

## **LA CARTA DEI SUOLI DEL VENETO IN SCALA 1:250.000: UN ESEMPIO DI INTEGRAZIONE MULTIDISCIPLINARE**

Gian Paolo Bozzo, Paolo Giandon e Ialina Vinci

ITALIA – Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto

Centro Agroambientale, Osservatorio Regionale Suolo

Sessione tematica: “Suolo”

### **Riassunto**

Nell’ambito della realizzazione di un database georeferenziato dei suoli europei il Ministero delle Politiche Agricole ha finanziato la realizzazione di una carta dei suoli in scala 1:250.000 in tutte le regioni a statuto ordinario. La Regione Veneto ha affidato la realizzazione del progetto all’Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale, ARPAV; la cartografia è stata realizzata secondo le metodologie definite a livello nazionale da gruppi interregionali di esperti in varie discipline, in modo da garantire una confrontabilità tra i risultati conseguiti nelle varie regioni.

Il lavoro, articolato in una fase di studio preliminare e fotointerpretazione, nel rilevamento di campagna e in una fase finale di elaborazione dei dati, è stato svolto da un gruppo interdisciplinare che ha coinvolto, oltre ad esperti del suolo, geologi, geomorfologi, agronomi, forestali, vegetazionisti ed esperti in tecniche GIS e di telerilevamento.

Le informazioni raccolte forniscono un inquadramento generale dei suoli presenti nella regione e contengono, per la prima volta in modo organico e sistematico, dati relativi alla zona alpina e pre-alpina coerenti con quelli dei suoli di pianura. Le unità cartografiche vengono descritte non solo dal punto di vista dei suoli, ma anche per gli aspetti geologici, geomorfologici, vegetazionali e di uso del suolo.

Si tratta di una base dati di fondamentale importanza per una conoscenza, seppur di carattere generale, delle principali caratteristiche dei suoli della regione e della loro distribuzione spaziale, che servirà, tra l’altro, a porre le basi in futuro per una rete regionale di monitoraggio dei suoli.

### **Abstract**

In the framework of the georeferenced soil database for Europe the Italian Ministry of Agricultural Policies has granted the funding for the 1:250,000 scale Soil Map of Italy. The soil survey project at scale 1:250,000 of the Veneto Region has been carried out by the Regional Environmental Protection Agency (ARPAV). Soil description guidelines, worked out at national level for harmonising regional surveys, were followed for the project activities.

The project that went through a first phase of preliminary study and photointerpretation, a second of soil survey and a final of data elaboration, has been worked out by an interdisciplinary group involving geologists, geomorphologists, agricultural and forestry engineers, biologists and GIS experts together with soil scientists.

Collected information gives a first general overview of the soils widespread on the regional territory and gathers up, for the first time in a systematic way, data of alpine and pre-alpine area coherent with the ones of the plain area. Mapping units are described as soil content and geological and geomorphological aspects, vegetation and land use are reported too.

It is an extremely important data base for the knowledge of main characteristics and spatial distribution of soils in the region, that could be used in the future to build a regional soil monitoring network.

### **Introduzione**

Nell'ambito della realizzazione di un database georeferenziato dei suoli europei, per il quale sono state poste le basi dall'Ufficio Europeo dei Suoli (Centro Comune di Ricerca della Commissione Europea), il Ministero delle Politiche Agricole ha finanziato la realizzazione, in tutte le regioni a statuto ordinario, di una carta dei suoli in scala 1:250.000, con lo scopo di rendere disponibili le informazioni di base sul suolo necessarie per la comprensione dei processi agricoli ma anche ambientali.

L'importanza di tali informazioni anche nel sistema conoscitivo dello stato dell'ambiente promosso dalla rete delle agenzie di protezione ambientale è stata recentemente rimarcata nel documento predisposto dal Centro Tematico Nazionale Territorio e Suolo (ANPA, 2001 e 2002) che riconosce nella cartografia dei suoli uno strumento conoscitivo fondamentale per l'impostazione di qualsiasi attività di monitoraggio delle caratteristiche del suolo.

