

Esposizione agli Agenti Fisici



Introduzione

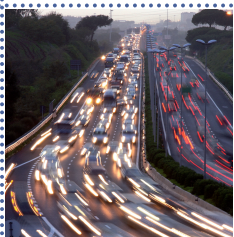
Il termine “Agenti Fisici” sinteticamente indica forme di inquinanti ambientali di natura cosiddetta fisica per le caratteristiche dell’agente, l’interazione con l’individuo, la propagazione nell’ambiente stesso, quali le radiazioni ionizzanti, i campi elettromagnetici, il rumore in ambiente abitativo e di vita, le vibrazioni, l’inquinamento luminoso e le radiazioni UV.

La rilevanza di ciascuno di essi dal punto di vista ambientale/sanitario e l’attenzione sociale non sono generalmente direttamente correlati, inoltre, lo sforzo legislativo appare sbilanciato tra i diversi temi. Sicuramente il rumore nei nostri ambienti di vita rappresenta la forma di inquinamento più diffusa, tra quelle con maggiore impatto sulla popolazione, i cui effetti sono ampiamente documentati, anche se le conseguenze di tipo sanitario sono meno evidenti. L’inquinamento elettromagnetico, invece, è quello verso il quale è mostrata la maggiore attenzione sociale per le temute, seppur non dimostrate, conseguenze sulla salute umana e, in particolare, sulle fasce deboli della popolazione.

In entrambi i campi il legislatore ha prodotto norme specifiche mirate alla tutela dell’individuo in maniera netta.

Le radiazioni ionizzanti sono particelle e/o energia di origine naturale o artificiale in grado di modificare la struttura della materia con la quale interagiscono. L’interazione con il tessuto biologico può causare fenomeni che comportano un possibile danneggiamento delle cellule con alterazioni morfologiche e funzionali e conseguenze sanitarie evidenziabili sul piano clinico negli individui esposti. In Italia non vi sono centrali nucleari in attività, tuttavia la crescente produzione e circolazione a livello mondiale di materiale radioattivo e le radiazioni di origine naturale (radon e NORM), che costituiscono la principale fonte di esposizione, richiedono il mantenimento di un alto livello delle competenze radioprotezionistiche, della protezione dell’ambiente, della popolazione e dei lavoratori con attività di controllo e di monitoraggio della radioattività ambientale e alimentare.

Minore attenzione, sia da parte dell’individuo sia del legislatore, è mostrata verso gli altri agenti e ciò, appare motivato dal diverso, o avvertito in maniera minore, impatto che essi hanno sull’uomo e sull’ambiente; ad esempio, le vibrazioni disturbano una percentuale estremamente contenuta di individui e in situazioni particolari (prossimità a particolari infrastrutture di trasporto); l’inquinamento luminoso, seppure una realtà, non crea disagi eviden-



L'inquinamento acustico è una delle maggiori problematiche ambientali, tale da indurre la Comunità Europea a definire misure volte a limitare il fenomeno.

ti all'individuo e ciò ne condiziona l'interesse per esso, oppure la radiazioni UV che, invece, meriterebbero maggiore attenzione per le conseguenze sanitarie, questa volta dimostrate, in quanto esiste una relazione fra esposizione ed effetto per cui a esposizioni maggiori corrispondono effetti diversi in una maggiore proporzione di soggetti. Anche in questo campo appaiono difficile le azioni che possono essere attuate in quanto dovrebbero incidere sulle abitudini dell'individuo e sulla limitazione di comportamenti che di contro danno soddisfazione (ad esempio l'abbronzatura estiva oppure l'abbronzatura artificiale).

RUMORE

Il problema

L'inquinamento acustico è tuttora una delle maggiori problematiche ambientali, ancora tra le prime cause di preoccupazione per i cittadini, con priorità tali da indurre la Comunità Europea a incrementare risorse e ricerche volte a definire misure efficaci per il controllo e il perseguimento dell'obiettivo principale: la riduzione del numero di persone esposte a livelli di rumore ritenuti dannosi per la qualità della vita e con conseguenze sulle condizioni di salute dei cittadini.

L'analisi dei dati attualmente disponibili sulla percentuale di popolazione esposta a livelli continui equivalenti di rumore superiori a 55 Leq dBA nel periodo notturno e 65 Leq dBA in quello diurno, assunti come valori di riferimento, al di sopra dei quali si ritiene che la popolazione risulti disturbata, evidenzia valori significativi di persone esposte.

Sono dati provenienti da studi condotti su singole realtà locali, con gli evidenti limiti riscontrabili nella discontinuità e nell'assunzione di metodologie e descrittori acustici non ancora armonizzati con le indicazioni previste dalla Direttiva europea sulla determinazione e gestione del rumore ambientale, ma indubbiamente validi nella definizione delle condizioni esistenti.

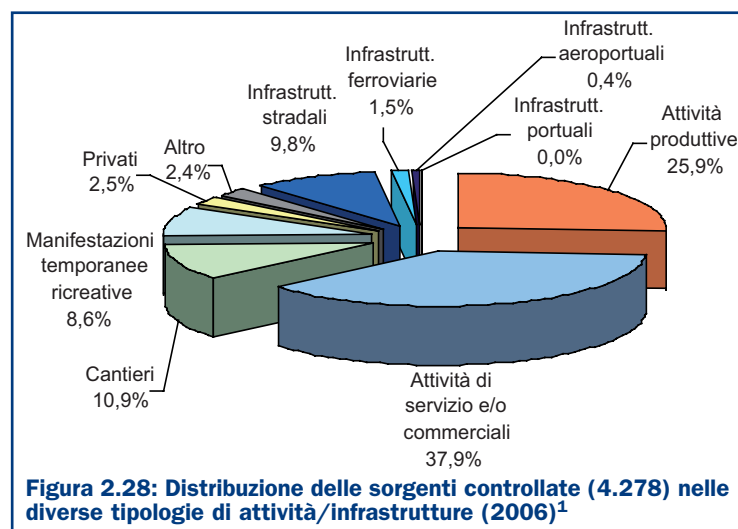
La Direttiva europea 2002/49/CE sulla gestione del rumore ambientale, recepita parzialmente in Italia, ha definito metodologie e descrittori finalizzati a una lettura unitaria dei dati dei Paesi Membri; i primi dati nazionali, relativi alle aree urbane con popolazione maggiore di 250.000 abitanti e alle grandi infrastrutture, saranno disponibili a gennaio 2008.



Le attività di controllo svolte dal Sistema delle Agenzie Regionali e Provinciali dell'Ambiente, effettuate prevalentemente su esposti presentati dai cittadini, descrivono una sempre maggiore attenzione da parte dei cittadini stessi nei riguardi della tutela dell'ambiente e confermano un superamento dei limiti di legge nei casi segnalati: su 100 interventi di controllo effettuati 71 riguardano esposti della cittadinanza con percentuali variabili per i diversi settori, ad esempio attività di servizio e/o commerciali nel 97% dei casi, infrastrutture stradali nel 26% dei casi. Inoltre, circa il 60% delle sorgenti segnalate con esposto dai cittadini presenta almeno un superamento dei limiti, dimostrando un'effettiva criticità nella maggioranza delle situazioni.

Dai dati è possibile individuare le tipologie di sorgenti che i cittadini ritengono fortemente disturbanti: il maggior numero di sorgenti controllate sono in prevalenza le attività commerciali e di servizio, con una percentuale del 38%, seguono le attività produttive (26%), i cantieri (11%), le infrastrutture stradali (10%) (Figura 2.28).

Vi è un'alta attenzione da parte dei cittadini verso la tutela dell'ambiente: 71 su 100 sono gli esposti della cittadinanza. Il 60% delle sorgenti segnalate dai cittadini presenta un superamento dei limiti.



Le sorgenti controllate e ritenute dai cittadini fortemente disturbanti sono le attività commerciali e di servizio (38%), le attività produttive (26%), i cantieri (11%), e le infrastrutture stradali (10%).

¹ Fonte: Elaborazione APAT su dati ARPA/APPA



Le principali sorgenti dell'inquinamento acustico sono traffico stradale, ferroviario e aereo, dove si registrano incrementi di volume.

Carenze normative e mancanza di dialogo tra gli attori principali impediscono l'adozione di azioni efficaci.

Oggi la strategia normativa di prevenzione e mitigazione esistente è caratterizzata dalla frammentazione delle azioni e dall'assenza di coordinamento.

Le principali sorgenti di rumore

Ad oggi, è possibile constatare: il permanere di una generale parcellizzazione degli interventi rivolti alla prevenzione e alla mitigazione degli effetti prodotti dall'inquinamento acustico; la differenziazione nei singoli ambiti, con approfondimenti e attenzioni concentrati in alcuni settori (relativi alle singole sorgenti infrastrutturali) e assenze evidenti negli altri, riscontrabili soprattutto nella pianificazione di settore prettamente acustica e nella mancanza di dialogo e integrazione con gli altri strumenti di pianificazione territoriale.

Il traffico stradale, ferroviario e aereo registra, con distinzioni relative alle singole sorgenti, un generale incremento dei volumi; ad esempio, i dati relativi al traffico aeroportuale evidenziano una variazione percentuale di +8,2% nel 2006 rispetto al 2004, mentre il traffico veicolare sulle autostrade, tra il 1990 e il 2004, ha registrato un incremento percentuale del 58% circa. Per quanto riguarda il traffico ferroviario, nel 2005 sulla rete delle Ferrovie dello Stato hanno circolato 338,5 milioni di treni-km (+2,7% rispetto al 2004), di cui l'81,3% relativo ai treni-km viaggiatori e il restante 18,7% ai treni-km merci.

L'aumento di tali elementi di pressione, insieme con le carenze relative all'attuazione della normativa e alla mancanza di sinergie e forme di dialogo tra gli attori principali, è uno degli ostacoli da superare per innescare dinamiche virtuose.

Il traffico veicolare rappresenta la principale sorgente di inquinamento acustico in ambito urbano, ma non bisogna trascurare altre sorgenti quali, ad esempio: le attività industriali e artigianali, le attività commerciali con i relativi impianti (condizionamento, frigoriferi, ecc.), le discoteche, che generano impatti significativi in prossimità delle sorgenti stesse.

Le azioni per contenere l'inquinamento acustico

La situazione esistente è caratterizzata dall'assenza di un sistema strategico degli interventi finalizzati alla prevenzione e mitigazione degli effetti prodotti dall'inquinamento acustico, e dalla conseguente frammentazione delle azioni e mancanza di coordinamento tra i vari soggetti. Da ciò ne consegue che in alcuni settori, ad esempio quello dei trasporti, è presente un numero maggiore di interventi, mentre in molti altri, quali ad esempio quello della pianificazione acustica e territoriale, della comunicazione ed educazione ambientale, dell'acustica in edilizia, persistono carenze preoccupanti.

Le azioni formulate per contrastare le criticità espresse sono mol-



teplici. Il *corpus* legislativo nazionale, tuttora in fase di completamento, dall'emanazione della Legge Quadro n. 447 del 1995, sta vivendo un momento complesso di armonizzazione con gli obblighi previsti dalla Direttiva europea 2002/49/CE. Il sistema emanato, attualmente vigente, estremamente articolato e con provvedimenti di regolamentazione per specifica sorgente e attività rumorosa, completato dalle leggi regionali di recepimento, registra differenze rilevanti con riferimento all'effettivo stato di attuazione nei diversi settori e nelle differenti espressioni territoriali.

Le attività istituzionali condotte dal Sistema agenziale sono state intensificate a fronte delle maggiori esigenze dei cittadini. È stata intrapresa un'opera di sensibilizzazione delle amministrazioni locali per una gestione accurata e consapevole degli strumenti di prevenzione, come la classificazione acustica del territorio comunale, e di mitigazione, quale il piano di risanamento, capaci di definire uno sviluppo acusticamente compatibile del territorio. Purtroppo, la risposta delle amministrazioni non è stata pienamente soddisfacente.

