



APAT

Agenzia per la protezione
dell'ambiente e per i servizi tecnici

I Quaderni della Formazione Ambientale

Suolo

APAT - Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici
Via Vitaliano Brancati, 48 - 00144 Roma
www.apat.it

Servizio Educazione e Formazione Ambientale

www.apat.gov.it
educazione@apat.it; formazione@apat.it

ISBN: 88-448-0203-1

A cura di

Dott.ssa Patrizia Polidori

Coordinamento

Ing. Gaetano Battistella

Coordinamento dei testi

Dott.ssa Stefania Calicchia
Collaborazione: Dott.ssa Teresa Cinti; Arch. Ruggero Palma

Riproduzione autorizzata citando la fonte

Grafica di copertina Franco Iozzoli

Coordinamento tipografico e distribuzione

Olimpia Girolamo
APAT - Servizio Stampa ed Editoria
Ufficio Pubblicazioni

Impaginazione e stampa

I.G.E.R. srl - Viale C.T. Odascalchi, 67/A - 00147 Roma

Stampato su carta TCF

Finito di stampare maggio 2006

INDICE

Premessa	5
1. Introduzione	7
2. Genesi del Suolo	9
3. Difesa del Suolo	11
3.1. Rischio Naturale	11
3.2. Rischio sismico	11
3.3. Rischio vulcanico	12
3.4. Rischio idrogeologico	13
3.5. Rischio ad evoluzione lenta	15
4. Inquinamento e Bonifica del suolo	17
4.1. Inquinamento del suolo	17
4.2. Bonifica, messa in sicurezza e ripristino dei siti inquinati	18
5. Il suolo come risorsa agricola e alimentare	19
6. Cartografia geologica e geotematica	21
Questionario di autovalutazione	23
Riferimenti Normativi	25
Dati tecnico scientifici di riferimento	26
Bibliografia e Siti web	31

PREMESSA

Il presente *booklet* fa parte della raccolta intitolata “Quaderni della Formazione Ambientale”, composta da 8 documenti tematici sugli elementi tecnico scientifici di base per la formazione e l’educazione ambientale.

I Quaderni sono divisi in 2 gruppi, relativi a:

- le matrici ambientali, e cioè Acqua, Aria, Natura e Biodiversità, Suolo;
- i fenomeni di antropizzazione, e cioè Cultura Ambientale e Sviluppo Sostenibile, Demografia ed Economia, Energia e Radiazioni, Rifiuti.

L’opera, che si ricollega alle precedenti “Schede Tematiche di Educazione Ambientale” e ne approfondisce i contenuti, si propone come uno strumento di agevole consultazione sia da parte del docente / educatore che dell’allievo, per un supporto alla divulgazione sul tema della protezione dell’ambiente.

I testi riportati negli 8 Quaderni sono accompagnati da grafici, tabelle ed esempi esplicativi, per agevolare la trattazione, la lettura e lo studio e per cercare di presentare in forma agevole una serie di conoscenze tecnico scientifiche anche complesse e di non facile sintesi.

D’altronde, la protezione dell’ambiente è innanzitutto un problema tecnico scientifico, e progettare strumenti per la divulgazione ambientale di supporto ad iniziative di educazione e formazione ambientale non può prescindere da una impostazione il più possibile pianificata, schematica e rigorosa. Questo spiega perché la struttura dei Quaderni stessi è organizzata in maniera analoga, con una parte espositiva, una parte di riferimenti alla normativa e ai dati tecnico scientifici, e una parte di autovalutazione.

La sistematizzazione di una parte delle attuali conoscenze di base su diverse tematiche ambientali permette così di avviare iniziative di educazione e/o di formazione, basate su una corretta comprensione dei fenomeni ambientali, e di favorire una migliore partecipazione degli individui alla soluzione dei piccoli e grandi problemi quotidiani che riguardano l’ambiente, e quindi anche noi stessi.

Non può essere tralasciata anche una breve considerazione sulla utilità possibile di una simile raccolta, che può supportare – tale ne è perlomeno l’intendimento – una maggiore diffusione delle conoscenze a tutti i livelli di età (bambini, giovani, adulti, anziani) e in diversi ambiti di apprendimento (scuole, laboratori, associazioni, ecc.) per dare un riferimento omogeneo e scientificamente fondato alle future azioni di educazione e formazione ambientale, perlomeno a livello di conoscenze di base.

È noto, infatti, dalle statistiche disponibili, che una delle priorità dell’educazione per lo sviluppo sostenibile è quella di migliorare, attraverso la formazione, la preparazione di milioni di docenti ed educatori nel mondo, e d’altro canto la formazione è una leva fondamentale per l’avvio nel mondo del lavoro di esperti nelle nuove professioni legate alla protezione dell’ambiente.

Si auspica che in questo documento dell’APAT possano quindi trovare uno strumento valido di lavoro quanti vogliono dotarsi di un supporto tecnico scientifico e di riferimento istituzionale alle proprie attività di formazione e di educazione ambientale.

1. INTRODUZIONE

Il **suolo** è uno strato sottile che ricopre la superficie della terra ed è costituito da un complesso di materiali incoerenti, derivati dall'alterazione e dalla disgregazione superficiale delle rocce o dal detrito risultante dai normali processi erosivi, il quale costituisce il supporto indispensabile per la vita e lo sviluppo della vegetazione.

Il suolo svolge un ruolo fondamentale per l'equilibrio dell'ecosistema, in quanto consente l'alimentazione degli animali e degli uomini e la stabilità dei versanti; costituisce una barriera di protezione per le acque di falda e l'habitat di moltissime specie; la produzione di legname e di altri materiali utili è pertanto la fonte di approvvigionamento di materiali da costruzione.

I processi che lo formano sono diversi, complessi e lunghi, ma la sua distruzione può essere rapida. Lo sviluppo umano però in alcuni casi contrasta le funzioni del suolo, esercitando pressioni a volte eccessive (smaltimento non corretto dei rifiuti, infrastrutture, agricoltura intensiva, ecc) che possono determinare, nei casi estremi, la perdita delle capacità funzionali del suolo.