La proposta di rete nazionale di monitoraggio del suolo elaborata dal Centro Tematico Nazionale Territorio e Suolo prevede infatti quattro livelli di conoscenza ambientale del suolo:

- le informazioni di base sui suoli contenute nelle carte dei suoli, che costituiscono sempre un elemento chiave per la scelta dei siti di monitoraggio e per l'interpretazione dei risultati, oltre che per la loro estensione al territorio;
- le informazioni relative all'uso del suolo;
- una rete di monitoraggio degli inquinanti inorganici ed organici o di eventuali caratteristiche di facile misura (es.: carbonio organico, CSC, pH) configurata sulla base di una maglia rigida;
- una rete di monitoraggio delle relazioni pressione-impatto composta da alcuni siti di riferimento allestiti in modo da raccogliere il maggior numero di informazioni possibili sui fenomeni di degrado nei principali tipi di suolo sulla base di diffuse modalità di gestione e di priorità stabilite da tecnici e decisori (degrado fisico).

Essi rispondono agli obiettivi che sono stati fissati per la rete e consistono in:

- conoscenza delle attuali caratteristiche e proprietà dei suoli;
- monitoraggio nel tempo (breve e lungo periodo) ed in situazioni diverse della presenza di particolari sostanze contaminanti, inorganiche ed organiche, nel suolo;
- valutazione dei cambiamenti delle caratteristiche e proprietà del suolo come conseguenza della presenza di forme di degrado ed inquinamento;
- supporto ai processi decisionali mediante strumenti di previsione e modellizzazione calibrati sui siti della rete.

Anche nell'ambito dei lavori di predisposizione dei documenti tecnici a supporto della futura strategia per la protezione del suolo dell'Unione Europea, ed in particolare della Direttiva sul monitoraggio dei suoli preannunciata per il 2004 (COM 179/2002), è stata da più parti evidenziata la necessità di completare ed armonizzare la cartografia dei suoli per tutto il territorio europeo almeno ad una scala 1:250.000 (<http://forum.europa.eu.int/Public/irc/env/soil/library>).

Per il Veneto, la Regione ha affidato la realizzazione della carta dei suoli in scala 1:250.000 all'ARPAV, che si è dotata fin dalla nascita di un Osservatorio Regionale Suolo per rispondere al mandato della legge istitutiva che prevede fra i compiti

dell'Agenzia la conoscenza del suolo. Il progetto "Carta dei suoli del Veneto in scala 1:250.000", finanziato dalla Regione Veneto con i fondi ministeriali, iniziato nell'ottobre 2000, si è appena concluso.

Il progetto è stato realizzato avvalendosi di contributi da diverse discipline scientifiche e da diversi Istituti di ricerca, in particolare dall'European Soil Bureau, dal Dipartimento di Geografia dell'Università di Padova, dal Dipartimento di Scienza del Suolo e Nutrizione della Pianta dell'Università di Firenze e dal Dipartimento di Scienze Ambientali dell'Università di Venezia.

## Metodologia

La stesura di una carta dei suoli ad una scala di riconoscimento comporta un importante

lavoro di ricerca metodologica, soprattutto quando non può essere derivata da un processo di sintesi (metodologia "ascendente"), per mancanza di una sufficiente copertura delle carte pedologiche di dettaglio, ma deve essere realizzata per mezzo di una combinazione tra un processo "discendente e ascendente" (Finke *et al.*, 1998 e Wolf, 2000).

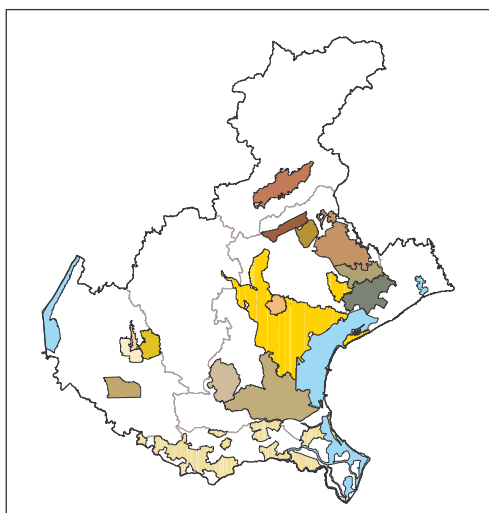


Figura 1. Carte dei suoli di semi-dettaglio disponibili all'inizio del progetto

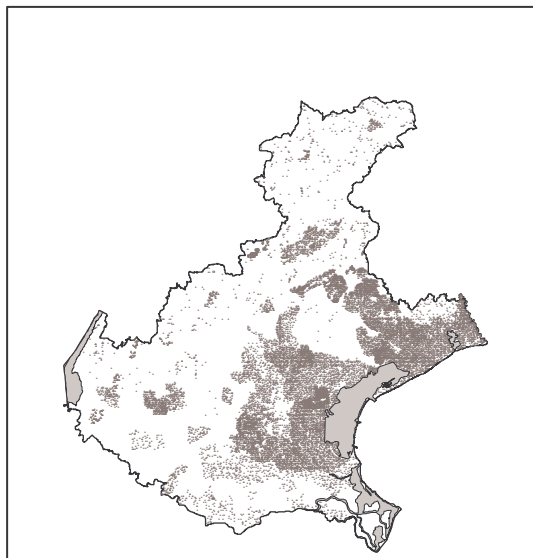


Figura 2 Osservazioni disponibili alla fine del progetto.

