

Mauro Magnoni



ARPA Piemonte - Dipartimento Rischi Fisici e Tecnologici

Via Jervis, 30 – 10015 Ivrea (TO)

mauro.magnoni@arpa.piemonte.it

Mappature territoriali del radon



Consulta Interassociativa Italiana per la Prevenzione

in collaborazione con le associazioni aderenti



in collaborazione con



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI MILANO

giovedì 26 gennaio 2023 ore 9:00

Seminario di studio interassociativo in modalità on line sincrona e in presenza

UNIMI - Settore Didattico Colombo - Aula Magna C03

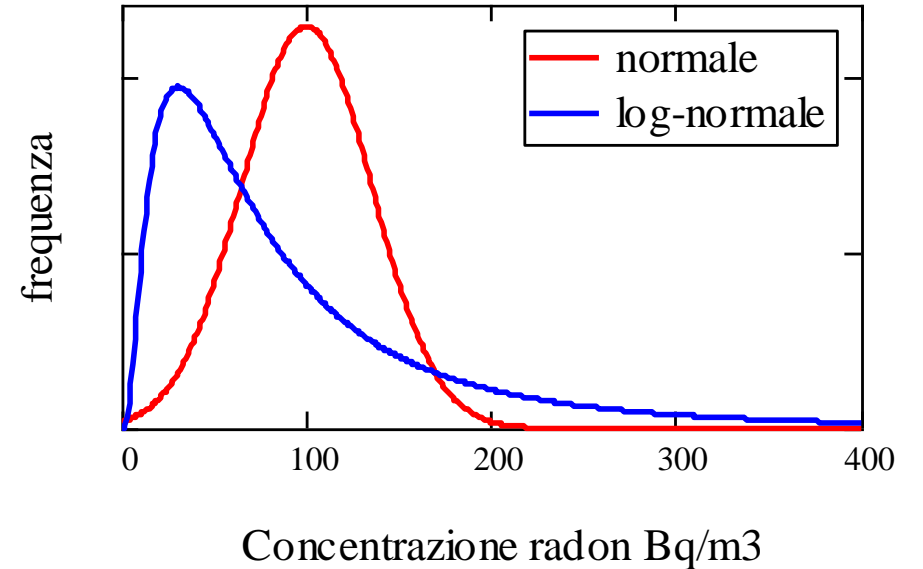
Via Luigi Mangiagalli 25 - Milano

(MM Piola+5 min a piedi)

I limiti di qualunque mappa radon

- Può essere curioso cominciare così, ma è senz'altro opportuno sgombrare il campo da ogni equivoco
- Conviene cioè mettere subito in chiaro, in negativo, **cosa a una mappa radon non si deve chiedere:**
 - a) di calcolare a priori la concentrazione di radon in una determinata abitazione o luogo di lavoro che si trova in una determinata area
 - b) di escludere l'opportunità di effettuare misure sperimentali di radon in ambienti chiusi, perché i livelli dati dalla mappa sono mediamente bassi
 - c) di essere uno strumento di pianificazione per lo sviluppo di comprensori edilizi in aree *radon free*

- Questo, per la molto semplice ragione che le mappe del radon non possono fornire informazioni puntuali, ma solo valori medi e probabilistici, mediati su un certo territorio
- Inoltre, sfortunatamente, il valore medio, nel caso del radon, è un parametro assai meno informativo di quanto lo sia per altre grandezza la cui variabilità è descritta da una distribuzione normale (gaussiana): i valori di concentrazione di radon in un determinato territorio seguono infatti una distribuzione approssimativamente log-normale, fortemente asimmetrica