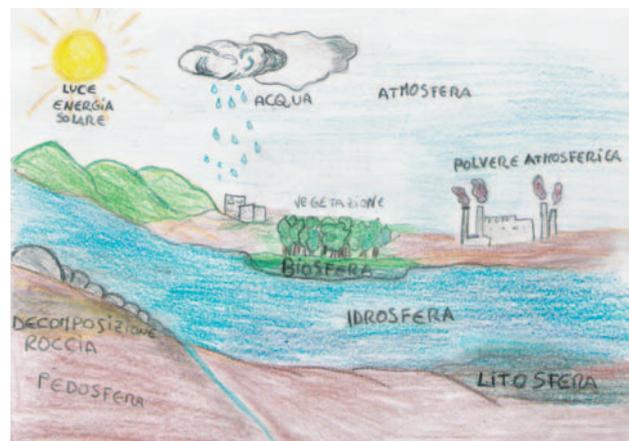
2. GENESI DEL SUOLO

Il suolo avvolge come una sottile pellicola gran parte della superficie terrestre e viene indicato con il termine di **pedosfera**, che risulta penetrata dalla **litosfera**, **idrosfera**, dall'**atmosfera** e **biosfera**. La formazione del suolo (**pedogenesi**) è frutto di lunghi processi che prevedono, in generale, la trasformazione dei composti inorganici (minerali e rocce) e dei composti organici (piante e animali morti o sostanze da loro rilasciate, come foglie ed escrementi) presenti nella zona, la loro deposizione e la successiva formazione di nuovi minerali e nuove molecole organiche.

La composizione e la struttura finale di un suolo dipendono dai seguenti fattori:

- la **roccia madre** (o matrice litologica), ossia il materiale di origine (rocce, argille, calcari, ecc.) del suolo.
- la **temperatura** che varia notevolmente con le stagioni, l'altitudine, la latitudine e con l'esposizione al sole, influenzando l'attività biologica e molte reazioni chimiche del suolo;
- l'**acqua**, il cui flusso gravitazionale, comporta necessariamente fenomeni di allontanamento di materiali solubili e di spostamento di materiale argilloso molto fine ma anche perché favorisce e sostiene la vita di macro e microrganismi;
- l'attività delle **entità biotiche** (vegetazione, micro e macro fauna e flora) che sono le componenti attive di un suolo;
- il **rilievo** che esercita una notevole influenza su situazioni climatiche locali, sulla vegetazione e sul drenaggio. Cambiamenti in altitudine generano variazioni della temperatura (0.5 °C ogni 100 m) e dell'intensità delle perturbazioni. In un terreno drenante le pendenze governano i regimi di scorrimento e di infiltrazione delle acque creando, ad esempio, situazioni di drenaggio molto efficace nelle zone più alte e drenaggio molto ridotto o nullo nelle aree più vicine alle zone di piano laddove si possono creare situazioni di stretto contatto del suolo con i livelli idrici di falda. Il rilievo condiziona la mobilità della sostanza organica più solubile intervenendo in fenomeni di trasporto di particelle solide e di sostanze disciolte verso il basso;
- il **tempo**, in quanto i diversi prodotti dell'alterazione e la definizione delle caratteristiche del suolo si verificano in tempi più o meno lunghi;
- l'**attività umana**, che attraverso le sue opere di ingegneria modifica l'assetto del territorio.

ATMOSFERA: parte gassosa BIOSFERA: flora, fauna, uomo IDROSFERA: oceani, laghi LITOSFERA: crosta terrestre



Il processo di formazione del suolo, mediante interazioni tra litosfera, idrosfera, atmosfera e biosfera

3. DIFESA DEL SUOLO

L'importanza della protezione del suolo viene oggi riconosciuta sia a livello internazionale che nell'ambito dell'Unione Europea (EU).

Nel 2001 la *Strategia per lo Sviluppo Sostenibile dell'Unione Europea* ed il *6° programma comunitario di azione ambientale* hanno stabilito l'obiettivo di proteggere il suolo dall'erosione e dall'inquinamento ed evidenziato che il declino della fertilità del suolo ha ridotto in Europa la produttività di molte aree agricole.

La difesa del suolo è stata oggetto, nel 2002, di ulteriore attenzione da parte della Commissione Europea, che ha così inteso prendere un impegno politico su questa problematica. Infatti è stato elaborato un documento nel quale si definisce il suolo come lo strato superiore della crosta terrestre e riconosce allo stesso l'importante funzione di interfaccia tra la geosfera, atmosfera e l'idrosfera.

Il documento si riferisce alla protezione del suolo in quanto tale, rimandando ad altra Comunicazione la dimensione territoriale del problema; al suolo viene riconosciuto lo svolgimento di molte funzioni vitali dal punto di vista ambientale, quali la produzione di biomassa, lo stoccaggio e la trasformazione di elementi minerali, organici e di energia, il filtro per la protezione delle acque sotterranee e lo scambio di gas con l'atmosfera. Nella Comunicazione viene sottolineato, inoltre, il ruolo fondamentale del suolo come supporto alla vita ed agli ecosistemi, come riserva di patrimonio genetico e di materie prime. Per consentire al suolo di svolgere le sue funzioni è pertanto necessario mantenerne le condizioni di salute, difendendolo dai processi di degrado.

3.1. Il rischio naturale

Le forme caratteristiche del paesaggio, quali valli, pianure e rilievi, sono originate dall'azione, spesso combinata, di processi **endogeni** che derivano da forze che si sviluppano all'interno del Pianeta, rappresentati dall'attività vulcanica, sismica, dalla formazione di catene montuose ed **esogeni** che operano, invece, sulla superficie terrestre e tendono a livellare il paesaggio modificandone l'aspetto attraverso l'erosione e la sedimentazione.

I danni prodotti dai **rischi naturali** possono essere:

- Diretti (persone, beni, agricoltura e allevamento, infrastrutture, patrimonio culturale).
- Indiretti (interruzione di lavori e di sistemi di produzione, diminuzione del turismo).

L'Italia è uno dei Paesi con il più elevato rischio legato alla conformazione geologica e alle caratteristiche meteorologiche. Ogni anno, da sempre, dobbiamo fare i conti con calamità naturali di vario genere, terremoti, inondazioni fluviali e lacustri, frane, valanghe.

È necessario precisare che la possibilità che si verifichi un evento naturale quale un terremoto o un'eruzione vulcanica, in un'area del tutto spopolata, non implica in alcun modo la nozione di rischio naturale, quest'ultimo è, infatti, funzione della probabilità di accadimento di un evento di data intensità in un determinato intervallo di tempo (pericolosità) e della vulnerabilità a quell'evento dell'area colpita, intesa come potenziale danneggiamento in relazione al numero di persone colpite, alla distruzione delle infrastrutture, ai danni al patrimonio edilizio, ambientale e culturale.

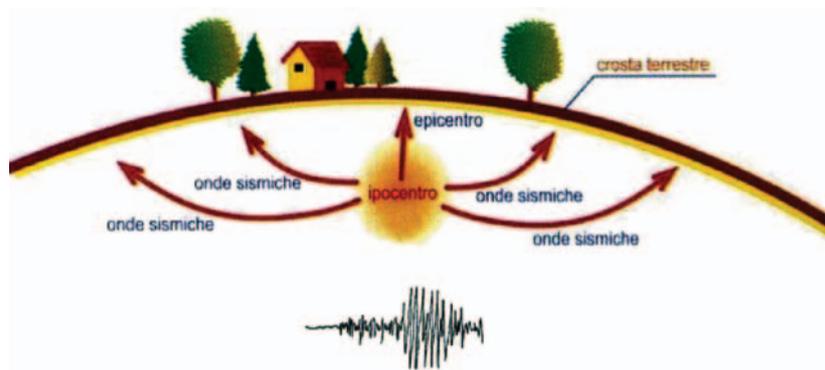
3.2. Rischio sismico

Con **rischio sismico** si intende la probabilità che in una certa area e in un certo intervallo di tempo

si risentano gli effetti di un terremoto. Il terremoto scatena forti vibrazioni del suolo dovuto alla rottura delle rocce in profondità che liberano l'energia accumulata dai movimenti ai quali è continuamente sottoposta la crosta terrestre.

