



V Commissione

Università degli Studi di Torino  
Scuola di Dottorato "Italo Eynard"

Facoltà di Agraria

*Corso breve sulle*  
**Nuove Pedogenesi**

*Book of Abstracts*



*Ormea (CN), 2-3 Settembre 2010*

## COMITATO ORGANIZZATORE



V Commissione

[www.scienzadelsuolo.org/commissione\\_5\\_.php](http://www.scienzadelsuolo.org/commissione_5_.php)

Edoardo A. C. Costantini<sup>1</sup>, Gian Franco Capra<sup>2</sup>, Michele Freppaz<sup>3</sup>, Vanessa Palermo<sup>4</sup>, Claudio Zucca<sup>5</sup>

1 = CRA-ABP, Firenze; 2 = Università degli Studi di Sassari, Dipartimento di Scienze Botaniche, Ecologiche e Geologiche; 3 = Università degli Studi di Torino, DIVAPRA-Chimica Agraria e Pedologia; 4 = Università degli Studi di Palermo, Dipartimento di Agronomia Ambientale e Territoriale; 5 = Università degli Studi di Sassari, Dipartimento di Ingegneria del Territorio



[www.unito.it](http://www.unito.it)

Ermanno Zanini<sup>6</sup>

6 = Università degli Studi di Torino, DIVAPRA-Chimica Agraria e Pedologia; Università degli Studi di Torino, NatRisk- Research Centre of Natural Risks in Mountain and Hilly Environments



[www.agraria.unito.it](http://www.agraria.unito.it)

## COLLABORAZIONE E PATROCINIO



[www.societapedologia.it/](http://www.societapedologia.it/)  
Società Italiana di Pedologia



[web.tiscalinet.it/accagri/](http://web.tiscalinet.it/accagri/)  
Accademia di Agricoltura di Torino



[www.ormea.ue](http://www.ormea.ue)  
Comune di Ormea

## Indice degli interventi

2 Settembre 2010

Ora	Relatore	Argomento	Pagina
8.30-10.00	Edoardo Costantini CRA-ABP, Firenze	Introduzione alle Nuove Pedogenesi	4
10.00-10.15	Discussione		
10.15-10.30	Pausa caffè		
10.30-12.15	Franco Ajmone Marsan Università degli Studi di Torino	I suoli urbani: problemi attuali e prospettive per la loro gestione	6
12.15-12.30	Discussione		
12.30-13.30	Pausa pranzo		
13.30-15.30	Carmelo Dazzi Università degli Studi di Palermo	Antropopedogenesi ed agricoltura: un legume antico	8
15.30-15.45	Discussione		
15.45-16.45	Marie Agnes Courty National Museum of Natural History, France	Pedogenesi nei siti archeologici	10
16.45-17.00	Discussione		
17.00-17.15	Pausa the		
17.15-18.45	Claudio Bini Università degli Studi di Venezia	Nuove Pedogenesi: i suoli delle discariche minerarie	12
18.45-19.00	Discussione e conclusioni		

3 Settembre 2010

Ora	Relatore	Argomento	Pagina
8.30-10.30	Marie Agnes Courty National Museum of Natural History, France	Pedogenesi in grotta	14
10.30-10.45	Discussione		
10.45-11.00	Pausa caffè		
11.00-12.15	Andrea Buondonno Università degli Studi di Napoli	Pedotecnologie applicate ai suoli contaminati in discariche abusive. Metodi e Tecniche di studio e recupero pedofunzionale	16
12.15-12.45	Ermanno Zanini Università degli Studi di Torino	Suoli tecnogenici Pedotecnologie in aree di cava	18
12.45-13.00	Discussione		
13.00-14.00	Pausa pranzo		
14.00-15.00	Michele Freppaz Università degli Studi di Torino	Pedotecnica e restauro pedologico Le piste da sci	20
15.00-15.15	Discussione		
15.15-15.30	Pausa the		
15.30-17.30	A.J. Turgeon Penn State University	Pedotecnica e restauro pedologico Le tecniche di gestione dei tappeti erbosi <i>Web Seminar</i>	23
17.30-18.00	Discussione, conclusioni e arrivederci		

## Introduzione alle nuove pedogenesi

Edoardo A. C. Costantini

CRA-ABP, Firenze

edoardo.costantini@entecra.it

La V Commissione della SISS ha scelto di farsi promotrice di un seminario di approfondimento su un tema piuttosto innovativo, quello delle "nuove pedogenesi", in quanto convinta che esso possa fornire numerosi ed interessanti stimoli di studio ai ricercatori in Genesi, Classificazione e Cartografia del Suolo, ma anche aprire nuove frontiere professionali agli studenti e ai professionisti del settore.

