



## ESPOSIZIONE AGLI AGENTI FISICI

**RUMORE**

**CAMPI ELETTROMAGNETICI**

**RADIAZIONI IONIZZANTI**



*L'agente fisico è quel fattore, governato da leggi fisiche, che provoca una trasformazione delle condizioni ambientali nel contesto in cui si manifesta.*

*L'inquinamento acustico è caratterizzato da un elevato impatto sull'ambiente, sugli ecosistemi e sulla popolazione, tali da indurre la CE a perseguire l'obiettivo di riduzione della popolazione esposta al rumore.*

*Continua a esserci una maggiore attenzione sociale verso i temuti effetti sulla salute umana dell'inquinamento elettromagnetico.*

*Le radiazioni ionizzanti sono in grado di modificare la struttura della materia con la quale interagiscono. Le interazioni con i tessuti biologici possono causare alterazioni morfologiche e funzionali degli organi interessati negli individui esposti.*

## **Introduzione**

Per definizione l'agente fisico è quel fattore, governato da leggi fisiche, che provoca una trasformazione delle condizioni ambientali nel contesto in cui si manifesta. La sua presenza in ambienti di vita e di lavoro determina l'immissione di energia, potenzialmente dannosa per la salute umana. Gli agenti fisici di interesse ambientale sono i campi elettromagnetici, il rumore in ambiente abitativo e di vita, le radiazioni ionizzanti, le vibrazioni, l'inquinamento luminoso e le radiazioni ultraviolette (UV).

L'inquinamento acustico è caratterizzato da un'ampia diffusione e da un elevato impatto sull'ambiente, sugli ecosistemi e sulla popolazione, su cui gli effetti, di fastidio o disturbo, sono ampiamente documentati e tali da indurre la Comunità Europea a perseguire, quale obiettivo prioritario, la riduzione del numero di persone esposte al rumore nei propri Stati membri, attraverso la definizione di metodi e strumenti di determinazione e gestione del rumore. L'articolata legislazione in materia e la presenza di azioni mirate alla prevenzione e al risanamento non hanno risolto una delle tematiche ambientali che si configura tuttora come prioritaria.

Riguardo l'inquinamento elettromagnetico, attualmente continua a esserci una forte attenzione sociale per i temuti effetti sulla salute umana, nonostante a livello nazionale si tenda comunque a tenere in considerazione il rischio connesso con esposizioni prolungate nel tempo a livelli bassi, anche in assenza di una accertata connessione di causa-effetto tra esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici e conseguenze di natura sanitaria. Anche in questo campo il legislatore ha prodotto norme specifiche mirate in maniera netta alla tutela dell'individuo.

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. Le interazioni con i tessuti biologici possono causare danneggiamenti delle cellule con possibili alterazioni morfologiche e funzionali degli organi interessati e conseguenze di carattere sanitario negli individui esposti. Nonostante in Italia non vi siano centrali nucleari in attività, le pressioni sull'ambiente da radiazioni ionizzanti rimangono rilevanti e molteplici: la produzione e il necessario trattamento di rifiuti radioat-



tivi derivanti dalle attività ospedaliere di diagnostica e/o radioterapiche, la crescente produzione e circolazione a livello mondiale di materiale radioattivo, le radiazioni di origine naturale (radon e NORM), che ad oggi costituiscono la principale fonte di esposizione, esigono che la radioprotezione rimanga elemento centrale della salvaguardia ambientale e della protezione di popolazione e lavoratori. I rischi derivanti da un decremento dell'attenzione e delle competenze sulle attività di controllo e di monitoraggio della radioattività ambientale e alimentare porterebbero inevitabilmente a situazioni sociali ed economiche incontrollate, derivanti da conoscenze non adeguate delle problematiche afferenti all'esposizione a radiazioni ionizzanti.

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 non crea disagi particolarmente evidenti all'individuo. Un discorso a parte meritano le radiazioni UV, le cui conseguenze sanitarie sono dimostrate in special modo per i danni all'epidermide e agli occhi che un'esposizione eccessiva a questo tipo di raggi comporta. A parte il caso delle esposizioni occupazionali agli UV emessi da sorgenti artificiali, le esposizioni alla radiazione emessa dalla principale sorgente naturale, il Sole, ad oggi non sono regolamentate da vere e proprie normative, ma solo da regole di protezione raccomandate da istituzioni nazionali e internazionali, divulgate attraverso opportune comunicazioni, a mezzo stampa, di bollettini sull'indice UV. Quest'ultimo fornisce, sotto forma di numero, un indice di pericolosità dell'esposizione diretta dell'epidermide ai raggi solari, in relazione agli effetti a breve termine, quali gli eritemi (le comuni scottature). Tale informazione suggerisce le protezioni (occhiali e indumenti protettivi, creme ecc.) e i tempi di esposizione da rispettare affinché, a seconda della sensibilità del tipo di pelle (fototipo), non si evidenzino pericoli per la salute dell'individuo. Nei confronti degli effetti a lungo termine (carcinomi cutanei e melanomi maligni), non è possibile eliminare il rischio, ma solo limitarlo riducendo il più

*Le conseguenze sanitarie delle radiazioni UV sono dimostrate in special modo per i danni all'epidermide e agli occhi che l'esposizione a questo tipo di raggi comporta. Ad oggi, le esposizioni dovute alla principale sorgente naturale, il Sole, non sono regolamentate da vere e proprie normative.*



*L'inquinamento acustico è una delle maggiori problematiche ambientali, tale da indurre la Comunità Europea a definire quale obiettivo prioritario la riduzione del numero di persone esposte.*

*È evidente un'alta attenzione da parte dei cittadini verso la tutela personale e dell'ambiente: 79 su 100 sono gli esposti della cittadinanza, di cui il 47% delle sorgenti segnalate dai cittadini presenta un superamento dei limiti.*

possibile le esposizioni (e il numero di scottature nel caso dei melanomi).

È comunque da tenere presente che, in questo campo, sono difficili le azioni correttive in quanto queste vanno a incidere sulle abitudini dell'individuo e sulla limitazione dei comportamenti personali che, di contro, danno soddisfazione (ad esempio l'abbronzatura estiva oppure l'abbronzatura artificiale).

## **RUMORE**

### **Il problema**

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 è l'obiettivo prioritario definito dalla Comunità Europea, che individua l'inquinamento acustico come una delle maggiori problematiche ambientali.

I dati, relativi alla percentuale di popolazione esposta a livelli di rumore tali da arrecare fastidio o disturbo, evidenziano una quantità significativa di persone esposte.

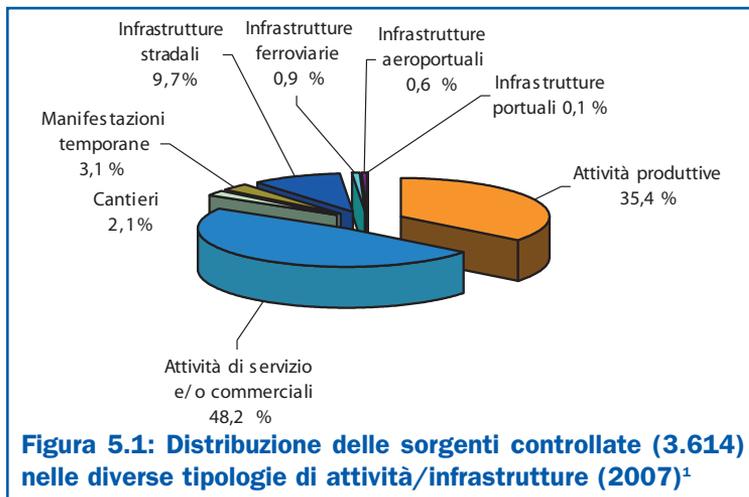
La Direttiva 2002/49/CE sulla gestione del rumore ambientale, recepita in Italia attraverso il Decreto Legislativo n. 194/2005, ha definito metodologie e descrittori finalizzati a una determinazione e gestione dell'inquinamento acustico, tale da consentire una lettura unitaria e comparabile dei dati rilevati nei Paesi membri. Armonizzare gli strumenti legislativi comunitari e nazionali è il principale impegno da assolvere per definire in modo univoco metodi e strumenti di pianificazione e di gestione dell'inquinamento acustico.

Le attività di controllo svolte dal Sistema delle Agenzie Regionali e Provinciali dell'Ambiente, effettuate prevalentemente su esposti presentati dai cittadini, rilevano una sempre maggiore attenzione nei confronti di questa tematica ambientale, confermando altresì un superamento dei limiti di legge, e pertanto evidenti criticità, in molti dei casi segnalati. Su 100 interventi di controllo effettuati, 79 riguardano esposti della cittadinanza con percentuali variabili per i diversi settori: 86,3% nel caso di attività produttive e di servizio o commerciali, 27,8% per le infrastrut-



ture di trasporto. Il 47% delle sorgenti segnalate con esposto dai cittadini presenta almeno un superamento dei limiti, dimostrando la presenza di un'effettiva situazione critica.

Dai dati è possibile individuare le tipologie di sorgenti che i cittadini ritengono fortemente più disturbanti. Su 3.614 sorgenti controllate, il maggior numero di controlli riguarda in prevalenza le attività commerciali e di servizio, con una percentuale del 48,2%, seguono le attività produttive (35,4%) e le infrastrutture stradali (9,7%) (Figura 5.1).



*Le sorgenti controllate e ritenute dai cittadini fortemente disturbanti sono le attività commerciali e di servizio (48,2%), le attività produttive (35,4%), le infrastrutture stradali (9,7%).*

## Le principali sorgenti di rumore

Le principali sorgenti di rumore, identificabili nel traffico stradale, ferroviario e aereo, registrano, con distinzioni relative alle singole sorgenti, un generale incremento dei volumi.

In particolare, i dati relativi al traffico aeroportuale evidenziano una variazione di +16,8% nel 2007 rispetto al 2004, mentre il traffico veicolare sulle autostrade, tra il 1990 e il 2007, ha regi-

*Le principali sorgenti sono traffico stradale, ferroviario e aereo, dove si registrano incrementi di volume.*

<sup>1</sup> Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ARPA/APPA

Note: Mancano i dati relativi alla provincia autonoma di Bolzano e alle regioni Veneto, Lazio, Molise e Campania



*Carenze normative e assenza di dialogo tra gli attori coinvolti costituiscono ostacoli per un'organica definizione delle azioni.*

*Persiste una situazione caratterizzata dalla frammentazione degli interventi, dall'assenza di una trattazione organica della normativa, dalla mancanza di coordinamento tra i vari soggetti.*

strato un incremento del 61% circa. Per quanto riguarda il traffico ferroviario, nel 2006 sulla rete delle Ferrovie dello Stato hanno circolato 306 milioni di treni-km per il trasporto dei passeggeri (+2,5% rispetto al 2004), e 65 milioni di treni-km per il trasporto delle merci (+3,4% rispetto al 2004).