È proprio questa energia dunque a trasformarsi in onde sismiche, causando gli scuotimenti che si avvertono in superficie.

Il punto in cui l'energia si libera, all'interno della terra, è detto **ipocentro**, da esso l'energia si propaga per onde sferiche che, pur indebolendosi con la distanza, attraversano tutta la terra. Sulla verticale dell'ipocentro in superficie si trova l'**epicentro**, il punto in cui le scosse sismiche sono avvertite maggiormente.



Schema di propagazione del terremoto

La determinazione del rischio sismico è legata ai vari fattori che si possono riassumere nella:

- **Pericolosità Sismica** è la probabilità che si verifichi in un dato luogo o entro una data area e entro un certo periodo di tempo un terremoto capace di causare danni;
- **Vulnerabilità** consiste nella predisposizione da parte di persone, beni o attività a subire danni o modificazioni a causa del verificarsi di un terremoto. Tali danni possono indurre alla momentanea riduzione di efficienza da parte di questi elementi o anche ad una loro totale irrecuperabilità;
- **Esposizione** può essere definita come la dislocazione, consistenza, qualità e valore dei beni e delle attività presenti sul territorio che possono essere influenzate direttamente o indirettamente dall'evento sismico (insediamenti, edifici, attività economiche produttive, infrastrutture, densità di popolazione).

Il terremoto non è un fenomeno sporadico e casuale: i sismi che si verificano in un anno in tutta la terra sono circa un milione. Ovviamente solo un qualche migliaio di essi è abbastanza forte da essere percepito dall'uomo, e tra questi solo qualche decina è in grado di causare gravi danni se si verificano in zone abitate.

I terremoti si manifestano quasi esclusivamente entro certe fasce della superficie terrestre che vengono dette sismicamente attive, caratterizzate dalla presenza di faglie o fenditure della placca terrestre.

3.3. Rischio vulcanico

Un vulcano è un fenomeno che si manifesta in superficie ma in realtà è il risultato di un'attività che si svolge sotto la crosta terrestre. Si forma da una frattura della crosta, intorno alla quale si deposita il materiale fuoriuscito, generando così la montagna vulcanica, che si presenta in forma conica.

I vulcani hanno dunque la forma di una montagna, percorsa nel centro da un condotto all'interno del

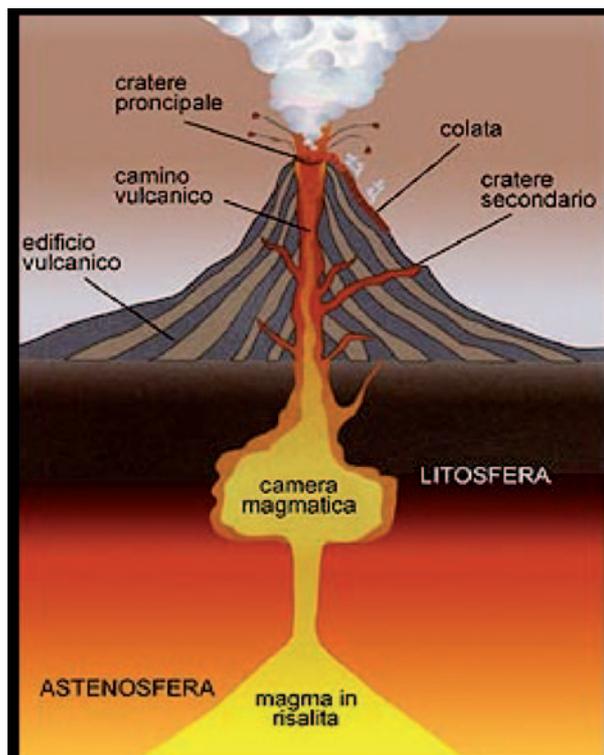
quale risale il magma. Lo sbocco all'esterno del condotto è detto cratere.

Il magma è formato da un liquido le cui temperature possono raggiungere i 1.000 -1.200°C.

Il magma si forma per fusione di materiale che si trova nel mantello terrestre, unito a cristalli solidi e gas. Una volta arrivato in superficie il magma prende il nome di lava.

Con rischio vulcanico si intende la possibilità che in una certa area e in un certo intervallo temporale avvenga un fenomeno vulcanico in grado di provocare danni alle strutture antropiche.

In Italia vi sono diversi vulcani, alcuni sono ancora attivi, concentrati nel sud del nostro paese: l'Etna in Sicilia, Stromboli e Vulcano che si trovano sulle omonime isole che fanno parte dell'arcipelago delle Eolie, ed il Vesuvio, in Campania.



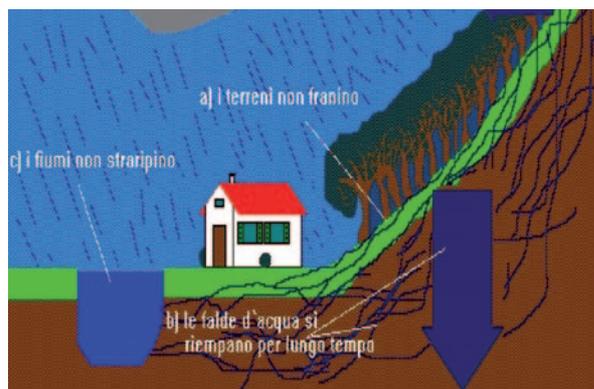
Il Vesuvio è un vulcano a rischio altissimo, per cui è costantemente sotto il controllo della rete sismica dell'Osservatorio Vesuviano. Le sue eruzioni sono sempre state precedute e accompagnate da forti terremoti. Di solito vengono emesse notevoli quantità di materiali piroclastici che, dopo aver dato origine al «pino vulcanico», ricadono a terra ricoprendo vaste aree attorno al vulcano con spessori notevoli di cenere. L'ultima eruzione del Vesuvio si è verificata nel 1944, dopo una serie quasi ininterrotta di eventi eruttivi iniziata con la grande eruzione avvenuta in epoca romana e raccontata da Plinio. Da allora è quasi scomparsa anche l'emissione di gas vulcanici responsabili del tradizionale pennacchio che emergeva dal cratere. Lo studio di queste eruzioni ha permesso di costruire vari modelli, elaborati da calcolatori, per mezzo dei quali è possibile simulare il comportamento del Vesuvio in un certo intervallo di tempo.



