

Esposizione agli agenti fisici



INTRODUZIONE

Per “**agenti fisici**” si intendono quei fattori che determinano le emissioni di energia in ambiente, potenzialmente dannose per la salute umana e per gli ecosistemi.

In questa categoria rientrano il rumore, i campi elettromagnetici, le vibrazioni, l'inquinamento luminoso, le radiazioni ultraviolette (UV) e le radiazioni ionizzanti.

I dati raccolti ed elaborati in ambito comunitario, in attuazione delle politiche adottate, volti a stimare l'entità delle persone esposte a determinati livelli di rumore, identificano l'inquinamento acustico quale uno dei maggiori problemi ambientali, con elevato e diffuso impatto sulla popolazione e sull'ambiente. Gli effetti, in termini di disturbo e deterioramento della qualità della vita sono ampiamente documentati e tali da indurre la Commissione Europea a perseguire, quale obiettivo prioritario, la riduzione del numero di persone esposte al rumore, mediante l'attuazione di una politica basata sulla condivisione dell'analisi del fenomeno e delle misure da adottare.

Nonostante i contributi offerti alla risoluzione del fenomeno dalla complessa struttura legislativa vigente, comunitaria e nazionale, dall'approfondimento degli studi e dall'attuazione di azioni mirate alla prevenzione e al risanamento, la tematica necessita tuttora di attenzione e definizione di risposte efficaci e condivise.

In merito all'inquinamento elettromagnetico, il costante impegno da parte delle autorità competenti nel continuare a utilizzare e raffinare quegli stessi strumenti di monitoraggio e informazione che hanno permesso, negli anni passati, di dare un forte impulso positivo all'aspetto sociale di tale problematica permette oggi di riscontrare una diminuzione dell'attenzione della popolazione soprattutto nei confronti delle **sorgenti RF**. Oltre alle attività di *routine* nell'ambito della protezione dell'ambiente, le Agenzie regionali e provinciali per la protezione dell'ambiente (ARPA/APPA) sono costantemente impegnate nella comunicazione con il pubblico, anche in considerazione del fatto che, in base all'esperienza maturata, si è potuto constatare che un'adeguata informazione sortisce effetti positivi sulla percezione del rischio. Rispetto al 2011, a prova di quanto appena detto, si registrano infatti delle diminuzioni del numero di controlli sugli impianti radiotelevisivi (**RTV**) e sulle Stazioni radio base per la telefonia mobile (**SRB**) effettuati su richiesta dei cittadini/amministrazioni locali.

Con “agenti fisici” si indicano quei fattori, governati da leggi fisiche, che provocano una trasformazione delle condizioni ambientali nel contesto in cui si manifestano.

I dati raccolti ed elaborati in ambito comunitario, volti a stimare l'entità delle persone esposte a determinati livelli di rumore, identificano l'inquinamento acustico quale uno dei maggiori problemi ambientali, con elevato e diffuso impatto sulla popolazione e sull'ambiente.

Si continua a riscontrare una diminuzione della forte percezione del rischio da parte della popolazione verso gli effetti sulla salute umana provocati dall'esposizione ai campi elettromagnetici e alle radiofrequenze.

RUMORE

Il problema

L'inquinamento acustico è un problema in aumento in Europa. Gli studi a cura dell'Organizzazione Mondiale della Sanità documentano gli effetti del rumore sulla salute umana, riconoscendone la gravità. I dati riguardanti l'implementazione della Direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e gestione del rumore ambientale, finalizzata alla definizione di un approccio comune volto a evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi causati dall'esposizione al rumore ambientale, evidenziano la presenza di un significativo numero di persone esposte a livelli di rumore tali da inficiare la qualità della vita. La Direttiva 2002/49/CE, recepita in Italia mediante il D.Lgs. 194/2005, 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 descrittori L_{den} e L_{night} introdotti al fine di stabilire, rispettivamente, il fastidio o il disturbo del sonno indotti dal rumore. Agli Stati membri è inoltre richiesta l'adozione di Piani d'azione aventi le seguenti finalità: prevenire e ridurre il rumore ambientale, laddove necessario e, in particolare, in presenza di livelli di esposizione capaci di causare effetti nocivi per la salute; tutelare la buona qualità acustica nelle aree dove questa è già presente (in merito è stata recentemente pubblicata una linea guida dall'Agenzia Europea dell'Ambiente¹); assicurare l'informazione e il coinvolgimento del pubblico riguardo al rumore ambientale e ai relativi effetti. Dai dati disponibili relativi all'implementazione della Direttiva 2002/49/CE, in ambito comunitario, risulta evidente che la sorgente di rumore predominante è il traffico stradale. Nella Comunità Europea si è stimato che, nel 2012, almeno 125 milioni di persone fossero esposte a livelli di rumore, considerando quali sorgenti le infrastrutture di trasporto stradali, maggiori di 55 dB L_{den} , inclusi oltre 37 milioni di persone esposte a livelli di rumore maggiori di 65 dB in L_{den} ². L'analisi dei dati condotta per alcuni agglomerati europei evidenzia che l'entità della popolazione esposta sopra i livelli di 55 dB L_{den} e 50 dB L_{night} , durante il periodo compreso tra il 2006 e il 2011, è rimasta sostanzialmente costante³.

Nella Comunità Europea si è stimato che, nel 2012, almeno 125 milioni di persone fossero esposte a livelli di rumore, considerando quali sorgenti le infrastrutture di trasporto stradali, maggiori di 55 dB L_{den} .

Recentemente è stata pubblicata, sulla G.U.U.E. del 1° luglio 2015, la Direttiva della Commissione UE n. 996/2015, del 19 maggio 2015 che stabilisce metodi comuni per la determinazione del rumore a

¹ Good practice guide on quiet areas. Technical report No 4/2014. EEA (European Environment Agency), 30/04/2014

² EEA, Noise in Europe 2014, EEA Report No 10/2014, European Environment Agency, Copenhagen, Denmark

³ AEA, 2015, L'ambiente in Europa: Stato e prospettive nel 2015 – Relazione di sintesi, Agenzia europea dell'ambiente, Copenhagen

norma della direttiva 2002/49/CE del Parlamento europeo e del Consiglio. Tali metodi devono essere adottati dagli Stati Membri entro il 31 dicembre 2018. Nel 2008 la Commissione aveva avviato lo sviluppo del quadro metodologico comune per la determinazione del rumore nell'ambito del progetto "Metodi comuni per la valutazione del rumore nell'UE" (CNOSSOS-EU), realizzato sotto la guida del Centro comune di ricerca (JRC), in stretta consultazione con il comitato istituito a norma dell'articolo 18 della direttiva 2000/14/CE del Parlamento europeo e del Consiglio e in collaborazione con altri esperti provenienti dagli Stati membri.

Lo stato di attuazione in Italia degli adempimenti previsti dal D.Lgs. 19 agosto 2005, n.194, atto di recepimento della Direttiva 2002/49/CE, è caratterizzato da numerose inadempienze rispetto alle scadenze temporali prescritte. In seguito ai numerosi studi condotti aumenta la consapevolezza degli effetti del rumore sulla salute: oltre a causare fastidio e disturbo del sonno, può indurre un aumento del rischio di malattie cardiovascolari e inficiare l'apprendimento cognitivo nei bambini⁴, fino a contribuire a determinare 10.000 casi di morte prematura in un anno in Europa⁵.

Il Parlamento Europeo e il Consiglio hanno emanato la Direttiva 2000/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine e attrezzature destinate a funzionare all'aperto, trasposta nel corpo giuridico italiano dal D.Lgs. 262 del 2002. Tale direttiva impone ai responsabili dell'immissione in commercio di cinquantasette tipologie di macchine, di sottoporre tali prodotti a una procedura di valutazione della conformità stabilita. In caso di esito positivo, l'attrezzatura è successivamente venduta corredata di una copia di dichiarazione CE di conformità, contrassegnata dalla marcatura CE e da un'etichetta che riporta il livello di Potenza Sonora Garantito espresso in dB(A). Analizzando le attività svolte dal Sistema delle Agenzie ambientali, nel 2014, risultano 2.678 le sorgenti di rumore oggetto di controllo con misurazioni da parte delle ARPA/APPA, con percentuali distinte nei diversi settori. Le sorgenti maggiormente controllate sono le attività di servizio e/o commerciali (57,5%), seguite dalle attività produttive (28,8%), tra le infrastrutture di trasporto, che rappresentano l'8,5% delle sorgenti controllate, le infrastrutture stradali rimangono le sorgenti più controllate (6,5% sul totale delle sorgenti controllate). L'attività di controllo viene eseguita principalmente a seguito di segnalazione/esposto da parte dei cittadini: globalmente l'89,8% delle sorgenti controllate lo sono state a seguito di esposto.

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

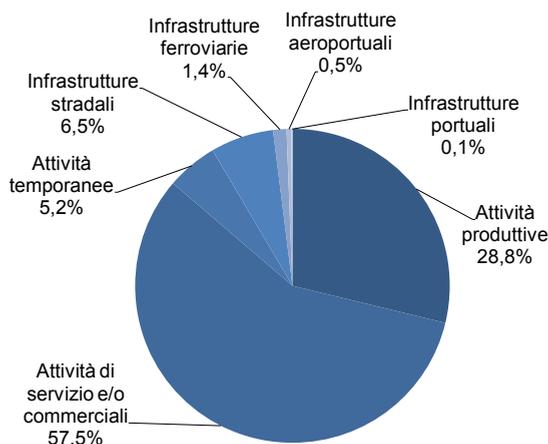
È evidente un'alta attenzione da parte dei cittadini e una richiesta di tutela personale e dell'ambiente: l'89,8% delle sorgenti controllate lo sono state a seguito di esposto da parte della cittadinanza, e il 46,3% delle sorgenti controllate ha presentato un superamento dei limiti.