L'obbligo di redigere i Piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore, a cura degli enti gestori delle infrastrutture di trasporto, previsto dal DM 29 novembre 2000, non risulta attualmente espletato da parte di tutte le società coinvolte, seppur nell'ultimo anno molti gestori di infrastrutture hanno provveduto a presentare i loro studi.

L'aumento dei sopracitati elementi di pressione, insieme alle carenze di attuazione della normativa e alla mancanza di sinergie e forme di dialogo tra gli attori principali, costituiscono ostacoli a un'organica e condivisa definizione delle azioni.

Il traffico veicolare rappresenta la principale sorgente di inquinamento acustico in ambito urbano, ma non bisogna trascurare altre fonti 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**

Persiste una situazione caratterizzata dalla frammentazione degli interventi finalizzati alla prevenzione e mitigazione degli effetti prodotti dall'inquinamento acustico, dall'assenza di una trattazione organica della normativa, dalla mancanza di coordinamento tra i vari soggetti. Le discontinuità sono evidenti nella comparazione tra settori caratterizzati da un numero articolato di azioni, quali le infrastrutture di trasporto, e settori verso i quali l'attenzione rivolta è insufficiente, come nell'edilizia, nella pianificazione territoriale e acustica, nella comunicazione ed educazione ambientale.

A questa situazione si aggiungono gli impegni previsti dalla normativa comunitaria, con i nuovi strumenti di gestione dedicati all'inquinamento acustico, l'introduzione di nuovi descrittori acustici, l'attenzione dedicata al tema dell'informazione e della partecipazione della popolazione.



Le azioni formulate per contrastare le criticità espresse sono molteplici. È necessario avviare il processo di armonizzazione del corpus legislativo nazionale, tuttora in fase di completamento dall'emanazione della Legge Quadro n. 447 del 1995, con gli obblighi previsti dalla Direttiva europea 2002/49/CE. Il sistema emanato e completato dalle leggi regionali di recepimento, attualmente vigente, articolato con provvedimenti di regolamentazione per specifica sorgente e attività rumorosa, presenta 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. Occorre purtroppo registrare contraddizioni da parte delle amministrazioni, con situazioni territoriali attive e altre totalmente inadempienti. L'analisi dei dati riguardanti gli adempimenti prescritti dalla normativa nei differenti settori descrivono, al 2007, 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 cinque regioni non si sono ancora dotate di legge regionale: Molise, Campania, Calabria, Sicilia e Sardegna. Occorre rilevare che spesso, attraverso Deliberazioni di Giunta Regionale, sono emanate disposizioni riguardo singoli atti procedurali, quali linee guida per la redazione della classificazione acustica o procedimenti di riconoscimento della figura di tecnico competente in acustica, che ovviano alla mancanza di una trattazione organica a livello regionale.

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

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

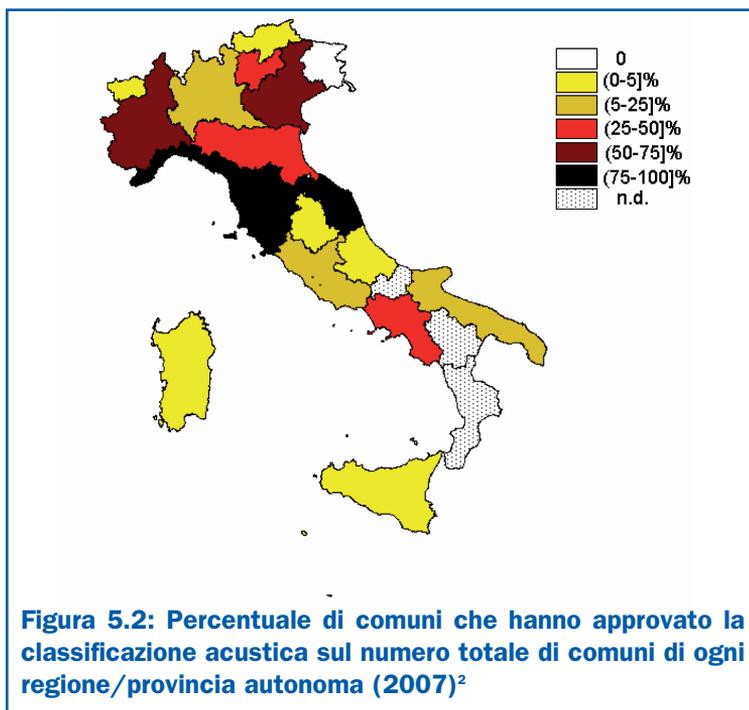
*Occorre purtroppo registrare contraddizioni nella risposta da parte delle amministrazioni, con situazioni territoriali attive e altre situazioni totalmente inadempienti.*



*La classificazione acustica del territorio comunale, principale atto di prevenzione, non è uno strumento diffuso in modo capillare sul territorio, spesso non ne è resa nota la sua efficacia e non raggiunge, attraverso una corretta informazione, la popolazione interessata.*

*La percentuale dei comuni italiani che ha approvato la classificazione acustica, al 2007, è pari al 35%. Marche (94%), Toscana (88%), Liguria (85%), Piemonte (69%).*

comuni italiani che hanno approvato tale classificazione, nel 2007, è pari al 35%, con un leggero incremento rispetto al 2006 (31,5%), e la percentuale di popolazione residente in comuni che hanno approvato la zonizzazione è del 46,4% (40,8% nel 2006). Notevoli le distinzioni tra le diverse realtà regionali: nelle Marche, il 94% dei comuni si è dotato di classificazione acustica, in Toscana l'88%, in Liguria 85%, in Piemonte il 69%, mentre Sicilia (1%), Abruzzo (2%), Sardegna (3%) presentano bassissime percentuali. In Friuli Venezia Giulia, dai dati disponibili, risulta che 5 comuni hanno approvato un piano di zonizzazione. Il TAR, però, del Friuli Venezia Giulia, su ricorso di un'azienda privata, ha annullato la delibera di zonizzazione di uno di questi, poiché la delibera medesima risultava essere antecedente all'emanazione dei criteri regionali, rendendo di fatto inapplicabili le zonizzazioni degli altri quattro comuni.



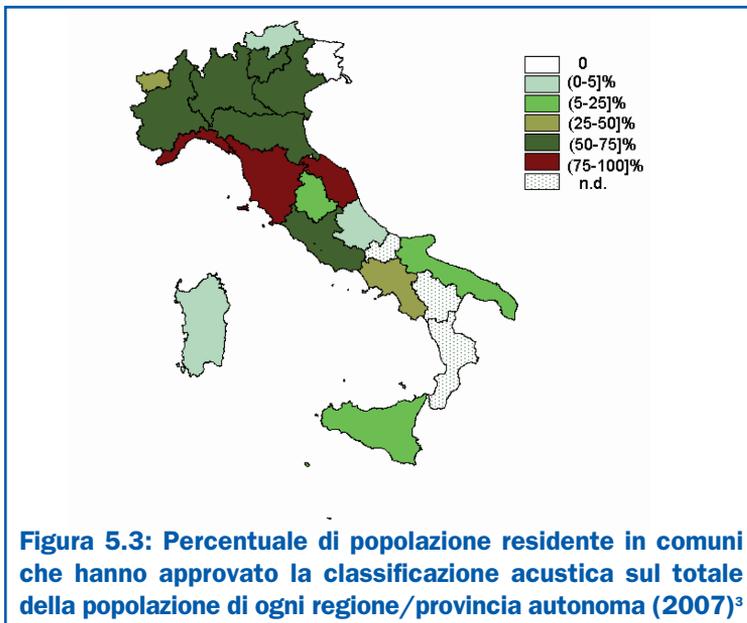
<sup>2</sup> Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ARPA/APPA



Rispetto al territorio nazionale, la percentuale di superficie territoriale dei comuni che ha approvato la classificazione è pari al 32%, rispetto al 27% del 2006 (Figure 5.2, 5.3, 5.4).

Ad eccezione delle Marche (unica nota positiva) che registra un valore attuale del 94% di comuni zonizzati contro il 30% del 2006, per il resto delle regioni, che hanno da tempo avviato politiche di prevenzione, è possibile evidenziare solo leggeri incrementi dei valori percentuali relativi al numero di comuni che hanno approvato la classificazione acustica, alla percentuale di popolazione residente in essi e alla percentuale di superficie territoriale comunale sottoposta a zonizzazione. La nota negativa è data dalle differenze e dai contrasti territoriali riscontrabili, unitamente alla considerazione che il principale atto di prevenzione e pianificazione acustica, a tredici anni dall'emanazione della Legge Quadro sull'inquinamento acustico, non è uno strumento diffuso in modo capillare sul territorio, spesso non è resa nota la sua efficacia e non raggiunge, attraverso una corretta informazione, la popolazione interessata.

*Ad eccezione delle Marche che registra un valore attuale del 94% di comuni zonizzati, per il resto delle regioni è possibile evidenziare solo leggeri incrementi.*

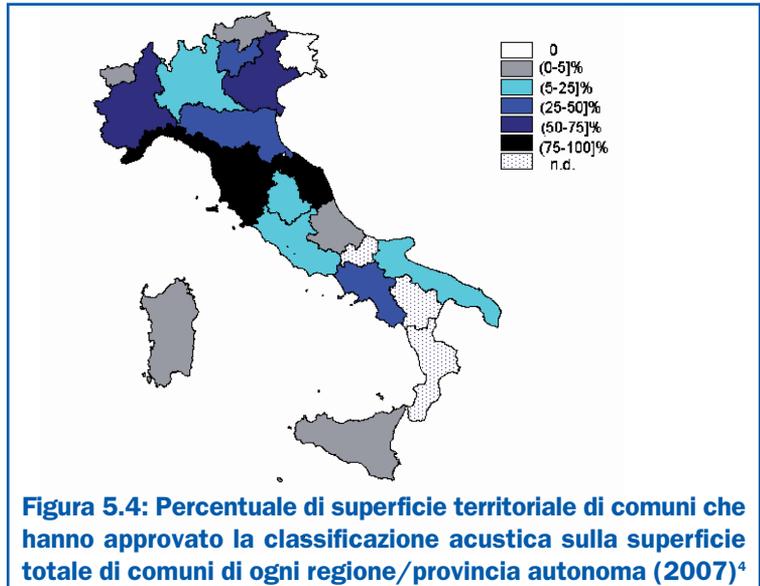


*La percentuale di popolazione residente in comuni che hanno approvato la zonizzazione è del 46,4%, dato in aumento rispetto al 2006.*

<sup>3</sup> Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ARPA/APPA



La percentuale di superficie territoriale dei comuni che ha approvato la classificazione è pari al 32%, rispetto al 26,3% del 2006.



