



## **ESPOSIZIONE AGLI AGENTI FISICI**

**RUMORE**

**RADIAZIONI NON IONIZZANTI**

**RADIAZIONI ULTRAVIOLETTE**

**RADIAZIONI IONIZZANTI**



*Il termine “agenti fisici” indica le forme di inquinanti ambientali, governate da leggi fisiche, che provocano una trasformazione delle condizioni ambientali nel contesto in cui si manifestano.*

*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 preoccupazione sociale verso i pericolosi 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, il termine “agenti fisici” sinteticamente indica forme di inquinanti ambientali governate da leggi fisiche che provocano una trasformazione delle condizioni ambientali nel contesto in cui si manifestano. La loro 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 considerato come una delle più rilevanti cause del peggioramento della qualità della vita e costituisce uno dei principali problemi ambientali. È caratterizzato da un'ampia diffusione e da un elevato impatto sull'ambiente, sugli ecosistemi e sulla popolazione. 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 condivisione di misure volte a limitare il fenomeno. 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, continua a esserci una forte preoccupazione sociale per gli effetti pericolosi sulla salute umana, anche se a livello nazionale si tende comunque a considerare il rischio connesso con esposizioni prolungate nel tempo a livelli bassi, anche in assenza di un accertato legame 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 riman-



gono rilevanti e molteplici: la produzione e il necessario trattamento di rifiuti radioattivi 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 ultraviolette (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.

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).

*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.*



*La riduzione progressiva del numero di persone esposte a livelli di rumore ritenuti dannosi per la qualità della vita e tali da indurre conseguenze sulle condizioni di salute è l'obiettivo prioritario, in ambito europeo, per quanto riguarda l'inquinamento acustico, ritenuto uno dei principali problemi ambientali.*

## RUMORE

### Il problema

Le politiche europee in tema di inquinamento acustico, ritenuto uno dei principali problemi ambientali, individuano quale obiettivo prioritario la riduzione progressiva del numero di persone esposte a livelli di rumore ritenuti dannosi per la qualità della vita o tali da indurre conseguenze sulle condizioni di salute dei cittadini. La creazione di una rete di esperti nei differenti ambiti della tematica, la definizione e la disponibilità di dati accurati, condivisi e uniformati, tali da supportare le azioni politiche e l'emanazione della Direttiva END 2002/49/EC<sup>1</sup> relativa alla determinazione e gestione del rumore ambientale, sono le principali misure adottate dalla Commissione Europea. La Direttiva 2002/49/EC, recepita in Italia mediante il D.Lgs. 194/2005<sup>2</sup>, si propone di determinare l'esposizione al rumore ambientale, richiedendo alle autorità competenti degli Stati membri la redazione di mappe acustiche, relativamente agli agglomerati e alle principali infrastrutture di trasporto veicolari, ferroviarie e aeroportuali, utilizzando i nuovi descrittori  $L_{den}$  e  $L_{night}$  introdotti per stimare, rispettivamente, il fastidio o i disturbi del sonno indotti dal rumore. Altre azioni introdotte dalla direttiva riguardano l'adozione da parte degli Stati membri di Piani d'azione, al fine di ridurre il rumore ambientale, in particolare dove si possono verificare effetti nocivi per la salute, tutelare le aree dove la qualità acustica è buona, assicurare l'informazione del pubblico sul rumore ambientale e i suoi effetti, e in alcune circostanze, coinvolgere il pubblico stesso nel processo di formulazione del piano.

Riguardo all'informazione al pubblico e alla costruzione di dati condivisi, tali da consentire una lettura unitaria e comparabile delle situazioni riscontrabili nei Paesi membri, da ottobre 2009 è consul-

<sup>1</sup> Direttiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 25 giugno 2002, relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale

<sup>2</sup> Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n.194: «Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale» (Decreto legislativo pubblicato nella Gazzetta Ufficiale - serie generale - n. 222 del 23 settembre 2005)



tabile la banca dati NOISE<sup>3</sup>, *Noise Observation and Information Service for Europe*, dedicata alle informazioni ottenute mediante l'implementazione delle azioni previste dalla direttiva. Dal 1996, anno di pubblicazione del *Green Paper on Future Noise Policy*<sup>4</sup>, primo atto di definizione delle politiche comunitarie in tema di inquinamento acustico, sono rese disponibili informazioni comuni e condivise in ambito europeo sulla tematica inquinamento acustico. Una prima analisi dei dati, che costituiscono un sistema organico e complesso di informazioni, individua percentuali significative di popolazione esposta a livelli di rumore tali da arrecare fastidio o disturbo, con le relative distinzioni nei differenti Stati membri, e in relazione alle diverse sorgenti di rumore. Dai dati elaborati risalenti a febbraio 2009, circa 41 milioni di persone nella Comunità Europea negli agglomerati urbani risultano esposte a valori di  $L_{den}$  maggiori di 55 dB(A), considerando quale sorgente di rumore le infrastrutture stradali.

Analizzando il numero totale di persone, nella Comunità Europea, residenti fuori dagli agglomerati urbani, in edifici esposti a valori di  $L_{den}$  maggiore di 65 dB(A), e considerando quale sorgente di rumore il traffico prodotto dalle infrastrutture stradali principali (Figura 5.1), si nota che l'Italia presenta alti valori di popolazione esposta, rispetto a quella degli altri Paesi membri. La situazione si aggrava se si considera il numero totale di persone, nelle medesime condizioni sopra riportate, esposte a valori di  $L_{den}$  maggiori di 75 dB(A) (valore decisamente elevato), che raggiunge un valore superiore a 80.000, e, quindi, appartiene all'intervallo di valori più alto registrato nei paesi della Comunità Europea (Figura 5.2). Una lettura completa e maggiormente approfondita dei dati appena pubblicati potrà in seguito porre in evidenza, accanto agli aspetti critici presentati, le attuali connotazioni e le principali dinamiche che la tematica assume in ambito nazionale e comunitario.

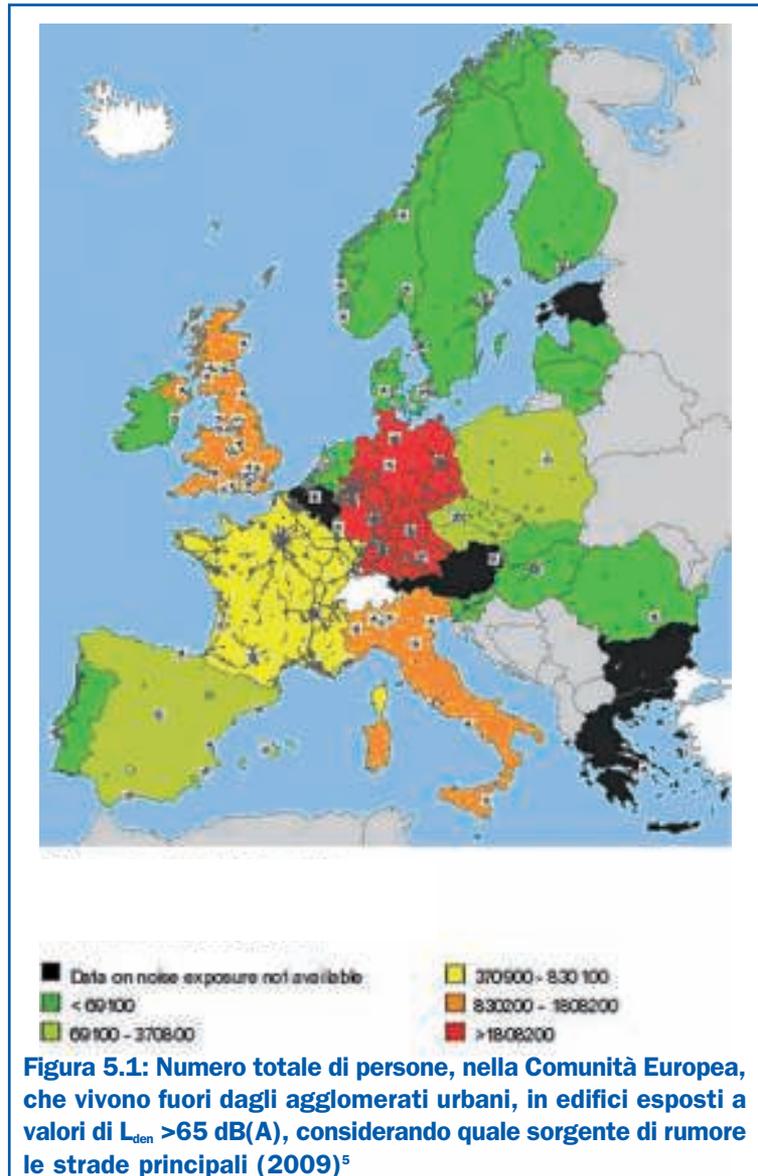
*Nella Comunità Europea, circa 41 milioni di persone risultano esposte negli agglomerati urbani, considerando quale sorgente di rumore le infrastrutture stradali, a valori di  $L_{den}$  maggiori di 55 dB(A).*

<sup>3</sup> <http://noise.eionet.europa.eu/index.html>

<sup>4</sup> *Future Noise Policy*. European Commission Green Paper. Brussel, 04/11/1996



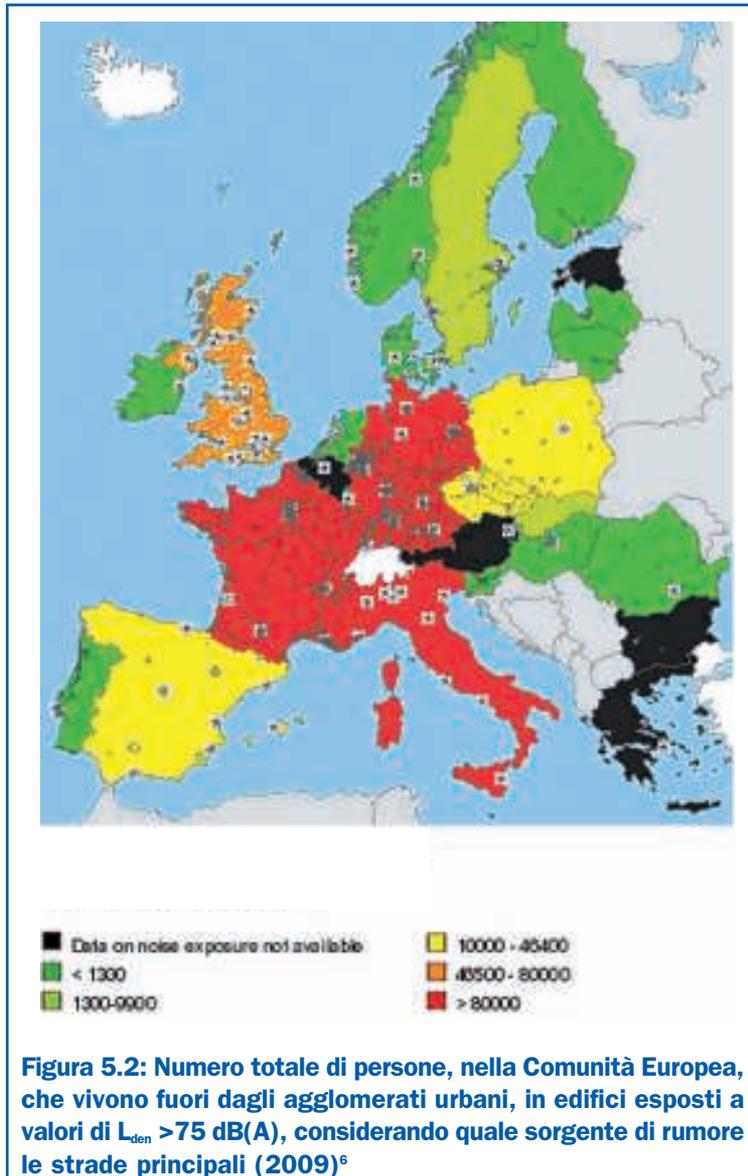
Analizzando il numero totale di persone, nella Comunità Europea, residenti fuori dagli agglomerati urbani, in edifici esposti a valori di  $L_{den}$  maggiore di 65 dB(A), e considerando quale sorgente di rumore il traffico prodotto dalle infrastrutture stradali principali, si nota che l'Italia presenta alti valori di popolazione esposta, rispetto a quella degli altri Paesi membri.



<sup>5</sup> Fonte: NOISE, Noise Observation and Information Service for Europe



Analizzando il numero totale di persone, nella Comunità Europea, residenti fuori dagli agglomerati urbani, in edifici esposti a valori di  $L_{den}$  75 dB(A), la situazione per l'Italia si aggrava, poiché il numero di persone esposte è maggiore di 80.000, ricadendo nell'intervallo di valori più alto tra quelli registrati negli altri paesi.