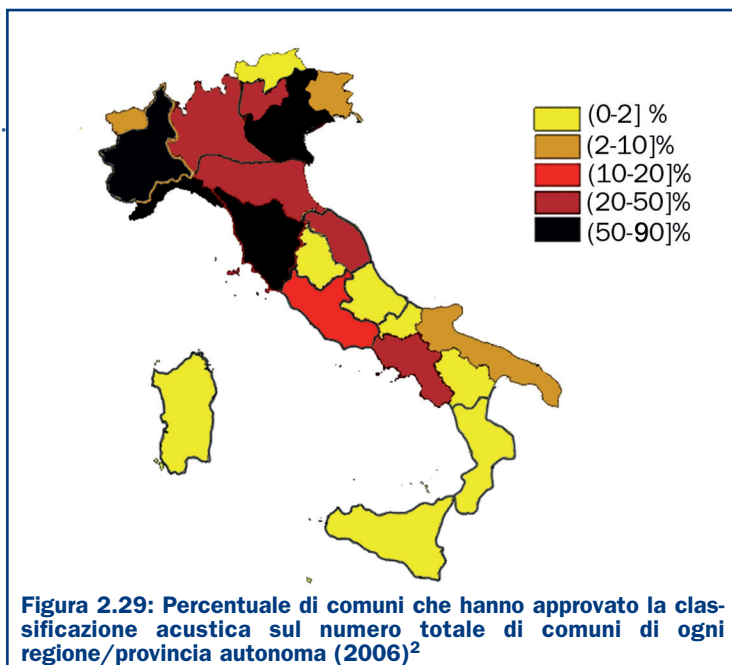
Infatti, l'analisi dei dati riguardanti gli adempimenti prescritti dalla normativa nei differenti settori descrivono, al 2006, una situazione stazionaria rispetto agli anni precedenti e, quindi, una scarsa attività nei confronti delle situazioni esistenti. In particolare, l'assenza di emanazione di una propria Legge Regionale, con disposizioni in materia di inquinamento acustico prevista dalla Legge Quadro, da parte di numerose regioni, evidenzia l'insufficienza della risposta e la frammentazione che contraddistingue il quadro nazionale. Dai dati disponibili sette regioni non si sono ancora dotate di legge regionale: Molise, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria, Sicilia e Sardegna.

Nell'ambito della classificazione acustica, strumento principale nella definizione d'uso del territorio e quindi azione prioritaria per innescare misure di risanamento e tutela, la percentuale dei comuni italiani che ha approvato tale classificazione, al 2006, è pari al 31,5%, contro un 17,4% riferito al 2003, e la percentuale di popolazione residente in comuni che hanno approvato la zonizzazione è del 40,8%, mentre nel 2003 era del 31%. Notevoli le distinzioni tra le diverse realtà regionali: in Toscana l'84% dei comuni ha approvato la zonizzazione acustica, in Liguria il 77%, in Veneto il 69%, in Piemonte il 64%, mentre in Molise e in Basilicata nessun comune, con i dati disponibili, si è dotato di zonizzazione. Rispetto al territorio nazionale, la percentuale di superficie territoriale dei comuni che ha approvato la classificazione è pari al 26,9%, mentre nel 2003 era circa il 14% (Figure 2.29, 2.30, 2.31).

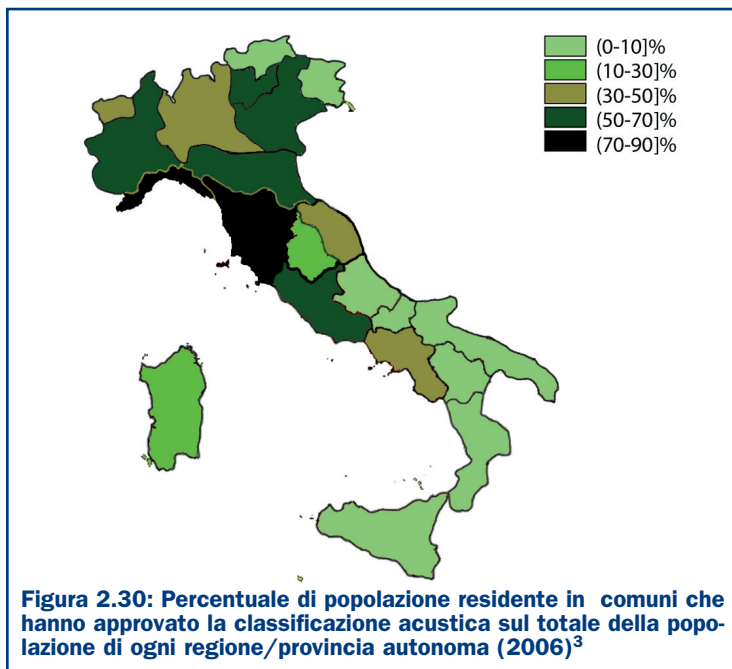
Sono state messe in atto azioni di sensibilizzazione delle amministrazioni locali volte a favorire attività di prevenzione.



La percentuale dei comuni italiani che ha approvato la classificazione acustica, al 2006, è pari al 32% .
Toscana (84%), Liguria (77%), Veneto (69%), Piemonte (64%).



La percentuale di popolazione residente in comuni che hanno approvato la zonizzazione è del 40,8%, dato in aumento rispetto al 2003.

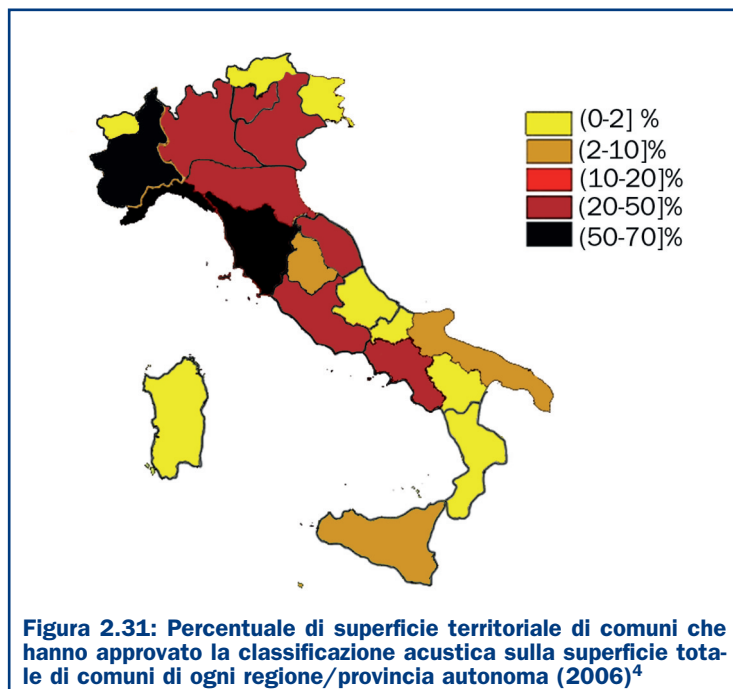


² Fonte: Elaborazione APAT su dati ARPA/APPA

³ Fonte: Elaborazione APAT su dati ARPA/APPA



La percentuale di superficie territoriale dei comuni che ha approvato la classificazione acustica sulla superficie totale di comuni di ogni regione/provincia autonoma (2006) era circa il 14%.



L'obbligo della redazione della relazione biennale sullo stato acustico del comune, prevista dalla Legge 447/95, importante atto di analisi e gestione della problematica inquinamento acustico nell'ambito del territorio comunale, è ampiamente disattesa ed evidenzia la debole risposta da parte dei comuni nei confronti degli adempimenti legislativi. Sul totale di 144 comuni con popolazione superiore a 50.000 abitanti, con obbligo di redazione, al 2006, solo 22 hanno approvato una relazione sullo stato acustico (15% coincidente con quella del 2003). Le presenze maggiori risultano in Toscana, con 9 comuni adempienti su 12 e in Lombardia con 5 comuni su 14.

L'adozione del piano di risanamento acustico comunale, previsto dalla Legge 447/95, non è diffusa e risente indubbiamente dell'insufficiente attuazione degli altri strumenti di pianificazione acustica, (come la classificazione acustica comunale), e della mancata emanazione di leggi regionali in materia. Dai dati disponibili risultano 54 piani di risanamento adottati, con concentrazioni più alte in due regioni, Toscana con 32 e Liguria con 13 (a seguire Emilia Romagna 4, Veneto 2, Valle d'Aosta, Trento, Marche 1). Il numero di piani adottato, rapportato al numero di comuni dotati di classificazione acustica, rappresenta una percentuale del 2,4%.

Si registra una debole risposta dei comuni, solo il 15% ha provveduto agli adempimenti normativi.

⁴ Fonte: Elaborazione APAT su dati ARPA/APPA



Attualmente 10 aeroporti su 39 hanno adottato la classificazione acustica, fondamentale atto di pianificazione del rumore aeroportuale.

Rispetto alle strade e agli aeroporti le ferrovie e le autostrade si sono mostrate più proattive verso piani e programmi di mitigazione.

La classificazione acustica dell'intorno aeroportuale, prevista dai decreti attuativi della Legge 447/95 in materia di rumore aeroportuale, fondamentale atto di pianificazione del rumore aeroportuale e punto di incontro con le problematiche dei comuni interessati, è stata adottata da 10 aeroporti su 39 principali aeroporti nazionali.

Le azioni di risanamento previste dalla Legge Quadro da parte dei gestori/proprietari delle infrastrutture di trasporto presentano distinzioni: per le ferrovie e le autostrade sono stati completati gli studi delle criticità presenti nella loro rete infrastrutturale ed è stata progettata e programmata una prima serie di interventi di mitigazione, mentre sono in netto ritardo per le strade e gli aeroporti.

Parallelamente agli impegni europei intrapresi, prevalentemente attraverso l'emanazione della Direttiva 2002/49/CE, l'attività nazionale è finalizzata a colmare ritardi e inadempienze che rendono stazionaria, ormai da più di un decennio, la situazione e perseguire gli obiettivi comuni ai paesi comunitari, sia in ambito legislativo, per una armonizzazione dei metodi e degli strumenti, sia nella pianificazione acustica e nella definizione dei piani di azione, sia dedicando maggiore attenzione all'informazione dei cittadini. In merito, la Direttiva europea introduce e rafforza i momenti di partecipazione attiva della popolazione al processo di definizione degli strumenti di pianificazione acustica, attività ritenute fondamentali per una maggiore consapevolezza della dinamica ambientale, individuando la necessità, in questa fase, dell'attuazione di progetti di informazione ai vari livelli per un coinvolgimento della comunità, essendo l'inquinamento acustico fortemente dipendente dalle abitudini di vita e, quindi, dai comportamenti quotidiani dell'individuo.

INQUINAMENTO ELETTROMAGNETICO

Il problema

Un'esposizione prolungata a campi elettromagnetici è considerata un potenziale pericolo per la salute umana.

Il fenomeno comunemente definito "inquinamento elettromagnetico" è di grande attualità visto il frenetico sviluppo di nuovi sistemi di telecomunicazione, i cui impianti si sono diffusi in maniera capillare in ambito urbano destando dubbi e preoccupazioni circa la loro pericolosità. Anche l'intensificazione della rete di trasmissione elettrica, conseguente all'aumento della richiesta di energia elettrica, nonché l'urbanizzazione di territori precedentemente disabitati e caratterizzati dalla presenza di elettrodotti o di emittenti radiotelevisive, hanno contribuito a destare perples-



sità sui possibili effetti sulla salute umana, derivanti dalla permanenza prolungata in prossimità di tali installazioni.

Tali innovazioni tecnologiche comportano sicuramente miglioramenti del livello di qualità della vita, ma spesso sono associate a fenomeni di impatto ambientale e problematiche di carattere socio-sanitario.

Infatti, in questi anni, si è assistito a conflitti sociali molto forti tra cittadini e associazioni di consumatori da una parte, gestori di impianti dall'altra e, in mezzo, gli amministratori locali e spesso, anche gli enti di controllo che hanno dovuto svolgere un ruolo di mediazione e di supporto alla cittadinanza, nel rispetto, comunque dei diritti degli operatori.

Le principali sorgenti CEM

Le sorgenti di campo elettromagnetico si dividono in due categorie principali: sorgenti di campi a bassa frequenza (0-300 Hz), o campi ELF (*Extremely Low Frequency*), dovuti essenzialmente ai sistemi di produzione, distribuzione e utilizzo dell'energia elettrica (linee elettriche, cabine di trasformazione, elettrodomestici, ecc.) che in Italia si basa sulla frequenza industriale costante di 50 Hz; sorgenti di campi ad alta frequenza (100 kHz - 300 GHz), o campi RF (*Radio Frequency*), dovuti agli impianti per radiotelecomunicazione (radio, tv, telefoni cellulari, radar).