La redazione della relazione biennale sullo stato acustico del comune, obbligo previsto dalla Legge 447/95, importante atto di analisi e gestione della problematica 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 2007, solo 21 hanno approvato una relazione sullo stato acustico. Le presenze maggiori risultano in Toscana, con 11 comuni adempienti su 12 e in Lombardia con 4 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, quale la classificazione acustica comunale, e della mancata emanazione di leggi regionali in materia. Sulla base delle informazioni disponibili risultano 48 piani di risanamento adottati, con concentrazioni più alte in due regioni, Toscana con 38 e Liguria con 4.

<sup>4</sup> Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ARPA/APPA



Nel 2007, la classificazione acustica dell'intorno aeroportuale, di cui ai decreti attuativi della Legge 447/95 in materia di rumore aeroportuale, è stata approvata solo da 10 su 39 principali aeroporti nazionali, mentre risulta in fase di elaborazione/valutazione in altri 13 aeroporti.

Le azioni di risanamento previste dalla Legge Quadro per i gestori/proprietari delle infrastrutture di trasporto presentano distinzioni: per le ferrovie e gran parte delle 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; per le strade e gli aeroporti gli studi sono in netto ritardo.

Nella fase attuale appare necessario concentrare le attività sulla armonizzazione e coesistenza dei metodi e degli strumenti di prevenzione e mitigazione dell'inquinamento acustico, introdotti dagli atti legislativi comunitari e nazionali, evidenziando i conflitti e gli aspetti critici presenti e definendo le soluzioni adottabili, al fine di rendere efficaci gli atti esistenti che, dalla lettura delle informazioni sopra esposte, risultano generalmente disattesi.

Gli strumenti di prevenzione, pianificazione e risanamento presenti nella legislazione nazionale devono essere resi, attraverso una completa attuazione degli impegni previsti dalla Direttiva 2002/49/CE, maggiormente efficaci e incisivi, in sinergia con le azioni introdotte, appunto, dalla normativa comunitaria.

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

*Le attività di risanamento delle ferrovie e autostrade risultano avviate, mentre aeroporti e strade sono in ritardo con i piani di contenimento e abbattimento del rumore.*



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

## CAMPI ELETTROMAGNETICI

### Il problema

Un tema ambientale rilevante, che in questi anni sta calcando le scene della nostra attualità, è rappresentato indiscutibilmente dalla presenza di campi elettromagnetici (CEM) nell'ambiente e dal loro rapporto col territorio e con la popolazione.

Il continuo sviluppo di nuovi sistemi di telecomunicazione e l'intensificazione della rete di trasmissione elettrica, conseguente all'aumento della richiesta di energia elettrica, comportano sicuramente un miglioramento della qualità della vita, ma spesso presentano problemi di impatto ambientale e sollevano questioni di carattere sociale per i conflitti che si generano tra cittadini e istituzioni.

Questa problematica, enfatizzata da una percezione di pericolo da parte dei cittadini per la propria salute, richiede coerenza, chiarezza e trasparenza, al fine di evitare inutili allarmismi, considerati ingiustificati allo stato delle attuali conoscenze in campo sanitario.

Ad oggi, nonostante i grandi passi in avanti fatti in campo legislativo e tecnico-scientifico per tutelare la salute dei cittadini, continuano a verificarsi 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 svolgono un ruolo di mediazione e di supporto alla cittadinanza, nel rispetto, comunque, dei diritti dei titolari degli impianti.

### 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).

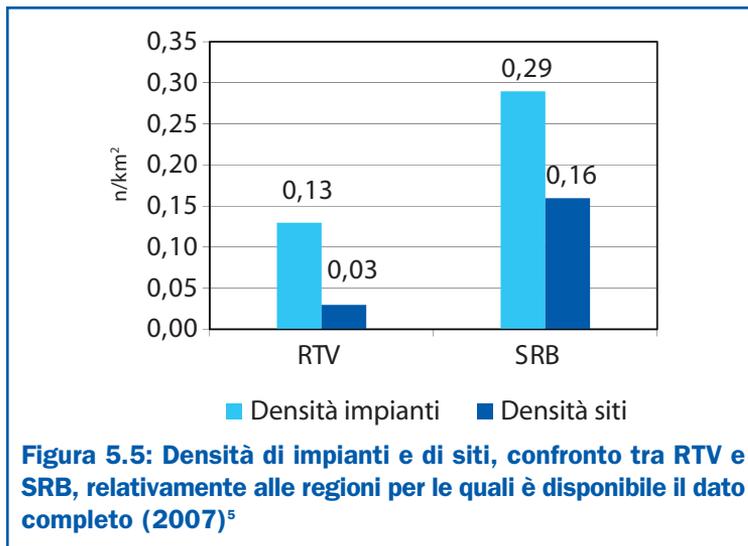
Per quanto riguarda gli impianti radiotelevisivi (RTV) e le stazioni radio base (SRB), l'impatto ambientale, quale le immissioni elettromagne-



tiche, valutato in termini di superamenti dei limiti previsti dalla normativa vigente, presenta rispettivamente un aumento di circa il 6% e il 17% dal 2006 al 2007. Tali percentuali sono state elaborate in base ai dati presenti nell'Osservatorio CEM (Campi elettromagnetici) per le regioni che hanno fornito il dato completo.

Dall'analisi dei dati relativi alla densità di impianti RTV e SRB (Figura 5.5) si nota che le SRB presentano una densità di impianti poco più che doppia rispetto a quella relativa agli impianti RTV (rispettivamente 0,29 e 0,13 impianti per km<sup>2</sup>), mentre la densità dei siti SRB (0,16 siti per km<sup>2</sup>) è quasi cinque volte superiore rispetto a quella dei siti RTV (0,03 siti per km<sup>2</sup>).

*Tra il 2006 e il 2007 si è registrato un incremento dei superamenti dei limiti sia negli impianti RTV (+6%) sia negli impianti SRB (+17%).*



*Si osserva che le SRB presentano una densità di impianti circa doppia rispetto agli impianti RTV. Situazione simile per la densità dei siti, dove le SRB hanno una densità 5 volte superiore a quella degli impianti RTV.*

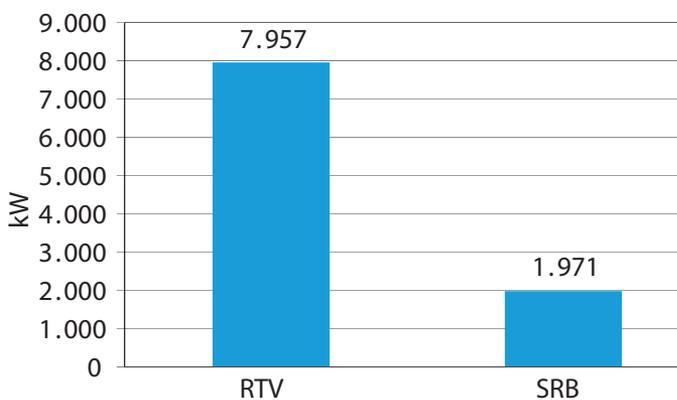
Per quanto riguarda la potenza complessiva degli impianti RTV e SRB (Figura 5.6), emerge chiaramente che la pressione ambientale più rilevante prodotta dai campi elettromagnetici è esercitata dagli impianti radiotelevisivi; infatti, la potenza complessiva degli SRB (1.971 kW) rappresenta circa il 25% di quella delle RTV (7.957 kW). La minore potenza complessiva associata agli impianti SRB

<sup>5</sup> Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ISPRA/ARPA/APPA (Osservatorio CEM)



*La pressione ambientale più consistente è esercitata dagli impianti RTV, che hanno una potenza complessiva 4 volte superiore a quella degli impianti SRB.*

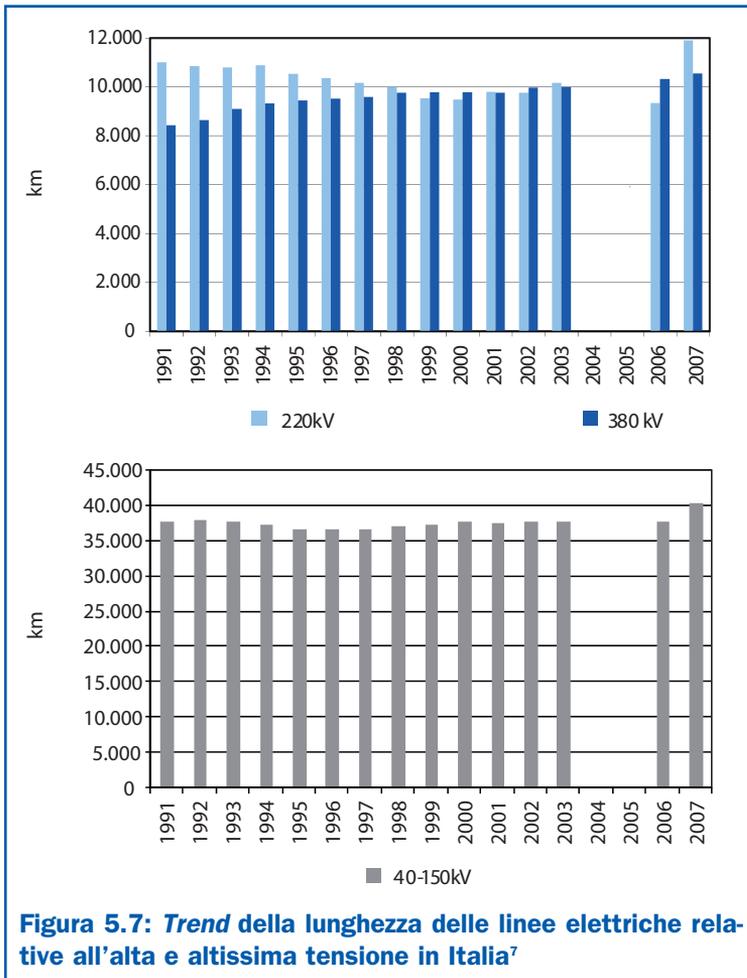
rispetto a quelli RTV comporta una maggiore pressione sul territorio degli impianti e dei siti SRB rispetto a quelli RTV, evidenziata in precedenza, al fine di garantire la copertura del territorio sulla base delle esigenze del servizio di telefonia mobile.



