appositamente realizzato, mentre le osservazioni speditive effettuate sono state di due tipi: trivellate, realizzate per mezzo di una trivella a mano fino a 120 cm di profondità, in pianura, e minipit, ossia piccoli scavi, in territorio montano. Nell'ambito del progetto sono state descritte complessivamente 1.528 osservazioni, delle quali 490 profili. Sommando queste alle osservazioni già presenti nel database regionale dei suoli, si raggiunge un totale di circa 23.500 osservazioni, delle quali circa 3.000 profili.

Nella fase finale, le conoscenze sulla distribuzione dei suoli nel paesaggio acquisite nel rilevamento in scala di dettaglio (aree pilota e rilevamenti preesistenti), sono state utilizzate per la ridefinizione e descrizione, in termini di suoli, dei pedopaesaggi, che sono quindi diventati le unità cartografiche finali (processo ascendente).

I profili sono stati classificati con il World Reference Base (FAO, 1998) e la Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 1998). Per i suoli di montagna, caratterizzati da un'estrema variabilità (ad esempio in termini di spessore degli orizzonti, profondità e granulometria), molto utile è stata la classificazione "ecologica" di Duchaufour (2001) che, non avendo una gerarchia rigida, ha consentito un primo efficace inquadramento dei tipi di suoli.

Tutte le informazioni raccolte ed elaborate sono state gestite nell'ambito di un sistema informativo geografico, con l'ausilio di diversi software (ArcView 3.2, Spatial Analyst, 3D Analyst, ERMapper 6.2).

La metodologia nell'area di pianura

All'inizio del progetto, grazie alle carte di semi-dettaglio disponibili, è stato elaborato un catalogo dei paesaggi della pianura del Veneto, analogamente all'esperienza della Regione Lombardia (ERSAL, 1996); esso è stato impostato in modo coerente con la legenda armonizzata della pianura padana e ha fornito la struttura di riferimento per l'elaborazione della carta, sia per le aree già rilevate, dove è stato adottato un metodo ascendente, che per le restanti aree della regione, molto più estese.

La Carta Geomorfológica della Pianura Padana (Castiglioni et al., 1997) ha rappresentato una prima cornice di riferimento per interpretare i processi di formazione dei suoli. Ulteriori informazioni sono state acquisite tramite l'elaborazione e l'interpretazione dell'immagine da satellite Landsat 5TM del marzo 1989 (bande 4, 5, 3).

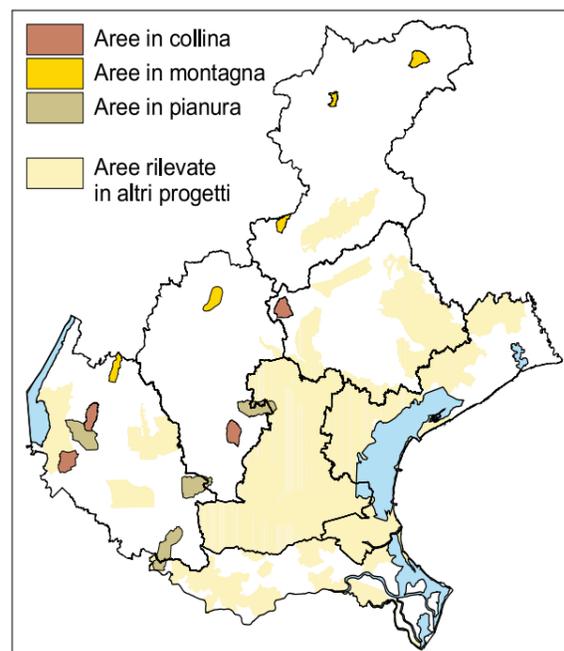


Fig. 2.3: Aree campione rilevate nel corso del progetto.

Su quest'immagine georeferenziata sono state tracciate a video le delineazioni (fig. 2.4 e 2.5a), avvalendosi anche delle informazioni ricavabili dallo studio del rilievo con curve di livello a 5 metri (Castiglioni et al., 1997). Come già evidenziato in un precedente rilevamento di dettaglio nel bacino scolante in laguna di Venezia (Giandon et al., 2001; Ragazzi et al., 2004), nelle aree dove le foto aeree e l'immagine da satellite non mostrano particolari evidenze, l'analisi del microrilievo (fig. 2.6) si rivela uno strumento particolarmente utile per la definizione delle unità di pedopaesaggio. Lo studio del microrilievo per mezzo di curve di livello a un metro, ha inoltre permesso di delineare all'interno di una pianura apparentemente piatta, sistemi di dossi naturali, costituiti principalmente da sedimenti grossolani, e depressioni, con sedimenti fini. Il microrilievo, inizialmente disponibile per una porzione rilevante della pianura veneta centrale (circa 2.000 km²), è stato esteso a tutta la pianura alluvionale del Brenta, che presenta caratteristiche distributive simili, fino a coprire una superficie di circa 4.000 km².

