

16. Campi elettromagnetici e radon

a cura di: Patrizia Famà – Settore informazione e qualità dell'ambiente APPA
Mauro Bonomi – Settore laboratorio e controlli APPA (par. 16.5)

con la collaborazione di: Agenda 21 Consulting S.r.l.
Stefano Trolla - Settore tecnico APPA
Marco Niro – Settore informazione e qualità dell'ambiente APPA
(redazione)

16.	Campi elettromagnetici e radon	1
16.1	Stazioni radiobase (SRB)	4
16.2	Impianti radiotelevisivi (RTV).....	6
16.3	Le reti di trasmissione di energia	7
16.4	Monitoraggio dei livelli di campo elettromagnetico	9
16.5	Livelli di concentrazione di radon 222 all'interno degli edifici.....	12
	Vent'anni di reporting ambientale	15
	L'esperto risponde	17

In natura esiste un elettromagnetismo di fondo generato dalla Terra e dalla sua atmosfera che, nel corso dell'evoluzione, ha consentito lo sviluppo degli organismi viventi coesistendo con tutti i sistemi biologici. Le radiazioni elettromagnetiche emesse dai sistemi solare, terrestre e atmosferico, che pur interagendo con le componenti della materia e degli esseri viventi non possiede l'energia sufficiente per modificarle, sono cosiddette radiazioni non ionizzanti.

Le radiazioni non ionizzanti si suddividono in:

- campi elettromagnetici a frequenze estremamente basse (ELF)
- radiofrequenze (RF)
- microonde (MO)
- infrarosso (IR)
- luce visibile

Rispetto all'immissione nell'ambiente di radiazioni elettromagnetiche non ionizzanti, un contributo sostanziale è da attribuire al progresso tecnologico e allo sviluppo industriale degli ultimi 50 anni con la realizzazione di impianti per la diffusione radiofonica e televisiva (RTV), di impianti per la telefonia mobile (Stazioni Radio Base - SRB) e di elettrodotti. Le prime due tipologie di impianti producono radiazioni ad alta frequenza (RF – Radio Frequencies), variabile nel *range* di 3 kHz – 300 MHz. Gli elettrodotti, le sottostazioni elettriche e le cabine di trasformazione producono radiazioni a bassa frequenza (ELF - Extremely Low Frequencies), comprese tra 30 Hz e 300 Hz.

Negli ultimi decenni i possibili effetti nocivi dell'esposizione ai campi elettromagnetici sulla salute umana hanno costituito un'importante area di ricerca. Gli studi condotti finora hanno trovato però poche evidenze di effetti sulla fauna e sulla vegetazione da parte di campi elettromagnetici (CEM¹).

Da anni l'Unione Europea, in base al principio di precauzione, incentra la propria azione sulla protezione dei cittadini dai rischi di danni causati dall'esposizione ai CEM.

In particolare, la Direttiva 2004/40/CE stabilisce le prescrizioni minime di sicurezza e di salute per la protezione dei lavoratori dai rischi connessi all'esposizione a campi elettromagnetici e la Direttiva 2008/46/CE (che modifica in parte la direttiva 2000/40/CE) fissa come termine il 30 aprile 2012 affinché gli Stati membri mettano in vigore le disposizioni legislative, regolamentari e amministrative necessarie per conformarsi alla Direttiva del 2004.

La legge quadro n. 36 del 22 febbraio 2001, “sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”, introduce le definizioni di limite di esposizione per la tutela della salute da effetti acuti, di valore di attenzione quale misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine, e gli obiettivi di qualità quali valori per la progressiva minimizzazione dell'esposizione. La legge fa riferimento unicamente ai livelli dei campi elettrici e magnetici e della densità di potenza. La normativa italiana distingue inoltre gli obiettivi di qualità, da rispettare nella progettazione di nuovi elettrodotti e nella progettazione di nuovi insediamenti residenziali e in generale di luoghi adibiti a permanenza di persone non inferiore a quattro ore giornaliere in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti sul territorio (D.P.C.M. 08/07/2003), stabilendo i limiti di esposizione, valori di attenzione, e gli obiettivi di qualità per la popolazione.

Le competenze in materia di controllo e di vigilanza sanitaria e ambientale spettano alle amministrazioni provinciali e comunali che le esercitano tramite le Agenzie Regionali e Provinciali per la protezione dell'ambiente (ARPA e APPA) (art. 14 della legge quadro n. 36/2001). Il controllo ambientale è un complesso sistema di attività, di responsabilità e di funzioni che, per essere svolto al meglio, richiede la collaborazione e l'integrazione delle strutture tecniche centrali e periferiche.

La normativa di settore attribuisce quindi alle ARPA-APPA un ruolo importante nell'ambito della protezione dell'ambiente dai campi elettromagnetici, assegnando ad essa compiti di controllo sulle

16. Campi elettromagnetici e radon

emissioni generate dagli impianti esistenti e di valutazione preventiva dalle emissioni che sarebbero prodotte da nuovi impianti per i quali si richiede l'autorizzazione alla realizzazione.

I risultati delle misurazioni e delle valutazioni effettuate sono inviati alle istituzioni competenti per gli eventuali provvedimenti.

Altri tipi di radiazioni sono quelle emesse dagli isotopi radioattivi e propriamente dette radiazioni ionizzanti. La ionizzazione è un processo che implica la rimozione di uno o più degli elettroni, per cui l'atomo diviene elettricamente carico e prende il nome di ione.

Le radiazioni ionizzanti comprendono raggi x e raggi gamma.

In tema di radiazioni ionizzanti si affronterà nel presente capitolo il monitoraggio del radon, gas nobile che si forma per decadimento radioattivo dell'uranio.

Grazie agli studi effettuati nel corso dell'ultimo ventennio, è noto che il gas radon entra negli edifici assieme all'aria presente nell'ambiente circostante². All'esterno il radon non crea problemi rilevanti, in quanto si trova diluito nell'aria in piccole concentrazioni che si riducono gradualmente mentre ci si allontana dalla fonte di emissione. Al contrario, questo gas può causare danni alla salute dell'uomo quando è presente all'interno delle abitazioni, soprattutto in ambienti poco aerati, dove si può accumulare fino a raggiungere concentrazioni ritenute pericolose. L'Unione Europea, con la Raccomandazione 143/ Euratom del 1990, ha fissato dei valori di riferimento della concentrazione di radon nelle abitazioni oltre i quali raccomanda interventi di bonifica per la sua riduzione. Tale raccomandazione è stata recepita dallo Stato italiano per quanto attiene i luoghi di lavoro con il D. Lgs. 230/95 e successive modifiche (D. Lgs. 241/2000).