**Figura 5.6: Potenza complessiva, confronto tra RTV e SRB, relativamente alle regioni per le quali è disponibile il dato completo (2007)<sup>6</sup>**

In questo contesto un'altra importante pressione è esercitata dalle linee elettriche ad alta e altissima tensione (Figura 5.7). Sulla base delle regioni che hanno fornito i dati completi per gli anni 2006 e 2007, si registra un aumento delle linee a 220 kV (pari al 27%) e delle linee a 380 kV (pari al 2%). Si osserva, invece, una lieve diminuzione delle linee elettriche con tensione inferiore a 40 kV (pari al 4%) e un lieve aumento di quelle con tensione compresa tra 40 kV e 150 kV (pari al 7%). Nel 2007 la maggior parte della rete italiana è costituita da linee a media e bassa tensione (< 40 kV). Queste ultime rappresentano lo stato finale del processo di produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica e sono presenti, quindi, con una densità sul territorio nettamente maggiore rispetto alle linee a tensione più elevata (i chilometri di linee con tensione > 40 kV rappresentano solo il 5% del totale).

<sup>6</sup> Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ISPRA/ARPA/APPA (Osservatorio CEM)



*Dal 2006 al 2007, vi è stato un aumento delle linee a 220 kV (pari al 27%) e delle linee a 380 kV (pari al 2%). Si è verificata inoltre una lieve diminuzione delle linee elettriche con tensione inferiore a 40 kV (pari al 4%) e un lieve aumento di quelle con tensione compresa tra 40 kV e 150 kV (pari al 7%).*

È importante ricordare che le intensità del campo elettrico e di quello magnetico sono proporzionali rispettivamente alla tensione di esercizio (fissa) e alla corrente elettrica circolante nei conduttori (variabile secondo la richiesta dell'utenza). Generalmente, le linee a più alta tensione traspor-

<sup>7</sup> Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ENEL Terna, ENEL Distribuzione, DEVAL S.p.A. e Osservatorio CEM

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



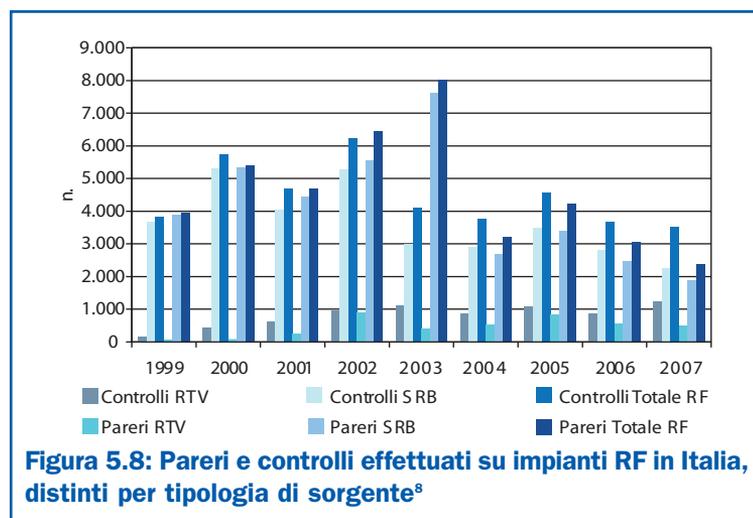
*L'azione di controllo rappresenta un'attività fondamentale, laddove da interventi emergano superamenti dei limiti di esposizione.*

*Tra il 2006 e il 2007, si osserva una diminuzione del numero dei pareri preventivi sia per le SRB, (-23%) sia per gli RTV (-14%), una diminuzione del numero dei controlli per le SRB (-19%) e un rilevante aumento per gli RTV (+42%).*

tano maggiore corrente e di conseguenza i campi elettrici e magnetici generati da linee a tensione medio-bassa sono, in genere, di minore entità rispetto a quelli dovuti a linee a tensione più elevata.

### Le azioni per contenere l'inquinamento elettromagnetico

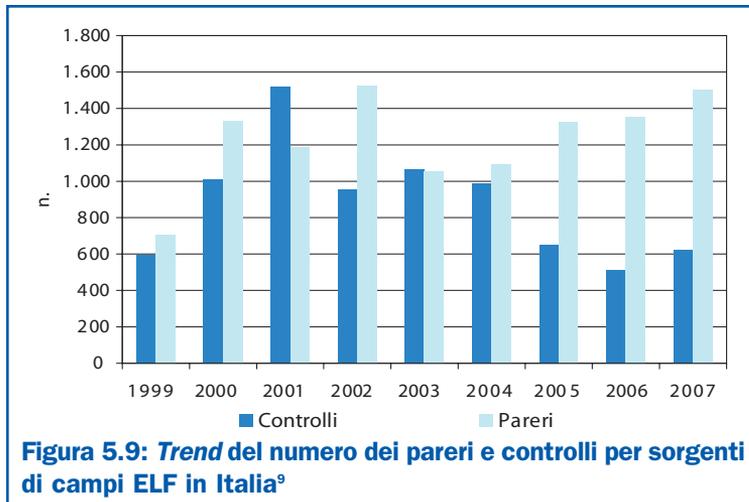
Sia nel settore delle radiofrequenze (RTV e SRB), sia in quello delle frequenze estremamente basse (ELF), l'azione di controllo rappresenta un'attività fondamentale per gli enti competenti (ARPA/APPA), laddove da tali interventi emergano superamenti dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione 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 ricavati dall'Osservatorio CEM, si osserva, tra il 2006 e il 2007, un calo del numero dei pareri preventivi funzionali al rilascio delle autorizzazioni, sia per gli impianti SRB sia per gli impianti RTV, pari rispettivamente a 23% e 14%. Per quanto riguarda il numero dei controlli, sia sperimentali sia con modelli, si registra una diminuzione per le SRB pari a 19%, mentre per gli RTV risulta un rilevante aumento, pari a 42% (Figura 5.8).



<sup>8</sup> Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ISPRA/ARPA/APPA (Osservatorio CEM)  
 Note: I dati sono relativi alle sole regioni/province autonome per le quali si dispone della serie completa



Per quanto riguarda i pareri e i controlli relativi agli elettrodotti (ELF), dall'analisi della Figura 5.9 emerge che il numero dei pareri nonché il numero dei controlli effettuati (sia con misure, sia con modelli di calcolo) hanno subito, tra il 2006 e il 2007, un notevole aumento, pari rispettivamente a 10,6% e 21,2%.



*Il numero dei pareri, tra il 2006 e il 2007, è aumentato del 10,6% e il numero dei controlli effettuati ha subito un aumento del 21,2%.*

Per quanto riguarda le azioni di risanamento intraprese ad oggi, relative ai superamenti riscontrati dalle attività di controllo, si evidenzia, dal 2006 al 2007, per le regioni che hanno il dato completo relativo a questi due anni, un aumento per gli impianti RTV del 7% e per gli impianti SRB del 25%. È interessante notare (Figura 5.10) 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: generalmente coinvolge più impianti e spesso non consente di mantenere la stessa qualità

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

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



*La normativa italiana ha come riferimento il principio di precauzione, infatti si tiene in considerazione la possibilità di rischi connessi alle esposizioni prolungate anche a livelli bassi.*

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.

Le regioni per le quali le informazioni relative agli anni 2006 e 2007 sono complete, registrano anche un azzeramento dei casi di “Risanamenti richiesti dalle Agenzie regionali e provinciali per la protezione dell’ambiente e nessuna azione di risanamento” per gli impianti SRB e una diminuzione dell’8% circa per gli impianti RTV. Ciò vuol dire che esiste una marcata tendenza a non lasciare irrisolte situazioni di superamento dei limiti di legge.

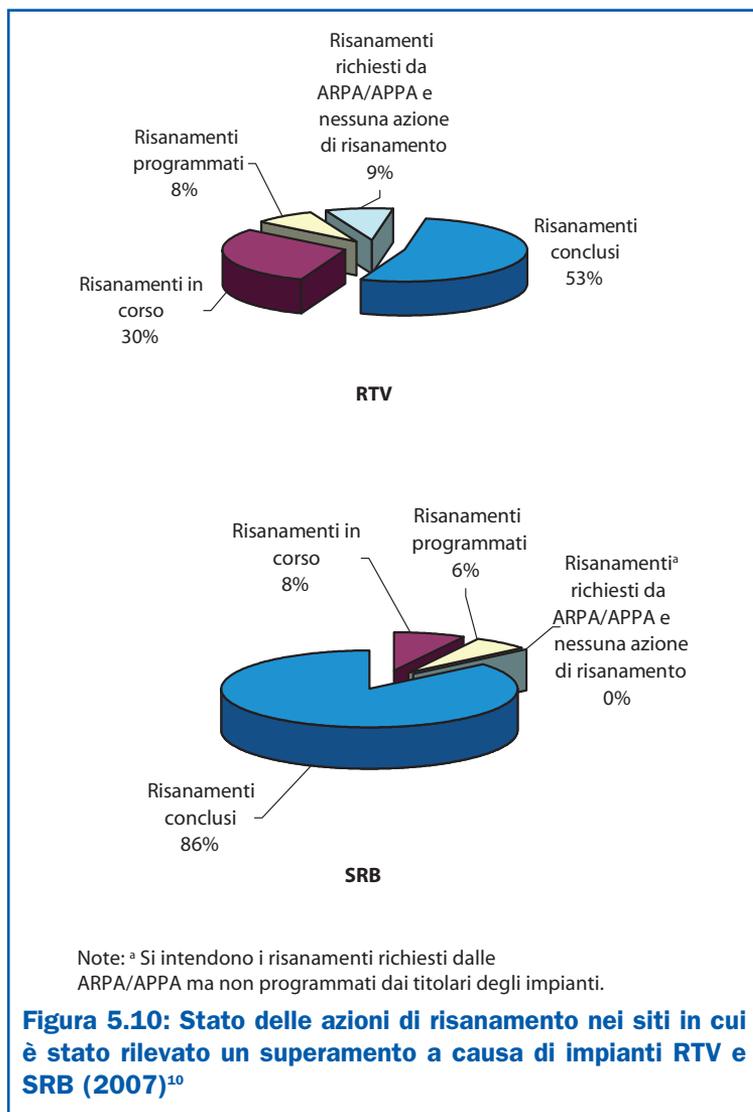
Non ci sono informazioni, invece, in merito ad attività di risanamento a favore delle linee elettriche e ciò è probabilmente da attribuire alla mancanza del decreto attuativo della Legge 36/2001 (art. 4, c. 4) che definisce, appunto, i criteri di elaborazione dei piani di risanamento.