Per quanto riguarda gli impianti radiotelevisivi (RTV) e le stazioni radio base (SRB), l'impatto ambientale, quale le immissioni elettromagnetiche, valutato in termini di superamenti dei limiti previsti dalla normativa vigente, presenta rispettivamente un aumento di circa il 25% e il 50% dal 2003 al 2006. Tali percentuali sono state ricavate dall'elaborazione dei dati presenti nell'Osservatorio NIR (*Non Ionising Radiation*) e per le regioni per le quali è disponibile il dato completo.

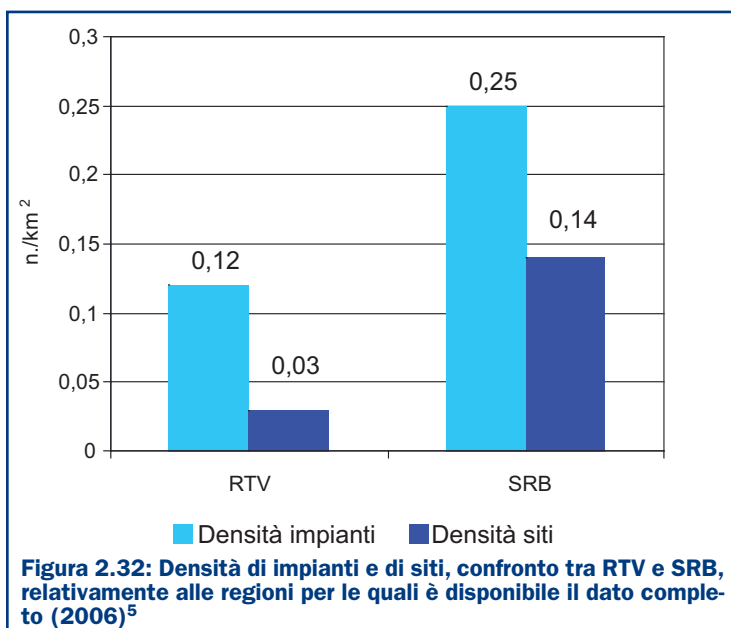
Dall'elaborazione dei dati relativi alla densità di impianti RTV e SRB (Figura 2.32) si osserva che le stazioni radio base presentano una densità di impianti circa doppia rispetto agli impianti radiotelevisivi (rispettivamente 0,12 e 0,25 impianti per km²), mentre la densità dei siti di questi ultimi (0,03 siti per km²) è circa cinque volte inferiore rispetto a quella dei siti SRB (0,14 siti per km²).

Riguardo alla potenza complessiva degli impianti RTV e SRB (Figura 2.33), emerge chiaramente che la pressione ambientale più consistente prodotta dai campi elettromagnetici è esercitata dagli impianti radiotelevisivi; infatti, la potenza totale degli RTV (8.569,50 kW) è quasi 5 volte superiore a quella delle SRB (1.776,63 kW).

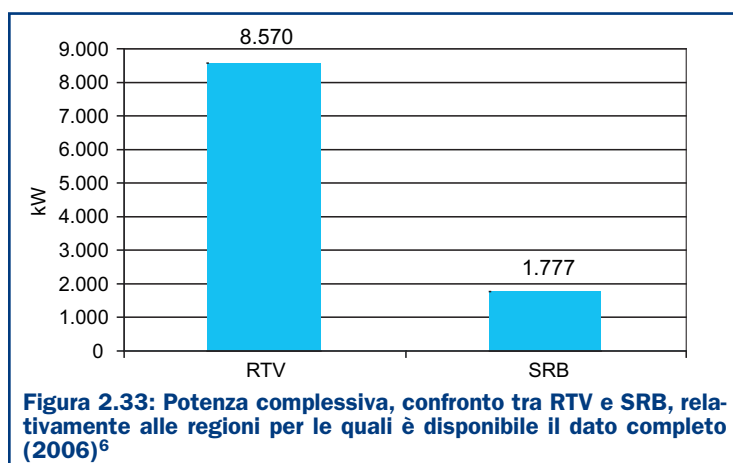
Tra il 2003 e il 2006 si è registrato un incremento dei superamenti dei limiti sia negli impianti RTV (+25%) sia negli impianti SRB (+50%).



Si osserva che le SRB presentano una densità di impianti circa doppia rispetto agli impianti RTV. Situazione simile per la densità dei siti dove il valore delle SRB è 5 volte superiore a quello degli impianti RTV.



La pressione ambientale più consistente è esercitata dagli impianti RTV, 5 volte superiore a quella delle SRB.



⁵ Fonte: Elaborazione APAT su dati ARPA/APPA/APPA (Osservatorio NIR)

⁶ Fonte: Elaborazione APAT su dati ARPA/APPA/APPA (Osservatorio NIR)

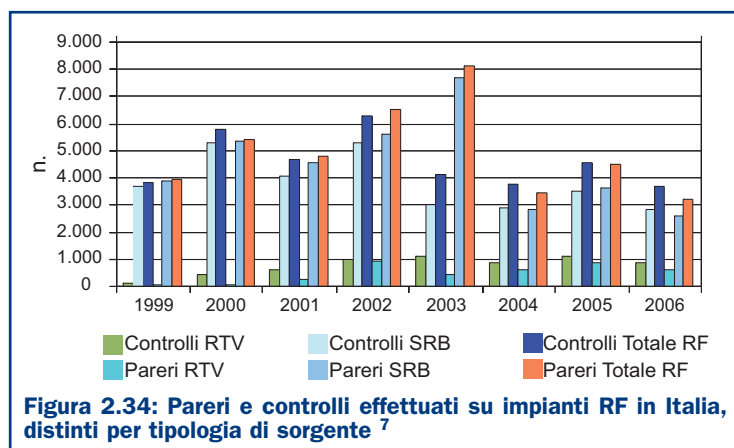


Le azioni per contenere l'inquinamento elettromagnetico

Sia nel settore delle radiofrequenze (RTV e SRB) sia in quello delle frequenze estremamente basse (ELF), l'azione di controllo rappresenta un'attività fondamentale per gli enti competenti (ARPA/APPA) laddove da tali interventi emergano superamenti dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità, e vengano intraprese le necessarie azioni di risanamento da parte dei soggetti gestori o proprietari degli impianti.

Dall'elaborazione dei dati dell'Osservatorio NIR, si evidenzia, tra il 2004 e il 2006, una diminuzione, pari al 8,9%, del numero dei pareri preventivi per gli impianti SRB e un aumento del numero dei pareri (circa il 4,2%) per gli impianti RTV. Per quanto riguarda il numero dei controlli, sia sperimentali sia con modelli, si rileva una diminuzione per le SRB pari a 2,8% e un lieve aumento per gli RTV pari a 0,8% (Figura 2.34).

L'azione di controllo rappresenta un'attività fondamentale, laddove da interventi emergano superamenti dei limiti di esposizione.



Tra il 2004 e il 2006, si osserva una diminuzione del numero dei pareri preventivi per le SRB, (-8,9%), un aumento del numero dei pareri per gli RTV (+4,2%), una diminuzione del numero dei controlli per le SRB (-2,8%) e un lieve aumento per gli RTV (+0,8%).

Dall'elaborazione dei dati disponibili sul sito web www.monitoraggio.fub.it relativi alla campagna di monitoraggio dei campi elettromagnetici generati da impianti RF effettuata dalla Fondazione Ugo Bordoni tra il 2002 e il 2006, si evidenzia, inoltre, una maggiore attività di controllo in abitazioni private e scuole.

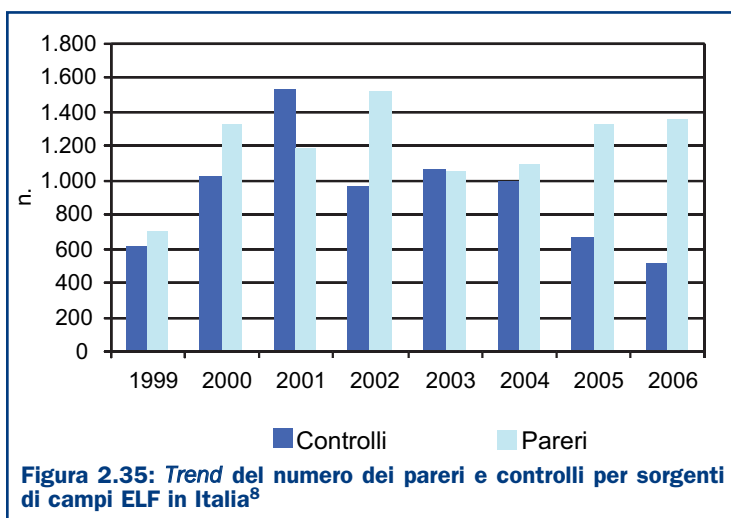
⁷ Fonte: Elaborazione APAT su dati ARPA/APPA/APPA (Osservatorio NIR)

Note: I dati sono relativi alle sole regioni/province autonome per le quali si dispone della serie completa



Il numero dei pareri, tra il 2004 e il 2006, è aumentato del 2,64% e il numero dei controlli effettuati ha subito una lieve diminuzione pari al 4,8%.

Per quanto riguarda i pareri e i controlli relativi agli elettrodotti (ELF), dall'esame della Figura 2.35 emerge che il numero dei pareri, tra il 2004 e il 2006, è aumentato del 2,64% e il numero dei controlli effettuati ha subito una lieve diminuzione pari al 4,8%.



Il minor numero di interventi conclusi per gli impianti RTV, rispetto a quelli SRB, è dovuto alla maggiore complessità dell'azione di risanamento.

Per quanto riguarda le azioni di risanamento intraprese ad oggi, relative ai superamenti riscontrati dalle attività di controllo, è interessante notare (Figura 2.36) le differenze tra le due tipologie di sorgenti RTV e SRB con riferimento ai risanamenti conclusi e a quelli in corso: per gli impianti SRB, la differenza tra la percentuale dei risanamenti conclusi e quella dei risanamenti in corso è maggiore rispetto a quella relativa agli impianti RTV. Ciò è determinato dal fatto che, per gli impianti RTV, l'azione di risanamento è tecnicamente più complessa, poiché coinvolge più impianti e spesso non consente di mantenere la stessa qualità del servizio di cui agli atti di concessione, mentre per le SRB le azioni di risanamento sono generalmente immediate, tecnicamente meno impegnative e a costi generalmente più contenuti. Non ci sono informazioni, invece, in merito ad attività di risanamen-

⁸ Fonte: Elaborazione APAT su dati ARPA/APPA/APPA (Osservatorio NIR)

Note: I dati sono relativi alle sole regioni/province autonome per le quali si dispone della serie completa

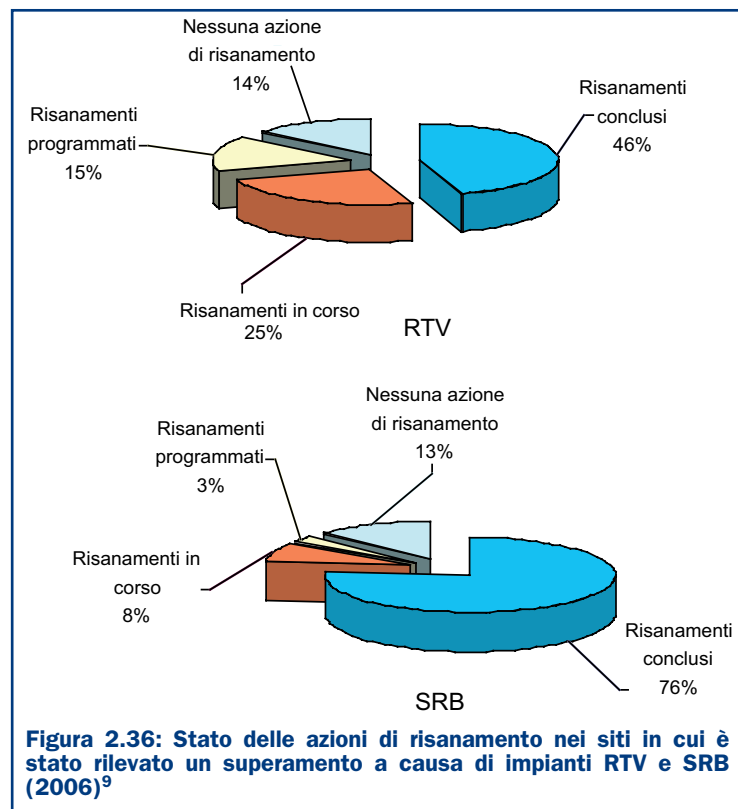


to a favore delle linee elettriche e ciò è probabilmente da attribuire alla mancanza del decreto attuativo della Legge 36/2001 (art.4, c.4) che disciplina appunto i criteri di elaborazione dei piani di risanamento.