ATTI E NORMATIVE DI RIFERIMENTO	
Livello comunitario	
Direttiva 2008/46/CE	Modifica la direttiva 2000/40/CE sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici)
Direttiva 2004/40/CE "Sulla protezione dei lavoratori dalle esposizioni ai campi elettromagnetici"	Riguarda i rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori dovuti agli effetti derivanti dalla circolazione di correnti indotte e dall'assorbimento di energia, nonché da correnti di contatto. Definisce i valori limite di esposizione e valori oltre i quali si devono intraprendere misure di azione specificate nella stessa direttiva.
Raccomandazione 90/143 Euratom "Sulla tutela della popolazione contro l'esposizione al radon in ambienti chiusi"	Consiglia come soglia d'intervento per gli edifici residenziali esistenti il valore di 400 Bq/m ³ , mentre per quelli in progettazione il valore di 200 Bq/m ³ .
Livello nazionale	
D.P.C.M. 08/07/2003 "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"	Fissa limiti di esposizione e valori di attenzione, per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) connessi al funzionamento e esercizio degli elettrodotti, nonché obiettivi di qualità per il campo magnetico. Per tutelare la popolazione da esposizioni a campi a frequenze comprese tra 0 Hz e 100 kHz, generati da sorgenti non riconducibili agli elettrodotti, si applicano le restrizioni stabilite nella raccomandazione del Consiglio dell'Unione europea del 12 luglio 1999.

16. Campi elettromagnetici e radon

comprese tra 100 kHz e 300 GHz”	
Legge quadro n. 36, 22 febbraio 2001 “Sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”	Detta i principi fondamentali diretti a: a) assicurare la tutela della salute dei lavoratori, delle lavoratrici e della popolazione dagli effetti dell’esposizione a determinati livelli di campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici ai sensi e nel rispetto dell’articolo 32 della Costituzione; b) promuovere la ricerca scientifica per la valutazione degli effetti a lungo termine e attivare misure di cautela da adottare in applicazione del principio di precauzione di cui all’articolo 174, paragrafo 2, del trattato istitutivo dell’Unione Europea; c) assicurare la tutela dell’ambiente e del paesaggio e promuovere l’innovazione tecnologica e le azioni di risanamento volte a minimizzare l’intensità e gli effetti dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici secondo le migliori tecnologie disponibili.
D.Lgs. 241/2000, mod. D.Lgs. 230/95 “Attuazione della direttiva 96/29/Euratom in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti”	Introduce, per la prima volta nella normativa italiana, la regolamentazione dell’esposizione dei lavoratori a sorgenti naturali di radiazioni ionizzanti prescrivendo tra l’altro che, per quanto concerne il Radon, non si debba superare il livello di azione di 500 Bq/m ³ , valore inteso come concentrazione media annuale di gas Radon nell’aria negli ambienti di lavoro, ed indica le attività lavorative per le quali è necessario effettuare controlli.
Livello provinciale	
D.P.G.P. n. 30, 25 settembre 2001	Modifica al D.P.G.P. 29 giugno 2000, n. 13-31/Leg, recante "Disposizioni regolamentari concernenti la protezione dall'esposizione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, ai sensi dell'articolo 61 della legge provinciale 11 settembre 1998, n. 10"
D.P.G.P. n. 13-31/Leg.,29 giugno 2000 “Disposizioni regolamentari concernenti la protezione dall’esposizione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, ai sensi dell’articolo 61 della legge provinciale 11 settembre 1998, n. 10”	Ha come oggetto l’adozione di criteri e le indicazioni tecniche in materia di localizzazione degli impianti fissi di telecomunicazione.
L.P. n.9, 28 aprile 1997 “Individuazione dei siti per la localizzazione di impianti di radiodiffusione”	Dispone che la Giunta provinciale, sentita la commissione provinciale per la tutela paesaggistico - ambientale nonché il comitato provinciale per i servizi radiotelevisivi di cui alla legge provinciale 11 novembre 1993, n. 35, predispone delle proposte di individuazione di siti per la localizzazione di impianti di radiodiffusione sonora e televisiva.

16.1 Stazioni radiobase (SRB)

La telefonia cellulare utilizza onde radio a frequenza compresa fra i 900 MHz e i 2100 MHz e impiega una rete di impianti basata sulla suddivisione del territorio in porzioni di dimensioni limitate,

denominate celle. Ciascuna cella è servita da una Stazione Radio Base (SRB) che ha il compito di "comunicare" con i singoli utenti che si trovano all'interno di essa.

In particolare, il sistema ETACS, analogico, ha rappresentato la prima generazione di telefonia cellulare diffusasi all'inizio degli anni '80, seguito dai sistemi digitali GSM (seconda generazione, a partire dagli anni '90), e UMTS (terza generazione, intorno all'anno 2000).

Gli impianti di collegamento o ponti radio, collegano tra loro due punti distanti in visibilità ottica senza ostacoli interposti, emettendo il segnale in fasci di irradiazione molto stretti, sia orizzontalmente che verticalmente, motivo per cui non determinano impatti significativi.

La capillare diffusione di SRB in ambiente urbano, dovuta oltre che al crescere del numero di utenti anche alla diversificazione dei gestori di telefonia mobile, ha fatto emergere la necessità di una pianificazione territoriale più attenta per l'installazione dei nuovi impianti.

Per quanto riguarda le stazioni SRB presenti sul territorio provinciale, ad esclusione dei ponti radio, il loro quantitativo è di 4292 unità nel 2008, che corrisponde ad un incremento del 213% dal 2000. Tale crescita è principalmente dovuta allo sviluppo delle reti di seconda e terza generazione: GSM (+200%), DCS (+268%) e UMTS (+213%).

Per i ponti radio si evidenzia nello stesso arco temporale una crescita di 58 unità (+ 11%).