In questa relazione introduttiva verranno trattati gli aspetti generali della tematica, anche in riferimento alla classificazione dei suoli frutto delle nuove pedogenesi, e verrà illustrato un caso di studio relativo alla pedogenesi di suoli di discarica mineraria nel sud della Spagna, dove essi rappresentano un problema ambientale rilevante.

Si possono definire come "nuove", quelle pedogenesi caratterizzate dall'influenza di uno (o più) dei fattori della pedogenesi nuova, rara, o non ancora studiata.

Certamente l'uomo e le sue attività rappresentano il fattore più importante nel determinare suoli con processi e proprietà sconosciute, anche a causa dell'interazione con i fattori materiale genitore e morfologia. Quindi non solo i suoli formati a seguito di particolari tecniche di coltivazione prolungate nel tempo, oppure a seguito di intense perturbazioni, ma anche quelli evoluti da substrati e su morfologie create dall'uomo. Oppure in ambienti creati dall'uomo, come nel caso dei suoli urbani.

Il tempo spesso limitato della loro formazione, e la loro presenza legata di frequente ad eventi estemporanei, rendono difficile prevedere la loro pedogenesi nel tempo, il loro funzionamento e la loro distribuzione spaziale. Aspetti di non poco conto anche dal punto di vista applicativo, in quanto questi suoli sono sovente di alto valore commerciale. Ed è proprio il loro alto valore commerciale che può entrare in conflitto con i loro valori ecologici e culturali.

L'ottimizzazione delle diverse funzioni del suolo in ambienti fortemente antropizzati, oppure completamente costruiti dall'uomo, è quindi un risvolto applicativo molto importante degli studi sulle nuove pedogenesi, tanto da dare origine ad una nuova disciplina, la "pedotecnica".

Vi sono poi i suoli rari o posti in situazioni difficili da studiare, e per questo poco conosciute. E' il caso dei suoli alpini, dove sono il clima estremo, ma anche la morfologia particolare del terreno a rendere i suoli ardui da studiare. Oppure i suoli sommersi. Infine i suoli in grotta, dove sono il fattore tempo e clima, potremmo dire "rallentati", ma anche la ridotta attività biologica, che inducono la genesi di suoli difficilmente paragonabili a quelli in superficie.

I sistemi di classificazione dei suoli cercano di seguire l'evoluzione delle conoscenze sulle nuove pedogenesi, con qualche difficoltà. Il sistema internazionale (WRB, 2006) è certamente quello più sensibile a questa problematica, per cui viene preso come riferimento in questa relazione.

Il caso di studio che si espone è relativo ai suoli formati su residui minerari dell'area di Cartagena, nel sud della Spagna. Lo sfruttamento minerario della zona, iniziato in epoca antichissima, ma sviluppatosi enormemente a partire dall'epoca romana, e continuato fino alla metà del secolo scorso, ha fatto sì che siano state prodotte immense quantità di residui che, in tempi diversi, hanno coperto una superficie di molti chilometri quadrati. I sedimenti si presentano quindi ad un diverso stadio pedogenetico, in funzione non solo del tempo ma anche della natura dei residui, cambiata nei secoli in funzione della natura delle rocce scavate, ma anche delle tecniche di coltivazione delle miniere. I suoli che ne derivano sono posti a morfologie diverse, a volte anche instabili, che sono divenute molto pericolose a seguito del tumultuoso sviluppo urbanistico legato al turismo.

Lo studio si è incentrato sulla caratterizzazione morfologica, chimica ed idrologica dei suoli, al fine di individuare possibili modelli di evoluzione pedogenetica e di verificare la possibile interazione tra l'evoluzione delle proprietà idrologiche del suolo, il rischio di dissesto e le possibilità di loro recupero vegetativo e stabilizzazione.