⁴ WHO, *Night noise guidelines for Europe*, World Health Organization, Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark., 2009; JRC, Final report ENNAH — *European Network on Noise and Health, Scientific and Policy Report* by the Joint Research Centre of the European Commission, 2013

⁵ EEA, *Noise in Europe 2014*, EEA Report No 10/2014, European Environment Agency, Copenhagen, Denmark

Nel 2014, il 46,3% delle sorgenti di rumore (attività/infrastrutture) oggetto di controllo da parte delle ARPA/APPA ha presentato almeno un superamento dei limiti imposti dalla legislazione, evidenziando globalmente un problema di inquinamento acustico ancora significativo. Si rileva un incremento dei superamenti rispetto agli anni precedenti (43,9% nel 2013, 42,6% nel 2012 e 42,2% nel 2011). La maggior percentuale di superamenti si è riscontrata per le attività commerciali (49,7%).

Figura 7.1: Distribuzione delle sorgenti controllate (2.678) nelle diverse tipologie di attività/infrastrutture (2014)



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ARPA/APPA

Nota:

Non sono disponibili i dati della regione Sicilia

Le sorgenti controllate e ritenute dai cittadini fortemente disturbanti sono le attività commerciali e di servizio (57,5%), le attività produttive (28,8%), le infrastrutture stradali (6,5%).

Le principali sorgenti di rumore

Le principali sorgenti di rumore, identificabili nel traffico stradale, ferroviario e aereo mostrano andamenti differenti. Nello specifico mentre il traffico aereo e ferroviario crescono fino al 2011 per poi subire entrambi un forte calo nel 2012, che continua nel 2013 per il traffico aereo e si interrompe per il traffico ferroviario (passeggeri), il traffico stradale evidenzia, già a partire dal 2008, un andamento in diminuzione. In particolare, i dati relativi al traffico aeroportuale, dopo un incremento del 17,7% registrato tra il 2003 e il 2007, mostrano nell'ultimo periodo (2007-2013) una riduzione complessiva del 13,7%, dovuta principalmente alla variazione iniziata nel 2012 (-3,4%) e continuata nel 2013

Nel 2013 sia il traffico aereo sia quello stradale evidenziano un trend in diminuzione, mentre il traffico ferroviario ricomincia a crescere.

(-5,6%) Il traffico veicolare, invece, dopo una crescita del 61% tra il 1990 e il 2007, dal 2008 si stabilizza sugli 83 milioni di veicoli-km, subendo un drastico decremento (-7,2%) tra il 2011 e il 2012, continuato in maniera più lieve nel 2013 (-1,7%). Per quanto riguarda il traffico ferroviario, nel 2013 sulla rete delle Ferrovie dello Stato hanno circolato circa 318 milioni di treni-km per il trasporto dei passeggeri, evidenziando un trend di nuovo in crescita (+1,2% rispetto al 2009) e 41 milioni di treni-km per il trasporto delle merci (-4,7% rispetto al 2009). 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, le discoteche, che generano impatti significativi in ambito urbano e le macchine e attrezzature destinate a funzionare all'aperto.

Le azioni per contenere l'inquinamento acustico

Il 7° Programma generale di azione dell'Unione Europea in materia di ambiente fino al 2020 «Vivere bene entro i limiti del nostro pianeta»⁶ si propone, quale obiettivo, una significativa riduzione dell'inquinamento acustico in Europa che lo avvicini ai livelli raccomandati dall'OMS. A tal fine è necessario dare attuazione alla politica dell'Unione Europea sull'inquinamento acustico e intraprendere misure per affrontare il problema dell'inquinamento acustico alla radice.

In ambito nazionale risulta tuttora necessario assicurare la piena integrazione tra le disposizioni della Direttiva 2002/49/CE e quelle introdotte dal sistema legislativo nazionale, mediante la definizione di criteri di armonizzazione, cogliendo tale occasione per garantire la congruenza tra le prescrizioni appartenenti alle differenti strutture legislative.

A tal proposito, la Legge 30 ottobre 2014, n.161, recante disposizioni per l'adempimento degli obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia all'Unione Europea (Legge Europea 2013-bis), all'articolo 19 conferisce la delega al Governo in materia di inquinamento acustico, per l'armonizzazione della normativa nazionale con le Direttive europee 2002/49/CE, 2000/14/CE e 2006/123/CE e con il Regolamento (CE) n. 765/2008. Entro diciotto mesi dall'entrata in vigore della Legge, avvenuta il 25 novembre 2014, il Governo è delegato ad adottare uno o più decreti legislativi per il riordino dei provvedimenti legislativi vigenti e il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare ha chiesto all'ISPRA di fornire supporto tecnico a tale attività.

Oltre all'assenza della trattazione organica della disciplina legisla-

È necessario dare attuazione alla politica dell'Unione Europea sull'inquinamento acustico e intraprendere misure per affrontare il problema dell'inquinamento acustico alla radice.

⁶ Decision No 1386/2013/EU of the European Parliament and of the Council of 20 November 2013 on a General Union Environment Action Programme to 2020 Living well, within the limits of our planet, 2013.

tiva del settore, permangono i principali elementi di criticità quali: il mancato completamento dei decreti di attuazione previsti dalla Legge quadro n. 447/1995; il mancato rafforzamento degli strumenti legislativi attualmente vigenti; la frammentazione delle azioni finalizzate alla prevenzione e alla mitigazione degli effetti prodotti dall'inquinamento acustico; le differenze riguardanti lo stato di attuazione nei diversi settori e ambiti territoriali. L'analisi dei dati riguardanti gli adempimenti prescritti dalla normativa nei differenti settori mostra una situazione sostanzialmente stazionaria rispetto agli anni precedenti per quanto concerne gli adempimenti regionali e comunali. Occorre comunque registrare un costante e graduale, seppur di lieve entità, incremento negli anni, relativo all'approvazione del piano di classificazione acustica comunale.

Gli adempimenti prescritti dalla normativa nei differenti settori mostrano una situazione sostanzialmente stazionaria rispetto agli anni precedenti per quanto concerne gli adempimenti regionali e comunali.

In merito alle leggi regionali emanate ai sensi della Legge quadro sull'inquinamento acustico n.447/1995, cinque regioni ancora non si sono dotate di una propria legge regionale (Molise, Campania, Basilicata, Sicilia e Sardegna). In Campania e in Sicilia sono state emanate disposizioni riguardanti singoli atti procedurali, quali linee guida per la redazione della classificazione acustica e procedure di riconoscimento della figura di tecnico competente, mentre in Sardegna, nelle more dell'approvazione di una legge organica in materia di inquinamento acustico, si è provveduto a rielaborare tutte le direttive finora emanate dalla giunta regionale, apportandovi le necessarie modifiche e integrazioni. In Molise e Basilicata non sono stati emanati provvedimenti in materia. 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 31 dicembre 2014, nel 58% dei comuni del territorio nazionale. Si registra anche nel 2014 un incremento del numero di classificazioni acustiche approvate rispetto all'anno precedente (+1,6%), anche se significativamente inferiore rispetto al trend di crescita registrato negli anni precedenti (+11,8% tra il 2013 e il 2012, +3,9% tra il 2012 e il 2011, + 6,2% tra il 2011 e il 2010, +7,7% tra il 2009 e il 2010). Permangono tuttavia significative differenze tra le diverse realtà regionali. Il Piano di classificazione acustica non è uno strumento di pianificazione comunale attualmente utilizzato nelle regioni Friuli-Venezia Giulia, Basilicata e Molise. Mancano invece informazioni al riguardo per la regione Calabria.

Le regioni con le percentuali di comuni zonizzati più elevate sono Valle d'Aosta (100%), Toscana (98%), Marche (97%), Lombardia (95%), Veneto (91%), Liguria (84%), Provincia di Trento (76%), Piemonte (74%) ed Emilia-Romagna (68%), mentre quelle che registrano percentuali inferiori al 10% sono Abruzzo (8%), Provincia di Bolzano (3%) e Sicilia (1%) (Figura 7.2).

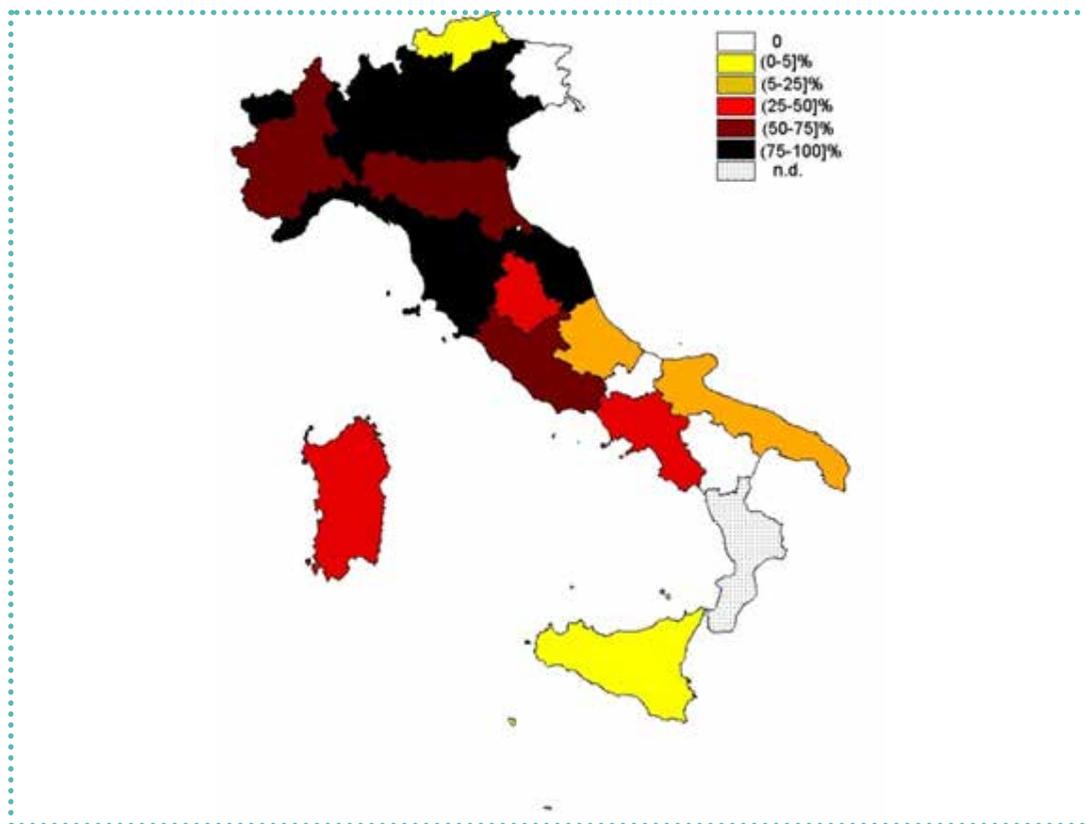
Non si evidenziano significativi incrementi rispetto al 2013 della percentuale di popolazione residente in comuni con classificazione acustica approvata, pari al 64% della popolazione totale, né della percentuale di superficie zonizzata, pari al 50% dell'intera superficie nazionale. La situazione presenta forti disomogeneità nel territo-

rio nazionale; le regioni in cui si registrano le più alte percentuali di popolazione zonizzata sul totale della popolazione residente sono: Valle d'Aosta con il 100%, Toscana 99,6%, Marche 99,3%, Lombardia 97,5% e Veneto 94,9% (Figura 7.3).