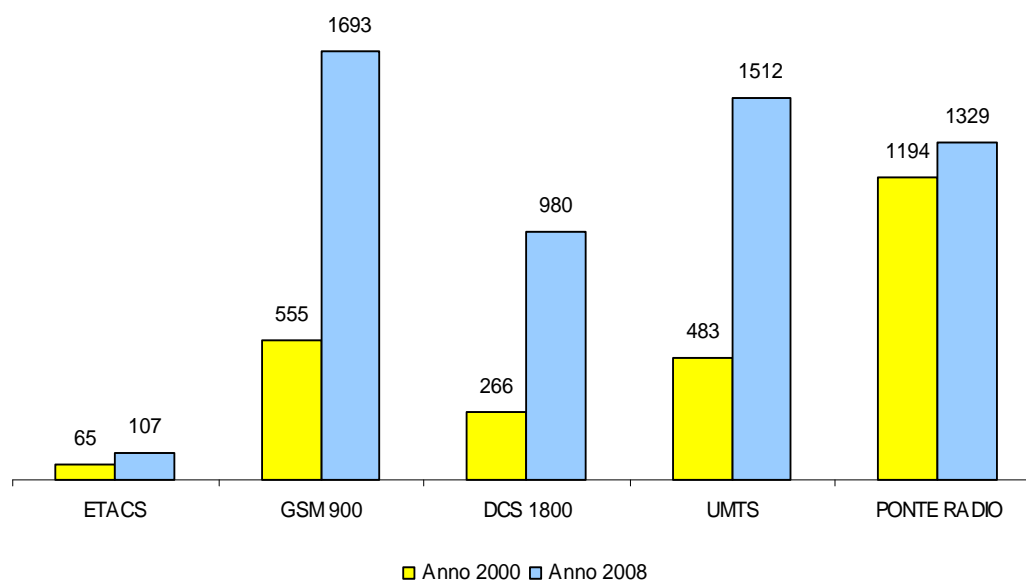


Figura 16.1 Andamento del numero di stazioni radio base suddivise per tipologia (2000 e 2008)

[Fonte: Settore informazione e qualità dell'ambiente (SIQA) APPA]

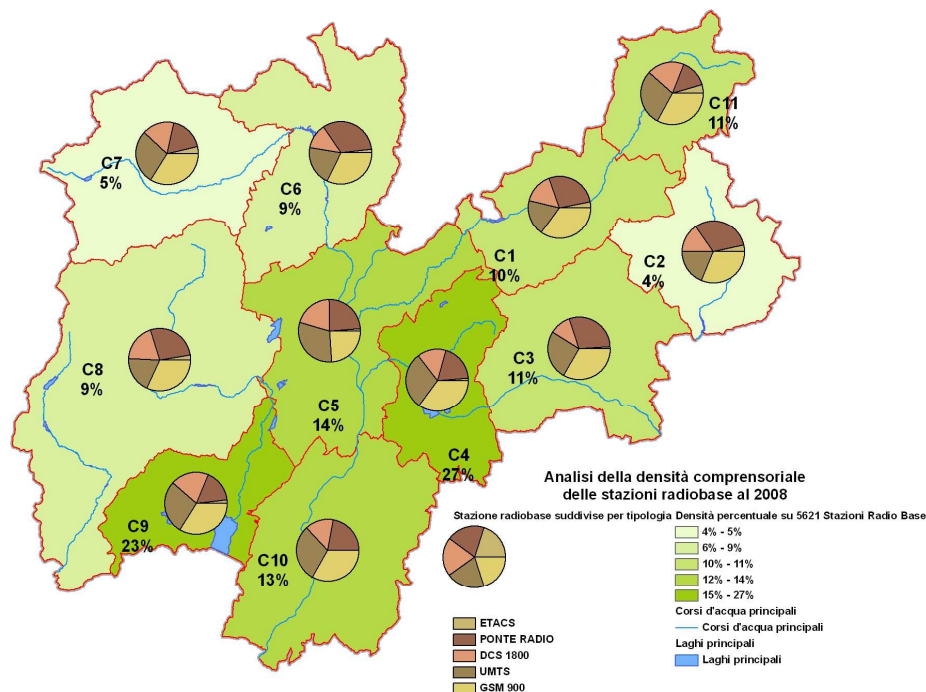


Figura 16.2 Percentuali delle stazioni radiobase situate negli ambiti comprensoriali della provincia di Trento (2008)
 [Fonte: Settore informazione e qualità dell'ambiente APPA]

Indicatore	Tematica	Tipologia	Disponibilità	Situazione	Trend	Disponibilità spaziale	Disponibilità temporale
1. Presenza di stazioni radiobase (SRB)	Campi elettromagnetici e radon	P	D	☹️	↘	P	2000-2008

16.2 Impianti radiotelevisivi (RTV)

Le onde elettromagnetiche trasmesse dagli impianti per diffusione radio e televisiva hanno frequenze comprese tra circa 100 kHz e circa 300 MHz.

Un impianto emittente RTV è costituito da una o più antenne trasmettenti, la cui funzione è quella di convertire un segnale elettrico in un'onda elettromagnetica ad alta frequenza in grado di propagarsi attraverso lo spazio e di trasportare le informazioni (audio, video, etc.) fino ad una o più antenne riceventi; queste ultime operano la riconversione dell'onda elettromagnetica in un segnale elettrico che giunge agli apparecchi televisivi e radiofonici.

Gli impianti RTV sono per lo più ubicati in punti elevati del territorio (sommità collinari, crinali di montagne) e al di fuori dei centri abitati; in tal modo si garantisce la trasmissione delle onde radio su aree mediamente estese, per soddisfare bacini di utenza anche di più province.

Dall'analisi della variazione numerica di installazioni RTV ubicate sul territorio provinciale dal 2000 al 2008, si può notare nel grafico in figura 16.3 un decremento degli impianti RTV di 15 unità (-1%)

L'attività di vigilanza e controllo sul territorio è svolta dagli ispettori ambientali dell'APPA di Trento. I superamenti dei limiti normativi riscontrati da parte di APPA si riferiscono a 2 impianti RTV nel 2003 (situati nei comuni di Sarnonico e Pinzolo) e 2 impianti nel 2007 (presso i comuni di Sarnonico e Canazei).

