

RADON: AGGIORNAMENTO DELLA MAPPATURA DELLE AREE AD ELEVATO POTENZIALE DI RADON NEL TERRITORIO VENETO

PREMESSA

Gli studi compiuti negli ultimi decenni hanno messo in evidenza gli effetti sanitari dell'esposizione al radon, particolarmente negli ambienti chiusi, indicando l'inalazione dell'inquinante come la seconda causa di insorgenza di tumore al polmone dopo il fumo di sigaretta.

Un'indagine condotta nel 1989 nell'ambito di un progetto nazionale [1] ha rilevato un livello medio di radon nelle abitazioni del Veneto abbastanza modesto (59 Bq/m^3 , inferiore al valore medio nazionale pari a 70 Bq/m^3), non escludendo però l'esistenza di specifiche aree in cui, per caratteristiche geologiche, meteorologiche, climatiche, ambientali e legate alla tipologia costruttiva, la concentrazione di radon sia tale da costituire potenziale pericolo.

Per questo motivo la Regione Veneto ha promosso nel 1996 (DGR n. 5000 dell'8 novembre 1996) una campagna di rilevamenti sul territorio regionale per individuare le aree con elevati livelli di radon indoor e poter focalizzare su queste zone a rischio interventi di risanamento e prevenzione.

In base all'esito delle indagini sopra menzionate e all'esperienza acquisita anche in termini di possibili interventi di risanamento, la Regione Veneto, con DGR n. 79 del 18 gennaio 2002 [2], ha ritenuto di dare attuazione alla Raccomandazione della Commissione Europea n. 143/90 "Sulla tutela della popolazione contro l'esposizione al radon in ambienti chiusi", fissando come livello di riferimento per l'adozione degli interventi di rimedio sia per le nuove abitazioni che per quelle esistenti, il valore più restrittivo previsto dalla Raccomandazione stessa, ritenendolo un obiettivo di maggior tutela per la popolazione. Tale livello di riferimento è stato fissato nella concentrazione media annua di gas radon di 200 Bq/m^3 .

L'indagine, condotta da ARPAV negli anni 1996-2000, ha avuto come obiettivo quello di individuare le aree in cui il fenomeno del radon indoor ha un impatto maggiore in termini di numero -o meglio in termini percentuali- di abitazioni che possono definirsi a rischio [3,4].

La metodologia seguita, con gli adattamenti del caso, è quella adottata per l'identificazione delle aree a rischio nel Regno Unito [5] e in Irlanda [6]. Sono state condotte misurazioni annuali in abitazioni appartenenti ad unità di campionamento costituite da maglie rettangolari del territorio di circa $6,5 \times 5,5 \text{ km}^2$ di estensione, una risoluzione spaziale non di tipo comunale, bensì legata alle sezioni della Carta Tecnica Regionale 1:10.000; l'obiettivo del monitoraggio era, infatti, quello di connotare il livello di radon relativo alle singole maglie rettangolari della regione.

Nella fase di elaborazione, a partire dai dati relativi a tutte le misure di concentrazione di gas radon, sono stati applicati opportuni trattamenti statistici per incrementarne la rappresentatività. Innanzitutto i valori delle singole abitazioni sono stati normalizzati secondo la tipologia media regionale rispetto al piano; dopodiché è stato ricavato per tutte le maglie un valore di concentrazione media derivante dalle abitazioni monitorate in una stessa unità di campionamento (ove non era disponibile alcuna misura si è fatto ricorso a un algoritmo di "riempimento" geometrico), dato poi trattato con un algoritmo di "smoothing" anch'esso di tipo geometrico: non essendoci ragioni per ritenere che il radon non vari spazialmente con continuità (anzi la composizione geologica del terreno è uno dei fattori che influenzano i livelli di concentrazione di radon), il valore di concentrazione di ciascuna maglia è stato "pesato" con quello delle maglie limitrofe.

