

Uso e qualità

La rete di monitoraggio
ambientale

Urbanizzazione e consumo di suolo

Altri fenomeni degradativi

Suolo





Nel mese di aprile del 2004 hanno concluso il loro lavoro i *Technical Working Groups* (TWGs) europei che stanno supportando la DG Ambiente della Commissione Europea nella elaborazione della nuova strategia tematica sul suolo, rendendo disponibile un voluminoso e scientificamente interessante insieme di dati e di proposte. Il percorso verso una nuova politica europea per la protezione del suolo, iniziato nel 2001 con la pubblicazione del 6° Programma di Azione Ambientale della Comunità Europea e proseguito successivamente attraverso la Comunicazione COM(2002)179, troverà un primo importante punto di arrivo in una direttiva europea sul suolo prevista nel 2005, creando in tal modo, finalmente, un punto fermo nella normazione europea a protezione di questa matrice alquanto trascurata rispetto, ad esempio, all'acqua e all'aria.

In effetti, le gravi e ormai ben note minacce del suolo, identificate a livello europeo nell'erosione idrica, nella contaminazione locale e diffusa, nella perdita di suolo per impermeabilizzazione, nella compattazione superficiale e profonda, nella perdita di sostanza organica, nella diminuzione della biodiversità, nella salinizzazione e desertificazione e nel rischio idrogeologico, meritano grande attenzione anche a livello nazionale e regionale.

Molti di questi problemi trovano infatti evidenziazione anche sul territorio regionale, dove il persistente

uso intensivo dell'agricoltura e la competizione per l'uso del suolo, accentuata dalla elevata intensità abitativa, aumentano i rischi di degrado di questa risorsa ormai universalmente considerata come non rinnovabile, almeno alla scala temporale umana.

Per questo assumono grande importanza le iniziative da tempo intraprese dall'Arpa Piemonte, finalizzate a creare sul territorio regionale una serie di attività conoscitive che, assieme alle attività realizzate da altre strutture regionali, permettano di rappresentare lo stato conoscitivo dei principali processi degradativi dei suoli piemontesi. Se dunque a livello nazionale assume grande rilievo il completamento, ormai imminente, del progetto *Corine Land Cover* (CLC) 2000 e il suo confronto con il CLC 1990, a livello regionale sono da evidenziare sia il completamento, da parte dell'IPLA, della carta dei suoli regionale alla scala 1:250.000, sia la continua implementazione della rete di monitoraggio ambientale dei suoli che l'Arpa ha iniziato a costruire fin dal 2001.

Gli indicatori riportati in questo capitolo, che in parte risentono della ancora insoddisfacente qualità dei dati disponibili, vanno letti in modo integrato con quelli riportati nel capitolo agricoltura e in diversi altri capitoli, come siti contaminati, ecosistemi e paesaggi, acqua ed eventi naturali.

Indicatore / Indice	DPSIR	Unità di misura	Livello territoriale	Disponibilità dei dati	Situazione attuale	Trend
Perdita di suolo per urbanizzazione	D	% /superficie tot	Provincia	++	☹	☹
Metalli pesanti nel suolo	S	mg/kg	Puntuale	++	☺	☺
Inquinanti organici nel suolo	S	mg/kg; ng/kg	Puntuale	++	☺	☺
Rischio di erosione idrica	I	t/ha	Regione	++	☹	☺
Superficie percorsa da incendi	I	n° incendi ha superficie	Regione	+++	☺	☺

5.1 USO E QUALITA' DEI SUOLI

In attesa della disponibilità dei dati derivanti dal progetto *Corine Land Cover* 2000 (CLC 2000) e dal confronto con l'analogo rilevamento condotto attorno al 1990 (CLC 1990), non si dispone di informazioni sull'uso del suolo diverse da quelle già riportate nell'RSA 2003, fatte salve ovviamente le analisi sull'utilizzo agricolo descritte nell'apposito capitolo. E' invece disponibile da pochi mesi una versione aggiornata della Carta dei Suoli del Piemonte a scala 1:250.000, prodotta da Settore Suolo

dell'IPLA nell'ambito del progetto "Carta dei suoli d'Italia" a scala 1:250.0000.

Questa nuova versione della cartografia pedologica regionale è sinteticamente descritta nel Box 1.

BOX 1 - Uso e qualità dei suoli piemontesi. La carta dei suoli del Piemonte a scala 1:250.000

A cura di *Roberto Salandin, Mauro Piazzi e Igor Boni - IPLA SpA Torino, Settore Suolo*

I SUOLI DEL PIEMONTE

Il suolo è una risorsa territoriale fondamentale molto difficilmente rinnovabile, supporto per le produzioni primarie e sede delle attività umane. Esercita un ruolo chiave nell'equilibrio degli ecosistemi a livello planetario e necessita di politiche generali di valutazione, gestione e conservazione.

La Carta dei Suoli a scala 1: 250.000 è un indispensabile prodotto di sintesi delle conoscenze sui suoli regionali. Le informazioni in essa contenute contribuiscono alla gestione delle risorse agrarie, forestali e ambientali a scala regionale e costituiscono l'appropriato strumento di confronto con le altre realtà regionali e comunitarie.

La carta qui riportata, è stata prodotta dal Settore Suolo dell'IPLA nell'ambito del progetto "Carta dei suoli d'Italia" a scala 1:250.000, che fa parte integrante della Misura 5, nel Programma interregionale cofinanziato "Agricoltura e qualità" di cui alla legge 5 novembre 1996, n. 578, e valorizza la consistente esperienza pedologica sviluppata dall'IPLA negli ultimi decenni.

Il sistema di riferimento utilizzato per la

classificazione dei suoli è quello americano (*Soil Taxonomy* – ottava edizione, 1998).

CARTA DI CAPACITA' PROTETTIVA DEI SUOLI NEI CONFRONTI DELLE ACQUE SOTTERRANEE

La Carta dei Suoli a scala 1:250.000 prevedeva, sin dall'inizio, la realizzazione di un elaborato cartografico derivato dalla Carta dei Suoli utile ai fini pianificatori per la Regione Piemonte. Tale elaborato è stato individuato - dal Comitato Regionale - nella "Carta della Capacità Protettiva dei Suoli nei confronti delle acque sotterranee".

La metodologia adottata è stata messa a punto dal Settore Suolo dell'IPLA sulla base di una decennale esperienza, maturata in seguito allo svolgimento di numerosi progetti che hanno condotto all'applicazione e alla validazione di modelli, pedofunzioni e classificazioni parametriche. In particolare la classificazione usata è un adattamento ai nostri pedoambienti della metodologia inglese, utilizzata dal *Soil Survey and Land Research Centre* (J.M.Hollis, 1991), messa a punto grazie ad una stretta collaborazione con gli esperti di idrologia del suolo.

Il criterio di assegnazione della classe di capacità protettiva del suolo nei con-

fronti delle acque sotterranee ai poligoni della Carta dei suoli a scala 1:250.000 è analogo a quanto avviene per le cartografie derivate di altro genere, a scale di maggior dettaglio. Anche in questo caso, infatti, si utilizzano i dati pedologici dell'Unità Tipologica di Suolo prevalente in ogni Unità Cartografica.

La classificazione prevede la suddivisione del territorio in quattro classi di capacità protettiva: alta, moderatamente alta, moderatamente bassa e bassa.

La cartografia, come si può osservare, riguarda esclusivamente le aree di pianura e di collina. La porzione montana del territorio regionale non è stata presa in considerazione poiché su di essa non è generalmente presente una vera e propria falda freatica continua; in questo caso, infatti, le dinamiche di immagazzinamento delle acque sono completamente differenti da quelle tipiche dei depositi alluvionali.

Cartografie come quella presentata, che sono state in parte redatte anche a scale di maggior dettaglio, sono uno degli strumenti fondamentali per la pianificazione delle azioni di contrasto contro i possibili inquinamenti da fonti diffuse, come l'eccessivo utilizzo di concimi organici e minerali e di prodotti fitosanitari.

5.2 LA RETE DI MONITORAGGIO AMBIENTALE DEI SUOLI

In una situazione relativa al monitoraggio del suolo ancora piuttosto frammentaria, tanto in Europa come in Italia, assume grande importanza la Comunicazione della Commissione "Verso una strategia tematica per la protezione del suolo" COM(2002) 179 del 16 aprile 2002. Le indicazioni fornite in tale documento, ben evidenziano la necessità di creare un database ampio e condiviso, selezionare un set minimo di parametri comuni, promuovere l'adozione di metodi e procedure standardizzate, instaurare una procedura di *reporting* periodico.

E' in quest'ottica che si è mossa l'Arpa Piemonte fin dal 2001, anche grazie alla partecipazione al Centro Tematico Nazionale "Suolo e siti contaminati" (ora "Territorio e Suolo"), struttura promossa dall'ANPA (ora APAT) in forma di rete fra le Agenzie Regionali. Il CTN ha risposto alla necessità di definire gli elementi tecnici più importanti per la struttura della rete nazionale di

monitoraggio del suolo, avviando una serie di confronti con istituti di ricerca, università e regioni ed elaborando un documento tecnico, progressivamente aggiornato (ANPA, 2001; ANPA, 2002; APAT, 2004), in cui vengono fornite alcune indicazioni generali sulle caratteristiche principali della rete di monitoraggio.

Ed è sulla base di questi documenti che è nata la rete regionale di monitoraggio del suolo descritta nei successivi paragrafi, rete sicuramente embrionale e perfezionabile, ma che già permette un buon livello di conoscenza della situazione regionale.

Nel 2001, sulla base del citato documento del CTN, è stata sviluppata una prima rete di punti, applicando alla scelta degli stessi un criterio di rappresentatività; sono stati individuati 220 punti in aree di pianura e collina nei quali sono stati prelevati circa 450 campioni per la caratterizzazione pedologica e chimica, con particolare riguardo ai metalli pesanti. I campionamenti, proseguiti e integrati nel 2002 e nel 2003, hanno interessato lo strato superficiale di suolo, generalmente identificabile con lo strato arato dei terreni agrari, e lo strato immediatamente successivo.

Nel 2002 è invece iniziato il monitoraggio a maglia fissa applicando l'esistente rete europea LUCAS (*European Community*, 2003) per l'individuazione dei siti di campionamento. La rete LUCAS ha un passo di 18 km e ha portato all'individuazione per tutto il territorio regionale di 78 punti, di cui circa 60 campionabili. I campionamenti sono avvenuti nel 2002 per le aree agricole di pianura e collina e nel 2003 per le aree montane con terreni naturali. Su ciascun sito è stata eseguita la caratterizzazione del suolo e un campionamento per l'analisi dei metalli pesanti e dei microinquinanti organici (IPA, PCB, diossine e furani).