L’attuale scenario della normativa italiana ha come riferimento il principio di precauzione 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’accertata 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 considerazione la possibilità di rischi connessi alle esposizioni prolungate nel tempo a livelli bassi.

Attualmente, 19 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 urbano/ambientale degli impianti, soluzioni per la mitigazione dell’impatto visivo degli stessi, ecc.), la sensibilità del cittadino rimane notevolmente alta e non tende ad attenuarsi, mantenendo elevata l’attenzione sociale su questa problematica.



*Al 2007 i risanamenti conclusi per le SRB (86%) sono nettamente superiori a quelli delle RTV (53%).*



<sup>10</sup> Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ISPRA/ARPA/APPA (Osservatorio NIR)  
 Note: I dati sono relativi alle sole regioni/province autonome per le quali si dispone della serie completa



## **BOX APPROFONDIMENTO**

### **Radiazione Ultravioletta**

La Radiazione Ultravioletta occupa la regione dello spettro elettromagnetico di lunghezze d'onda comprese tra 100 e 400 nanometri (nm). Verso le alte lunghezze d'onda, la radiazione UV confina con la luce visibile a lunghezza d'onda più corta, percepita dall'occhio umano come viola, da cui viene il nome di radiazione "ultravioletta".

I raggi ultravioletti si suddividono convenzionalmente in tre bande spettrali:

- UV-C 100-280 nm: questa radiazione viene completamente assorbita dall'ozono e dall'ossigeno presenti nell'alta atmosfera. Gli UV-C rappresentano lo 0,5% dell'energia solare incidente sugli strati più esterni dell'atmosfera.
- UV-B 280-315 nm: questa componente rappresenta l'1,5% dell'energia totale solare incidente sugli strati più esterni dell'atmosfera. L'ozono stratosferico è il maggior assorbitore della radiazione UV-B. Grazie all'effetto di schermatura dell'ozono, solo il 10% degli UV-B provenienti dal Sole raggiunge la superficie terrestre.
- UV-A 315-400 nm: è la regione degli UV meno assorbita dall'atmosfera; contiene il 6,3% dell'energia solare che raggiunge gli strati esterni dell'atmosfera e più del 95% degli ultravioletti che arrivano sulla superficie terrestre.

La variazione dello strato di ozono stratosferico alle medie latitudini e del "buco" dell'ozono antartico rende sempre più attuale lo studio della radiazione ultravioletta solare e dei suoi effetti sull'ambiente e sulla salute dell'uomo.

La radiazione UV viene studiata attraverso due grandezze diverse:

- l'indice ultravioletto (UV-index), che descrive l'intensità della radiazione UV nelle lunghezze d'onda minori, corrispondenti a energie del fotone superiori (280-320 nm circa) e la sua capacità di dare origine a eritemi sulla pelle;
- l'irradianza ultravioletta nella banda UV-A, dove la radiazione è meno efficace nel provocare eritemi, ma complessivamente più energetica.

Le misure di irradianza ultravioletta solare condotte dalla ARPA Valle d'Aosta sono principalmente espresse in unità di indice ultravioletto



(UV Index). Questo numero, generalmente compreso tra 1 e 10, è stato concepito nell'ottica di sensibilizzare la popolazione sui rischi di un'eccessiva esposizione al sole, in base al proprio fototipo di carnagione, e per adottare le adeguate misure di protezione.

L'uso dell'indice UV è stato raccomandato da importanti organizzazioni mondiali, quali l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS), il Programma per l'Ambiente delle Nazioni Unite (UNEP), l'Organizzazione Meteorologica Mondiale (OMM), e la Commissione Internazionale per la Protezione dalle Radiazioni Non-Ionizzanti (ICNIRP).

L'esposizione alla componente ultravioletta della radiazione solare svolge funzioni fisiologiche benefiche per la salute umana (la radiazione UV-B è infatti di fondamentale importanza per la produzione endogena della vitamina D3) e produce, inoltre, l'effetto di abbronzatura che viene spesso ricercato per finalità estetiche: tuttavia, deve essere ricordato che l'abbronzatura è una risposta protettiva dell'organismo nei confronti di successive esposizioni, innescata da un danno già verificatosi a livello del DNA contenuto nelle cellule della pelle.

La radiazione solare nel suo complesso (ultravioletta, visibile, infrarossa) è stata classificata dallo IARC (Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro) nel gruppo 1, ovvero come agente sicuramente cancerogeno per l'uomo, ma si ritiene che responsabile di questa cancerogenicità sia proprio la componente UV.

Il monitoraggio della radiazione ultravioletta è particolarmente importante in Valle d'Aosta, per l'altitudine media del territorio (l'irraggiamento UV cresce con la quota), per la notevole frazione della popolazione che svolge attività in alta quota e per la presenza di neve al suolo per gran parte dell'anno, che, con il suo potere riflettente (albedo), aumenta l'esposizione alla radiazione ultravioletta.

L'ARPA Valle d'Aosta ha intrapreso un programma di monitoraggio le cui attività sono finalizzate ad:

- avviare l'acquisizione di una serie storica di dati utili a valutare le tendenze a medio e lungo termine dell'irradiazione solare UV sulla superficie terrestre, in connessione alla variazione di ozono stratosferico;
- acquisire dati utili all'approfondimento delle conoscenze in materia di interazione tra la componente UV della radiazione solare e l'atmosfera, anche al fine di una migliore conoscenza



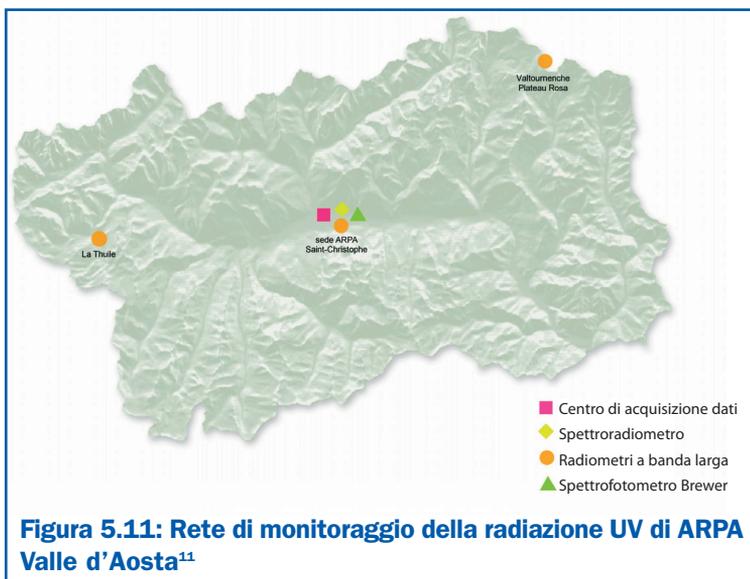
delle dinamiche dello smog fotochimico;

- valutare l'esposizione alla radiazione UV solare di una molteplicità di soggetti che, per esigenze professionali o per svago, svolgono attività ad alta quota.

L'irradianza UV è misurata in Valle d'Aosta in 3 siti:

- Saint-Christophe (570 m s.l.m.)
- La Thuile - Les Granges (1.640 m s.l.m.)
- Plateau Rosa (Valtournenche, 3.500 m s.l.m.).

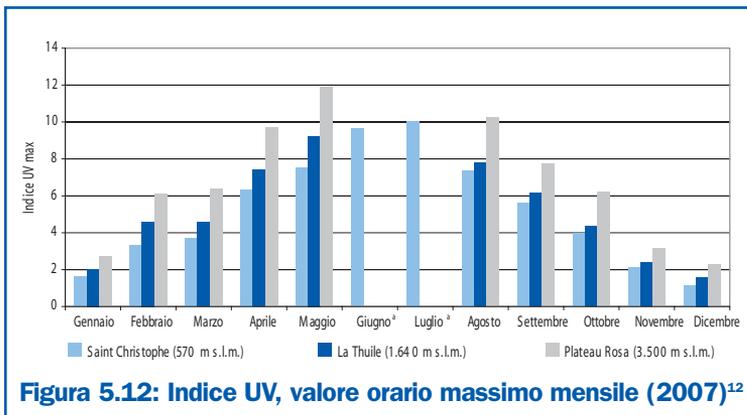
Questi tre siti rappresentano tre condizioni ambientali diverse. Saint-Christophe è posto nel fondovalle, caratterizzato da una quota inferiore e neve al suolo meno frequente. La Thuile - Les Granges è una tipica località di montagna, dove la quota maggiore influenza le condizioni climatiche e le condizioni di irraggiamento solare, determinando anche maggior presenza di neve durante l'anno. È inoltre, vicino alle piste da sci, molto frequentate nella stagione invernale. Plateau Rosa, infine, è sito caratteristico delle zone glacializzate delle Alpi, con condizioni climatiche estreme e presenza di neve durante tutto l'anno.