3.4 Rischio idrogeologico

Il **rischio idrogeologico**, legato al fattore acqua (*idro*: pioggia e corsi d'acqua) e terra (*geo*: suolo, roccia, detriti), è determinato dalla probabilità del verificarsi di un evento catastrofico naturale come l'alluvione, la frana e la valanga, dannoso per l'ambiente e per l'uomo. Normalmente l'evento idrogeologico è la conseguenza di un fenomeno climatico (pioggia, neve, ecc.) di eccezionale portata e intensità che in particolari situazioni ambientali provoca dilavamento, trascinarsi di roccia e fango con tracimazione di corsi d'acqua dei bacini idrici delle dighe e - al limite estremo - erosione e cedimento degli edifici, dei ponti, delle vie di comunicazione e delle infrastrutture.

In Italia il rischio idrogeologico è diffuso in modo capillare e si presenta in modo differente a seconda dell'assetto geomorfologico del territorio: frane, inondazioni, esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio, trasporto di massa lungo zone montane e collinari, esondazioni e sprofondamenti nelle zone collinari e di pianura. Tra i fattori naturali che predispongono il nostro territorio a frane ed alluvioni, rientra senza dubbio la conformazione geologica e geomorfologica, caratterizzata da un'orografia giovane e da rilievi in via di sollevamento. Tuttavia il rischio idrogeologico è stato fortemente condizionato dall'azione dell'uomo e dalle continue modifiche del territorio. L'abbandono dei terreni montani, l'abusivismo edilizio, il continuo disboscamento, l'uso di tecniche agricole poco rispettose dell'ambiente, l'occupazione di zone di pertinenza fluviale, la mancata manutenzione dei versanti e dei corsi d'acqua hanno sicuramente aggravato il dissesto.



Vantaggi di una buona copertura vegetale



Conseguenze causate dalla distruzione del manto arboreo

Nella seguente tabella sono riportate per l'alluvione, la frana e la valanga le definizioni, le cause e i danni di tali eventi catastrofici naturali:

Evento catastrofico naturale	Definizione	Cause	Danni
Alluvione	E' un forte e repentino fenomeno di piena che fa straripare fiumi, torrenti e fossi con conseguenze spesso catastrofiche. E' la forma di inondazione più frequente sul territorio nazionale	Le alluvioni sono provocate da intense precipitazioni concentrate nel tempo e nello spazio e, più raramente, dal rapido scioglimento di nevi e ghiacciai o rottura di dighe.	-fisici e strutturali: al territorio, alle infrastrutture, agli impianti e alle linee vitali; -alle persone: decessi, feriti, epidemie; -alle attività socio; -economiche: interruzione di attività assistenziali e di cura, si attività economiche; danni alle colture e agli allevamenti, ecc.

Evento catastrofico naturale	Definizione	Cause	Danni
Frana	E' la caduta o scivolamento di massa di terreno più o meno inerte o di roccia lungo un pendio. E' l'evento geologico più diffuso.	-aumento della pendenza del piano di scivolamento per fenomeni sismici, sprofondamento del suolo, rimozione di sostegni, corrosione; -aumento del peso della massa instabile per infiltrazioni d'acqua, edificazioni, eruzioni vulcaniche viciniari; -diminuzione della forza di coesione interna della massa o dell'attrito con strati di sottostanti per infiltrazioni liquide innaturali o artificiali.	- danni fisici alle strutture e linee vitali esistenti sul corpo franoso o lungo il percorso della frana; -perdita di colture e riduzione del valore delle zone interessate dai fenomeni franosi; -danni alle persone, decessi, dispersi e feriti per frane non controllate, in proporzione alla rapidità e dimensione dell'evento.
Valanga	E' una massa nevosa che precipita a valle lungo un pendio. Nel periodo invernale, si verificano valanghe di neve asciutta che possono raggiungere velocità di scivolamento fino a 300 Km/h. In primavera si hanno valanghe di neve bagnata per scivolamento sugli strati di neve compatta sottostante. Raggiungono velocità molto inferiori (50 Km/h) ma trascinano rocce, sassi e alberi che accrescono la pericolosità della massa nevosa.	-precipitazioni nevose abbondanti, concentrate nel tempo; -pendenza del terreno innevato superiore al 35-40%; -sbalzi di temperatura repentini;-forti rumori e movimenti sulla massa nevosa.	I danni da valanga sono analoghi a quelli provocati dalle frane con l'eccezione di un maggiore tempo di sopravvivenza del personale intrappolato.

3.5 Rischio ad evoluzione lenta

Adifferenza delle suddette manifestazioni che esplicano la loro azione distruttiva in tempi estremamente rapidi, ne esistono molte altre, che si possono definire di lungo periodo, i cui effetti negativi spesso non risultano immediatamente percepibili dall'uomo, ma devono comunque essere tenuti in debito conto nella programmazione e nella gestione del territorio, esempi possono essere il rischio di **subsidenza**, di **erosione costiera** e del **carsico**.

Per **subsidenza** si intende ogni movimento di abbassamento verticale della superficie terrestre. L'abbassamento del suolo può essere legato sia a cause naturali, quali i processi tettonici, sia a cause di origine antropica (subsidenza artificiale), quali lo sfruttamento eccessivo delle falde acquifere, l'estrazione di idrocarburi, le bonifiche idrauliche.

L'ambiente **costiero** è un sistema altamente dinamico dove i fenomeni di erosione, e quindi di arretramento, o di avanzamento della linea di costa sono controllati da numerosi fattori meteo-climatici, geologici, biologici ed antropici. Sebbene in generale il "clima" sia da considerarsi come il principale fra gli agenti modificatori, ne esistono anche altri come ad esempio la subsidenza naturale o indotta da estrazioni di fluidi dal sottosuolo.

Il termine **Carso** deriva dalla parola *Carsa*, di origine preindoeuropea, che significa roccia, pietra. Infatti la grande protagonista del paesaggio carsico è proprio la pietra.



Solchi ed inghiottitoi superficiali

Un paesaggio “carsico” si differenzia da altri paesaggi naturali per la presenza di particolari micro e macro morfologie, quali scannellature (karren), doline, inghiottitoi (presenza di punti di perdita nel sottosuolo delle acque meteoriche) e grotte, generate prevalentemente dall’azione corrosiva delle acque acide contenenti anidride carbonica, all’interno di fratture.

Il processo **carsico** si sviluppa con regolarità e senza manifestazioni evidenti in superficie anche per molte migliaia di anni, fino al momento del crollo della volta di una cavità, cui consegue la distruzione delle infrastrutture eventualmente collocate al di sopra di essa.



