

*Negli ultimi
decenni i possibili
effetti nocivi
dell'esposizione
ai campi
elettromagnetici
sulla salute umana
hanno costituito
un'importante
area di ricerca.*



10. Radiazioni

Contenuti

10.1 Le radiazioni non ionizzanti	233
10.1.1 Stazioni Radio Base (SRB)	234
10.1.2 Impianti Radio Televisivi (RTV)	235
10.1.3 Le reti di distribuzione dell'energia elettrica	236
10.1.4 Monitoraggio dei livelli di campo elettromagnetico	237
10.2 Le radiazioni ionizzanti - Il radon	238
10.2.1 I livelli di concentrazione di radon all'interno degli edifici in Trentino	238

a cura di:

Franca Polla – Settore Informazione e monitoraggi APPA

con la collaborazione di:

Carla Malacarne – Settore Gestione ambientale APPA

Franco Pocher – Servizio Gestioni e autorizzazioni in materia di energia APE

Mauro Bonomi – Settore Laboratorio e controlli APPA

Marco Niro – Settore informazione e monitoraggi APPA (*redazione*)

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 possiedono l'energia sufficiente per modificarle, sono le cosiddette radiazioni non ionizzanti.

Le radiazioni ionizzanti sono invece quelle emesse dagli isotopi radioattivi. 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. Nel presente capitolo, verrà preso in considerazione il radon.

10.1 Le 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. La prima tipologia di impianti produce radiazioni a radiofrequenza (RF - Radio Frequencies) variabili nel range da 9 kHz a circa 800 MHz, mentre la telefonia mobile opera con diverse soluzioni tecnologiche nell'intervallo di frequenze delle radiofrequenze-microonde tra gli 800 MHz e i 2700 MHz. Gli elettrodotti, le sottostazioni elettriche e le cabine di trasformazione producono radiazioni a bassa frequenza (ELF - Extremely

Low Frequencies), principalmente alla frequenza di rete (50 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 (CEM).

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 emissioni generate dagli impianti esistenti e di valutazione preventiva delle 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.

Da segnalare infine la norma transitoria (art. 5 bis della legge provinciale n. 9 del 1997) che la Provincia di Trento, in analogia ad altre realtà regionali italiane, ha adottato nella fase di conversione della trasmissione televisiva da analogica a

digitale, permettendo agli operatori di rete di realizzare la conversione prevista dal Ministero dello Sviluppo Economico, in un'ottica di semplificazione amministrativa, ferme restando le garanzie sul rispetto dei limiti di esposizione e la necessità di aggiornamento del catasto provinciale degli impianti gestito dall'APPA.

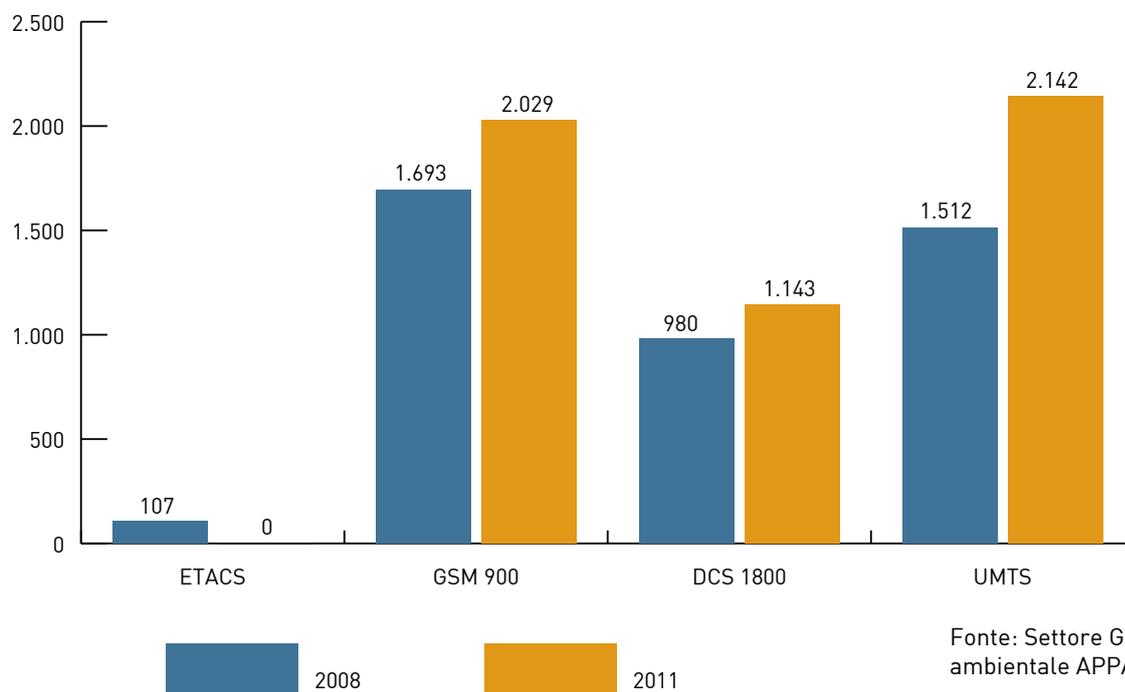
10.1.1 Stazioni Radio Base (SRB)