Le delineazioni tracciate sono state raggruppate in unità di pedopaesaggio, come unità cartografiche preliminari della carta dei suoli in scala 1:250.000. Alcune di queste unità risultavano parzialmente coperte da informazioni pedologiche, altre erano prive di osservazioni. Sono state quindi scelte quattro aree campione, ciascuna di circa 60 km², che fossero rappresentative di differenti pedopaesaggi. Queste aree sono state rilevate a

una scala di semi-dettaglio (1:50.000). Le informazioni raccolte nelle aree campione e da altri rilevamenti eseguiti nell'ambito della Regione, sono state poi utilizzate per ridefinire i limiti e i contenuti delle unità (fig. 2.5a e 2.5b).

La fase successiva al rilevamento di campagna ha riguardato la definizione e la descrizione delle unità tipologiche di suolo (UTS) secondo uno schema sviluppato in accordo con le regioni Emilia Romagna e Piemonte. Parallelamente le delineazioni tracciate in prima approssimazione sono state riviste, ridefinite e accorpate nelle unità cartografiche (UC) definitive. I principali criteri adottati per l'accorpamento fanno riferimento agli ambienti deposizionali della pianura (alluvioni del Po e dell'Adige, del Brenta, del Piave, del Tagliamento, dei fiumi prealpini calcarei e non calcarei), all'età delle superfici (superfici di deposizione tardo-olocenica, olocenica antica e

pleistocenica) e alla morfologia (conoidi, dossi, depressioni, dune, aree lagunari bonificate, ecc.). Gli stessi criteri sono poi serviti per organizzare l'aggregazione in unità di livello gerarchico superiore della legenda (sistemi e province di suoli). Le unità tipologiche di suolo individuate come rappresentative per ogni unità cartografica, fino ad un massimo di tre, sono derivate, per la maggior parte, da rilevamenti di maggior dettaglio già esistenti. UTS simili, differenziate nei rilevamenti di dettaglio, sono state correlate tra loro scegliendone una come rappresentativa. Altre UTS sono state definite ad hoc nei rilevamenti delle aree campione o grazie a osservazioni esistenti in aree in cui non è stata elaborata alcuna cartografia di dettaglio. Complessivamente le unità tipologiche di suolo descritte in pianura sono poco più di un centinaio, distribuite in circa 70 unità cartografiche. Molto raramente la stessa UTS si presenta in più unità cartografiche.