<sup>6</sup> Fonte: NOISE, Noise Observation and Information Service for Europe



*Lo stato di attuazione in Italia degli adempimenti previsti dal D.Lgs. 194/2005, in attuazione della Direttiva END 2002/49/EC è caratterizzato da numerose inadempienze rispetto alle scadenze temporali prescritte.*

*Su dieci agglomerati notificati, tre hanno presentato la mappa acustica strategica e nessun agglomerato ha redatto il Piano di azione. La situazione delle infrastrutture, invece, è migliore, su 13 notificate, 12 hanno presentato la mappatura acustica.*

Lo stato di attuazione, in Italia, degli adempimenti previsti dal D.Lgs. 194/2005, in attuazione della Direttiva END 2002/49/EC, relativa: agli agglomerati con più di 250 mila abitanti; alle infrastrutture stradali con più di 6 milioni di veicoli/anno; alle infrastrutture ferroviarie con più di 60 mila convogli/anno; agli aeroporti principali con più di 50 mila movimenti/anno; è caratterizzato da numerose inadempienze rispetto alle scadenze temporali prescritte. In particolare, su dieci agglomerati notificati, tre hanno presentato la mappa acustica strategica e nessun agglomerato ha redatto il Piano di azione. Per quanto riguarda gli aeroporti, su nove aeroporti principali notificati, sei hanno presentato la mappatura strategica e quattro il Piano di azione. Maggiore adesione si registra nei riguardi delle infrastrutture veicolari di trasporto: delle tredici infrastrutture stradali con più di 6 milioni di veicoli/anno notificate, dodici hanno presentato la mappatura acustica, mentre delle quattro infrastrutture ferroviarie con più di 60 mila convogli/anno notificate, solo una ha presentato la mappatura acustica (Tabella 5.1).

**Tabella 5.1: Stato di attuazione degli adempimenti previsti per la prima fase dal D.Lgs. 194/2005<sup>7</sup>**

Autorità competenti	Adempimenti ex D.Lgs. 194/2005		
	Notifiche avvenute	Mappature acustiche/ Mappe acustiche strategiche	Piani d'azione
	<b>n.</b>		
<b>Agglomerati</b>	10	3	0
<b>Strade</b>	13	12	16
<b>Ferrovie</b>	4	1	2
<b>Aeroporti</b>	9	6	4

Da studi condotti sulla popolazione residente in alcune aree urbane italiane, consapevoli dell'uso di metodologie differenti e di studi risalenti a periodi diversi, è stato possibile estrapolare la percentuale di popolazione esposta a valori di  $L_{den}$  maggiori di 65 dB(A) e valori di  $L_{night}$  maggiori di 55 dB(A), considerando quale sorgente di rumore, nella quasi totalità dei casi, il traffico veico-

<sup>7</sup> Fonte: Dati a disposizione del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare

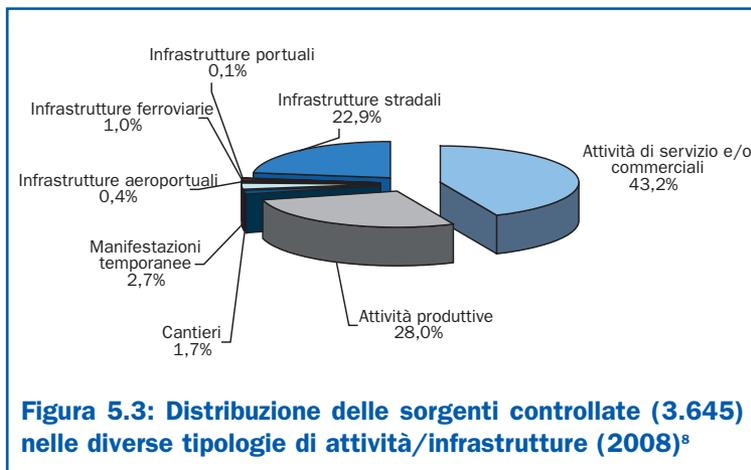


lare. Tale percentuale ammonta al 24% per valori di  $L_{den}$  maggiori di 65 dB(A), e al 27% per valori di  $L_{night}$  maggiori di 55 dB(A). Analizzando le attività svolte dal Sistema delle Agenzie ambientali, nel 2008, risultano 3.645 attività di controllo, con percentuali distinte nei diversi settori. Le percentuali più elevate sono riscontrabili nelle attività di servizio e/o commerciali, con il 43,2%, seguono le attività produttive con il 28% e le infrastrutture stradali (22,9%) (Figura 5.3).

Si registrano minori percentuali rispetto all'anno precedente per quanto riguarda le attività di servizio e/o commerciali (48,2%) e le attività produttive (35,4%), mentre un maggior numero di controlli risulta effettuato sulle infrastrutture stradali, rispetto alla percentuale del 9,7% riscontrata nell'anno precedente.

Il 74% dei controlli sono stati effettuati su esposti presentati dai cittadini, con un maggior numero di reclami presentati nei riguardi delle attività di servizio, produttive, di cantiere o manifestazioni temporanee (94%) e minor numero nei confronti delle infrastrutture di trasporto (15%). L'elevata quantità di esposti e i casi di superamenti registrati (51%) consentono di rilevare una costante attenzione nei confronti dell'inquinamento acustico e una richiesta di maggiore tutela da parte dei cittadini a fronte di un effettivo stato di criticità.

*È evidente un'alta attenzione da parte dei cittadini e una richiesta di tutela personale e dell'ambiente: 74 su 100 sono gli esposti della cittadinanza, e il 51% 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 (43,2%), le attività produttive (28,0%), le infrastrutture stradali (22,9%).*

<sup>8</sup> Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ARPA/APPA

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



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

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

## **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, nonostante mostrino nell'ultimo anno una diminuzione del -4,3%, evidenziano comunque una crescita dell'11,8% tra il 2008 e il 2004, mentre il traffico veicolare sulle autostrade, tra il 1990 e il 2008, ha registrato un incremento del 60% circa. Per quanto riguarda il traffico ferroviario, nel 2007 sulla rete delle Ferrovie dello Stato sono circolati 315 milioni di treni-km per il trasporto dei passeggeri (+5,6% rispetto al 2004), e 63 milioni di treni-km per il trasporto delle merci (-1,2% 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**

La progressiva attuazione della Direttiva END, seppur con le differenze riscontrabili negli Stati membri, evidenzia una maggiore consapevolezza dello stato dell'ambiente in materia di inquinamento acustico, a livello comunitario e del singolo Stato, e una maggiore condivisione dei problemi riscontrati e delle azioni svolte. La necessità di attuare il processo di implementazione della direttiva, mediante i decreti attuativi previsti dal D.Lgs. 194/2005, e



il perseguimento dell'armonizzazione della legislazione comunitaria con il complesso sistema legislativo nazionale che ha nella Legge Quadro sull'inquinamento acustico 447/95 il riferimento basilare, sono gli ambiti di attività privilegiati, capaci di creare occasione di riflessione e sviluppi nella normativa.

In tale ottica, la Legge 7 luglio 2009, n. 88, *Disposizioni per l'adempimento di obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia alle Comunità europee – Legge comunitaria 2008*, introduce, all'art. 11, la *“Delega al Governo per il riordino della disciplina in materia di inquinamento acustico”*, al fine di garantire la piena integrazione tra le disposizioni della Direttiva END e la normativa di settore. Entro sei mesi dall'entrata in vigore della legge, il Governo è delegato ad adottare uno o più decreti legislativi per il *“riassetto e la riforma delle disposizioni vigenti in materia di tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico, di requisiti acustici degli edifici e di determinazione e gestione del rumore ambientale”*<sup>9</sup>. Riferimenti prioritari sono l'armonizzazione delle legislazioni comunitaria e nazionale, la definizione dei criteri per la progettazione, esecuzione e ristrutturazione delle costruzioni edilizie e delle infrastrutture di trasporto, la determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici.

Alcuni dei principali elementi di criticità riscontrabili quali l'assenza della trattazione organica della disciplina legislativa del settore, il mancato completamento dei decreti di attuazione previsti dalla Legge Quadro (in particolare quello relativo alla definizione dei criteri di progettazione delle costruzioni edilizie), la disattesa applicazione del decreto dedicato ai requisiti acustici passivi degli edifici (alla cui classificazione sarà dedicata una prossima pubblicazione di norma UNI), hanno trovato luogo di revisione nel testo citato.

Altri aspetti critici permangono: è tuttora evidente la caratteristica di frammentazione delle azioni finalizzate alla prevenzione e alla mitigazione degli effetti prodotti dall'inquinamento acustico e, in questo ambito, la discussione sulla natura e sulle finalità del Piano di azione introdotto dalla Direttiva END può svolgere un ruolo decisivo. Persistono, anche se si possono registrare segnali di cambiamento, soprattutto nei confronti dell'edilizia, le discontinuità tra settori ai quali è dedicato un congruo numero di azioni (infrastrut-

*Forme e modalità di armonizzazione degli strumenti legislativi comunitari e nazionali devono essere individuate e condivise, nei diversi ambiti della tematica.*

<sup>9</sup> Legge 7 luglio 2009, n. 88



ture di trasporto) e settori verso i quali l'attenzione rivolta è minore, come si riscontra nell'integrazione tra pianificazione territoriale e acustica, nella comunicazione e informazione ambientale, nel processo partecipato dei cittadini.

Sono ancora evidenti le differenze riguardanti lo stato di attuazione nei diversi settori e nelle differenti espressioni territoriali. Le attività istituzionali condotte dal Sistema agenziale risultano intensificate e attente alle esigenze dei cittadini, sia nel campo del controllo sia dell'informazione.

L'analisi dei dati riguardanti gli adempimenti prescritti dalla normativa nei differenti settori mostra, al 30 settembre 2009, una situazione stazionaria rispetto agli anni precedenti per quanto riguarda gli adempimenti regionali e comunali, e un completamento di alcuni obblighi nell'ambito delle infrastrutture di trasporto.

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 che contraddistingue il quadro nazionale. Dai dati disponibili, sei regioni non si sono ancora dotate di legge regionale: Molise, Campania, Basilicata, 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.

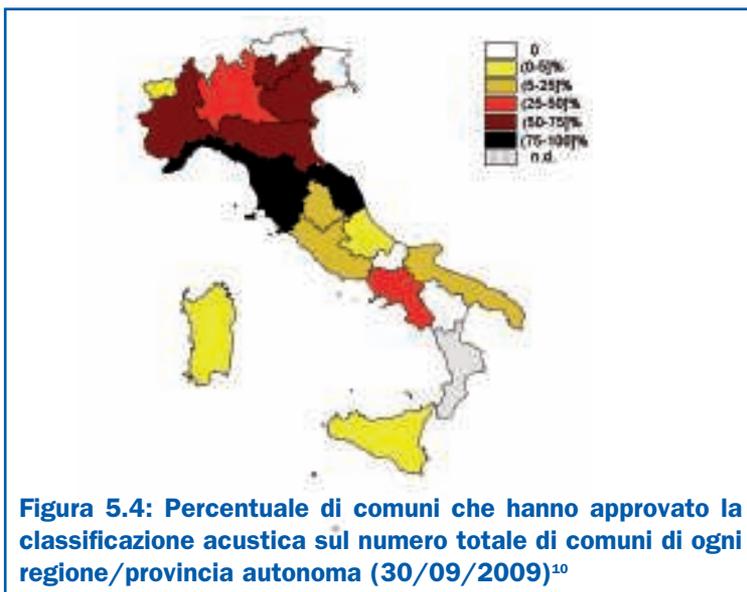
L'approvazione della classificazione acustica del territorio comunale, prioritario strumento di pianificazione acustica, che definisce l'uso del territorio e consente le successive azioni di tutela e risanamento delle aree critiche, risulta attuata, al 30 settembre 2009, per il 41% dei comuni italiani, rispetto al 35% riscontrato nel 2007. Sussistono le forti divergenze tra le diverse realtà regionali: alte percentuali nella maggioranza delle regioni del Centro Nord (Marche 94%, Toscana 91%, Liguria 85%, Piemonte 71%), valori bassi nelle regioni del Sud e peninsulari (Sicilia 1%, Sardegna 3%, Molise e Basilicata 0%). La percentuale di popolazione residente in comuni che hanno approvato la zonizzazione è del 48%, rispetto al 46,4% del 2007, mentre, la superficie territoriale dei comuni che ha approvato la classifica-



zione, rispetto al territorio nazionale, è pari al 35%, rispetto al 32% registrato nel 2007 (Figure 5.4, 5.5, 5.6).