Rispetto alle altre regioni dell'Italia settentrionale, la Regione Veneto ha un'esperienza relativamente recente nel campo del rilevamento dei suoli: le prime carte sono infatti state prodotte a partire dal 1995. All'inizio del progetto solo il 16% del territorio regionale risultava coperto da studi di semi-dettaglio (scala 1:25.000-1:50.000), e quasi esclusivamente in territorio di pianura (fig. 1).

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, DEM, carte geologiche, geomorfologiche e della vegetazione, sono stati definiti e delineati i pedopaesaggi, cercando di utilizzare l'approccio gerarchico proposto da Finke *et al.* (1998) e da Wolf (2000).

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, 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 singoli punti e transetti per raccogliere ulteriori informazioni dove queste risultavano più carenti e/o insufficienti per chiarire il modello concettuale suolo-paesaggio. Nell'ambito del progetto sono state descritte 1.528 osservazioni, 490 delle quali profili. Queste, sommate con le 19.500 già presenti nel database regionale dei suoli, ammontano a un totale di 21.000 osservazioni, delle quali 2.500 profili (fig. 2).

Nella fase finale, le conoscenze sulla distribuzione dei suoli nel paesaggio acquisite nel rilevamento in scala di dettaglio (realizzato *ad hoc* e preesistente), sono state utilizzate per la ridefinizione e descrizione dei pedopaesaggi in termini di contenuto di suoli, 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, molto utile è stata la classificazione "ecologica" del Duchaufour (1983).

## **Risultati**

Il lavoro è stato svolto in maniera differenziata per l'area di pianura e per quella di montagna.

Sulla base delle carte pedologiche di semi-dettaglio già disponibili nell'area di pianura è stato elaborato un catalogo dei paesaggi della pianura del Veneto, coerente con la legenda armonizzata della pianura padana, che ha fornito la struttura di riferimento per l'elaborazione della carta.

La carta geomorfologica della Pianura Padana (Castiglioni *et al.*, 1997) ha dato una prima cornice di riferimento per interpretare i processi di formazione dei suoli. Ulteriori informazioni sono state acquisite tramite l'elaborazione e l'interpretazione di un'immagine da satellite Landsat georeferenziata sulla quale sono state tracciate a video le delineazioni, avvalendosi anche delle informazioni date dallo studio del rilievo con curve di livello a 5 m (Castiglioni *et al.*, 1997). Come già evidenziato in un precedente rilevamento di dettaglio nel bacino scolante in laguna di Venezia (Giandon *et al.*, 2001), nelle aree dove le foto aeree e l'immagine da satellite non mostrano particolari evidenze, l'analisi del microrilievo 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 permesso di delineare, all'interno di una pianura apparentemente piatta, sistemi di dossi naturali e depressioni.

Le delineazioni tracciate sono state raggruppate in unità di pedopaesaggio, come unità cartografiche preliminari della Carta dei Suoli in scala 1:250.000. Sono state scelte quattro aree campione, ciascuna di circa 60 km<sup>2</sup>, in modo da coprire porzioni rappresentative di differenti pedopaesaggi di pianura (privi di osservazioni), che 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.

Per lo studio preliminare dell'area alpina e prealpina, che occupa circa un terzo del territorio regionale, dove erano disponibili poche informazioni sui suoli (Dissegna *et al.*, 1997), sono stati utilizzati principalmente: carte geologiche a diverse scale, alcune carte geomorfologiche di dettaglio, la carta forestale informatizzata e un DEM a 30 m (questi ultimi realizzati dalla Direzione Foreste della Regione Veneto).

Viste le scarse conoscenze, e la conseguente difficoltà ad individuare *a priori* gli elementi e le componenti trainanti i processi di formazione dei suoli nell'ambiente montano, si è preferito avviare subito una prima fase di rilevamento in campagna, per avere a disposizione in tempi rapidi le prime chiavi di interpretazione, per la definizione dei criteri sulla base dei quali tracciare i limiti delle delimitazioni.