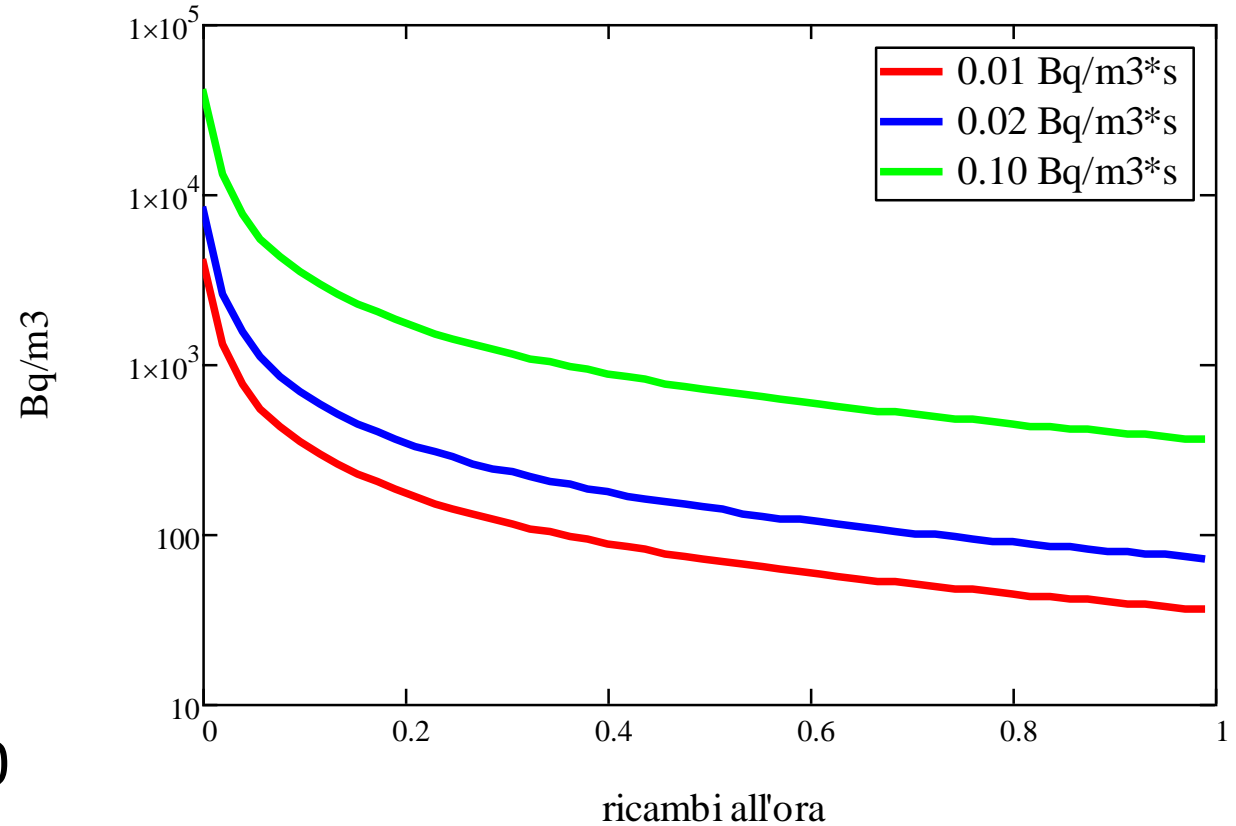


Nel caso della log-normale, a parità di valore medio, si possono trovare valori molto elevati con una probabilità decisamente più alta che nel caso normale !!

La ragione di ciò sta nel fatto che, pur essendo il suolo di gran lunga la principale fonte del radon (tranne casi molto particolari dove possono contribuire in modo sostanziale i materiali da costruzione), è altrettanto vero che:

- a) Il processo di accumulo del radon in ogni edificio è un processo multifattoriale che non dipende solo dal termine di sorgente (da cui segue la distribuzione log-normale)
- b) La concentrazione di radon presente in qualunque suolo, anche quello geologicamente meno ricco dei radionuclidi progenitori del radon, la famiglia dell' ^{238}U e il ^{226}Ra in particolare, è ampiamente sufficiente ad «inquinare» qualunque ambiente chiuso
- c) Per questi motivi, nessuna mappa sarà mai in grado di fornire a priori i livelli di concentrazione presenti in un determinato edificio, né di assicurare in modo assoluto sulla salubrità di una determinata zona

