



**Uso e qualità del suolo**

**Contaminazione del suolo**

**Degradazione fisica e biologica**



Il percorso europeo verso una nuova politica comunitaria sulla protezione del suolo sta ormai entrando nella sua fase decisiva, dopo che la Comunicazione COM (179) 2002 aveva segnato un traguardo fondamentale nel definire le principali minacce del suolo e, soprattutto, nel ribadire la grande importanza di questa matrice come risorsa non rinnovabile, dalla cui qualità dipende la vita di una miriade di specie e organismi animali e vegetali.

I lavori preparatori dei *Technical Working Groups* (TWGs) europei che hanno supportato la DG Ambiente nella fase di elaborazione della nuova strategia tematica sono disponibili in rete ([http://eusoils.jrc.it/ESDB\\_Archive/Polices/STSWeb/start.htm](http://eusoils.jrc.it/ESDB_Archive/Polices/STSWeb/start.htm)) e rappresentano un'opera scientifica di grande interesse sia per i dati contenuti sia per le proposte operative concrete che vengono suggerite.

Anche a livello nazionale l'Apat ha in via di pubblicazione un interessante volume dal titolo "Stato del suolo in Italia", costruito con la collaborazione dell'Osservatorio Pedologico Nazionale, del Centro Tematico Nazionale Territorio e Suolo e del sistema agenziale.

Le problematiche evidenziate a livello europeo e nazionale sono presenti anche sul territorio piemontese, e questo capitolo si propone di evidenziarne alcune. Per fare ciò è importante la disponibilità dei dati del Corine Land Cover (CLC) 2000, poiché il confronto con l'analogo CLC 1990 fornisce interessanti informazioni sull'uso del suolo attuale e sui cambiamenti dell'ultimo decennio.

Le informazioni qualitative si basano invece sul lavoro dell'IPLA per la parte pedologica e sulla rete di monitoraggio ambientale del suolo creata da Arpa per l'aspetto chimico e biologico.

Indicatore / Indice	DPSIR	Unità di misura	Livello territoriale	Disponibilità dei dati	Situazione attuale	Trend
Uso del suolo secondo il nuovo CLC 2000	D	%/ha	Provincia	+++	☹	☹
Bilancio dei cambiamenti nella classe "superfici artificiali" tra il 1990 e il 2000	S	ha	Provincia	+++	☹	☹
Bilancio sulla componente agricola	S	ha	Provincia	+++	☹	☹
Bilancio sulle aree naturali e seminaturali	S	ha	Provincia	+++	☺	☹
Metalli pesanti	S	mg/kg	Regione	+++	☹	
Inquinanti Organici	S	mg/kg; ng/kg	Regione	+++	☹	
Urbanizzazione e infrastrutture	D		Provincia	+++	☹	☹
Frammentazione del territorio	I		Provincia	+++	☹	☹
Superficie percorsa da incendi	S	ha	Regione Provincia	+++	☹	☹

## 5.1 USO E QUALITÀ DEL SUOLO

### 5.1.1 Uso del suolo secondo il nuovo CLC 2000

#### **Il progetto Corine Land Cover**

Dal 1985 al 1990 la Commissione Europea ha realizzato il Programma CORINE (*Coordination of Information on the Environment*) con lo scopo principale di ottenere informazioni ambientali armonizzate e coordinate a livello europeo. Il Programma CORINE, oltre a raccogliere i dati geografici di base in forma armonizzata (coste, limiti amministrativi nazionali, industrie, reti di trasporto, ecc.), prevede l'analisi dei più importanti parametri ambientali quali copertura e uso del suolo (*CORINE Land Cover*), emissioni in atmosfera (*Corineair*), definizione ed estensione degli ambienti naturali (*CORINE Biotopes*), mappatura del rischio d'erosione dei suoli (*CORINE Erosion*). Dal 1991 il Programma è stato esteso anche ai paesi dell'Europa Centrale e dell'est europeo.

Obiettivo del *Corine Land Cover* (CLC) è quello di fornire informazioni sulla copertura del suolo e sui cambiamenti nel tempo comparabili e omogenei per tutti i paesi aderenti al progetto (attualmente 31 paesi compresi anche alcuni del Nord Africa).

La fotointerpretazione da immagini satellitari (Landsat 5 e 7) ha reso il costo del progetto sostenibile.

Il sistema informativo geografico si compone di 44 classi di copertura del suolo suddivise in 3 livelli (5 classi per il primo livello, 15 per il secondo livello e 44 per il terzo).

La prima realizzazione è stata condotta a partire dagli anni '80 e ha portato alla realizzazione del CLC 90.

#### **Il progetto I&CLC2000**

L'obiettivo principale del progetto è l'aggiornamento del database CLC con una rappresentazione all'anno 2000.

Il progetto I&CLC2000 si compone di due elementi:

- IMAGE2000 che provvede all'acquisizione della copertura a livello europeo delle immagini satellitari Landsat 7ETM+,
- CLC2000 che provvede alla fotointerpretazione delle immagini satellitari e alla classificazione della copertura del suolo, alla definizione dei cambiamenti della copertura del suolo rispetto al CLC90 e anche alla revisione di quest'ultimo. Le immagini satellitari Landsat 7 ETM+ sono state acquisite nel periodo 1999-2001 e successivamente sono state ortorettificate e mosaicate. Esse rappresentano la base per l'aggiornamento del CLC90 al CLC2000.

I prodotti vettoriali ottenuti con il progetto CLC in Italia sono rappresentati da:

- CLC 90 vettoriale rivisto sulla base delle Immagini Landsat 5 TM (IMAGE 90)
- CLC 2000 vettoriale
- CLC Change vettoriale con i cambiamenti di copertura del suolo tra il 1990 e il 2000

Per l'ottenimento di informazioni sui cambiamenti sull'uso e copertura del suolo tra il 1990 e 2000 si è resa necessaria in primo luogo un'operazione di correzione geometrica e di contenuti tra il CLC 1990 e il 2000, fondamentale per evitare di confondere come cambiamento di uso del suolo ciò che in realtà era una distorsione geometrica tra i due strati presi in considerazione.

Il CLC 90, realizzato da soggetti diversi e per questo caratterizzato da una certa disomogeneità dei dati e dei risultati, è stato rivisitato e ricondotto agli standard previsti dal progetto (minima unità cartografabile, nomenclatura, accuratezza ecc.) grazie all'acquisizione da parte di APAT di una nuova copertura di immagini LANDSAT 5 riferibili al 1990, definita IMAGE90.

Per l'operazione di adeguamento geometrico dei due strati sono state prese a riferimento le immagini ortorettificate Landsat 7 ETM+ del progetto IMAGE2000. Successivamente è stata effettuata una classificazione semi-automatica sulle immagini Landsat per dare supporto alle attività di fotointerpretazione, condotte sulle immagini Landsat in ambiente GIS e finalizzate alla correzione degli errori non sistematici del CLC 90, alla realizzazione della copertura CLC2000 con il cambiamento dei limiti di copertura del suolo (con minima unità cartografabile di 25 ha) e alla creazione di CLC Change, ottenuto come variazione tra la copertura del suolo 1990 e 2000 (con minima unità cartografabile di 5 ettari).

La legenda del CLC, come già accennato, è strutturata in 44 classi divise in 3 livelli. Al primo livello vi sono le classi gerarchiche più elevate di copertura del suolo (es. Urbano, Agricolo, Forestale ecc.), le altre due classi gerarchiche sono degli approfondimenti via via maggiori (es. Classe 2 Terre agricole, classe 2.1 Seminativi, 2.1.1 Seminativi non irrigati). Nel 2000 il Ministero per l'ambiente e la tutela del territorio ha realizzato il IV livello di copertura del suolo per la classe delle aree naturali e seminaturali (Classe 3 della legenda). La definizione del IV livello è avvenuta per via fotointerpretativa da immagini Landsat 5 TM riferibili al 1998. Il IV livello per la classe delle aree natu-

rali e seminaturali è sicuramente un valore aggiunto all'originaria impostazione della legenda del CLC, soprattutto per un territorio quale quello italiano dove le formazioni forestali coprono una gran parte del *territorio nazionale*.