La percentuale dei comuni italiani dotati di classificazione (58%) e le evidenti differenze territoriali mostrano una non ancora sufficiente applicazione dello strumento e una diffusione non uniforme in ambito nazionale, con politiche efficaci in alcune regioni e la presenza di stasi in altre. 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 pienamente integrato con i principali dispositivi di pianificazione territoriale e con gli altri piani connessi con tematiche ambientali. L'utilizzo della relazione biennale sullo stato acustico del comune, introdotta dalla Legge 447/95, quale strumento di analisi e gestione della problematica "inquinamento acustico" in ambito comunale, risulta ampiamente disatteso. Non si rilevano, infatti, variazioni rispetto agli anni precedenti: sul totale di 149 comuni con popolazione superiore a 50.000 abitanti con obbligo di redazione, al 2014, solo 21 comuni hanno approvato una relazione sullo stato acustico, con presenze maggiori in Toscana, con 11 comuni adempienti su 13 e in Lombardia con 5 comuni su 15. Anche l'adozione del Piano di risanamento acustico comunale, prevista dalla Legge 447/95, è scarsamente adoperata: dai dati disponibili, solo 65 comuni dei 4.686 dotati di classificazione acustica, hanno approvato il Piano di risanamento acustico (pari all'1,4%). Tale strumento di pianificazione è utilizzato prevalentemente in Toscana, con 45 Piani di risanamento approvati, pari al 16% sul totale dei piani di classificazione acustica approvati nella regione stessa.

Considerando i principali adempimenti comunali, il 58% dei comuni ha approvato il piano di classificazione acustica del territorio, l'1,4% dei comuni dotati di piano di classificazione acustica ha adottato un piano di risanamento e il 14% dei comuni aventi obbligo ha redatto una relazione biennale sullo stato acustico.

Figura 7.2: Percentuale di comuni che hanno approvato la classificazione acustica sul numero totale di comuni di ogni regione/provincia autonoma (aggiornamento dati al 31/12/2014)



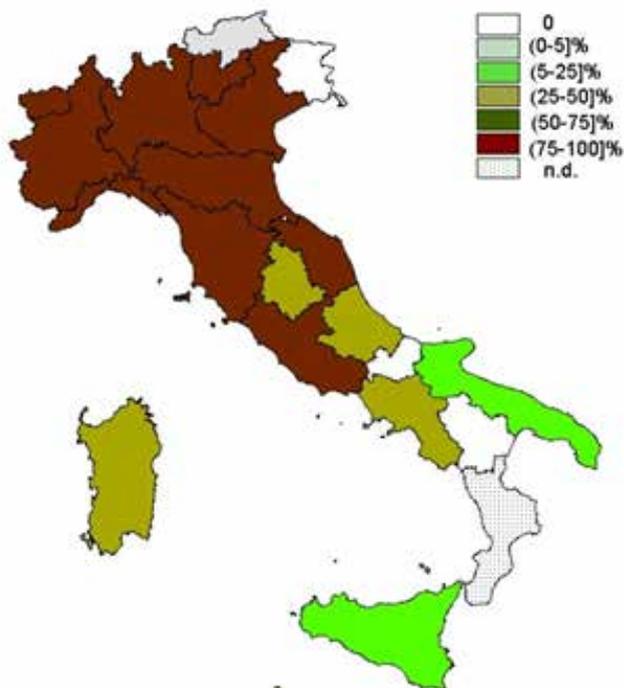
Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ARPA/APPA e dati ISTAT

Nota:

I dati riferiti a Campania e Sicilia non sono aggiornati al 2014

La percentuale di comuni italiani che ha approvato la classificazione acustica, al 31 dicembre 2014, è pari al 58%.

Figura 7.3: Percentuale di popolazione residente in comuni che hanno approvato la classificazione acustica sul totale della popolazione di ogni regione/provincia autonoma (aggiornamento dati al 31/12/2014)



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ARPA/APPA e dati ISTAT

Nota:

I dati riferiti a Campania e Sicilia non sono aggiornati al 2014

La percentuale di popolazione residente in comuni che ha approvato la zonizzazione è pari al 64%.

La caratterizzazione acustica dell'intorno aeroportuale, di cui ai decreti attuativi della Legge 447/95 in materia di rumore aeroportuale, è approvata, al 2014, in 20 dei 46 aeroporti nazionali nei quali, considerando esclusivamente il trasporto aereo commerciale, è distribuito il traffico nazionale e internazionale, mentre è in corso di valutazione in altri 7. Le azioni di risanamento previste dalla Legge quadro per i gestori/proprietari delle infrastrutture di trasporto presentano distinzioni: per le ferrovie e la quasi totalità 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

Attualmente 20 aeroporti su 46 hanno approvato la classificazione acustica dell'intorno aeroportuale.

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, sono 19 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 interventi di risanamento; infine, un solo gestore deve ancora presentare il PCAR di propria competenza. ISPRA ha curato l'istruttoria tecnica dei piani presentati, sedici dei quali sono stati approvati dal MATTM a valle dell'intesa raggiunta in sede di Conferenza unificata, mentre gli altri 3 sono ancora in fase istruttoria.

ISPRA, in ottemperanza all'art. 4 del D.Lgs. 262/2002, è responsabile della sorveglianza sul mercato stabilita nell'ambito della Direttiva 2000/14/CE. Al fine, quindi, di garantire il rispetto degli adempimenti ha svolto 529 controlli documentali, nel periodo dal 2011 al 2014, relativi a oltre cinquemila modelli di macchine e attrezzature rumorose e sono state svolte 30 attività ispettive previste dal DM 4 ottobre 2011, presso le aziende. I dati relativi al controllo sul mercato ai sensi dell'art. 4 del D.Lgs 262/2002 "Attuazione della Direttiva 2000/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto" sono disponibili sul sito istituzionale dell'ISPRA.

(<http://agentifisici.isprambiente.it/MacchineAperto/statistiche.php>)

Il rumore subacqueo: attualità e nuove prospettive

Il rumore sottomarino viene percepito sia dal mondo scientifico sia dalle Pubbliche amministrazioni come argomento di crescente preoccupazione.

Come noto, il rumore sottomarino può avere molteplici effetti sugli organismi viventi; questi possono spaziare dalle modifiche comportamentali a quelle fisiologiche, per finire con gli effetti letali, a seconda di come (livelli sorgente) e quanto (dose) il rumore viene somministrato. Il rumore sottomarino di origine antropica può essere di breve durata, come per esempio quello impulsivo generato dalle esplorazioni sismiche o dalla infissione di pali necessari alla costruzione di piattaforme, o di lunga durata, come per esempio quello continuo generato dai dragaggi o dalla navigazione commerciale. La maggior parte delle attività antropiche commerciali genera alti livelli di rumore distribuiti su aree molto ampie. Vi è evidenza scientifica sufficiente per osservare che, pur con sostanziali differenze a seconda degli organismi colpiti, il rumore può avere effetti notevoli, anche letali, sulle comunità viventi, mentre rimangono ancora in parte sconosciuti natura e persistenza dei danni a livello di popolazioni e specie.

La comunità scientifica ha dimostrato la presenza di impatti sui pesci (anche allo stato larvale) e sui crostacei, includendo fra questi specie di spiccato interesse commerciale. Indirettamente, influenzando sulle popolazioni di pesci, alcuni tipi di rumore possono avere effetti negativi anche sull'avifauna marina e sulla rete trofica in genere. Inoltre sono stati dimostrati impatti diretti sui mammiferi marini. Per questi ultimi, oltre a un impatto di tipo fisiologico con danni ai tessuti corporei, che può portare anche alla morte dell'organismo, potenziali effetti del rumore possono verificarsi anche a livello comportamentale (allontanamento dall'area, perdita di efficienza nell'accoppiamento) e percettivo (mascheramento dei segnali acustici) con possibili effetti a lungo termine a livello di popolazione.

Pur se in origine la definizione proposta da UNCLOS (*United Nations Convention on the Law on the Sea*) per "transboundary pollution" citasse altre forme di energia, il suono subacqueo, sostanzialmente formato da una onda di pressione che può coprire notevoli distanze e non rispetta i confini politici degli Stati, ben si sposa con la definizione di "inquinamento transfrontaliero". Pertanto, e in ragione della sua natura transfrontaliera, il rumore sottomarino deve essere gestito a livello internazionale.

Recentemente sono state intraprese diverse iniziative a livello internazionale volte a misurare l'impatto del rumore subacqueo negli oceani su ampia scala geografica e temporale.

La Direttiva Quadro sulla Strategia Marina (*Marine Strategy Framework Directive 2008/56/EC*) e la conseguente Decisione della Commissione 2010/477/EC riconosce per la prima volta il rumore sottomarino come una vera e propria forma di inquinamento, includendolo fra gli 11 descrittori qualitativi (D11) del buono stato ambientale (GES) dei nostri mari e definendone gli indicatori. In particolare, il descrittore 11.1 riguarda i suoni impulsivi generati dalle attività antropiche che potrebbero avere un impatto significativo sulla fauna marina, mentre il descrittore 11.2 riguarda il rumore continuo generato dal traffico marittimo quale pressione di rilevanza a livello dell'intero ecosistema marino.