Doline

4. INQUINAMENTO E BONIFICA DEL SUOLO

4.1. Inquinamento del suolo

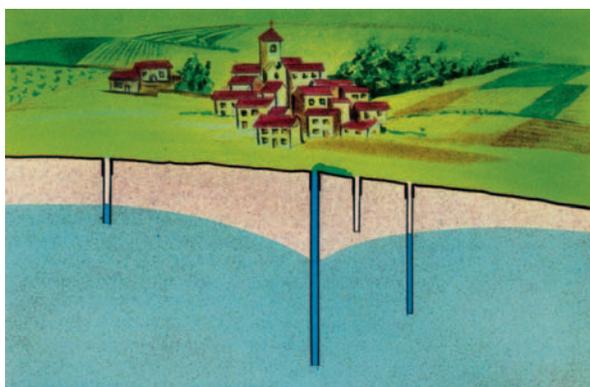
L'immissione nell'ambiente di prodotti chimici, organici ed inorganici (es. fitofarmaci, agenti antimicrobici, farmaci, detersivi, solventi, lubrificanti, oli esausti, ecc.), provenienti da attività urbane, industriali e agrarie, come scarto di produzione, porta ad un'alterazione profonda degli equilibri chimici e biologici del suolo. Infatti ad esempio se da un lato il riciclaggio di fanghi (usato prevalentemente nell'agricoltura come fertilizzante) derivanti dalla depurazione di acque reflue, o di biogas (utilizzato per produrre energia che o alimenti l'impianto da cui è prodotta o venga immessa nella rete pubblica) derivante dai rifiuti può essere un ottimo sistema per la salvaguardia dell'ambiente, dall'altro è necessario un attento esame delle sostanze prodotte poiché possono contenere inquinanti che finendo nel suolo, vi rimangono per lungo tempo tanto da entrare nel ciclo geambientale.



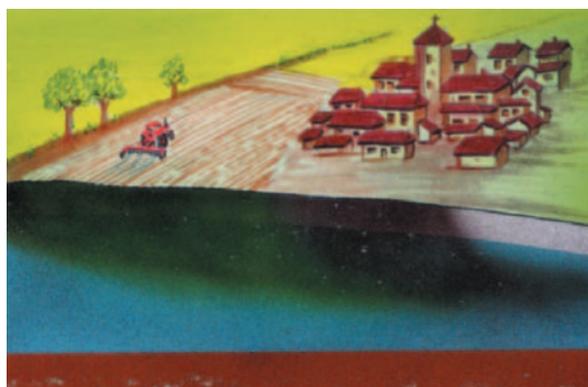
Nella seguente tabella sono riportati i principali effetti dell'inquinamento:

- ❖ **Contaminazione globale:** dovuta all'immissione nel suolo di sostanze tossiche e persistenti, che possono entrare nelle catene alimentari e dare origine a fenomeni di bioaccumulo.
- ❖ **Trasferimento dell'inquinamento** dovuto a sostanze tossiche dal suolo alle falde acquifere, con evidenti rischi per la salute umana.
- ❖ **Alterazione dell'ecosistema suolo**, in tre diversi modi:
 - Perdita di biodiversità;
 - Riduzione della fertilità;
 - Riduzione del potere autodepurante

L'inquinamento scaturisce dall'analisi di alcuni parametri, e il mezzo migliore per una loro verifica è attraverso l'acqua con la quale è possibile fare un'analisi degli elementi tossici.



Falda acquifera non contaminata



Falda acquifera contaminata

Pertanto le falde acquifere rappresentano un importante mezzo per l'individuazione e la quantificazione dell'inquinamento (nitrati, nitriti, fluoro, gruppo ammonio, mercurio, piombo, arseniati, ecc.).

Il **“sito inquinato”** è una parte del territorio geograficamente definita e delimitata che presenta livelli di alterazioni chimiche, fisiche o biologiche delle caratteristiche naturali del suolo, sottosuolo, acque sotterranee e superficiali, da parte di un qualsiasi agente inquinante, presente in concentrazioni tali da determinare un pericolo per la salute pubblica o per l'ambiente naturale o costruito.

La presenza di siti contaminati rappresenta un depauperamento della qualità del suolo tale da impedire lo sviluppo, spesso totale, delle funzioni che il suolo stesso potrebbe svolgere.

La tutela del suolo contro i rischi da inquinamento è regolamentata dal Decreto ministeriale del 25 ottobre 1999 n. 471, promulgato a seguito di delega specifica disposta dall'articolo 17 del Decreto legislativo del 5 febbraio 1997 n. 22, più noto come Decreto Ronchi.

I siti scelti per lo smaltimento dei rifiuti possono essere suddivisi in tre principali tipologie in base alla categoria che giunge:

1. Siti per il contenimento di **rifiuti solidi urbani**, ovvero residui delle attività domestiche.
2. Siti per il contenimento di **rifiuti solidi industriali** provenienti da fabbricati.
3. Siti per il contenimento di **rifiuti tossici**, radioattivi e di oli minerali esausti che contengono le sostanze in quantità e/o concentrazioni tali da presentare un pericolo per la salute e per l'ambiente.

Nel regolamento, del D. M. sopra citato, sono determinate le procedure per la caratterizzazione dei siti inquinati e sono stabiliti i limiti di riferimento per la concentrazione delle sostanze e dei composti nei terreni, differenziati in base alla destinazione d'uso (siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale e siti ad uso commerciale e industriale), per le acque di falda e per la valutazione della qualità delle acque superficiali. La bonifica di suoli e siti inquinati è una delle più rilevanti problematiche emergenti per gli interventi di recupero e di risanamento ambientale, e riguarda tutto il territorio nazionale.

4.2. Bonifica, messa in sicurezza e ripristino dei siti inquinati

Nelle aree interessate si rende necessario intervenire e provvedere alla bonifica dei terreni o alla messa in sicurezza, al fine di prevenire il rischio di esposizione di persone a sostanze pericolose per la salute, impedire la diffusione della contaminazione nel suolo e nelle altre matrici ambientali e definire la disponibilità dell'utilizzo futuro di tali aree per nuove attività.