L'incremento del numero di comuni che ha approvato la classificazione acustica è dovuto ai leggeri aumenti riscontrabili nelle regioni con alte percentuali di comuni che hanno già adottato il piano, evidenziando il divario esistente tra ambiti territoriali che si apprestano ad avere la quasi totalità del territorio zonizzato e territori che non presentano neanche un comune con zonizzazione approvata. La percentuale dei comuni italiani dotati di classificazione (41%) e le eccessive differenze territoriali evidenziano una non sufficiente applicazione dello strumento e una diffusione disomogenea nell'ambito del territorio nazionale, con la presenza di politiche efficaci in alcune regioni e caratteristiche di inerzia in altre aree. Punti critici riguardano la scarsa conoscenza, da parte dei cittadini, del piano e della relativa incidenza sul territorio e sulla qualità dell'ambiente, frutto di un'insufficiente informazione e dell'eccessiva settorialità dello strumento, non ancora integrato con i principali dispositivi di pianificazione territoriale e gli altri piani connessi con tematiche ambientali.

*Si registra una non sufficiente applicazione della classificazione acustica e una diffusione disomogenea nell'ambito del territorio nazionale, con la presenza di politiche che si sono rivelate efficaci in alcune regioni e caratteristiche di inerzia presenti in altre aree.*



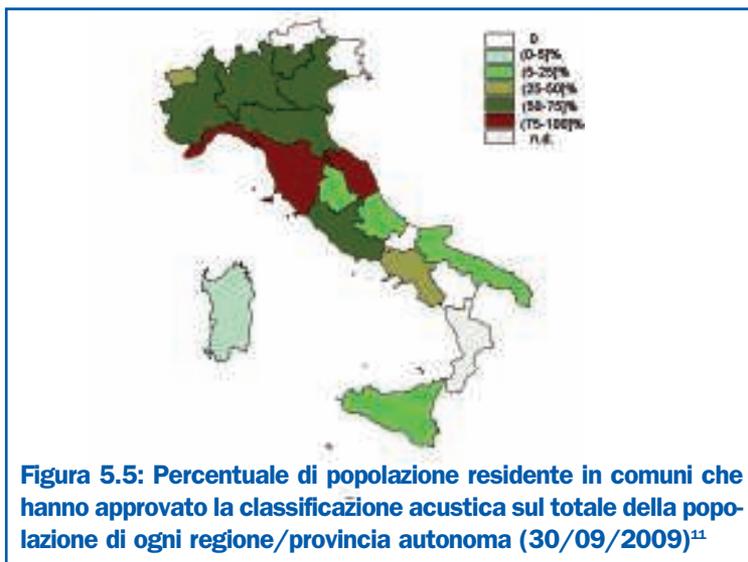
*La percentuale dei comuni italiani che ha approvato la classificazione acustica, al 30 settembre 2009, è pari al 41%.*

*Marche (94%),  
Toscana (91%), Liguria  
(85%), Piemonte (71%).*

<sup>10</sup> Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ARPA/APPA

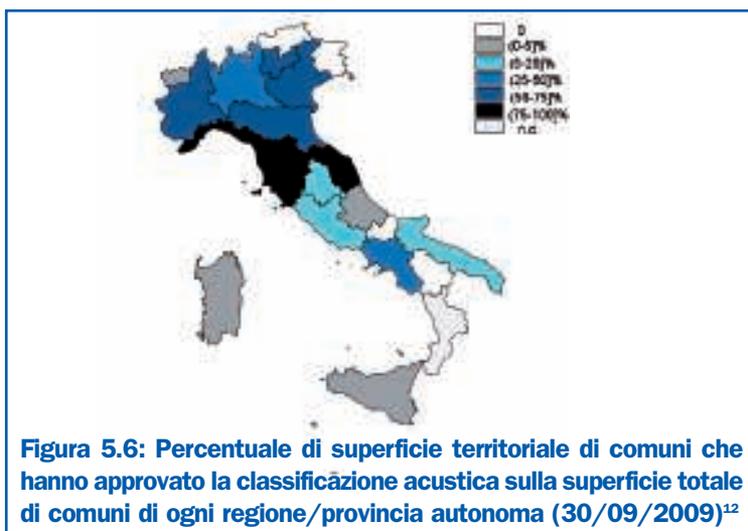


La percentuale di popolazione residente in comuni che hanno approvato la zonizzazione è pari al 48%.



**Figura 5.5: Percentuale di popolazione residente in comuni che hanno approvato la classificazione acustica sul totale della popolazione di ogni regione/provincia autonoma (30/09/2009)<sup>11</sup>**

Nel 2009, la percentuale di superficie territoriale dei comuni che ha approvato la classificazione è pari al 35%, rispetto al 32% del 2007.



**Figura 5.6: Percentuale di superficie territoriale di comuni che hanno approvato la classificazione acustica sulla superficie totale di comuni di ogni regione/provincia autonoma (30/09/2009)<sup>12</sup>**

<sup>11</sup> Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ARPA/APPA

<sup>12</sup> Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ARPA/APPA



La redazione della relazione biennale sullo stato acustico del comune, resa obbligatoria dalla Legge 447/95, si configura quale documento di analisi e gestione dell'inquinamento acustico nell'ambito del territorio comunale. Sul totale di 149 comuni con popolazione superiore a 50.000 abitanti, con obbligo di redazione, al 2009, risultano solo 22 adempienti che hanno approvato una relazione sullo stato acustico (15%). Le presenze maggiori si hanno in Toscana, con 11 comuni adempienti su 13 e in Lombardia con 5 comuni su 15.

L'adozione del piano di risanamento acustico comunale, previsto dalla Legge 447/95, risulta scarsamente adoperata, con 51 piani di risanamento comunali approvati e una percentuale, espressa sul numero di comuni che hanno approvato la classificazione acustica comunale (3.304), pari all'1,5%, con la quasi totalità dei piani riscontrabile in due regioni, Toscana con 38 ed Emilia Romagna con 5 piani.

La caratterizzazione acustica dell'intorno aeroportuale, di cui ai decreti attuativi della Legge 447/95 in materia di rumore aeroportuale, risulta approvata da 12 su 40 principali aeroporti nazionali, mentre è in fase di elaborazione/valutazione in altri 14 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. Per quanto riguarda lo stato di attuazione dei Piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore ai sensi del DM 29/11/2000, relativamente ai gestori delle infrastrutture autostradali in concessione, allo stato attuale, sono 18 quelli che hanno inviato i piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore (PCAR) al MATTM e alle regioni/comuni interessati; 3 gestori non hanno presentato i PCAR avendo dichiarato che le loro tratte in concessione, rispettando i valori limite vigenti, non necessitano di nuovi interventi; infine, un solo gestore deve ancora presentare il PCAR di propria competenza (Tabella 5.2)

*Considerando i principali adempimenti comunali, il 41% dei comuni ha approvato il piano di classificazione acustica del territorio, l'1,5% ha adottato un piano di risanamento e il 15% dei comuni aventi obbligo ha redatto una relazione biennale sullo stato acustico.*

*Attualmente 12 aeroporti su 40 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.*



*Il 94,2% dei chilometri di infrastrutture autostradali in concessione sono state oggetto di analisi nell'ambito dei PCAR, ai sensi del DM 29/11/2000, per il 3,9% deve essere presentato, mentre per l'1,9% è stato dichiarato non necessario di interventi, da parte del gestore.*

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

**Tabella 5.2: Presentazione dei Piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore, ai sensi del DM 29/11/2000, da parte dei gestori delle infrastrutture autostradali in concessione<sup>13</sup>**

<b>PCAR</b>	<b>km</b>	<b>%</b>
Presentati	5.230,30	94,2
Da presentare	218,00	3,9
Dichiarati non necessari dal gestore	106,60	1,9
<b>TOTALE</b>	<b>5.554,90</b>	<b>100</b>

Nella fase attuale appare necessario concentrare le attività sull'armonizzazione dei metodi e degli strumenti di prevenzione e mitigazione dell'inquinamento acustico, mediante le opportunità introdotte dagli atti legislativi in materia di riordino della disciplina, coinvolgendo gli aspetti critici che perdurano da troppo tempo, e rafforzando la consapevolezza delle dinamiche interne al Paese e nell'ambito della Comunità Europea.

Gli strumenti di prevenzione, pianificazione e risanamento presenti nella legislazione nazionale devono essere resi organici ed efficaci, unitamente a quelli introdotti dalla Direttiva 2002/49/CE, accompagnati da una corretta, chiara ed esauriente informazione al pubblico sugli aspetti principali della tematica e soprattutto sugli effetti sull'uomo e sull'ambiente.

## **RADIAZIONI NON IONIZZANTI**

### **Il problema**

L'interesse verso i campi elettromagnetici ha assunto un'importanza crescente legata al contemporaneo 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 destareoples-

<sup>13</sup> Fonte: ISPRA



sità circa i possibili effetti sulla salute derivanti dalla permanenza prolungata in prossimità di tali installazioni.

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 elettromagnetiche, valutato in termini di superamenti dei limiti previsti dalla normativa vigente, presenta rispettivamente una diminuzione di circa l'1% e un aumento del 7% tra il 2007 e il 2008. Tali percentuali sono state elaborate in base ai dati presenti nell'Osservatorio CEM (Campi elettromagnetici) per le regioni che hanno fornito il dato completo.

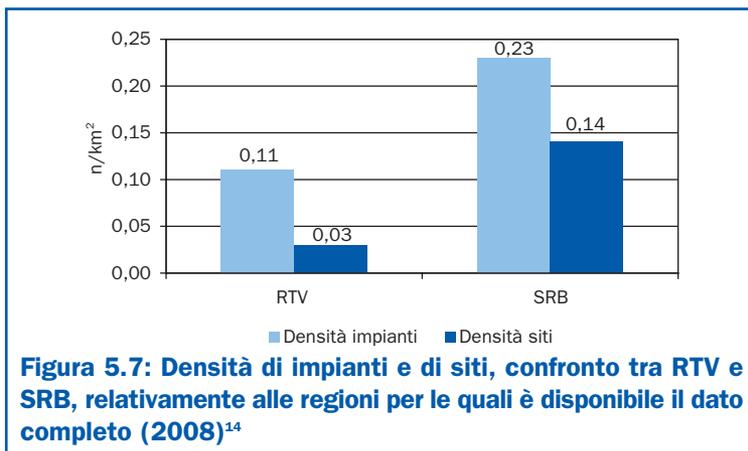
Dall'analisi dei dati relativi alla densità di impianti RTV e SRB (Figura 5.7), si nota che le SRB presentano una densità di impianti circa il doppio di quella degli impianti RTV (rispettivamente 0,23 e 0,11 impianti per km<sup>2</sup>); mentre la densità dei siti SRB (0,14 siti per km<sup>2</sup>) è quasi 5 volte superiore a quella dei siti RTV (0,03 siti per km<sup>2</sup>).

Per quanto riguarda la potenza complessiva degli impianti RTV e SRB (Figura 5.8), emerge chiaramente che la pressione ambientale più note-

*Tra il 2007 e il 2008 si è registrato un calo dei superamenti dei limiti negli impianti RTV (-1%) e un incremento dei medesimi negli impianti SRB (+7%).*



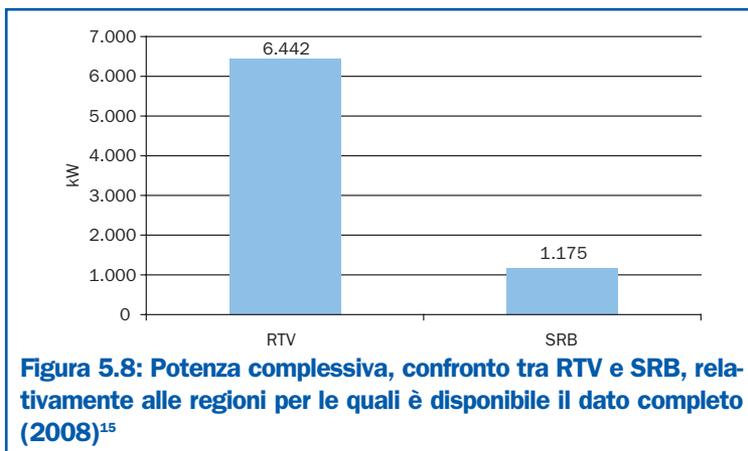
*Si osserva che le SRB presentano una densità di impianti circa il doppio di quella degli impianti RTV. Situazione simile per la densità dei siti, dove le SRB hanno una densità quasi 5 volte superiore a quella degli impianti RTV.*



**Figura 5.7: Densità di impianti e di siti, confronto tra RTV e SRB, relativamente alle regioni per le quali è disponibile il dato completo (2008)<sup>14</sup>**

vole prodotta dai campi elettromagnetici è esercitata dagli impianti radiotelevisivi. Infatti, la potenza complessiva degli SRB (1.175 kW) equivale circa al 18% di quella delle RTV (6.442 kW). La minore potenza complessiva associata agli impianti SRB 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.