La Direttiva Quadro sulla Strategia Marina (MSFD) chiede a ciascun Stato membro di raggiungere entro il 2020 il buono stato ambientale (GES "Good Environmental Status") per le proprie acque marine mettendo in atto una strategia marina che culmini in un programma di misure (da elaborare entro il 2015).

Per il rumore definisce come segue il buono stato ambientale (GES):

D11 - l'introduzione di energia, comprese le fonti sonore sottomarine, è a livelli che non hanno effetti negativi sull'ambiente marino e ne indica i due descrittori, 11.1 per i suoni impulsivi e 11.2 per i suoni continui.

11.1. Distribuzione spazio-temporale di suoni impulsivi di frequenza bassa e media ad alta intensità

- Proporzioni dei giorni e loro distribuzione in un anno solare, sulle aree di una determinata superficie e loro distribuzione spaziale, in cui le fonti sonore antropogeniche superano livelli che potrebbero avere un impatto significativo sulla fauna marina, misurati come SEL livello di esposizione sonora (in dB re $1\mu\text{Pa} \cdot \text{s}$) o come livello di pressione sonora di picco (in dB re $1\mu\text{Pa peak}$) a un metro, misurati sulla banda di frequenza da 10 Hz a 10 kHz (11.1.1)

11.2. Suono continuo a bassa frequenza

- Tendenze nei livelli di rumore ambientale entro le bande a 1/3 di ottava le cui frequenze centrali sono rispettivamente 63 e 125 Hz (re $1\mu\text{Pa RMS}$; medie del livello di rumore su un anno in queste bande di un terzo di ottava) misurate tramite stazioni di osservazione e/o utilizzando modelli, se appropriato (11.2.1)

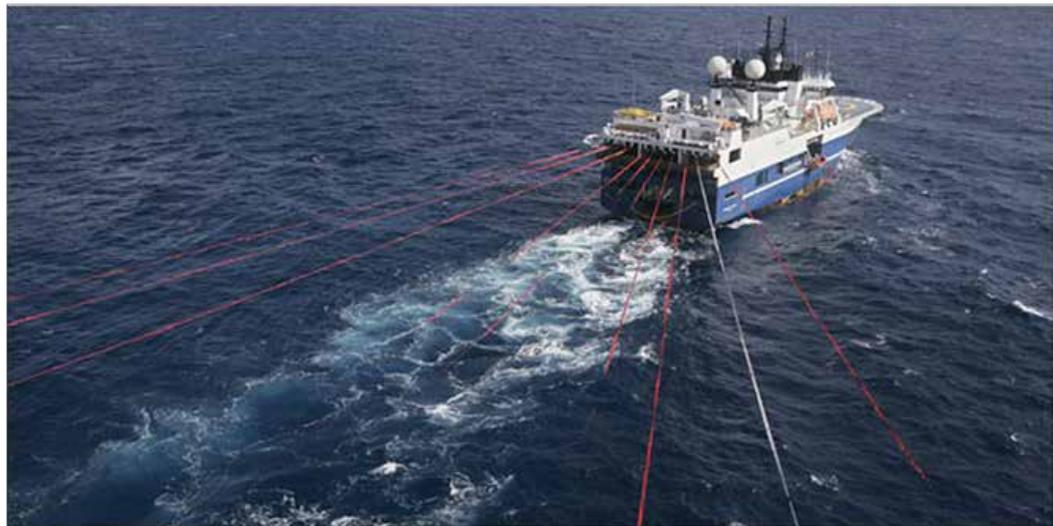
La direttiva è recepita a livello nazionale con il D.Lgs. del 13/10/2010, n. 190 (Attuazione della Direttiva 2008/56/EC che istituisce un quadro per l'azione comunitaria nel campo della politica per l'ambiente marino. Pubblicato nella G.U. Uff. 18 novembre 2010, n. 270, con il quale l'Italia si impegna a raggiungere il GES.

Inoltre, la Convenzione sulla Diversità Biologica (CBD) ha cominciato di recente a trattare la tematica nell'ambito dell'item *Marine and Coastal Biodiversity*, in particolare per quanto concerne le misure di mitigazione da mettere in atto prima e/o durante l'esecuzione di attività a mare che generano rumore.

Le attività di origine antropica che generano rumore in mare sono molteplici. Per semplicità la MSFD le divide in due gruppi a seconda del rumore generato: suoni impulsivi e suoni continui.

I suoni impulsivi causano notoriamente modifiche comportamentali nelle specie marine, in particolare nei mammiferi marini, in alcuni casi anche traumi fisiologici o morte. Sono generati in linea di massima da prospezioni geosismiche, *pile driving* (infissione di pali), esplosioni, sonar militare e da pesca e sono di natura transitoria.

Figura 1: : Nave per esplorazione sismica



Fonte: *web*

Figura 2: Parco eolico *offshore*



Fonte: *web*

I suoni continui possono causare il mascheramento dei segnali acustici riducendo la capacità delle specie di utilizzare il suono per la comunicazione, per la ricerca del cibo e per la navigazione. Per convenzione in ambito MSFD essi sono causati principalmente dal traffico navale e, quindi, dal trasporto marittimo in genere.

Fra le attività antropiche che generano rumore, il trasporto marittimo costituisce oggi il principale responsabile dell'immissione in mare di suoni in grado di provocare alcuni degli impatti sopra citati. Solo una netta riduzione del rumore generato dalle navi permetterebbe di mitigare eventuali impatti e contestualmente di migliorare l'efficienza energetica e il rendimento delle stesse navi.

È noto, infatti, che il rumore generato dalle navi è dovuto sia ai macchinari e agli ingranaggi (nei motori a scoppio) sia in gran parte dovuto al fenomeno di cavitazione dell'elica, responsabile allo stesso tempo di un notevole spreco energetico (l'energia di spinta della pala è dissipata in calore e rumore).

Figura 3: Nave commerciale



Fonte: @C.Costa - www.oceanships.de.vu

Le misure del rumore subacqueo pongono una sfida agli Stati membri, in quanto al presente non sono disponibili standard europei né sulle unità di misura, né sul monitoraggio e sulla mappatura dei suoni. Pertanto, l'UE ha istituito nel 2010 un gruppo di lavoro --TG Noise (*Technical Group on Noise*) -- per definire problemi e relative soluzioni inerenti il rumore subacqueo. Tasker *et al.* (2010) e Van der Graaf *et al.* (2012) hanno definito i problemi immediati in relazione alle definizioni fisiche del suono subacqueo, alla metrica e alle misure. Deekeling *et al.* (2014, I, II, III) hanno inquadrato i problemi in un'ottica operativa e regionale e fornito una guida iniziale sulla metrica, le misure e le metodologie di modellistica e mappatura dei rumori. Recentemente, anche il *National Physical Laboratory* (UK), istituto di riferimento per la metrologia, ha

compilato, con l'intento di fornire una guida nelle more della pubblicazione degli standard internazionali, un documento per le misure del rumore in mare rivisto e adottato da numerosi esperti della materia (*Good Practice Guide n. 133 Underwater Noise Measurements* NPL 2014, ANSI 2009, ISO 17028-1 2011).

Allo stato attuale si può pertanto affermare che le conoscenze scientifiche dimostrano come il rumore subacqueo di origine antropica possa avere impatti negativi su una grande varietà di organismi marini. Rimane da colmare il *gap* conoscitivo sugli effetti del rumore subacqueo a livello di popolazioni e di ecosistema.

Certamente sia la normativa vigente sia il principio precauzionale suggeriscono di sviluppare e trasferire tecnologie sempre più silenziose per l'esplorazione sugli idrocarburi (*airgun*), per le costruzioni a mare (*pile driving*) e per le navi, e applicare le migliori pratiche disponibili in tutte le attività rilevanti.

Riferimenti bibliografici

Tasker, M.L., Amundin, M., Andre, M., Hawkins, A., Lang, W., Merck, T., Scholik-Schlomer, A., Teilmann, J., Thomsen, F., Werner, S. and Zakharia, M. 2010. Marine Strategy Framework Directive. Task Group 11 Report, Underwater noise and other forms of energy. European Union and ICES. 58pp.

Van der Graaf, A.J., Ainslie, M.A., André, M., Brensing, K., Dalen, J., Dekeling, R.P.A., Robinson, S., Tasker, M.L., Thomsen, F., Werner, S. 2012. European Marine Strategy Framework Directive - Good Environmental Status (MSFD GES): Report of the Technical Subgroup on Underwater noise and other forms of energy.