L'attuale scenario della normativa italiana ha come riferimento il concetto di "prudent avoidance" ("evitare con prudenza"), che esprime l'importanza di evitare o ridurre per quanto possibile un'esposizione a un agente esterno, nel caso sorgano dubbi sulla sua potenziale pericolosità per la salute umana. Infatti, anche in assenza di un'ac-

La normativa italiana ha come riferimento il concetto di "prudent avoidance" ("evitare con prudenza"), infatti si tiene in considerazione il rischio connesso alle esposizioni prolungate anche a livelli bassi.

Al 2006 i risanamenti conclusi per le SRB (76%) sono nettamente superiori a quelli delle RTV (46%).



⁹ Fonte: Elaborazione APAT su dati ARPA/APPA/APPA (Osservatorio NIR)
 Note: I dati sono relativi alle sole regioni/province autonome per le quali si dispone della serie completa



L'inquinamento luminoso è un'alterazione della quantità naturale di luce provocata dall'immissione di luce artificiale.

L'aumento di luminosità del cielo notturno provoca effetti negativi sulla qualità dell'ambiente, sulla vita dell'uomo e sulla ricerca astronomica.

certata connessione di causa-effetto tra esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici e conseguenze di natura sanitaria, a livello nazionale si tende comunque a tenere in debita considerazione il rischio connesso alle esposizioni prolungate nel tempo a livelli bassi.

Attualmente, 17 regioni sono provviste di provvedimenti normativi in adeguamento alla normativa nazionale vigente. Insieme a un quadro normativo particolarmente attento alla tutela dell'individuo e al rispetto dell'ambiente (corretto insediamento urbanistico/ambientale degli impianti, soluzioni per la mitigazione dell'impatto visivo degli stessi, ecc.), la sensibilità del cittadino è notevolmente alta e non tende ad attenuarsi, mantenendo elevata l'attenzione sociale su questa problematica.

INQUINAMENTO LUMINOSO

Il problema

L'inquinamento luminoso è un'alterazione della quantità naturale di luce presente nell'ambiente notturno provocata dall'immissione di luce artificiale. La notte non è completamente buia a causa di molteplici sorgenti di luce naturale tra cui la luce delle stelle, la luce del sole diffusa dalle polveri interplanetarie, quella dovuta alla ricombinazione degli atomi ionizzati negli strati alti dell'atmosfera, a cui si aggiunge la diffusione di luce artificiale.

L'introduzione nell'ambiente di radiazioni luminose di origine antropica provoca un'alterazione dell'ambiente notturno che si manifesta sotto forma di inquinamento luminoso. Questo tipo di inquinamento rappresenta un'importante problematica ambientale, in particolare nelle aree densamente urbanizzate.

Nonostante sia ritenuto meno rilevante rispetto ad altre forme di inquinamento, l'aumento di luminosità del cielo notturno provoca effetti negativi sulla qualità dell'ambiente e conseguentemente sulla vita dell'uomo. Studi recenti hanno chiarito che le alterazioni indotte da un eccesso di luminosità dell'ambiente nelle ore notturne portano ai seguenti effetti negativi:

- danni ambientali, che derivano da:
 - effetti sulla flora (come la riduzione della fotosintesi clorofilliana) e squilibri ai processi fotosintetici delle piante e al fotoperiodismo;
 - effetti sulla fauna (il disorientamento delle specie migratorie),



alterazioni delle abitudini di vita e di caccia degli animali, disturbi alla riproduzione e alla migrazione, alterazioni dei ritmi circadiani;

- danni per l'uomo, rappresentati da:
abbagliamento, alterazioni della vista;
possibili alterazioni della produzione di melatonina;
- danno per la ricerca astronomica e la perdita irrecuperabile, già per le attuali generazioni, del patrimonio comune dell'umanità, costituito dal cielo stellato, causa a sua volta di un danno socio-culturale incalcolabile poiché, oltre che un panorama del luogo ove viviamo, il cielo stellato rappresenta da sempre uno stimolo fondamentale alla cultura, sia umanistica sia scientifica, dell'uomo.

Nella figura 2.37, le regioni evidenziate in blu (Sardegna, Valle D'Aosta, le province autonome del Trentino Alto Adige, Molise, Basilicata, Calabria) indicano quelle dove le stelle deboli, ossia poco luminose, sono ancora visibili da più del 60% del territorio regio-



Le regioni evidenziate in blu indicano quelle dove le stelle poco luminose, sono ancora visibili da più del 60% del territorio regionale.

¹⁰ Fonte: Rapporto ISTIL 2001



Le zone interessate da inquinamento luminoso (zone rosa) coincidono con le parti del territorio dove sono presenti i più grandi insediamenti abitativi e industriali.

nale. Si noti peraltro che gran parte di queste regioni (confrontando con le successive Figure 2.39 e 2.40) non si sono ancora dotate di un dispositivo di legge a tutela del cielo stellato.

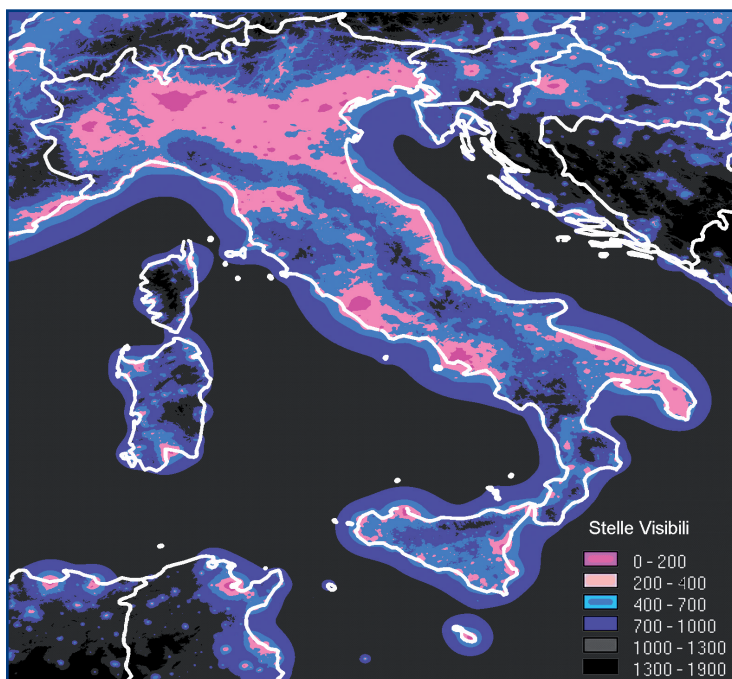


Figura 2.38: Numero di stelle visibili¹¹

Dalla mappa del numero di stelle visibili (Figura 2.38), si può valutare meglio la distribuzione dello stato dell'inquinamento luminoso nel territorio italiano. In essa sono evidenziate, in rosa, le zone dove è possibile, in una notte limpida, da un osservatore di media esperienza e capacità, di circa 40 anni d'età, con gli occhi adattati al buio, che osserva con entrambi gli occhi la volta celeste contando tutte le stelle che riesce a vedere con certezza (probabilità di individuazione del 98%), contare non più di 200 stelle. La mappa evidenzia che tali zone coincidono con le parti del

¹¹ Fonte: P. Cinzano/ISTIL



territorio dove sono presenti i più grandi insediamenti abitativi e industriali. Peraltro, anche nelle zone montuose, alpine e appenniniche, il dato non è molto confortante in quanto le zone di cielo completamente buio (evidenziate in nero), dove è possibile contare oltre 1.300 stelle, sono molto rare, anche in confronto alle vaste zone nere presenti sia in Corsica, che nelle zone desertiche dell'Africa settentrionale. La mappa tiene conto dell'altitudine del luogo di osservazione e dell'estinzione della luce stellare prodotta dall'atmosfera. Un osservatore esperto in grado di individuare stelle appena percettibili, anziché stelle visibili con certezza, otterrebbe conteggi molto più alti.

Le principali sorgenti dell'inquinamento luminoso

All'origine del fenomeno vi è il flusso luminoso disperso verso il cielo proveniente dalle diverse attività di origine antropica, dovute sia ad apparati inefficienti (sistemi di illuminazione, insegne luminose, ecc.) sia a carenza di progettazione. In media almeno il 25%-30% dell'energia elettrica degli impianti di illuminazione pubblica è diffusa verso il cielo, una quota ancora maggiore proviene da quelli a gestione privata. La riduzione dei consumi contribuirebbe al risparmio energetico (stima dell'Unione Astrofili Italiana pari a 1,8 GWh) e alla diminuzione delle relative emissioni (stima dell'Unione Astrofili Italiana pari a 1,4 Mt/anno di CO₂). In particolare è possibile individuare due classi principali di impatto ambientale dell'inquinamento luminoso:

- Il primo "generalizzato" è dovuto all'immissione in atmosfera di luce artificiale e alla sua successiva diffusione da parte delle molecole e delle particelle di *aerosol*, che si comportano come sorgenti secondarie di luce. La valutazione di tale impatto richiede di determinare quale dovrebbe essere l'immissione massima di ciascun apparecchio perché la sommatoria degli effetti di tutti gli impianti attivi produca un'alterazione trascurabile dell'ambiente naturale, cioè della quantità di luce naturale presente nell'ambiente.
- Il secondo "prossimale" è dovuto all'illuminamento diretto, da parte degli impianti, di superfici, oggetti e soggetti nelle vicinanze che non è richiesto illuminare (talvolta chiamato anche inquinamento ottico). La valutazione dell'inquinamento luminoso prossimale richiede di determinare il flusso luminoso che arriva sulla superficie o sul soggetto coinvolto, quindi i parametri di interesse sono l'illuminamento orizzontale o verticale o quelli lega-

La principale fonte di inquinamento luminoso è il flusso di luce disperso verso il cielo proveniente principalmente da impianti elettrici privati e secondariamente da quelli pubblici (25%-30%).



L'incremento della luminosità del cielo notturno, dovuta alla diffusione di luce artificiale, dovrebbe non eccedere il 10% del livello naturale più basso, al di sopra di questo il cielo deve essere considerato "inquinato".

In Italia esistono e sono operative le più avanzate leggi in materia di protezione del cielo notturno, promuovendo il risparmio energetico.

Ben 17 regioni su 20 e una provincia autonoma si sono dotate di leggi volte alla salvaguardia del cielo notturno e alla promozione del risparmio energetico.

ti al soggetto stesso, come l'abbagliamento debilitante, l'abbagliamento molesto.

L'Unione Astronomica Internazionale (UAI) definisce quantitativamente il grado di inquinamento luminoso dell'ambiente notturno al fine della valutazione degli effetti sugli ecosistemi e del degrado della visibilità stellare: «L'incremento della luminosità del cielo notturno a 45° di elevazione dovuta alla diffusione di luce artificiale nel cielo pulito, dovrebbe non eccedere il 10% del livello naturale più basso in ogni parte dello spettro tra le lunghezze d'onda di 3.000 Å e 10.000 Å. Al di sopra di questo livello il cielo deve essere considerato "inquinato"¹²».