Da tali valori di concentrazione media annua di maglia è stata poi ricavata una stima della percentuale di abitazioni attese superare il livello di riferimento di 200 Bq/m^3 nell'ipotesi di distribuzione log-normale dei dati di maglia.

È stata ottenuta una mappa che indica le percentuali di abitazioni in cui il livello di radon supera i 200 Bq/m^3 e un elenco preliminare di Comuni a rischio radon. Sono state valutate a rischio le sezioni rettangolari con più del 10% di abitazioni attese superare il livello di 200 Bq/m^3 . Sono stati considerati Comuni a rischio quelli inclusi in aree ad alto potenziale di radon: la condizione cautelativa per tale inclusione è stata che almeno il 30% dell'edificato ricadesse in una delle sezioni rettangolari con più del 10% di abitazioni eccedenti il livello di riferimento. Ciò comporta la presenza nell'elenco anche di Comuni con percentuali di abitazioni stimate superare i 200 Bq/m^3 inferiori al 10%. Per i Comuni che si estendono su più sezioni rettangolari, la percentuale di superamenti del livello di riferimento è stata ottenuta come media delle percentuali delle sezioni interessate pesata sulle proporzioni di edificato comunale delle sezioni medesime.

ELEMENTI EMERGENTI NELLA PRIMA MAPPATURA

Nell'elenco recepito con DGRV n. 79 del 18/01/2002, si nota la quasi totale assenza dei Comuni euganei; i Colli Euganei per caratteristiche geologiche sono ragionevolmente reputabili in media ad alto potenziale e la mancata evidenza nell'indagine regionale è imputabile per lo più alla risoluzione spaziale adottata rispetto alla dimensione dell'area.

Negli anni seguenti, quindi, la Regione Veneto ha dato mandato ad ARPAV di condurre degli approfondimenti metrologici: nell'ambito di attività di supporto in tema di radon è stata intrapresa una serie di progetti in materia di prevenzione da rischi sanitari procurati dall'esposizione al gas, tra cui:

- una campagna di misure annuali in tutte le scuole (pubbliche e private fino alle medie incluse), ubicate nelle aree individuate ad alto potenziale di radon dall'indagine regionale; complessivamente sono state monitorate 773 scuole, per un totale di circa 3000 locali controllati;
- un approfondimento delle aree ad alto potenziale di radon mediante misurazioni annuali in abitazioni in aree già identificate come a rischio o a esse prossime; ai dati precedentemente disponibili si sono aggiunti quelli relativi a 189 abitazioni (ubicate anche sui Colli Euganei – Padova).

AGGIORNAMENTO DELLA MAPPATURA

METODOLOGIA

La prima mappatura delle aree a rischio radon in Veneto recepita con DGRV n. 79/02 rappresenta il punto di partenza per l'individuazione delle zone sensibili al radon indoor.

Come indicato in premessa si è ritenuto utile per migliorare la definizione delle aree a rischio incrementare le misure disponibili mediante indagini di approfondimento. Tali iniziative hanno condotto all'aggiornamento dell'elenco dei Comuni a rischio tramite l'identificazione dei Comuni nell'area dei Colli Euganei (PD) e l'esclusione del Comune di Vicenza.

APPROFONDIMENTI NEI COLLI EUGANEI

In particolare, per l'individuazione dei Comuni a rischio nell'area dei Colli Euganei (figura 1), sono state condotte ulteriori misure della durata di un anno nelle abitazioni di alcuni Comuni considerati (dagli esiti dei precedenti rilevamenti e per le caratteristiche geomorfologiche del territorio) potenzialmente più sensibili alla problematica del radon indoor.