*La pressione ambientale più consistente è esercitata dagli impianti RTV, che hanno una potenza complessiva poco più di 5 volte superiore a quella degli impianti SRB.*



**Figura 5.8: Potenza complessiva, confronto tra RTV e SRB, relativamente alle regioni per le quali è disponibile il dato completo (2008)<sup>15</sup>**

<sup>14</sup> Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ISPRA/ARPA/APPA (Osservatorio CEM)

<sup>15</sup> Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ISPRA /ARPA /APPA (Osservatorio CEM)

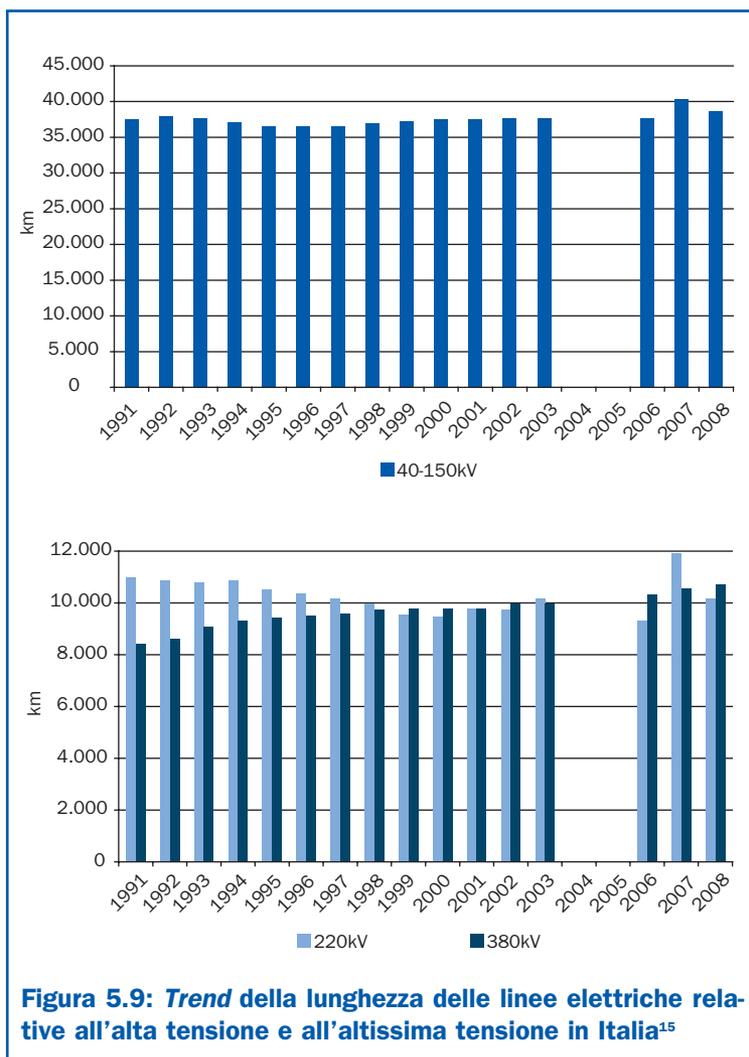


In questo contesto un'altra importante pressione è esercitata dalle linee elettriche ad alta e altissima tensione (Figura 5.9). Sulla base delle regioni che hanno fornito i dati completi per gli anni 2007 e 2008, si registra una diminuzione delle linee a 220 kV (15%), delle linee con tensione compresa tra 40 kV e 150 kV (4%), e delle linee elettriche con tensione inferiore a 40 kV (2%). Si osserva, invece, un lieve aumento per le linee a 380 kV (pari al 2%). Nel 2008 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).

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



Dal 2007 al 2008, vi è stata una riduzione delle linee a 220 kV (15%), delle linee elettriche con tensione compresa tra 40 kV e 150 kV (4%), e delle linee con tensione inferiore a 40 kV (2%). Si è verificato, invece, un lieve aumento per le linee a 380 kV (pari al 2%).



<sup>15</sup> Fonte: Elaborazione ISPRA su dati Terna S.p.A., Enel Distribuzione S.p.A., ACEA Distribuzione S.p.A.

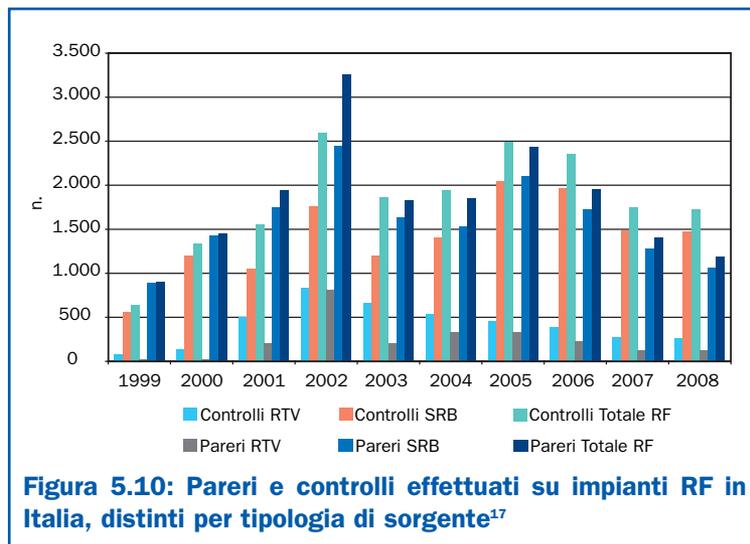
Note: I dati sono relativi alle sole regioni/province autonome per le quali si dispone della serie completa



## 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 raccolti tramite l'Osservatorio CEM, si nota, tra il 2007 e il 2008, una nuova riduzione del numero dei pareri preventivi funzionali al rilascio delle autorizzazioni, sia per gli impianti SRB sia per gli impianti RTV, pari rispettivamente a 17% e 2%. Per quanto riguarda il numero dei controlli, sia sperimentali sia con modelli, si registra una diminuzione per le SRB pari a l'1%, nonché per le RTV pari al 4% (Figura 5.10).

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



*Tra il 2007 e il 2008, si nota una diminuzione del numero dei pareri preventivi sia per le SRB (17%), sia per gli RTV (2%), e anche una diminuzione del numero dei controlli per le SRB (1%) e per le RTV (4%).*

Per quanto riguarda i pareri e i controlli relativi agli elettrodotti (ELF), dall'analisi della Figura 5.11 emerge che il numero dei pareri

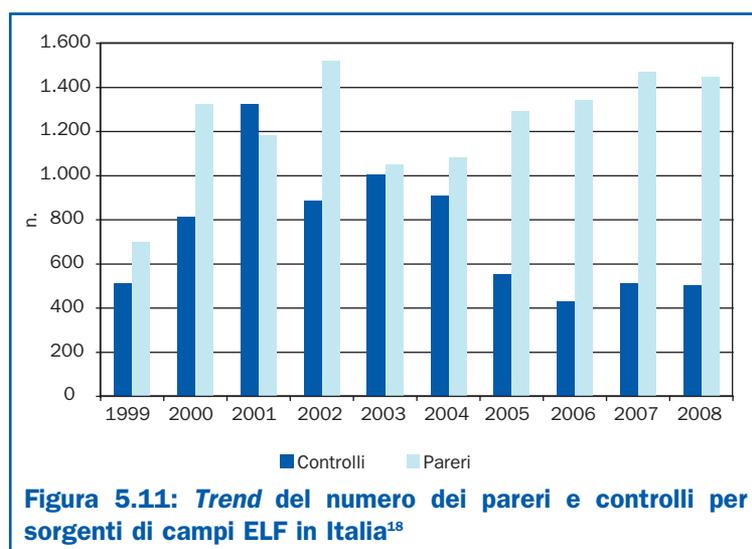
<sup>17</sup> Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ISPRA/ARPA/APPA (Osservatorio CEM)  
 Note: I dati sono relativi alle sole regioni/province autonome per le quali si dispone della serie completa



*Il numero dei pareri, tra il 2007 e il 2008, è diminuito dell'1,4% come il numero dei controlli effettuati che ha subito un calo dell'1,8%.*

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

nonché il numero dei controlli effettuati (sia con misure, sia con modelli di calcolo) hanno subito, tra il 2007 e il 2008, un piccolo calo, pari rispettivamente a l'1,4% e l'1,8%.



Per quanto riguarda le azioni di risanamento intraprese ad oggi, relative ai superamenti riscontrati dalle attività di controllo, si evidenzia, dal 2007 al 2008, per le regioni che hanno il dato completo relativo a questi due anni, un aumento per gli impianti RTV pari a 1,3% e per gli impianti SRB pari a 3,4%. È interessante notare (Figura 5.12) 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, non solo la differenza tra la percentuale dei risanamenti conclusi e quella dei risanamenti in corso è maggiore rispetto a quella relativa agli impianti RTV, ma non ci sono più risanamenti in corso. Questa differenza è determinata dal fatto che, per gli impianti RTV, l'azione di risanamento

<sup>18</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



è tecnicamente più complessa: generalmente 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, meno impegnative tecnicamente e a costi generalmente più contenuti.

Le regioni, le quali hanno fornito le informazioni complete sia per il 2007 sia per il 2008, registrano 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 un aumento del 10% per gli impianti RTV. Ciò significa che questi risanamenti non sono stati ancora programmati dai proprietari degli impianti.

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.

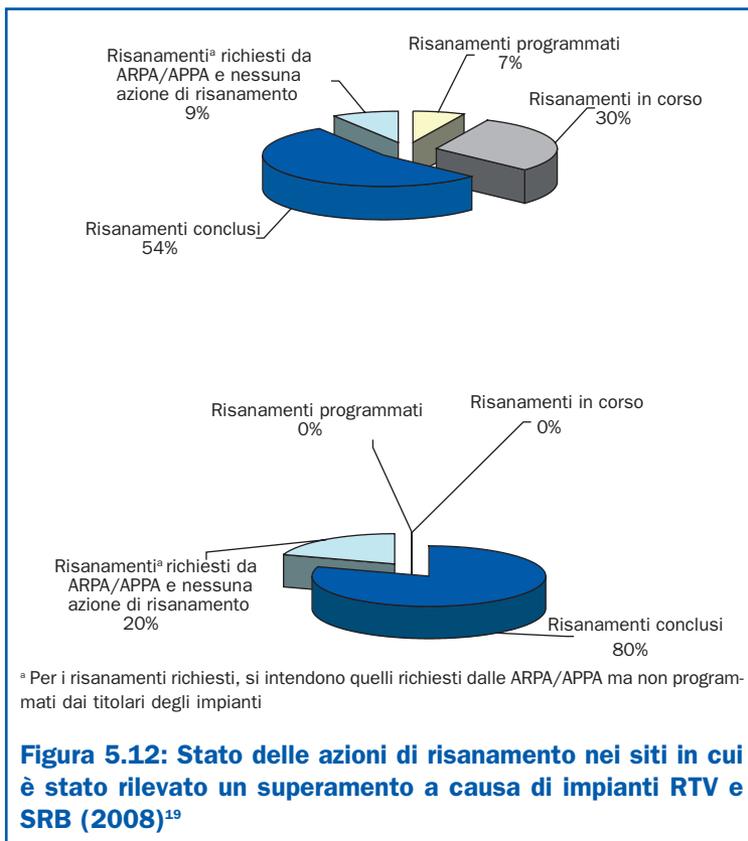
L’attuale scenario della normativa italiana ha come riferimento il principio di precauzione che esprime l’importanza di evitare o ridurre per quanto possibile un’esposizione a un agente esterno, nel caso sorgano dubbi sulla sua potenziale pericolosità per la salute umana. Infatti, anche in assenza di 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 urbanistico/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.

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



Nel 2008 i risanamenti conclusi per le SRB (80%) sono nettamente superiori a quelli delle RTV (54%).



## RADIAZIONI ULTRAVIOLETTE (UV)

### Introduzione

La radiazione ultravioletta è quella porzione dello spettro elettromagnetico di lunghezza d'onda compresa tra i 400 nm e 100 nm (nanometri). Le radiazioni ultraviolette rivestono particolare importanza perché interagiscono con il nostro sistema terra, in particolare con

*L'inquinamento fotochimico si viene a creare in giornate caratterizzate da condizioni meteorologiche di stabilità e di forte insolazione; tali condizioni favoriscono reazioni fotochimiche indotte dalla luce ultravioletta con formazione di ozono e di altre sostanze.*

<sup>19</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 stratosfera (buco dell'ozono), con la troposfera (inquinamento fotochimica) e infine, con la biosfera (effetti su uomo, flora e fauna). Tali radiazioni possono essere prodotte da sorgenti di tipo naturale e sorgenti di tipo artificiale: il sole è la sorgente naturale più importante, mentre una lampada a vapori di mercurio (lampada di Wood, lampada germicida) è un esempio di sorgente di tipo artificiale. Negli ultimi anni molte delle organizzazioni come il WHO (*World Health Organization*), l'ICNIRP (*International Commission for Non-ionizing Radiation Protection*) e lo IARC (*International Agency for Research on Cancer*) hanno posto l'attenzione sui rischi cui si va incontro a seguito di una prolungata esposizione alle radiazioni UV, sia di origine naturale sia artificiale.