- Il suolo, qualunque tipo di suolo, anche quelli con contenuto ritenuto basso di radioattività naturale è un efficiente ed inesauribile serbatoio di radon: infatti, essendo esso costantemente generato dall'uranio, assai difficilmente è presente in concentrazioni < 10000 Bq/m³, un livello ampiamente sufficiente a “inquinare” un'abitazione o un luogo di lavoro a livelli inaccettabili



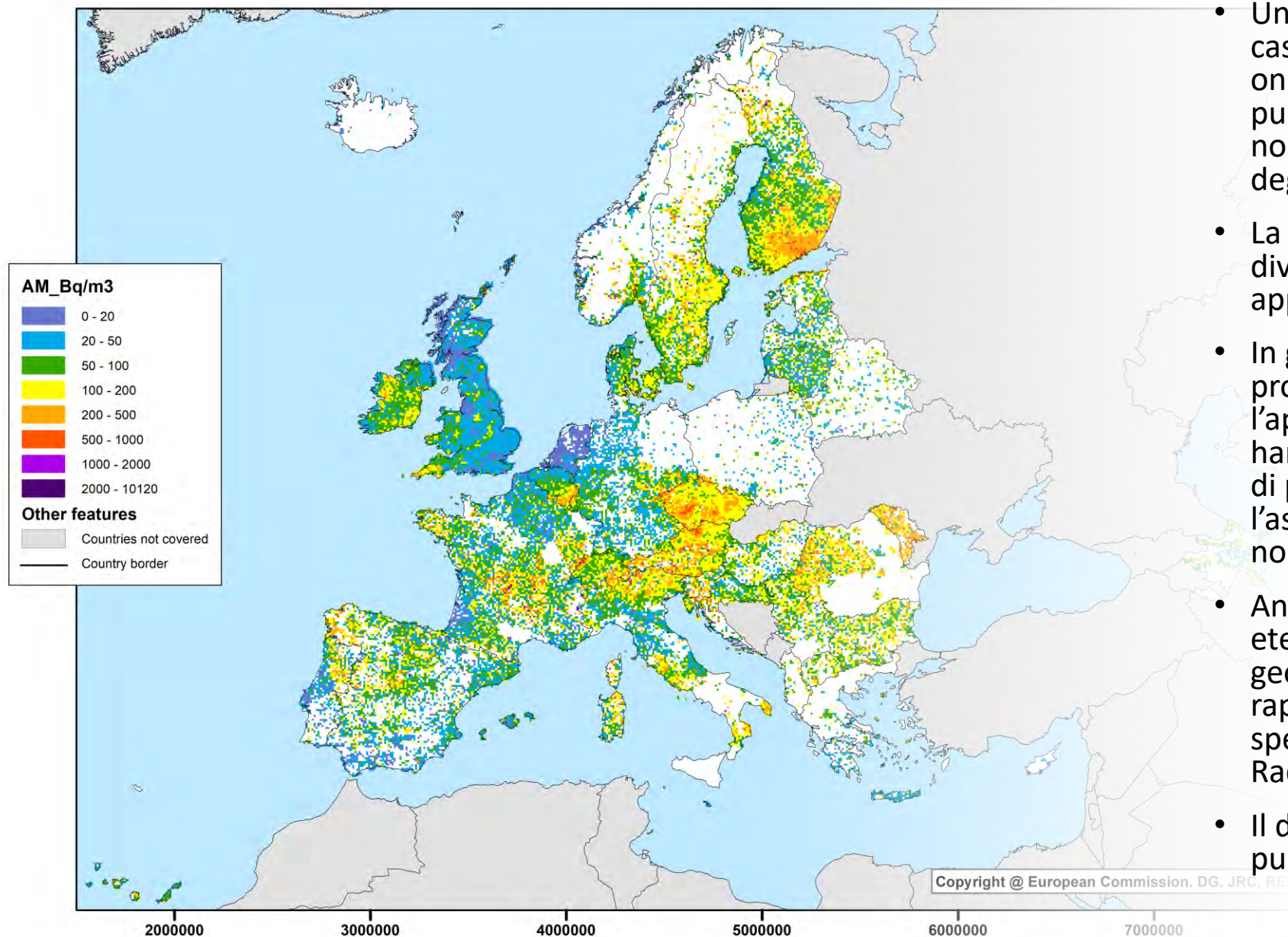
$$C_{Rn} = \frac{E_{CRn}}{\lambda + \lambda^*}$$