Le azioni per contenere l'inquinamento luminoso

La Terza Conferenza delle Nazioni Unite sull'esplorazione e sull'uso pacifico dello spazio (UNISPACE III, Vienna 12-16 luglio 1999) invita gli Stati membri a "provvedere a ridurre l'inquinamento del



Figura 2.39: Regioni italiane (in blu) che hanno una legge regionale relativa all'inquinamento luminoso¹³

¹² (Smith F.G., 1979, Report on Astronomy, IAU Trans., XVII, 218-222)

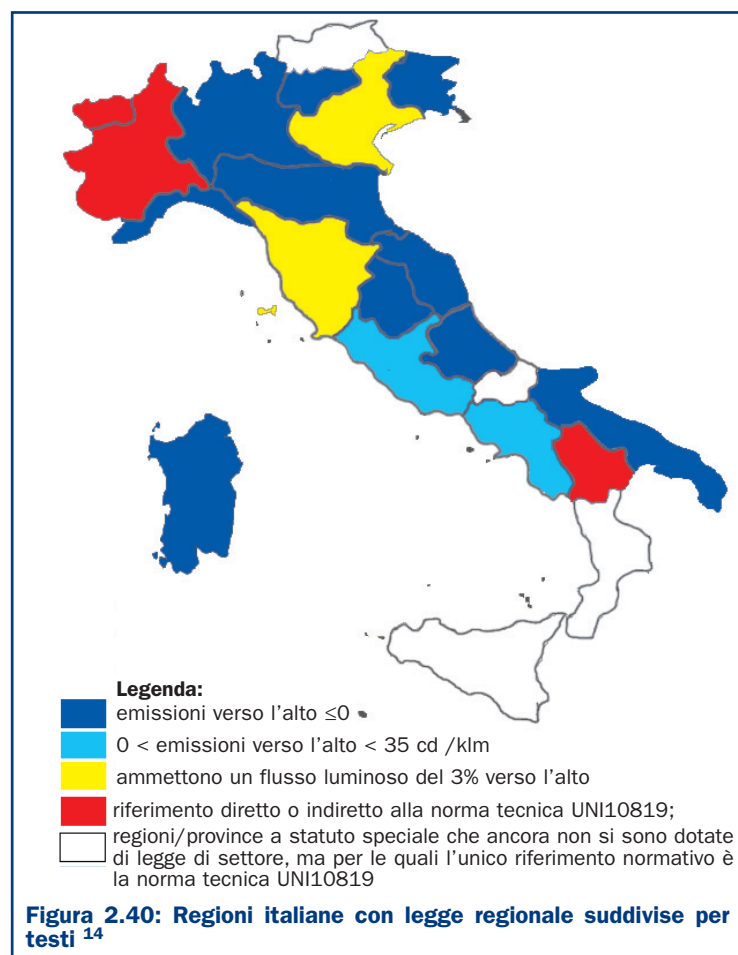
¹³ Fonte: Rapporto ISTIL 2001



cielo da luce e da altre cause, per realizzare un risparmio energetico e a beneficio dell'ambiente naturale".

Il panorama legislativo italiano è piuttosto variegato e in continua evoluzione. Di fatto oggi in Italia esistono e sono operative le più avanzate leggi in materia di protezione del cielo notturno che insistono su un territorio di notevoli dimensioni.

Le regioni in blu si sono dotate di testi di legge orientati a emissioni nulle rivolte verso il cielo.



¹⁴ Fonte: Rapporto ISTIL 2001



Una legge per il contenimento dell'inquinamento luminoso deve contenere dei requisiti minimi imprescindibili di emissione verso l'alto, definire i soggetti coinvolti, i controlli e le verifiche, gli iter di approvazione e un adeguato sistema sanzionatorio organizzato.

Sebbene non esista ancora un testo di legge nazionale condiviso fra i vari operatori di settore (progettisti, produttori e associazioni che si adoperano per la protezione del cielo notturno), a livello regionale sono ben 17 su 20 le regioni e una provincia autonoma a essersi dotate di testi di legge che, a vario titolo interpretano l'esigenza di salvaguardare il cielo notturno e di promuovere, in taluni casi, il risparmio energetico.

Nella Figura 2.40 sono evidenziate le regioni italiane che hanno una legge regionale, suddivise per testi che prevedono un'emissione verso l'alto simile.

Il parametro di emissione verso l'alto è quello che permette il principale confronto fra leggi. Le emissioni si valutano in cd/klm (candele/chilo-lumen) in quanto questo rapporto esprime bene la misura della dispersione direzionale dell'immissione luminosa in atmosfera; tale rapporto si valuta in funzione dell'angolo formato dall'immissione luminosa con il piano orizzontale. Tale angolo è posto a 0 sulla verticale e sale fino a 90 gradi sull'orizzontale passante per il corpo illuminante. Quindi dire 0 emissioni a 90° e oltre, significa non avere flusso luminoso oltre il piano orizzontale passante per il corpo illuminante verso l'alto a meno di piccole tolleranze ammesse dalla legge.

Una legge per il contenimento dell'inquinamento luminoso deve contenere dei requisiti minimi imprescindibili di emissione verso l'alto, sono necessari, inoltre, tutti gli altri requisiti identificati nei precedenti paragrafi, e anche una solida trama legislativa che si occupi di definire i soggetti coinvolti, i controlli e le verifiche, gli iter di approvazione e un adeguato sistema sanzionatorio organizzato.

I provvedimenti tecnici presenti nelle leggi più efficaci sono sostanzialmente i seguenti:

- applicazione dei provvedimenti su tutto il territorio regionale senza inutili suddivisioni in aree protette, perché l'inquinamento luminoso si propaga molto lontano;
- applicazione dei provvedimenti a tutti i nuovi impianti, sia pubblici sia privati;
- limitazione dell'inquinamento luminoso prodotto da luce riflessa dalle superfici illuminate per mezzo del divieto di sovrailluminare e dell'utilizzo dei riduttori di flusso negli orari opportuni o dello spegnimento quando possibile;
- limitazione delle immissioni luminose in atmosfera da parte degli apparecchi per mezzo di un parametro dipendente dalla direzione (intensità per unità di flusso in cd/klm). Questo consen-



te di limitare efficacemente le immissioni luminose in qualsiasi direzione, comprese quelle a bassi angoli sopra l'orizzonte che sono le più deleterie;

- limite di 0 cd/klm delle immissioni luminose a 90 gradi e oltre, che consente di minimizzare le emissioni degli apparecchi rispetto alla luce riflessa dalla strada (corrispondente in pratica a 0,49 cd/klm perché i valori misurati vengono approssimati al numero intero più vicino);
- obbligo di illuminare edifici e monumenti dall'alto verso il basso, con gli stessi limiti precedenti per le immissioni luminose verso l'alto, tranne nel caso di comprovata impossibilità (in questo caso però il fascio deve restare entro i limiti della superficie illuminata);
- illuminazione di grandi aree con i medesimi limiti dell'illuminazione stradale;
- obbligo di lampade con la più alta efficienza possibile in modo da contenere le emissioni inutili a lunghezze d'onda che l'occhio non può vedere;
- divieto di fasci di luce per fini pubblicitari e di analoghi richiami luminosi (di fatto già proibiti dall'art. 23 del Codice della strada perché distraggono l'automobilista);
- sanzioni commisurate "per punto luce";
- adeguamento almeno delle tipologie di impianto più inquinanti e degli impianti grandi-inquinanti;
- obbligo del progetto illuminotecnico con allegati i dati fotometrici degli apparecchi per l'illuminazione firmati dal responsabile tecnico del laboratorio che li ha emessi.

Esistono in Europa ad oggi solo 3 esempi di leggi nazionali o regionali. La più vecchia legge regionale europea approvata è certamente quella legata alla protezione dell'Osservatorio Astronomico Europeo delle Canarie per la necessità di proteggere uno dei siti osservativi più importanti per la ricerca astronomica. Sono due, invece, le prime leggi nazionali approvate da Stati europei, la prima, quella della Repubblica Ceca e la seconda a settembre 2007 della Slovenia. Entrambe citano nel testo, come loro riferimento e ispirazione, la legge della regione Lombardia n. 17/2000.

Esistono in Europa ad oggi solo 3 esempi di leggi nazionali o regionali in inquinamento luminoso.



Il controllo della radioattività ambientale in Italia nasce in seguito ai primi test bellici nucleari compiuti in atmosfera negli anni '50 e '60.

Nel grafico si evidenziano gli eventi di ricaduta associati ai test effettuati in atmosfera negli anni '50 - '60 e il picco relativo all'incidente di Chernobyl nel 1986, a partire dal quale l'andamento dei valori di contaminazione presenta una sistematica diminuzione.

RADIAZIONI IONIZZANTI

Il problema

Il controllo della radioattività ambientale in Italia trae la sua giustificazione dall'esigenza di protezione della popolazione e dei lavoratori dall'esposizione a radiazioni ionizzanti. Nasce in seguito ai primi test bellici nucleari compiuti in atmosfera negli anni '50 e '60, durante i quali le dispersioni e le ricadute su larga scala di radionuclidi artificiali hanno comportato l'inquinamento delle catene alimentari, e si è intensificato a seguito delle prime installazioni nucleari nel nostro Paese, vivendo un periodo particolarmente intenso negli anni successivi all'incidente di Chernobyl, a seguito del quale è notevolmente aumentata la sensibilizzazione dell'opinione pubblica.

Per avere un'indicazione sullo stato della radioattività in Italia si può osservare l'andamento temporale della concentrazione di at-

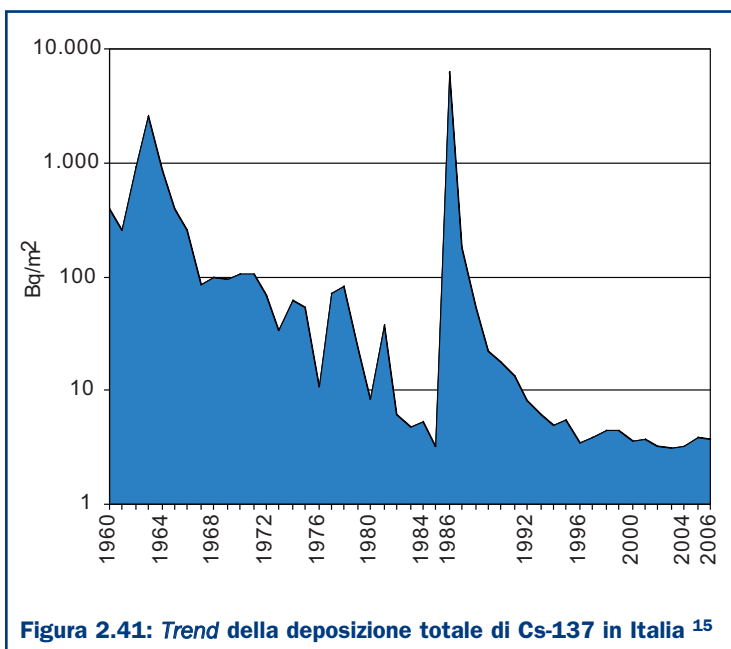


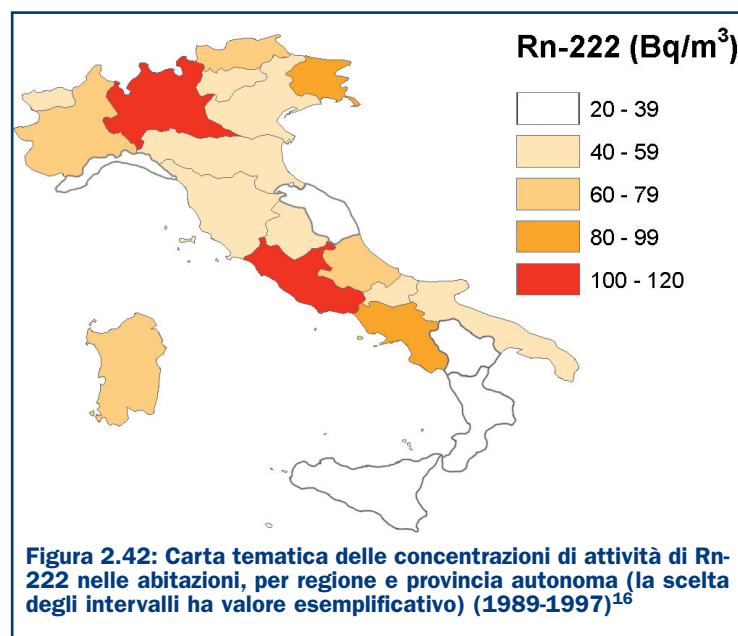
Figura 2.41: Trend della deposizione totale di Cs-137 in Italia ¹⁵

¹⁵ Fonte: Elaborazione APAT su dati APAT/ARPA/APPA raccolti da APAT Servizio laboratorio radiazioni ambientali; OECD-ENEA, 1987, *The radiological impact the Chernobyl accident in OECD countries*, Parigi; APAT



tività di radionuclidi artificiali; a tal proposito si riporta in figura 2.41 l'andamento della deposizione al suolo di cesio 137 (Cs^{137}). Nel grafico si evidenziano gli eventi di ricaduta associati ai test effettuati in atmosfera negli anni '50 - '60 e il picco relativo all'incidente alla centrale di Chernobyl nel 1986, a partire dal quale l'andamento dei valori di contaminazione presenta una sistematica diminuzione.