La telefonia cellulare utilizza onde radio a frequenza compresa fra gli 800 MHz e i 2700 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 TACS, analogico, ha rappresentato la prima generazione di telefonia cellulare diffusasi all'inizio degli anni Ottanta e non più attiva dal 1 gennaio 2006, seguito dai sistemi digitali GSM (seconda generazione, a partire dagli anni '90) e UMTS (terza generazione, intorno all'anno 2000). Il sistema GSM opera attualmente su due diverse bande di frequenza a 900 MHz e 1800 MHz (dette rispettivamente GSM 900 e DCS 1800), mentre il sistema UMTS, inizialmente autorizzato sulla sola banda di frequenza a 2100 MHz, opera dal 2011 su tre diverse bande a 900 MHz, 1800 MHz e 2100 MHz. Infine, a partire dal 1 gennaio 2013 saranno attivi gli impianti di quarta generazione, basati sulla tecnologia LTE, che trasmetterà su tre diverse bande, già assegnate dal Ministero dello Sviluppo Economico ai quattro gestori di telefonia mobile: 800 MHz (occupando una banda che, fino al passaggio al passaggio al digitale terrestre, era assegnata ad emittenti televisive), 1800 MHz e 2600 MHz.

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. Le frequenze maggiormente impiegate per questo tipo di impianti sono dell'ordine dei GHz o decine di GHz.

→ **GRAFICO 10.1:**
ANDAMENTO DEL NUMERO DI STAZIONI RADIO BASE SUDDIVISE PER TIPOLOGIA
(N° STAZIONI 2008 E 2011)



INDICATORE	TEMATICA	TIPOLOGIA	DISPONIBILITÀ	SITUAZIONE	TREND	DISPONIBILITÀ SPAZIALE	DISPONIBILITÀ TEMPORALE
10.1. Presenza di stazioni radiobase (SRB)	Radiazioni	P	D	☹	↘	P	2008-2011

A causa del forte sviluppo delle telecomunicazioni, la diffusione di SRB, soprattutto in ambiente urbano, è diventata sempre più capillare, sia per far fronte ad un numero di utenti sempre crescente, sia per garantire servizi aggiuntivi a quello iniziale di telefonia, come ad esempio l'accesso ad internet.

Per quanto riguarda le stazioni SRB presenti sul territorio provinciale, ad esclusione dei ponti radio, il numero di stazioni autorizzate a fine 2011 è di 5.719 unità, che corrisponde ad un incremento del 33% rispetto al 2008.