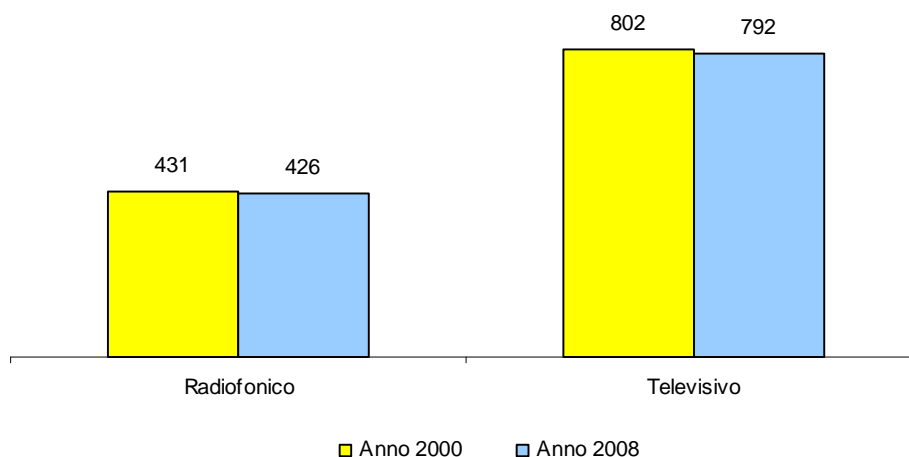


Figura 16.3 Variazione del numero di impianti radiotelevisivi presenti sul territorio provinciale (2000-2008)

[Fonte: Settore informazione e qualità dell'ambiente APPA]

Indicatore	Tematica	Tipologia	Disponibilità	Situazione	Trend	Disponibilità spaziale	Disponibilità temporale
2. Presenza di impianti radiotelevisivi	Campi elettromagnetici e radon	P	D	☹	↔	P	2000-2008

16.3 Le reti di trasmissione di energia

La lunghezza della rete di distribuzione provinciale misura complessivamente 10.693 Km (vedasi tabella 16.1) a cui si aggiunge la lunghezza della rete nazionale che misura al 2007 689 Km, 2/3 dei quali di proprietà di Terna spa e RTL spa, la restante quota di AGSM spa. La lunghezza degli elettrodotti della rete nazionale ad alta tensione è diminuita dal 2001 (766 Km) al 2003 del 10% circa, rimanendo più o meno stabile negli anni successivi.

Distributori rete elettrica	Bassa Tensione km	Media Tensione km	Alta Tensione km
Comune Andalo	86,05	18,64	
Comune Avio	106,26	24,40	
Comune Besenello	25,00	9,00	
Comune Caldes	22,00	6,80	

16. Campi elettromagnetici e radon

Comune Castello-Molina di Fiemme	35,73	13,20	
Comune Cavalese	58,00	23,70	
Comune Cles	50,00	20,00	
Comune Fai della Paganella	11,00	3,90	
A.C.S.M. Primiero Spa Fiera di Primiero	232,00	111,00	10,00
Comune Isera	85,91	12,42	
Comune Malé	38,00	11,70	
A.I.R. Spa Mezzolombardo	75,20	66,30	
Comune Molveno	23,80	8,38	
Comune Monclassico	15,00	2,62	
Comune Ossana	12,20	4,30	
Comune Palù del Fersina	3,00	0,00	
S.T.E.T. Spa Pergine Valsugana	163,26	114,60	
C.E.P. Scarl Pozza di Fassa	39,50	34,00	
Comune Predazzo	115,00	39,00	
A.G.S. Spa Riva del Garda	131,00	98,00	
Comune Roncone	15,00	13,00	
SET Distribuzione SpA Rovereto	4.544,60	2.399,90	188,00
Trentino Servizi Spa Rovereto	429,86	416,41	2,41
Comune S. Orsola Terme	15,00	6,00	
C.E.I.S. s.coop. Stenico	171,04	64,08	
C.E.DI S. Scarl Storo	230,00	81,58	
Comune Terzolas	3,50	0,45	
A.S.M. Tione	31,51	14,72	
Comune Tres	23,60	8,04	
Comune Tuenno	28,55	9,71	
Comune Varena	4,69	9,47	
Comune Vermiglio	17,34	6,67	
Totale	6.842,59	3.651,98	200,41

Tabella 16.1 Soggetti distributori di energia elettrica e lunghezza delle linee elettriche per livello di tensione
 [Fonte: Settore informazione e qualità dell'ambiente APPA]

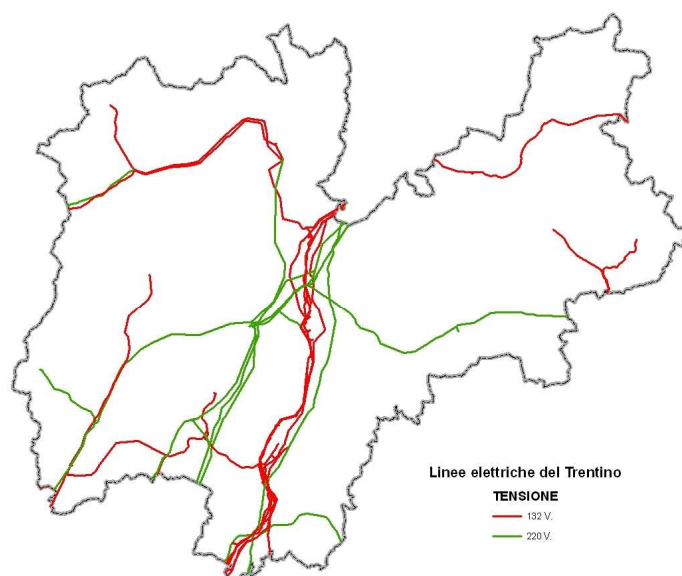


Figura 16.4 Distribuzione delle linee elettriche a media (132V) ed alta tensione (220V) sul territorio provinciale
[Fonte: Settore informazione e qualità dell'ambiente APPA]

16.4 Monitoraggio dei livelli di campo elettromagnetico

L'inquinamento elettromagnetico viene monitorato ad opera del personale dell'Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente di Trento, attraverso una serie di indagini ambientali su sorgenti elettromagnetiche a radiofrequenza ed a frequenza industriale (50 Hz) e all'attività di vigilanza mediante puntuali campagne di monitoraggio per le sorgenti a radiofrequenza. La rete di monitoraggio viene realizzata mediante l'utilizzo di centraline di misura ricollocabili sul territorio, dotate di uno o più sensori isotropici a banda larga, operanti nell'intervallo di frequenza compreso tra 100 kHz e 3 GHz, che registrano in continuo il valore efficace di campo elettrico, mediato su un intervallo di 6 minuti, secondo i dettami della normativa vigente. Gli accertamenti vengono normalmente attivati sia su richiesta di privati che di enti ed istituzioni pubbliche.

Nelle tabelle 16.3 e 16.4 viene riassunta l'attività tecnica di controllo effettuata sul campo nel corso del triennio 2005-2007 da parte dell'APPa di Trento.