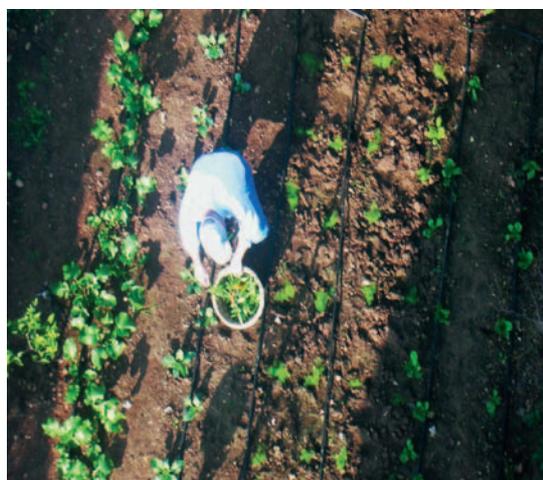
Per verificare se un sito risulta inquinato è necessario effettuare il monitoraggio di alcuni parametri in un periodo più o meno lungo e continuato, sulla base dei risultati ottenuti da un primo controllo. In caso di superamento dei valori di concentrazione limite, definiti dal Decreto Ronchi, il sito interessato deve essere sottoposto ad interventi di messa in sicurezza attraverso la bonifica e il ripristino ambientale. Per messa in sicurezza si intende come primo passo la recinzione del luogo, ed eventualmente un isolamento dell'area qualora la situazione risulti particolarmente dannosa per la salute degli abitanti. Quindi si opererà con la bonifica dell'area, ovvero un insieme di interventi atti ad eliminare le fonti di inquinamento e le sostanze inquinanti, ma qualora ciò risulti impossibile o richieda tempi troppo lunghi si deve provvedere ad una riduzione delle concentrazioni delle sostanze inquinanti ad un livello inferiore o al massimo uguale ai valori di concentrazione limite imposti. Successivamente si passerà agli interventi di riqualificazione ambientale e paesaggistica che costituiscono un completamento agli interventi di bonifica, consentendo il recupero del sito e la sua effettiva fruibilità assicurando la salvaguardia della qualità ambientale.

5. IL SUOLO COME RISORSA AGRICOLA E ALIMENTARE

L'**agricoltura** utilizza il terreno per ottenere alimenti (frutta, verdura, radici e altri parti di piante che costituiscono il nutrimento quotidiano di base per più di nove decimi dell'umanità), fibre ed altri beni utili all'uomo. Praticata a quasi tutte le latitudini, si presenta in forme estremamente varie: da quella primitiva, a scarso reddito delle zone più povere della Terra (Africa, Asia e America centro meridionale), a quella moderna, ad elevata produttività delle regioni temperate (Europa e Nord America).

I suoli agricoli, oltre che sostenere la produzione di alimenti e fibre, svolgono una varietà di importanti funzioni ecologiche come ad esempio: creano un legame tra l'atmosfera e le risorse idriche; filtrano sostanze di varia natura disciolte nell'acqua e accumulano particelle depositate dall'atmosfera; regolano il flusso delle precipitazioni; interagiscono con il clima, determinando il tipo di coltura che può essere ospitata; influenzano l'uso del suolo e la forma del paesaggio; supportano i diversi habitat, la diversità biologica, fornendo acqua e nutrienti; creano le condizioni per la conservazione di semi e per la vita di micro-organismi e macro-organismi animali; svolgono importanti funzioni sociali e culturali.

In base a tali considerazioni, esiste un rapporto di dipendenza e conseguenza tra ambiente e agricoltura, ovvero l'agricoltura è soggetta all'impatto negativo dei diversi eventi climatici estremi come alluvioni,



uragani, siccità nonché dall'immissione di vari effluenti (solidi, liquidi, gassosi) che alterano le caratteristiche del terreno e dei suoi prodotti andando a sua volta influenzare l'ambiente che risulta inquinato nei suoi tre elementi aria, suolo e acqua. Nel corso degli ultimi anni, per far fronte alle esigenze alimentari della popolazione mondiale in crescita (senza però poter ampliare la superficie dei terreni coltivabili perché non produttivi o perché occupati dalle città), l'agricoltura ha subito una vera e propria rivoluzione. Essa è diventata **intensiva**, cioè ad alta produzione per unità di superficie, e **specializzata**, ossia rivolta verso la coltivazione di poche colture selezionate e migliorate per essere più produttive o qualitativamente migliori, che però spezzano gli equilibri biologici ed impoverito la fertilità naturale del terreno, utilizzando **fertilizzanti chimici** e **fitofarmaci** di facile impiego ed economicamente convenienti, anche se in alcuni casi inquinanti.

Pertanto si è instaurato un ciclo vizioso tra ambiente e agricoltura che porta al deturpamento di entrambi. Oggigiorno le politiche per l'agricoltura hanno come obiettivo prioritario lo sviluppo di un'agricoltura sostenibile, in grado di ridurre l'inquinamento, il degrado ambientale, favorendo servizi e beni ambientali che mantengano una buona capacità di produzione.

6. CARTOGRAFIA GEOLOGICA E GEOTEMATICA

Una **carta geologica** è la rappresentazione, su un foglio (ovvero una carta in scala 1:25000), dei tipi di rocce che affiorano sulla superficie terrestre, ed è inoltre possibile conoscere la stratigrafia del terreno lungo le linee marcate riportate sulla carta.

Per distinguere le rocce affioranti si utilizzano dei colori, riportando una legenda, sul loro significato, al margine del foglio, in modo che anche un non esperto possa individuare rapidamente la tipologia presente.

Per la conoscenza della stratigrafia del terreno si fa affidamento alla rappresentazione grafica, riportata sul fondo del foglio, in cui è disegnata la tipologia stratigrafica presente attraverso dei simboli convenzionali, che indicano i tipi di roccia presenti, la cui legenda, riportata sotto quella dei colori, descrive brevemente le caratteristiche di quelle rocce.

La cartografia geologica (e geotematica) è fondamentale per la conoscenza del territorio, quale elemento strategico e propedeutico alle attività di programmazione in materia di pianificazione e gestione del suolo e del sottosuolo. Infatti attraverso l'acquisizione dei dati del terreno è possibile realizzare la "fotografia" dello stato del territorio sia superficiale che profondo, fornendo tutte le informazioni, sul suolo e sul sottosuolo, di base necessarie per ulteriori elaborazioni cartografiche.

La **cartografia geotematica**, infatti, rappresenta lo sviluppo e l'approfondimento della cartografia geologica di base in campi specifici (es. cartografia geomorfologica, idrogeologica, geofisica, ecc.), con l'obiettivo di fornire ulteriori informazioni, essenziali per la conoscenza delle condizioni generali di rischio e di vulnerabilità del territorio.

Per quanto detto si può ora facilmente comprendere perché la Cartografia ha una diretta applicazione, come base di studio, in diversi ambiti, quali la pianificazione, gli studi di impatto ambientale, l'individuazione di discontinuità e di altre strutture geologiche, la caratterizzazione delle proprietà meccaniche delle rocce affioranti.

La rivoluzione tecnologica dei sistemi informatici offre oggi la possibilità di migliorare la rappresentazione cartografica come ad esempio la visualizzazione tridimensionale che permette una più immediata e realistica comprensione del territorio.