5.2.1 Metalli pesanti

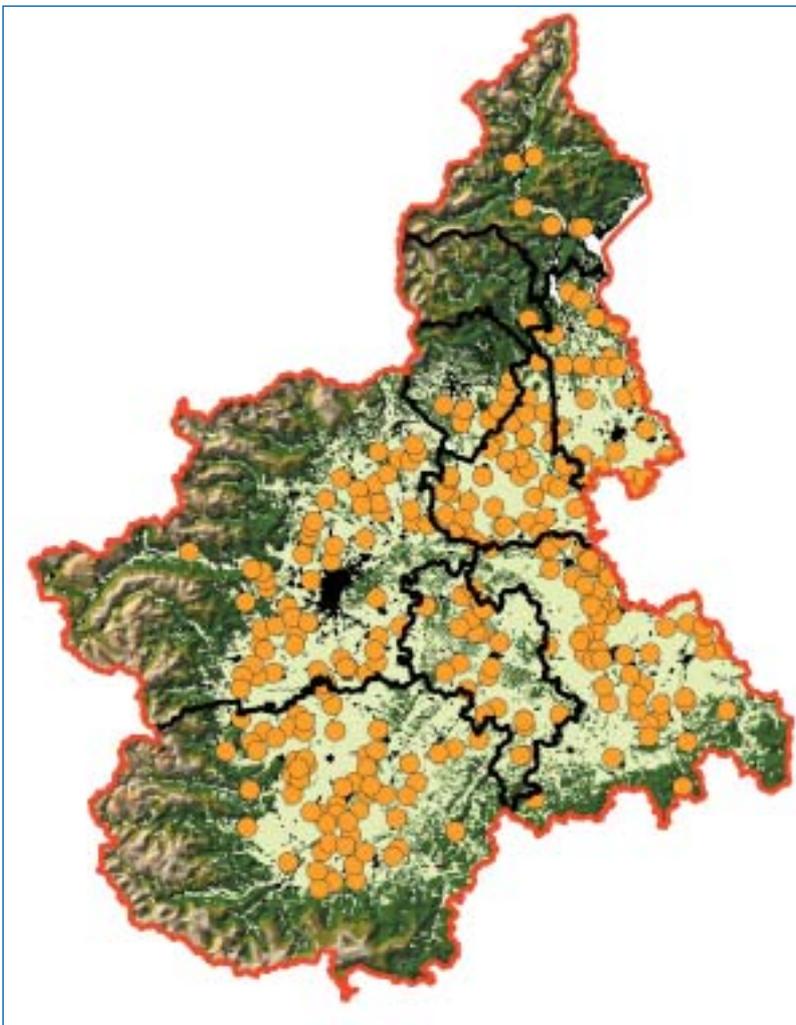
Con la collaborazione di **Silvana Benedetti, Elio Sesia, Edoardo Pittatore, Matilde Simoniello e Barbara Chiavirano** - Arpa Piemonte

Il contenuto e la disponibilità di metalli pesanti nel suolo è funzione sia delle caratteristiche geochemiche dei materiali originali sia dell'utilizzo del suolo.

Il numero totale di siti campionati per la rete di monitoraggio sui metalli pesanti tra il 2001 e il 2003 è di 322 (figura 5.1); i campioni analizzati dall'Arpa sono oltre 650. I dati ottenuti sono stati sottoposti, tra l'altro, ad elaborazione statistica parametrica per valutare medie, mediane, valori minimi e massimi in rapporto alla vigente legislazione in campo ambientale.

I risultati dell'elaborazione statistica sui metalli pesanti totali sono stati quindi confrontati con i limiti previsti

Figura 5.1 - Punti della rete di monitoraggio dei suoli agrari



da norme nazionali e regionali, e precisamente:

- dalla tabella 1 dell'Allegato 1 del DM 471/99 per i suoli bonificati destinabili ad uso residenziale-verde e commerciale-industriale;
- dalla DCR 1005-4351 della Regione Piemonte, confermati dalla legge regionale 42/2000, per i suoli bonificati a destinazione agricola;
- dal DLgs 99/92 per i terreni utilizzabili per lo spandimento di fanghi di depurazione;
- dalle norme tecniche del DPR 915/82 per i terreni sui quali è possibile lo spandimento di compost da rifiuti.

Occorre ricordare che il semplice superamento dei limi-

ti 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 ufficiali del Ministero per le Politiche Agricole e Forestali. I risultati

Tabella 5.1 - Concentrazione di metalli pesanti estraibili in acqua regia nei suoli agrari e naturali

		Cadmio totale	Cromo totale	Nichel totale	Piombo totale	Rame totale	Zinco totale
<i>dati disponibili</i>	<i>n°</i>	676	676	676	676	676	676
Valore Massimo	mg/kg	4,00	418,00	303,03	60,70	342,00	142,00
Valore Minimo	mg/kg	0,00	9,33	3,40	0,33	3,20	9,00
Media	mg/kg	1,10	89,48	58,34	18,04	33,60	55,41
Mediana	mg/kg	0,90	77,50	47,50	17,50	21,65	53,10
Deviazione Standard	mg/kg	0,91	55,09	42,91	9,14	40,38	20,95
25° Percentile	mg/kg	0,40	52,20	26,35	12,50	14,40	40,15
50° Percentile	mg/kg	0,90	77,60	47,70	17,50	21,80	53,10
75° Percentile	mg/kg	1,70	113,00	78,75	23,30	36,85	66,70
90° Percentile	mg/kg	2,41	156,40	121,00	29,36	61,70	81,94
Limite 471/99 residenziale	mg/kg	2	150	120	100	120	150
Limite 471/99 industriale	mg/kg	15	800	500	1000	500	1500
Limite DCR 1005-4351 agrario	mg/kg	5	500	150	375	150	500
Limite DLgs 99/92	mg/kg	1		75	100	100	300
DPR 915/82	mg/kg	3	50	50	100	100	300

Fonte: Arpa Piemonte

Tabella 5.2 - Concentrazione di metalli pesanti assimilabili nei suoli agrari e naturali

		Nichel disponibile	Piombo disponibile	Rame disponibile	Zinco disponibile
<i>dati disponibili</i>	<i>n°</i>	322	322	322	322
Valore Massimo	mg/kg	50,50	60,00	214,00	61,50
Valore Minimo	mg/kg	0,08	0,01	0,01	0,10
Media	mg/kg	4,80	8,13	13,47	5,51
Mediana	mg/kg	2,90	6,60	6,05	3,40
Deviazione Standard	mg/kg	5,78	6,65	22,67	6,57
25° Percentile	mg/kg	1,60	4,10	3,38	2,00
50° Percentile	mg/kg	3,00	6,70	6,10	3,45
75° Percentile	mg/kg	5,90	10,53	12,80	7,30
90° Percentile	mg/kg	10,30	15,89	37,04	12,02
Limite DCR 1005-4351 agrario	mg/kg	30	50	50	150
DGR 34-8488 del 06.05.96	mg/kg	75	100	100	300

Fonte: Arpa Piemonte

• Dal confronto si evidenzia che, per la quasi totalità dei casi, sia la media che la mediana dei dati sono al di sotto dei diversi limiti riportati, con la sola eccezione del cromo e del nichel rispetto al valore del DPR 915/82. Il cromo totale è però sicuramente l'elemento meno tossico tra quelli considerati, tant'è che nelle successive leggi il limite è stato alzato se non addirittura eliminato. Il nichel è invece un elemento piuttosto abbondante, per cause litologiche, in molte aree della pianura padana.

• Per tutti i metalli considerati si può evidenziare che non solo i valori di media e mediana, ma anche quelli del 90° percentile sono ampiamente inferiori ai limiti di legge, che vengono superati solo nei valori massimi di pochissimi campioni.

di tali determinazioni sono riportati nella tabella 5.2 per quattro dei metalli più significativi.

I valori dei metalli in forma disponibile sono stati posti a confronto con due limiti legislativi, e precisamente:

- il limite definito dalla DCR della Regione Piemonte n. 1005-4351, successivamente confermato dalla legge regionale 42/2000, per i suoli bonificati destinati ad uso agricolo;
- il limite previsto dalle norme regionali piemontesi integrative del DLgs 99/92 che riguarda l'uso agricolo dei fanghi di depurazione.

5.2.2 Inquinanti organici

Con la collaborazione di **Gianpaolo Cossa**, **Piero Nosengo** e **Daniela Rizzo** - Arpa Piemonte

Le analisi sui contaminanti organici (diossine/furani, PCB e IPA) sono state eseguite sui campioni della rete di monitoraggio a maglia fissa, con un passo di 18 km, precedentemente citata. I dati disponibili riguar-

dano una cinquantina di punti (figura 5.2) di campionamento. Per i punti ricadenti su terre arabili, sono stati prelevati due campioni a diversa profondità, la prima corrispondente allo stato arato (mediamente pari a 40 cm), la seconda allo strato immediatamente successivo, fino ad una profondità di circa 60-70 cm. Per i punti invece corrispondenti a terreni naturali (boschi, foreste, incolto) o seminaturali (prati stabili e coltivazioni arboree senza lavorazione del terreno), i campioni prelevati e analizzati corrispondono al primo orizzonte (fino a circa 10 cm), allo strato immediatamente successivo (mediamente tra 10 e 30 cm), ancora caratterizzato da un'elevata presenza di sostanza organica, e allo strato tra i 30 e i 60 cm.

La scelta delle profondità di campionamento è in questo caso collegata non tanto a fattori pedologici, ma alla necessità di valutare, nei diversi tipi di suolo e alle diverse profondità, la presenza di contaminanti che si diffondono prioritariamente attraverso la deposizione atmosferica nel corso di diversi anni. Per questo motivo nei terreni arabili, continuamente rimescolati dalle lavorazioni agricole, sono stati presi in considerazione solo due orizzonti, di cui il primo corrispondente allo strato arato, mentre sugli altri terreni, non rimescolati dall'azione antropica, sono stati valutati tre diversi orizzonti. Le risultanze analitiche sono riportate nelle figure 5.3, 5.4 e 5.5.

In linea generale, per tutti i contaminanti 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 particolarmente interessanti 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.

A livello generale, occorre comunque rilevare che le concentrazioni riscontrate sono piuttosto basse e, nel caso degli IPA e delle diossine e furani, sempre inferiori ai limiti stabiliti dal DM 471/99 per le aree destinate ad uso residenziale o verde pubblico o privato; solo nel caso dei PCB questo limite, peraltro molto restrittivo, viene spesso superato.