Dekeling, R.P.A., Tasker, M.L., Van der Graaf, A.J., Ainslie, M.A., Andersson, M.H., André, M., Borsani, J.F., Brensing, K., Castellote, M., Cronin, D., Dalen, J., Folegot, T., Leaper, R., Pajala, J., Redman, P., Robinson, S.P., Sigray, P., Sutton, G., Thomsen, F., Werner, S., Wittekind, D., Young, J.V., 2014. Monitoring Guidance for Underwater Noise in European Seas, Part I: Executive Summary, JRC Scientific and Policy Report EUR 26557 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2014, doi: 10.2788/29293

Dekeling, R.P.A., Tasker, M.L., Van der Graaf, A.J., Ainslie, M.A., Andersson, M.H., André, M., Borsani, J.F., Brensing, K., Castellote, M., Cronin, D., Dalen, J., Folegot, T., Leaper, R., Pajala, J., Redman, P., Robinson, S.P., Sigray, P., Sutton, G., Thomsen, F., Werner, S., Wittekind, D., Young, J.V., 2014. Monitoring Guidance for Underwater Noise in European Seas, Part II: Monitoring Guidance Specifications, JRC Scientific and Policy Report EUR 26555 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2014b, doi: 10.2788/27158

Dekeling, R.P.A., Tasker, M.L., Van der Graaf, A.J., Ainslie, M.A., Andersson, M.H., André, M., Borsani, J.F., Brensing, K., Castellote, M., Cronin, D., Dalen, J., Folegot, T., Leaper, R., Pajala, J., Redman, P., Robinson, S.P., Sigray, P., Sutton, G., Thomsen, F., Werner, S., Wittekind, D., Young, J.V., 2014. Monitoring Guidance for Underwater Noise in European Seas, Part III: Background Information and Annexes, JRC Scientific and Policy Report EUR 26556 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2014c, doi: 10.2788/2808

INQUINAMENTO ELETTROMAGNETICO

Il problema

Le principali sorgenti operanti alle radiofrequenze (RF) (impianti radio-televisivi e stazioni radio base per la telefonia mobile) e alle frequenze estremamente basse (ELF) (elettrodotti) continuano ad avere un ruolo principale nelle attività di controllo da parte degli Organi competenti proprio alla luce delle criticità ambientali e sociali che le hanno da sempre caratterizzate. Soprattutto le Stazioni radio base (SRB) per la telefonia mobile e alcune tipologie di sorgenti ELF (maggiormente linee elettriche 132 kV e 150 kV e le cabine di trasformazione secondarie) vengono installate in ambienti fortemente antropizzati e questo ha comportato negli anni diverse criticità dal punto di vista di impatto ambientale e sociale. Oltre, ovviamente, a limitare quanto più possibile l'impatto ambientale di tali sorgenti (dal rispetto dei limiti imposti dalla normativa vigente all'ottimizzazione della dislocazione sul territorio degli stessi impianti), occorre evidenziare il costante impegno da parte delle autorità competenti nel continuare a utilizzare e raffinare quegli stessi strumenti di monitoraggio e informazione che hanno permesso, negli anni passati, di dare un forte impulso positivo all'aspetto sociale di tale problematica. Tutto ciò permette oggi di riscontrare una diminuzione dell'attenzione della popolazione soprattutto nei confronti delle sorgenti RF.

È necessario continuare a raffinare gli strumenti di raccolta dati e informazione al pubblico al fine di ottenere una migliore conoscenza delle ripercussioni ambientali di tali impianti sul territorio nazionale.

Le principali sorgenti CEM

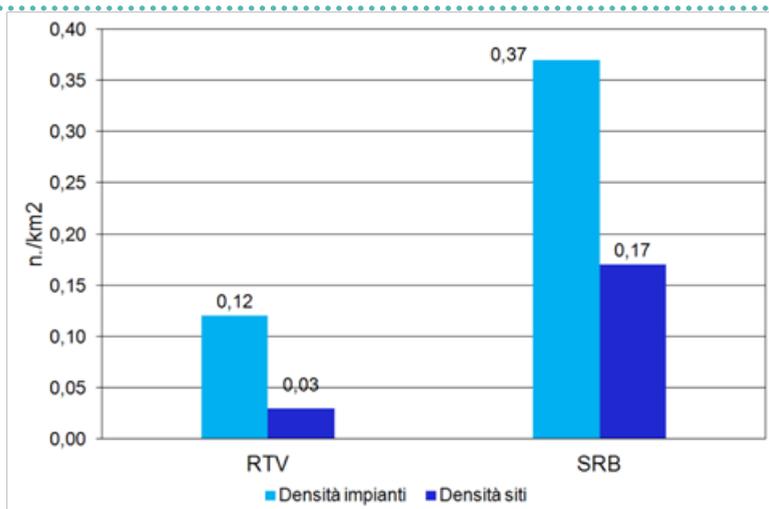
Le informazioni che seguono riguardano le sorgenti di campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, rappresentate dagli elettrodotti e dagli impianti per radio-telecomunicazione (radio, tv e stazioni radio base), oggetto del database "Osservatorio CEM", popolato annualmente dai referenti delle ARPA/APPA.

Relativamente al 2013 (Figura 6.5), si nota che le SRB continuano a presentare una densità di impianti, sull'intera superficie nazionale, 3 volte superiore rispetto a quella relativa agli impianti radiotelevisivi (RTV) (rispettivamente 0,37 e 0,12 impianti per km²); anche la densità dei siti SRB (0,17 siti per km²) è circa 6 volte superiore rispetto a quella dei siti RTV (0,03 siti per km²). L'impatto ambientale, in termini di pressione esercitata dalle installazioni di detti impianti sul territorio nazionale, dal 2012 al 2013, ha subito una variazione legata principalmente agli impianti SRB che sono aumentati del 9% e alla relativa potenza complessiva aumentata del 13%. Gli impianti RTV risultano, invece, aumentati del 2% ma con una potenza complessiva diminuita del 7% rispetto al 2012.

Tali informazioni sono state ricavate dalle regioni che hanno fornito il dato completo per i due anni considerati per entrambe le tipologie di impianti (Piemonte, Valle d'Aosta, Lombardia, Veneto, Emilia-Romagna, Toscana, Umbria e Marche e la provincia autonoma di Bolzano).

Tra il 2012 e il 2013 si è registrato un aumento degli impianti SRB e della relativa potenza complessiva pari, rispettivamente, al 9% e al 13%. Gli impianti RTV risultano invece aumentati del 2%, ma con una potenza complessiva diminuita del 7% rispetto al 2012.

Figura 7.4: Densità di impianti e di siti, confronto tra RTV e SRB, relativamente alle regioni per le quali è disponibile il dato completo (2013)

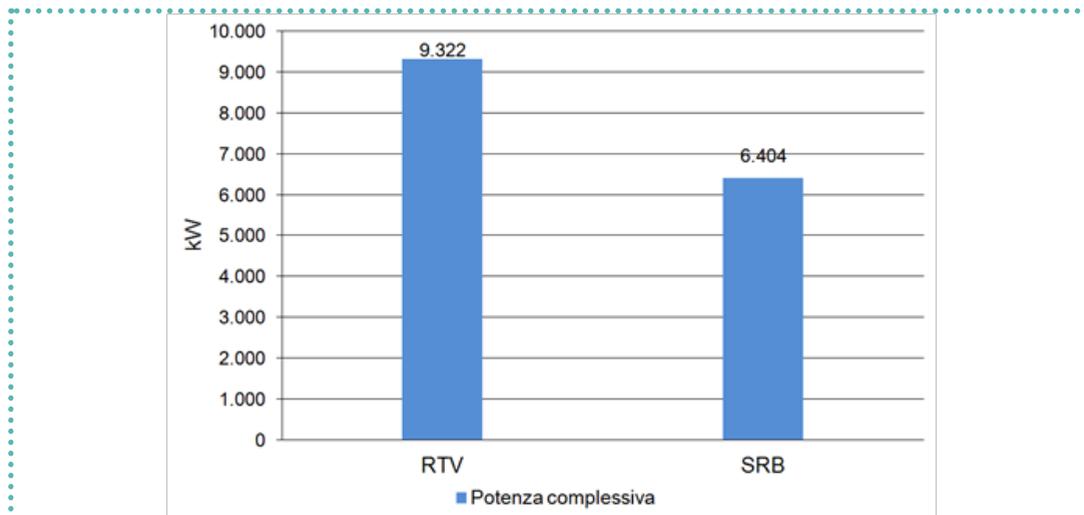


Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ARPA/APPA (Osservatorio CEM)

Le SRB presentano una densità di impianti sull'intera superficie nazionale 3 volte superiore rispetto agli impianti RTV. Situazione simile per la densità dei siti, dove le SRB hanno una densità circa 6 volte superiore a quella degli impianti RTV.

La potenza complessiva degli impianti RTV (9.322,06 kW) risulta essere 1,4 volte superiore a quella degli impianti SRB (6.403,73 kW). La minore potenza complessiva associata agli impianti SRB comporta una maggiore pressione sul territorio rispetto agli impianti RTV, evidenziata in precedenza, al fine di garantire comunque la copertura del territorio sulla base delle esigenze del servizio di telefonia mobile.

Figura 7.5: Potenza complessiva, confronto tra RTV e SRB, relativamente alle regioni per le quali è disponibile il dato completo (2013)

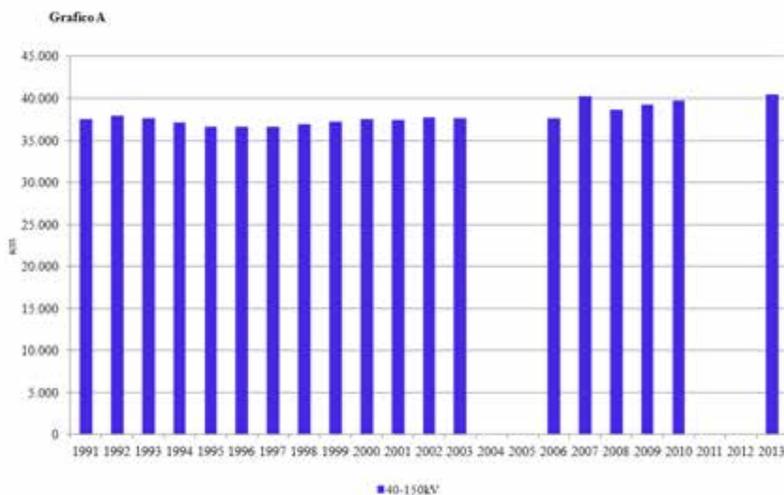


Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ARPA/APPA (Osservatorio CEM)

La pressione ambientale più consistente in termini di potenza è esercitata dagli impianti RTV. Questi ultimi, infatti, sono caratterizzati da un livello di potenza complessivo circa 1,4 volte superiore rispetto a quello degli impianti SRB.

In questo contesto, un'altra importante pressione è esercitata dalle linee elettriche ad alta e altissima tensione. Dal 2010 al 2013 si notano delle minime variazioni con un aumento dell'1,6% delle linee elettriche con tensione compresa tra 40 e 150 kV e un aumento dell'1,3% delle linee elettriche con tensione a 380 kV. Le linee elettriche con tensione a 220 kV risultano invece aumentate dell'1,4%. Per ricavare tali informazioni sono state considerate tutte le regioni. Per quanto riguarda l'informazione sulla consistenza della rete elettrica nazionale, distinta per tensione, sono aggiornati al 31/10/2013. In Figura 7.6 è riportato il *trend* (1999-2013) relativo alle linee elettriche ad alta tensione.