10.1.2 Impianti Radio Televisivi (RTV)

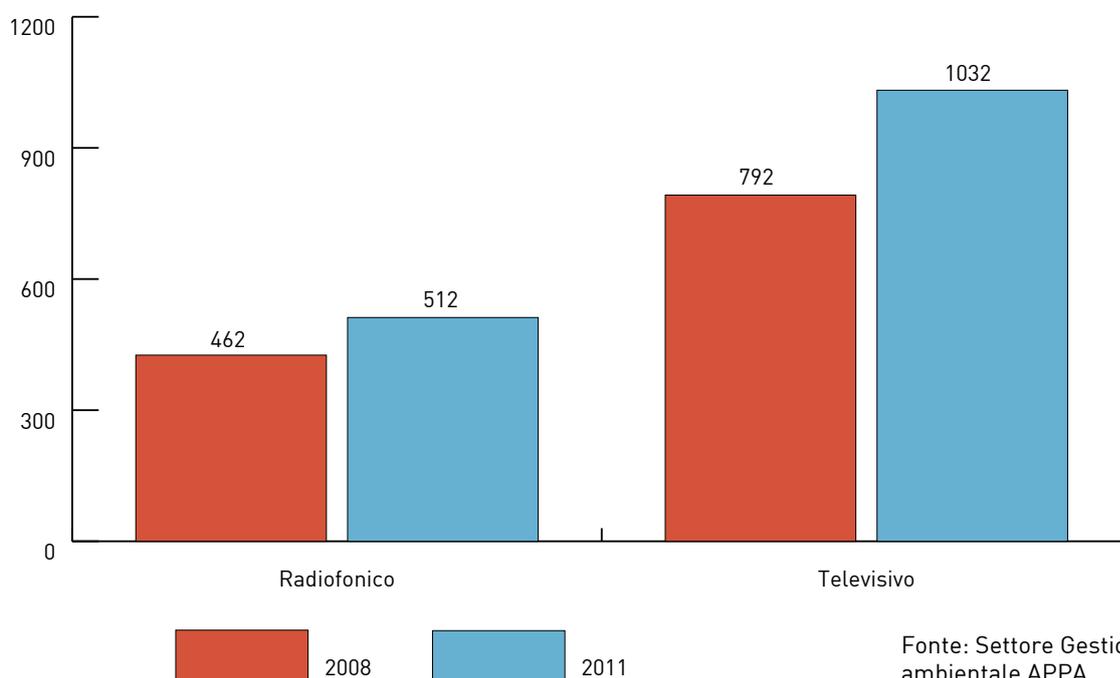
Le onde elettromagnetiche trasmesse dagli im-

pianti per diffusione radiofonica e televisiva hanno frequenze comprese tra circa 100 kHz e circa 800 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

→ **GRAFICO 10.2:**
VARIAZIONE DEL NUMERO DI IMPIANTI RADIOTELEVISIVI PRESENTI SUL TERRITORIO PROVINCIALE (N° IMPIANTI 2008-11)



INDICATORE	TEMATICA	TIPOLOGIA	DISPONIBILITÀ	SITUAZIONE	TREND	DISPONIBILITÀ SPAZIALE	DISPONIBILITÀ TEMPORALE
10.2. Presenza di impianti radiotelevisivi	Radiazioni	P	D	☹	↘	P	2008-2011

modo si garantisce la trasmissione delle onde radio su aree mediamente estese, per soddisfare bacini di utenza anche di più province.

Nell'ottobre 2009 la Provincia di Trento ha inoltre portato a termine il cosiddetto switch-off, vale a dire il passaggio dal sistema di trasmissione analogico a quello digitale del segnale televisivo. Il nuovo sistema televisivo permette di diffondere un numero molto maggiore di canali utilizzando la stessa banda di frequenza della tv digitale. La messa a punto della rete di trasmissione televisiva digitale è continuata anche negli anni successivi al 2009 ed è tuttora in corso.

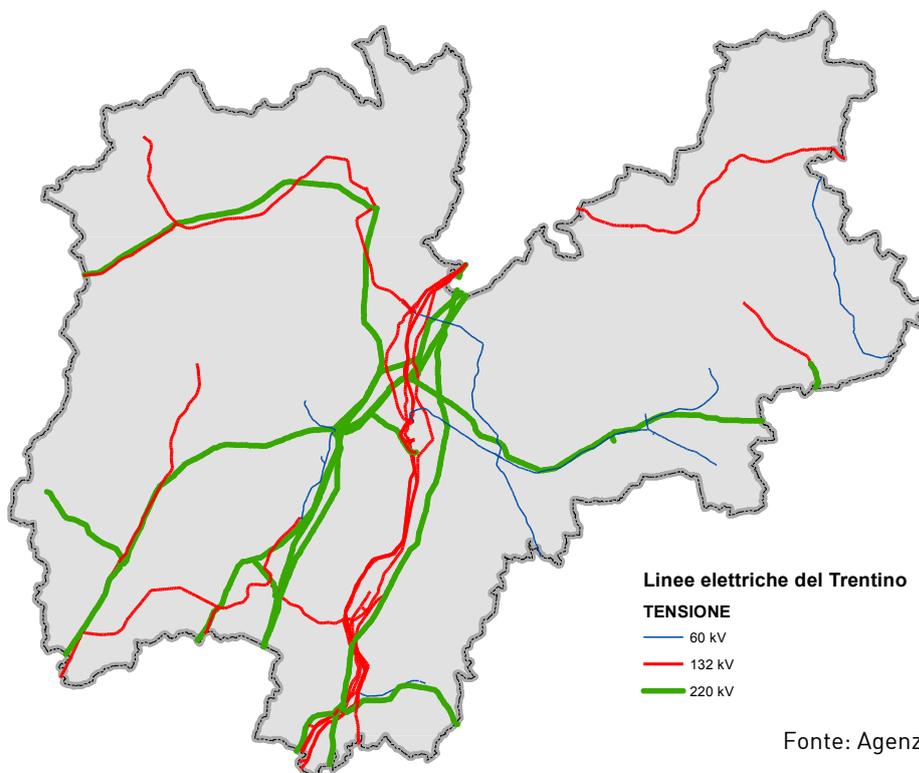
A fine 2011 il numero di impianti radiotelevisivi risulta pari a 1.547, suddivisi in 1.032 impianti televisivi e 515 radiofonici.