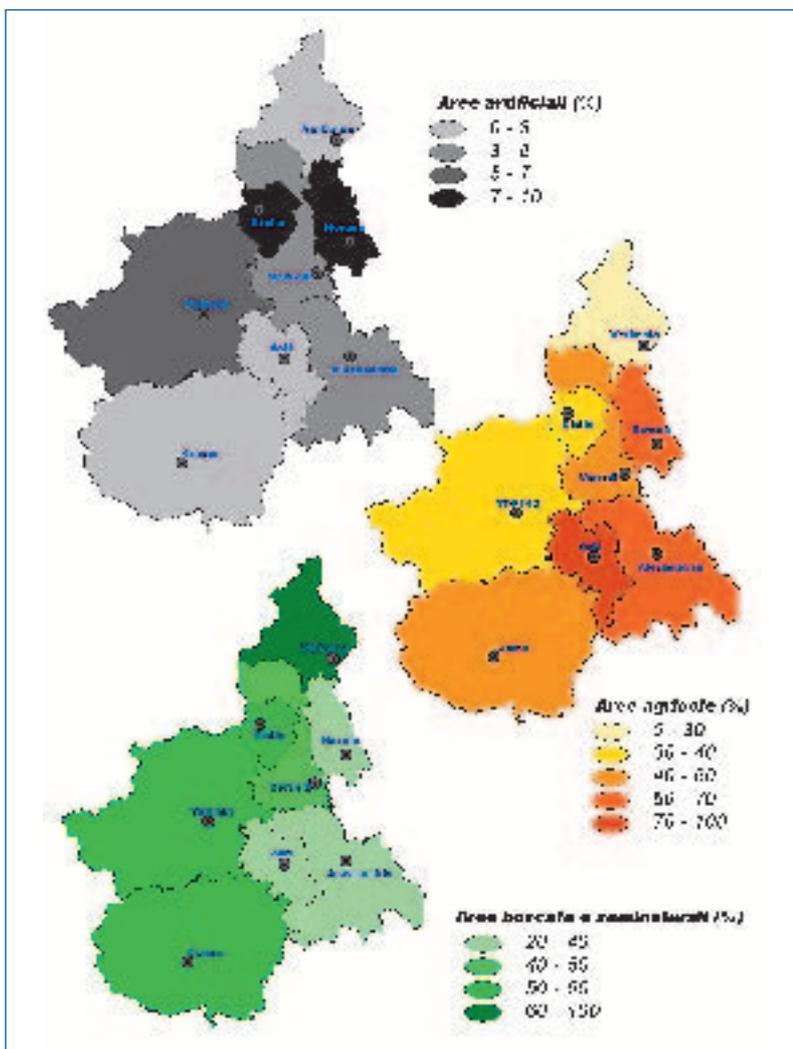
La qualità dei prodotti è assicurata innanzitutto dagli operatori che hanno eseguito la fotointerpretazione: sono stati organizzati appositi corsi di addestramento a cura dall'APAT in collaborazione con il Topic Centre Terrestrial Environment dell'Agenzia Europea per l'Ambiente per garantire l'uniformità della fotointerpretazione. Sono stati inoltre effettuati controlli sui prodotti realizzati, con l'utilizzo di carte dell'uso del suolo a scala maggiore e con l'ausilio delle ortofoto sia in bianco e nero che a colori.

Su circa 12.000 unità campionarie costituite da aree circolari di 50 ettari di superficie, dislocate in maniera casuale all'interno di celle generate da un reticolo



sistematico con passo di 5 km appoggiato al sistema di coordinate UTM - WGS 84 fuso 32, è stato condotto un ulteriore controllo sulla base del CLC 2000 e delle ortofoto digitali del volo IT2000. Un sottocampione di circa 500 unità campionarie, definite unità campionarie di II livello, è stato sottoposto a controllo diretto in campagna. Per queste ultime è stato realizzato anche un database di immagini in formato digitale. La metodologia per i controlli sulle unità campionarie di I e II livello non è stata imposta dal Progetto CLC2000, ma ideata e realizzata a cura dell'APAT. I controlli sono stati eseguiti dalle competenti ARPA regionali con l'aiuto dei Centri Tematici Territorio e Suolo (CTN-TES) e Natura e Biodiversità (CTN-NEB).

**Figura 5.1 - Stato attuale dell'uso del suolo in Piemonte al 2000 in percentuale della superficie provinciale**



Fonte: Elaborazioni Arpa Piemonte su dati I&CLC 2000

### 5.1.2 Stato attuale e evoluzione nel periodo 1990 - 2000

L'uso del suolo descrive la variazione quantitativa dei vari tipi di aree individuate come omogenee al loro interno (agricole, urbane, industriali, corpi idrici, infrastrutture, ricreative, naturalistiche, ecc...), alla scala di indagine e alla metodologia utilizzata.

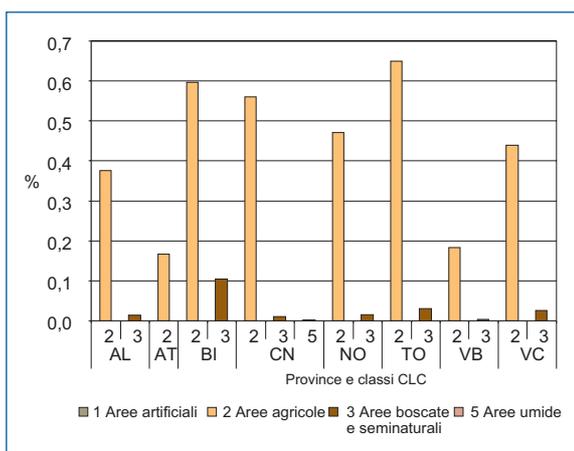
È l'unico indicatore che visualizza l'entità e l'estensione delle principali attività antropiche presenti sul territorio ed è in grado di individuare i cambiamenti nell'uso del suolo in agricoltura.

#### Bilancio dei cambiamenti nella classe "superfici artificiali" tra il 1990 e il 2000

Da un'analisi dei dati derivanti dal progetto I&CLC2000 non si riscontrano modificazioni all'interno delle aree classificate come "Tessuto urbano" nel 1990 tranne due eccezioni di trasformazione di tessuto urbano discontinuo in unità industriali e commerciali.

Gli incrementi di superfici artificiali sono riportati in tabella 5.1 dove sono evidenziati per tipologia e per provincia.

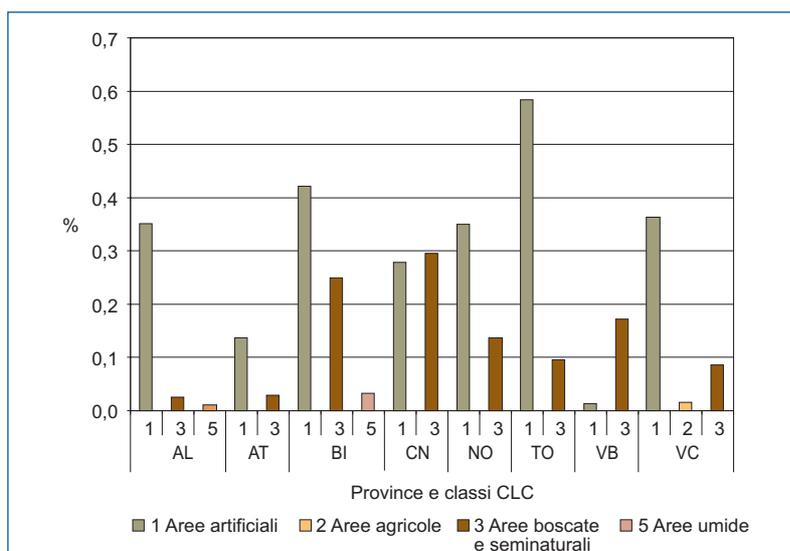
Figura 5.2 - Perdite di uso del suolo tra il 1990 e il 2000



Fonte: Elaborazioni Arpa Piemonte su dati I&amp;CLC 2000

Per ogni provincia risulta evidente come gli incrementi illustrati in figura 5.3 siano praticamente tutti avvenuti a spese della classe "Aree agricole"

Figura 5.3 - Incrementi di uso del suolo tra il 1990 e il 2000



Fonte: Elaborazioni Arpa Piemonte su dati I&amp;CLC 2000

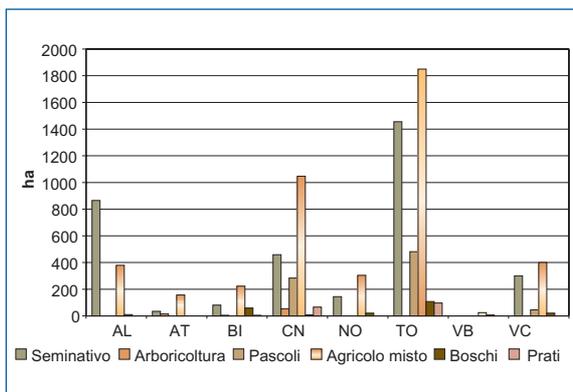
Tabella 5.1 - Incrementi nella classe "Superfici artificiali" tra il 1990 e il 2000