Figura 7.6: Trend relativo alla lunghezza delle linee elettriche con tensione compresa fra 40 kV e 150 kV (1999-2013)



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati Terna S.p.A., Acea S.p.A e Osservatorio CEM

Dal 2010 al 2013 si notano delle minime variazioni con un aumento dell'1,6% delle linee elettriche con tensione compresa tra 40 e 150 kV.

Le azioni per contenere l'inquinamento elettromagnetico

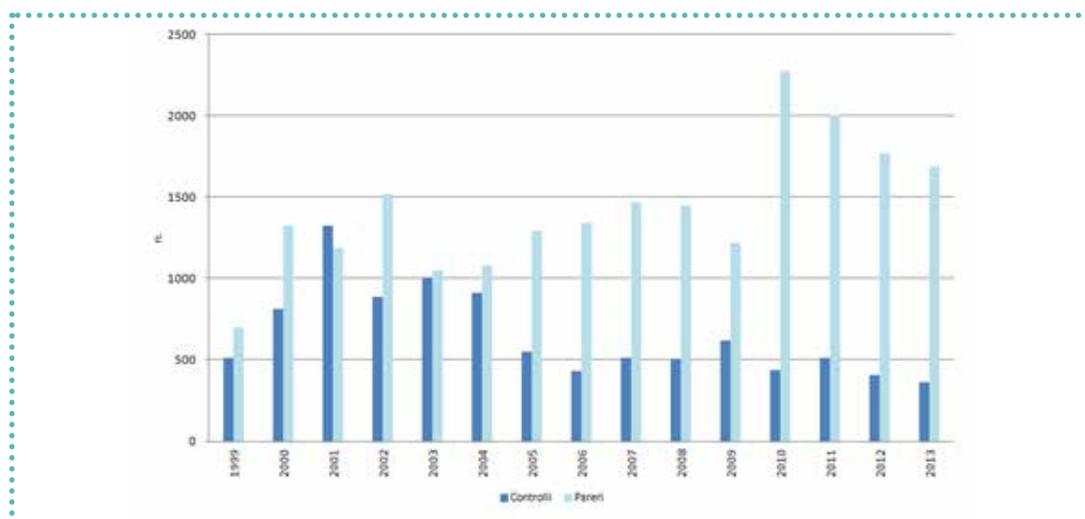
Le attività di controllo e vigilanza relative agli impianti ELF (*Extremely Low Frequency*), RTV e SRB, affidate per legge (art. 14 della Legge quadro 36/2001) alle ARPA/APPA, forniscono un importante supporto alle amministrazioni comunali e provinciali in fase autorizzativa (pareri preventivi) e in fase di esercizio (controlli post attivazione con modelli previsionali e strumentali) degli impianti di radiotelecomunicazione. Le Agenzie sfruttano i risultati di queste attività non solo per lo scopo primario di verifica del rispetto dei limiti fissati dalla normativa vigente (DPCM 8/07/2003), ma anche per raccogliere negli anni informazioni per una migliore conoscenza delle ripercussioni sull'ambiente delle emissioni di determinate sorgenti elettromagnetiche e per promuovere un'informazione più completa e trasparente alla popolazione. Dal 2012 al 2013, considerando le regioni che hanno fornito il dato completo e aggiornato per entrambe le tipologie di sorgente (Piemonte, Valle d'Aosta, Lombardia, Bolzano, Veneto, Liguria, Toscana, Umbria, Marche, Molise, Puglia e Basilicata) si evidenzia un aumento del numero dei pareri preventivi pari al 12% per le SRB e una diminuzione pari al 28% per gli RTV. Il totale dei controlli effettuati sulle SRB è aumentato del 28% mentre i controlli effettuati su richiesta dei cittadini risultano diminuiti del 18%. Nel caso degli impianti RTV si registra una diminuzione del numero totale dei controlli effettuati dalle ARPA/APPA pari al 5%; i relativi controlli effettuati su richiesta sono invece rimasti sostanzialmente invariati rispetto al 2012.

Tra il 2012 e il 2013, si evidenzia un aumento del numero dei pareri preventivi pari al 12% per le SRB e una diminuzione pari al 28% per gli RTV.

I controlli su richiesta dei cittadini relativi agli impianti SRB sono diminuiti del 28% mentre per gli impianti RTV sono rimasti sostanzialmente invariati.

Per quanto riguarda i pareri e i controlli relativi agli elettrodotti (ELF) tra il 2012 e il 2013, si rileva una diminuzione pari al 18% del numero dei pareri preventivi e pari al 9% del numero di controlli effettuati. Le informazioni relative alle sorgenti ELF sono state ricavate dalle regioni che hanno fornito il dato completo per i due anni considerati (Piemonte, Valle d'Aosta, Lombardia, Bolzano, Veneto, Liguria, Toscana, Umbria, Marche, Molise, Puglia e Basilicata). Si precisa che il *trend* riportato in Figura 7.7 si riferisce alle regioni per le quali è disponibile la serie completa 1999-2013 (Valle d'Aosta, Lombardia, Provincia autonoma di Bolzano, Veneto, Emilia-Romagna, Toscana, Umbria, Marche, Abruzzo, Molise e Basilicata).

Figura 7.7: Trend del numero dei pareri e controlli per sorgenti di campi ELF in Italia



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ARPA/APPA (Osservatorio CEM)

Nota:

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

Dal 1999 al 2013 il numero di controlli sulle sorgenti ELF ha avuto un andamento piuttosto variabile che manifesta, dal 2005, una generale diminuzione rispetto ai precedenti anni.

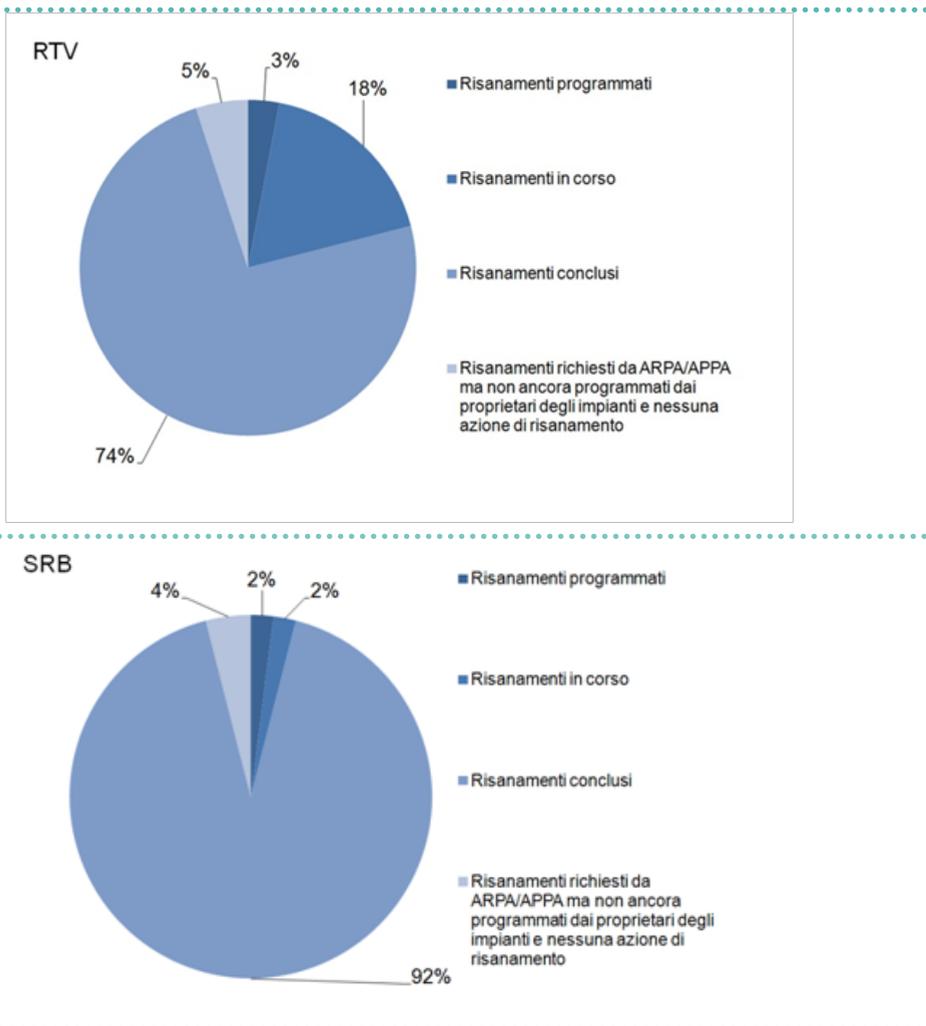
Tra il 2013 e il 2014 si può notare che i casi di superamento dei limiti di legge relativi agli impianti RTV sono rimasti pressoché invariati (da 355 a 358) mentre quelli relativi alle SRB sono aumentati del 13% (da 46 a 52). Alla fine del 2013 i casi di superamento risanati relativi agli impianti RTV risultavano essere il 69% del totale, mentre alla fine del 2014 la percentuale è diventata del 74%. Le percentuali delle azioni di risanamento concluse che coinvolgono le SRB, invece, sono sostanzialmente più elevate di quelle relative agli impianti RTV (85% alla fine del 2013 e 92% alla fine del 2014) (Figura 7.8). Per gli impianti RTV

Casi di superamento dei limiti di legge riguardo agli impianti RTV (pari a 358) sono circa 7 volte superiori a quelli relativi agli impianti SRB (pari a 52).

infatti la complessità del risanamento (coinvolgimento di più impianti, difficoltà nel mantenimento della stessa qualità del servizio di cui agli atti di concessione) comporta una maggiore presenza di risanamenti da concludere. Le informazioni appena fornite riguardano le regioni per cui il dato è aggiornato per entrambe le tipologie di impianto e confrontabile con i dati della precedente edizione dell'Annuario dei dati ambientali (Valle d'Aosta, Lombardia, Bolzano, Veneto, Liguria, Emilia-Romagna, Umbria, Marche, Molise e Puglia). Occorre precisare che le informazioni riguardanti lo stato delle azioni di risanamento corrispondono allo stato di attuale conoscenza del Sistema agenziale ISPRA- ARPA/APPA. Lo scenario normativo regionale non presenta novità riguardo alla protezione della popolazione da esposizione ai campi elettromagnetici. Poche sono ancora le regioni provviste di un catasto sia per l'alta sia per la bassa frequenza; infatti solo 11 regioni (Valle d'Aosta, Liguria, Emilia-Romagna, Toscana, Umbria, Marche, Abruzzo, Campania, Calabria, Sardegna e Puglia) hanno un catasto RF/ELF in corso di realizzazione o realizzato.