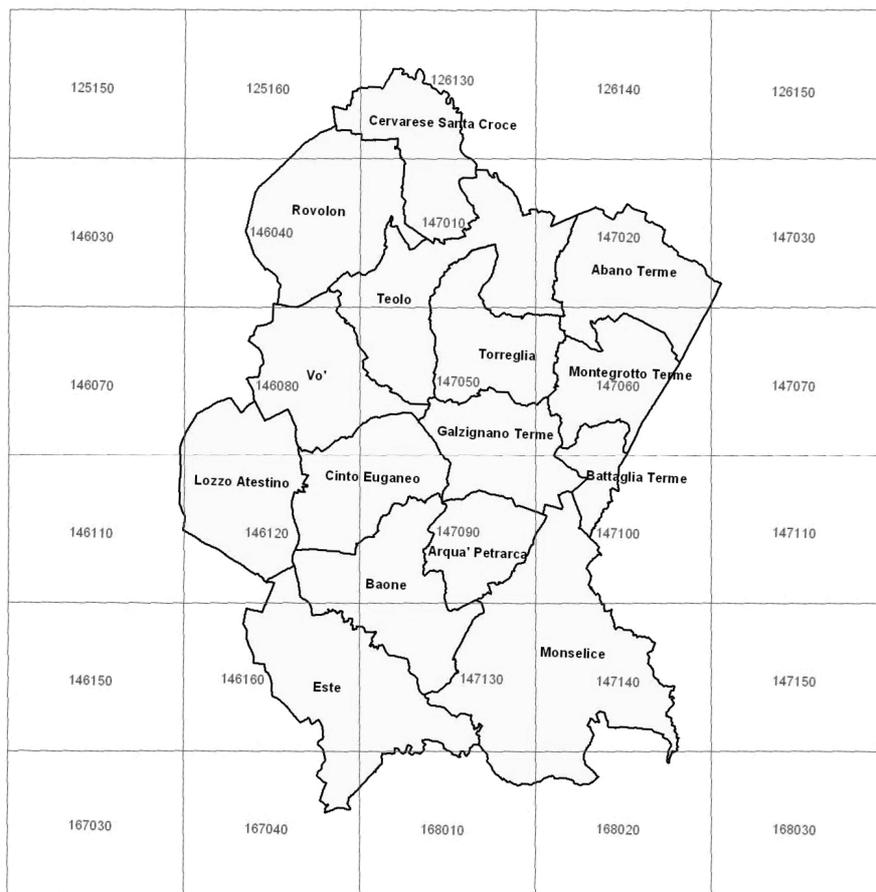


Figura 1: Area dei Colli Euganei (Padova): confini amministrativi e tematismo della Carta Tecnica Regionale 1:10.000



I nuovi dati di misura, conseguiti anche grazie alla collaborazione delle Amministrazioni comunali, sono stati aggregati a quelli già disponibili dalle precedenti indagini di monitoraggio: il campione di abitazioni complessivamente monitorate è stato incrementato da 70 a 118 unità. La tabella 1 riporta nel dettaglio l'informazione circa i rilevamenti condotti in questi anni da ARPAV nei Comuni dell'area euganea.

Località	Provincia	Abitazioni complessivamente monitorate
Abano Terme	PD	11
Arquà Petrarca	PD	11
Baone	PD	6
Battaglia Terme	PD	8
Cinto Euganeo	PD	16
Este	PD	9
Galzignano Terme	PD	14
Lozzo Atestino	PD	5
Montegrotto Terme	PD	1
Teolo	PD	14
Torreglia	PD	8
Vo Euganeo	PD	15
Area euganea	PD	118

Tabella 1: Comuni dell'area euganea e numero delle abitazioni complessivamente monitorate da ARPAV (fonti: indagine nazionale 1989 e campagne di misura regionali 1996-2000 e 2004-2007).

Nella fase di elaborazione, si è proceduto alla normalizzazione di tutti i dati di misura alla condizione di tipologia abitativa standard rispetto al piano; quindi, per ciascuna maglia di monitoraggio, si sono ricavati i valori di media geometrica e dell'indicatore percentuale di abitazioni attese superare il livello di riferimento di 200 Bq/m³.