## **I suoli urbani: problemi attuali e prospettive per la loro gestione**

Franco Ajmone Marsan  
Università degli Studi di Torino  
DIVAPRA-Chimica Agraria e Pedologia  
franco.ajmonemarsan@unito.it

I suoli urbani rappresentano un insieme molto diversificato per proprietà e funzioni. Le varie pressioni ambientali, sociali ed economiche che gravano su di essi rendono molto rapida la dinamica dei processi che li caratterizzano. Come conseguenza il loro studio è molto complesso, a partire dalla difficoltà di un campionamento rappresentativo, che ha fatto sì che venissero spesso esclusi dalle rappresentazioni territoriali. Tuttavia i suoli rappresentano un comparto di fondamentale importanza, proprio in un ambiente estremo come quello urbano. Vengono illustrati numerosi esempi derivanti dalle ricerche più recenti su scala locale e globale.

## **Antropedogenesi ed agricoltura: un legame antico**

Carmelo Dazzi  
Università degli Studi di Palermo  
Dipartimento di Agronomia Ambientale e Territoriale  
dazzi@unipa.it

Le attività dell'uomo che comportano una modificazione anche profonda delle caratteristiche naturali dei suoli sono numerose e molto diversificate. Anche le attività agricole che "da sempre" l'uomo svolge, comportano una profonda modificazione delle caratteristiche dei suoli. Per mettere in evidenza l'antico legame che lega l'uomo/agricoltore al suolo, vengono analizzati i diversi processi di origine antropica che a) determinano cambiamenti delle tipologie pedologiche; b) determinano la costruzione di orizzonti diagnostici; c) determinano la produzione di substrati pedogenetici; d) determinano profonde modificazioni del suolo; e) determinano modificazioni dei pedo-paesaggi; f) determinano cambiamenti del topsoil.

Per ciascuno di questi verranno illustrati gli aspetti salienti anche facendo ricorso a casi di studio. Si farà anche riferimento agli aspetti della classificazione ed alle nuove proposte tassonomiche.

**Pedogenesis of archaeological sites**  
**Pedogenesi in siti archeologici**

Marie-Agnes Courty  
Directeur de Recherche  
UMR 7194 CNRS-MNHN  
IPHES

Institut Català de Paleocologia Humana i Evolució Social  
courty@tautavel.univ-perp.fr

For long, the fingerprints left by past human activities on the soil/sedimentary matrix have been considered to have severely biased the effects of pedogenesis. Here we present the recent achievements from a theoretical and analytical viewpoint that now allow recognising the interplay between pedological processes and human activities. A selection of finely stratified archaeological sites from diverse cultural and geographic settings illustrates the common occurrence of nearly intact ancient soil surfaces that were also occupation floors. This typical surface facies of archaeological sites is shown to result from rapid burial and weak vertical horizonation due high sedimentation rate.

The well preserved record of soil conditions that were concurrent to occupation phases allows approaching pedogenic development at human time-scales. In addition, the excavation of widely extended surfaces helps to control the relevance of soil facies changes at all spatial scales. For each archaeological site, the calibration of pedogenic facies to paleoenvironmental factors using multi-proxies provides diagnostic clues for detecting events that were triggered by local to global changes.

*A lungo è stato ipotizzato che l'impronta lasciata dalle attività antropiche del passato, sulla matrice suolo/sedimenti, abbia influenzato negativamente gli effetti della pedogenesi. In questa relazione saranno presentati dei risultati recenti, da un punto di vista teorico e analitico, che permettono attualmente di rilevare l'interazione tra i processi pedologici e le attività umane. Tramite una selezione di siti archeologici finemente stratificati, di differenti provenienze geografiche e culturali, verrà illustrato ciò che accade sulla superficie di suoli antichi, perlopiù inalterati, un tempo utilizzati come livelli abitativi. La tipica facies superficiale dei siti archeologici è la risultante di un rapido seppellimento e di una debole genesi degli orizzonti dovuta ad un elevato tasso di sedimentazione.*