Province	Superfici Artificiali	Incremento - ha
Alessandria	Tessuto urbano discontinuo	608.482
	Unità industriali o commerciali	418.395
	Aree attrezzate e di servizio per lo sport e il tempo libero	226.834
Asti	Tessuto urbano discontinuo	125.939
	Unità industriali o commerciali	81.176
	Aree estrattive	35.8
Biella	Tessuto urbano discontinuo	232.247
	Unità industriali o commerciali	69.551
	Aree estrattive	36.406
Cuneo	Tessuto urbano discontinuo	1.359.796
	Unità industriali o commerciali	581.865
	Aree estrattive	19.242
Novara	Tessuto urbano discontinuo	15.18
	Unità industriali o commerciali	92.762
	Strade e ferrovie e territori associati	52.736
Torino	Tessuto urbano discontinuo	56.974
	Unità industriali o commerciali	58.024
	Aree estrattive	208.928
Verbania	Tessuto urbano discontinuo	3.015.096
	Unità industriali o commerciali	823.02
	Strade e ferrovie e territori associati	17.334
Vercelli	Tessuto urbano discontinuo	34.886
	Unità industriali o commerciali	50.256
	Aree in costruzione	50.964
Totale complessivo	Tessuto urbano discontinuo	31.395
	Unità industriali o commerciali	342.334
	Aree estrattive	357.599
		67.533
		9.070.754

Fonte: Elaborazioni Arpa Piemonte su dati I&amp;CLC 2000

• Si nota un generale incremento delle superfici artificiali, che accomuna in maniera più o meno consistente tutte le province ad eccezione di quella di Verbania, e parallelamente un aumento delle superfici boscate e aree seminaturali, in alcuni casi prevalenti all'incremento di superficie artificiale (province di Cuneo e Verbania).

**Figura 5.4 - Rappresentazione delle perdite nelle altre classi Corine a causa dell'incremento di urbanizzato**



Fonte: Elaborazioni Arpa Piemonte su dati I&CLC 2000

Si deve evidenziare come la fonte del dato, per la metodologia di rilievo e la scala a cui viene presentato, si presta male ad una approfondita analisi per quanto riguarda la componente "Artificiale" dell'uso del suolo in quanto sottostima la realtà, escludendo tutte quelle superfici che sono inferiori ai 25 ettari, non certamente marginali.

I dati Corine sono però utili per una indagine dei cambiamenti nel tempo in quanto sono una, se non l'unica, fonte di informazione con un aggiornamento nel tempo che utilizza per i diversi anni di rilevamento la stessa metodologia.

Una migliore rappresentazione dello stato della tematica è presentato nel sottocapitolo Urbanizzazione e infrastrutture.

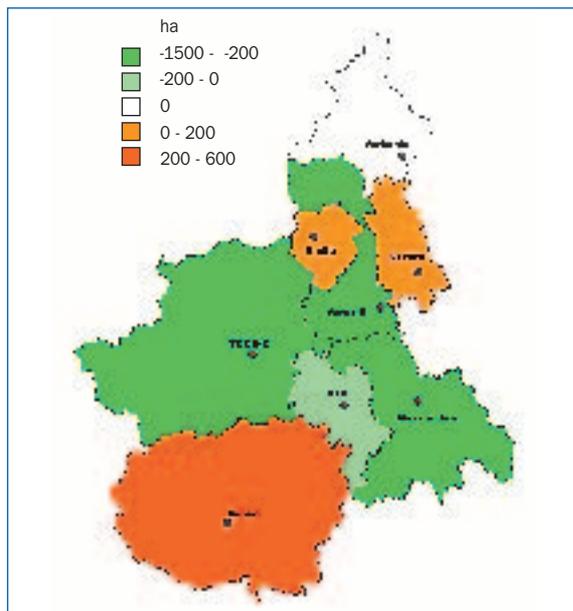
**Bilancio sulla componente agricola**

Dai dati del progetto I& CLC2000 è possibile indagare quale sia stata l'evoluzione dell'uso del suolo da parte di coltivazioni agrarie intensive.

Si assiste ad una diminuzione dell'impatto dell'agricoltura intensiva nelle province di Torino, marcatamente nei seminativi, Alessandria con perdite nel seminativo e nella risaia, e Vercelli, dove si assiste alla massima riduzione dei terreni coltivati a riso, e meno marcatamente Asti.

Si evidenziano invece rilevanti incrementi nel cuneese, dove aumentano soprattutto i seminativi ma anche i vigneti e i frutteti, e, meno marcati nel biellese e novarese, limitatamente ai seminativi. La Provincia di Verbania si differenzia per non aver subito modifiche nel corso del decennio.

**Figura 5.5 - Bilancio dei cambiamenti sulla componente agricola tra il 1990 e il 2000**

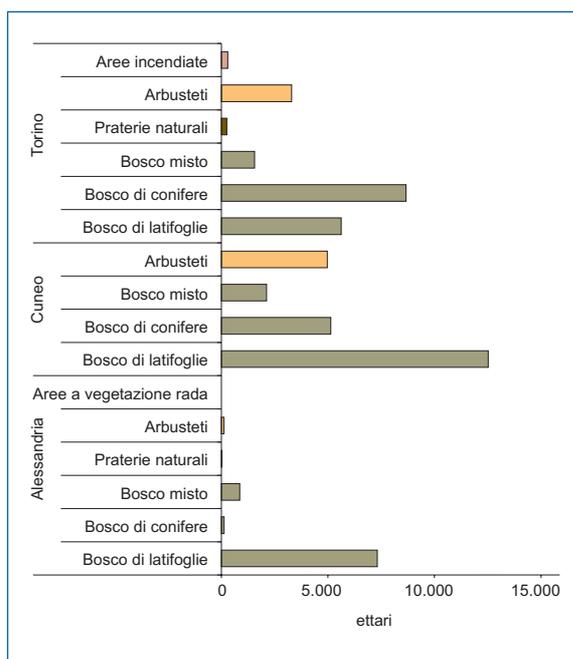


Fonte: Elaborazioni Arpa Piemonte su dati I&CLC 2000

**Bilancio sulle aree naturali e seminaturali**

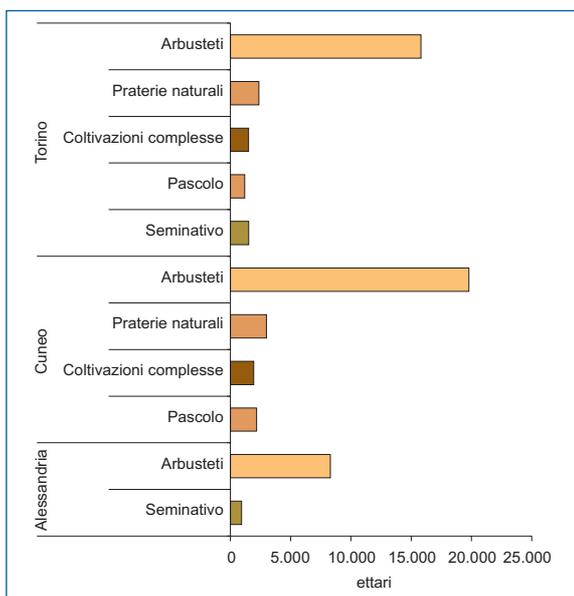
Si riportano per semplicità i dati riferiti alle tre Province maggiormente interessate dall'incremento delle superfici boscate e seminaturali, incremento che, anche se in maniera ridotta, interessa comunque tutto il Piemonte.

**Figura 5.6 - Incrementi di uso del suolo tra il 1990 e il 2000 nella classe Boschi e aree seminaturali**



Fonte: Elaborazioni Arpa Piemonte su dati I&CLC 2000

**Figura 5.7 - Perdite di uso del suolo tra il 1990 e il 2000 a causa dell'incremento della classe Boschi e aree seminaturali**



Fonte: Elaborazioni Arpa Piemonte su dati I&CLC 2000

## box 1 Cartografia pedologica - Le Carte dei Suoli e la Cartografia Pedologica derivata in Piemonte

A cura di **Mauro Piazzi e Paolo Martalò** -  
IPLA Torino

Lo studio e la classificazione delle caratteristiche, delle proprietà e del comportamento dei suoli devono essere affiancati da una efficace restituzione cartografica per poter assumere un ruolo strategico nelle politiche ambientali e territoriali di una regione. Attraverso la cartografia, infatti, le conoscenze sui suoli acquisite anche in ambiti territoriali ristretti possono essere estese, con il dovuto rigore, ad aree più ampie, omogenee dal punto di vista dei caratteri pedologici.

Le attività proprie della Pedologia Regionale, pertanto, devono essere orientate anzitutto al riconoscimento delle principali tipologie di suolo presenti sul territorio e alla definizione della loro distribuzione geografica alle diverse scale. Parallelamente a questa attività, finalizzata a delineare la geografia regionale dei suoli attraverso lo strumento della "Carta dei suoli", si devono sviluppare anche chiavi interpretative del territorio su temi specifici, utilizzando le informazioni geografiche e quelle pedologiche di base contenute nelle

carte dei suoli.