Considerata la congrua disponibilità di misure nell'area non si è ritenuto utile procedere all'applicazione di trattamenti statistici per incrementarne la rappresentatività; in effetti già nella precedente indagine erano apparsi evidenti per tale zona i limiti imposti dall'applicazione dell'algoritmo di smoothing geometrico: peculiarità geomorfologiche ed estensione territoriale limitata mal si adattavano all'ipotesi di variazione con continuità dei livelli di radon (specie con le zone limitrofe della pianura padana).

Va segnalato che le nuove misure in abitazioni in zone della regione diverse dai Colli euganei sono state temporaneamente non integrate nel dispositivo di mappatura, a causa dell'esiguità e disomogeneità spaziale delle medesime: in effetti la risposta dei Comuni in termini di individuazione di abitazioni da sottoporre a misura è risultata parziale rispetto alla programmazione di ARPAV.

Si è dunque pervenuti ad un aggiornamento della mappa delle aree a rischio radon (figura 2), da cui è discesa l'individuazione dei Comuni dell'area euganea caratterizzati da livelli più elevati (tabella 3).

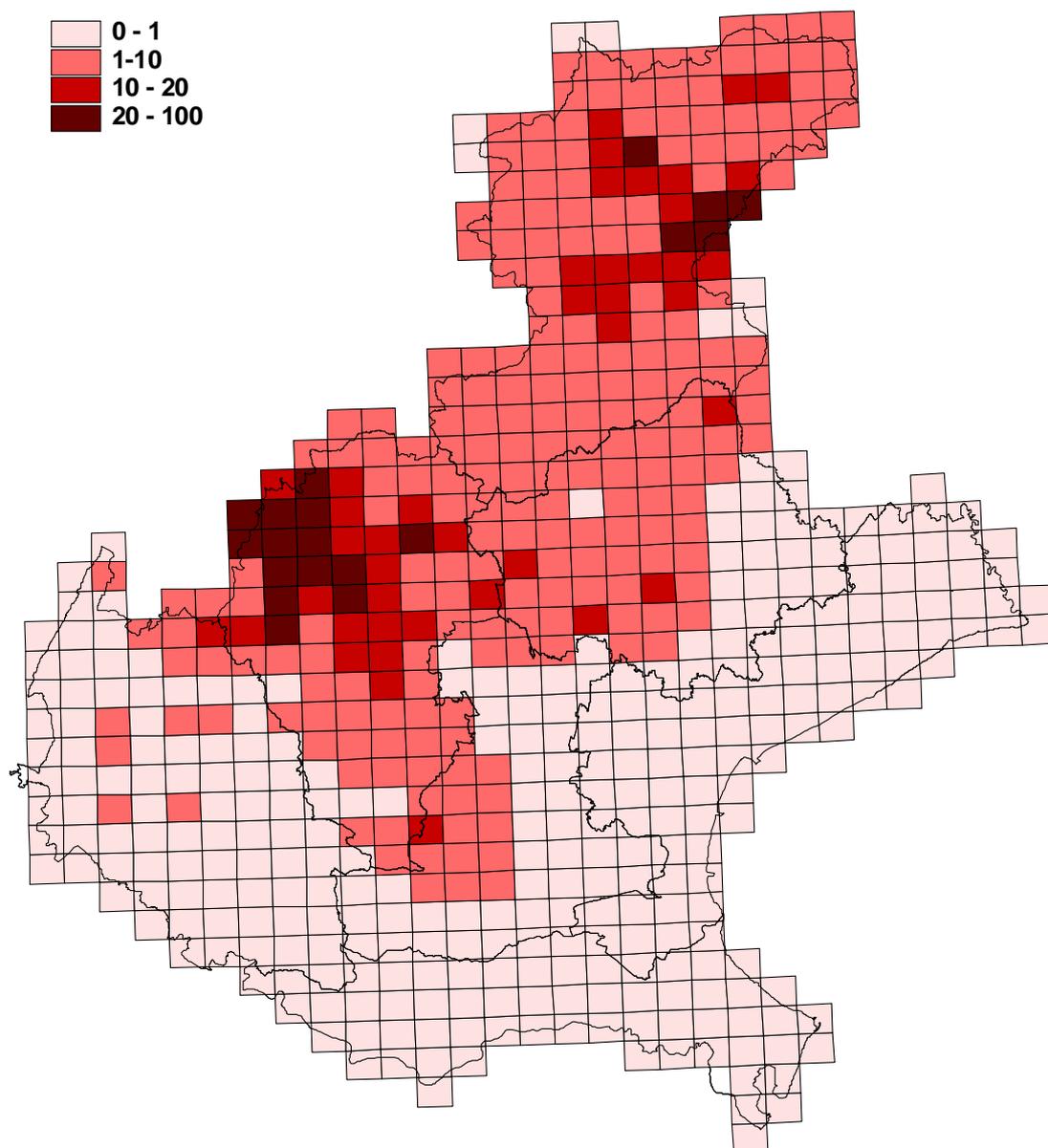