Frequenze considerate	Intensità del campo elettrico E (V/m)	Intensità del campo magnetico "A/m"	Densità di potenza D (W/m ²)
Limiti di esposizione			
$0,1 < f \leq 3\text{MHz}$	60	0,2	-
$3 < f \leq 3000 \text{ MHz}$	20	0,05	1
$3 < f \leq 300 \text{ GHz}$	40	0,01	4
Valori di attenzione			
$0,1 \text{ MHz} < f \leq 300 \text{ GHz}$	6	0,016	0,10 (3 MHz-300GHz)
$0,1 \text{ MHz} < f \leq 300 \text{ GHz}$	6	0,016	0,10 (3 MHz-300GHz)

Tabella 16.2 : limiti imposti dal DPCM 08/07/2003 (alte frequenze)

16. Campi elettromagnetici e radon

Accertamenti nei confronti di sorgenti a radiofrequenza	2005 n.	2006 n.	2007 n.
Richieste di controllo	16	7	10
Indagini ambientali espletate	16	8	10
Misurazioni di campo elettrico	97	67	99
Analisi di spettro			26
Monitoraggi in continuo del campo elettrico in alta frequenza	25	65	26

Tabella 16.3: numero di accertamenti per sorgenti a radiofrequenza espletati nel periodo 2005-2007

[Fonte: Settore tecnico APPA]

Accertamenti nei confronti di sorgenti a frequenza industriale	2005 n.	2006 n.	2007 n.
Richieste di controllo	9	8	5
Indagini ambientali espletate	9	8	5
Attività di consulenza per conto di Enti e/o Istituzioni pubbliche	3	3	4
Misurazioni di campo elettrico	9	5	5
Misurazioni di campo magnetico	19	12	19

Tabella 16.4: numero di accertamenti per sorgenti a frequenza industriale espletati nel periodo 2005-2007

[Fonte: Settore tecnico APPA]

Per quanto riguarda l'attività in ambito autorizzativo ed amministrativo, l'APPA rilascia i pareri tecnici su progetti inerenti aspetti legati a sorgenti di emissione di campi elettromagnetici nell'ambiente. In particolare è da segnalare la collaborazione con alcuni Comuni della provincia per la verifica dei campi magnetici generati da alcuni elettrodotti presenti sul territorio e ubicati nelle vicinanze di aree edificate o soggette a tutela (tabella 16.5).

Attività di consulenza su opere e/o progetti	2005 n.	2006 n.	2007 n.
Pareri su piani di sviluppo urbanistico	71	43	50
Pareri tecnici vari su progetti e/o opere pubbliche	9	7	8

Tabella 16.5: numero di pareri espressi su opere e/o progetti valutati nel periodo 2005-2007

[Fonte: Settore tecnico APPA]

Nel 2006 è stato avviato da APPA con la Fondazione Ugo Bordoni il progetto per la realizzazione della rete di monitoraggio in continuo dei livelli di campo elettromagnetico a radiofrequenza.

Il progetto condotto da diverse Agenzie di Protezione per l'Ambiente mira a:

- definire un protocollo comune a tutte le Regioni in modo da garantire eguale tutela alla popolazione di tutto il territorio nazionale;
- fornire un quadro di riferimento tecnico e su procedure di verifica comuni a tutte le regioni, eliminando le possibili controversie dovute ad un'applicazione non univoca della regolamentazione;
- informare la cittadinanza sui livelli di campo elettromagnetico effettivamente presenti sul territorio e sulla loro evoluzione sia nel breve che nel lungo periodo;
- fornire alla comunità scientifica conoscenze complete e organiche sulle statistiche della distribuzione di campo elettromagnetico e radiofrequenza sul territorio;
- creare le condizioni per uno sviluppo sostenibile delle reti di comunicazione radio.

16. Campi elettromagnetici e radon

Nel corso del 2006 e del 2007 sono state espletate numerose indagini programmate in modo da consentire per ciascun sito il monitoraggio in continuo del livello dell'inquinamento elettromagnetico a radiofrequenza per una durata di almeno 60 giorni per sito.

I controlli hanno riguardato 61 siti nel 2006 e 26 siti nel 2007, localizzati nei comuni descritti in tabella 16.6.

Monitoraggi in continuo del livello dell'inquinamento elettromagnetico		
Comuni	Siti indagati	
	2006	2007
Arco	Loc. Bolognano Via Donatori di Sangue Via Capitelli Via delle Fosse	Via Gazzoletti Via Borbone
Trento	Loc. Grotta di Villazzano (2) Via Zanella Loc. Vason Via Gocciadoro Loc. Casot di Villazzano Via Marnighe Via Lavisotto Via Paludi Via Martini Via Einaudi Via Petrarca Via Giusti Via Solteri Via Torrione Via Conci Via Znojmo Via Bettini	Loc. Casotti Via delle Regole Via Einaudi Via Herrsching Via Fermi Via Giovanelli
Calliano	p/o Asilo Infantile Via Alcide Degasperì (2) Via Giovanni XXIII	
Fiera di Primiero		Via Monte Grappa
Riva del Garda	p/o Asilo Infantile Loc. Sant' Alessandro Viale Della Sega Via Roma Via Caduti Delle Foibe Via Dante Alighieri Via Piazzale Della Chiesa	
Lomaso		Loc. Campo Lomaso
Brentonico	p/o Asilo Infantile Loc. Crosano Loc. Castione Loc. Cazzano (2) Loc. Polsa Loc. Cornè Loc. Prada	Loc. Prada Via Balista Loc. San Giacomo Loc. San Valentino Loc. Sornè
Sagron Mis	p/o scuola elementare p/o scuola d'infanzia Loc. Matiuz	
Samone		Loc. Agritur
Siror	Via Maffei	

	Loc. San Martino di Castrozza	
Canazei		Via Magoa
Ossana	Via San Michele Via Bezzi Via San Carlo Via Sant'Antonio	
Rovereto	Via Giovanelli Via Fia Via Caltrezza	Loc. San Ilario Via Brigata Acqui Loc. Noriglio (2)
Moena	Corso Rosmini Via Balista Via Del Teatro Loc. Sant'Ilario	Via San Pellegrino Via Iori
Transacqua	Via San Pellegrino (2)	Loc. Forno Loc. Pieve Loc. Mason
Sanzeno	Via Zecchini Via Marconi Via Delle Fonti Loc. Pieve (2)	
Tesero	Loc. Casez	

Tabella 16.6: interventi di monitoraggio in continuo dei livelli di campo elettromagnetico a radiofrequenza (2005 - 2006)

[Fonte: Settore tecnico APPA]

16.5 Livelli di concentrazione di radon 222 all'interno degli edifici

Il radon è un gas radioattivo naturale, incolore e inodore, prodotto dal decadimento radioattivo del radio, generato a sua volta dal decadimento dell'uranio, elementi che sono presenti, in quantità variabile, ovunque nella crosta terrestre. La principale fonte di immissione di radon nell'ambiente è il suolo, insieme ad alcuni materiali di costruzione (il tufo vulcanico); se fuoriesce all'aperto si disperde in atmosfera mentre negli ambienti chiusi si può accumulare, raggiungendo concentrazioni pericolose.