E_{CRn} tasso di ingresso radon, *radon entry rate*

- Le mappe radon sono comunque utili, sia a livello di conoscenza scientifica, sia perché possono essere usate per indirizzare in modo ottimale le risorse (di monitoraggio e/o bonifica). Esse possono essere costruite in moltissimi modi diversi
- In linea di principio abbiamo ai due estremi, due approcci radicalmente diversi:
 - a) Approccio puramente teorico, geologico-pedologico: la mappa «del potenziale radon» viene costruita a partire dalla conoscenza delle caratteristiche geologiche e pedologiche del suolo (origine delle rocce che hanno generato il suolo stesso, tessitura, permeabilità, ecc.)
 - b) Approccio puramente sperimentale (misura diretta del radon su un campione rappresentativo di abitazioni)

- L'approccio a) ha il grosso vantaggio di consentire in linea di principio la costruzione di una mappa a partire da dati già conosciuti in letteratura ma ha dei limiti scientifici evidenti: l'uso di una semplice carta geologica, ad esempio, non è sufficiente per fornire indicazioni sufficientemente affidabili
- Esistono infatti rocce che dal punto di vista geologico sono classificate in modo analogo ma che hanno contenuti di radioattività naturale estremamente differenti: la classificazione puramente geologica può quindi essere fuorviante
- D'altra parte l'approccio b), puramente sperimentale, cioè una misura delle concentrazioni di radon «a tappeto» può essere molto onerosa
- Alcuni Paesi come il Regno Unito hanno seguito questa strada, suddividendo il Paese in griglie rettangolari all'interno delle quali estrarre casualmente un certo numero di abitazione campione