Figura 5.2 - Rete di monitoraggio LUCAS a maglia fissa con passo di 18 km

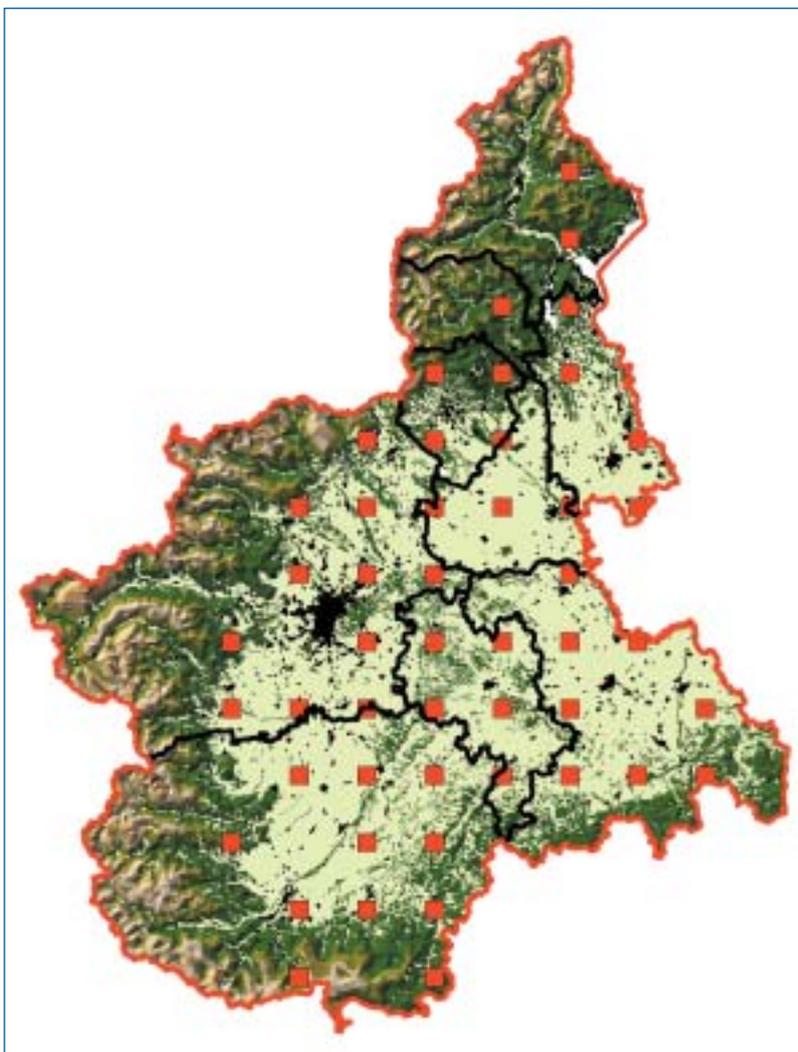
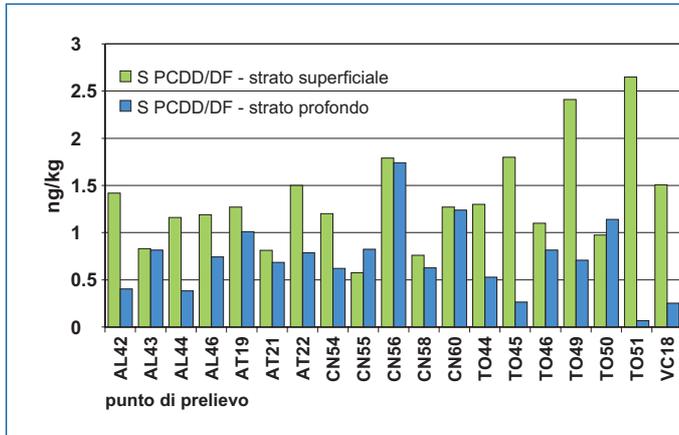
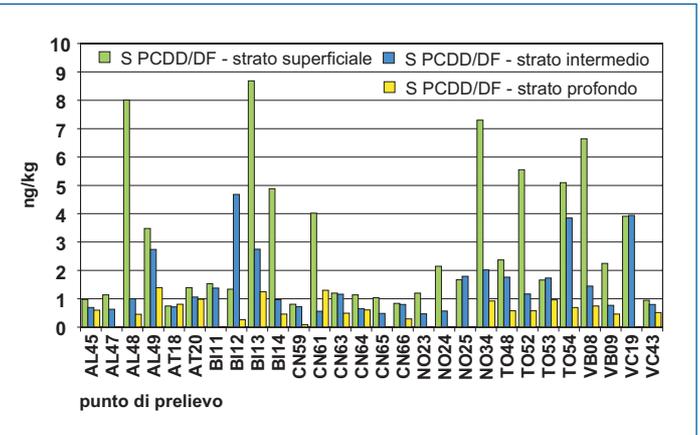


Figura 5.3 - Concentrazione di Diossine e Furani (PCDD e PCDF)

A - Terreni agrari



B - Terreni naturali o seminaturali



Fonte: Arpa Piemonte

Statistiche diossine e Furani (PCDD e PCDF)

Terreni Agrari	Strati Superficiali ng/kg (0-40 cm)	Strati Profondi ng/kg (40-60 cm)
Media diossine e furani	1,34	0,72
Valore Massimo	2,65	1,74
Valore Minimo	0,574	0,0669
media su totale campioni 1,03 ng/kg		

Terreni Naturali	Strato Superficiale ng/kg (0-10 cm)	Strato Intermedio ng/kg (10-30 cm)	Strato Profondo ng/kg (30-60 cm)
Media diossine e furani	2,999	1,504	0,691
Valore Massimo	8,68	4,68	1,39
Valore Minimo	0,745	0,472	0,0822
media su totale campioni 1,73 ng/kg			

Le analisi delle sostanze generalmente raggruppate sotto il nome di policlorobifenili (PCB) hanno complessivamente riguardato 32 composti e le relative famiglie; nelle due figure viene rappresentata la sommatoria dei vari prodotti, come peraltro avviene nella tabella dell'Allegato 1 del DM 471/99. Diversi campioni esaminati superano il limite di 0.001 mg/kg stabilito da tale tabella per suoli da destinare a uso residenziale e a verde pubblico e privato. Va però ricordato che tale limite (non applicabile ai suoli agrari) è estremamente restrittivo e di ben 5.000 volte inferiore al limite per le aree ad uso commerciale / industriale.

Le analisi delle sostanze generalmente raggruppate sotto il nome di diossine e furani hanno riguardato 17 composti: nelle due figure sono rappresentate le sommatorie, effettuate utilizzando le metodologie internazionali di conversione, dei vari prodotti, come peraltro avviene nella tabella dell'Allegato 1 del DM 471/99 (Limite di Legge per suoli da destinare a uso residenziale e di verde pubblico e privato: 10 ng/kg); questo limite di legge non viene mai superato.

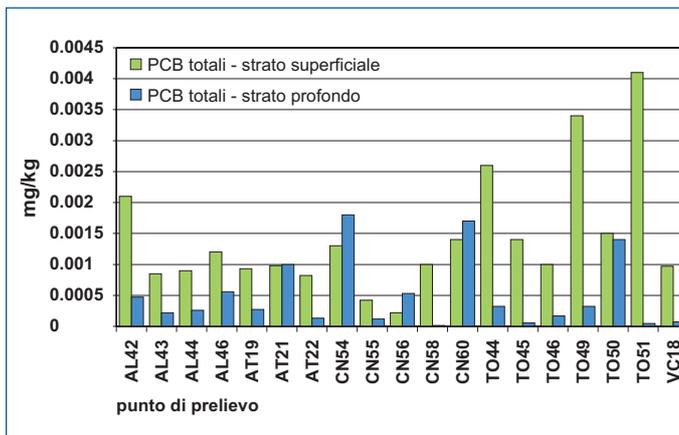
Statistiche Policlorobifenili (PCB)

Terreni Agrari	Strati Superficiali mg/kg (0-40 cm)	Strati Profondi mg/kg (40-60 cm)
Media PCB	0,0014	0,0005
Valore Massimo	0,0041	0,0018
Valore Minimo	0,00022	0,000013
media su totale campioni 0.00095 mg/kg		

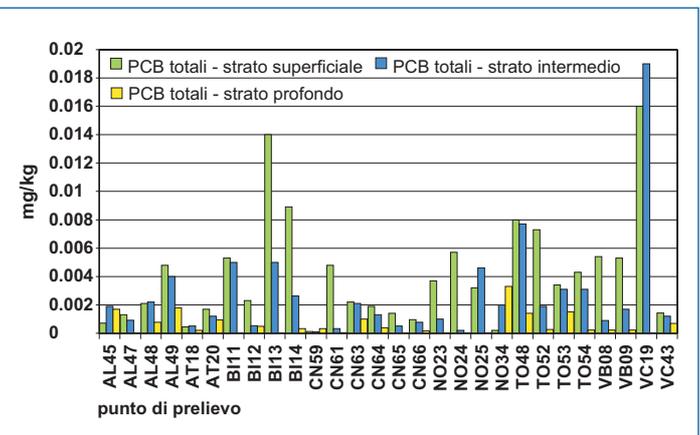
Terreni Naturali	Strato Superficiale mg/kg (0-10 cm)	Strato Intermedio mg/kg (10-30 cm)	Strato Profondo mg/kg (30-60 cm)
Media PCB	0,0043	0,0027	0,00075
Valore Massimo	0,016	0,019	0,0033
Valore Minimo	0,00013	0,00011	0,000046
media su totale campioni 0,026 mg/kg			

Figura 5.4 - Concentrazione di Policlorobifenili (PCB)

A - Terreni agrari



B - Terreni naturali o seminaturali

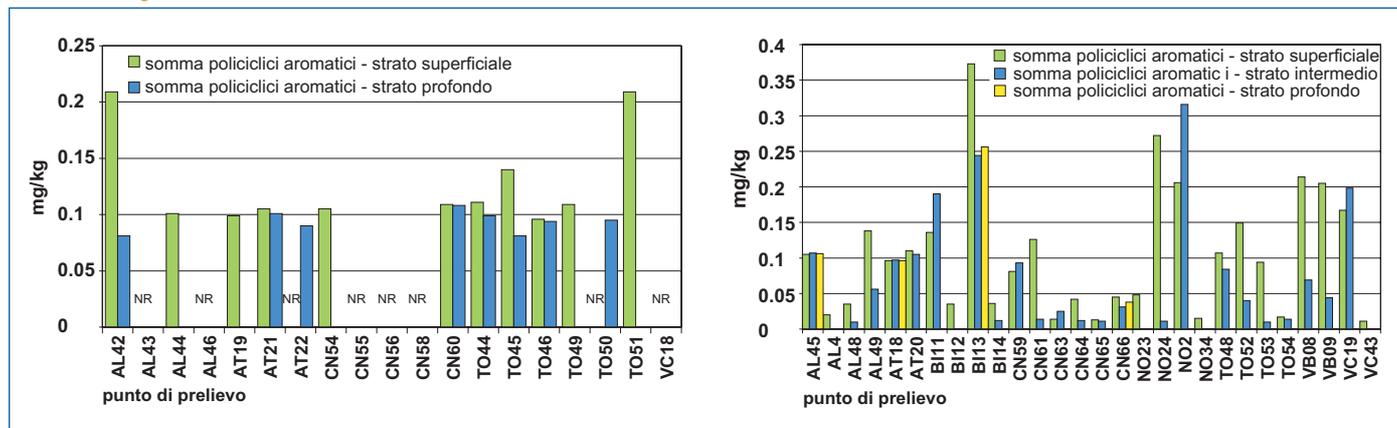


Fonte: Arpa Piemonte

Figura 5.5 - Concentrazione di Idrocarburi Policiclici Aromatici pesanti (IPA pesanti)

A - Terreni agrari

B - Terreni naturali o seminaturali



Fonte: Arpa Piemonte

Statistiche idrocarburi policiclici aromatici pesanti (IPA Pesanti)

Terreni Agrari	Strati Profondi	
	Strati Superficiali mg/kg (0-40 cm)	Strati Profondi mg/kg (40-60 cm)
Media IPA pesanti	0,015	0,0008
Valore Massimo	0,209	0,108
Valore Minimo	0,02	0,012

Terreni Naturali	Strati Profondi		
	Strato Superficiale mg/kg (0-10 cm)	Strato Intermedio mg/kg (10-30 cm)	Strato Profondo mg/kg (30-60 cm)
Media IPA pesanti	0,104	0,0766	0,065
Valore Massimo	0,373	0,316	0,256
Valore Minimo	0,011	0,01	0,038

Le analisi degli IPA hanno complessivamente riguardato 16 composti; nelle figure sono riportati quelli generalmente indicati col termine di "pesanti" corrispondenti ai composti inseriti nella tabella 1 del DM 471/99. Il limite di legge, sia per i singoli composti, sia come sommatoria (10 mg/kg), non sono mai superati. Alcuni campioni contenevano quantità di composti inferiori ai limiti di rilevabilità delle metodologie analitiche applicate.