Sono state individuate e rilevate a scala di dettaglio sei aree campione di 15-30 km<sup>2</sup>, scelte come rappresentative di ambienti diversi dal punto di vista essenzialmente geologico e fito-climatico, nelle quali è stato possibile studiare la distribuzione spaziale dei diversi tipi di suoli a una scala di dettaglio, evidenziando il contributo dei diversi fattori di formazione (modelli suolo-paesaggio; King *et al.*, 1994; Favrot, 1989; Lagacherie, 2002). Per l'organizzazione delle informazioni raccolte, si sono rivelate molto utili delle tabelle a entrata multipla, dove le chiavi di entrata sono la litologia, per grandi gruppi definiti sulla base della rilevanza dimostrata nel diversificare i processi pedogenetici, le fasce fitoclimatiche, la morfologia, e la vegetazione. Queste tabelle, aggiornate con l'avanzamento dei lavori, hanno permesso di evidenziare dove erano presenti maggiori lacune di informazioni, successivamente colmate con la seconda fase di rilevamento, realizzata per singoli punti, piccole aree e transetti.

Le delimitazioni sono state individuate tramite fotointerpretazione, sulla base delle evidenze geologiche e geomorfologiche (foto aeree, Volo Italia 1994 BN, scala 1:75.000) e sono state successivamente digitalizzate su ortofoto georeferenziate (Volo It2000 a colori, scala 1:10.000). Le delimitazioni sono state poi controllate e revisionate con l'uso di carte geologiche georeferenziate, carte forestali ed elaborazioni DEM.

Per tutte le aree, di pianura, alpina e prealpina, la fase successiva al rilevamento di campagna ha riguardato la definizione e la descrizione delle unità tipologiche di suolo secondo uno schema sviluppato in accordo con le regioni Emilia Romagna e Piemonte. La descrizione delle delimitazioni, che inizialmente conteneva solo informazioni su geologia, morfologia, morfometria, uso del suolo e vegetazione che, a livello di prima ipotesi, erano correlabili con i processi pedogenetici e i caratteri dei suoli, è stata quindi integrata con le unità tipologiche di suolo e il loro modello di distribuzione. Infine le unità cartografiche di suolo sono state concettualizzate accorpando tra loro i contenuti informativi delle delimitazioni che risultavano più simili e sono state successivamente descritte sintetizzando le informazioni in esse contenute.

## **Conclusioni**

Per la realizzazione della cartografia sono state utilizzate diverse tecniche di indagine. La varietà degli strumenti a disposizione ha permesso di utilizzare tradizionali tecniche di rilevamento del suolo insieme ad altre più innovative, nel modo efficiente consentito dall'integrazione in un sistema informativo territoriale. Le informazioni raccolte organizzate in un database geografico e semantico, potranno essere in futuro facilmente



utilizzate per approfondimenti o per elaborazioni tematiche, in modo molto più efficiente rispetto alla cartografia tradizionale.

Lo studio preliminare prima e il rilevamento di campagna poi hanno consentito di tracciare i limiti e successivamente definire e descrivere le unità cartografiche, non solo dal punto di vista dei suoli, ma anche per gli aspetti geologici, geomorfologici, vegetazionali e di uso del suolo. Ciò è stato reso possibile dal lavoro condotto da un gruppo interdisciplinare che ha coinvolto, oltre ad esperti del suolo, geologi, geomorfologi, agronomi, forestali, vegetazionisti ed esperti in tecniche GIS e di telerilevamento.

Le informazioni raccolte costituiscono un primo inquadramento generale dei suoli presenti nella regione e contengono, per la prima volta in modo organico e sistematico, dati relativi alla zona alpina e pre-alpina coerenti con quelli dei suoli di pianura, già in parte disponibili nelle cartografie pedologiche realizzate in alcune aree.

Per valorizzare le informazioni prodotte, la Regione Veneto ha già approvato la prosecuzione delle attività per la divulgazione e prima applicazione della cartografia realizzata che prevede lo sviluppo di alcuni importanti aspetti di salvaguardia ambientale quali la capacità protettiva del suolo nei confronti delle acque sotterranee, le riserve di carbonio contenute nel suolo e l'erosione.