European Indoor Radon Map, November 2021

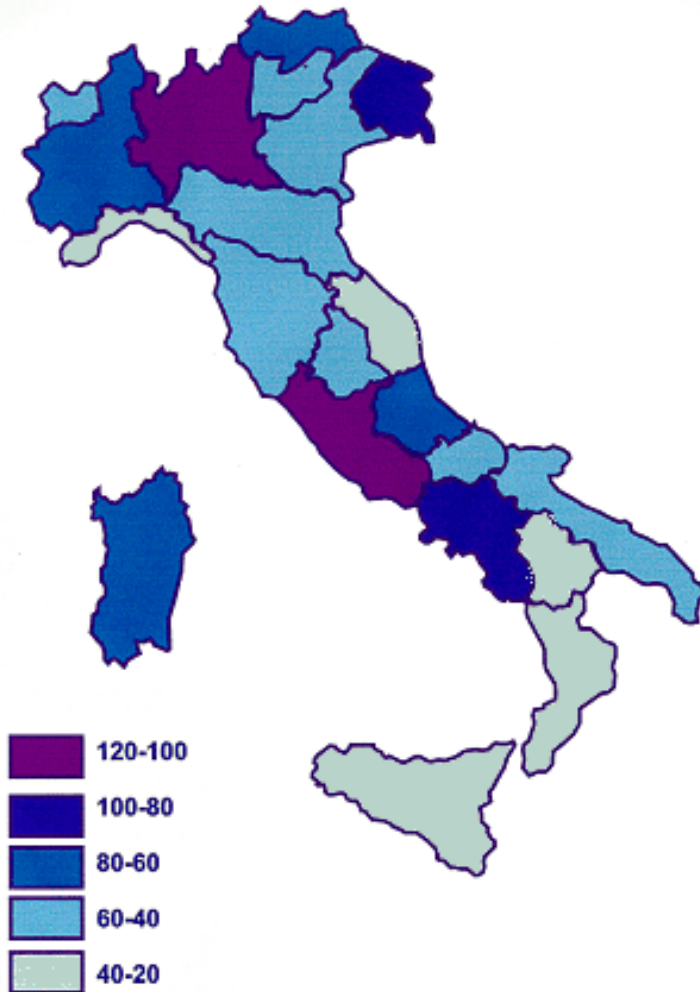


- Un approccio di questo tipo, applicato al caso italiano sarebbe stato particolarmente oneroso, stante l'estrema eterogeneità dal punto di vista geologico che caratterizza la nostra penisola rispetto alla maggior parte degli altri Stati europei
- La strada seguita in Italia è stata quindi diversa, con una sorta di ibridazione dei due approcci estremi che ho qui ricordato
- In generale, anche se non c'è stato finora un pronunciamento ufficiale a livello nazionale, l'approccio preferito dalle varie Regioni che hanno affrontato il problema, è stato quello di privilegiare l'approccio sperimentale, con l'aspetto geologico utilizzato (in alcuni casi) non come criterio principale ma accessorio
- Anche a livello europeo, vista la grande eterogeneità del territorio e degli approcci geologici si è alla fine optato per una rappresentazione dei valori medi dei dati sperimentali su griglia (JRC, European Radon Map)
- Il dato fornito da questa mappa è però puramente indicativo

Arithmetic means over 10 km x 10 km cells of long-term radon concentration in ground-floor rooms.
(The cell mean is neither an estimate of the population exposure, nor of the risk.)

Source:
European Commission, Joint Research Centre
Directorate G - Nuclear Safety & Security

Concentrazione di radon (Bq m^{-3})



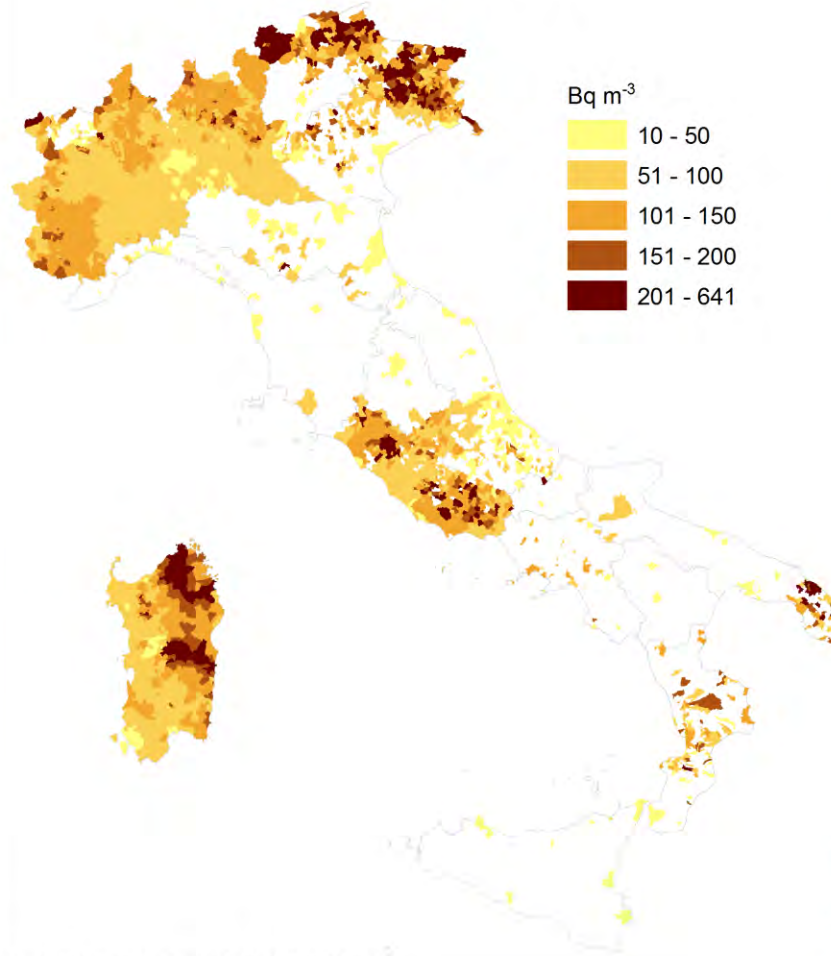
- A livello italiano le prime mappe risalgono agli anni '90 del secolo scorso, quando venne completata la Campagna Nazionale Radon promossa da ISS e ANPA (oggi ISIN) ed eseguita dai laboratori di riferimento regionali per la radioattività (CRR) facenti capo alle unità sanitarie locali (ora Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente)
- Tali mappe, basate su un campionamento casuale stratificato di abitazioni effettuato su base regionale, appaiono assai grossolane per gli *standard* attuali: coerentemente con il loro scopo forniscono infatti il valore medio regionale