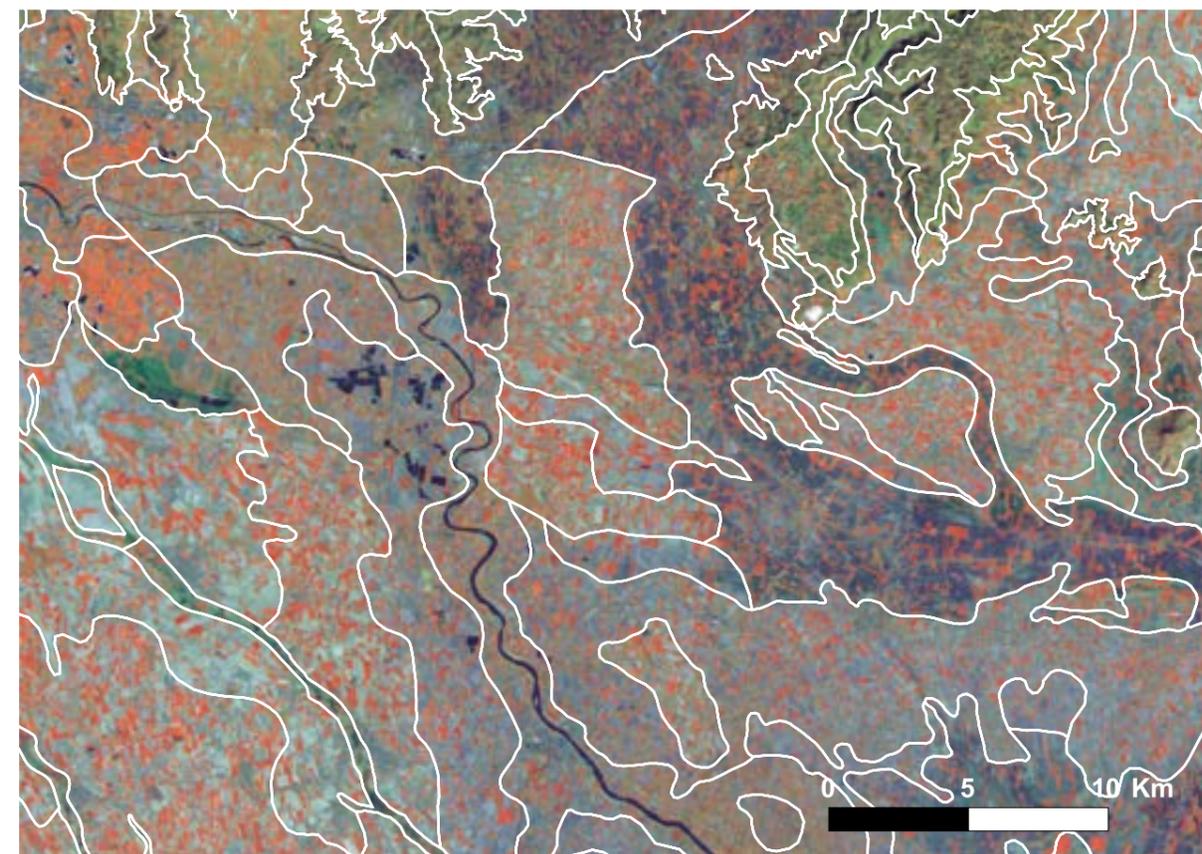


Fig. 2.4: Particolare dei pedopaesaggi in una porzione della pianura alluvionale dell'Adige, tracciati sull'immagine da satellite (Landsat 5TM marzo 1989, falso colore, bande 4, 5, 3); sono evidenti le differenze tra le aree di colore più chiaro, costituite