*Le buone condizioni di conservazione dei suoli di riferimento, contemporanei al periodo di occupazione delle superfici, permettono di considerare lo sviluppo pedogenetico a scale temporali umane. Inoltre, lo scavo di estese superfici è di supporto nel controllo delle relazioni tra i cambiamenti delle facies del suolo a tutte le scale spaziali. In ogni sito archeologico, la calibrazione delle facies pedologiche rispetto ai fattori paleoambientali, mediante l'uso di multiproxies, fornisce indicazioni per il rilevamento di eventi innescati da cambiamenti che vanno da una scala locale ad una globale.*

## Nuove Pedogenesi: i suoli delle discariche minerarie

Claudio Bini  
Università Cà Foscari, Venezia  
Dipartimento di Scienze Ambientali  
bini@unive.it

La ricerca e la coltivazione di giacimenti minerali si sono pressoché esaurite nell'ultimo trentennio del secolo scorso, lasciando un'elevata quantità di discariche disseminate nel territorio, e provocando evidenti danni ambientali (paesaggio, vegetazione, catena alimentare) e alla salute umana. Uno degli aspetti che è importante considerare è il destino di tali materiali, in particolare per quanto riguarda il contenuto anomalo di metalli nelle varie sfere geochimiche (segnatamente la pedosfera e la biosfera). Le attuali conoscenze scientifiche non sono inoltre capaci di chiarire quali siano i processi più importanti che governano la circolazione e la distribuzione degli elementi nelle varie sfere, la cinetica e gli equilibri delle diverse possibili reazioni, i tempi di residenza dei diversi elementi, il trasferimento alle piante, ecc.

Le aree dove sono presenti anomalie geochimiche sia di origine naturale che antropica rappresentano laboratori ideali per studiare i fenomeni di alterazione e dispersione e per la costruzione di modelli che descrivono le modalità di interazione tra il suolo, l'idrosfera e la biosfera. Tali modelli sono il necessario presupposto su cui progettare ogni azione di bonifica, oltre che necessari per la comprensione dell'influenza antropica sul comportamento geochimico di alcuni elementi. Per poter fornire un quadro esauriente dei meccanismi di alterazione ed immissione degli inquinanti nel ciclo biologico è necessario in particolare studiare il sistema naturale posto all'interfaccia tra l'atmosfera, la biosfera e l'idrosfera, cioè il suolo.

Gli studi relativi a questo sistema sono estremamente complessi sia perché molti processi avvengono in condizioni di non equilibrio termodinamico, sia perché gli effetti delle interazioni tra tutte le componenti del sistema non sono perfettamente studiate considerando la molteplicità delle variabili in gioco.

Un approfondimento delle conoscenze relative alle problematiche accennate appare pertanto utile per le seguenti finalizzazioni:

- a) la conoscenza sulla distribuzione degli elementi nelle diverse sfere geochimiche può fornire informazioni sui processi naturali che hanno portato al loro accumulo, all'evoluzione del paesaggio e della copertura pedologica e vegetazionale;
- b) le attività antropiche, i processi tecnologici ed i prodotti dell'industria moderna pongono gravi problemi di contaminazione ambientale. Le acque, i suoli e la vegetazione possono subire effetti apprezzabili da parte di sostanze emesse nell'atmosfera o immesse nelle acque superficiali e di falda e che, dopo un tempo e/o uno spazio più o meno lungo dalla loro emissione/immissione, vengono depositate sulla superficie terrestre.
- c) Lo studio delle specie viventi presenti in ambienti fortemente contaminati può portare alla identificazione di organismi che possono essere indicatori del degrado ambientale di un ecosistema o di organismi che per le loro caratteristiche possono essere utilizzati per il recupero di aree inquinate attraverso tecniche di phytoremediation.

Di seguito sono delineati i grandi tratti della pedogenesi delle discariche minerarie: Parent material; Mineralogia e geochimica; Variabilità spaziale; Morfologia; Tassonomia; Aspetti particolari; Relazioni con idrosfera e biosfera.

Il seminario si concluderà con una panoramica su alcuni casi di studio e sulla geografia dei suoli delle discariche minerarie.