5.3 URBANIZZAZIONE E CONSUMO DI SUOLO

Il fenomeno del consumo e della impermeabilizzazione del suolo, noto con il termine inglese di "soil sealing", è causato dalla copertura del suolo dovuta alla urbanizzazione e alla costruzione di infrastrutture utilizzando materiali "impermeabili" o comunque dal cambiamento delle caratteristiche del suolo tanto da renderlo impermeabile in modo irreversibile o difficilmente reversibile.

Il sealing non è negativo di per sé, ma in quanto assume praticamente un carattere di irreversibilità e ha come conseguenza la perdita delle funzioni del suolo. Il sealing può inoltre causare o favorire la frammentazione degli habitat e l'interruzione dei corridoi migratori per le specie selvatiche. Il maggiore impatto si ha comunque sul flusso delle acque. L'incapacità delle aree impermeabilizzate di assorbire per filtrazione una parte delle acque, aumenta notevolmente lo scorrimento superficiale, incrementa i rischi di alluvione e può favorire la contaminazione da parte di sostanze chimiche.

Negli ultimi 40 anni, la popolazione europea è cresciuta del 20%, mentre la popolazione urbana è cresciuta

praticamente del doppio (40%); inoltre, negli ultimi 20 anni, l'estensione delle aree urbanizzate a livello europeo è aumentata del 20%, contro un aumento della popolazione del 6% (EEA, 2002; EEA, 2003).

Attualmente, benché la crescita di popolazione in molte aree urbane si sia stabilizzata, continua lo sviluppo attorno alle periferie dei maggiori centri urbani, portando ad una specie di "decentralizzazione" dell'uso del territorio urbano. L'aumento del trasporto su strada ha stimolato lo sviluppo di nuove infrastrutture di trasporto e, in particolare, ha incrementato la richiesta di territorio da utilizzare per queste nuove infrastrutture; negli anni '90 si è avuta nell'EU una perdita di 10 ha al giorno di suolo solamente per la costruzione di nuove autostrade (EEA, 2002; EEA, 2003).

In Germania, per esempio, la superficie totale di aree costruite, incluse le infrastrutture di trasporto, è aumentata dai 350 m² per persona del 1950 ai 508 m² del 1999; parimenti, la superficie abitativa occupata è passata dai 15 m² per persona del 1950 ai 38 m² per persona del 1990 (Dosch e Beckmann, 2000). A livello europeo, l'evoluzione delle aree impermeabilizzate è stata studiata da due importanti progetti, Murbandy (<http://murbandy.jrc.it/>) e Moland (<http://moland.jrc.it/>).

5.3.1 Le infrastrutture di trasporto

Le infrastrutture stradali e ferroviarie occupano una porzione non trascurabile del territorio e sono in continuo aumento, in risposta alla domanda di servizi sempre maggiore nel settore dei trasporti delle persone e delle merci.

Tali superfici vanno ad occupare prevalentemente le aree di pianura, ove sono di più facile costruzione e manutenzione; esse si sviluppano in modo bidirezionale per una larghezza che varia in funzione della tipologia di strada o di ferrovia, arrivando però ad occupare spesso una larghezza di parecchie decine di metri, se si considerano le superfici di pertinenza che, come nel caso delle autostrade, possono essere recintate. Queste strutture dunque portano da un

lato ad una impermeabilizzazione più o meno spinta della superficie occupata, dall'altro hanno effetti ambientali indiretti non trascurabili, tanto in termini di inquinanti immessi nell'ambiente e destinati a ricadere nelle aree confinanti, quanto a livello di frammentazione del territorio, riducendo la resilienza dei biotopi e la loro capacità di ospitare le specie animali. Questo da un lato può interrompere il movimento delle specie, attraverso l'eliminazione dei cosiddetti corridoi ecologici, dall'altra la capacità di un habitat di mantenere la popolazione di specie vitali presenti.

Una interessante valutazione sul consumo di suolo diretto e indiretto da parte delle infrastrutture di trasporto è stata fornita dall'EEA (EEA, 2001) e viene riportata nella tabella 5.3.

Tabella 5.3 - Consumo di suolo diretto e indiretto delle infrastrutture di trasporto - anno 2001

	Strade				Ferrovie	Acqua	Aria
	Autostrade ha/km	Strade Statali ha/km	Strade Provinciali ha/km	Strade Comunali ha/km	Convenzionali Alta velocità ha/km	Canali ha/km	Aeroporti
Diretto	2,5	2,0	1,5	0,7	1,0	5,0	Piste non considerate
Indiretto	7,5	6,0	4,5	2,0	3,0	10	Superficie aeroporti

Fonte: EEA

Come si nota, mediamente il consumo indiretto è tre volte superiore al consumo diretto e, nel caso dell'autostrada, equivale a 7,5 ha/km, pari ad una larghezza di 75 m. Questo rapporto di 3 a 1 tra occupazione indiretta e diretta, se pare veritiero per le autostrade e ancora accettabile per le strade statali, sembra, almeno per la realtà italiana, sicuramente sovrastimato nel caso delle strade provinciali e comunali. La tabella è comunque di indubbia utilità per una prima valutazione del fenomeno partendo da dati di lunghezza lineare delle infrastrutture.

Il livello di impermeabilizzazione è praticamente totale sulla superficie delle strade e delle ferrovie, anche nel caso di mancata asfaltatura della superficie; l'uso di una elevata compattazione del suolo e la sua ricopertura con materiali di supporto estranei, a loro volta compattati, li rende infatti molto simili a superfici completamente impermeabilizzate. In queste zone la perdita delle altre funzioni del suolo è praticamente totale. Le aree di pertinenza, generalmente non impermeabilizzate, subiscono comunque spesso forti limitazioni sia per la contaminazione dovuta al traffico e ai prodotti di manutenzione delle strade (sale anti-gelo, sabbie, ...) sia per l'uso di prodotti diserbanti;

inoltre rimangono generalmente incolte, e sono spesso oggetto di scarichi e smaltimenti abusivi.

A livello piemontese, una valutazione della superficie occupata dalle infrastrutture di trasporto può essere calcolata partendo dai dati sulla lunghezza delle strade e delle ferrovie reperibili nel "Conto nazionale delle infrastrutture e dei trasporti" del 2001, pubblicato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. Se si segue il criterio di stima dell'EEA riportato nella tabella 5.3, la superficie direttamente occupata dalle sole infrastrutture è pari a circa 50.000 ha, corrispondenti al 2% circa della superficie regionale; se a questa si aggiunge la superficie occupata indirettamente, sempre secondo i criteri europei, risultano interessati altri 127.000 ha, pari al 5% circa della superficie regionale.

5.3.2 Aree urbanizzate

L'aumento delle aree urbanizzate è un fenomeno ormai a tutti noto, come pure la crescente dispersione del nuovo urbanizzato, sempre più orientato verso quella "diffusione insediativa" (Mariani *et al.*, 2001), chiamata in differenti modi ("città diffusa", "campa-

• Il consumo diretto riguarda l'area direttamente coperta dalla infrastruttura di trasporto, che viene stimato, ad esempio per un'autostrada a quattro corsie, in 2,5 ha/km, corrispondente ad una larghezza media di 25 m. Il consumo indiretto valuta invece le superfici occupate da quanto è connesso alla infrastruttura, come le aree di sicurezza, gli svincoli, le aree di servizio, gli spazi lasciati liberi per la protezione dal rumore, e così via.

gna urbanizzata", "ville éparpillée", "ville sans cité", "spread city", "spawling", "exurbia", e così via) ma sempre caratterizzata dal fattore densità, prevalentemente molto basso alla mesoscala e nelle configurazioni locali. Gli stessi Stati Uniti, dove più ha avuto modo di realizzarsi l'utopia del substrato residenziale a bassa densità, sono da tempo in fase di ripensamento.

Anche in Piemonte esistono diversi studi che incominciano ad evidenziare con forza l'esistenza di questo problema.

Una prima interessante analisi sulle trasformazioni della categoria di uso del suolo "urbanizzato" è stata proposta in uno studio realizzato dalla Direzione Pianificazione e Urbanistica della Regione Piemonte tramite l'utilizzo di coperture satellitari IRS-IC PAN e dati ricavati dalla Carta Tecnica Regionale (Regione Piemonte, 2003), di cui alcuni risultati erano già stati riportati nel Rapporto del 2003. Un secondo studio che merita attenzione è quello avviato dalla Provincia di Torino relativo al Progetto "Osservatorio sul consumo di suolo della Provincia di

Torino", che ha come obiettivo l'impianto di un sistema per il monitoraggio del consumo dei suoli e la realizzazione di un primo bilancio della trasformazione del suolo nella Provincia di Torino per i primi 4 periodi (1816, 1880, 1922, 1955) e di dettaglio (quantità per tipologia prevalente di uso) per il periodo 1990 e 2000.