da sabbie di deposizione antica dell'Adige, e le aree di colore scuro, di deposizione recente ad opera di fiumi prealpini, ricchi di materiali fini e scuri derivati dall'alterazione dei basalti (Lessini orientali).

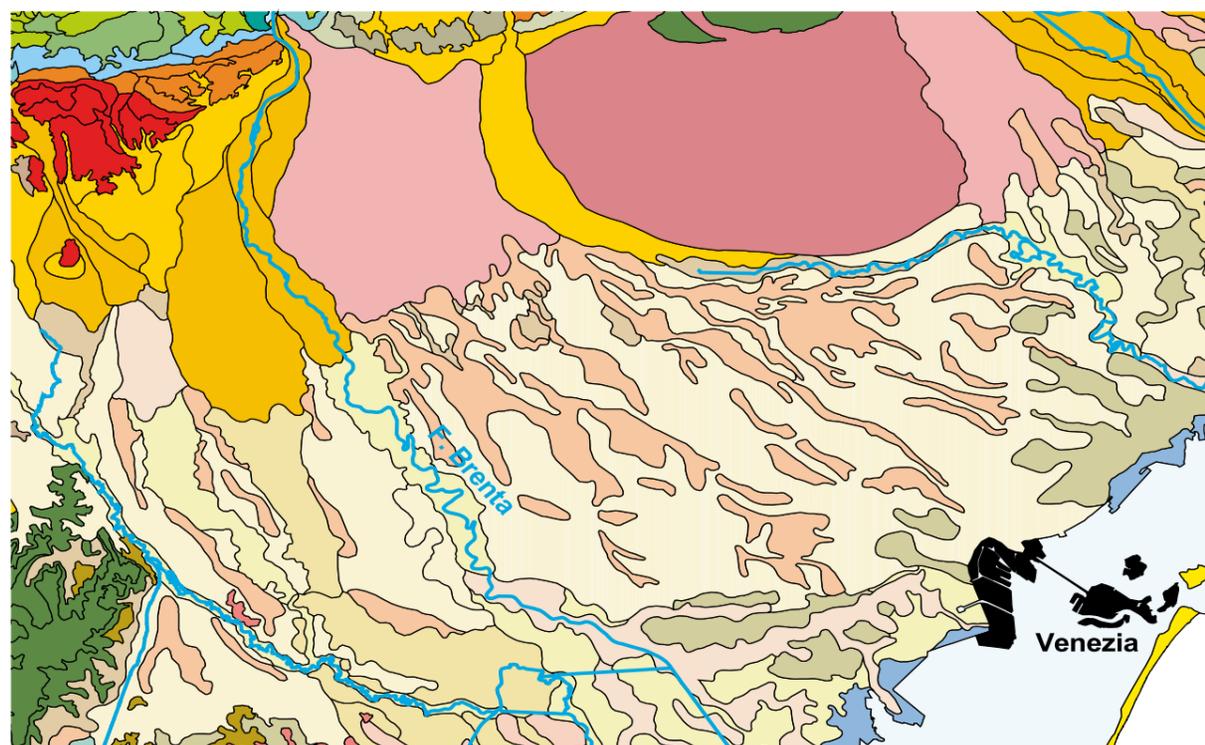
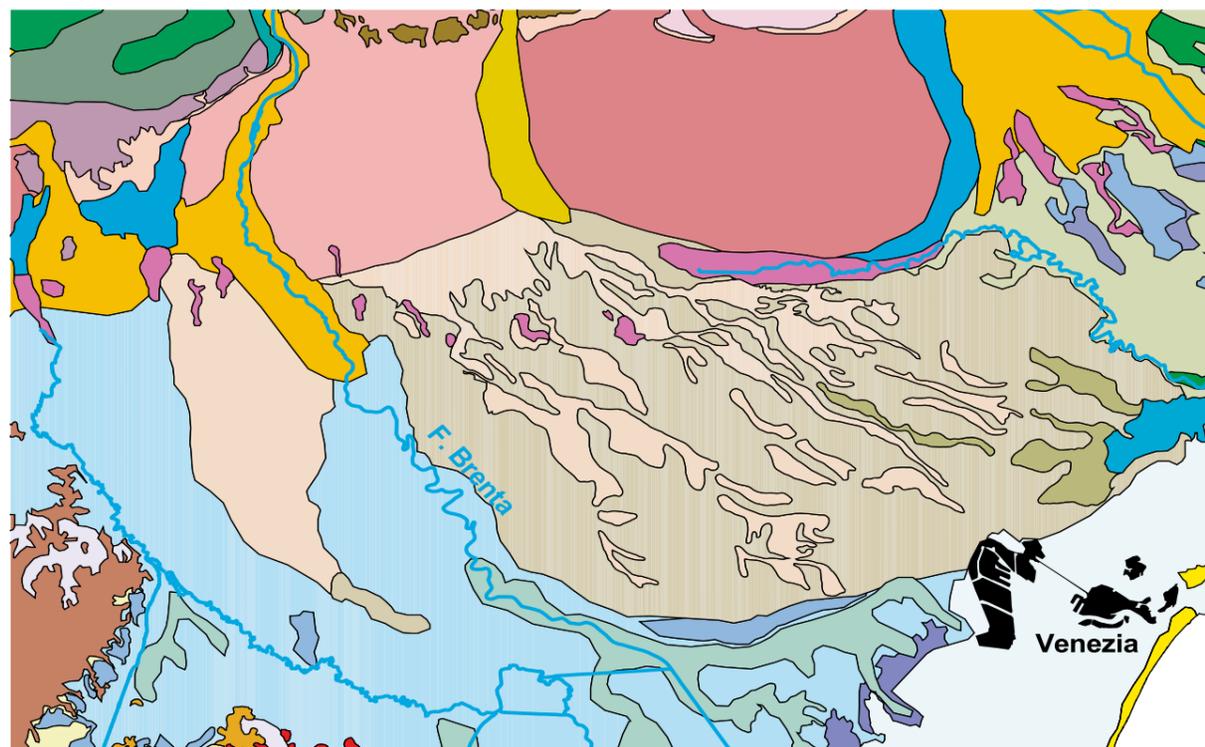