Nel 1988 il radon è stato classificato dal WHO-IARC (Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro dell'Organizzazione Mondiale della Sanità) come agente cancerogeno di Gruppo 1 (ossia del gruppo nel quale rientrano quegli agenti per i quali vi è evidenza scientifica di cancerogenicità sugli umani); il radon inoltre è il secondo agente di rischio di induzione di cancro polmonare, dopo il fumo di tabacco. È importante la stima dell'esposizione al radon indoor, dal momento che trascorriamo l'80-90% del nostro tempo in spazi chiusi.

La Comunità Europea nel 1990 ha indicato i livelli di riferimento di concentrazione di gas radon nei luoghi frequentati dal pubblico: 200 Bq/m³ e 400 Bq/m³, oltre questo secondo livello la Comunità suggerisce l'attivazione di azioni cosiddette di rimedio.

La direttiva della Comunità Europea è stata recepita dallo Stato italiano, per quanto attiene i luoghi di lavoro, col D. Lgs. 230/95 modificato col D. Lgs. 241/2000.

Secondo le disposizioni previste dal d. lgs. 241, entrato in vigore il 1° gennaio 2001 (art. 42), nei luoghi di lavoro sotterranei ed in luoghi di lavoro ben individuati o con caratteristiche determinate la concentrazione di radon non deve superare i 500 Bq/m³. Oltre i 500 Bq/m³ vanno messi in essere azioni di rimedio nei tempi e modi previsti dall'art. 10-ter e 10-quinquies del decreto.

In provincia di Trento, le campagne di monitoraggio del gas radon indoor sono iniziate, attraverso progetti annuali, nel 1993 e fino al 2007 hanno coinvolto complessivamente:

- 1650 abitazioni su tutto il territorio provinciale;
- 984 edifici pubblici (23 asili nido, 283 asili e 287 scuole elementari, 91 scuole medie, 40 scuole superiori, 26 centri di formazione professionali e 234 edifici comunali) per complessive 1500 misure circa, considerando i diversi piani degli edifici indagati.

Per quanto concerne le abitazioni, i comuni coinvolti sono stati 119 su 223 dell'intero Trentino. Delle 1650 misure effettuate, 664 sono state eseguite nel comprensorio delle valli Giudicarie, la maggior parte (622) nell'ambito dell'indagine epidemiologica caso-controllo effettuata dalla Azienda Sanitaria nel 1995/96.

Nelle scuole elementari sono stati effettuati 2 posizionamenti in due distinti periodi per complessivi 9 mesi (anno scolastico); negli asili nido e nelle scuole materne il posizionamento è stato effettuato in un solo periodo, tra febbraio e giugno, considerando questo come climatologicamente intermedio fra la stagione invernale ed estiva e quindi rappresentativo dell'intero anno scolastico.

Nelle scuole medie e superiori è stato effettuato un posizionamento per l'intero anno scolastico mentre per quanto attiene i municipi il posizionamento è stato annuale.

I risultati emersi dalla campagna di monitoraggio hanno dimostrato che, in media, i livelli di radon degli edifici pubblici presenti sul territorio provinciale sono sotto il limite inferiore di 200 Bq/m³.

La situazione nel dettaglio è evidenziata nella tabella 16.7 con riferimento al valore fissato dal D. Lgs. 241/2000.

Monitoraggio del gas radon negli edifici pubblici			
Tipologie di edificio	n. edifici	Valore medio di radon in Bq/m ³	n. edifici e abitazioni monitorate con valore medio di radon superiore a 500 Bq/m ³
Asili nido	23	73	Nessuno
Scuole materne	283	139	9 pari al 3%
Scuole elementari	287	135	10 pari al 3%
Scuole medie	91	84	2 pari al 2%
Scuole superiori	40	80	1 pari al 2%
Centri di formazione professionale	26	151	2 pari al 8%
Edifici municipali	234	106	3 pari all'1%

Tabella 16.7 Valori medi stimati di gas radon in provincia monitorati fino al 2007 (edifici pubblici)

[Fonte: Settore laboratorio e controlli APPA]□

Gli edifici pubblici che presentavano valori di radon superiori a 500 Bq/m³ sono stati ulteriormente indagati e sono state messe in atto azioni di rimedio che hanno ridotto a meno di una decina gli edifici con concentrazioni di radon superiori a 500 Bq/m³.

Tra le 1650 abitazioni monitorate fino al 2007 si è riscontrata una percentuale pari al 5% con valori sopra i 400 Bq/m³ ed una percentuale del 10% con valori compresi tra 200 e 400 Bq/m³. In genere le abitazioni al piano terra presentano concentrazioni più elevate (vedasi tabella 16.8).

Monitoraggio del gas radon negli edifici residenziali			
	% < 200 Bq/m ³	% tra 200 e 400 Bq/m ³	% > 400Bq/m ³
Abitazioni tutte	85 %	10 %	5 %
Abitazioni Piano Terra	72 %	17 %	11 %

Tabella 16.8 Percentuali di abitazioni per fascia di concentrazione radon (1993-2007)

[Fonte: Settore laboratorio e controlli APPA]

In conclusione, si raffrontano le percentuali di abitazioni con concentrazioni di radon superiori al valore di >200 Bq/m³ desunte da una serie di campagne di monitoraggio in aree del territorio italiano

16. Campi elettromagnetici e radon

(vedasi tabella 16.9). Pur considerando il numero esiguo di indagini messe a confronto, in Trentino risulta una maggiore percentuale di edifici abitativi con valori di radon indoor superiori ai 200 Bq/m₃. Il dato emergente sul Trentino conferma comunque i risultati condotti nell'Indagine Nazionale sul Radon nelle Abitazioni In Italia effettuata dal 1989 al 1996, dove sono stati trovati valori alti in una serie di regioni tra cui: parte del Lazio e del Veneto, buona parte della Lombardia, Friuli, Trentino Alto Adige, e alcune parti della Toscana meridionale.