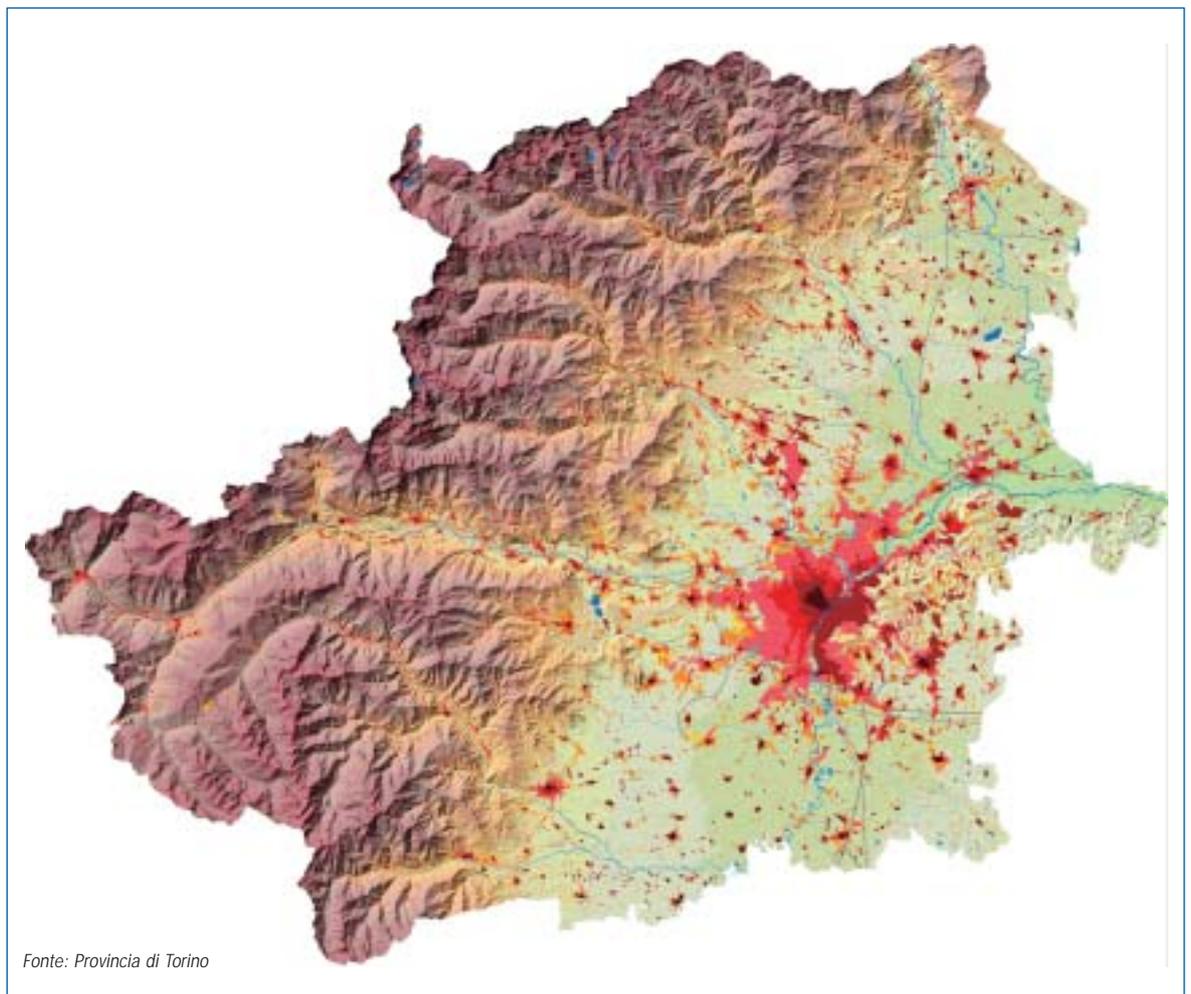
Alcuni primi risultati di questo progetto sono disponibili sul sito WEB della Provincia (http://www.provincia.torino.it/territorio/strat_strumenti/prog_strategici/consumo_provincia).

Nella figura 5.6 sono riportati gli incrementi della superficie urbanizzata nella provincia di Torino dal 1820 al 2000; nel capitolo 8, Ambiente Urbano, sono riferiti quelli relativi all'area metropolitana.

Un esempio di valutazione dell'urbanizzato utilizzando tecniche più moderne, come l'integrazione di dati multispettrali con immagini ad alta risoluzione, realizzato dall'Arpa su di un'area campione, è riportato nel Box 2.

- Nella figura è rappresentato il progressivo incremento delle aree urbanizzate partendo dal 1920 (aree in nero) fino al 2000, passando attraverso le diverse tonalità di rosso, arancio, e giallo.

Incrementi nella superficie urbanizzata nella provincia di Torino dal 1820 al 2000



Box 2 - Popolamento degli indicatori sul consumo di suolo

A cura di *Patrizia Navone, Tommaso Niccoli, Romina Verzella*
- Arpa Piemonte

Il Centro Tematico Nazionale Territorio e Suolo, con il contributo del Settore Sistema di Informazione Geografica e del Dipartimento di Georisorse e Territorio del Politecnico di Torino, ha sviluppato una metodologia per derivare i dati necessari al popolamento degli indicatori basata sulla ricampionatura di immagini multispettrali Landsat TM con ortofoto ad alta risoluzione IT2000.

La procedura permette di ottenere un'immagine di sintesi, con l'informazione derivata dall'alta risoluzione delle ortofoto e la classificabilità in semiautomatico dell'immagine derivante dal contenuto multispettrale dell'immagine satellitare.

L'area comprende i Comuni interessati dall'attività organizzativa dei prossimi XX Giochi Olimpici Invernali 2006, quelli della Comunità Montana della valle di Susa e i Comuni dell'Area Metropolitana Torinese che si sviluppa in direzione della valle stessa. In tutto 94 comuni per un totale di circa 268.000 ettari e 107 sezioni di Ortofoto IT2000.

1^a Fase

Sono state elaborate inizialmente 3 coppie di sezioni ricadenti nella zona metropolitana di Rivoli, dei Laghi di Avigliana e bassa Valle di Susa e della Media Valle di Susa. Lo scopo è stato quello di effettuare varie prove di utilizzo della base dati sia a risoluzioni spaziali differenti che con algoritmi di classificazione e firme spettrali specifiche. Le zone sono state scelte in funzione dell'eterogeneità dell'ambiente di studio, in modo da avere ambiti territoriali rappresentativi e

Immagine di sintesi tra Ortofoto IT2000 e Landsat TM-bande dell'infrarosso



differenziati per sviluppare una metodologia di sicura applicabilità ad un'area vasta. Pertanto si è provveduto a ricampionare le immagini TM con risoluzione geometrica di 30 metri sulle ortofoto IT2000 di risoluzione di 1 metro. Il ricampionamento ha previsto, oltre alle classiche preelaborazioni geometriche, anche metodologie di *pan sharpening* utili a derivare insiemi di dati spettralmente consistenti. Per verificare le potenzialità effettive in termini di derivazione di dati dall'immagine così ottenuta sono state effettuate diverse prove di classificazione. Si è proceduto all'estrazione di firme spettrali in zone rappresentative delle macroclassi identificate e con queste alla classificazione vera e propria.

Per una corretta definizione dei tematismi si sono sperimentati, sulla base dati sia calibrata che non calibrata, diversi algoritmi di classificazione.

I risultati delle singole classificazioni sono stati elaborati come strati informativi distinti e aggregati in seguito a livello vettoriale. Su questi si è dovuto effettuare, soprattutto per la classe "Urbanizzato", un certo lavoro di *editing* per correggere gli errori di classificazione che portano a far rientrare in questa categoria anche le superfici

relative ai suoli agricoli non coperti da alcun tipo di vegetazione al momento dell'acquisizione dell'immagine.

2^a Fase

Al fine di calcolare gli indicatori previsti si è applicata la metodologia sperimentata sulle immagini ad un metro di risoluzione al totale delle immagini dell'area di studio ricampionate ai 5 metri.

Le stesse firme spettrali, definite sull'immagine al metro, sono state applicate su tutta l'immagine sintetizzata della zona di indagine, ottenendo le coperture dei livelli Bosco e Urbanizzato. Nel caso del bosco si sono dovute integrare parzialmente le firme spettrali definite precedentemente in quanto non comprendevano tutte le tipologie riscontrabili nell'area di indagine. Per la classe Bosco si è classificata l'area montana interessata dai giochi olimpici e della bassa valle di Susa, escludendo l'area di pianura, dove sono risultati numericamente elevati gli errori di classificazione utilizzando le firme spettrali ricavate su un'area campione prevalentemente montana. Per quest'area si dovrà ricorrere ad un'apposita classificazione. Per 5 comuni della zona dei giochi olimpici non è stata possibile ricavare la

classificazione del bosco in quanto le immagini disponibili si riferivano al periodo invernale, con copertura di vegetazione senza apparato fogliare (Inverso Pinasca, Perrero, Pramollo, Salza di Pinerolo, San Germano Chisone). Per la classe Urbanizzato si è limitata la classificazione alle zone di pianura e bassa valle di tutta l'area di indagine, nelle quali ricade comunque quasi il 100% delle infrastrutture, per limitare i problemi generati dagli affioramenti rocciosi, difficilmente distinguibili da manufatti antropici. Pertanto 7 comuni non sono stati indagati (Claviere, Massello, Moncenisio, Prali, Pralormo, Salza di Pinerolo, Perrero), nei quali comunque è fortemente limitato l'impatto delle infrastrutture.

Risultati

Sul livello Bosco è stata necessaria una pulitura delle geometrie in corrispondenza delle zone in ombra di alta montagna e, in pianura, di prati molto scuri con firme spettrali molto simili a quelle del bosco.