Poche sono ancora le regioni provviste di un catasto sia per l'alta sia per la bassa frequenza; infatti solo 11 regioni hanno un catasto RF/ELF in corso di realizzazione o realizzato.

Figura 7.8: Stato delle azioni di risanamento nei siti in cui è stato rilevato un superamento a causa di impianti RTV e SRB (1998-2014)



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ARPA/APPA (Osservatorio CEM)

Nota:

I dati sono relativi alle sole regioni/province autonome per le quali si dispone del dato aggiornato al 31/12/2014 per entrambe le tipologie di sorgente RF.

Per gli impianti RTV l'azione di risanamento è tecnicamente più complessa, infatti, le percentuali delle azioni di risanamento concluse che coinvolgono le SRB sono sostanzialmente più elevate di quelle relative agli impianti RTV (70% per RTV e 92% per SRB).

Indagini elettromagnetiche a bordo dei treni ad alta velocità

Tra il 2010 e il 2013 ISPRA ha condotto diverse indagini elettromagnetiche a bordo dei treni ad alta velocità (AV) al fine di fornire un parere radioprotezionistico, ai sensi dell'art.87 del Decreto Legislativo del 1 agosto 2003, n. 259, per l'installazione sui suddetti treni dei sistemi denominati "In Train Repeater" e "In Train Wi-Fi". ISPRA, in virtù delle proprie funzioni istituzionali, secondo quanto stabilito dall'art. 2 della Legge n. 61 dell'1 gennaio 1994, è il soggetto idoneo per la valutazione della problematica in esame dal punto di vista tecnico-scientifico e per l'emissione di un relativo parere, visto il carattere sovra-comunale e anche sovra-regionale del progetto che, nello specifico, non comporta alterazione dello stato dei luoghi sotto il profilo urbanistico-edilizio.

In particolare, tali indagini sono state effettuate a bordo di:

- ESAV 9699 nella tratta Roma-Napoli e ESAV 9526 nella tratta Napoli-Roma
- ESAV Frecciargento ETR610-004 "9416" nella tratta Roma-Bologna
- ESAV Frecciargento ETR600 "9402" nella tratta Roma Venezia
- ESAV Frecciargento ETR485-041 "9464" nella tratta Roma-Brescia
- AGV 575 "Italo" di NTV nella tratta Roma-Napoli

Si sottolinea che nel presente focus sono fornite informazioni generali che accomunano le varie indagini svolte, i relativi riferimenti normativi e una sintesi dei risultati ottenuti; è possibile comunque approfondire ogni singolo studio effettuato a bordo treno attraverso le relazioni tecniche integrali consultabili al seguente link:

<http://agentifisici.isprambiente.it/component/phocadownload/category/72-cem-documentazione-tecnica.html>

Lo scopo delle indagini è stato quello di determinare gli aspetti di impatto elettromagnetico dei sistemi precedentemente citati attraverso misure dirette e valutazioni teoriche dei livelli di esposizione presenti a bordo dei treni AV.

Accertamento dell'esistente

Per ogni indagine è stato inizialmente effettuato un accertamento dell'esistente analizzando dettagliatamente i *layout*, le caratteristiche costruttive e le potenze degli apparati presenti a bordo treno.

Il sistema "In Train Repeater" è costituito, per ciascuna carrozza ferroviaria, da un'antenna esterna che capta il segnale, un ripetitore digitale interno e un cavo fessurato che, percorrendo la carrozza da una estremità all'altra (il cavo fessurato è alloggiato in un'intercapedine presente nella parte superiore della carrozza, Figura 1 e 2), distribuisce il segnale agli utenti/passeggeri. Ciascun ripetitore digitale interno utilizzato è configurato in modo tale da replicare a bordo del treno il segnale GSM e UMTS degli operatori mobili nazionali partecipanti al progetto (per Trenitalia Tim, Tre, Vodafone e Wind e per NVT Tim e Vodafone).

A regime, il sistema "In Train Repeater" viene disattivato ogni qualvolta il treno entra in aree, come le stazioni, dotate di elevata copertura di rete, in quanto, in tali circostanze, il segnale esterno è più che sufficiente per garantire adeguati livelli di comunicazione cellulare senza necessità di amplificazione.

Figura 1: Disposizione del cavo fessurato nella carrozza (ESAV 9699 e ESAV 9526)



Fonte: ISPRA

Figura 2: Particolare del cavo fessurato nella carrozza (ESAV 9699 e ESAV 95)



Fonte: ISPRA

Figura 3: Vista del vano di alloggiamento apparati su ETR 600



Fonte: ISPRA

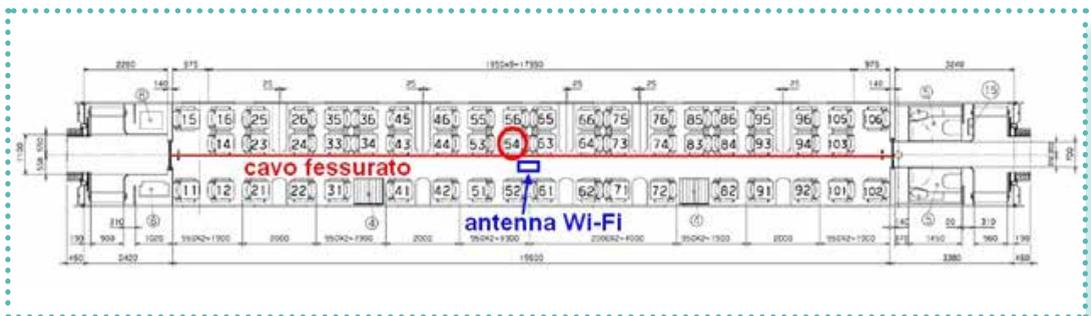
Figura 4: Particolare degli apparati su ETR600



Fonte: ISPRA

Il sistema "In Train Wi-Fi", invece, è così costituito: un box in cui sono contenuti, come elementi principali, un *access point Wi-Fi* operante nella banda 2,4 GHz e un *router* mobile. Tale box è installato negli stessi vani in cui sono posizionati i "repeater" del sistema precedente (Figura 3 e 4). In alcuni casi, l'antenna dell'*access point* è esterna all'apparato e, a eccezione del primo e dell'ultimo vagone, è installata nella stessa intercapedine in cui si trova il cavo fessurato, nella posizione corrispondente al centro della carrozza (Figura 5). Nel primo e nell'ultimo vagone, invece, a causa della mancanza degli spazi necessari, l'*access point Wi-Fi* utilizza come antenna lo stesso cavo fessurato che distribuisce il segnale GSM/UMTS agli utenti/passeggeri (previe opportune operazioni di miscelazione/demiscolazione dei segnali) e il segnale *Wi-Fi* è originato dall'*access point* presente nel vestibolo della carrozza adiacente. In altri casi gli *access point Wi-Fi* sono presenti in posizioni diametralmente opposte tra loro e in prossimità di ciascuna delle due porte di ingresso/uscita della carrozza, nascosti nelle capelliere.

Figura 5: : Pianta di una carrozza su ETR 600 con identificazione del posto "peggiore" individuato in prossimità dei sistemi oggetto di indagine (cavo fessurato e antenna Wi-Fi posta a centro carrozza)



Fonte: Trenitalia

Accertamento dell'esistente

L'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici è attualmente regolamentata dalla Legge quadro 36/2001. Tale legge, tra l'altro, fissa le funzioni dello Stato, delle Regioni, delle Province e dei Comuni in materia di istituzione, realizzazione e gestione dei catasti delle sorgenti, di procedimenti autorizzativi all'installazione degli impianti, di controlli sul territorio, ecc.

In applicazione della Legge quadro è stato emanato il DPCM 8 luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz", in base al quale è stato definito il regime di limiti normativi da rispettare per le emissioni a radiofrequenza, escluse le emissioni prodotte da sorgenti pulsate quali i radar e da sorgenti non riconducibili ai sistemi fissi delle telecomunicazioni e radiotelevisivi.

Alla luce di ciò, ai fini del confronto con i valori imposti dalla normativa, si deve far riferimento al limite di esposizione, mentre a titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, all'interno di edifici adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, e loro pertinenze esterne, che siano fruibili come ambienti abitativi quali balconi, terrazzi e cortili esclusi i lastrici solari, deve essere considerato il valore di attenzione, valore che per il campo elettrico viene fissato da tale DPCM a 6 V/m. Inoltre, ai fini della progressiva minimizzazione della esposizione ai campi elettromagnetici, nelle aree intensamente frequentate viene prescritto un obiettivo di qualità che per il campo elettrico è pari a 6 V/m. I

limiti dell'intensità di campo elettrico, di campo magnetico e della densità di potenza, rappresentano i valori che devono essere mediati su un'area equivalente alla sezione verticale del corpo umano e su un qualsiasi intervallo di sei minuti (valori efficaci).

In realtà, la recente Legge 221/2012, recante "Ulteriori misure urgenti per la crescita del Paese", ha convertito in legge, con modificazioni, il DL 179/2012, che all'art. 14, comma 8, introduce novità importanti andando a modificare alcune disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 sopra citato.