In relazione all'esposizione al radon, lo stato è espresso anche dai risultati di un'indagine effettuata nel corso degli anni '80 e '90, ma ancora valida per le caratteristiche del fenomeno, con una copertura nazionale completa, rappresentato in figura 2.42, nella quale si evidenzia una notevole differenza nelle medie della concentrazione di Rn-222 nelle diverse regioni. Tale distribuzione, in linea con i risultati degli altri paesi, è da mettere in relazione alla naturale variabilità spaziale del fenomeno dovuta principalmente al diverso contenuto di uranio nelle rocce e nei suoli e alla loro differente permeabilità.



Nel Lazio e nella Lombardia si evidenzia un'elevata concentrazione di radon (Rn-222.)

La differenza con le altre regioni è dovuta al diverso contenuto di uranio nelle rocce e nei suoli e alla loro differente permeabilità.

¹⁶ Fonte: Bochicchio, F. et al., *Results of the national survey on radon indoors in the all the 21 italian region, Proceedings of Radon in the Living Environmental Workshop*, Atene, Aprile 1999



Le principali sorgenti di radiazioni ionizzanti sono quelle provenienti dalla circolazione transfrontaliera di materiale radioattivo, dalle sorgenti naturali (radon), dall'esposizione a scopi terapeutici.

Il controllo della radioattività, in Italia, si articola su tre livelli: locale, regionale e nazionale.

Le principali sorgenti delle radiazioni ionizzanti

In Italia, a seguito del referendum popolare del 1987, è stata interrotta la generazione di energia da processi di fissione nucleare, ma la continua e crescente produzione e circolazione transfrontaliera di materiale radioattivo richiede il mantenimento e il perfezionamento delle competenze radioprotezionistiche, nonché l'allargamento del fronte degli impegni relativamente alla protezione dell'ambiente, della popolazione e dei lavoratori.

Un secondo aspetto, più rilevante dal punto di vista dell'impatto sulla popolazione emerso negli ultimi decenni, riguarda l'esposizione della popolazione a sorgenti naturali. Tra queste l'esposizione al radon rappresenta la principale fonte di rischio da radiazioni in assoluto (in assenza di incidenti o esplosioni nucleari). Un terzo aspetto riguarda le esposizioni a radiazioni ionizzanti per scopi medici, diagnostici o terapeutici, le quali trovano ampia giustificazione in considerazione del beneficio che queste comportano. Per questo aspetto pertanto il controllo è legato essenzialmente al corretto funzionamento e utilizzo di apparecchiature e procedure.

Le azioni per contenere l'inquinamento da radiazioni ionizzanti

La sorveglianza della radioattività ambientale è organizzata, in ottemperanza al D.Lgs. 230/95 e s.m.i. e alla normativa comunitaria da un insieme di reti che si articola in tre livelli: locale, regionale e nazionale.

Le reti locali esercitano il controllo attorno agli impianti nucleari, le reti regionali sono delegate al monitoraggio della radioattività ambientale sul territorio regionale e le reti nazionali forniscono il quadro generale della situazione italiana e hanno anche finalità di allarme in caso di contaminazione diffusa.

In termini di risposta il quadro della situazione italiana è tracciato attraverso l'attuazione del programma di monitoraggio delle reti.

In Tabella 2.6 sono presentati i punteggi attribuiti per la valutazione del monitoraggio nazionale a partire dal 1997. Per l'attribuzione del punteggio annuale si sono considerate le seguenti matrici: particolato atmosferico, dose gamma in aria, latte vaccino, acqua superficiale e acqua potabile. Per ciascuna di queste matrici sono stati valutati i seguenti aspetti: frequenza di misura, sensibilità di misura, distribuzione territoriale dei controlli, regolari-



tà del monitoraggio, organizzazione e partecipazione a iniziative di interconfronto su scala nazionale.

Tabella 2.6: Valutazione dello stato di attuazione del monitoraggio per le reti nazionali¹⁷

Anno	Punteggio	Giudizio
1997	15	sufficiente
1998	17	sufficiente
1999	13	insufficiente
2000	17	sufficiente
2001	17	sufficiente
2002	17	sufficiente
2003	17	sufficiente
2004	17	sufficiente
2005	17	sufficiente
2006	17	sufficiente

Legenda:

Classi di qualità: insufficiente [0-15] sufficiente [15-21] buono [21-25]

L'analisi sull'attuazione del piano di monitoraggio ha evidenziato una non completa copertura del territorio nazionale che richiede pertanto interventi correttivi.

L'analisi sull'attuazione del piano di monitoraggio ha evidenziato una non completa copertura del territorio nazionale che richiede pertanto interventi correttivi.

In termini di risposta è emersa la necessità di individuare le zone a maggiore probabilità di alte concentrazioni di radon, ossia la mappatura del territorio, che consente di adottare strategie differenziate di intervento, anche per il rispetto dei compiti assegnati dal D. Lgs. 230/95 e s.m.i. alle regioni, responsabili di questa attività. La mappatura trova la sua ufficializzazione nella pubblicazione nella Gazzetta Ufficiale. Ad oggi in molte regioni italiane sono stati avviati studi per di mappatura, ma ancora non sono stati ufficialmente pubblicati i risultati in G.U.

¹⁷ Fonte: Elaborazione APAT/ARPA Emilia Romagna



La contaminazione del suolo

Introduzione

Il suolo svolge una fondamentale funzione protettiva dell'ambiente che permette di mitigare gli effetti degli inquinanti.

Gli impatti dovuti al fenomeno di contaminazione del suolo riguardano anche le acque superficiali e sotterranee, l'atmosfera e la catena alimentare con l'insorgere di rischi per la salute umana.

Il suolo svolge una fondamentale funzione protettiva dell'ambiente tramite un'azione di filtro e barriera che permette di mitigare gli effetti degli inquinanti. La contaminazione del suolo da parte di quantità eccessive di sostanze inquinanti determina un'alterazione delle caratteristiche del suolo stesso, tali da comprometterne non solo le funzioni protettive ma anche quelle produttive ed ecologiche.

Nella maggior parte dei casi tali alterazioni non interessano solo il suolo, in quanto i contaminanti, attraverso complessi processi di trasporto legati alle caratteristiche del suolo stesso, a quelle chimico-fisiche del contaminante, alle condizioni idrogeologiche e climatiche ecc., vengono veicolati in altre matrici ambientali. Gli impatti dovuti al fenomeno di contaminazione di un suolo riguardano quindi anche il passaggio delle sostanze inquinanti nelle acque superficiali e sotterranee, in atmosfera e nella catena alimentare. Il fenomeno determina inoltre una serie di conseguenze sociali, economiche e sanitarie. La presenza di contaminanti nel suolo può infatti comportare il loro trasferimento nella catena alimentare tramite l'assimilazione da parte di flora e fauna, con effetti negativi per la salute umana e per tutti gli ecosistemi. L'esposizione, più o meno prolungata, dei lavoratori e della popolazione a sostanze pericolose può determinare l'insorgenza di patologie anche molto gravi. Le conseguenze economiche sono legate soprattutto agli ingenti impegni finanziari per la bonifica e il ripristino ambientale, ma anche alla perdita di valore dei territori contaminati e al possibile rifiuto, da parte dei consumatori, di prodotti ottenuti dalla coltivazione di suoli pubblicamente dichiarati inquinati.

L'inquinamento del suolo può essere localizzato in areali circoscritti, in corrispondenza di fonti note e localizzate (siti contaminati), oppure interessare aree molto vaste ed essere legato all'immissione nell'ambiente di grandi quantitativi di sostanze inquinanti da parte, quasi sempre, di molteplici fonti disperse nel territorio (contaminazione diffusa).

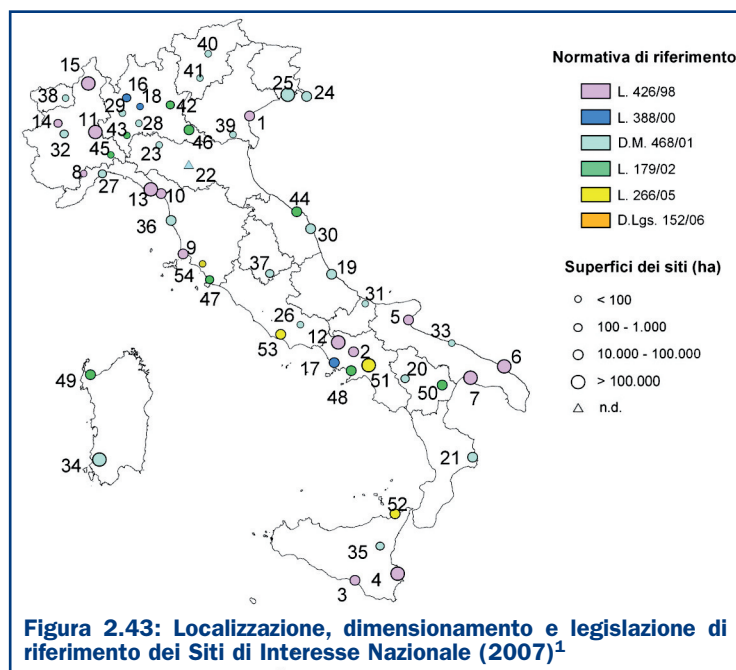
La situazione italiana

I Siti contaminati di Interesse Nazionale sono 54. Il MATTM coordina direttamente le operazioni di bonifica.

Attualmente sono presenti sul territorio nazionale, 54 Siti contaminati di Interesse Nazionale (SIN, Figura 2.43), definiti, tramite appositi decreti, sulla base delle caratteristiche del sito, della quantità e pericolosità delle sostanze inquinanti, della rilevanza del ri-



schio sanitario ed ecologico nonché del pregiudizio per i beni culturali e ambientali. In tali siti le operazioni di bonifica sono coordinate direttamente dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare che, per l'istruttoria degli elaborati progettuali, si avvale anche dell'APAT.



I Siti di Interesse Nazionale si concentrano nelle aree soggette a elevato impatto antropico (aree industriali, discariche, aree estrattive, ecc.).

Alcuni di questi siti sono caratterizzati da livelli ed estensioni della contaminazione dei terreni e delle acque di falda tali da rendere difficilmente attuabili, dal punto di vista tecnico, economico e ambientale, interventi di recupero totale in tempo medio-breve (25 anni). Per tale motivo alcuni di essi rientrano nella categoria dei così detti “megasiti”. Oltre ai Siti di Interesse Nazionale esistono anche diverse migliaia di siti contaminati o potenzialmente contaminati di competenza regionale che, sulla base della normativa vigente, dovrebbero essere inseriti in apposite “Anagrafi regionali dei siti da bonificare”.

Sono circa 15.000 i siti potenzialmente contaminati, di cui più di 4.000 da bonificare, di competenza regionale.

¹ Fonte: APAT



Casi di contaminazione diffusa sono presenti in quasi tutte le regioni ma manca un quadro nazionale omogeneo.

Le attività coinvolte nella contaminazione puntuale sono: le industrie di raffinazione di prodotti petroliferi, le industrie chimiche, metallurgiche, i manufatti di amianto e alcune attività di gestione dei rifiuti.