Inoltre alcuni enti forniscono un quadro conoscitivo del territorio basato sull'analisi degli elementi dell'ambiente naturale e di quello antropico attraverso le **attività di monitoraggio** e controllo. Difatti in appositi Reports vengono definiti e rappresentati in maniera sintetica, attraverso indicatori specifici, lo stato di alcune matrici ambientali (aria, acque superficiali interne, acque sotterranee e acque di mare), alcune delle Pressioni antropiche che agiscono sui sistemi ambientali (emissioni atmosferiche, produzione di rifiuti, rumore ecc.) ed i risultati di un primo livello di risposte rappresentato dalle reti di monitoraggio. Gli indicatori utilizzati sono essenzialmente rappresentativi delle condizioni ambientali, indicano la qualità dell'ambiente e la qualità/quantità delle risorse naturali; essi forniscono una visione d'insieme dello stato dell'ambiente e della sua evoluzione nel tempo. Il monitoraggio consiste nella osservazione regolare, qualitativa e soprattutto quantitativa, di entità variabili nel tempo e permette di riconoscere i vari fattori del dissesto, di individuarne il ruolo, definire le relazioni tra i fenomeni stessi e l'ambiente in cui si sviluppano, nonché l'evolversi del fenomeno naturale. Esso si configura, inoltre, come misura di protezione civile a carattere preventivo visto che i metodi di lettura impiegati, con trasmissione dei dati in tempo quasi reale, forniscono elementi su cui basare sistemi di controllo ed di allertamento alla comunità.

QUESTIONARIO DI AUTOVALUTAZIONE AREA TEMATICA: “SUOLO”

- 1) *Che cos'è la litosfera?*
 - a) flora, fauna, uomo
 - b) oceani, laghi
 - c) crosta terrestre

- 2) *Il punto in cui l'energia si libera, all'interno della terra, è detto:*
 - a) epicentro
 - b) Ipocentro

- 3) *In cosa consiste la Pericolosità Sismica?*
 - a) È la probabilità che si verifichi in un dato luogo o entro una data area e entro un certo periodo di tempo un terremoto capace di causare danni;
 - b) consiste nella predisposizione da parte di persone, beni o attività a subire danni o modificazioni a causa del verificarsi di un terremoto. Tali danni possono indurre alla momentanea riduzione di efficienza da parte di questi elementi o anche ad una loro totale irrecuperabilità;
 - c) può essere definita come la dislocazione, consistenza, qualità e valore dei beni e delle attività presenti sul territorio che possono essere influenzate direttamente o indirettamente dall'evento sismico (insediamenti, edifici, attività economiche produttive, infrastrutture, densità di popolazione).

- 4) *I rifiuti solidi urbani sono i residui:*
 - a) dei fabbricati
 - b) dei radioattivi e di oli minerali esausti
 - c) delle attività domestiche

- 5) *Nell'agricoltura vengono utilizzati i fertilizzanti chimici e fitofarmaci che sono :*
 - a) sempre inquinanti
 - b) mai inquinanti
 - c) in alcuni casi inquinanti.

- 6) *Una carta geologica è la rappresentazione, su un foglio in scala dei tipi di rocce che affiorano sulla superficie terrestre*
 - a) Vero
 - b) Falso

- 7) *Quali sono i rischi principali ad evoluzione lenta ?*
 - a) subsidenza, erosione costiera e carsico
 - b) endogeno ed esogeno
 - c) idrologico

- 8) *Per la sicurezza di un sito inquinato quale è la prima azione da svolgere?*
 - a) eliminare le fonti di inquinamento
 - b) ridurre le concentrazioni delle sostanze inquinanti
 - c) recinzione del luogo

-
- 9) *La composizione di un suolo dipende da molti fattori, per esempio dalla pressione atmosferica.*
- a) vero
 - b) falso
- 10) *La perdita di biodiversità, la riduzione della fertilità e del potere autodepurante costituisce un effetto dell'inquinamento sul suolo. Tale effetto come viene definito?*
- a) contaminazione globale
 - b) alterazione dell'ecosistema
 - c) trasferimento dell'inquinamento

Risposte al questionario: 1) c; 2) b; 3)a; 4) c; 5) c; 6) a; 7)a; 8)c; 9)b; 10)b

RIFERIMENTI NORMATIVI

SUOLO

Normativa Europea

- Direttiva Europea 92/43/CEE del 21 maggio 1992 - “Conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche”

Normativa Nazionale

- Legge 18 maggio 1989 n. 183: “Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo. (S.O. n. 38 alla G.U. - s.g. - n.120 del 25 maggio 1989)”.
- D.L. 27/01/1992, n. 99 Attuazione della direttiva 86/278/CEE concernente la protezione dell’ambiente, in particolare del suolo, nell’utilizzazione dei fanghi di depurazione in agricoltura.
- D.M. del 24/01/1996 - “Direttive inerenti le attività istruttorie per il rilascio delle autorizzazioni di cui all’art. 11 della legge 10 maggio 1976, n. 319 e successive modifiche ed integrazioni, relative allo scarico nelle acque del mare o in ambienti ad esso contigui, di materiali provenienti da escavo di fondali di ambienti marini o salmastri o di terreni litoranei emersi, nonché da ogni altra movimentazione di sedimenti in ambiente marino.”
- D.L. 11 giugno 1998 n. 180 - “Misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella regione Campania.”
- D.P.C.M 29 settembre 1998 - “Atto di indirizzo e coordinamento per l’individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all’art.1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1998, n.180.”
- Legge 3 agosto 1998, n. 267 - “Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180, recante misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella regione Campania.”
- D.M. del 25 ottobre 1999, n. 471 - Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati, ai sensi dell’art. 17 del D.L. 5 febbraio 1997 n. 22, e successive modificazioni e integrazioni.
- D.L. 12 ottobre 2000 n. 279 - Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 12 ottobre 2000, n. 279, recante “Interventi urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato e in materia di protezione civile, nonché a favore di zone colpite da calamità naturali.”
- Legge 11 dicembre 2000 n. 365 - “Conversione in legge, con modificazioni, del decreto - legge 12 ottobre 2000, n. 279, recante interventi urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato ed in materia di protezione civile, nonché a favore delle zone della regione Calabria danneggiate dalle calamità idrogeologiche di settembre ed ottobre 2000.”

DATI TECNICO-SCIENTIFICI DI RIFERIMENTO

Per l'approfondimento tecnico – scientifico dei temi trattati, si rimanda all'Annuario APAT dei dati ambientali (Sezione D – Condizioni ambientali) disponibile sul sito web dell'APAT all'URL:

http://www.apat.gov.it/site/it-IT/APAT/Pubblicazioni/Stato_Ambiente/Annuario_Dati_Ambientali/

Ambientali/

dove:

Il sistema “Geosfera” comprende sia il suolo in senso stretto, cioè la parte superiore della crosta terrestre, sia il sottosuolo, cioè la parte di crosta che si estende sino a qualche centinaio-migliaia di metri di profondità e viene descritto mediante un gruppo di indicatori relativi alle seguenti aree tematiche ambientali: qualità del suolo (schema 1), evoluzione fisica e biologica del suolo (schema 2), contaminazione del suolo (schema 3), siti contaminati (schema 4), uso del territorio (schema 5).