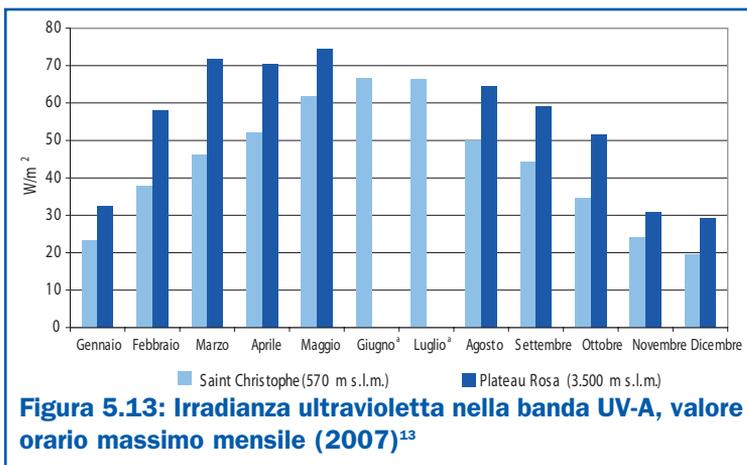
<sup>11</sup> Fonte: ARPA Valle d'Aosta



La dislocazione dei siti di monitoraggio è dunque scelta per studiare al meglio il cosiddetto “effetto di altitudine”: l’aumento dell’irradianza UV con la quota. Esso è dovuto allo spessore minore di atmosfera attraversata dai raggi solari – e quindi al minore assorbimento - e alla presenza di neve al suolo, altamente riflettente e in grado di amplificare la dose di radiazione ricevuta.



**Figura 5.12: Indice UV, valore orario massimo mensile (2007)<sup>12</sup>**



**Figura 5.13: Irradianza ultravioletta nella banda UV-A, valore orario massimo mensile (2007)<sup>13</sup>**

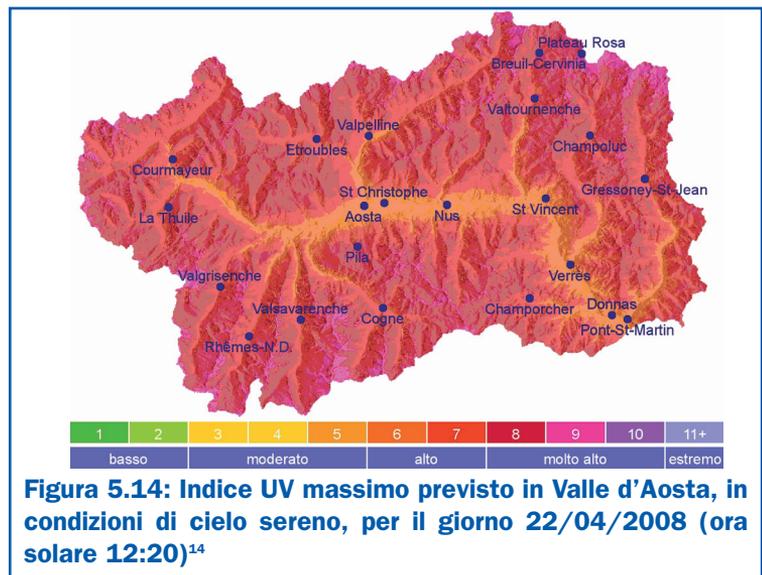
<sup>12</sup> Fonte: ARPA Valle d'Aosta

<sup>13</sup> Fonte: ARPA Valle d'Aosta

<sup>a</sup>Note: Nei mesi di giugno e luglio alcuni radiometri sono in calibrazione



È evidente l'andamento tipico annuale dell'indice ultravioletto: minimo d'inverno e massimo d'estate, al pari dell'irraggiamento solare. L'uso di modelli matematici consente di estendere all'intero territorio valdostano l'informazione misurata localmente nei tre siti. Di seguito viene illustrata una mappa esempio di indice UV sull'intero territorio della Valle d'Aosta in condizione di cielo sereno.



La scala di colori utilizzati per le mappe dell'indice UV è quella convenzionale stabilita dall'OMS.

La previsione in caso di cielo sereno tiene conto dei seguenti fattori, dai quali dipende l'intensità della radiazione UV che giunge dal sole fino alla superficie terrestre:

- l'inclinazione del sole rispetto alla verticale (angolo zenitale), che varia con la stagione;
- la quota altimetrica;
- l'esposizione dei versanti;
- la parte di cielo visibile sopra il profilo delle montagne da ogni punto;

<sup>14</sup> Fonte: ARPA Valle d'Aosta

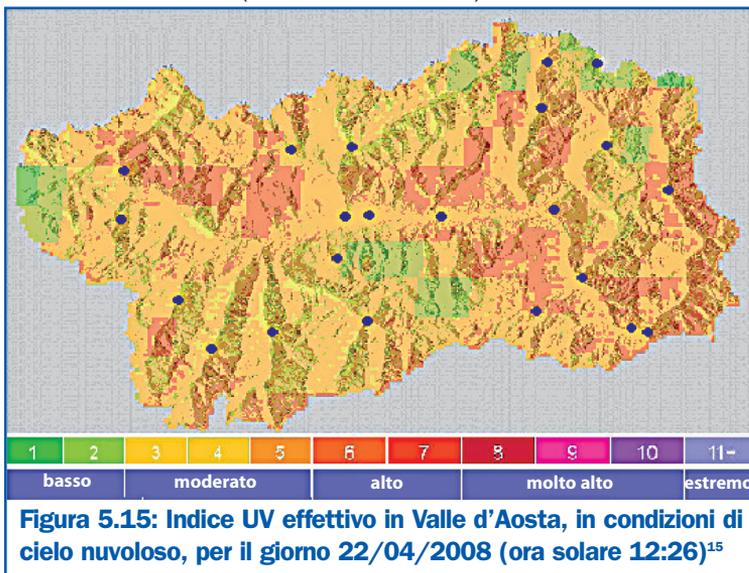


- la quantità totale di ozono presente in atmosfera;
- la presenza di aerosol in atmosfera;
- il coefficiente di riflessione (albedo) del suolo a seconda della presenza o assenza di neve.

Vengono, inoltre, prodotte mappe previsionali che considerano la copertura nuvolosa, ricavate a partire dalle immagini satellitari Meteosat. L'influenza della copertura nuvolosa è, come intuibile, molto importante nel determinare le condizioni effettive di irraggiamento UV in ogni punto e momento per momento.

Si riporta, per esempio, la mappa (Fig. 5.15) dell'effettivo irraggiamento UV nelle stesse condizioni (stesso giorno, stessa ora) della Figura 5.14, tenendo conto della copertura nuvolosa presente.

Le mappe previsionali vengono aggiornate quotidianamente e diffuse sul sito *web* di ARPA Valle d'Aosta e su un portale appositamente dedicato ([www.uv-index.vda.it](http://www.uv-index.vda.it)).



**Figura 5.15: Indice UV effettivo in Valle d'Aosta, in condizioni di cielo nuvoloso, per il giorno 22/04/2008 (ora solare 12:26)<sup>15</sup>**

Oltre al servizio di monitoraggio e previsione della radiazione ultravioletta solare ambientale, ARPA Valle d'Aosta ha condotto, in collaborazione con il Dipartimento di Fisica dell'Università "La

<sup>15</sup> Fonte: ARPA Valle d'Aosta



Sapienza” di Roma, una ricerca sull’esposizione dell’individuo agli ultravioletti sulle superfici innevate. Lo studio, il cui l’obiettivo era quello di conoscere meglio i livelli di esposizione alla radiazione solare UV nella pratica dello sci, si è svolto nel comprensorio sciistico di La Thuile nei mesi di aprile 2006 e di febbraio 2007 e ha coinvolto due gruppi di volontari, sciatori e maestri di sci della locale scuola.

La ricerca prevedeva la misura contemporanea della dose di radiazione ultravioletta ricevuta da strumenti in posizione fissa (dose ambientale) e dagli sciatori (dose personale). Gli strumenti (radiometri), infatti, misurano la radiazione intercettata da una superficie ferma e orizzontale, mentre gli sciatori sono in continuo movimento e gran parte della superficie del loro corpo è in posizione verticale. La dose ricevuta dagli sciatori è stata valutata per mezzo di dosimetri chimici fissati sul copricapo di ogni sciatore in corrispondenza della fronte e in posizione verticale. I dosimetri erano costituiti da una porzione minuscola di pellicola di polisolfone (1 cm<sup>2</sup>, circa), un materiale in grado di modificarsi (fotodegradarsi) tanto più quanto più alta è la dose ricevuta e caratterizzato da una sensibilità simile a quella della pelle umana. Gli sciatori annotavano su una scheda, appositamente predisposta, il periodo di esposizione dei diversi dosimetri e le informazioni sintetiche sulle condizioni in cui si trovavano a sciare: al sole, all’ombra, in condizioni miste sole/ombra. I dosimetri venivano sostituiti ogni 2 ore dai partecipanti alla ricerca. La finalità dello studio era quello di calcolare il rapporto tra la dose personale e quella ambientale (chiamato *Exposure Ratio*, ER).

I risultati dell’indagine hanno evidenziato che le persone che praticano l’attività sciistica ricevono una dose in molti casi maggiore di quella ambientale.

Sebbene la media del rapporto di esposizione (ER) sia stata del 60% nel mese di febbraio e del 102% nel mese di aprile, sono stati registrati massimi anche del 172%. Sciando si riceve, infatti, la radiazione diretta dal sole e quella riflessa dalla neve. Le conclusioni della ricerca permetteranno di aggiornare alcune tabelle dell’Organizzazione Mondiale della Sanità, nelle quali sono pubblicate misure sperimentali dei rapporti ER nettamente



più basse (sotto il 30%), e di adottare di conseguenza opportuni programmi di prevenzione per un'esposizione sicura al sole. L'analisi ha mostrato, inoltre, i limiti dell'attuale definizione di indice ultravioletto quale indicatore dell'esposizione personale agli UV.

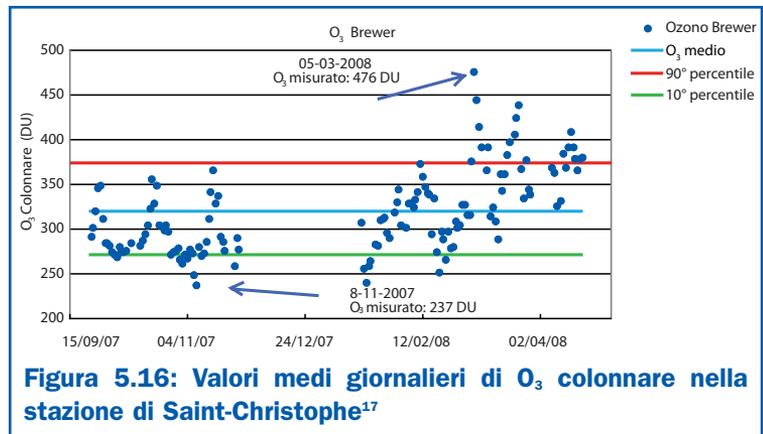
Un altro fattore importante di variabilità della radiazione UV è l'ozono colonnare, cioè l'ozono totale compreso in una colonna di atmosfera che si estende dalla superficie terrestre fino all'apice dell'atmosfera stessa. L'ozono è, insieme all'ossigeno, uno dei maggiori assorbitori dei raggi ultravioletti: ogni diminuzione di ozono in atmosfera causa un aumento della radiazione UV che raggiunge il suolo e di conseguenza anche i rischi per la salute dell'uomo. Nella stratosfera, tra 15 e 50 km di quota, l'ozono prodotto dai raggi UV ha una funzione schermante al riguardo dei raggi UV stessi, e di conseguenza benefica e protettiva per l'ecosistema.