10.1.3 Le reti di distribuzione dell'energia elettrica

La lunghezza della rete di distribuzione provinciale dell'energia elettrica in bassa e media tensione misura complessivamente circa 10.629 Km, cui si aggiunge la lunghezza della rete nazionale di trasmissione in altissima tensione (220kV) di proprietà di Terna spa, che misura 684,9 Km al 2010, ed in alta tensione (132 kV), di proprietà di Terna spa, RFI spa ed AGSM spa (vedasi la figura 10.1).

Nel 2010 il distributore principale del Trentino SET Distribuzione spa ha ceduto le proprie linee di distribuzione ad alta tensione (175 Km a 132 kV) a Terna spa, le quali sono entrate a far parte della rete di trasmissione nazionale.

→ FIGURA 10.1:
DISTRIBUZIONE DELLE LINEE ELETTRICHE AD ALTA TENSIONE (132 KV E 220 KV) SUL
TERRITORIO PROVINCIALE (2010)



Fonte: Agenzia provinciale per l'energia

10.1.4 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 e 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 iso-

tropici 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. I dati ad essi relativi si trovano inseriti nel capitolo del presente Rapporto dedicato ai controlli ambientali.

10.2 Le radiazioni ionizzanti - Il radon

Il radon è un gas radioattivo naturale inerte, inodore, insapore ed incolore che proviene dal decadimento radioattivo dell' uranio (elemento naturale presente ovunque nella crosta terrestre, benché la sua concentrazione vari da luogo a luogo). L'uranio, decadendo, agisce come una sorgente permanente di radon. Il radon si mescola con l'aria e sale alla superficie dove è rapidamente diluito nell'atmosfera: la sua concentrazione nell'atmosfera è quindi molto bassa mentre quando entra negli spazi chiusi (case ed edifici in genere) tende ad accumularsi fino a raggiungere concentrazioni ritenute pericolose.

La Comunità Europea nel 1990 ha indicato, attraverso una direttiva, 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 solo per quanto attiene i luoghi di lavoro, col D.Lgs. 230/95 successivamente 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.

Fonti del radon

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.

Effetti del radon

Il radon entra nell'organismo attraverso la respirazione. L'effetto che produce il radon sull'organismo umano è l'aumento del rischio di contrarre il tumore ai polmoni.

10.2.1 I livelli di concentrazione di radon all'interno degli edifici in Trentino

Il problema-radon ha preso corpo al termine degli anni Ottanta e in Trentino si è subito risposto implementando una campagna di misure rivolta alle scuole elementari e successivamente agli asili e ai nidi.

I risultati riscontrati 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. Negli anni successivi si è allargato il monitoraggio alle abitazioni ed alle altre tipologie di edifici scolastici e pubblici; si sono attivate inoltre "azioni di rimedio" per quegli edifici sia scolastici che pubblici che presentavano valori di concentrazione radon sopra i livelli prescritti dalla normativa. Nel frattempo si sono affinate pure le tipologie strumentali, con nuovi dispositivi di misura (dosimetri) che permettono rilevazioni anche in tempi brevi con valutazioni attendibili, anche se meno precise, di ottimo utilizzo in caso di ristrutturazione edilizia.

In tutte le campagne di misura fondamentale è risultata la proficua collaborazione sia dei Comuni che del personale scolastico che dei cittadini coinvolti.

Le campagne di monitoraggio del gas radon sono

iniziate, attraverso progetti annuali, nel 1993, e fino al 2007 hanno coinvolto complessivamente 1.650 abitazioni su tutto il territorio provinciale (i comuni coinvolti sono stati 119 su 223) e 984 edifici pubblici, per complessive 1.500 misure circa, considerando i diversi piani degli edifici indagati. 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. 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 1.650 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.

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 e la ventilazione forzata.