In Piemonte, tutti i programmi di rilevamento e cartografia dei suoli sono stati coordinati dal Settore Suolo dell'IPLA, Ente strumentale della Regione Piemonte, che ha anche svolto buona parte delle attività operative. Tali programmi si svolgono, in armonia con le regioni confinanti, alla scala di 1:250.000 e di 1:50.000.

La scala 1:250.000, detta anche "scala di riconoscimento", fornisce strumenti omogenei per metodologia e contenuto informativo sull'intero territorio piemontese e costituisce altresì lo strumento principale per il confronto con le altre regioni italiane ed europee in materia di suolo. Il progetto principale, finanziato con il contributo dei fondi del PIC Agricoltura e Qualità, è rappresentato dalla "Carta dei suoli del Piemonte". Questo progetto, il cui termine è previsto per la metà del 2006, doterà la Regione Piemonte di una serie di strumenti di cartografia pedologica a scala di riconoscimento. Oltre alla Carta dei suoli, infatti, sono state realizzate (o sono in corso di realizzazione) una serie di carte tematiche:

- Carta della Capacità protettiva del

Dal confronto tra i due grafici riportati si evidenzia l'incremento di bosco e di arbusteti a scapito di superfici classificate nel 1990 come praterie, seminativi e arbusteti.

Questo è un chiaro segnale dell'abbandono di superfici coltivate marginali (prati ma soprattutto pascoli montani) con evoluzione naturale di queste ad arbusteti e parallelamente l'evoluzione dell'arbusteto a superficie boscata vera e propria.

suolo nei confronti delle acque sotterranee, a sostegno delle politiche di attuazione del regolamento regionale 9R/2003;

- Carta del Contenuto in Carbonio Organico dei suoli, come supporto alle decisioni per la corretta applicazione del Protocollo di Kyoto a scala regionale;
- Carta dell'attitudine dei suoli alla produzione del Tartufo bianco pregiato (*T. magnatum, Pico*), per l'individuazione delle aree maggiormente indicate per l'impianto di tartufo;
- Carta dell'attitudine dei suoli alla coltivazione del frumento, per la valorizzazione delle potenzialità cerealicole locali;
- Carta degli ambiti planiziali prioritariamente destinabili all'arboricoltura da legno e al bosco, per il sostegno delle politiche di imboschimento dei terreni agricoli.

Nel caso dei programmi a scala 1:50.000 (scala di semi-dettaglio), invece, l'obiettivo è quello di produrre uno strumento cartografico utilizzabile in ambiti territoriali ristretti per permettere il riconoscimento delle principali tipologie di suolo e supportare le scelte tec-

niche locali a livello ambientale o agricolo. Il programma di rilevamento e cartografia dei suoli in scala 1:50000 è in corso da oltre un decennio e attualmente ha riguardato circa l'80% della pianura piemontese. Le sue attività sono state promosse dagli Assessorati Agricoltura, Ambiente e Pianificazione Territoriale, dando priorità di realizzazione ai territori ritenuti a maggior rischio ambientale o strategici dal punto di vista agricolo. Anche in questo caso, accanto alla Carta dei Suoli, sono prodotte una serie di cartografie derivate relative ad alcune caratteristiche del suolo nei suoi diversi orizzonti funzionali; tessitura, pH, pietrosità, contenuto di carbonato di calcio, drenaggio, capacità d'uso.

Alle diverse scale, inoltre, le cartografie prodotte sono accompagnate dalla raccolta delle schede monografiche che illustrano le Unità Cartografiche e le Unità Tipologiche di Suolo riconosciute. Lo svolgimento dei diversi programmi di cartografia del suolo ha inoltre determinato, nel corso degli anni, la redazione della documentazione tecnica necessaria alle attività pedologiche. È stata così predisposta una scheda per la descrizione delle osservazioni in campo con il relativo manuale di campagna, una raccolta di linee guida per l'organizzazione di un rilevamento pedologico e un glossario dei termini per agevolare l'uso delle Carte dei suoli e delle relative note illustrative da parte dei tecnici di altre discipline. Naturalmente l'intero "corpus" di documenti tecnici è redatto sulla base di metodologie standardizzate a livello internazionale e nazionale. Parallelamente alle attività di cartografia del suolo, un notevole sforzo è stato posto in atto per rendere disponibili le informazioni sul suolo ad una vasta utenza attraverso la messa in linea di una sezione delle pagine internet istituzionali della Regione Piemonte dedicata alla pedologia regionale

([http://www.regione.piemonte.it/agri/suoli\\_terreni/index.htm](http://www.regione.piemonte.it/agri/suoli_terreni/index.htm)). Con questo strumento si intende raccogliere organizzare e unificare in un sistema accessibile strumenti e risultati della politica regionale di studio del suolo.

La sezione "Suoli" del web regionale è formata da una parte contenente pagine statiche di presentazione delle attività, dei loro risultati e della documentazione tecnica, e da una parte che permette la consultazione dinamica delle cartografie pedologiche.

Nella sezione statica, le informazioni sono organizzate per favorire l'acquisizione sui PC dell'utenza, attraverso un accesso tematico alle diverse risorse disponibili, così strutturate:

**Catalogo Regionale dei suoli:** è formato dalla collezione delle schede monografiche, in formato .pdf, relative alle Unità tipologiche di suolo descritte in Piemonte con la descrizione di caratteristiche e proprietà del suolo e la descrizione di un profilo pedologico di riferimento.

**Atlante Cartografico dei suoli:** disponibile sia per le carte a scala 1:250.000, sia per quelle 1:50.000, è costituito dalla raccolta delle cartografie pedologiche realizzate dall'Ipla per conto della Regione Piemonte.

**Manuali:** questa sezione comprende la raccolta dei criteri e degli strumenti per le attività di rilevamento e cartografia dei suoli utilizzati in Piemonte. All'interno della sezione si possono liberamente consultare e scaricare le "Linee guida per l'attività pedologica", il "Manuale di campagna per il rilevamento e la descrizione dei suoli", "Glossario pedologico". Vi si trovano ancora gli indirizzi metodologici utilizzati in Piemonte per definire la "Capacità protettiva dei suoli nei confronti delle Acque" e la "Carta Europea del Suolo", documento promulgato dal Consiglio d'Europa sulla protezione dei suoli.

Nella sezione dinamica, dopo aver scel-

to la scala della carta che si intende interrogare, è possibile la consultazione geografica delle carte dei suoli e delle carte pedologiche derivate, utilizzando tecnologie "Web-GIS" che permettono la consultazione di più livelli informativi contemporaneamente e l'interrogazione di tipo geografico. Si tratta quindi di un sistema che permette all'utente una consultazione "personalizzata" della cartografia pedologica, sulla base della zona e del tema di proprio interesse. È pertanto possibile ottenere tutte le informazioni disponibili per una certa area oppure ricercare tutte le zone caratterizzate da certe caratteristiche o proprietà del suolo; al termine della selezione, poi, si può accedere alla raccolta delle schede monografiche relative alle unità cartografiche e alle unità tipologiche di suolo selezionate e/o alle cartografie disponibili, scaricabili in formato .pdf.

Grazie agli sforzi compiuti in questi ultimi anni, quindi, le attività della pedologia regionale piemontese hanno assunto un carattere unitario per metodologia e organizzazione, rendendo facilmente accessibili le informazioni sul suolo che rivestono un'importanza sempre maggiore in tutti i processi di analisi ambientale e di valutazione delle terre ai fini agricoli e forestali.



## 5.2 CONTAMINAZIONE DEL SUOLO

La rete piemontese di monitoraggio ambientale dei suoli, già descritta nei RSA degli anni passati, rappresenta uno dei rari esempi nazionali in questo settore. Il quadro conoscitivo che deriva dalla rete permette di ottenere una prima valutazione, su scala regionale, dell'inquinamento da fonti diffuse, sia per i composti organici sia per quelli inorganici, permettendo un giudizio più ponderato tanto sui fenomeni di contaminazione puntuale quanto sui casi di "contaminazione di prossimità" che spesso prospettano problemi di difficile soluzione.

Con la terminologia "contaminazione di prossimità" si intendono quei fenomeni di diffusione, su piccola e media scala, di una contaminazione comunque ascrivibile, almeno in quota parte, ad una fonte puntuale ben definita.

Il poter disporre di una rete di dati di base sulla qualità dei suoli interessati dalla contaminazione diffusa è dunque un elemento necessario, anche se non sufficiente, per cercare di delimitare i fenomeni di contaminazione di prossimità da quella contaminazione diffusa ascrivibile, come ben evidenzia anche il DM 471/99, alla collettività indifferenziata.