L'ozono stratosferico rappresenta il 90% dell'ozono colonnare, mentre il 10% coincide con l'ozono troposferico, generato negli strati bassi dell'atmosfera dall'azione dei raggi solari in presenza di inquinanti. La quantità di ozono colonnare varia secondo la stagione, una variabilità che non è simmetrica tra i due emisferi: si ha la massima quantità di ozono alle alte latitudini nonché in inverno-primavera. Inoltre, la produzione è massima nella stratosfera tropicale e diminuisce drasticamente verso le alte latitudini e nella bassa stratosfera. Anche i fenomeni meteorologici hanno effetto sulla variabilità dell'ozono colonnare: qualche giorno di bassa o alta pressione può far variare notevolmente la misura della quantità di ozono. L'ozono colonnare viene misurato a partire dall'assorbimento a opera dell'atmosfera della radiazione ultravioletta solare, la cui traiettoria, intersecando l'atmosfera, prima di toccare il suolo, attraversa quote, latitudini e longitudini differenti.

L'ARPA Valle d'Aosta è inserita nella rete mondiale di monitoraggio dell'ozono ([www.woudc.org](http://www.woudc.org)), allo scopo di realizzare delle mappe globali dell'ozono, anche con l'uso di modelli matematici. Attualmente esistono solo due stazioni, in Italia, che trasmettono le misure alla rete mondiale: la stazione dell'ARPA Valle d'Aosta e quella dell'Università "La Sapienza" di Roma.



Nel seguente grafico sono riportati i valori medi giornalieri di ozono colonnare misurati in Dobson Unit<sup>16</sup> presso la stazione di Saint-Christophe. Le due frecce azzurre indicano il valore minimo (in basso) e quello massimo (in alto) di ozono rilevato dalla stazione di Saint-Christophe.



Con l'obiettivo di coinvolgere tutte le regioni nelle esperienze positive già condotte dalla Valle d'Aosta e arrivare nel breve termine ad avere una rete nazionale di monitoraggio della radiazione UV, tutte le Agenzie regionali, su proposta di ISPRA, hanno costituito un gruppo di lavoro, coordinato proprio dalla Valle d'Aosta.

Le attività del gruppo di lavoro sono pubblicate su un sito web appositamente creato e disponibile al seguente indirizzo [www.uv-index.it](http://www.uv-index.it).

<sup>16</sup> L'Unità Dobson (*Dobson Unit*; DU), chiamata così dal nome di G.M.B. Dobson (1889-1976), un pioniere nello studio dell'ozono stratosferico, esprime la concentrazione di ozono nella colonna d'aria, come lo spessore che tutto l'ozono presente in una colonna di sezione nota avrebbe se portato al suolo formando uno strato di O<sub>3</sub> puro, a 0 °C e alla pressione di 1 atm. Lo spessore di questo strato in centesimi di millimetro (10-5 m) rappresenta la concentrazione in DU, se lo spessore fosse 1 mm potremmo dire che abbiamo 100 DU di O<sub>3</sub>. Facendo qualche calcolo si può verificare che una DU corrisponde a circa  $2,69 \times 10^{16}$  molecole di ozono in una colonna con sezione di base di 1 cm<sup>2</sup> o a un volume di  $5 \times 10^9$  m<sup>3</sup> di O<sub>3</sub> (0 °C; 1 atm)

<sup>17</sup> Fonte: ARPA Valle d'Aosta



## RADIAZIONI IONIZZANTI

### Il problema

Al termine “radiazioni ionizzanti” è spesso associato, nella pubblica opinione, il timore degli effetti che queste provocano sulla salute quali, ad esempio, le ustioni riconducibili a esposizioni acute simili a quelle causate dalle esplosioni nucleari di Hiroshima e Nagasaki. Tali effetti sono tecnicamente definiti “deterministici” e si hanno a seguito di esposizioni molto intense. Altri timori sono legati agli effetti di esposizioni meno intense, effetti che “non si vedono” subito, ma che si evidenziano a distanza di tempo o sulle generazioni future e che sono spesso associati al rischio di insorgenza di tumori. Esempio chiaro sono le temute conseguenze dell’esposizione di tutta la popolazione a seguito dell’incidente alla centrale sovietica di Chernobyl. Tali effetti sono tecnicamente definiti “stocastici”, con una probabilità che dipende dall’intensità e dalla durata della esposizione.

Presso il grande pubblico, le radiazioni ionizzanti sono, comunque quasi sempre associate alla sola produzione di energia nucleare, incluso il trattamento e il deposito delle scorie, e i timori costituiscono spesso un preconcetto che tende a escludere a priori una valutazione di costi e benefici soprattutto in confronto con altre tecnologie di produzione di energia, includendo nei costi anche i rischi di danno ambientale e sanitario.

Eppure vi sono casi di esposizione a radiazioni ionizzanti generalmente accettati, ad esempio le esposizioni a scopo medico, diagnostico o terapeutico. In tali casi i rischi che ne derivano sono avvertiti come ampiamente compensati dai benefici per le persone che si sottopongono a questi trattamenti.

Quello della “giustificazione” è uno dei principi fondamentali della protezione radiologica della popolazione e dei lavoratori. Un’attività che preveda un’esposizione della popolazione e dei lavoratori deve, infatti, essere giustificata sulla base di un bilancio costi benefici tenuto conto anche delle alternative possibili e, inoltre, l’esposizione deve essere “ottimizzata” portandola ai livelli più bassi ottenibili.

Una seconda considerazione deve essere fatta sull’entità delle esposizioni generate da fonti diverse da quelle sopra descritte.

*Le radiazioni ionizzanti sono quasi sempre associate alla sola produzione di energia nucleare, eppure vi sono casi di esposizione a radiazioni ionizzanti a scopo medico, diagnostico o terapeutico. In tali casi i rischi che ne derivano sono avvertiti come ampiamente compensati dai benefici per le persone che si sottopongono a questi trattamenti.*



*Da queste considerazioni emerge la necessità di approfondire e di diffondere la conoscenza sull'impatto delle esposizioni a sorgenti di radiazioni ionizzanti, con l'obiettivo di rendere meno difficile e più consapevole una valutazione dei rischi e dei benefici associati a tutte le fonti di radiazioni.*

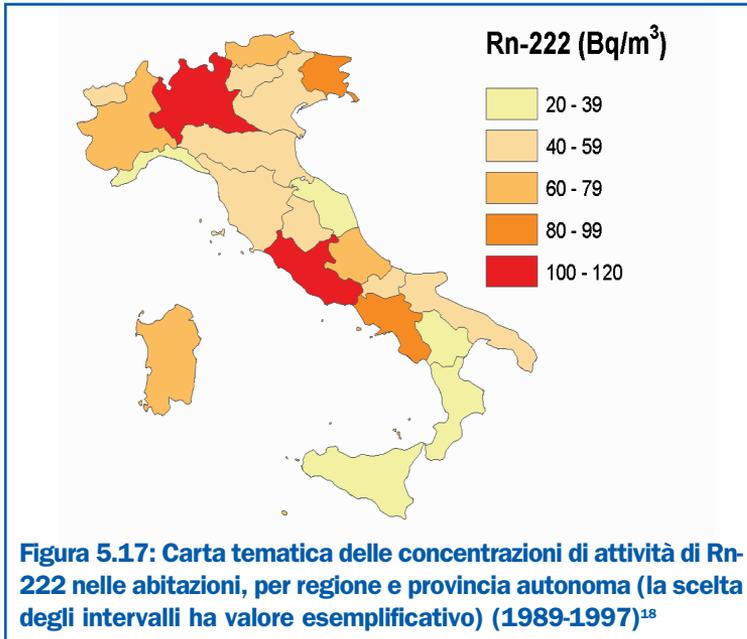
Se si escludono, infatti, le esplosioni atomiche e gli incidenti nucleari, le esposizioni derivanti dalle attività associate alla produzione di energia sono di gran lunga inferiori rispetto alle esposizioni a sorgenti naturali. Infatti, sia nel cosmo sia nel suolo terrestre, ma addirittura nel nostro stesso corpo, sono presenti sorgenti di radiazioni ionizzanti responsabili di un'esposizione anche migliaia di volte superiore a quella derivante dall'industria nucleare.

La principale fonte di esposizione a radiazioni ionizzanti avviene nelle mura domestiche e negli altri ambienti chiusi (*indoor*) nei quali si trascorre la maggior parte del tempo. In tali luoghi, infatti, è presente nell'aria un gas naturale, il radon, il quale è una delle principali fonti di rischio per la popolazione. Inoltre, in alcuni casi, può raggiungere concentrazioni tali per cui, sulla base delle considerazioni costo beneficio di cui sopra, si ritiene inaccettabile il rischio associato e si raccomandano, o addirittura si impongono, risanamenti degli ambienti di vita.

Da queste considerazioni emerge la necessità di approfondire e di diffondere la conoscenza sull'impatto delle esposizioni a sorgenti di radiazioni ionizzanti con l'obiettivo di rendere meno difficile e più consapevole una valutazione dei rischi e dei benefici associati a tutte le fonti di radiazioni.

### **L'esposizione al radon**

In relazione all'esposizione al radon, lo stato è ben rappresentato 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 (Figura 5.17).