Per quanto riguarda l'Urbanizzato i maggiori problemi di classificazione sono stati generati dalla difficoltà di separare le firme spettrali dei suoli nudi e dei campi arati dalle superfici artificiali. L'entità dell'*editing* sul livello vettoriale per la pulizia finale del livello informativo è comunque stata notevolmente inferiore rispetto a quanto ottenuto dalla classificazione delle immagini al metro di risoluzione. Nella accuratezza di definizione di questo livello informativo pesa molto di più il passaggio della risoluzione dal metro ai 5 metri, rispetto a quanto accade per la classe Bosco. Si vanno infatti a perdere tutti quei particolari

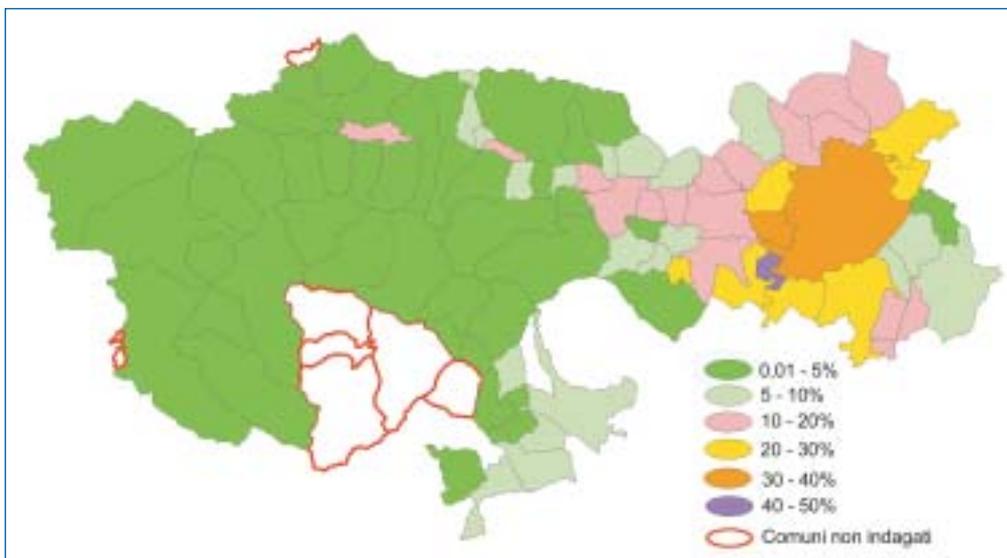
Classificazione dell'urbanizzato a 5 metri di risoluzione



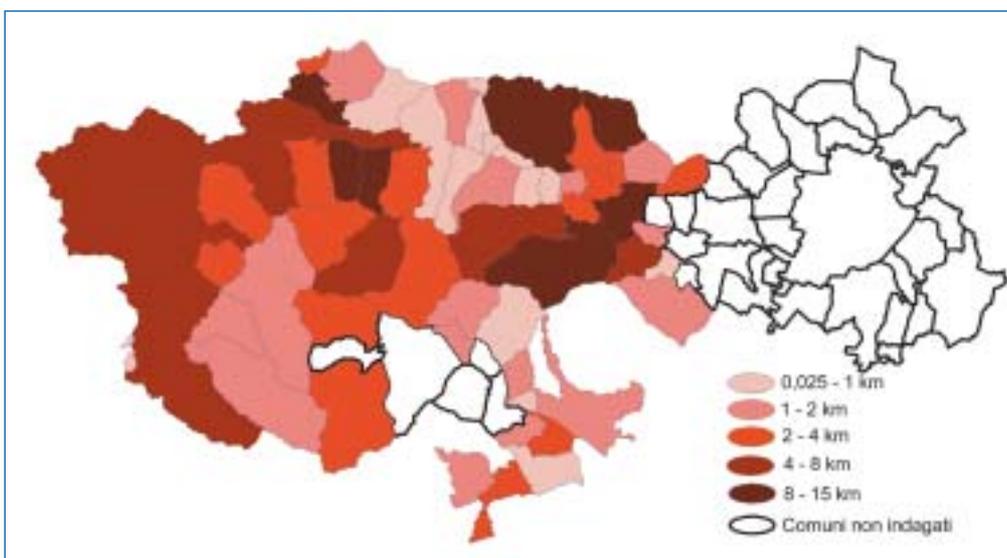
Classificazione dell'urbanizzato a 1 metro di risoluzione



Percentuale di occupazione di suolo della componente Urbanizzato



Lunghezza totale della viabilità che intercetta superfici boscate



che come dimensioni si approssimano alla soglia dei 5 metri, come singoli caseggiati e soprattutto tutta la viabilità minore.

Le classificazioni così ottenute sono state vettorializzate e suddivise per comune.

Si riporta nella cartografia allegata la percentuale di occupazione di suolo per comune da parte delle infrastrutture, definite dalla classificazione dell'immagine.

Con le informazioni ricavate dalla classificazione delle superfici boscate si è popolato l'indicatore "Frammentazione del territorio" che fornisce indicazioni dell'impatto delle infrastrutture sulla componente vegetale naturale.

Per ottenere ciò il livello vettoriale Bosco, ottenuto con la classificazione è stato incrociato con il vettoriale della viabilità principale (Autostrade, Strade a scorrimento veloce, Statali e Provinciali) dell'area di indagine ricavato dalla cartografia della Regione Piemonte in scala 1:10000. Si è così calcolato l'effettivo impatto della rete viaria sulla componente arborea per i singoli comuni dell'area di indagine.

5.4 ALTRI FENOMENI DEGRADATIVI

5.4.1 Erosione idrica del suolo

Con la collaborazione di **Ezio Rusco** - Consulente APAT

L'erosione è considerata una tra le cause principali di degradazione del suolo, innescata da vari fattori quali le tecniche di lavorazione e i fenomeni meteorologici (idrici e eolici).

I fattori che accelerano l'erosione sono, infatti, le lavorazioni del terreno a rittochino, l'utilizzo di organi lavoranti che generano la formazione della suola d'aratura (zona compatta d'interfaccia fra lo strato arato e il suolo naturale) e l'eccessivo amminutamento superficiale del suolo per la preparazione dei letti di semina. L'erosione è inoltre favorita dalla mancanza di applicazione di misure conservative del suolo, quali le sistemazioni idraulico-agrarie, i drenaggi, gli inerbimenti. Incrementano l'erosione anche le operazioni di livellamento del terreno effettuato con macchine per il movimento di terra per l'impianto di colture arboree specializzate. In queste condizioni, è frequente osservare tassi di erosione catastrofici, che superano, negli anni a seguire, le 500 t ha⁻¹anno⁻¹.

Il rischio d'erosione è aumentato, negli ultimi decenni, anche a causa dell'aumento dell'erosività delle piogge, che presentano scrosci più intensi ed eventi notevoli più ravvicinati. Ciò è in relazione con il generale mutamento del clima a scala planetaria.

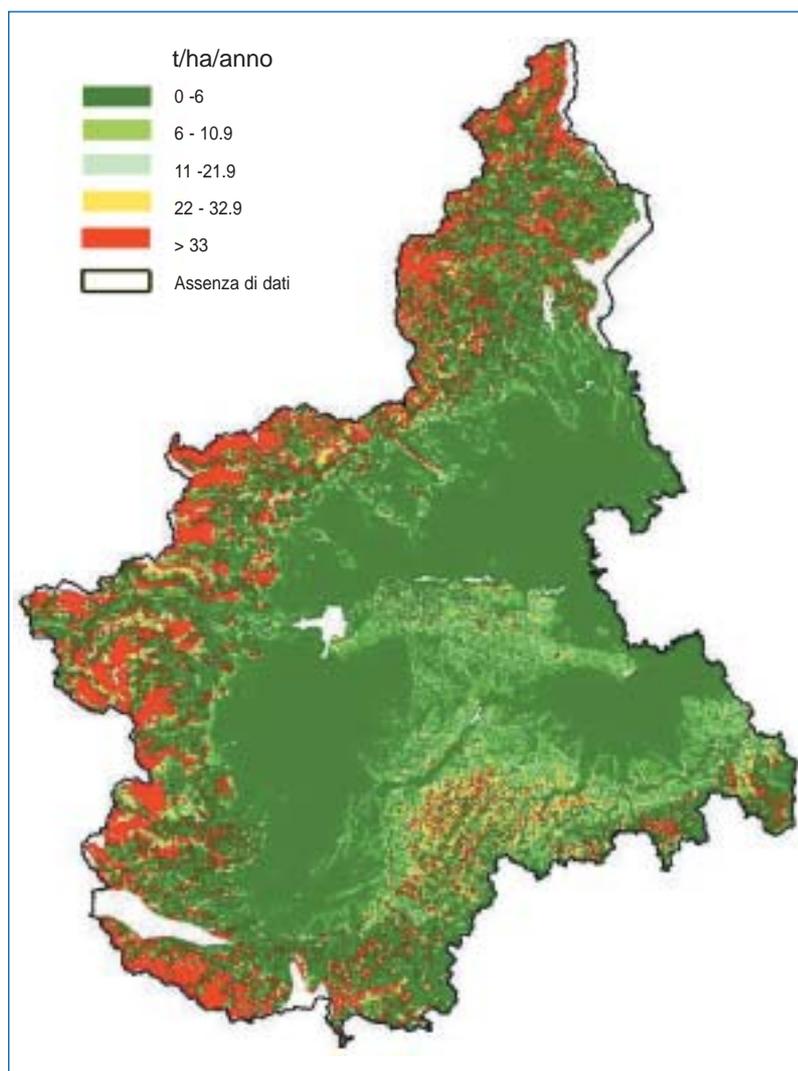
La valutazione della "perdita di suolo" detta anche "indice di denudamento", e cioè la quantità di materiale asportato dall'erosione per unità di misura su una determinata superficie o bacino, viene effettuata solitamente attraverso una serie di modelli empirici o fisicamente basati che considerano l'erosione come un fenomeno che si verifica in modo omogeneo su tutta la superficie considerata.

L'Arpa, basandosi su una proposta di classificazione elaborata dall'OECD (*Organisation for Economic Cooperation and Development*), ha rielaborato i dati contenuti nello studio "Soil erosion Risk Assessment in Italy" elaborato dal JRC (*Joint Research Centre*) per stimare l'erosione attuale sul territorio piemontese. Per calcolare la perdita di suolo è stata utilizzata l'*Universal Soil Loss Equation* (RUSLE) che è il prodotto tra i fattori di erosione determinato dalle piogge (R), erodibilità intrinseca del suolo determinato dalla sua struttura e consistenza (K), pendenza e lunghezza del versante (S*L) e copertura (C). L'equazione è stata sviluppata in ambiente GIS. I risultati ottenuti dall'elaborazione dell'equazione RUSLE sono stati riclassificati

secondo le cinque classi di perdita di suolo in tonnellate/ettaro/anno definite dall'OECD (figura 5.7): classe 1 per valori inferiori a 6 t/ha/y (erosione tollerabile), classe 2 per valori compresi tra 6 e 10.9 t/ha/y (erosione bassa), classe 3 per valori compresi tra 11 e 21.9 t/ha/y (erosione moderata), classe 4 per valori compresi tra 22 e 32.9 t/ha/y (erosione alta) e classe 5 per valori superiori a 33 (erosione molto alta).

Inoltre, sempre in ambiente GIS, si sono interpolati i dati ottenuti con l'uso del suolo rappresentato dal *Corine Land Cover* del 1990. Sono stati rielaborati i dati per il livello 2.1 di *Corine Land Cover* delle terre arabili e per il livello 2.2 dei vigneti e frutteti. La distribuzione dei due livelli di *Corine* sulla superficie piemontese viene rappresentata cartograficamente dalla figura 5.8; c'è una netta prevalenza di aree a seminativo, con una minoranza delle aree adibite a vigneti e frutteti.