Figura 2: Percentuale di abitazioni che superano il livello di riferimento di 200 Bq/m^3 ; il 10% è la soglia selezionata per l'individuazione delle aree ad alto potenziale di radon.

APPROFONDIMENTI NEL COMUNE DI VICENZA

Visti i numerosi dati di misura disponibili dall'indagine condotta nelle scuole dei Comuni a rischio [7], si è ritenuto opportuno incrociarne gli esiti con i risultati della mappatura nelle abitazioni. In particolare, per il Comune di Vicenza (figura 3) sono stati eseguiti controlli in 96 edifici scolastici. Ciascun edificio scolastico è stato monitorato attraverso misure della durata di un anno in diversi ambienti (particolare attenzione è stata riservata ai locali interrati e a piano terra, in accordo con le indicazioni della normativa sui controlli di radon nei luoghi di lavoro D. Lgs. 230/95 e s.m.i. [8,9] e con il documento Linee Guida per le misure nei luoghi di lavoro sotterranei [10]); il numero degli ambienti monitorati varia in funzione della dimensione e della tipologia edilizia dell'edificio.

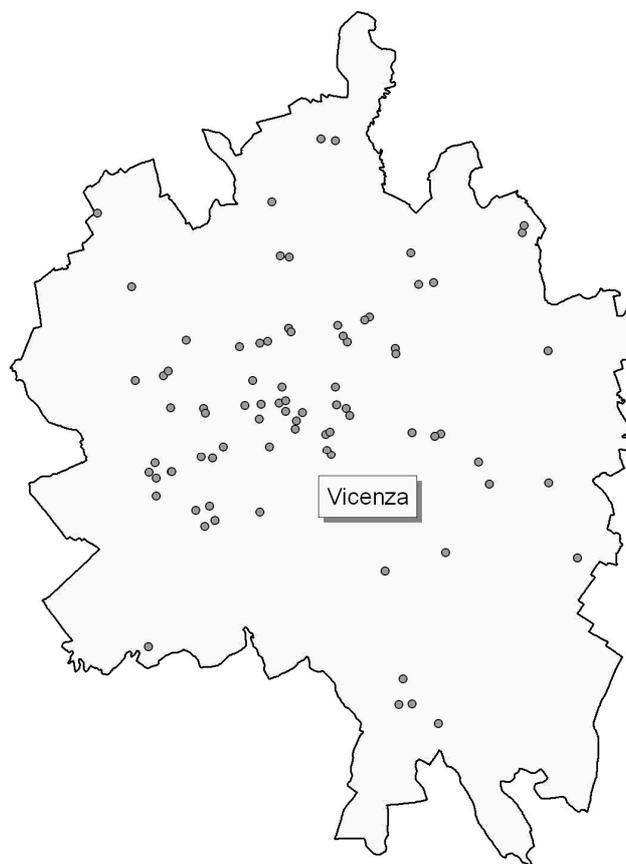


Figura 3: Edifici scolastici (pubblici e privati) del Comune di Vicenza monitorati nell'ambito dell'indagine nelle scuole condotta da ARPAV negli anni 2003-2006.