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

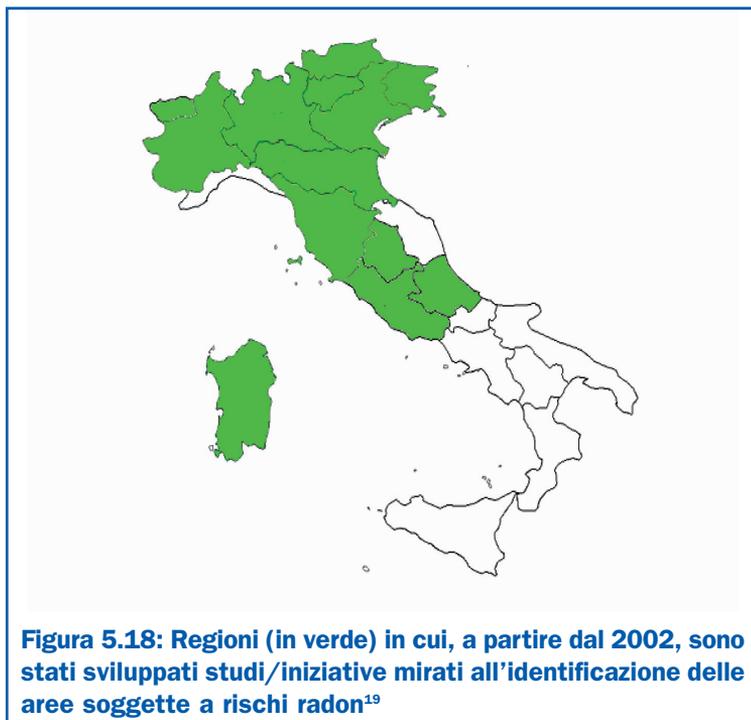
*La differenza con le altre regioni è dovuta al diverso contenuto di uranio nelle rocce e nei suoli e alla loro differente permeabilità.*

In termini di risposta, la problematica della protezione dall'esposizione al radon nei luoghi di lavoro è stata introdotta nella normativa con il D.Lgs. n. 241 del 2000 che modifica e integra il D.Lgs. n. 230 del 1995. Il decreto prevede obblighi per gli esercenti in luoghi di lavoro e per le regioni. In particolare a quest'ultime è affidato il compito di individuare le zone a maggiore probabilità di alte concentrazioni di attività di radon. In attesa della definizione dei criteri con cui definire le zone e delle indicazioni sulle metodologie per la loro individuazione, alcune regioni e alcune ARPA/APPA hanno avviato studi e indagini per avere una classificazione delle aree a diversa probabilità di alte concentrazioni di radon. In figura 5.18 sono riportate le regioni nelle quale sono stati avviati tali studi.

<sup>18</sup> 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



*In attesa della definizione dei criteri con cui definire le zone e delle indicazioni sulle metodologie per la loro individuazione, alcune regioni e alcune ARPA/APPA hanno avviato studi e indagini per avere una classificazione delle aree a diversa probabilità di alte concentrazioni di radon.*



**Figura 5.18: Regioni (in verde) in cui, a partire dal 2002, sono stati sviluppati studi/iniziative mirati all'identificazione delle aree soggette a rischi radon<sup>19</sup>**

Sono, infine, ancora scarse e sporadiche le informazioni sulle azioni di bonifica effettuate in Italia in ambienti con elevate concentrazioni di radon, con riferimento sia ad ambienti di tipo residenziale sia ad ambienti di lavoro.

### **Il controllo della radioattività ambientale**

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

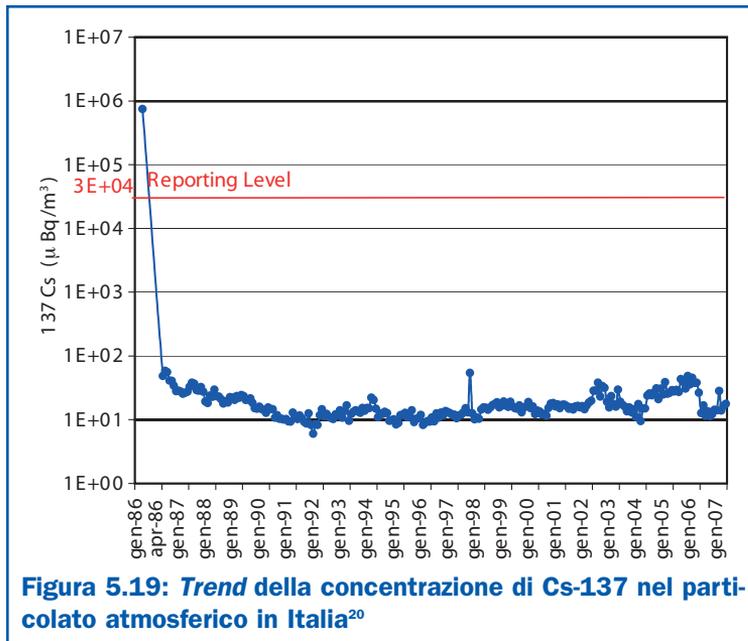
*Il controllo della radioattività, in Italia, si articola su tre livelli: locale, regionale e nazionale.*

<sup>19</sup> Fonte: ISPRA, ARPA/APPA



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.

Sono di seguito riportati gli andamenti negli anni della concentrazione di cesio-137 nel particolato atmosferico, nelle deposizioni umide e secche e nel latte vaccino (Figure 5.19, 5.20, 5.21).

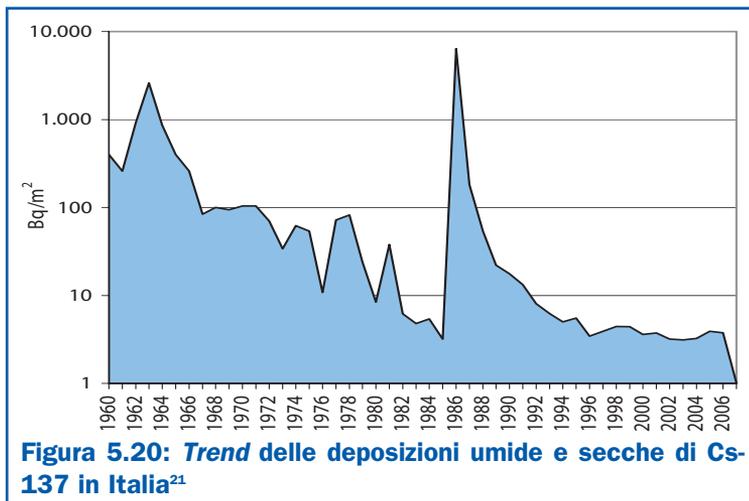


*Nel grafico si osservano i picchi di contaminazione relativi all'arrivo in Italia della "nube di Chernobyl" (aprile 1986), nonché quello dovuto a un incidente in una fonderia spagnola presso Algeciras (giugno 1998), rilevato in modo più evidente nel Nord Italia; i valori registrati negli ultimi anni sono stazionari e ben al di sotto del reporting level fissato dalla CE (30 μBq/m³).*

<sup>20</sup> Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ISPRA/ARPA/APPA raccolti da ISPRA Servizio laboratorio radiazioni ambientali; OECD-ENEA, 1987, *The Radiological impact the Chernobyl accident in OECD countries*, Parigi; ISPRA

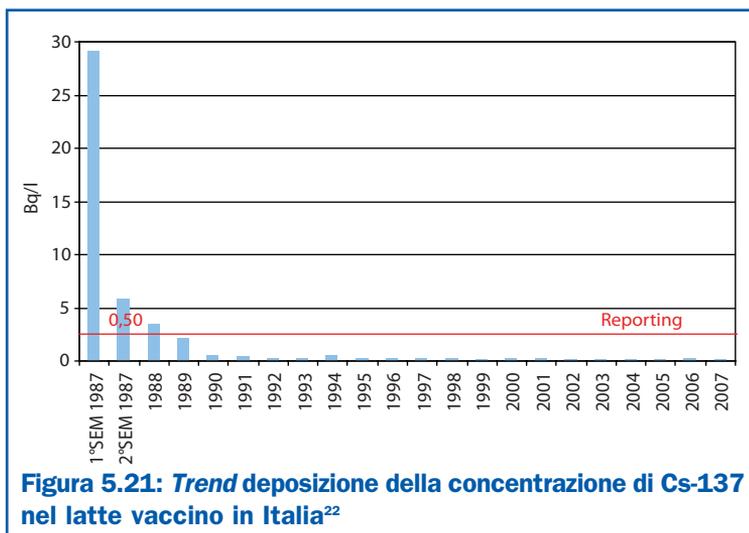


Nel grafico si evidenziano gli eventi di ricaduta associati ai test effettuati in atmosfera negli anni '50-'60 e il picco relativo all'incidente di Chernobyl nel 1986, a partire dal quale l'andamento dei valori di contaminazione presenta una sistematica diminuzione.



**Figura 5.20: Trend delle deposizioni umide e secche di Cs-137 in Italia<sup>21</sup>**

Dal grafico si evince un abbattimento dei livelli di contaminazione nel latte vaccino, ad oggi, di circa due ordini di grandezza rispetto al 1987, anno successivo alla ricaduta di Chernobyl, e valori, già dal 1990, al di sotto del reporting level fissato dalla CE (0,5 Bq/l).



**Figura 5.21: Trend deposizione della concentrazione di Cs-137 nel latte vaccino in Italia<sup>22</sup>**

<sup>21</sup> Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ISPRA/ARPA/APPA raccolti da ISPRA Servizio laboratorio radiazioni ambientali; OECD-ENEA, 1987, *The Radiological impact the Chernobyl accident in OECD countries*, Parigi; ISPRA

<sup>22</sup> Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ISPRA/ARPA/APPA raccolti da ISPRA Servizio laboratorio radiazioni ambientali; OECD-ENEA, 1987, *The Radiological impact the Chernobyl accident in OECD countries*, Parigi; ISPRA



In termini di risposta il quadro della situazione italiana è tracciato attraverso l'attuazione del programma di monitoraggio delle reti. In Tabella 5.1 sono presentati i punteggi attribuiti per la valutazione del monitoraggio nazionale, a partire dal 1997, sulla base di una metodologia elaborata in occasione del progetto ECOEHIS - *Development of Environment and Health Indicators for EU countries*. 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: frequenza di misura, sensibilità di misura, distribuzione territoriale dei controlli, regolarità del monitoraggio, organizzazione e partecipazione a iniziative di interconfronto su scala nazionale.

**Tabella 5.1: Valutazione dello stato di attuazione del monitoraggio per le reti nazionali** <sup>23</sup>

| 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   |
| 2007 | 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.

<sup>23</sup> Fonte: Elaborazione ISPRA/ARPA Emilia Romagna