Abitazioni Piano Terra	Monitoraggi del gas radon a confronto	
	% < 200 Bq/m³	% > 200 Bq/m³
Provincia di Trento	72 %	28%
Lombardia	84,6 %	16%
Comune di Padova	86%	4%
Valle d'Aosta	92%	8%

Tabella 16.9 Indagini territoriali relative alla concentrazione di gas radon negli edifici residenziali a confronto

[Fonte: Rapporto sullo stato dell'ambiente in Lombardia 2005; Rapporto sullo stato dell'ambiente del Comune di Padova 2002; Relazione sullo stato dell'ambiente della Valle d'Aosta 2007]

Vent'anni di reporting ambientale

* Nelle edizioni dei rapporti del 1989, 1992, 1995 non è stata affrontata la questione dei campi elettromagnetici e del radon

	IN TEMA DI CAMPI ELETTRICITÀ ELETTRICI	IN TEMA DI RADON
RSA 1998*		<p>I valori medi di radioattività dell'aria nel '96 e '97 sono stati rispettivamente di 0.57 e 0.53 mBq/m³, valori estremamente bassi (praticamente nulli).</p> <p>La sensibilità degli strumenti permette di rilevare in tempo reale contaminazioni derivanti da accidentali dispersioni di materiale radioattivo nell'aria: tra il 25 maggio e 1 giugno '98 dall'acciaieria spagnola Acerinox presso Gibilterra si è verificata una immissione di Cs 137 nell'aria, tale contaminazione è stata rilevata dalla strumentazione del C.R.R. sul filtro del 2 giugno, infatti quel giorno la misura aveva evidenziato un livello di radioattività di circa 1.2 m Bq/m³, i valori si sono riportati nella normalità già il giorno successivo.</p> <p>Rilevamenti del gas radon (dannoso per la salute) all'interno di asili, scuole elementari e abitazioni hanno dato i seguenti risultati: in nessun asilo il valore medio di radon è superiore a 400 Bq/m³, nel 4% delle scuole elementari risulta superiore, nel 6% delle scuole elementari è superiore a 400 Bq/m³.</p>
RSA 2003	<p>Nell'ambito del progetto NIRR, "Impatto Ambientale da Campi Elettromagnetici a Radiofrequenza", su tutto il territorio della Provincia autonoma di Trento sono stati individuati e monitorati 75 siti, per un totale di 155 punti di misura, di cui 82 in banda larga (compresi 8 screening) e 73 in banda stretta.</p> <p>Nel 2001 il Comitato per l'autorizzazione all'installazione di nuovi impianti radiotelevisivi e delle telecomunicazione ha evaso 133 pratiche; di queste 106 mediante rilascio di determinazioni che risultano così suddivise: 35% positive, 51% positive con prescrizioni, 14% negative.</p>	<p>I rilevamenti del gas radon (dannoso per la salute) all'interno di 1.285 abitazioni dislocate in 76 comuni hanno dato i seguenti risultati: nell'87% dei casi il valore medio di radon è inferiore a 200 Bq/m³, nel 9% delle abitazioni risulta compreso tra 200 e 400 Bq/m³, nel 4% delle abitazioni è pari a 400 Bq/m³.</p>
RSA 2008	<p>Si evidenzia un incremento sostanziale delle stazioni radio base (+84%) nel periodo 2000-2008. Tale crescita è principalmente dovuta allo sviluppo delle reti di seconda e terza generazione: GSM (+ 98%), DCS (+87%) e UMTS (+76%). Il numero di impianti RTV passa da 1492 a 2179 unità nel periodo 2000-2008.</p> <p>Sul territorio provinciale sono presenti 32 soggetti distributori di energia elettrica a bassa (6.842 Km), media (3.651 Km) e alta tensione (200 Km). La lunghezza della rete di distribuzione nazionale misura al 2007 689 Km.</p> <p>Nel 2006 è stato avviato da APPA con la Fondazione Ugo Bordoni il progetto per la realizzazione della</p>	<p>Le campagne di monitoraggio del gas radon indoor hanno coinvolto dal 1993 al 2002 1.650 abitazioni su tutto il territorio provinciale e 984 edifici pubblici (23 asili nido, 283 asili e 287 scuole elementari, 91 scuole medie, 40 scuole superiori, 26 centri di formazione professionali e 234 edifici comunali) per complessive 1500 misure circa, considerando i diversi piani degli edifici indagati.</p> <p>I risultati emersi dalla campagna di monitoraggio hanno dimostrato che, in media, i livelli di radon degli edifici pubblici presenti sul territorio provinciale sono sotto il limite inferiore di 200 Bq/m³.</p> <p>Tra le 1.650 abitazioni monitorate fino al 2007 si è</p>

16. Campi elettromagnetici e radon

	<p>rete di monitoraggio in continuo dei livelli di campo elettromagnetico a radiofrequenza. I controlli hanno riguardato 61 siti nel 2006 e 26 siti nel 2007 localizzati in diversi comuni della provincia.</p>	<p>riscontrata una percentuale pari al 5% con valori sopra i 400 Bq/m³ ed una percentuale del 10% con valori compresi tra 200 e 400 Bq/m³. In genere le abitazioni al piano terra presentano concentrazioni più elevate.</p>
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

L'esperto risponde

Campi elettromagnetici - Alessandro Borzaga – Settore Tecnico APPA

1) La Provincia autonoma di Trento è impegnata da 20 anni nell'attività di reporting ambientale: il primo RSA fu infatti del 1988. In presenza di questa importante ricorrenza, Le chiediamo di fare una panoramica sugli ultimi anni in riferimento alla tematica "Campi elettromagnetici" in Trentino: quali sono state le evoluzioni principali?

Per quanto riguarda le basse frequenze (industriali a 50 Hz), cioè i campi elettromagnetici prodotti dal trasporto di energia con gli elettrodotti, la situazione impiantistica è rimasta quasi immutata da 20 anni a questa parte, senza la costruzione di nuove linee elettriche.

Per quanto riguarda le trasmissioni radiotelevisive, cioè i campi elettromagnetici prodotti dai segnali radiofonici e televisivi, negli ultimi 20 anni si è verificato un forte sviluppo delle emittenti private e locali, che hanno moltiplicato le loro strutture, soprattutto in montagna.