A partire dai valori di concentrazione media annua misurati nei diversi locali, sono stati tracciati, tra i vari parametri, per ciascuna scuola, il valore medio, la mediana e i superamenti del limite di legge. Il Decreto Legislativo 241/00, che recepisce una direttiva della Comunità Europea ed è entrato in vigore il 1 gennaio 2001, stabilisce i limiti di concentrazione media annua di radon nei luoghi di lavoro e, espressamente, anche nelle scuole; in particolare, per le scuole dell'infanzia e dell'obbligo, il limite (chiamato livello d'azione) è fissato in 500 Bq/m^3 .

Nella tabella 2 sono illustrati i dati statistici per il Comune di Vicenza: sono riportati, rispetto ai dati medi per edificio, i valori medio, massimo, mediana ed è pure fornita la percentuale di scuole, rispetto a quelle monitorate, in cui almeno in un locale è stato riscontrato un superamento del limite di 500 Bq/m³. Come si può vedere, in nessuna delle 96 scuole ubicate a Vicenza città viene rilevato il superamento del limite ed i valori medi sono complessivamente modesti.

A fronte di tali risultati, il Comune di Vicenza è stato escluso dall'elenco dei Comuni a rischio; in effetti, la sua preliminare inclusione (di cui all'indagine 1996-2000) derivava da criteri probabilmente troppo cautelativi in ordine alle quote di edificato comunale ricadenti in maglie con più del 10% di abitazioni sopra il livello di riferimento (vedi premessa).

Comune	N. scuole monitorate	Valore medio (Bq/m ³)	Valore massimo (Bq/m ³)	Mediana (Bq/m ³)	% edifici con almeno un locale con sup. di 500 Bq/m ³
Vicenza	96	82	211	64	0 % (0 su 96)

Tabella 2: Valori medio, massimo, mediana (rispetto alle concentrazioni medie rilevate nelle scuole) e percentuale di edifici con almeno un superamento del limite di 500 Bq/m³ per il Comune di Vicenza.

CONCLUSIONI

L'aggiornamento della mappatura regionale sul rischio radon rispetto a quanto adottato con DGRV n. 79/02 si è basato su indagini metrologiche svolte da ARPAV nel periodo 2003-2007 in scuole e abitazioni della Regione e ha consentito di focalizzare maggiormente il grado di criticità nella zona euganea in provincia di Padova e nel Comune di Vicenza.

In figura 4 è presentata la mappa aggiornata dei Comuni a rischio radon del Veneto, elencati nel dettaglio in tabella 3.

Si sottolinea comunque che l'identificazione delle aree a rischio radon è per sua stessa natura soggetta a continui aggiornamenti in itinere; sono previsti ulteriori approfondimenti di misura, nonché l'utilizzo di migliorie per le tecniche elaborative, anche in accordo con le indicazioni che saranno fornite a livello nazionale dalle sedi competenti.

Generali informazioni in tema di radon sono reperibili presso il sito internet dell'Agenzia [11].