Figura 5.7 - Erosione attuale secondo classificazione OECD

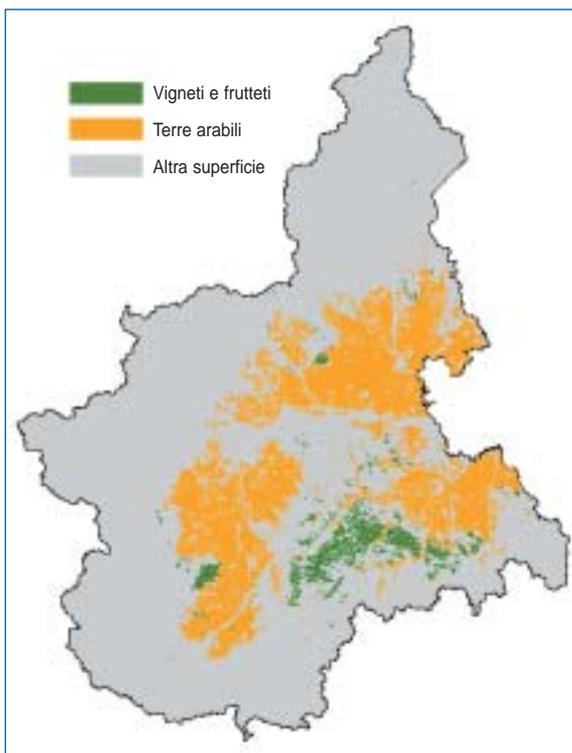


Fonte: JRC . Elaborazione Arpa Piemonte

Le terre arabili presentano il 96% della superficie nella classe di erosione molto bassa, erosione tollerabile, in quanto per il coltivato si è in presenza di una pendenza moderata. Per quanto riguarda i vigneti e frutteti, c'è una

prevalenza di superficie appartenente alla prima classe di erosione, 42%, ma è piuttosto rilevante anche la superficie che ricade nella classe che rappresenta un valore di erosione moderata, 24%. Le zone ricoperte da frutteti e vigneti sono in genere localizzate su suoli con una pendenza più elevata (figura 5.9).

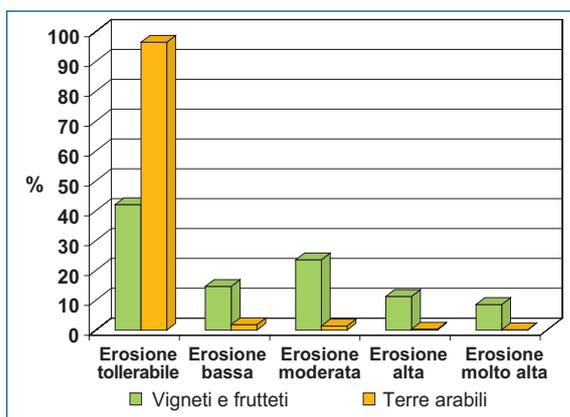
Figura 5.8 - Uso del suolo agricolo



Fonte: Corine Land Cover 1990

Il livello di definizione dei risultati ottenuti risente ovviamente del livello di dettaglio dei dati meteorologici, pedologici, fisici e di copertura del suolo utilizzati; più alto è il livello di dettaglio, migliore è la definizione del rischio di erosione. Un esempio su come è possibile approfondire la conoscenza su un'area provinciale è riportato nel Box 3.

Figura 5.9 - Uso del suolo e classi di erosione



Fonte: JRC, Corine Land Cover 1990 - Elaborazione Arpa Piemonte

Box 3 - Erosione del suolo sul territorio Astigiano

A cura di Tommaso Niccoli, Romina Verzella - Arpa Piemonte

La principale fonte di dati sull'erosione attuale è rappresentata dalla carta di "Soil erosion Risk Assessment in Italy" elaborato dal JRC (Joint Reserch Centre). I dati di base utilizzati per le elaborazioni della cartografia hanno valenza a scala nazionale, molto meno rappresentativi sono i valori che si ottengono scendendo a scale di dettaglio. Per una corretta valutazione del fenomeno si è applicata una metodologia che integra un modello di calcolo in una applicazione GIS con utilizzo di dati di base con scala significa-

tiva per una elaborazione a valenza provinciale.

Per stimare la perdita di suolo legata a fattori climatici si è utilizzato un modello di calcolo empirico espresso dall'Equazione universale di perdita del suolo (Universal Soil Loss Equation).

$$A = R \times K \times LS \times C \times P$$

- A: consumo di suolo
- R: fattore di erosività della pioggia
- K: fattore di erodibilità del suolo
- LS: fattore di lunghezza e pendenza di un versante
- C: fattore di copertura vegetale e tecniche colturali
- P: fattore tecniche sistematorie

Per l'applicazione del modello si è scelta un'area della Regione Piemonte nella quale vi fosse ampia disponibilità di dati di dettaglio. La scelta è ricaduta sulla provincia di Asti, che tra l'altro è fortemente interessata dal fenomeno per la sua natura collinare e per l'alta intensità di coltivazioni viticole.

Le funzioni per stimare i vari fattori e i parametri per tarare il modello sono stati ricavati da studi effettuati dal ISSDS di Firenze, sezione Fisica del Suolo, in quanto quelli reperibili in modelli di calcolo già implementati si riferiscono a situazioni e studi non riconducibili alle carat-

teristiche del territorio italiano. Il modello è stato sviluppato in ambiente GIS per poter ottenere cartografie dei fenomeni erosivi utilizzabili per pianificazione territoriale e come supporto alle decisioni.

Dati meteorologici - Fattore R
Fonte dati: Serie dati 1923-1986 fornita dalla Banca Dati Climatologia del Piemonte, dati tratti dagli Annali Idrologici del Dipartimento dei Servizi Tecnici Nazionali, Servizio Idrografico Mareografico Nazionale, Ufficio di Parma.

Orografia - Fattore LS
Fonte dati: Modello Digitale del

Terreno della Regione Piemonte con un passo di 50 metri.

Dati pedologici - Fattore K

Fonte dati: Dati estrapolati dalle unità cartografiche della Carta dei Suoli a scala 1:50.000 redatta dall' IPLA (Istituto per le Piante da Legno e l'Ambiente). Sulla cartografia vi sono zone del territorio Astigiano in cui non sono presenti i dati, questo perché la carta pedologica al 50.000 con i dati sulle caratteristiche fisico-chimiche del terreno è in fase di ultimazione. Unità di misura: [t ha⁻¹h⁻¹]

Alle classi di tessitura ricavate dalle caratterizzazioni pedologiche dei profili di riferimento delle singole fasi di suolo sono stati attribuiti i valori della tabella sviluppata dall'ISSDS di Firenze

Uso e copertura del suolo - Fattore C

Fonte dati: Uso del suolo del progetto *Corine Land Cover 90*.

Ai poligoni di uso del suolo è stato associato un valore definito, frutto di risultati di prove effettuate nei centri sperimentali dell'ISSDS.

Protezione delle tecniche colturali - Fattore P

Non si dispone di informazioni relative alle tecniche colturali applicate alle coltivazioni nell'area di studio. Si sono comunque considerati i vigneti inerbiti per un 20% della superficie e in nessun caso coltivati a rittochino.

Risultati

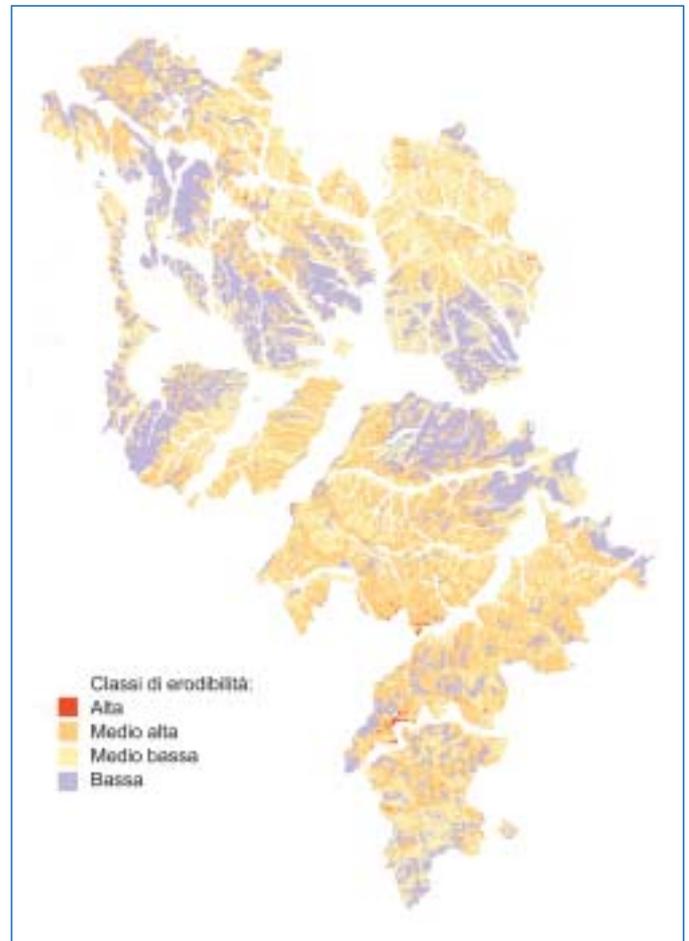
Applicando l'algoritmo di calcolo del modello ai livelli informativi dei singoli fattori che contribuiscono al fenomeno dell'erosione idrica si è ottenuta la carta dell'erosione potenziale della provincia di Asti.

L'erosione viene definita potenziale in quanto, con il modello, si ottiene un valore complessivo di tonnellate/ha di materiale eroso, ma non si stima l'entità della deposizione, come se ci fosse esclusivamente asporto della superficie. Si ottengono così delle classi di pericolosità con indicazione delle zone nelle quali il fenomeno ha una potenziale maggiore incidenza.

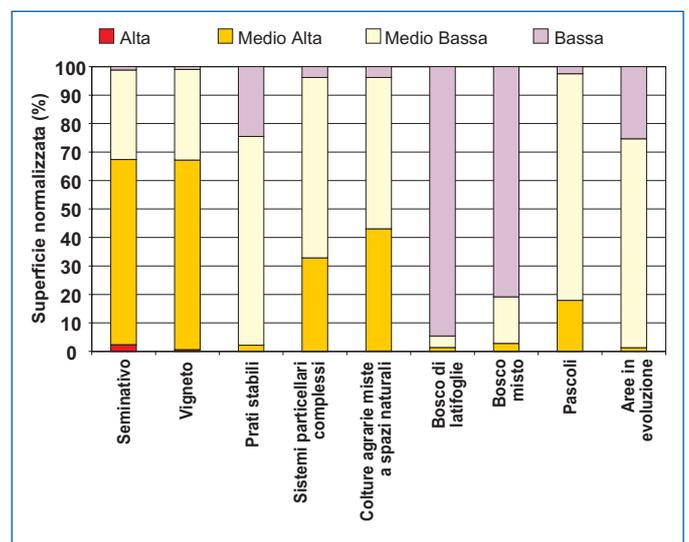
Nella carta e nel grafico si riporta la suddivisione del territorio astigiano in quattro classi di pericolosità corrispondenti ad una perdita stimata di suolo inferiore a 0.5 mm per la classe Bassa, 1.5 mm per la classe Medio Bassa, 15 mm per la classe Medio Alta e superiore ai 15 mm la classe Alta. Nel grafico la superficie delle quattro classi di erosione del suolo viene confrontata con l'uso del suolo, per ottenere una analisi delle forme colturali che influenzano maggiormente il fenomeno erosivo.