Per quanto riguarda la telefonia mobile cellulare, cioè i campi elettromagnetici prodotti dalle comunicazioni vocali attraverso l'etere, c'è stato un aumento esponenziale dei campi, dovuto alla costruzione di numerose nuove strutture, pure nei centri abitati, anche se negli ultimi tempi si è arrivati ad una crescita minore, per la saturazione del mercato.

2) Oggi qual è lo stato della materia? Quali sono gli elementi che, in positivo e/o in negativo, distinguono la situazione attuale da quella passata?

Pur nella stabilità del numero e della tensione delle linee elettriche, si è avuto un continuo miglioramento delle esistenti strutture, con lo spostamento di parti più o meno importanti del percorso in luoghi meno impattanti dal punto di vista ambientale o anche con l'interramento di alcuni tratti, soprattutto in zone densamente abitate o turistiche.

Dopo il forte incremento nel numero delle emittenti radiofoniche e televisive sia locali che nazionali negli anni '80 e '90, negli anni più recenti sono cominciate, prima in via sperimentale e poi in via definitiva su parti sempre più estese del Trentino, le trasmissioni con la tecnologia digitale terrestre, che introduce anche nuovi servizi per l'utenza.

Per la telefonia, dopo le prime trasmissioni vocali con i cellulari a frequenze Gsm (900 MHz) e Dcs (1800 MHz), con le frequenze Umts (2100 MHz) si sta sviluppando la trasmissione di immagini con i cosiddetti "videotelefonini", utilizzando impianti di trasmissione a diffusione più capillare, localizzati ora anche nei centri abitati minori.

3) Quali linee di tendenza si possono individuare guardando al futuro?

Gli elettrodotti dovranno essere in grado di trasportare una sempre maggior quantità di energia elettrica, dovuta alla sempre maggiore richiesta da parte delle varie utenze sia industriali, sia commerciali che private; parallelamente la produzione dovrà via via acquisire quote sempre maggiori da fonti rinnovabili e comunque eco-sostenibili.

Oltre alla radio ed alla televisione in digitale terrestre, si svilupperanno ulteriormente le tecnologie per la trasmissione satellitare ed in alta definizione, già disponibili, ma a costi ancora non accessibili e limitate a territori circoscritti.

In futuro la trasmissione telefonica cellulare sarà sempre più in grado di lavorare in modo simile ad un piccolo computer tascabile, con sempre più possibilità di trasmissione dati di ogni tipo e ad una velocità sempre maggiore, con capacità di calcolo oggi inimmaginabili.

A fronte dunque di un inevitabile sviluppo delle telecomunicazioni, è prevedibile che la diffusione capillare delle sorgenti emmissive consenta di ridurre le singole potenze di picco installate e quindi di meglio distribuire i segnali sul territorio, riducendo nel contempo le esposizioni medie conseguenti agli impianti di trasmissione.

Radon - Mauro Bonomi – Settore laboratorio e controlli APPA

1) La Provincia autonoma di Trento è impegnata da 20 anni nell'attività di reporting ambientale: il primo RSA fu infatti del 1988. In presenza di questa importante ricorrenza, Le chiediamo di fare una panoramica sugli ultimi anni in riferimento alla tematica "Radon" in Trentino: quali sono state le evoluzioni principali?

Quando, al termine degli anni Ottanta, ha preso corpo il problema “radon”, in Trentino lo si è subito affrontato implementando una campagna di misure rivolta alle scuole elementari e successivamente ad asili e asili nido.

I risultati hanno evidenziato come il radon principalmente provenga dal terreno sottostante l’edificio (il contributo dei materiali da costruzione risulta molto basso) e quindi sia più facilmente riscontrabile nei piani interrati, seminterrati e terra mentre i valori, riscontrati ai piani superiori, risultano generalmente molto più bassi.

Da queste prime campagne di misura, dopo una attenta valutazione dei risultati, si è allargato il monitoraggio alle abitazioni ed alle altre tipologie di edifici scolastici e pubblici.

Contemporaneamente si sono attivate le “azioni di rimedio” per quelli edifici sia scolastici che pubblici che presentavano valori di concentrazione radon sopra i livelli prescritti dalla normativa.

2) Oggi qual è lo stato della materia? Quali sono gli elementi che, in positivo e/o in negativo, distinguono la situazione attuale da quella passata?

In tutte le campagne di misura fondamentale è risultata la proficua collaborazione sia dei Comuni che della dirigenza e del personale scolastico coinvolto. Nel frattempo si sono affinate anche le tipologie strumentali, con nuovi dispositivi di misura (dosimetri) che permettono rilevazioni anche in tempi brevi con valutazioni attendibili, anche se meno precise, ma di ottimo utilizzo in caso di ristrutturazione edilizia.

Dopo questi anni di attività si evince come il radon non sia più qualcosa di misterioso e sconosciuto ma, grazie sia alle campagne di misura che agli interventi informativi effettuati sul territorio, qualcosa di conosciuto, facilmente misurabile ed eventualmente eliminabile con metodi semplici come l’aerazione dei locali o relativamente poco costosi come l’aerazione della soletta, la ventilazione forzata, ecc.

3) Quali linee di tendenza si possono individuare guardando al futuro?

16. Campi elettromagnetici e radon

L'obiettivo rimane quello di far emergere il rapporto fra radon e territorio abitativo: questo implica, prima di tutto, l'effettuazione di ulteriori misure per coprire tutto il territorio provinciale e successivamente l'effettuazione di una mappatura attendibile con procedure e criteri comuni a livello nazionale ed europeo.

¹ Campo ElettroMagnetico (CEM): fenomeno fisico dove l'energia elettromagnetica emessa da una sorgente esercita un'azione su un dato oggetto in una data posizione.

² Il radon viene rilasciato principalmente da determinati tipi di suolo, in particolare da quelli costituiti in prevalenza da rocce vulcaniche. Altra fonte importante di emissione di radon attraverso la quale esso può entrare nelle abitazioni è costituita dall'acqua potabile proveniente dal sottosuolo o da sorgenti, nella quale esso si trova naturalmente disciolto. Un'altra fonte di emissione del gas non trascurabile è rappresentata dai materiali con i quali è stato costruito l'edificio. La conformazione architettonica e anche la localizzazione dello stabile possono incidere sulla concentrazione del radon presente nei locali: il numero di piani, la tipologia costruttiva e quella del territorio circostante (rurale, urbano o quartiere residenziale) possono influire in modo rilevante sul fenomeno.