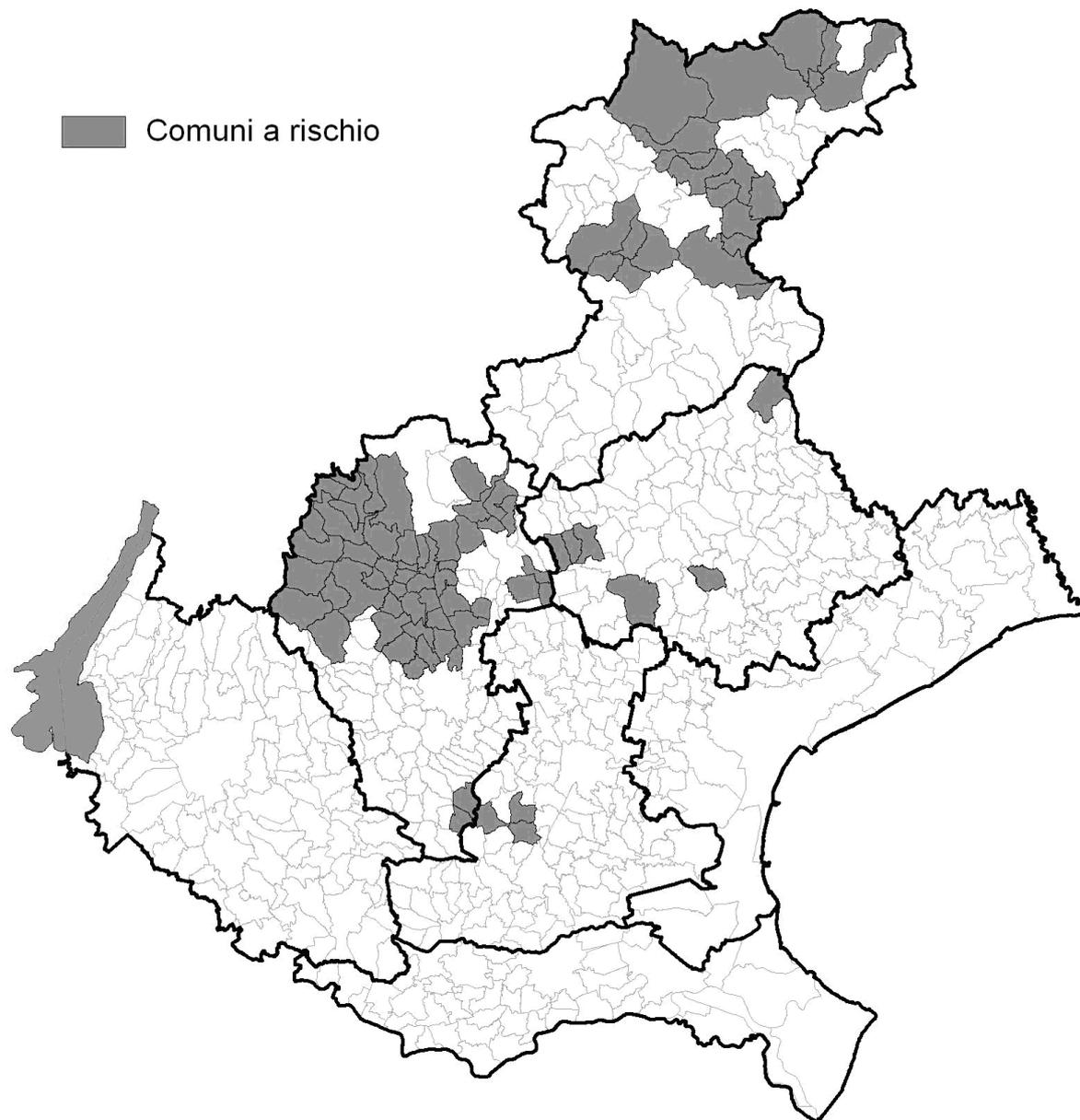


Figura 4: Comuni a rischio radon – aggiornamento



Comune	Provincia
Agordo	BL
Auronzo di Cadore	BL
Borca di Cadore	BL
Castellavazzo	BL
Cibiana di Cadore	BL
Comelico Superiore	BL
Cortina d'Ampezzo	BL
Danta di Cadore	BL
La Valle Agordina	BL
Longarone	BL
Ospitale di Cadore	BL
Perarolo di Cadore	BL
Rivamonte Agordino	BL
San Nicolò di Comelico	BL
San Vito di Cadore	BL
Santo Stefano di Cadore	BL
Soverzene	BL
Taibon Agordino	BL
Valle di Cadore	BL
Vodo di Cadore	BL
Voltago Agordino	BL
Galzignano Terme	PD
Torreglia	PD
Vo Euganeo	PD
Asolo	TV
Fonte	TV
Fregona	TV
Ponzano Veneto	TV
San Zenone degli Ezzelini	TV
Vedelago	TV
Agugliaro	VI
Albettonè	VI
Arsiero	VI
Breganze	VI
Caldogno	VI
Caltrano	VI
Calvene	VI
Campolongo sul Brenta	VI
Carrè	VI
Cassola	VI
Chiuppano	VI
Cogollo del Cengio	VI

Comune	Provincia
Conco	VI
Costabissara	VI
Dueville	VI
Fara Vicentino	VI
Foza	VI
Isola Vicentina	VI
Laghi	VI
Lastebasse	VI
Lugo di Vicenza	VI
Lusiana	VI
Malo	VI
Marano Vicentino	VI
Montecchio Precalcino	VI
Monticello Conte Otto	VI
Pedemonte	VI
Piovene Rocchette	VI
Posina	VI
Recoaro Terme	VI
Roana	VI
Rosà	VI
Rossano Veneto	VI
Rotzo	VI
Salcedo	VI
San Nazario	VI
Sandrigo	VI
Santorso	VI
Sarcedo	VI
Schiavon	VI
Schio	VI
Solagna	VI
Thiene	VI
Tonezza del Cimone	VI
Torrebelvicino	VI
Valdagno	VI
Valdastico	VI
Valli del Pasubio	VI
Valstagna	VI
Velo d'Astico	VI
Villaverla	VI
Zanè	VI
Zugliano	VI

Tabella 3: Elenco dei Comuni a rischio radon – aggiornamento

BIBLIOGRAFIA: RIFERIMENTI NORMATIVI E TECNICI