## **Pedogenesis in caves**

### **Pedogenesis in grotta**

Marie-Agnes Courty  
Directeur de Recherche  
UMR 7194 CNRS-MNHN  
IPHES

Institut Català de Paleoeologia Humana i Evolució Social  
courty@tautavel.univ-perp.fr

The paleoenvironmental interest of pedo-sediments deposits occurring in cave settings has been considered to be severely limited due to the lack of long-term soil development, the weakness of soil proxies, the erratic interference with sedimentary input, the effects of erosional hiatus and the bias exerted by past animals and humans. We present here the alternative view that exokarstic deposits offer a great potential for reconstructing short-term pedogenic events that can be paralleled with the millennial-scale climate cyclicity or incidental manifestation of volcanic or cosmic origin.

The approach proposed is based on the microfacies study of pedo-sedimentary deposits of caves from the Mediterranean region by combining multi-scalar observation, analytical data and absolute datings. Cave deposits display a wide range of subsurface soil microfacies that were formed from rapid accumulation of soils from the outside surroundings due to sudden disruption of soil-landscapes. The characteristics of the pedogenic microfacies help to identify sudden mass flow due to heavy rainfall, fast disaggregation caused by sudden drying, production of phosphatised organic facies linked to fire-induced atmospheric acidification, among other paleoenvironmental changes.

*L'interesse paleoambientale nei confronti dei depositi di pedosedimenti che si osservano in ambiente ipogeo è sempre stato considerato fortemente limitato dalla mancanza di suoli sviluppatasi nel lungo periodo, dalla scarsità di indicatori indiretti (proxies), dalle discontinue interferenze dovute agli input sedimentari, dagli effetti dei fenomeni erosivi e dalle modificazioni indotte dagli esseri umani ed animali. In questa sede, viene presentato un punto di vista alternativo, basato sul fatto che i depositi esocarsici offrono un elevato potenziale per ricostruire gli eventi pedogenetici di breve termine in modo da confrontarli con la ciclicità climatica su scala millenaria o con la casuale incidenza di eventi cosmici o vulcanici. L'approccio proposto è basato sullo studio di micro facies di depositi di pedosedimenti provenienti da alcune grotte della regione Mediterranea e derivanti dalla combinazione di osservazioni multi scalari, di dati analitici e datazioni assolute. I depositi in grotta mostrano un'ampia varietà di micro facies subsuperficiali di suolo, formatesi dall'accumularsi di suoli improvvisamente disgregatisi negli ambienti esterni prossimi alla grotta. Le caratteristiche di tali micro facies sono d'aiuto nell'individuazione di alcune variazioni paleo ambientali, tra le quali improvvisi flussi di massa dovuti ad abbondanti precipitazioni, rapida disaggregazione causata da aridità improvvisa, produzione di facies organiche fosfatizzate collegate a fenomeni di acidificazione atmosferica indotti dalla combustione.*

## **Pedotecnologie applicate ai suoli contaminati in discariche abusive. Metodi e Tecniche di studio e recupero pedofunzionale**

Andrea Buondonno  
Seconda Università degli Studi di Napoli  
Dipartimento di Scienze Ambientali  
andrea.buondonno@unina2.it

Il Seminario si svolgerà in due parti. Nella prima verranno trattati i seguenti argomenti:

- definizioni di Pedotecnica e di Contaminazione;
- suoli contaminati in Campania. L'argomento verrà trattato tramite l'analisi di un caso studio paradigmatico ovvero quello delle discariche abusive (scarti ferrosi di fonderia) in ambiente agrario, con particolare riferimento alle aree golenali del Fiume Volturno (località Canale Portillo, S. Maria la Fossa, provincia di Caserta);
- aspetti normativi: come operare in caso di (sospetta) contaminazione del suolo, dal D.M. 471/99 al D.Lgs. 152/2006;
- Piano di Caratterizzazione del sito, metodi e tecniche integrate di indagini chimiche e chimico-fisiche di routine, XRD, EDS, SEM, SR;
- Il rilevamento pedologico a supporto del Modello Concettuale: influenza della dinamica fluviale su processi di entisolizzazione e sepoltura di suoli; influenza delle proprietà vertiche dei suoli e delle attività agricole sulla distribuzione della contaminazione primaria e residuale.