In particolare, stabilisce che:

- i livelli di campo da confrontare con i limiti di esposizione, intesi come valori efficaci, devono essere rilevati alla sola altezza di 1,50 m sul piano di calpestio e devono essere mediati su qualsiasi intervallo di 6 minuti;
- i livelli di campo da confrontare con i valori di attenzione e con gli obiettivi di qualità, intesi come valori efficaci, devono essere rilevati alla sola altezza di 1,50 m sul piano di calpestio e sono da intendersi come media dei valori nell'arco delle 24 ore.

È stato ritenuto cautelativo effettuare i rilievi descritti nella presente relazione nei punti valutati più significativi, mediando comunque i valori su un periodo temporale di 6 minuti.

Descrizione dell'indagine e metodologia di misura

Le indagini sono state condotte seguendo delle metodologie standard di misura, adattandole poi ovviamente alle particolari situazioni presenti a bordo treno, come ad esempio la tipologia di sistemi presenti e la loro dislocazione rispetto ai passeggeri.

Generalmente, le misurazioni sono state realizzate durante la normale corsa del treno in presenza di passeggeri a bordo, con i sistemi in indagine mantenuti attivi per tutta la durata del viaggio.

In questa situazione, i passeggeri presenti in carrozza potevano liberamente chiamare tramite telefono e connettersi alla rete *Wi-Fi*. In aggiunta, durante i rilievi, si è cercato di simulare le condizioni "peggiori", cioè quelle di massimo carico, per ciascuno dei due sistemi in indagine. In sostanza, grazie alla collaborazione del personale ISPRA, Telecom Italia e Trenitalia presente al momento delle misurazioni, durante i rilievi sono state effettuate diverse chiamate telefoniche (sia GSM sia UMTS) e una connessione UMTS dati per forzare il "sistema *repeater*" e sono state operate delle connessioni *Wi-Fi* (con alcuni dispositivi in fase di navigazione e/o di *download* di file di grandi dimensioni), per forzare l'emissione massima da parte dell'*access point*.

Sono state eseguite delle misure a banda larga posizionandosi nelle postazioni peggiori, e quindi maggiormente cautelative, identificate nella parte iniziale della carrozza in cui il cavo fessurato è "entrante" (in questo caso infatti può essere considerata trascurabile l'attenuazione longitudinale del cavo) e nella parte della carrozza direttamente in corrispondenza dell'antenna *Wi-Fi* in cui, effettivamente, i valori di campo elettrico rilevati sono risultati maggiormente significativi. Sono state attuate misurazioni a banda larga, mantenendo la testa della sonda a un'altezza di 120 cm/150 cm sul piano di calpestio, nel punto cioè corrispondente alla testa del passeggero seduto (ma in assenza del passeggero e di altri passeggeri nelle immediate vicinanze). In alcuni casi, è stata anche fatta una misurazione a banda larga nella posizione immediatamente prossima al posto individuato in corrispondenza del cavo fessurato stesso "entrante", mantenendo la testa della sonda a un'altezza di 190 cm sul piano di calpestio, nel punto cioè corrispondente alla testa di un passeggero in piedi (tale condizione è peraltro pressoché impossibile da verificarsi per periodi prolungati in condizioni di normale movimento del treno). Una volta stabilito ciò, si è proceduto a registrare il valore di campo elettrico rilevato dallo strumento durante tutto il tragitto in corrispondenza del posto a sedere "peggiore", mantenendo la testa della sonda a un'altezza di 120 cm/150 cm sul piano di calpestio, nel punto cioè corrispondente alla testa del passeggero seduto. Sono state svolte anche misurazioni in banda larga in prossimità del cavo fessurato e dell'*access point*/antenna *Wi-Fi*, ossia posizionando la testa della sonda a 10 cm e a 50 cm dai sistemi appena menzionati. Le operazioni di misura sono state condotte in ottemperanza alla Norma CEI 211-7.

Risultati ottenuti e conclusioni

In Tabella 1 sono stati raggruppati tutti i risultati delle indagini elettromagnetiche svolte a bordo dei treni AV in oggetto. Ogni "x" rappresenta i risultati di una sessione di misura in una particolare posizione della testa della sonda rispetto al piano di calpestio o in corrispondenza del cavo fessurato e/o dell'access Point/Antenna Wi-Fi. Come si evince, nella posizione del passeggero seduto nel posto "peggiore", ossia quello maggiormente prossimo ai sistemi presenti nella carrozza scelta e sotto indagine, il valore efficace di campo elettrico (E) risulta essere sempre inferiore a 2,5 V/m (testa della sonda posizionata a 150 cm dal piano di calpestio) e inferiore a 1,5 V/m (testa della sonda posizionata a 120 cm dal piano di calpestio). Nelle vicinanze del cavo fessurato e dell'access point/antenna Wi-Fi i valori efficaci di E si mantengono sempre al di sotto dei 3 V/m (testa della sonda posizionata a 10 cm di distanza) e di 1,5 V/m (testa della sonda posizionata a 50 cm di distanza).

Tabella 1: Risultati in termini di valori efficaci di campo elettrico (E) ottenuti durante le sessioni di misura svolte a bordo dei treni ad alta velocità

Risultati delle sessioni di misura ottenuti durante le indagini elettromagnetiche svolte a bordo dei treni ad alta velocità										
E (V/m)	10 cm da cavo fessurato	10 cm da Acces Point	50 cm da cavo fessurato	50 cm da Acces Point	10 cm da cavo fessurato + Acces Point/ Antenna Wi-Fi	50 cm da cavo fessurato + Acces Point/ Antenna Wi-Fi	110 cm da piano di calpestio	120 cm da piano di calpestio	150 cm da piano di calpestio	190 cm da piano di calpestio
< 0,2									x x	
< 0,3								x x		
< 0,4									x	
< 0,5								x x	x x x x	
< 0,6			x			x x		x		
< 0,7								x		
< 0,8				x				x x	x	x x
< 1,0			x x				x x	x x x x		
< 1,5		x		x x	x x			xx	x x	x x x x x
< 2,0	x x x x									x
< 2,5									x	
< 3,0	x x	x x								x x

Fonte: ISPRA

Legenda:

X = Risultati ottenuti in una singola sessione di misura in una precisa posizione della testa della sonda.

Sulla base delle indagini effettuate, si può affermare, che i valori sperimentali di campo elettrico riscontrati, emessi dagli impianti in indagine, risultano inferiori al valore di attenzione per il campo elettrico previsto dal DPCM 8/7/2003 (6 V/m).

I valori di campo elettrico più elevati sono stati rilevati nelle immediate vicinanze degli apparati e, comunque, in punti normalmente non accessibili all'utenza in quanto posti ad altezze superiori a 190 cm sul piano di calpestio e in posizione estremamente ravvicinata agli apparati.

Da quanto sopra detto, considerando anche i risultati delle valutazioni teoriche effettuate secondo le ipotesi maggiormente cautelative, si può concludere che la situazione espositiva presente nelle carrozze ferroviarie indagate è conforme alle limitazioni di cautela di cui al DPCM 8 luglio 2003.

Glossario

Agenti fisici:

Si intendono quei fattori che determinano le immissioni di energia in ambiente, potenzialmente dannose per la salute umana e per gli ecosistemi. In questa categoria rientrano il rumore, i campi elettromagnetici, le vibrazioni, l'inquinamento luminoso, le radiazioni ultraviolette (UV) e le radiazioni ionizzanti.

L_{den} :

Descrittore acustico giorno-sera-notte, per il fastidio globale, introdotto dalla Direttiva 2002/49/CE.

L_{night} :

Descrittore acustico notturno, relativo ai disturbi del sonno, introdotto dalla Direttiva 2002/49/CE.

Decibel (dB):

Il decibel (simbolo dB) è un decimo di bel (simbolo B): $10 \text{ dB} = 1 \text{ B}$. Il bel è ormai caduto in disuso, ma rimane l'unità di misura fondamentale da cui il decibel deriva; inoltre le corrispondenti misure sono numeri puri e precisamente vengono ottenute come logaritmo del rapporto fra due grandezze omogenee (esprimibili cioè nella stessa unità di misura, e tali, quindi, che il loro rapporto è un numero puro adimensionale).

Catasto Nazionale sorgenti di rumore:

Realizzato dall'ISPRA, su mandato del Ministero dell'ambiente, è un archivio di dati per la caratterizzazione delle sorgenti di rumore di rilevanza nazionale quali infrastrutture di trasporto o impianti soggetti ad AIA. Il Catasto si presta a essere uno strumento di estrema utilità nell'ambito degli studi di impatto ambientale ma, soprattutto, quale componente dei processi di informazione ambientale indirizzata al pubblico.

Osservatorio CEM:

Il database "Osservatorio CEM" nasce dall'esigenza di sviluppare un'adeguata base conoscitiva, relativa al numero di impianti presenti sul territorio (impianti radiotelevisivi RTV e stazioni radio base per telefonia cellulare SRB per l'alta frequenza ed elettrodotti per le frequenze estremamente basse ELF), alle attività di controllo svolte dalle Agenzie Regionali e Provinciali per la Protezione dell'Ambiente (ARPA/APPA) e alla sussistenza di situazioni critiche sul territorio legate al superamento dei limiti previsti dalla normativa vigente.

Impianto (RF):

Il numero di antenne operanti a una data frequenza equivalgono a un impianto (tale definizione è in linea con le specifiche tecniche dell'Osservatorio CEM).

Sito (RF):

Località geografica in cui sono installati impianti per telecomunicazione. Il sito può essere semplice un solo palo o traliccio, oppure complesso con molti pali e/o tralacci generalmente recintati (tale definizione è in linea con le specifiche tecniche dell'Osservatorio CEM).

Impianti radiotelevisivi (RTV):

Gli impianti per diffusione radio e televisiva che trasmettono onde elettromagnetiche a radiofrequenza, con frequenze comprese tra alcune centinaia di kHz e alcune centinaia di MHz.

Stazioni Radio Base (SRB):

Le stazioni radio base (SRB) sono gli impianti della telefonia mobile che ricevono e ritrasmettono i segnali dei telefoni cellulari. Questi impianti operano in bande di frequenza diverse, tra i 900 e i 2.100 MHz, a seconda del sistema tecnologico utilizzato.