Questa considerazione, unita al fatto che la sorgente principale di radiazione UV cui è sottoposta la popolazione è il Sole, da cui non si può prescindere, ha reso necessario intensificare gli sforzi per aumentare le informazioni sul problema. Gli ambiti maggiormente interessati sono:

- la ricerca in ambito ambientale e sanitario, per monitorare con accuratezza la radiazione UV solare e il suo andamento temporale e aumentare le conoscenze sui meccanismi che regolano l'interazione tra l'assorbimento di radiazione UV e l'insorgere di patologie;
- la divulgazione alla popolazione, per renderla maggiormente consapevole dei rischi cui è soggetta, spesso a causa di cattive abitudini o stili di vita non corretti.

### **La classificazione delle radiazioni UV**

Nello spettro elettromagnetico, 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". Nel limite inferiore al di sotto dei 100 nm, confina con le radiazioni dette ionizzanti. La classificazione convenzionale della radiazione ultravioletta è la seguente:

- UV-C 100-280 nm: è la componente più energetica, completamente assorbita, tuttavia, dall'ossigeno e dall'ozono presenti nell'alta atmosfera. Gli UV-C rappresentano lo 0,5% dell'energia totale solare extraterrestre.
- UV-B 280-315 nm: l'ozono stratosferico è il maggior gas assorbente di questa componente. Essa rappresenta l'1,5% dell'energia totale solare. Grazie all'effetto "filtrante"

*I composti che costituiscono lo smog fotochimico sono sostanze tossiche per gli esseri umani, per gli animali e anche per i vegetali; inoltre, sono in grado di degradare molti materiali diversi per il loro forte potere ossidante.*



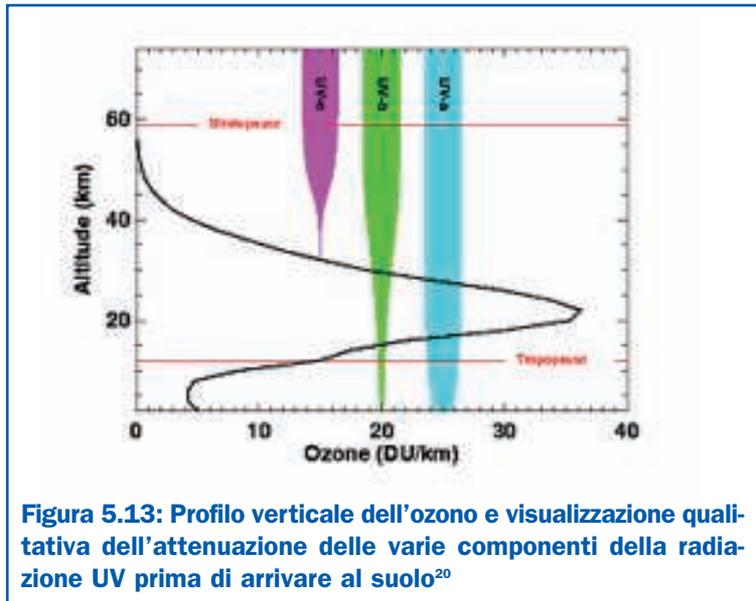
dell'ozono, la radiazione che raggiunge la superficie terrestre ha generalmente lunghezza d'onda maggiore di 290 nm.

- UV-A 315-400 nm: l'80% degli UV è compreso in questo intervallo, che contiene il 6,3% dell'energia solare extraterrestre.

In questa sede prenderemo in considerazione le radiazioni UV di origine naturale, ovvero la radiazione UV solare.

Da quanto descritto per ciascun tipo di radiazione UV, si evince quanto le radiazioni più dannose siano assorbite da gas come l'ozono e l'ossigeno. In particolare, ogni diminuzione dell'ozono in atmosfera comporta un aumento della radiazione ultravioletta che raggiunge il suolo, accompagnata da un aumento dei rischi per l'ambiente e per la salute umana. Molti sono i fattori di influenza sull'intensità di radiazione UV che raggiunge il suolo ma l'effetto preponderante, che determina una diretta correlazione tra i due fenomeni, è dato dalla distribuzione dell'ozono lungo l'atmosfera (ozono colonnare). Nella Figura 5.13 è riportato il profilo verticale dell'ozono e l'effetto sulle tre

*Il profilo verticale dell'ozono e sua azione sulle componenti che vengono maggiormente assorbite alle lunghezze d'onda più basse.*



**Figura 5.13: Profilo verticale dell'ozono e visualizzazione qualitativa dell'attenuazione delle varie componenti della radiazione UV prima di arrivare al suolo<sup>20</sup>**

<sup>20</sup> Fonte: ARPA Valle d'Aosta



bande UV. Di conseguenza si comprende il ruolo importante che gioca l'ozono nel modulare la radiazione UV al suolo. Inoltre, studi teorici e osservazioni indicano che una diminuzione del contenuto colonnare di ozono dell'1% può provocare un aumento intorno all'1,2% della radiazione ultravioletta biologicamente dannosa al livello del suolo.

### Esposizione alle UV: rischi connessi e indice UV

L'esposizione alla radiazione solare è un evento inevitabile che produce sia effetti positivi sia negativi nell'uomo. È innegabile che esporsi al sole restituisce generalmente una prima sensazione di benessere; questa sensazione è stata denominata *psychological well-being*. Ma gli effetti positivi non si limitano a questo. I primi studi approfonditi sull'esposizione al sole, e in particolare alla radiazione UV, furono fatti per contrastare il rachitismo. Infatti, la radiazione UV, ha un ruolo fondamentale nella produzione di vitamina D3, responsabile della sintesi del calcio nell'organismo umano.

A fronte di questi effetti positivi, in caso di un'esposizione prolungata, come generalmente avviene per chi ricerca l'effetto abbronzatura della pelle, ne sono stati appurati altri negativi, anche gravi. Le parti del corpo umano più sensibili all'esposizione della radiazione UV sono l'epidermide e gli occhi.



*Esiste un tempo di esposizione ottimo che massimizza gli effetti positivi e minimizza quelli negativi, ma non è uguale per tutti.*

<sup>21</sup> Fonte: ARPA Emilia Romagna



*I danni per gli occhi (fotocheratocongiuntiviti) sono altrettanto dimostrati e ci sono studi per appurare se l'esposizione comporta anche un indebolimento del sistema immunitario.*

*Il fototipo non è una caratteristica intrinseca della persona, dipende anche dal livello di "stress" della pelle dovuto a reiterate esposizioni al sole.*

Sono acclarati i rapporti causa effetto fra esposizione eccessiva alla radiazione solare e problemi alla pelle come eritemi, fotodermatosi, invecchiamento e anche tumori della pelle. La componente UV, in particolare la componente UVB, è fra le maggiori responsabili di queste conseguenze. I danni per gli occhi (fotocheratocongiuntiviti) sono altrettanto dimostrati e sono in corso studi per verificare se l'eccessiva esposizione comporta anche un indebolimento del sistema immunitario. In Figura 5.14 si riportano, in modo qualitativo, gli effetti conseguenti alla durata dell'esposizione. Come si può vedere esiste un tempo di esposizione ottimo che massimizza gli effetti positivi e minimizza quelli negativi. Occorre precisare, comunque, che questo tempo ottimo di esposizione non è uguale per tutti.

Infatti, le persone con la pelle più chiara si abbronzano e si scottano molto più facilmente di quelle con la carnagione scura. Pertanto l'informazione sulla "dose" legata al tempo di esposizione, va sempre integrata e rapportata al tipo di pelle. Esiste una classificazione del fototipo che identifica il tipo di risposta della pelle alla radiazione ultravioletta in base alle caratteristiche fisiche (colore dei capelli e degli occhi, carnagione) e alla capacità dell'individuo di adattarsi o meno al sole.

Si possono identificare sei fototipi:

- I chi ha la pelle molto chiara, capelli rossi o biondi e occhi chiari (non si abbronzano mai e si scottano sempre);
- II il bambino nel primo anno di vita, chi ha la pelle chiara, capelli biondi, occhi chiari (qualche volta si abbronzano e generalmente si scottano);
- III chi ha la pelle moderatamente scura, capelli biondo-castani, occhi marroni (si abbronzano gradualmente e possono scottarsi);
- IV chi ha la pelle piuttosto scura, capelli castano scuri, occhi scuri (si abbronzano con facilità e si scottano di rado);
- V chi ha la carnagione scura-olivastra, capelli bruni, occhi scuri (si scottano molto raramente e si abbronzano intensamente).
- VI chi ha capelli neri, occhi neri, carnagione nera (si abbronzano intensamente in tempi brevi).

La maggior parte degli italiani appartiene alla classe III e IV. Ogni fototipo è caratterizzato da una dose minima d'eritema definita come valore soglia dell'esposizione necessaria a indurre il minimo segno visibile d'eritema e dipende da fattori quali la lunghezza d'onda, sensibilità intrinseca della pelle esposta e precedenti episodi d'esposizione.



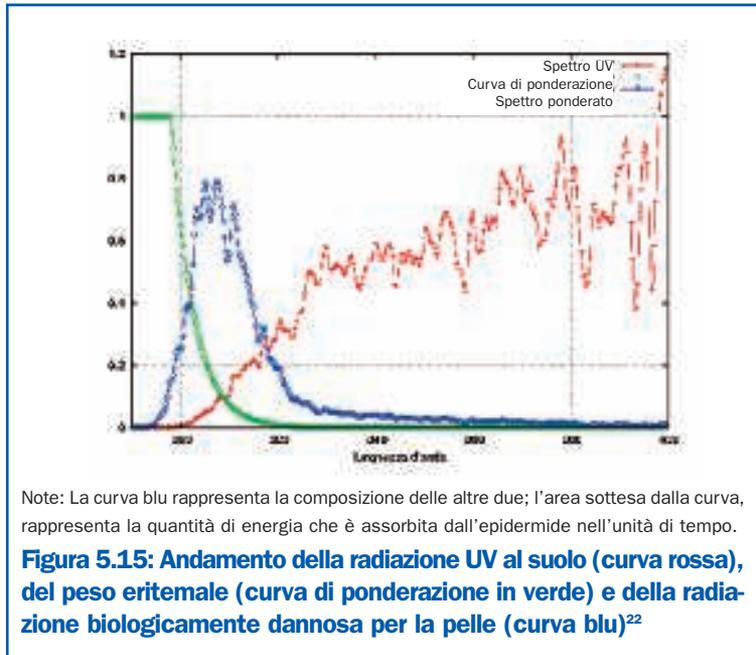
Le definizioni qualitative sopra riportate sono ricondotte a una valutazione quantitativa legata alla più bassa dose che produce un evidente eritema cutaneo. Questa grandezza viene definita *minimum erythematol dose* (MED). I valori sono determinati sperimentalmente dapprima sulla pelle non protetta (MED u) e, quindi, sulla pelle protetta da prodotti (creme) (MED p). Un MED viene definito come la dose di UV effettiva in grado di provocare un arrossamento percettibile della pelle umana non precedentemente esposta al sole. Poiché gli individui non sono ugualmente sensibili alla radiazione UV, il MED varia fra le popolazioni europee in un intervallo compreso fra 200 e 500 (J/m<sup>2</sup>). Vengono mediate soglie diverse a seconda del fototipo di appartenenza: 200 per il fototipo I, 250 per il Fototipo II, 350 per il III e 450 per il Fototipo IV. In genere l'informazione è quella riguardante MED p, in funzione della protezione della crema solare, dove il fattore di protezione indica un numero riconducibile al tempo di esposizione consigliato. Questa informazione può essere fuorviante, se non avallata da un dermatologo dopo visita sul singolo individuo. Non a caso la dizione “protezione totale”, che una volta veniva apposta su alcuni tipi di creme, è ora illegale. Inoltre, si corre il rischio di indurre la popolazione verso comportamenti che, invece, si vorrebbero correggere ed eliminare perché rappresentano il fattore di rischio principale.