Nella seconda parte si affronteranno i seguenti aspetti:

- Piano di Investigazione Iniziale: definizione della griglia di rilevamento e distribuzione spaziale della contaminazione;
- Linee guida di Bonifica ed elaborazione del Progetto Preliminare: "Pedotecnologie per il recupero della pedofunzionalità ed il restauro del pedopaesaggio";
- breve excursus sulle caratteristiche geolitomineralogiche e sulle proprietà chimico-fisiche di Zeoliti naturali e Tufi Zeolitizzati;
- impiego di matrici organo-zeolitiche per la realizzazione del Technosol;
- considerazioni finali;
- mediante il supporto degli organizzatori del Corso in veste di tutor, breve forum/esercitazione collettiva con gli allievi sulle problematiche di inquadramento tassonomico dei suoli contaminati.

## Suoli tecnogenici: Pedotecnologie in aree di cava

Ermanno Zanini

Università degli Studi di Torino

DIVAPRA-Chimica Agraria e Pedologia

Università degli Studi di Torino

NatRisk- Research Centre of Natural Risks in Mountain and Hilly Environments

ermanno.zanini@unito.it

Le attività estrattive legate all'Alta Velocità Ferroviaria Torino-Milano, come quelle relative al ripristino, rientrano nel sistema delle Grandi Opere. Le operazioni di costruzione della Linea Ferroviaria ad Alta Velocità hanno apportato intense moli di lavoro, terminate nel 2005, risollevando l'economia della zona. Di contro tali operazioni, con i loro annessi, hanno provocato sconvolgimenti più o meno intensi sul territorio tra cui 11 grandi cave di inerti per edilizia di dimensione variabile dai 30 ai 60 ha. Si presenta pertanto la necessità di tornare ad una situazione prossima a quella preesistente, operando interventi atti a recuperare le aree in cui risulta ipotizzabile e realizzabile un ripristino. La normativa attuale disciplina maggiormente la pianificazione territoriale e l'analisi dei potenziali rischi per l'ambiente, mentre si occupa solo marginalmente delle attività di ripristino. Viene quindi presentata la realizzazione di un restauro pedoambientale della "Cava Viazza" di Cigliano (VC), proposta nell'ambito della convenzione tra il Dipartimento di Valorizzazione e Protezione delle Risorse Agroforestali dell'Università di Torino e l'Amministrazione Comunale di Cigliano. L'ipotesi progettuale compie un passo ulteriore, rispetto a quanto stabilito dalla normativa, descrivendo le attività necessarie al recupero dell'area al fine di ottenere, per quanto possibile, suoli agrari "paragonabili" a quelli preesistenti. Il progetto è altresì improntato alla massima sostenibilità economica, anche se non sarà possibile ottenere un ambiente veramente produttivo in tempi brevi senza un adeguato investimento. Il progetto definisce una serie di interventi che riguardano le due fasi principali di recupero dell'area di cava: una riguardante le attività di ritombamento e l'altra relativa alla definizione dell'assetto finale dei suoli antropogenici dell'area. In relazione alla profondità di coltivazione delle differenti porzioni di cava sono stati diversificati gli interventi riguardanti le operazioni di ritombamento e, di conseguenza, di ripristino delle caratteristiche chimico-fisiche dei suoli. Le scelte operate riguardano le tipologie ed i quantitativi di materiali alloctoni da apportare al fine di conseguire nuovamente una fertilità dei suoli adatta a scopi agronomici. Il progetto ha previsto un controllo periodico delle attività di ritombamento, effettuato anche a lavori ultimati, che prosegue tuttora.

18/11/06

## Pedotecnica e restauro pedologico: Le piste da sci

Michele Freppaz  
Università degli Studi di Torino  
DIVAPRA-Chimica Agraria e Pedologia  
michele.freppaz@unito.it

In ambiente alpino lo sviluppo del turismo invernale ha determinato un diffuso cambiamento di destinazione d'uso del suolo, con la trasformazione di superfici forestali ed agricole in piste per lo sci alpino. L'estensione e la qualità del domaine skiable, unitamente alla dotazione di impianti di risalita sempre più sicuri e veloci, garantiscono infatti la competitività dei centri turistici invernali. Nel 1996 il Rapporto sullo stato delle Alpi (CIPRA, 1996) riportava per il territorio alpino un numero di impianti di risalita pari a 10.033 unità, con una portata oraria di 8,7 milioni di passeggeri.