Si nota la forte incidenza di classe Medio Alta per i vigneti e la forte protezione del suolo del bosco, con netta prevalenza della classe Bassa nonostante siano superfici relegate in suoli ad elevata pendenza.

Erosione potenziale in provincia di Asti



Ripartizione delle classi di erosione per tipologia di uso del suolo



5.4.2 Diminuzione della biodiversità

La perdita di 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 (es. stato e trend di gruppi di specie ornitiche; numero generale di specie animali minacciate; perdita di biodiversità delle specie ornitiche), ovvero valutano indirettamente il fenomeno attraverso indicatori che riguardano alcune caratteristiche del territorio e degli habitat (perdita di aree protette o di aree umide; area utilizzate per agricoltura intensiva; frammentazione delle foreste e dei paesaggi rurali per colpa di strutture viarie o ferroviarie; cambiamenti nelle tradizionali pratiche agronomiche).

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 considerazioni in merito alle esperienze dirette dell'uso dell'indice di qualità biologica dei suoli sono riportate nel capitolo 7.

5.4.3 Superficie percorsa da incendi

Gli incendi boschivi continuano ad essere un grave problema ambientale a livello nazionale, dove il loro numero, secondo il Corpo Forestale dello Stato (CFS), è passato dalla media di 6.000 incendi/anno negli anni '60, a oltre 11.000 incendi/anno negli anni '80 e '90, con punte oltre i 14.000 incendi/anno. In Italia, la superficie mediamente percorsa dal fuoco è stata, negli anni '90, di oltre 118.000 ha/anno. I dati del CFS per il 2003, limitati per ora al 7 settembre 2003, riportano 11.850

• *Il numero di incendi, nonostante la diminuzione degli ultimi due anni, conferma la complessiva tendenza crescente.*

incendi per una superficie complessiva percorsa dal fuoco di 81.266 ha.

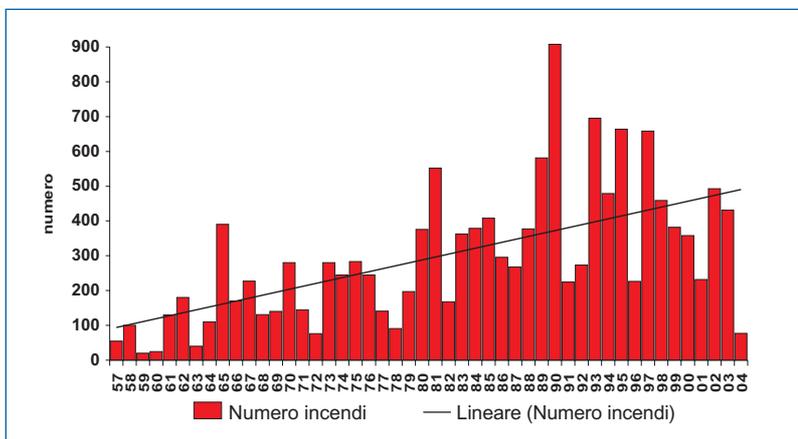
Oltre alle evidenti ripercussioni economiche e ai gravi rischi che possono correre gli esseri umani, gli incendi causano danni ambientali di tutto rilievo, con distruzione di habitat naturali spesso di grandissimo pregio. Inoltre le superfici percorse da incendi sono altamente vulnerabili agli altri fenomeni di degradazione del suolo, come l'erosione e la perdita di sostanza organica, fino ad arrivare alla desertificazione.

Il problema degli incendi coinvolge logicamente anche il Piemonte, regione con un notevole patrimonio forestale: un quarto della sua superficie complessiva (2,5 milioni di ettari) è occupato da boschi (663.364 ettari), e questa superficie si va espandendo ad un tasso annuo pari a circa lo 0,7%.

Questa espansione è principalmente una conseguenza dell'abbandono di coltivi e pascoli in aree collinari e montane, seguito da ricolonizzazione spontanea. L'azione di rimboschimento artificiale da parte delle pubbliche amministrazioni ha invece una incidenza molto modesta, dell'ordine di qualche centinaio di ettari l'anno. Questa modificazione dell'ambiente silvo-pastorale, piuttosto "veloce" dal punto di vista dei cicli forestali, conseguente al cambiamento socio-economico verificatosi nell'ultimo secolo, è una delle cause non secondarie dell'affermarsi degli incendi come la principale minaccia per i boschi (figura 5.10).

Con il cambiamento delle condizioni socio-economiche, alla funzione produttiva del bosco divenuta poco remunerativa, si è prepotentemente sostituita quella paesaggistico-ricreativa, permanendo quella protettiva e stabilizzatrice dei versanti. Venendo meno una produzione legnosa economicamente sostenibile sono automaticamente diminuite le cure colturali dei boschi, specialmente in quelli di proprietà privata. Come conseguenza si è verificato un progressivo aumento dei residui vegetali sul suolo del bosco (tecnicamente definito come aumento del carico d'incendio), così come delle piante secche schiantate. Per tale ragione è nettamente aumentata la sensibilità dei boschi al fuoco, visto che le fiamme trovano facile esca nell'abbondante combustibile morto al suolo. Tuttavia, alla base dell'incremento degli incendi negli ultimi decenni non vi è solo la situazione di abbandono dei boschi, ma anche la riduzione delle terre agricole. Dal 1° gennaio 1997 all'aprile 2004 si sono verificati in Piemonte 3.090 incendi boschivi, che hanno interessato 30.600 ettari (15.840 boscati e 14.758 non boscati).

Figura 5.10 - Numero di incendi in Piemonte - anni 1957-2004



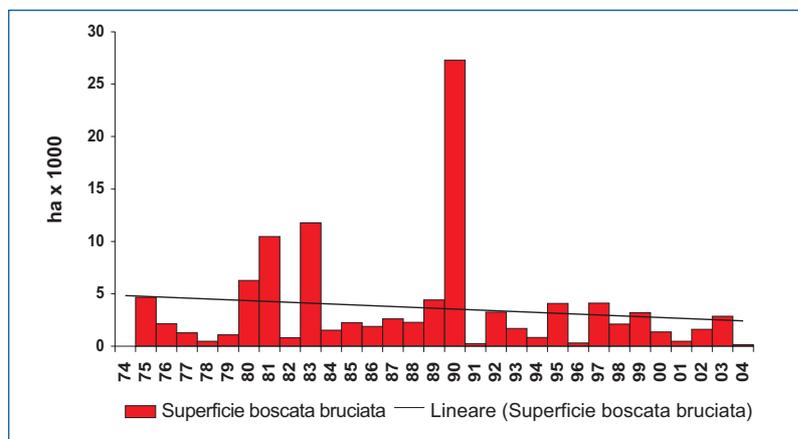
Fonte: Corpo Forestale dello Stato (i dati del 2004 vanno dal 1 gennaio al 30 aprile)

Come si vede dalle figure 5.10 e 5.11, mentre il numero di incendi, nonostante la diminuzione degli ultimi anni, continua ad avere sul lungo periodo un trend in ascesa, le superfici interessate dimostrano una leggera tendenza alla diminuzione.

5.4.4 Inondazioni e smottamenti

Il rischio idrogeologico di un'area è funzione della probabilità di occorrenza di un dissesto di data intensità in un determinato intervallo (pericolosità) e della vulnerabilità dell'area stessa, in termini d'incolumità delle persone, della sicurezza delle infrastrutture, del patrimonio ambientale e culturale. L'obiettivo conoscitivo generale del tema è quindi la valutazione dello stato di avanzamento degli interventi programmati, tesi alla minimizzazione del rischio attraverso la riduzione della pericolosità (intensità) dell'evento atteso o

Figura 5.11 - Superficie boscata bruciata in Piemonte - anni 1957-2004



Fonte: Corpo Forestale dello Stato (i dati del 2004 vanno dal 1 gennaio al 30 aprile)

della vulnerabilità dei soggetti a rischio.

La situazione piemontese è descritta in dettaglio nel capitolo 6 sugli eventi naturali.

• La superficie boscata bruciata, nonostante la tendenza crescente del numero di incendi, continua ad avere una tendenza leggermente decrescente.

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.

APAT - CTN_TES, 2004. *Elementi di progettazione della rete nazionale di monitoraggio del suolo a fini ambientali*. Versione aggiornata sulla base delle indicazioni contenute nella strategia tematica del suolo dell'unione europea. Rapporti APAT, RTI CTN_TES n. 2/2004

COMMISSIONE DELLE COMUNITA' EUROPEE, 2002. *Verso una strategia tematica per la protezione del suolo*. Comunicazione della Commissione al Consiglio e al parlamento europeo, al Comitato economico e sociale e al Comitato delle Regioni - Bruxelles 16.4.2002 COM(2002) 179 definitivo.

DOSCH, F. AND BECKMANN, G., 2000. *Der Flächenverbrauch in Deutschland hat sich intensiviert*. In: Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (EEA), 2001. *Towards spatial and territorial indicators using land cover data*. Technical Report n. 59.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (EEA), 2002. *Environmental Signals 2002. Benchmarking the millennium*. Environmental Assessment Report n° 9

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (EEA), 2003. *Europe's environment: the third assessment*. Environmental Assessment Report n° 10.

HEINEKE, H.J., ECKELMANN, W., THOMASSON, A.J., JONES, R.J.A., MONTANARELLA, L. AND BUCKLEY, B. (EDS), 1998. *Land Information Systems: Developments for planning the sustainable use of land resources*. EUR 17729 EN, 546pp. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.

MARIANI L., PAOLILLO P.L. E RASIO R., 2001. *Climi e suoli lombardi*. Rubbettino, Soveria Mannelli.

POSTDAM INSTITUTE FOR CLIMATE IMPACT RESEARCH (PIK), 2000. *Proceedings of the European conference on advances in flood research*. Postdam, November 2000. PIK Report 65 - PIK.

REGIONE PIEMONTE, 2003. *Trasformazioni territoriali in Piemonte (prime metodologie di analisi)*. Quaderni della Pianificazione n. 13 aprile 2003.

RIJKS, D., TERRES, J.M. & VOSSEN, P. EDS., 1998. *Agrometeorological applications for regional crop monitoring and production assessment*. EUR 17735 EN, 505 pp. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg

UMWELTBUNDESAMT, UBA, 2001. *Versiegelt Österreich Der Flächenverbrauch und seine Eignung als Indikator für Umweltbeeinträchtigungen*.

UNITED NATIONS ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE (UNECE), 2000. *Meeting of the Parties to the Convention on the Protection and Use of Transboundary Watercourses and International Lakes*. The Hague, Netherlands, 23-25 March 2000.

VAN ROMPAEY A.J.J., BAZZOFFI P., JONES R.J.A., MONTANARELLA L. e GOVERS G., 2003. *Validation of Soil Erosion Risk Assessment in Italy - ESB - IES - JRC Ispra (VA)* EUR 20000 EN.