Un aspetto particolare è rappresentato dai *brownfields*, siti abbandonati, inattivi o sotto-utilizzati che hanno ospitato in passato attività produttive, in genere industriali o commerciali e per i quali il recupero è ostacolato da una situazione, reale o potenziale, di inquinamento storico. Tali siti sono spesso localizzati all'interno del territorio urbano e pertanto hanno un alto potenziale economico. In Italia, le regioni con il maggior numero di *brownfields* sono quelle del Nord, in particolare Lombardia, Piemonte e Veneto in cui, nei decenni passati, si è avuto il più intenso sviluppo industriale. Il Centro-Sud si caratterizza, invece, per la presenza di poche ma estese, zone industriali, testimoni di uno sviluppo concentrato in un limitato numero di aree.

Per quanto riguarda la contaminazione diffusa manca ancora un quadro omogeneo a scala nazionale ma problemi legati al fenomeno sono presenti in quasi tutte le regioni italiane. Accumuli di metalli pesanti nei suoli sono segnalati in vicinanza delle infrastrutture stradali (Pb), nei comprensori vinicoli (Cu) e nelle aree ad agricoltura intensiva. Suoli contaminati da composti organici sono presenti in prossimità di aree industriali, con una particolare rilevanza in Campania dove l'inquinamento da PCB, furani e diossine ha rappresentato un problema di notevole rilievo. Per quanto riguarda l'inquinamento da nitrati, i dati disponibili evidenziano *surplus* di azoto e fosforo praticamente in tutte le regioni italiane, con valori più elevati in quelle con le maggiori aree ad agricoltura intensiva, in particolare in alcune regioni della Pianura padana.

Le principali cause di contaminazione locale e diffusa del suolo

La presenza di siti contaminati è una problematica comune a tutti i paesi industrializzati e trae origine dalla presenza di attività antropiche quali: industrie, miniere, discariche e altre strutture che possono determinare fenomeni di contaminazione locale del suolo, per sversamenti, perdite di impianti/serbatoi, non corretta gestione dei rifiuti, ecc. In Italia le attività principalmente coinvolte in fenomeni di contaminazione puntuale sono soprattutto le industrie legate alla raffinazione di prodotti petroliferi, l'industria chimica, l'industria metallurgica, i manufatti in amianto e alcune attività di gestione dei rifiuti.

La contaminazione diffusa può invece essere legata alle deposizioni atmosferiche e all'agricoltura intensiva, oppure ad attività antropiche diffuse sul territorio e/o prolungate nel tempo tali da rende-



re difficile l'individuazione di una sorgente univoca (Figura 2.44).

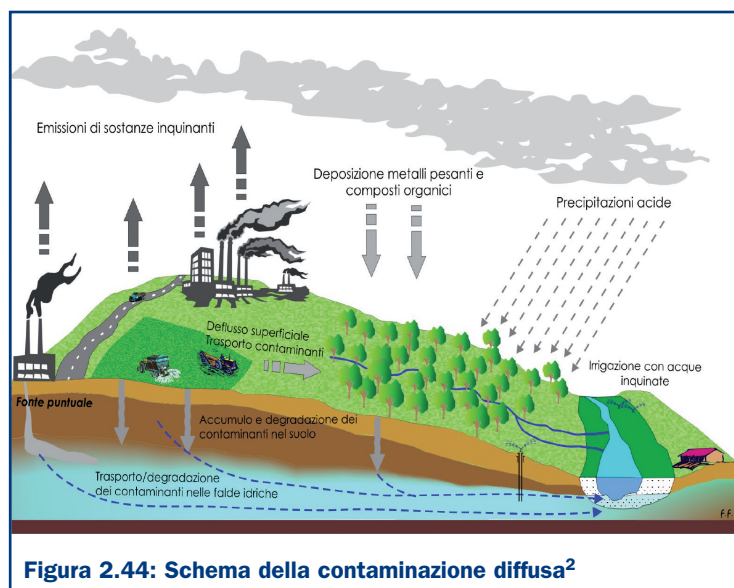


Figura 2.44: Schema della contaminazione diffusa²

La contaminazione diffusa deriva da fonti industriali, civili o agricole. Quando il suolo perde la sua funzione protettiva le sostanze inquinanti contaminano anche corsi d'acqua, falde acquifere e entrano nella catena alimentare.

Le emissioni industriali e veicolari in atmosfera determinano il rilascio nel suolo di contaminanti acidificanti (SO_x , NO_x , NH_3), metalli pesanti (Pb, Hg, Cd, As, Cr, Cu, Ni, Se, Zn) e composti organici (idrocarburi a catena lineare, IPA, diossine, furani, ecc.). Le pratiche agricole intensive che prevedono l'abbondante utilizzo di fitofarmaci, fertilizzanti chimici e deiezioni zootecniche possono determinare un *surplus* di elementi nutritivi (N, P, K), un accumulo di metalli pesanti e la diffusione di sostanze biocide. In particolare l'eccesso di elementi nutritivi, essendo i nitrati molto solubili nelle acque e difficilmente trattenuti dal suolo, può determinare gravi fenomeni di inquinamento delle falde idriche sotterranee e di eutrofizzazione degli ecosistemi acquatici.

Il *trend* del *surplus* di nitrati evidenziabile è di progressivo decremento in quasi tutte le regioni, anche per effetto delle misure intraprese in ottemperanza alla normativa vigente (Figure 2.45 e 2.46). Talvolta l'utilizzo agricolo di fanghi derivanti dal trattamento

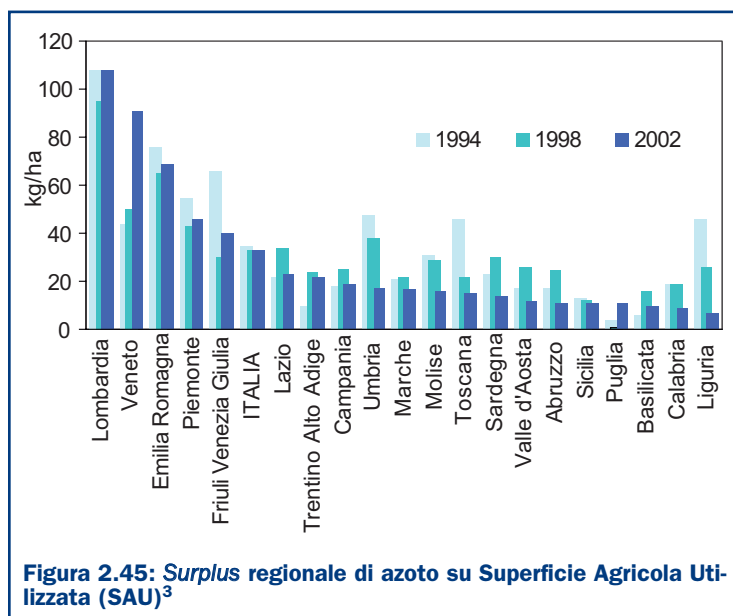
Le attività industriali e civili rilasciano in atmosfera sostanze acidificanti, metalli pesanti e composti organici. Le pratiche agricole determinano eccessi di elementi nutritivi, accumuli di metalli pesanti e la diffusione di sostanze biocidi.

² Fonte: APAT



delle acque reflue urbane e industriali, che possono contenere quantità significative di sostanze pericolose per l'uomo, può destare qualche preoccupazione se non correttamente gestito e controllato. È infine possibile individuare un valore naturale elevato di alcuni contaminanti nelle diverse matrici ambientali. Un'elevata concentrazione di metalli pesanti nei suoli può derivare, infatti, anche dalle caratteristiche chimiche delle rocce e dei suoli ed è quindi necessario, per individuare un'eventuale contaminazione antropica, intraprendere azioni volte a definire correttamente il contenuto naturale di fondo.

Il trend del surplus di nitrati è in progressivo decremento in quasi tutte le regioni, anche per effetto delle misure intraprese in ottemperanza alla normativa vigente.



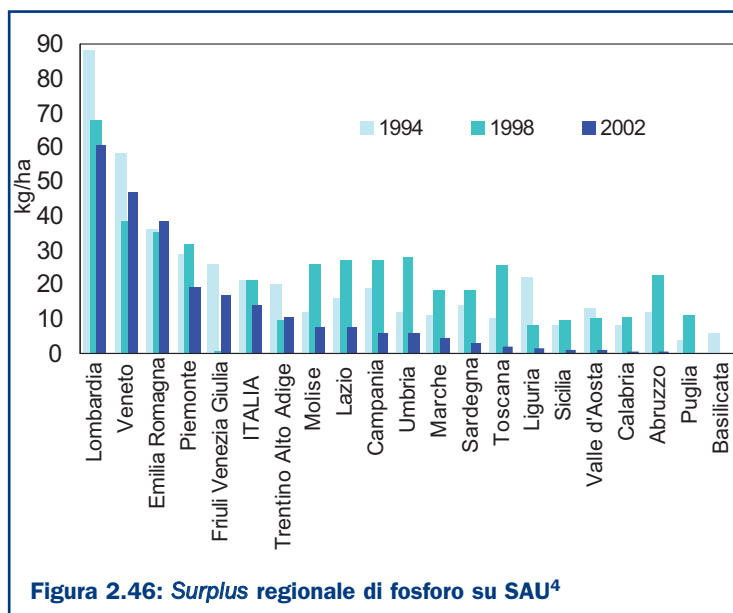
Per i metalli pesanti nei suoli è fondamentale riuscire a discriminare il contenuto naturale (valore di fondo) da quello indotto dalle attività antropiche.

Le elaborazioni effettuate da APAT/CTN_TES (2005) su un limitato numero di campioni prelevati, su buona parte delle regioni italiane evidenziano però un accumulo di Zn, Cu, Pb e Cd nei primi 30 cm di suolo, che testimonia una contaminazione di origine antropica, sia industriale e civile (Pb e Cd) sia agricola (Cu, Zn). Altri elementi (Ni, Cr e As) presentano concentrazioni maggiori in pro-

³ Fonte: Elaborazione APAT/CTN_TES tramite il Modello ELBA (Environmental Liveliness and Blent Agriculture) – Università di Bologna



Il surplus di fosforo è presente in tutte le regioni, con valori più elevati nelle regioni con le maggiori aree ad agricoltura intensiva.



fondità che potrebbero confermare, per le aree campionate, un'origine naturale dovuta alla composizione geologica del materiale parentale.

Le azioni volte al recupero dei siti contaminati

Il recupero dei siti contaminati si può ottenere mediante più o meno complessi processi di bonifica, regolamentati, in Italia, dal D.Lgs. 152/06 che ha sostituito il DM 471/99. Il D.Lgs. 152/06, "Norme in materia ambientale" Parte Quarta, Titolo V "Bonifica di siti contaminati", presenta importanti novità nell'ambito delle quali viene definito sito potenzialmente contaminato: *un sito nel quale uno o più valori di concentrazione di sostanze inquinanti rilevati nelle matrici ambientali risultino superiori ai valori di Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC), in attesa di espletare le operazioni di caratterizzazione e di analisi di rischio ambientale sito-specifica, che ne permettano di determinare lo stato o meno*

Il D.Lgs. 152/06 regola il processo di bonifica dei siti contaminati e introduce il concetto di analisi di rischio.

⁴ Fonte: Elaborazione APAT/CTN_TES tramite il Modello ELBA (Environmental Liveliness and Blent Agriculture) – Università di Bologna



In relazione ai SIN la percentuale di aree svincolate e/o bonificate è ancora esigua.

I siti contaminati di competenza regionale devono essere inseriti in apposite "Anagrafi regionali dei siti da bonificare".

di contaminazione sulla base delle Concentrazioni Soglia di Rischio (CSR). Viceversa viene definito un sito contaminato: un sito nel quale i valori delle Concentrazioni Soglia di Rischio (CSR), determinati con l'applicazione della procedura di analisi di rischio di cui all'Allegato 1 alla parte quarta del presente decreto sulla base dei risultati del piano di caratterizzazione, risultano superati.

All'interno del processo decisionale per l'identificazione e la gestione dei siti contaminati è pertanto rilevante la differenza tra le Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) e le Concentrazioni Soglia di Rischio (CSR). Mentre il superamento delle prime obbliga alla caratterizzazione e analisi di rischio, il superamento delle seconde determina lo stato di "sito contaminato" e la conseguente messa in sicurezza o bonifica.

È evidente come la recente norma abbia sostituito l'approccio tabellare del DM 471/99 identico per ogni sito, con un criterio basato sull'analisi specifica del rischio del sito, aggiornando quindi la definizione stessa di sito contaminato.