Fig. 2.5a e 2.5b: Prima delimitazione delle unità di pedopaesaggio nella pianura alluvionale del Brenta (in alto) e versione ultima delle unità cartografiche della carta dei suoli in scala 1:250.000 della stessa area (in basso); il miglioramento del dettaglio cartografico nell'area in destra Brenta è stato reso possibile dall'approfondimento delle conoscenze, per mezzo dello studio del microrilievo e del rilevamento di campagna di un'area campione posta a cavallo tra i diversi ambienti presenti. I modelli suolo-paesaggio già conosciuti in sinistra Brenta (Carta dei suoli del bacino scolante in laguna di Venezia, Ragazzi et al., 2004), sono stati quindi estesi anche in destra idrografica, nelle aree con la medesima origine mentre nuovi modelli e nuove unità tipologiche di suolo sono state definite per gli ambienti precedentemente sconosciuti.

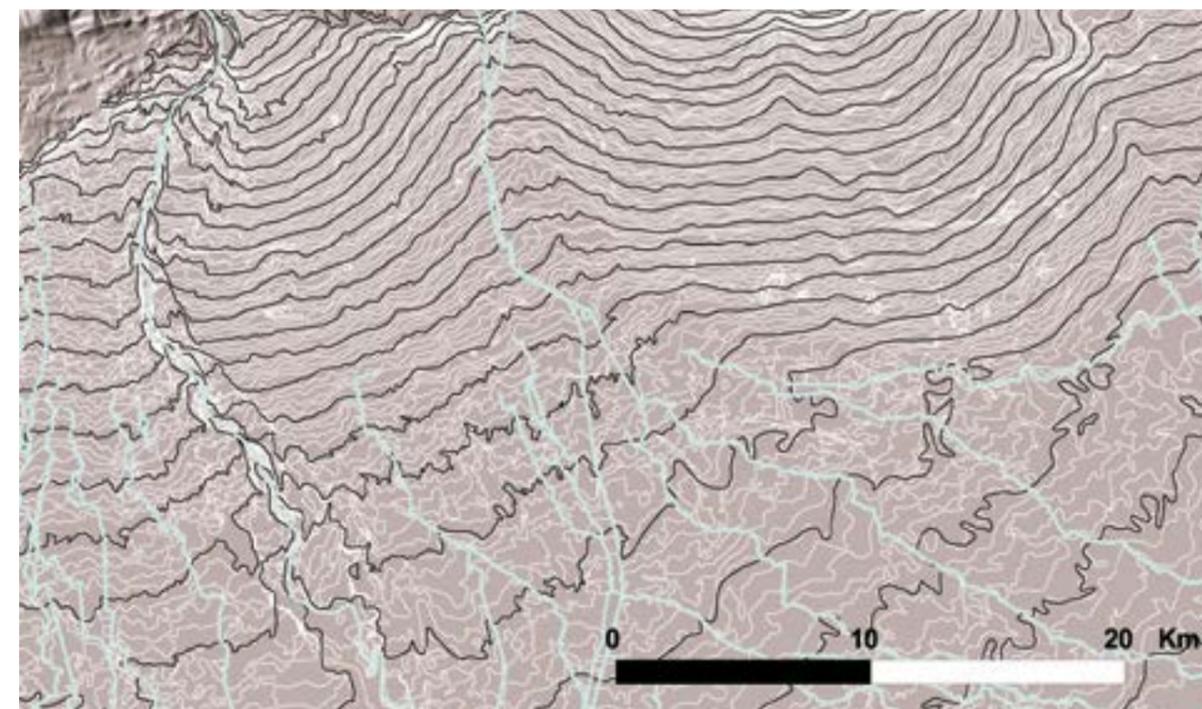


Fig. 2.6: Studio del microrilievo della pianura (curve di livello a 1m in bianco e a 5m in nero) tra il fiume Brenta e il Piave; rappresentazione hill-shade della montagna veneta sullo sfondo.

La metodologia nell'area alpina, prealpina e collinare

Nell'area alpina e prealpina, che occupa circa un terzo del territorio regionale, erano poche le informazioni sui suoli disponibili all'inizio del progetto (Disegna et al., 1997). Per lo studio preliminare sono stati utilizzati principalmente carte geologiche a diverse scale (1:250.000, 1:100.000 e i pochi fogli disponibili in scala 1:50.000), alcune carte geomorfologiche di dettaglio, la carta forestale informatizzata e un DTM (modello digitale del terreno) a 30 m (questi ultimi realizzati dalla Direzione Foreste della Regione Veneto).

Viste le scarse conoscenze, non era possibile individuare a priori gli elementi e le componenti trainanti dei processi di formazione dei suoli nell'ambiente montano; si è quindi preferito avviare la fase di rilevamento in campagna per aree campione, in modo da avere a disposizione in tempi rapidi delle prime chiavi di interpretazione, necessarie per poter definire i criteri sulla base dei quali tracciare i limiti delle delimitazioni. Una volta effettuato il rilevamento nelle aree campione e definite queste prime chiavi, si è potuto procedere all'individuazione delle prime delimitazioni tramite fotointerpretazione, sulla base delle evidenze geologiche e geomorfologiche (foto aeree, Volo Italia 1994 BN, scala 1:75.000); le delimitazioni sono state successivamente digitalizzate su ortofoto georeferenziate

(Volo Italia 2000, a colori, scala 1:10.000) e poi controllate e revisionate con l'uso di carte geologiche georeferenziate, carte forestali ed elaborazioni del DTM. In particolare queste ultime sono risultate molto utili nella caratterizzazione delle differenti morfologie all'interno delle delimitazioni (fig. 2.7). A questo scopo, per poter ottenere appropriate distribuzioni delle popolazioni di dati, le aree alpine e prealpine sono state divise, rispettivamente, in 11 e 9 macroaree, su base geologica e morfologica; per ogni macroarea i dati su quota, accumulo di flusso (flow accumulation, calcolato come area sottesa a monte di ogni pixel), pendenza, curvatura orizzontale e verticale, sono stati elaborati con una tecnica di classificazione fuzzy non supervisionata (unsupervised fuzzy clustering, Burrough et al., 2000). Per ogni macroarea sono state impostate da 8 a 12 classi, descritte da un valore centroide per ogni parametro considerato (fig. 2.8). I parametri più significativi sono risultati l'accumulo di flusso e la pendenza; la quota è risultata rilevante solamente nell'area alpina mentre la forma del pendio nell'area prealpina (Ciampalini e Carnicelli, 2003). Queste elaborazioni hanno fornito un ulteriore criterio di controllo prima, e di validazione poi, dei limiti e del contenuto delle delimitazioni. Non è stato possibile invece utilizzarle nella fase di descrizione delle delimitazioni, avendo ogni macroarea classi differenti e non direttamente comparabili. Per acquisire uno strumento