La cartografia pedologica costituisce una base dati di fondamentale importanza per una conoscenza, seppur di carattere generale, a scala di riconoscimento, delle principali caratteristiche dei suoli della regione e della loro distribuzione spaziale, che servirà a porre le basi in futuro per una rete regionale di monitoraggio dei suoli, secondo quanto sarà definito dalla prossima Direttiva europea sul monitoraggio del suolo, prevista dalla Comunicazione della Commissione Europea COM 179/2002 e in questi mesi in fase di predisposizione.

Per superare l'equazione "*suolo = bonifica dei siti contaminati*" che rappresenta la situazione della maggior parte delle ARPA italiane, è di estrema importanza che il sistema agenziale possa acquisire tale tipologia di informazioni su tutto il territorio nazionale in modo da creare solide basi conoscitive sul suolo tali da consentire la predisposizione di un sistema di monitoraggio coerente, affidabile e significativo. Purtroppo molto resta ancora da fare per l'armonizzazione delle cartografie che sono ancora in fase di realizzazione nelle varie regioni, anche perché manca una struttura nazionale che possa guidare il processo di integrazione fra le informazioni delle diverse regioni.

È importante inoltre che ciascuna ARPA attivi le procedure per accedere alle informazioni cartografiche che si renderanno disponibili e che acquisisca gli strumenti tecnico-operativi per il loro miglior utilizzo.

Solo così le ARPA potranno fare significativi passi in avanti sul fronte della conoscenza dei suoli, in modo da poter esercitare il ruolo di controllori dello stato di conservazione del suolo quale componente fondamentale dell'ambiente.

## **Bibliografia**

ANPA - CTN\_SSC (2001). Elementi di progettazione della rete nazionale di monitoraggio del suolo a fini ambientali. Rapporti APAT, RTI CTN\_SSC n. 2/2001.

ANPA - CTN\_SSC (2002). Elementi di progettazione della rete nazionale di monitoraggio del suolo a fini ambientali. Linee guida per un manuale di organizzazione e gestione della rete. Rapporti APAT, RTI CTN\_SSC n. 1/2002.

Carnicelli S., Ferrari G.A., Wolf U., 2001. Guida di rilevamento in campagna del progetto "Carta dei suoli in scala 1:250.000". 1<sup>a</sup> Bozza di discussione. <[http://www.soilmaps.it/fr\\_download.htm](http://www.soilmaps.it/fr_download.htm)>.

Castiglioni G.B., Pellegrini G.B., (a cura di) 1997. Carta Geomorfologica della Pianura Padana. SELCA, Firenze.

Dissegna M., Marchetti M., Vannicelli Casoni L., 1997. I sistemi di terra nei paesaggi forestali del Veneto. Direzione Foreste - Regione Veneto.

Duchaufour P., 1983. Pédologie. Tomo I. Masson, Paris.

FAO, 1998. World Reference Base for Soil Resources. *World Soil Resources Reports* 84. Roma.

Favrot J.C., 1989. Une stratégie d'inventaire cartographique à grande échelle: la méthode des secteurs de référence. *Science du Sol*, 27, 351-368.

Finke P., Hartwich R., Dudal R., Ibañez J., Jamagne M., King D., Montanarella L., Yassoglou N., 1998. Georeferenced soil database for Europe - Manual of procedures, version 1.0. European Soil Bureau, EUR 18092 EN Office for the Official Publications of the European Communities, Luxembourg, pp. 32-36.

Giandon P., Ragazzi F., Vinci I., Fantinato L., Garlato A., Mozzi P., Bozzo G.P., 2001. La carta dei suoli del bacino scolante in laguna di Venezia. *Bollettino della Società Italiana di Scienza del Suolo*, 50: 273-280.

King D., Jamagne M., Chretien J., Hardy R., 1994. Soil-space organisation model and soil functioning units in Geographic Information Systems. *15<sup>th</sup> International Congress of Soil Science, Transactions* – Vol. 6a, Acapulco, pp. 747-757.

Lagacherie P., 2002. Cartographies des sols et des leurs propriétés à un niveau sub-régional. Mémoire d'habilitation, Université de Montpellier.

Soil Survey Staff, 1998. Keys to Soil Taxonomy. 8<sup>th</sup> ed. USDA-NRCS. U.S. Gov. Print Office, Washington, DC.

Wolf U., 2000. Introduzione alla sequenza di lavoro "discendente" nella delineazione di pedopaesaggi. Base di discussione in allegato alla "Guida di Campagna per la Carta dei Suoli d'Italia in scala 1:250.000". <[http://www.soilmaps.it/fr\\_download.htm](http://www.soilmaps.it/fr_download.htm)>.