Al momento i progetti di caratterizzazione e di bonifica già iniziati e/o autorizzati seguono l'iter previsto dal DM 471/99, a meno che il proponente abbia richiesto la rivisitazione degli atti già presentati ai sensi del nuovo decreto; i progetti presentati dopo la pubblicazione del D.Lgs.152/06 seguono la procedura dettata da quest'ultimo. Per quanto concerne i Siti di Interesse Nazionale (SIN), a nove anni dall'emanazione della prima norma, la percentuale di aree svincolate e/o bonificate è ancora esigua. In linea generale la maggiore percentuale di aree bonificate e/o svincolate si trova all'interno dei SIN meno complessi.

Nell'ultimo anno, anche in seguito alle vicissitudini della normativa, si è registrato uno stato di avanzamento delle attività piuttosto scarso che ha riguardato essenzialmente (e non in tutti i SIN) l'approvazione di Piani di Caratterizzazione, misure di messa in sicurezza o indagini preliminari.

Il DM 471/99 prevedeva che le regioni si dotassero di un sistema di raccolta e aggiornamento dei dati sui siti inquinati attraverso la creazione delle "Anagrafi regionali dei siti da bonificare" e adottassero i relativi piani di bonifica. Lo stato di realizzazione delle anagrafi è sicuramente in ritardo rispetto ai tempi previsti dal decreto; e inoltre, quelle predisposte, presentano forti disomogeneità legate al diverso criterio utilizzato per identificare i siti contaminati. In alcuni casi è, infatti, prevista una verifica preliminare per qualsiasi modifica di destinazione d'uso delle attività produttive, mentre, in altri casi, l'inserimento in anagrafe è limitato ai siti di maggior complessità.



La predisposizione delle anagrafi è stata confermata nel D.Lgs. 152/06, ma le profonde modifiche introdotte dal decreto sulle modalità di identificazione dei siti determinano difficoltà di confronto tra le informazioni raccolte in tempi diversi. Più in generale i criteri d'inserimento dei siti contaminati all'interno delle Anagrafi regionali spesso soffrono della mancanza di una procedura sistematica e omogenea sul territorio nazionale per l'identificazione delle aree potenzialmente contaminate, ovvero delle aree che ospitano o hanno ospitato attività potenzialmente inquinanti, sulle quali condurre le indagini.

Relativamente ai *brownfields* si sta operando al fine di rivitalizzare le aree dismesse per renderle parte attiva nel territorio urbano. Molte aree sono state già recuperate e generalmente adibite ad aree residenziali, a verde pubblico, ad aree commerciali e a spazi pubblici comuni, mentre le attività di riconversione dei "me-gasiti", in particolare quelli ubicati nelle regioni meridionali, risultano ancora fortemente sottodimensionate rispetto alle effettive potenzialità.

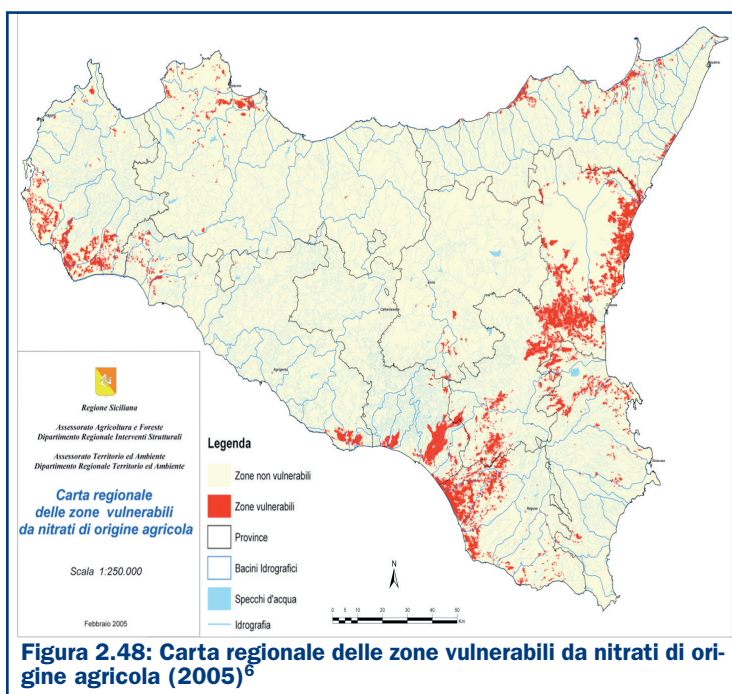
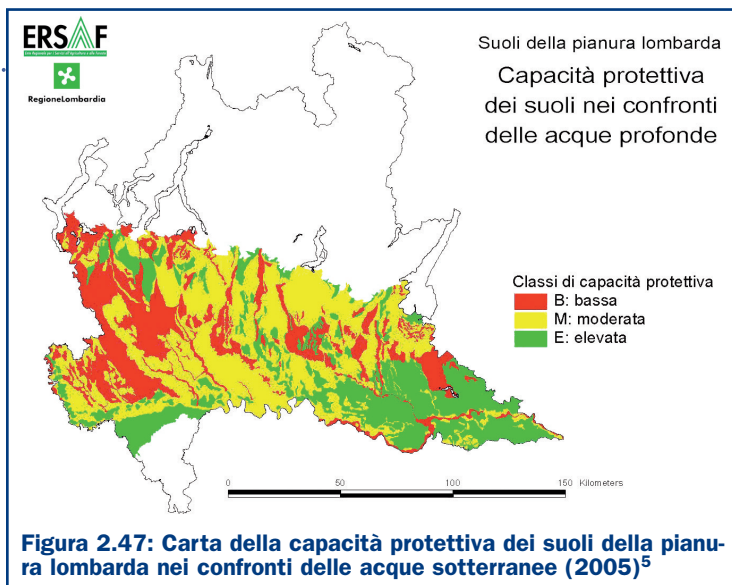
Nel caso della contaminazione diffusa la risposta più efficace è quella di intraprendere attività preventive volte alla mitigazione delle pressioni tramite il miglioramento dei controlli sulle emissioni in atmosfera e nelle acque; la limitazione all'uso e alla commercializzazione di sostanze potenzialmente contaminanti; la definizione di criteri di qualità per i prodotti utilizzati in agricoltura e la limitazione, sulla base della loro composizione, dei quantitativi di fertilizzanti utilizzabili. La qualità dei fanghi di depurazione per il loro uso in agricoltura è definita nella Direttiva 86/278/CEE recepita con D.Lgs. 99/92. Il DM MiPAF 19/04/99 "Codice di buona pratica agricola" indirizza verso un corretto uso dei fertilizzanti al fine di evitare eccessi di elementi nutritivi mentre il D.Lgs. 152/99, recepimento della Direttiva 91/676/CEE, fornisce indicazioni sugli interventi di mitigazione dell'inquinamento idrico da nitrati e stabilisce l'individuazione regionale delle Zone Vulnerabili ai Nitrati (ZVN). La definizione delle ZVN è un processo complesso che deriva dall'intersezione delle capacità protettive dei suoli e delle caratteristiche idrogeologiche con i carichi di origine agricola e i dati sulla qualità delle acque (Figure 2.47 e 2.48). Tali zone sono state individuate, in tempi diversi, in tutto il territorio nazionale con l'esclusione di Valle d'Aosta, Trento e Bolzano che non presentano tale problematica. Una stima, a scala di bacino, della pressioni sui corpi idrici, compresi i fenomeni di contaminazione locale e diffusa è prevista anche dalla Direttiva 2000/60/CE (Direttiva "Acque").

Nel caso della contaminazione diffusa la risposta più efficace è quella di intraprendere azioni volte alla mitigazione delle pressioni.



La Carta esprime la potenziale capacità del suolo di trattenere i fitofarmaci entro i limiti dello spessore interessato dagli apparati radicali delle piante e per un tempo sufficiente a permetterne la degradazione.

Nelle aree identificate come vulnerabili è obbligatoria l'applicazione di una serie di norme relative alla gestione dei fertilizzanti e ad altre pratiche agronomiche, nonché delle misure vincolanti descritte nel Codice di Buona Pratica Agricola.



⁵ Fonte: ERSF (Ente Regionale per i Servizi all'Agricoltura e alle Foreste) Lombardia

⁶ Fonte: Regione Sicilia



Le problematiche relative alla contaminazione dei suoli interessano tutti i paesi industrializzati e, a livello europeo, sono considerate come prioritarie nelle politiche ambientali.

Negli ultimi 15 anni si sono pertanto sviluppate molteplici iniziative di cooperazione e dialogo tra diversi paesi europei ed extra-europei relative alla gestione dei siti contaminati. Tra queste le azioni concertate, finanziate dalla Commissione Europea, CARACAS (*Concerted Action on Risk Assessment for Contaminated Sites in the European Union*) per favorire tra i paesi della UE lo scambio di esperienze sulla tematica dell'analisi di rischio dei siti contaminati; CLARINET (*Contaminated Land Rehabilitation Network for Environmental Technologies*) con l'obiettivo principale di fornire raccomandazioni tecniche per il supporto alle decisioni sulla gestione dei siti contaminati indicando un approccio strategico e sostenibile alle bonifiche che si è tradotto nella formulazione del *Risk-Based Land Management* (RBLM); NICOLE (*Network for Industrially Contaminated Land in Europe*) volta a promuovere la collaborazione tra l'industria, l'accademia e i fornitori di servizi per lo sviluppo e l'applicazione di tecnologie sostenibili. A queste si aggiungono il *Common Forum For Contaminated Land in Europe* con l'obiettivo di sviluppare, nell'ambito delle istituzioni nazionali europee, strategie per la gestione dei siti contaminati e per il riutilizzo dei terreni degradati nel rispetto della "protezione sostenibile delle risorse"; i *NATO/CCMS Pilot Studies* che hanno prodotto rapporti tecnico-scientifici sull'applicazione di tecnologie esistenti ed emergenti nel campo della bonifica dei siti contaminati, i risultati di progetti di ricerca e i rapporti sui programmi per la gestione di rifiuti e siti contaminati nei paesi partecipanti.

A livello europeo le informazioni relative ai siti contaminati sono raccolte e gestite dalla EEA e codificate nell'indicatore 'core-set' *Progress in Management of Contaminated Sites (CSI-015)* del sistema EIONET. Nell'ambito delle attività sui siti contaminati, l'*European Topic Centre on Terrestrial Environment (ETC-TE)* della EEA ha sviluppato una metodologia (PRA.MS) finalizzata all'identificazione delle aree a rischio di contaminazione di interesse europeo (*Potential Problem Areas of EU concern*) e alla loro caratterizzazione e valutazione ha effettuato uno studio pilota all'interno dei paesi EIONET.

A settembre del 2006, come risultato di un processo di consultazione iniziato a febbraio 2003, la Commissione Europea ha adot-

La contaminazione dei suoli riguarda tutti i paesi industrializzati. Negli ultimi 15 anni sono state sviluppate molte iniziative internazionali volte a definire strategie comuni per la gestione della problematica.

La Commissione Europea considera la contaminazione



una tra le minacce prioritarie per le funzioni del suolo secondo quanto indicato nella Direttiva Quadro sulla Protezione del Suolo” (COM (2006) 232), approvata a novembre 2007.

tato la “Strategia Tematica per la Protezione del Suolo” che include una proposta di “Direttiva Quadro sulla Protezione del Suolo” (COM (2006) 232). La contaminazione è indicata tra le “minacce prioritarie” per le funzioni del suolo. Gli elementi principali relativi alla contaminazione sono: la definizione comune *risk-based* di “sito contaminato” e di “bonifica”; la procedura sistematica di identificazione dei siti contaminati a partire da una comune “lista di attività potenzialmente inquinanti per il suolo”; il “rapporto sullo stato del suolo” per la compravendita dei siti interessati da attività potenzialmente inquinanti; la “Strategia Nazionale di Bonifica” definita dagli Stati Membri che includa gli obiettivi (numero di siti da bonificare), le priorità di intervento e un calendario di attuazione. La proposta di Direttiva quadro sulla Protezione del Suolo – con una serie di emendamenti – è stata approvata dal Parlamento Europeo a larga maggioranza a novembre 2007.