Per quanto concerne l'Arco Alpino Italiano, questo è percorso complessivamente da 40.000 km di piste e nella sola Regione Piemonte si contano 410 impianti di risalita, concentrati principalmente nella Provincia di Torino (circa 38%) e di Cuneo (circa 35%). Nella Valle di Susa, sede dei Giochi Olimpici Invernali del 2006, attualmente si contano 119 impianti di risalita e 140 piste, per un totale di 400 km lineari di piste.

I lavori di costruzione delle piste da sci richiedono interventi piuttosto intensi sul territorio, con possibili conseguenze sulla qualità dei suoli. Nella maggior parte dei casi gli interventi prevedono operazioni di sbancamento, con l'asportazione totale o parziale del suolo pre-esistente, e l'apporto di suolo alloctono o, previa vagliatura con le macchine operatrici, della frazione più fine del suolo locale. La superficie viene quindi livellata prima di procedere alla semina ed alla concimazione, spesso effettuata mediante l'impiego di fertilizzanti organici provenienti dalle aziende zootecniche di fondovalle. Questi interventi, che richiedono cospicui investimenti, rendono possibile la pratica dello sci anche con una ridotta quantità di neve, facilitando inoltre la gestione del manto nevoso durante la stagione invernale.

L'analisi pedologica condotta in Comprensori sciistici delle Alpi Italiane e Svizzere ha fatto emergere in genere una ridotta potenza di questi suoli, a tessitura generalmente franco sabbiosa. Il modesto grado di evoluzione determina in genere un ridotto sviluppo delle proprietà fisiche, quali la formazione di aggregati, con potenziali problemi di compattamento, riduzione della permeabilità e della stabilità strutturale. Il ciclo degli elementi nutritivi del suolo in questi ambienti è condizionato dalle tecniche di gestione del manto nevoso nel corso della stagione invernale. La battitura del manto nevoso, ad esempio, riducendo la naturale azione isolante della neve, può causare una significativa riduzione della temperatura media del suolo ed un aumento del numero di cicli gelo/disgelo, con possibili effetti sulla dinamica degli elementi nutritivi.

I notevoli investimenti effettuati negli ultimi anni per l'ampliamento dei comprensori sciistici con la costruzione e l'allargamento dei tracciati possono però dare i propri frutti soltanto in presenza di un adeguato innevamento. La diffusione degli impianti per la produzione di neve programmata è quindi aumentata sensibilmente, soprattutto in seguito allo scarso innevamento naturale protrattosi per numerosi inverni nella seconda metà degli anni Ottanta. Nel 1996 la superficie innevata artificialmente nell'Arco Alpino era già di circa 7000 ettari. Le caratteristiche chimico-fisiche della neve programmata sono differenti rispetto alla neve naturale. I cristalli sono arrotondati e la densità, compresa fra 360 e 450 kg m<sup>-3</sup>, è superiore rispetto alla densità della neve naturale, in genere pari a 100-200 kg m<sup>-3</sup>. La concentrazione di ioni è generalmente superiore, e questo in relazione alla qualità dell'acqua impiegata nella produzione, in genere prelevata da torrenti, bacini artificiali di raccolta o pozzi. A tale proposito occorre tenere presente che il

consumo specifico medio di acqua per la produzione di neve programmata è di 220 litri ogni metro quadrato di superficie innevata. Durante il disgelo primaverile l'immissione di una quantità superiore di elementi nutritivi rispetto alla neve naturale può influenzare la qualità dei suoli e delle acque.

Sempre più numerosi sono gli studi condotti sull'impatto della gestione del manto nevoso nei comprensori sciistici sulla qualità del suolo e della vegetazione. L'attenzione alle specifiche problematiche di questi pedo-ambienti deve costituire un importante elemento di valutazione, volto ad esempio all'attribuzione di un marchio di qualità ai comprensori sciistici, sul modello americano del Sustainable Slopes ([www.nsaa.org/nsaa2002/\\_home.asp](http://www.nsaa.org/nsaa2002/_home.asp)).