- Il “Rischio naturale” viene descritto mediante indicatori del rischio tettonico e vulcanico (schema 6) e del rischio idrogeologico (schema 7).

Schema 1 - Qualità del suolo

Nome Indicatore	Finalità
Percentuale di carbonio organico (CO) presente negli orizzonti superficiali (30 cm) dei suoli	Descrivere la quantità carbonio organico (CO), espressa in percentuale sul peso, presenti nei suoli italiani in relazione ai primi 30 cm di suolo
Contenuto in metalli pesanti totali nei suoli agrari	Descrivere il contenuto di metalli pesanti presenti nei suoli agrari per caratteristiche naturali o cause antropiche
Bilancio di elementi nutritivi nel suolo(Input/Output di elementi nutritivi)	Definire la situazione di deficit o di surplus di nutrienti per unità di superficie coltivata

Schema 2 - Evoluzione fisica e biologica dei suoli

Nome Indicatore	Finalità
Desertificazione	Individuare le aree sensibili alla desertificazione, definita dalla Convenzione delle Nazioni Unite sulla lotta alla Siccità e alla Desertificazione
Rischio di compattazione del suolo in relazione al numero e potenza delle trattrici ^a	Stimare il rischio di compattamento del suolo dovuto al passaggio di macchine operatrici sul suolo agrario
Erosione idrica ^a	Stimare, in sistemi agricoli complessi(bacini), il rischio di erosione del suolo dovuto all'azione superficiale dell'acqua

^a- L'indicatore non è stato aggiornato rispetto all' Annuario 2003, o perché i dati sono forniti con periodicità superiore all'anno, e/o per la non disponibilità degli stessi in tempi utili. Pertanto, nella presente edizione, non è stata riportata la relativa scheda indicatore.

Schema 3 -Contaminazione del suolo

Nome Indicatore	Finalità
Allevamenti ed effluenti zootecnici	Quantificare la produzione di azoto (N) negli effluenti zootecnici sulla base della consistenza del patrimonio zootecnico
Aree usate per l'agricoltura intensiva	Quantificare la (SAU) in modo intensivo, in quanto a essa sono riconducibili, in genere, maggiori rischi di inquinamento, degradazione del suolo e perdita di biodiversità
Utilizzo di fanghi di depurazione in aree agricole ^a	Valutare l'apporto di elementi nutritivi e di metalli pesanti derivante dall'utilizzo di fanghi di depurazione in agricoltura

^a- L'indicatore non è stato aggiornato rispetto all' Annuario 2003, o perché i dati sono forniti con periodicità superiore all'anno, e/o per la non disponibilità degli stessi in tempi utili. Pertanto, nella presente edizione, non è stata riportata la relativa scheda indicatore.

<i>Schema 4 - Siti contaminati</i>	
Nome Indicatore	Finalità
Siti contaminati	Fornire il numero delle aree che necessitano di interventi di bonifica del suolo e/o delle acque superficiali e sotterranee
Siti contaminati di interesse nazionale	Fornire lo stato degli interventi di bonifica del suolo e/o delle acque superficiali e sotterranee di interesse nazionale
Siti bonificati	Evidenziare il numero di siti bonificati per regione

<i>Schema 5 - Uso del territorio</i>	
Nome Indicatore	Finalità
Aggiornamento cartografia geologica ufficiale	Fornire l'avanzamento della conoscenza geologica del territorio italiano attraverso la cartografia
Siti di estrazione di minerali di prima categoria (miniere)	Quantificare le attività antropiche "di estrazione di minerali di prima categoria" a elevato impatto ambientale-paesaggistico
Siti di estrazione di minerali di seconda categoria (cave) ^a	Descrivere la diffusione di siti estrattivi e relativi impianti e ottenere informazioni sulla quantità di suolo che viene sottratta all'attività agricola
Siti di estrazione di risorse energetiche	Quantificare le attività antropiche di "estrazione di risorse energetiche" a elevato impatto ambientale-paesaggistico, strettamente correlate al contesto geologico e geomorfologico locale
Potenziale utilizzo della risorsa idrica sotterranea	Monitorare e controllare l'utilizzo della risorsa idrica sotterranea su aree sempre più vaste del territorio nazionale e acquisire dati con un dettaglio continuamente crescente
Uso del suolo	Fornire un quadro generale delle principali attività antropiche e/o economiche presenti sul territorio
Urbanizzazione e infrastrutture	Rappresentare l'estensione del territorio urbanizzato e di quello di infrastrutture, forme principali di perdita irreversibile di suolo
Urbanizzazione in area costiera	Quantificare le variazioni di superficie di uso del suolo generate dall'impatto delle attività umane sulle zone costiere, storicamente punti focali dell'evoluzione urbanistica e abbondanza biologica in quanto zone di ecotone
^a - L'indicatore non è stato aggiornato rispetto all'Annuario 2003, o perché i dati sono forniti con periodicità superiore all'anno, e/o per la non disponibilità degli stessi in tempi utili. Pertanto, nella presente edizione, non è stata riportata la relativa scheda indicatore.	

Il modello DPSIR

L'annuario dei dati ambientali APAT si basa sul modello DPSIR che mette in evidenza l'interazione tra le attività umane e le conseguenze sull'ambiente. Gli argomenti sono classificati in:

- **DETERMINANTI (D)**: si riferiscono prevalentemente ai settori produttivi (trasporti, industria, turismo, ecc.) che a seconda delle strategie adottate determinano influssi positivi o negativi sull'ambiente;
- **PRESSIONI, STATI e IMPATTI (P-S-I)**: sono elementi del modello fortemente connessi tra loro. I primi due indicano rispettivamente le pressioni generate dagli interventi realizzati e lo stato dell'ambiente che ne deriva. Gli impatti definiscono la scala delle priorità di risposta della società;
- **RISPOSTE (R)**: misurano l'efficacia degli interventi correttivi adottati rispetto alle pressioni esercitate, per migliorare lo stato dell'ambiente.

BIBLIOGRAFIA E SITI WEB

APAT – Schede Tematiche di Educazione Ambientale, 2005

Siti web:

www.apat.gov.it/site/it-IT/Temi/Suolo_e_Territorio/

www.arpa.emr.it/ravenna/download/98radiazioni.pdf

www.arpa.fvg.it/Suolo-Rifi/Tutela-del/

www.biopuglia.iamb.it/mezzitecnici/web2239.htm

www.eniscuola.netwww.provincia.pordenone.it/servizi/protciv/sito/rischi/sismico1.html

www.regione.emilia-romagna.it/.../divcose.htm

www.rete.toscana.it/set/pta/sismica/conoscere_r_s/calendario/index2001.htm

www.rinamed.net/it/it_ris_main.htm

www.sapere.it/tca/MainApp?src=vr&url=/2/100000641_1