efficace per la descrizione delle delimitazioni, invece, sono stati definiti, sempre a partire dal DTM, dei diagrammi raffiguranti le classi di distribuzione quota-pendenza con procedura automatizzata. Il rilevamento di campagna della prima fase è stato pianificato grazie alle conoscenze dei suoli delle aree alpine e prealpine nelle regioni confinanti (Sartori et al., 1997; Abramo e Michelutti, 1998). Sono state individuate e rilevate a scala di dettaglio 6 aree campione di 15-30 km², scelte come rappresentative di ambienti diversi dal punto di vista morfologico, geologico e fitoclimatico. Nelle aree è stato possibile studiare la distribuzione spaziale dei diversi tipi di suoli a una scala di dettaglio (modelli suolo-paesaggio; King et al., 1994; Favrot, 1989; Lagacherie, 2002), evidenziando il contributo dei diversi fattori di formazione. Le conoscenze acquisite hanno quindi permesso di migliorare man mano i criteri guida utilizzati per tracciare i limiti delle delimitazioni. Molto utili per organizzare le informazioni raccolte, si sono rivelate delle tabelle a entrata multipla, dove le chiavi di entrata scelte sono la litologia (suddivisa per grandi gruppi definiti sulla base della rilevanza dimostrata nel diversificare i processi pedogenetici), le fasce fitoclimatiche, la morfologia e la vegetazione. Queste tabelle, che esplicitano in forma sintetica le conoscenze acquisite sui modelli suolo-paesaggio (relazioni tra suolo e fattori pedogenetici), venivano aggiornate con l'avanzamento dei lavori, permettendo di evidenziare le lacune di informazioni; sono

quindi state utili per organizzare la seconda fase di rilevamento, con la quale si è cercato di completare il quadro delle conoscenze, questa volta procedendo non più per aree campione, ma per singoli punti, piccole aree e transetti.

La descrizione delle delimitazioni inizialmente comprendeva solo informazioni su geologia, morfologia, morfometria, uso del suolo e vegetazione, valutate attraverso la fotointerpretazione. Queste informazioni, grazie alla conoscenza acquisita sui modelli suolo-paesaggio (tabelle multientrata), hanno permesso di descrivere il contenuto delle singole delimitazioni in termini di unità tipologiche di suolo e loro modello di distribuzione. Infine le unità cartografiche di suolo sono state concettualizzate accorparendo tra loro i contenuti informativi delle delimitazioni che risultavano più simili in termini di tipologie pedologiche. Il numero massimo di unità tipologiche di suolo individuabili all'interno delle singole unità cartografiche di montagna è sei, giustificato dalla maggior complessità dell'ambiente rispetto alla pianura. Le unità tipologiche sono state tutte definite ex novo nell'ambito del progetto; solo quelle dell'area collinare e della Valbelluna fanno riferimento in massima parte a unità già definite in occasione di rilevamenti di dettaglio. Complessivamente le unità tipologiche di suolo descritte in montagna sono 123, distribuite in 143 unità cartografiche; la stessa tipologia di suolo si localizza frequentemente in unità cartografiche diverse.