### 5.2.1 Metalli pesanti

Il contenuto e la disponibilità di metalli pesanti nel suolo è funzione sia delle caratteristiche geochemiche dei materiali originali sia dall'utilizzo del suolo. Il numero totale di siti campionati per la rete di monitoraggio sui metalli pesanti tra il 2001 e il 2004 è di circa 350; i campioni analizzati da Arpa sono oltre 700.

I dati ottenuti sono stati sottoposti, inoltre, ad elaborazione statistica parametrica per valutare medie, mediane, valori minimi e massimi in rapporto alla vigente legislazione in campo ambientale.

Occorre ricordare che il semplice superamento dei limiti di legge riportati non deve essere automaticamente letto come indice di contaminazione, in quanto questi elementi possono essere presenti naturalmente nei suoli, in funzione delle caratteristiche litologiche e pedologiche dei suoli stessi.

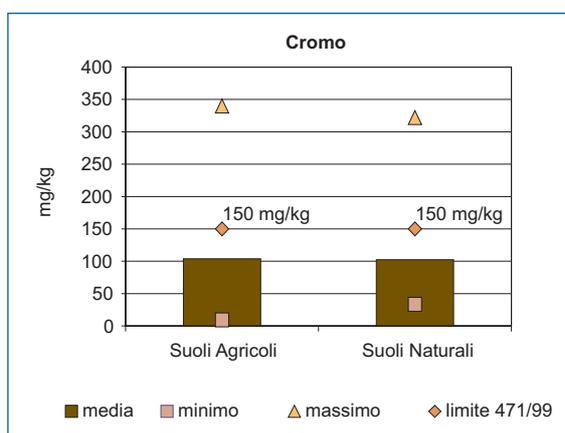
In particolare, il contenuto in metalli totali (estraibili in acqua regia) fornisce poche informazioni sulla pericolosità del metallo, che diventa disponibile per le piante solo quando è presente in forme chimiche disponibili per gli apparati radicali. Per questo motivo, è stata determinata anche la presenza di metalli in forma disponibile, utilizzando le metodologie uffi-

ciali del Ministero per le Politiche Agricole e Forestali. Per una valutazione dei risultati di tali determinazioni si può fare riferimento al RSA del 2004.

Di seguito vengono riportati i valori per i principali metalli pesanti, nella forma estraibile in acqua regia (pseudototale), suddivisi tra suoli agricoli e suoli naturali e seminaturali e posti a confronto con il limite stabilito dal DM 471/1999 per le aree verdi pubbliche e private; tale limite può infatti essere utilizzato come riferimento per valutare la presenza di una eventuale contaminazione diffusa, seppure con le cautele precedentemente enunciate in merito alla presenza naturale di tali elementi nei suoli, ricordando inoltre che, per il momento, la legislazione nazionale non definisce dei limiti per i suoli agrari.

In merito al cromo (figura 5.8), metallo tossico solo se è presente nella sua forma esavalente, il contenuto medio è generalmente inferiore al limite del DM 471/99, anche se i valori massimi possono essere decisamente più elevati. Questo vale sia per i terreni agricoli, sia per quelli naturali, a dimostrazione che la concentrazione di questo elemento nei suoli è principalmente influenzata dalla qualità dei materiali parentali che hanno dato origine ai suoli stessi. In Piemonte esistono diverse aree dove l'origine di questo metallo può essere facilmente collegata alla litogenesi dei suoli, come già riportato anche nel RSA del 2003. E' bene peraltro ricordare che la forma tossica (esavalente) di questo metallo è difficilmente riscontrabile nei suoli, dove tende a trasformarsi velocemente nella forma non tossica (trivalente); possono costituire una eccezione solo i suoli con elevato potere ossidante, molto rari e, almeno finora, non ritrovabili sul territorio regionale.

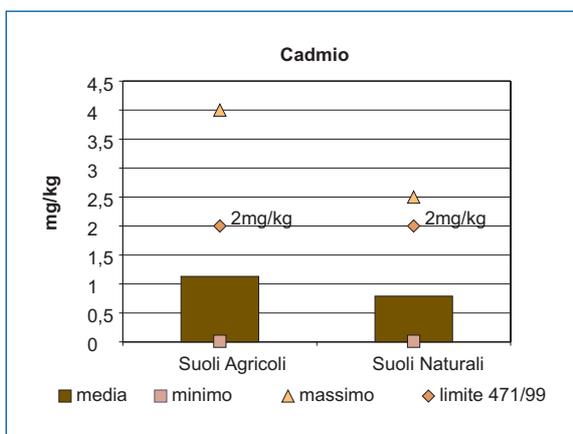
**Figura 5.8 - Valori medi, minimi e massimi del contenuto di cromo in terreni agricoli e naturali**



Fonte: Arpa Piemonte

Diverso è il discorso del cadmio (figura 5.9), la cui tossicità è sicuramente provata. In questo caso, il valore medio è ben al di sotto del limite del DM 471/99, anche se si evidenzia una presenza più elevata nei suoli agricoli, con valori massimi nettamente superiori al limite citato. L'arricchimento dei suoli in cadmio, oltre all'origine naturale, è sicuramente collegabile alle pratiche agricole e alla presenza di questo metallo, soprattutto nel secolo scorso, in concimi inorganici e organici di varia origine.

**Figura 5.9 - Valori medi, minimi e massimi del contenuto di cadmio in terreni agricoli e naturali**

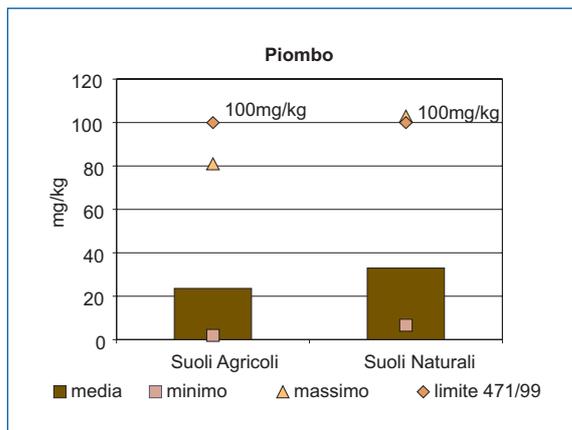


Fonte: Arpa Piemonte

L'arricchimento dei suoli in piombo (figura 5.10) ha sicuramente un'origine antropica; il contenuto naturale, piuttosto limitato, è stato incrementato nel secolo scorso soprattutto dall'inquinamento derivante dalla presenza di piombo (come piombo tetraetile, con caratteristiche di antidetonante) nelle benzine. Il passaggio alla benzina verde, con l'eliminazione del piombo tetraetile, sostituito come antidetonante da altri composti organici, quali il MTBE, dovrebbe avere frenato questo fenomeno di contaminazione diffusa che ha portato il piombo ad accumularsi su tutti i suoli, con valori più elevati addirittura sui suoli naturali o seminaturali.

Tale fenomeno, che si ritrova anche per i contaminanti organici, è dovuto al fatto che risultano particolarmente interessati alla contaminazione, che si diffonde attraverso l'atmosfera, gli strati superficiali dei terreni naturali e seminaturali, molto ricchi in sostanza organica in grado di complessare i contaminanti e di limitarne la mobilità verticale.

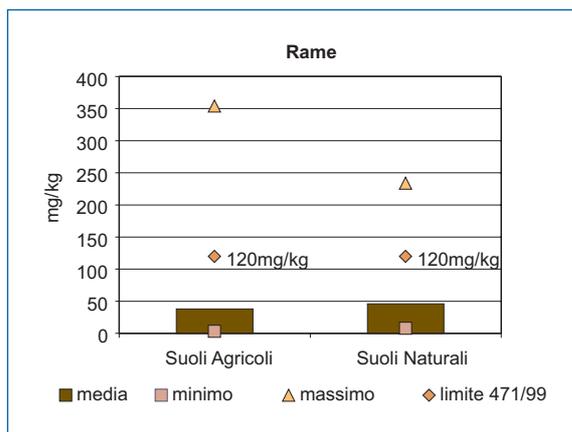
**Figura 5.10 - Valori medi, minimi e massimi del contenuto di piombo in terreni agricoli e naturali**



Fonte: Arpa Piemonte

Il rame (figura 5.11), la cui presenza media è decisamente inferiore ai limiti di legge, evidenzia però dei picchi considerevoli soprattutto nelle aree agricole; questo fatto era già stato ben evidenziato nel RSA del 2002 ove la concentrazione di questo metallo era stata positivamente correlata alla presenza di aree viticole, da secoli grandi consumatrici di prodotti fitosanitari a base di solfato di rame. Il fenomeno interessa anche aree agricole dismesse da tempo e rimboschite, e questa è la spiegazione più logica di alcuni massimi riscontrati anche nelle aree naturali.