Per quanto riguarda le radiazioni UV artificiali, si riporta uno stralcio dell'articolo a cura dell'Agenzia Internazionale di Ricerca sul Cancro (IARC) che ha condotto un'indagine sulla pericolosità dei dispositivi utilizzati da milioni di persone per abbronzarsi; quanto pubblicato sulla rivista *Lancet Oncology* nel 2009 è difficilmente equivocabile: “*L'uso dei lettini solari negli esseri umani è carcinogenico*”. Nel medesimo articolo si legge che il rischio di melanoma, pericoloso cancro della pelle, aumenta del 75% quando l'uso del lettino inizia prima dei 30 anni.

L'intensità del danno dipende dall'effetto biologico, definito attraverso una funzione peso che rappresenta la risposta biologica alla radiazione UV e dalla durata dell'esposizione. Di conseguenza è importante informare l'individuo che si espone sui possibili effetti dannosi dovuti a una sovraesposizione. La Figura 5.15 rapporta la radiazione UV (curva rossa) con la funzione peso eritemale (curva verde) per fornire la radiazione biologicamente dannosa per la pelle ( curva blu).



Le lunghezze d'onda responsabili dell'eritema ricadono nel campo delle radiazioni UVA e in una parte delle UVB. Inoltre, dalla curva di ponderazione eritemale si nota che l'epidermide è sensibile soprattutto alle lunghezze d'onda basse. Tra queste, solo quelle relative agli UVB contribuiscono, in quanto la quantità di UVC a terra è pari a zero (cfr. curva in rosso); ecco perché, seppur in piccola quantità, gli UVB rappresentano la radiazione più pericolosa. Sommando nel tempo tutti i contributi si ottiene la dose che investe l'epidermide. Il valore ottenuto "normalizzato" a numeri interi fornisce l'indice UVI.



L'indice è stato sviluppato nell'ambito di una collaborazione tra l'Organizzazione Mondiale della Sanità (WHO), il Programma per l'Ambiente delle Nazioni Unite (UNEP), l'Organizzazione Meteorologica Mondiale e la Commissione Internazionale per la Protezione dalle Radiazioni Non-Ionizzanti (ICNIRP). L'UVI definito come la radiazione pesata con la funzione peso (curva di ponderazione) eritemale, relativamente all'intervallo spettrale 280-400 nm e divisa per  $25\text{mW m}^{-2}$  offre un'informazione legata solo ai possibili effetti sulla pelle, non tenendo conto delle caratteristiche individuali. Pur non fornendo direttamente i possibili effetti sugli occhi, questi sono comunque considerati nelle raccomandazioni associate alla comunicazione dell'indice UV, legata anche alla protezione degli occhi.

Oltre a questa classificazione numerica, sono stati raggruppati i valori di indice a seconda del grado di rischio, rappresentando le categorie di esposizione così ottenute con colori diversi e di im-

<sup>22</sup> Fonte: Atti del Convegno "Monitoraggio e previsione dell'indice ultravioletto"; Matera 20 giugno 2008



diata comprensione. Alle diverse categorie è stata, poi, associata una serie di contromisure da porre in atto per limitare l'esposizione all'aumentare dell'UVI. A questi accorgimenti è stata fornita una veste grafica di facile comprensione, con l'intento di rendere più accessibile il messaggio alla popolazione.

Poiché l'UVI può essere misurato o calcolato tramite dei modelli matematici istante per istante e l'irraggiamento al suolo dipende dal particolare periodo della giornata, l'UVI presenterà un andamento variabile nel tempo. La WHO ha quindi ritenuto necessario, al fine di omogeneizzare i dati diffusi, suggerire la comunicazione del valore massimo giornaliero, calcolato come media su un periodo di 30 minuti; se sono poi disponibili dati in continuo, la WHO indica di mediare ogni 5 o 10 minuti l'UVI e utilizzare i campioni così ottenuti per mostrarne l'andamento temporale. Il massimo giornaliero nell'UVI si verifica solitamente nelle quattro ore attorno al mezzogiorno solare, che nei vari paesi, a seconda dell'area geografica e dell'uso o meno dell'ora legale, cade tra le 12:00 e le 14:00. Inoltre, se non specificato diversamente, l'UVI dovrebbe essere fornito nell'ipotesi di cielo sereno, ma è facoltà di chi lo stima fornire il dato anche con cielo coperto. La standardizzazione dell'UVI ha quindi fornito uno strumento di immediata comprensione per fornire al pubblico informazioni sull'esposizione alla radiazione UV.

L'informazione corretta si ha solo combinando il valore UVI con il fototipo. In Figura 5.16 viene fornita una classificazione internazionale dell'indice UVI utilizzando numeri e colori dalla categoria bassa (UVI =1-2, verde) a quella elevata (UVI=11, viola).



*La popolazione può essere così informata sul potenziale rischio all'esposizione alla radiazione UV attraverso il valore dell'indice UV.*

<sup>23</sup> Fonte: <http://www.epicentro.iss.it/problemi/uv/uv.asp>



*L'indice UV in relazione al fototipo fornisce l'informazione del potenziale rischio, derivante da un'esposizione prolungata al sole. Come si può notare chi ha carnagione chiara corre un rischio maggiore di scottarsi già con indici UVI intorno a 6.*

*L'epidermide è sensibile solo ad alcune delle radiazioni cui è esposta.*

Oltre a questa classificazione numerica, i valori dell'indici sono stati raggruppati in categorie in funzione del fototipo e del rischio connesso (Figura 5.17).

Indice UV	Fototipo			
	I	II	III	IV
1 2	Basso	Basso	Basso	Basso
3 4	Medio	Basso	Basso	Basso
5	Alto	Medio	Basso	Basso
6	Molto alto	Medio	Medio	Basso
7	Molto alto	Alto	Medio	Medio
8	Molto alto	Alto	Medio	Medio
9	Molto alto	Alto	Medio	Medio
10	Molto alto	Alto	Alto	Medio

**Figura 5.17: Possibile rischio all'esposizione delle radiazioni UV<sup>24</sup>**

Come si evince, l'informazione alla popolazione data dall'indice UVI ha un'importanza fondamentale quanto più ci si avvicina a condizioni estreme, rappresentative di condizioni di pericolo, o potenziale pericolo, derivanti da un'eccessiva esposizione alla radiazione UV; tali condizioni sono normalmente presenti anche alle nostre latitudini sia nei mesi estivi sia in inverno nelle zone molto innevate. La misura dell'indice UV deve valutare la dose, ovvero la quantità di energia, integrata nel tempo, che investe una superficie; in questo caso, volendo misurare gli effetti sull'uomo, la superficie in questione è la pelle esposta al sole (epidermide). La dose necessaria all'insorgere dell'eritema differisce in base alla caratteristica individuale del tipo di pelle: l'informazione necessaria per fornire le raccomandazioni utili a proteggersi e prevenire i danni da prolungata esposizione al sole, è necessariamente l'UVI unitamente al fototipo.

<sup>24</sup> Fonte: ARPA Friuli Venezia Giulia

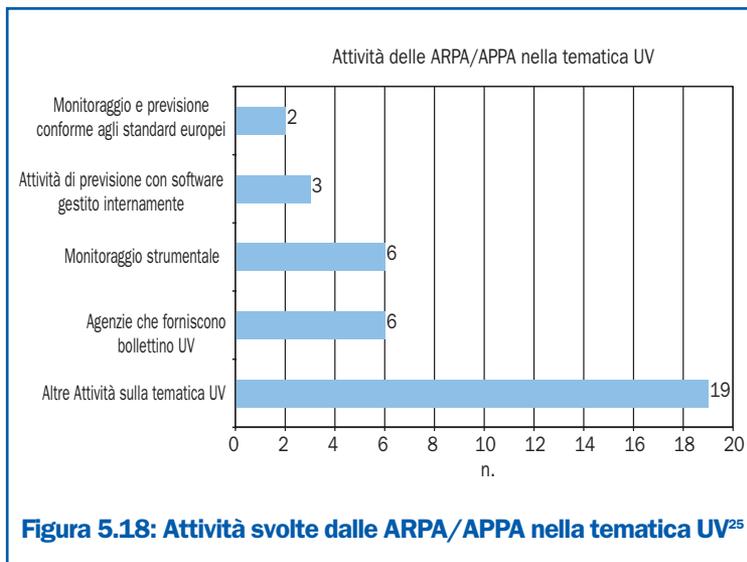


## I dati disponibili

Negli ultimi due anni, ISPRA ha avviato, in accordo con il Sistema agenziale, un'attività di raccolta e sistematizzazione dei dati e delle informazioni disponibili sul territorio nazionale.

Considerando che, ad oggi, sono limitate le esperienze in materia nel nostro Paese, i pochi dati disponibili sono ovviamente disomogenei ed estremamente variegati, ma testimoniano comunque l'impegno in essere su una tematica innovativa.

Dalla Figura 5.18 si evidenzia che solo due ARPA (Valle d'Aosta e Piemonte) conducono regolarmente attività di monitoraggio, mentre una terza (Basilicata) è in grado di fornire una previsione con modelli matematici. In totale sul territorio nazionale ci sono sei Agenzie che forniscono un bollettino informativo e fanno monitoraggio in varie forme. Nel Sistema agenziale, comunque, l'interesse sulla tematica è dimostrato dalle diverse attività condotte sugli UV, infatti ben 19 Agenzie su 21.



*Due ARPA (Valle d'Aosta e Piemonte) adottano criteri e procedure in linea con gli standard europei e ben 19 agenzie su 21 svolgono attività sugli UV.*

<sup>25</sup> Fonte: ISPRA



Di seguito si riportano i dati relativi solo alle regioni Valle d'Aosta e Piemonte, in quanto ad oggi sono le uniche a utilizzare metodologie e procedure in linea con gli standard europei.

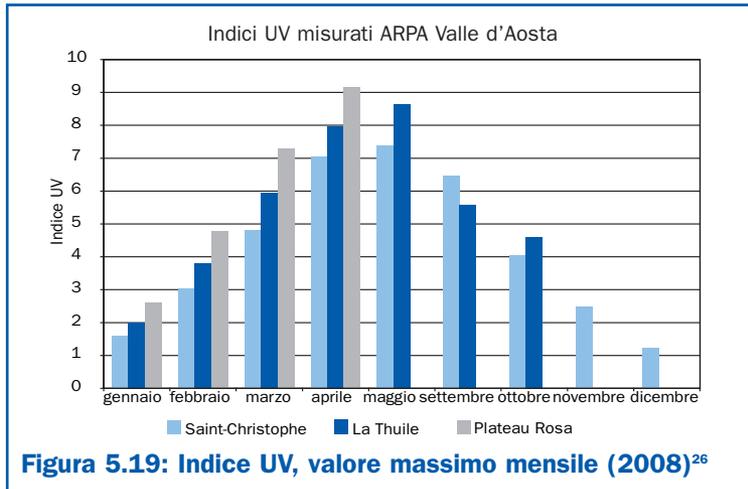
Le attività dell'ARPA Valle d'Aosta sono finalizzate a:

- valutare le tendenze a medio e lungo termine dell'irradiazione solare UV sulla superficie terrestre, in connessione alla variazione di ozono stratosferico. In questa attività è affiancata dal Dipartimento di Fisica, Università "La Sapienza" di Roma, che ha una consolidata esperienza nel settore dello studio della radiazione ultravioletta e vanta una serie quasi ventennale di misure nella stazione della Città Universitaria;
- 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. Anche questa tematica è svolta in collaborazione con l'Università "La Sapienza" di Roma.

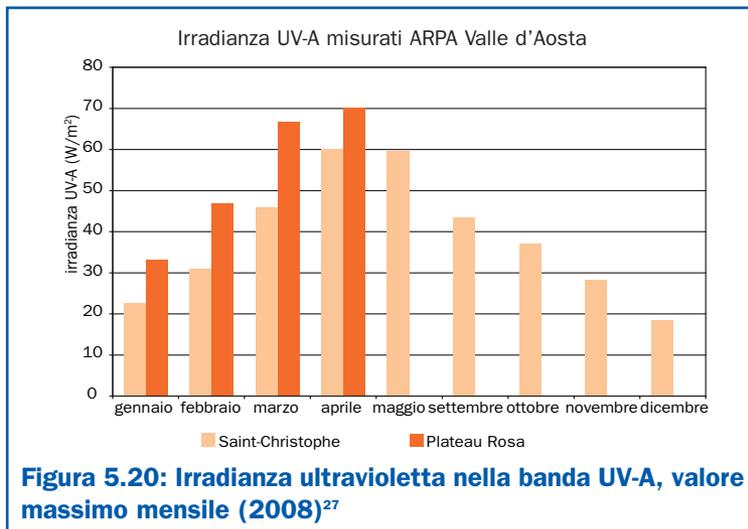
La radiazione UV è misurata in Valle d'Aosta in 3 siti che rappresentano condizioni ambientali diverse:

- 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.).

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, 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.