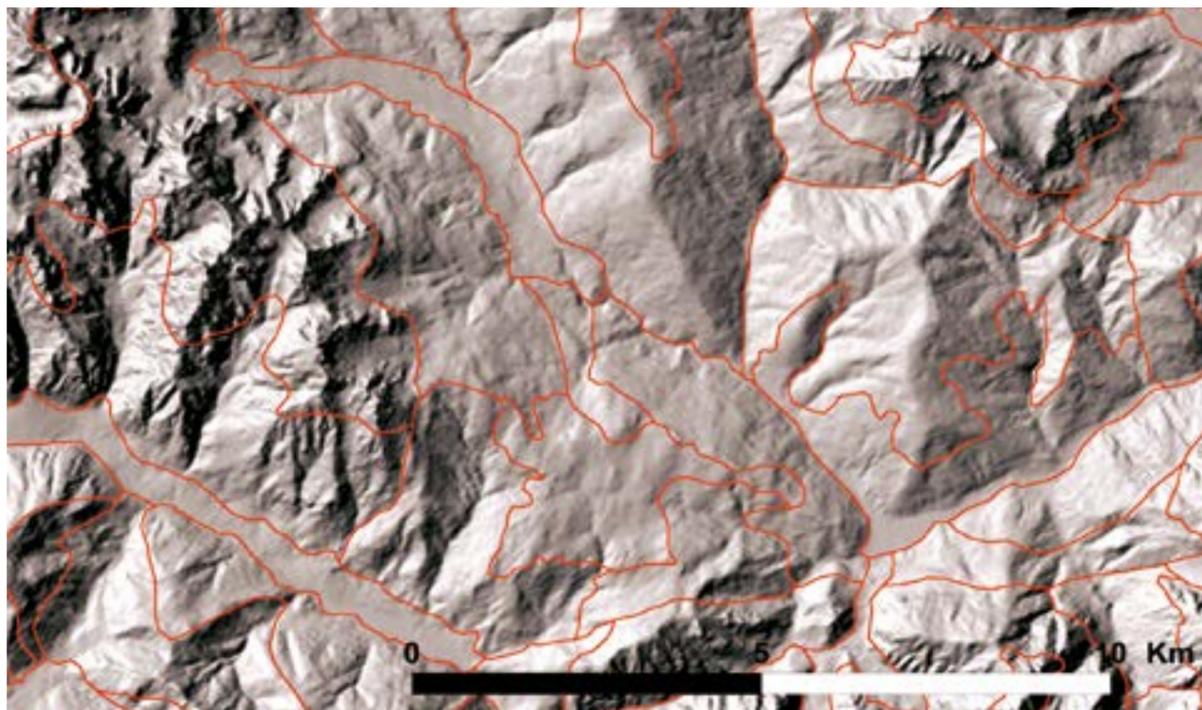


Fig. 2.7: Pedopaisaggi nell'area montana, tracciati sulla base della fotointerpretazione (rappresentazione hill-shade dell'area tra Auronzo e Padola).

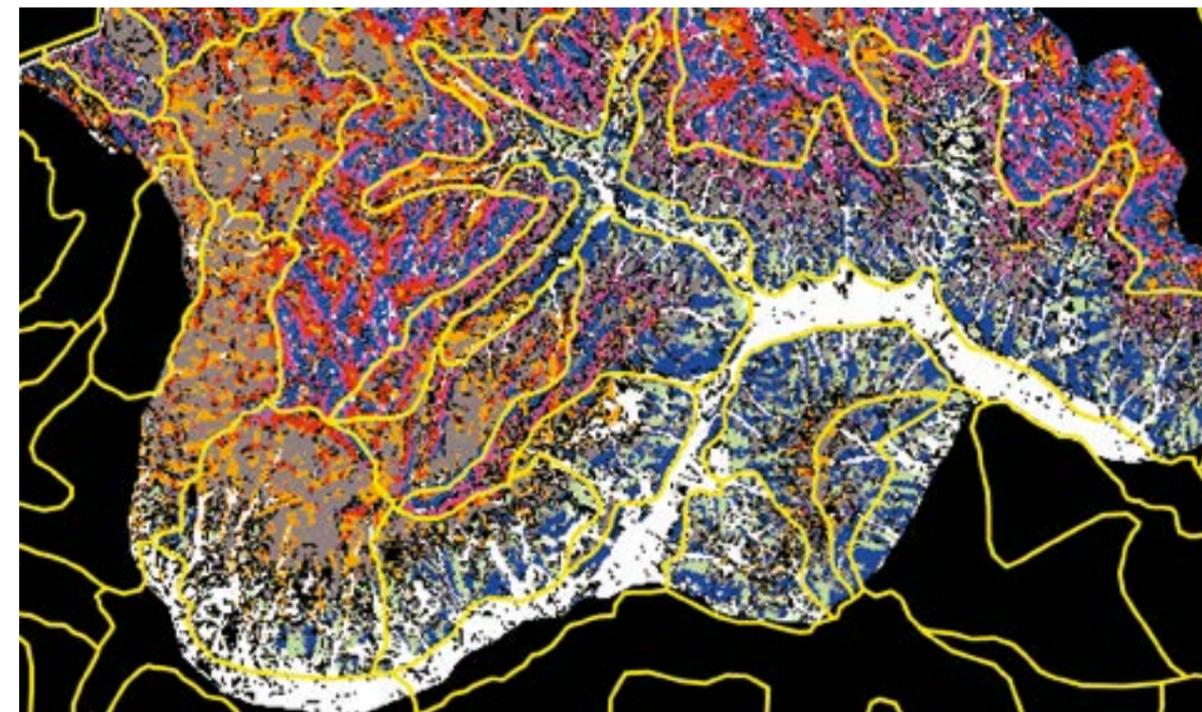


Fig. 2.8: Elaborazioni del modello digitale del terreno (DTM) per mezzo di una tecnica "fuzzy" non supervisionata, in una macroarea delle Dolomiti a nord del corso dell'Ansiei tra Auronzo e Misurina; le unità cartografiche sono delimitate in giallo.

Analisi di laboratorio

Le analisi dei terreni sono state eseguite presso il laboratorio del Dipartimento Provinciale ARPAV di Treviso, sede di Castelfranco Veneto (fig. 2.9), accreditato SINAL al n° 0347.

Le determinazioni effettuate e il relativo metodo analitico sono riportate in tabella 2.2.