**Figura 5.11 - Valori medi, minimi e massimi del contenuto di rame in terreni agricoli e naturali**

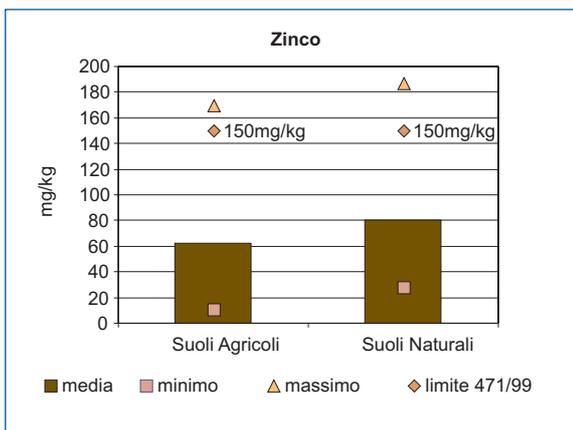


Fonte: Arpa Piemonte

La presenza di zinco (figura 5.12) è mediamente molto inferiore al limite di legge, con un valore leggermente più elevato nei suoli naturali e valori massimi che si riscontrano invece principalmente sui terreni agrari. La presenza di questo metallo nel suolo è riconducibile sia a fattori naturali, sia a fattori antropici, quali: presenza in alcuni prodotti fitosanitari,

soprattutto utilizzati nel secolo passato, presenza in fanghi e liquami zootecnici, presenza in concimi minerali e nell'inquinamento diffuso derivanti da emissioni industriali.

**Figura 5.12 - Valori medi, minimi e massimi del contenuto di zinco in terreni agricoli e naturali**

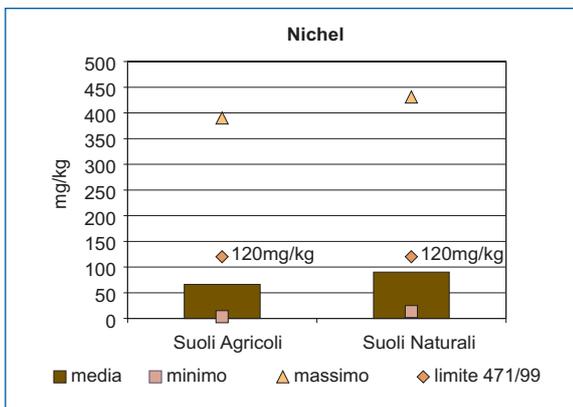


Fonte: Arpa Piemonte

Per il nichel (figura 5.13), si può fare un discorso molto simile al cromo.

E' un metallo ampiamente presente nei materiali litogenici che hanno originato i suoli della pianura piemontese, come, più in generale, della maggior parte dei suoli della pianura padana. Questo spiega un valore medio più vicino ai limiti di legge, con valori massimi anche superiori a tale limite. Ovviamente esiste anche una componente antropica, in quanto anche questo metallo è presente nei fenomeni di contaminazione diffusa già precedentemente citati, ma questa componente appare secondaria rispetto a quella naturale.

**Figura 5.13 - Valori medi, minimi e massimi del contenuto di nichel in terreni agricoli e naturali**



Fonte: Arpa Piemonte

Come conclusione di questo breve esame sulla presenza dei sei metalli considerati nei suoli piemontesi, si può dire che la rete conoscitiva di Arpa può essere molto utile per valutare i singoli casi ove si presenti una contaminazione, puntuale o diffusa, di uno di questi elementi, offrendo una conoscenza di base che permette di avere una prima idea sul valore di fondo antropico di questi elementi. Naturalmente i dati disponibili non riguardano solamente questi sei metalli, ma si stanno progressivamente arricchendo anche di quegli elementi che sono oggi oggetto di attenzione crescente da parte della più recente normativa ambientale, quali il mercurio, il cobalto, il tallio, il selenio, ecc.

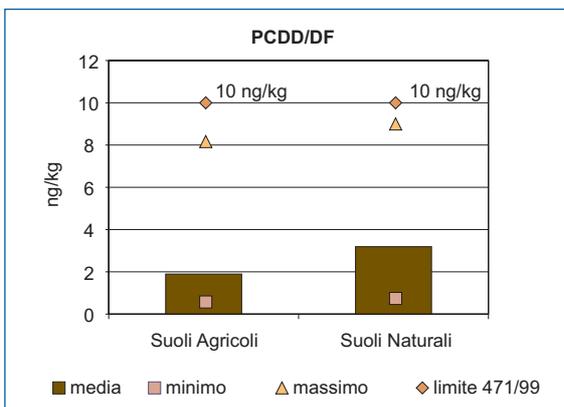
## 5.2.2 Inquinanti Organici

La disponibilità di dati sui contaminanti organici, quali diossine (PCDD e PCDF), policlorobifenili (PCB) e idrocarburi policiclici aromatici (IPA), è ovviamente più limitata, considerando sia la complessità e il costo delle analisi sia la più recente attenzione ambientale a questi contaminanti.

I dati disponibili, come già esplicitato nel RSA del 2004, derivano principalmente dalla rete di monitoraggio a maglia fissa, con un passo di 18 km, creata da Arpa a partire dal 2002. I dati disponibili riguardano una sessantina di punti di campionamento.

Il contenuto di diossine e furani è sempre al di sotto del limite di legge, anche se i valori massimi si avvicinano tale limite. E' importante però rilevare che questi composti, grazie anche alle tecniche analitiche oggi disponibili, sono rilevabili nella pressoché totalità dei campioni esaminati, a conferma di una presenza ormai ubiquitaria di tali sostanze, su valori medi di circa 2 ng/kg.

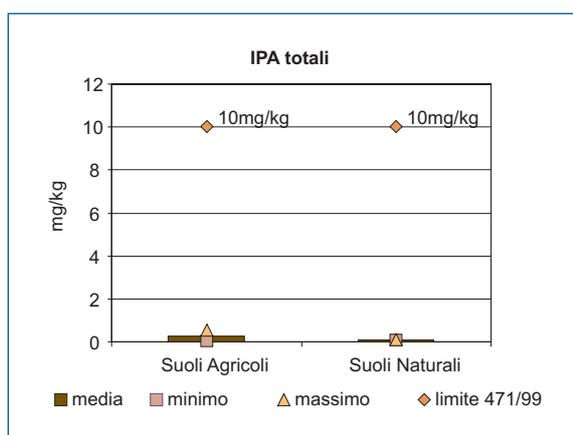
**Figura 5.14 - Valori medi, minimi e massimi del contenuto di PCDD/PCDF in terreni agricoli e naturali**



Fonte: Arpa Piemonte

La presenza di idrocarburi policiclici aromatici (IPA) è invece più limitata (figura 5.15), e anche i valori massimi rimangono ben lontani dal limite di legge. Anche in questo caso, però, è bene evidenziare la presenza diffusa di piccole quantità di questi contaminanti che derivano soprattutto dalla combustione di prodotti petroliferi di varia natura.

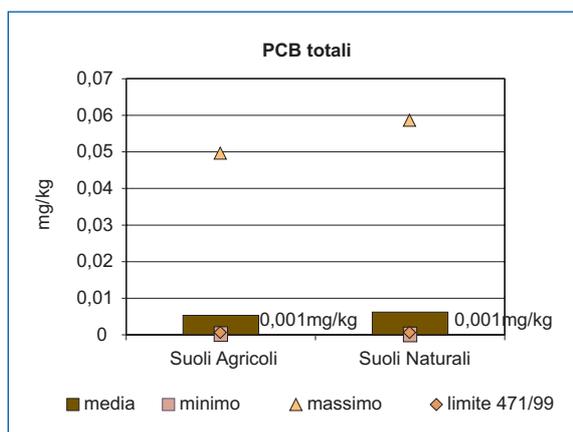
**Figura 5.15 - Valori medi, minimi e massimi del contenuto di IPA in terreni agricoli e naturali**



Fonte: Arpa Piemonte

Per i PCB, diversi campioni esaminati superano il limite di 0,001 mg/kg stabilito nel DM 471/99 per i suoli da destinare ad uso residenziale e di verde pubblico e privato. Va però ricordato che tale limite (peraltro non direttamente applicabile ai suoli agrari) è estremamente restrittivo ed è di ben 5.000 volte inferiore al limite stabilito per le aree ad uso commerciale e industriale; l'Istituto Superiore di Sanità ha già proposto al Ministero di adottare come limite il valore di 0,066 mg/kg.