*I valori degli UVI sono crescenti da gennaio fino a maggio, e i massimi valori si registrano nel sito di Plateau Rosa situato in quota elevata, generalmente innevato. Questo mette in luce quanto fattori come l'albedo locale, la quota, l'orografia influiscono sul valore dell'indice. Analogo discorso per i valori di irradianza.*



<sup>26</sup> Fonte: ARPA Valle d'Aosta

Note: Mancano i dati per i mesi di giugno, luglio e agosto poiché i radiometri sono in calibrazione

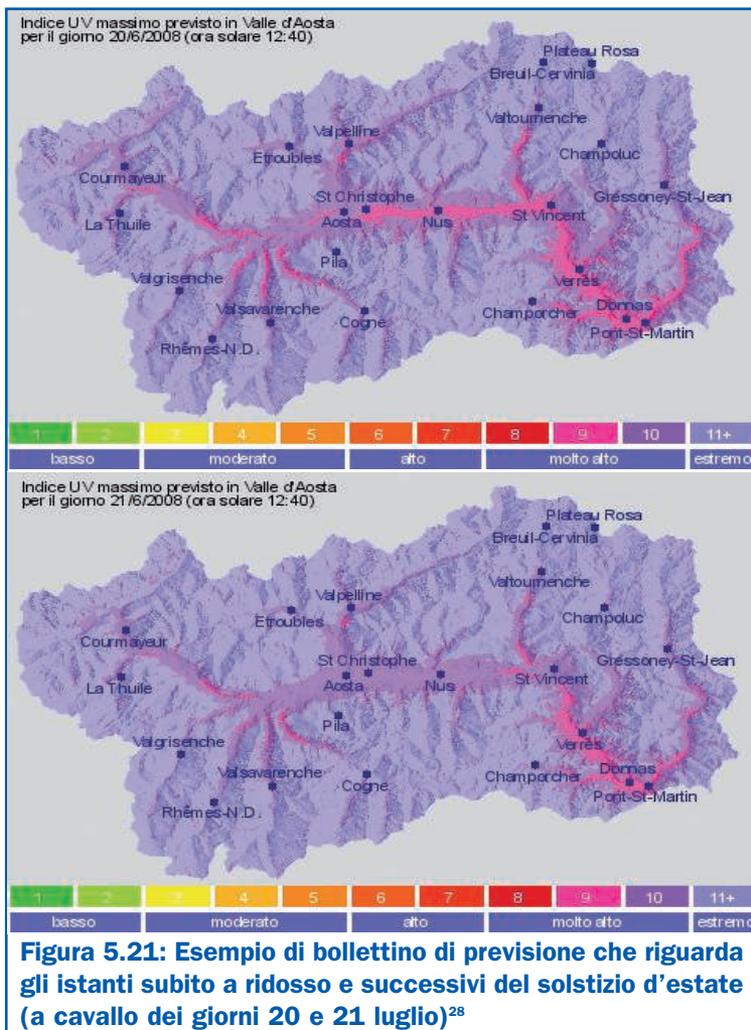
<sup>27</sup> Fonte: ARPA Valle d'Aosta

Note: Mancano i dati per i mesi di giugno, luglio e agosto poiché i radiometri sono in calibrazione



Di seguito si riportano (Figura 5.21) esempi dell'indice UV sull'intero territorio della Valle d'Aosta presentati nel bollettino di previsione sul sito dell'Agenzia.

*I valori massimi si registrano in alta quota, confermando così quanto riscontrato mediante i dati misurati.*



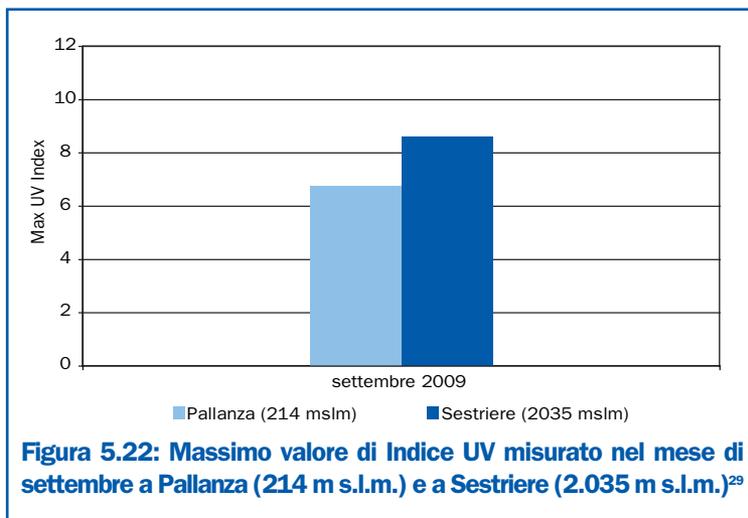
<sup>28</sup> Fonte: ARPA Valle d'Aosta

Note: Mancano i dati per i mesi di giugno, luglio e agosto poiché i radiometri sono in calibrazione



Il Piemonte è la seconda regione che ha costituito una rete di monitoraggio conformemente agli standard europei. Per quanto riguarda la dislocazione della strumentazione della rete UV presente sul territorio piemontese: due strumenti sono presso la sede del Centro Regionale Radiazioni Ionizzanti e Non Ionizzanti di Ivrea, in provincia di Torino a 270 m s.l.m.; uno è installato presso la sede del CNR di Pallanza, in provincia del Verbano-Cusio-Ossola a 214 m, sul lago Maggiore; un altro a Sestriere, in provincia di Torino a 2.035 m.

L'attività di monitoraggio a Sestriere e Pallanza nel corso del 2009 ha avuto inizio solo a fine agosto, per problemi di calibrazione della strumentazione. Si riportano di seguito, per ciascun radiometro, i grafici relativi al valore massimo dell'Indice UV (Figura 5.22) e al valore massimo di irradianza (Figura 5.23) rilevati nel mese di settembre, dai quali si evince che il valore massimo di irradianza e di UVI sono stati registrati a Sestriere il 1° settembre 2009 alle ore 11:40 UTC, a Pallanza sempre il 1° settembre 2009 alle ore 11:30 UTC.

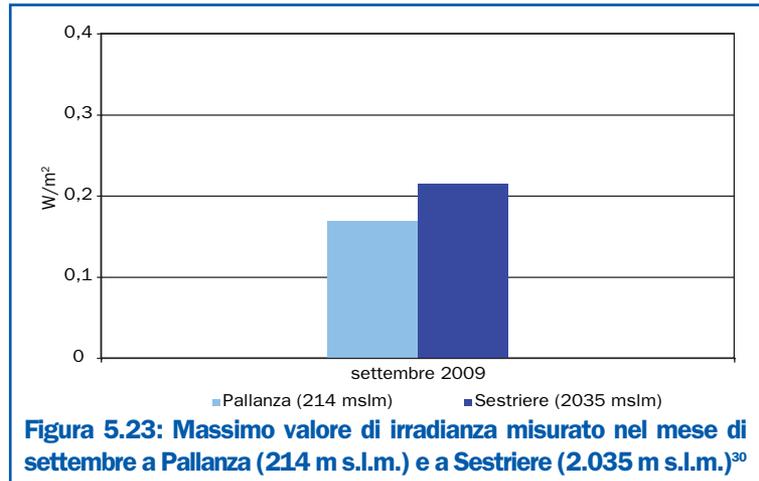


*I valori massimi di irradianza e di UVI sono stati registrati a Sestriere il 1° settembre 2009 alle ore 11:40 UTC, a Pallanza sempre il 1° settembre 2009 alle ore 11:30 UTC.*

<sup>29</sup> Fonte: ARPA Piemonte

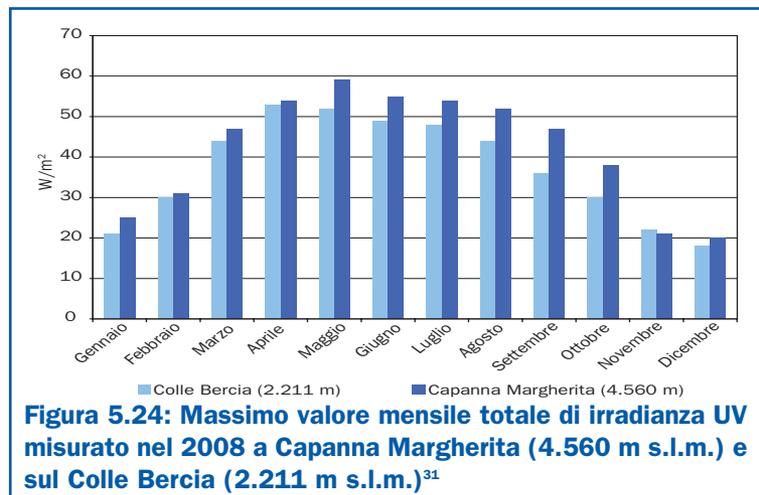


*Si noti come il valore della località in alta quota sia più alto dell'altro come fin qui riscontrato.*



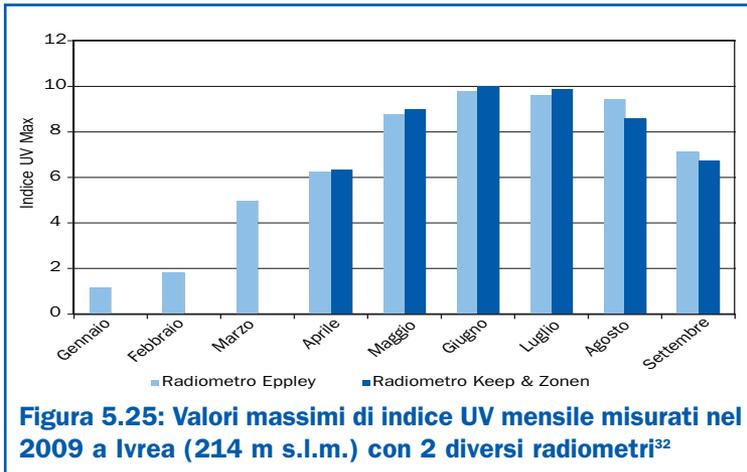
Si riporta, inoltre, il grafico relativo ai massimi valori di irradianza UV (Figura 5.24), per ciascun mese del 2008, registrati a Capanna Margherita e sul Colle Bercia, nonché il grafico che illustra i valori massimi dell'UVI nel corso del 2009 (Figura 5.25) misurati nella stazione di Ivrea.

*I valori massimi si hanno in corrispondenza del mese di aprile per Colle Bercia e di maggio per Capanna Margherita. I valori di quest'ultima, in alta quota sono costantemente più alti della prima località, a eccezione del mese di novembre.*



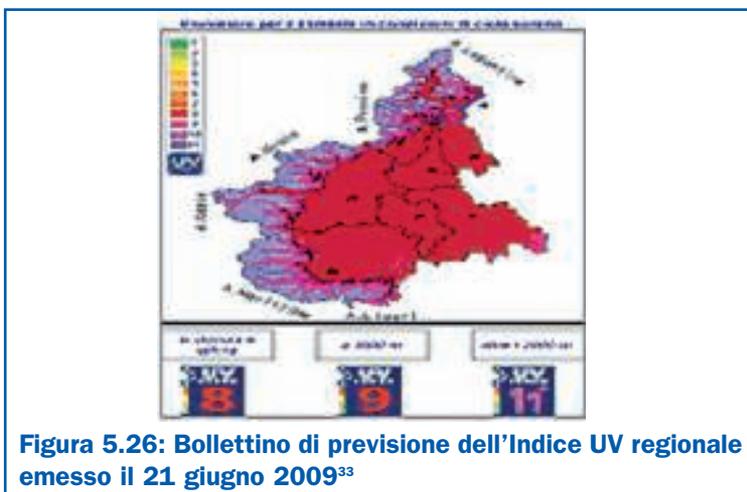
<sup>30</sup> Fonte: ARPA Piemonte

<sup>31</sup> Fonte: ARPA Piemonte



*I valori massimi si hanno nei mesi di giugno e luglio. Dall'esame del grafico risulta un buon accordo tra le misure di indice UV effettuate con i due radiometri nel periodo aprile – settembre 2009, essendo la differenza tra le due rilevazioni contenuta entro il 5%.*

L'attività di previsione dell'Indice UV sul territorio piemontese, dopo una fase di sperimentazione, ha avuto inizio ufficialmente il 1° luglio di quest'anno con l'emissione giornaliera di un bollettino di previsione a 3 giorni, pubblicato sul sito [www.arpa.piemonte.it](http://www.arpa.piemonte.it). Un esempio di presentazione è riportato in Figura 5.26.