Come si rileva dalla tabella, i profili analitici sono stati diversificati tra campioni a reazione neutro-basica e campioni a reazione acida, infatti i metodi utilizzati per terreni neutri e basici per la determinazione di CSC e cationi scambiabili, prevede di tamponare il pH a 8,2 nella fase di estrazione, e quindi, se applicato a terreni acidi, ne altera in modo sostanziale le condizioni originarie. Per i campioni acidi quindi si è scelto di utilizzare i metodi adottati per il monitoraggio dei suoli forestali proposti da UNEP nell'ambito del progetto ICP Forest (UNECE, 2003), che prevedono l'utilizzo di bario cloruro non tamponato come estraente. Inoltre per i suoli acidi non è stata effettuata la determinazione del calcare totale e attivo che sono presenti solamente in suoli con pH > 7.

Per i suoli acidi sono state inoltre eseguite altre determinazioni necessarie per quantificare l'eventuale traslocazione di sesquiossidi di ferro e alluminio (estrazione in ammonio ossalato) e

per determinare la presenza di materiali allofanici di origine vulcanica (pH in NaF e adsorbimento fosfatico).



Fig. 2.9: Il laboratorio ARPAV di Castelfranco Veneto.

Tab. 2.2: Determinazioni analitiche, metodi utilizzati e relativo riferimento.

TUTTI I SUOLI		
Determinazione	Metodo	Riferimento
ph in acqua	metodo potenziometrico con rapporto suolo-acqua 1:2,5	DM 13.9.99 Met. III.1
Granulometria	per sedimentazione previa distruzione della sostanza organica con perossido di idrogeno e dispersione in sodio esametafosfato; frazionamento in sabbia (da 2 a 0,05 mm), limo (da 0,05 a 0,002 mm) e argilla (<0,002 mm). Sui campioni con sabbia >15% e <50% è stato eseguito un ulteriore frazionamento delle sabbie (per setacciatura) per la determinazione della sabbia molto fine (0,05-0,1 mm)	DM 13.9.99 Met. II.5
Carbonio organico	metodo di Walkley-Black: ossidazione con potassio dicromato e analisi in automatico con spettrofotometro UV/VIS	UNICHIM M.U. 775/88
Fosforo assimilabile	metodo ISO: estrazione con bicarbonato sodico e determinazione tramite spettrofotometro UV/VIS	ISO 11263
Conducibilità elettrica	determinazione in estratto acquoso con rapporto suolo-acqua 1:2,5	DM 13.9.99 Met. IV.1
SUOLI NEUTRI E BASICI		
Determinazione	Metodo	Riferimento
Calcare totale	metodo gasvolumetrico	DM 13.9.99 Met. V.1
Calcare attivo	estrazione con ammonio ossalato e successiva titolazione con permanganato di potassio	DM 13.9.99 Met. V.2
Basi scambiabili (Na, K, Mg e Ca)	estrazione con bario cloruro + TEA a pH 8,2 e determinazione mediante ICP ottico	DM 13.9.99 Met. XIII.5
Capacità di Scambio Cationico	estrazione con bario cloruro + TEA a pH 8,2, trattamento con solfato di magnesio e titolazione con EDTA	DM 13.9.99 Met. XIII.2
SUOLI ACIDI		
Determinazione	Metodo	Riferimento
pH in KCl	metodo potenziometrico con rapporto suolo-soluzione di KCl 1N 1:2,5	DM 13.9.99 Met. III.1
pH in NaF	metodo potenziometrico con rapporto suolo-soluzione di NaF 1N 1:50	DM 13.9.99 Met. III.1
Cationi scambiabili (K, Mg e Ca)	estrazione con bario cloruro non tamponato e determinazione dei cationi mediante ICP ottico	Method 9106SA UNEP-UN/ECE, Annex 1-7 B)
Acidità di scambio	somma dei cationi Al, Fe, Mn e H estratti con bario cloruro non tamponato e determinati mediante ICP ottico (Al, Fe e Mn) e titolazione (H)	Method 9106SA UNEP-UN/ECE, Annex 1-7 A)
Capacità di Scambio Cationico	somma dei cationi di scambio estratti in bario cloruro non tamponato	Method 9106SA UNEP-UN/ECE, Annex 1-7 C)
Ferro, Alluminio, Silicio totali	estrazione in acqua regia e determinazione mediante ICP ottico	DM 13.9.99 Met. XI.1
Ferro, Alluminio in ditionito citrato	estrazione in soluzione di sodio ditionito e sodio citrato e determinazione mediante ICP ottico	DM 13.9.99 Met. IX.2
Ferro, Alluminio in ammonio ossalato	estrazione in soluzione di ammonio ossalato a pH 3 e determinazione mediante ICP ottico	DM 13.9.99 Met. IX.3
Adsorbimento fosfatico	trattamento con soluzione di potassio di idrogeno fosfato a pH 4,6 e determinazione del fosforo non adsorbito mediante spettrofotometro UV/VIS	DM 13.9.99 Met. XV.7