**Figura 5.16 - Valori medi, minimi e massimi del contenuto di PCB in terreni agricoli e naturali**



Fonte: Arpa Piemonte

In linea generale, per la maggior parte dei contaminanti organici presi in considerazione, le concentrazioni che si ritrovano nei terreni naturali e seminaturali sono più elevate di quelle che si riscontrano nei terreni arabili; in particolare risultano interessati gli strati superficiali dei terreni naturali e seminaturali, molto ricchi in sostanza organica in grado di complessare i contaminanti e di limitarne la mobilità verticale.

Nei terreni agrari, viceversa, il rimescolamento dovuto alle continue lavorazioni fa sì che le sostanze contaminanti si distribuiscano in modo abbastanza uniforme in tutto lo strato arato, causandone, in un certo senso, una diluizione. Gli strati più profondi, sia dei terreni arati sia di quelli naturali o seminaturali, hanno invece concentrazioni molto più basse, a dimostrazione di una mobilità piuttosto ridotta in senso verticale di questi contaminanti.

Anche questi dati risultano di grande utilità nella valutazione di fenomeni di contaminazione puntuale o di "contaminazione di prossimità".

## 5.3 DEGRADAZIONE FISICA E BIOLOGICA DEL SUOLO

### 5.3.1 Urbanizzazione e infrastrutture

L'incremento di superficie adibita a scopo urbano, di infrastrutture e di reti di comunicazione può essere considerato come il principale e il più evidente tipo di pressione gravante sul territorio.

Oltre ad essere direttamente collegati alla perdita della risorsa, gli impatti sul suolo conseguenti a tale incremento si riassumono in una perdita di valore qualitativo delle aree rurali, in una frammentazione delle unità culturali e in un inquinamento da fonti diffuse diverse da quelle agricole.

Il termine di urbanizzazione assume nello specifico il significato di cementificazione e "sigillatura" dei suoli ad opera dell'edificazione del territorio; ciò deriva dal fatto che qualunque intervento edificatorio, così come qualsiasi intervento infrastrutturale, comporta il decorticamento e l'impermeabilizzazione della sede in cui si lavora. Tale fenomeno interessa in particolare le zone di pianura, mentre le reti di comunicazione risultano diffuse più omogeneamente sul territorio nazionale. Per infrastrutture si intendono i porti e gli idroscali, gli aeroporti e gli oleodotti, mentre le reti di comunicazione comprendono strade, autostrade e ferrovie.

Per la costruzione dell'indicatore sono state utilizzate fonti diverse: i dati relativi alla lunghezza della rete di comunicazioni derivano da elaborazioni GIS di dati presenti nel reticolo della viabilità aggiornato dalla Direzione Trasporti della Regione Piemonte, con l'esclusione delle strade comunali ancora non del tutto aggiornate, per le quali si riporta il valore derivante dal "Conto Nazionale dei Trasporti" del Ministero dei Trasporti e della navigazione del 1999. I dati sulle aree urbanizzate e destinate a infrastrutture sono

stati ricavati dalle sezioni censuarie ISTAT 2000, ancora in versione provvisoria non validata.

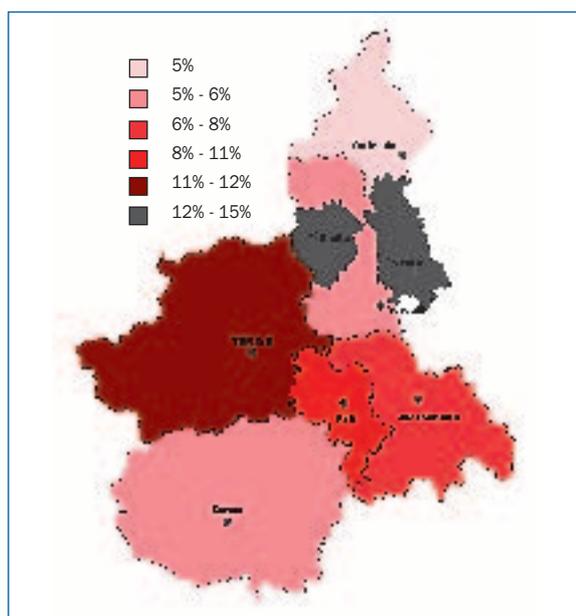
In tabella 5.2 sono presentati i dati relativi alla superficie occupata da reti di comunicazione - suddivise in autostrade, strade statali, regionali, provinciali, comunali, ferrovie - ricavata dalla larghezza media dei tracciati riportata nel Codice della Strada del Ministero dei Trasporti e dalle aree urbanizzate e destinate a infrastrutture. Questi ultimi sono stati associati in un'unica colonna.

**Tabella 5.2 - Superficie occupata da reti di comunicazione e aree urbanizzate**

Provincia	Autostrade km <sup>2</sup>	Strade Statali e Regionali km <sup>2</sup>	Strade Provinciali km <sup>2</sup>	Strade Comunali km <sup>2</sup>	Ferrovie km <sup>2</sup>	Urbanizzato e infrastrutture relative km <sup>2</sup>	TOTALE aree artificiali km <sup>2</sup>
Alessandria	4,9	4,1	24,1	54,3	3,6	191,3	282,3
Asti	1,1	1,4	15,2	36,9	1,9	107,9	164,4
Biella	0,0	1,6	8,1	11,5	0,4	94,6	116,2
Cuneo	2,2	2,4	40,2	75,1	3,8	290,6	414,3
Novara	3,1	1,9	8,6	18,3	2,7	164,8	199,4
Torino	7,6	3,7	35,8	75,7	4,4	649,6	776,8
Verbania	0,4	1,0	5,9	15,1	1,5	89,3	113,2
Vercelli	3,1	2,2	11,2	18,1	1,6	85,9	122,1
<b>Totale</b>	<b>22,4</b>	<b>18,2</b>	<b>149,1</b>	<b>304,8</b>	<b>19,8</b>	<b>1.674,0</b>	<b>2.188,3</b>

Fonte: Elaborazioni Arpa Piemonte su dati ISTAT, Ministero Trasporti e Regione Piemonte.

**Figura 5.17 - Rappresentazione in classi percentuali del "soil sealing" come rapporto tra superficie artificiale e superficie totale territoriale**



Fonte: Elaborazioni Arpa Piemonte su dati ISTAT, Ministero Trasporti e Regione Piemonte

Dal raffronto di questi dati con la mappa di figura 5.17 si può notare come, pur essendo la provincia di Torino, con circa 777 km<sup>2</sup>, quella con la più elevata

superficie di aree artificiali, sono le province di Biella e Novara ad avere un impatto maggiore sulla superficie totale territoriale. Al contrario la provincia di Cuneo è tra quelle con il minor impatto sul territorio, sebbene detenga il secondo posto nella graduatoria del totale aree artificiali.

### 5.3.2 Frammentazione del territorio

Un parametro importante per valutare l'influenza delle grandi infrastrutture sull'ambiente è la valutazione della frammentazione del territorio dovuta alle autostrade e alle altre grandi vie di comunicazione, che di fatto si pongono come importante ostacolo alla migrazione delle biocenosi e al mantenimento di ottimali livelli di biodiversità. La presenza di ostacoli e barriere contribuisce all'isolamento degli habitat e delle popolazioni animali, interrompendo sempre più i già scarsi corridoi ecologici.

L'indicatore "Frammentazione" è stato sviluppato a livello europeo dall'EEA e applicato a varie situazioni, con metodologie valide a piccola scala. Viene definito come "la superficie media delle aree naturali (forestali) non frammentate (indisturbate o non tagliate da strade)". L'analisi dello stesso indicatore a livello locale,

pone da un lato la possibilità di approfondire il dettaglio sulla situazione stradale, considerando anche la viabilità minore (strade statali), dall'altra la necessità di definire il calcolo dell'indicatore con risoluzioni maggiori di quelle riportate dai *Fact Sheet* sull'argomento.

Per il calcolo dell'indicatore sono stati utilizzati i dati del progetto "I&CLC2000" e il reticolo viario della Direzione Trasporti della Regione Piemonte in for-

mato vettoriale.

Si sono incrociati i livelli "Foreste" derivanti da Corine e le autostrade e le strade statali (oggi divenute in parte strade Regionali o Provinciali secondo la nuova attribuzione di patrimonialità).

Nella tabella 5.3 sono riportati i valori medi in ettari delle superfici boscate non frammentate dal reticolo stradale derivanti dai dati Corine e quelle definite dall'incrocio di queste con il reticolo viario.