*Si noti che passando dalla pianura in quota il valore dell'indice UVI aumenta. Pertanto anche la previsione fatta in Piemonte conferma l'influenza sull'indice UVI oltre che dall'irradianza al suolo anche dai fattori locali come quota e albedo, ecc.*

<sup>32</sup> Fonte: ARPA Piemonte

<sup>33</sup> Fonte: ARPA Piemonte



Altre esperienze di raccolta sistematica di dati si hanno in Friuli Venezia Giulia, dove l'ARPA ha tre stazioni di monitoraggio, disposte in due siti costieri (Trieste e Grado) e in uno montano (monte Zoncolan), che funzionano con acquisizione automatica dei dati in file archivio, al momento inattive per esigenze di taratura.

Anche la provincia autonoma di APPA Bolzano ha una stazione, gestita dalla medesima Agenzia provinciale, installata a Renon-altipiano, per la misura dell'irradianza ponderata secondo curva eritemale, ma che per ora non fornisce dati al pubblico. Veneto ed Emilia Romagna acquisiscono dati con alcune stazioni e con questi effettuano la previsione dell'indice UV che viene comunicato alla popolazione, emettendo un bollettino quindicinale, sul sito dell'Agenzia.

L'ARPA Toscana e l'ARPA Sicilia forniscono all'utenza un servizio di previsione dell'indice UV in collaborazione con soggetti terzi, indicando anche il grado di protezione da adottare in relazione al fototipo (progetto Promote; partner ESA e privati), mentre la Sardegna fornisce un bollettino dei tempi di esposizione al sole nell'ambito del progetto CERU (Corretta Esposizione alla Radiazione Ultravioletta) finanziato da privati e realizzato in collaborazione con Deutscher Wetterdienst, S.A.R. - Servizio Agrometeorologico Regionale per la Sardegna, CNR - Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima - Sede di Bologna e CNR - Istituto di Chimica Biomolecolare Sezione di Sassari. Il Lazio ha recentemente installato un prototipo di stazione di monitoraggio dei raggi UV in collaborazione con l'ENEA, per misure della radiazione UV al suolo per quantificare i flussi di radiazione ultravioletta in relazione agli effetti sull'uomo e alle conseguenti iniziative di protezione da attivare. La Basilicata fornisce, sul proprio sito, previsioni dell'indice UV e realizza campagne informative sui valori di indice UV fin dal 2005.

## **RADIAZIONI IONIZZANTI**

### **Il problema**

Al termine "radiazioni ionizzanti" è spesso associato, nell'opinione pubblica, il timore degli effetti che queste provocano sulla salute. La prima evocazione che suscitano tali parole riguarda effetti diretti, simili ad ustioni, riconducibili a esposizioni acute, un esempio è quello delle esplosioni nucleari di Hiroshima e Nagasaki. Tali effetti sono tecnica-



mente 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 della esposizione di tutta la popolazione a seguito dell’incidente alla centrale sovietica di Chernobyl. Tali effetti sono definiti “stocastici”, ossia sono probabilistici, con una probabilità che dipende dall’intensità e dalla durata della esposizione.

Occorre, inoltre, sottolineare che nell’immaginario collettivo, le radiazioni ionizzanti sono 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. Vi sono, invece, 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”, ridotta cioè ai livelli più bassi ragionevolmente ottenibili.

Un’ulteriore considerazione riguarda l’entità delle esposizioni alle quali la popolazione è generalmente esposta in confronto con le esposizioni sopra descritte. 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. Sia nel cosmo sia nel suolo terrestre e anche nel nostro stesso corpo, sono presenti sorgenti di radiazioni ionizzanti responsabili di un’esposizione 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,

*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.*

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

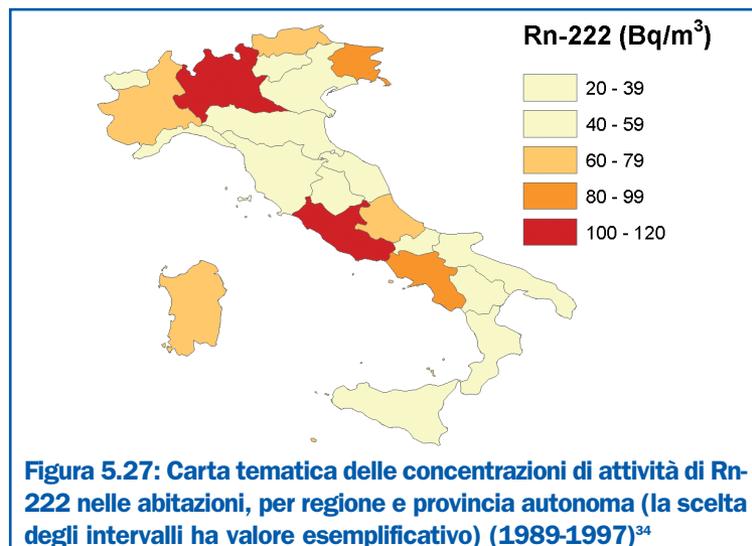
*La differenza con le altre regioni è dovuta al diverso contenuto di uranio nelle rocce e nei suoli e alla loro differente permeabilità.*

è presente nell'aria un gas naturale, il radon, il quale è responsabile, mediamente, della principale fonte di rischio per la popolazione. 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 sui rischi e sui benefici associati a tutte le fonti di radiazioni.

### L'esposizione al radon

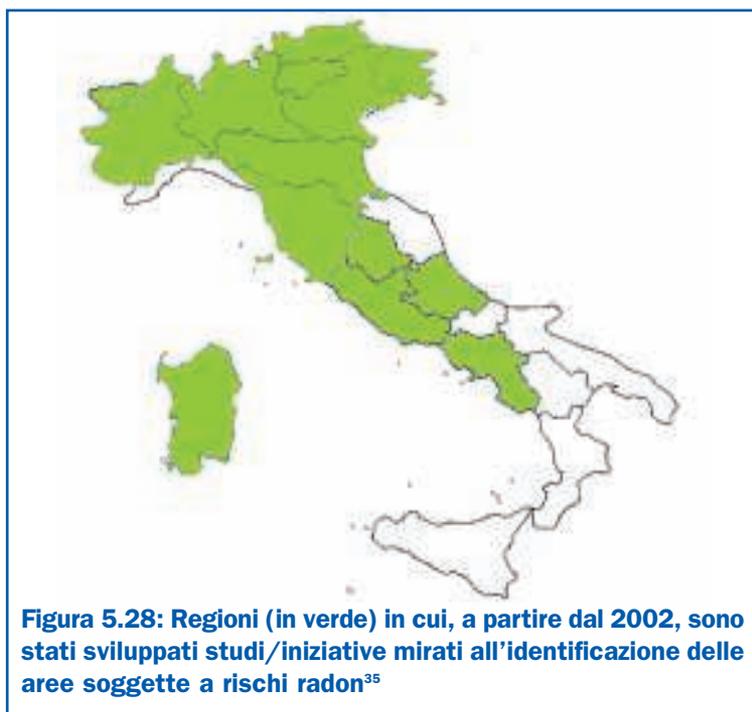
In relazione all'esposizione al radon, una rappresentazione del territorio nazionale viene dai risultati di un'indagine effettuata nel corso degli anni '80 e '90, ma ancora valida per le caratteristiche del fenomeno, con una copertura nazionale completa (Figura 5.27).



<sup>34</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 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. 230/95. Il decreto prevede obblighi per gli esercenti i 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 5.28 sono riportate le regioni nelle quali sono stati avviati tali studi.



*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.*

<sup>35</sup> Fonte: ISPRA, ARPA/APPA



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

*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  $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ ).*

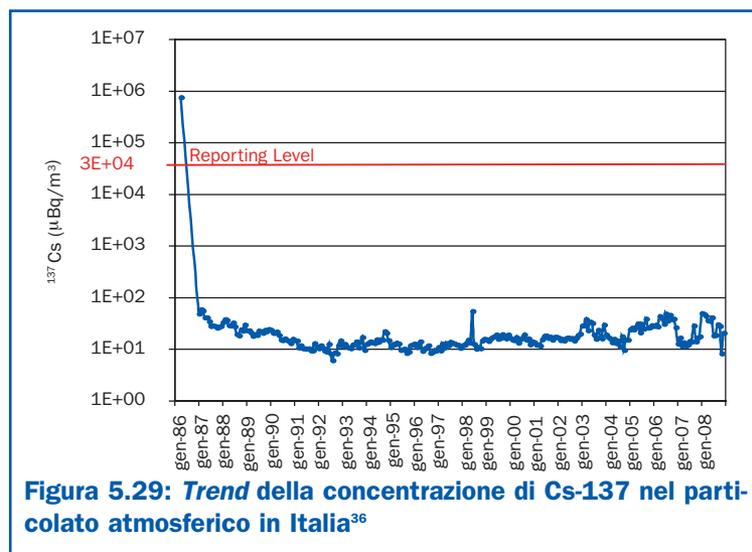
Sono, infine, ancora scarse e sporadiche le informazioni sulle azioni di bonifica di ambienti con elevate concentrazioni di radon con riferimento ad ambienti sia di tipo residenziale sia di lavoro.

## Il controllo della radioattività ambientale

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

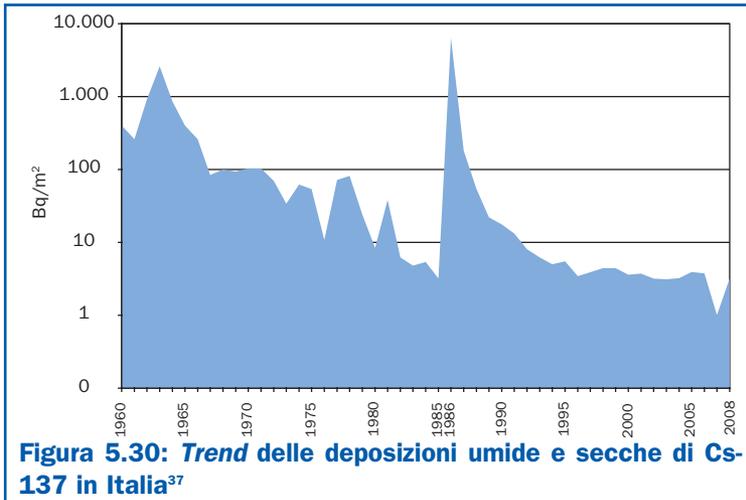
Le reti locali esercitano il controllo attorno agli impianti nucleari; le reti regionali sono delegate al monitoraggio della radioattività ambientale sul territorio regionale e le reti nazionali forniscono il quadro generale della situazione italiana e hanno anche finalità di risposta e di acquisizione di informazione in caso di eventi anomali.

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 5.29, 5.30, 5.31).

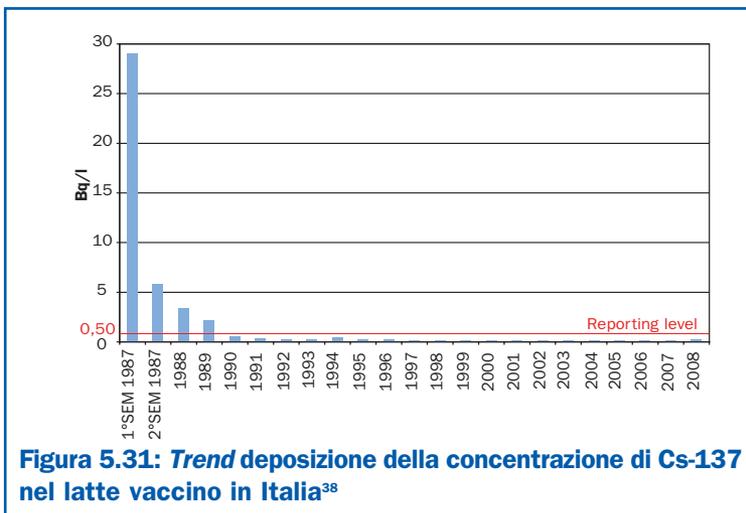


**Figura 5.29: Trend della concentrazione di Cs-137 nel particolato atmosferico in Italia<sup>36</sup>**

<sup>36</sup> Fonte: Elaborazione ISPRA sui 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 tendenziale diminuzione.*



*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).*

<sup>37</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>38</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*, Fonte: Elaborazione ISPRA/ARPA Emilia Romagna



*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 il quadro della situazione italiana è tracciato attraverso l'attuazione del programma di monitoraggio delle reti. In Tabella 5.3 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 i seguenti aspetti: frequenza di misura, sensibilità di misura, distribuzione territoriale dei controlli, regolarità del monitoraggio, organizzazione e partecipazione a iniziative di interconfronto su scala nazionale.

**Tabella 5.3: Valutazione dello stato di attuazione del monitoraggio per le reti nazionali<sup>39</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
2008	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.

<sup>39</sup> Fonte: Elaborazione ISPRA/ARPA Emilia Romagna