- [1] Bochicchio, F. et al. *Results of the Representative Italian National Survey on Radon Indoors*. Health Phys. 17(5), 741-748 (1996).
- [2] DGRV n. 79 del 18/01/2002: "Attuazione della raccomandazione europea n. 143/90: interventi di prevenzione da gas radon in ambienti di vita".
- [3] Rapporto ARPAV "Indagine regionale per l'individuazione delle aree ad alto potenziale di radon nel territorio veneto", 30 novembre 2000.
- [4] Documento ARPAV "Rapporto sul problema dell'inquinamento da gas radon nelle abitazioni", settembre 2001.
- [5] Miles, J. C. H. et al. *Radon in UK Homes: Defining the Areas Affected*. Radiat. Prot. Dosim. 36(2/4), 117-120 (1991).
- [6] Fennel, S.G. et al. *Radon exposure in Ireland*. 5th International Conference on High Levels of Natural Radiation and Radon Areas. Monaco 4-7 Sept. 2000
- [7] Documento ARPAV "Iniziativa ARPAV in tema di radon. Campagna di monitoraggio nelle scuole del Veneto", 23 febbraio 2007.
- [8] Decreto Legislativo 17 marzo 1995 n. 230 art. 104, attuativo delle direttive EURATOM 80/836, 84/466, 89/618, 90/641 e 92/3 in materia di radiazioni ionizzanti.
- [9] Decreto Legislativo 26 maggio 2000 n. 241 capo III Bis, attuativo della direttiva 96/29/EURATOM in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti.
- [10] Linee guida per le misure di concentrazione di radon in aria nei luoghi di lavoro sotterranei, Conferenza dei Presidenti delle Regioni e delle Province Autonome, 6 febbraio 2003.
- [11] ARPAV: indirizzo del sito internet www.arpa.veneto.it, per la tematica radon http://www.arpa.veneto.it/agenti_fisici/htm/radon_1.asp