**Tabella 5.3 - Dimensioni medie delle particelle boscate non frammentate: confronto tra dato di base ed elaborazioni**

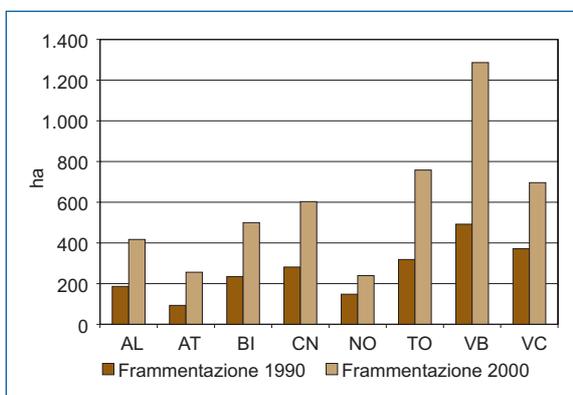
Provincia	Dimensione media particelle contigue* ettari	Dimensione media particelle boscate non frammentate dalla viabilità ettari
Alessandria	484,37	417,08
Asti	278,42	256,14
Biella	710,89	499,52
Cuneo	769,02	602,88
Novara	397,66	239,25
Torino	1.128,35	757,88
Verbania	2.869,35	1.286,19
Vercelli	1.090,12	696,45

Fonte: Elaborazioni Arpa Piemonte su dati Corine2000 e viabilità Direzione Trasporti Regione Piemonte

\*(dato originario da CORINE Land Cover 2000)

• L'incremento delle dimensioni delle particelle boscate, tra il 1990 e il 2000, rappresenta una diminuzione della frammentazione, aspetto da considerarsi in modo positivo.

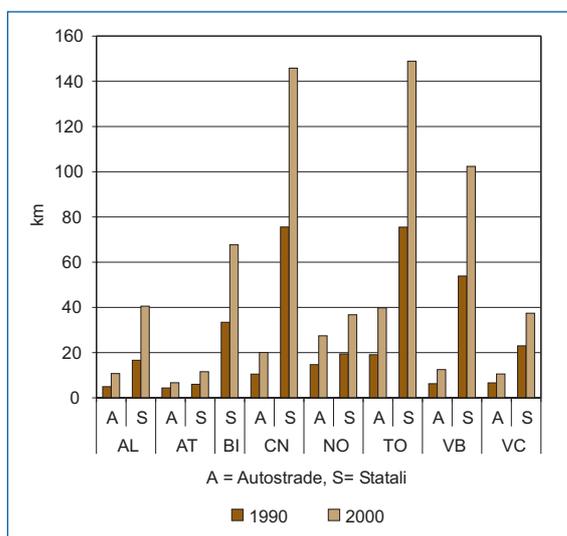
**Figura 5.18 - Frammentazione media delle particelle boscate. Anni 1990-2000**



Fonte: Elaborazioni Arpa Piemonte su dati Corine90 e Corine2000 e viabilità Direzione Trasporti Regione Piemonte

Facendo un bilancio dei cambiamenti nella frammentazione delle particelle boscate tra il 1990 e il 2000, si può notare come ci sia un comune incremento delle dimensioni medie delle particelle boscate, sintomo di una aggregazione delle superfici a foresta dovute molto probabilmente all'abbandono sempre più spinto dei territori montani e marginali delle zone agricole con conseguente evoluzione a bosco di aree ex agricole. Parallelamente è sensibilmente aumentata la superficie stradale che intercetta particelle boscate.

**Figura 5.19 - Rappresentazione della superficie stradale che intercetta particelle boscate. Anni 1990-2000**



Fonte: Elaborazioni Arpa Piemonte su dati Corine90 e Corine2000 e viabilità Direzione Trasporti Regione Piemonte

• L'aumento della superficie stradale che intercetta le aree boscate è dovuto sia all'incremento di tali aree (aspetto positivo) sia all'aumento delle strade (aspetto negativo).

### 5.3.3 Superficie percorsa da incendi

Gli effetti degli incendi sugli ecosistemi che ne sono colpiti, in particolare sui suoli, sono assai complessi in ragione del considerevole numero di fattori che interagiscono durante l'evento. All'intensità e all'estensione dell'incendio (legata alla massa e al tipo di vegetazione) si deve sommare infatti la diversa risposta dovuta alle condizioni ambientali preesistenti (caratteristiche fisiche del suolo, morfologia delle pendici) e successive ad esso (precipitazioni, interventi antropici).

Il passaggio di un incendio può determinare importanti alterazioni delle proprietà chimico-fisiche e biologiche del suolo e accentuare forme di degrado già esistenti:

- il pH aumenta e tende a ripristinare i valori iniziali con il trascorrere del tempo;
- la quantità di sostanza organica rimane stabile fino a 200 °C, ma diminuisce rapidamente con il superamento di questa temperatura;
- la cenere derivata dalla combustione della sostanza organica è ricca di nutrienti che migliorano la fertilità dei suoli (azoto, fosforo, potassio, magnesio e sodio).

Dopo un incendio, la pioggia incontra sulla sua traiettoria meno ostacoli; questo si traduce in una rimozione e distruzione degli aggregati del suolo, fino alla formazione di croste superficiali.

In generale, nelle aree colpite da incendi, si segnala un aumento dell'erosione idrica, favorita soprattutto dalla perdita della vegetazione.

Gli incendi hanno conseguenze sulle caratteristiche idrauliche dei suoli, soprattutto nella loro capacità di essere penetrati dall'acqua, a causa della formazione di sostanze idrorepellenti.

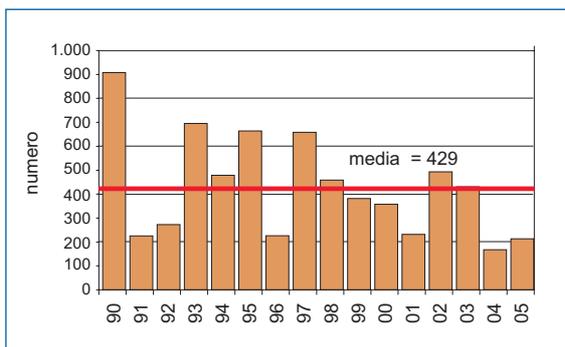
Il numero annuo di incendi in Italia è passato da 6.000 negli anni '60, a 12.000 negli anni '80 e a 15.000 nell'ultimo anno corrispondenti a 42 incendi al giorno, quasi 2 all'ora.

Il Piemonte è una regione con un notevole patrimonio forestale: un quarto della sua superficie complessiva (2,5 milioni di ettari) è occupato da boschi (663.364 ettari). Stando ai dati ufficiali questa superficie si va espandendo ad un tasso annuo pari al 0,69%.

In riferimento agli anni dal 1990 al 2005, gli incendi in Piemonte sono stati in media 429 ogni anno.

Il numero di incendi annui presenta tuttavia notevoli variazioni da un anno all'altro determinate in prevalenza da contingenze climatiche (si noti ad esempio la repentina diminuzione del 1991 e 1992) con un valore massimo di 908 incendi nel 1990 e un valore minimo di 168 incendi nel 2004. L'andamento evidenzia un trend in lieve diminuzione.

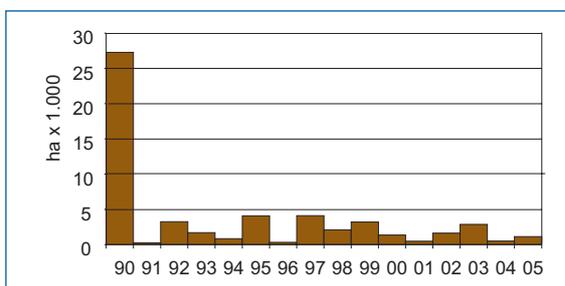
Figura 5.20 - Numero di incendi - anni 1990-2005



Fonte: Corpo Forestale dello Stato (i dati del 2005 vanno dal 1 gennaio al 30 aprile)

La superficie boscata media annua percorsa dal fuoco nel corso della serie storica 1990-2005 è di 3.438 ettari; si evidenzia una leggera tendenza alla diminuzione con oscillazioni da un anno all'altro ancora più marcate rispetto al numero degli incendi (valore massimo di 27.281 ha nel 1990, e valore minimo di 257 ha nel 1991).

Figura 5.21 - Superficie boscata percorsa dal fuoco - anni 1990-2005



Fonte: Corpo Forestale dello Stato (i dati del 2005 vanno dal 1 gennaio al 30 aprile)

### 5.3.4 Diminuzione della biodiversità

La diminuzione della biodiversità viene rappresentata attraverso un insieme di indicatori che valutano lo stato e le tendenze evolutive della biodiversità sul territorio naturale attraverso l'analisi delle specie oppure valutano indirettamente il fenomeno attraverso indicatori che riguardano alcune caratteristiche del territorio e degli habitat.

Negli ultimi tempi si sta inoltre diffondendo, come misura della biodiversità del suolo, l'uso di un indicatore biologico denominato QBS, che misura la pedofauna del suolo. Le esperienze dirette dell'uso dell'indice di qualità biologica dei suoli sono riportate nel capitolo 7.