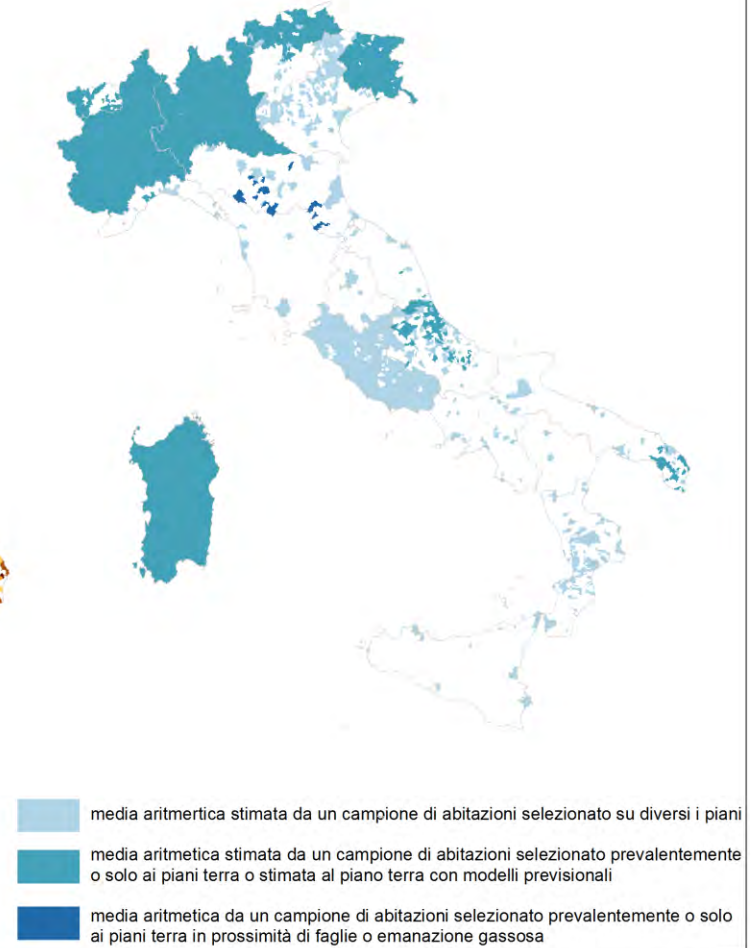
- Dopo la stagione della Campagna Nazionale, con l'emanazione del D. Lgs. 241/2000 il radon diventa per la prima volta oggetto di normazione
- Anche la mappatura del radon viene considerata: viene demandato alle Regioni il compito di costruire delle mappe seguendo linee guida nazionali che, per varie ragioni, non verranno mai emanate
- Le Regioni (di solito tramite le ARPA/APPA) si muovono quindi in autonomia, per rispondere almeno parzialmente ai requisiti di legge
- In assenza di linee guida condivise, inevitabilmente, si esaspera la già ben nota propensione nazionale «a fare di testa propria»: fioriscono diverse iniziative
- Il risultato finale è un *patchwork* sicuramente molto creativo ma difficile da mettere a fattor comune

ATTENZIONE: Il valore di concentrazione media in una regione o in un'area non fornisce un'indicazione affidabile riguardo al livello di radon della propria abitazione, per conoscere il quale è necessario effettuare una misura con dispositivi e protocolli adeguati. Maggiori informazioni alla pagina "Come misurare il radon" sul sito www.iss.it/radon

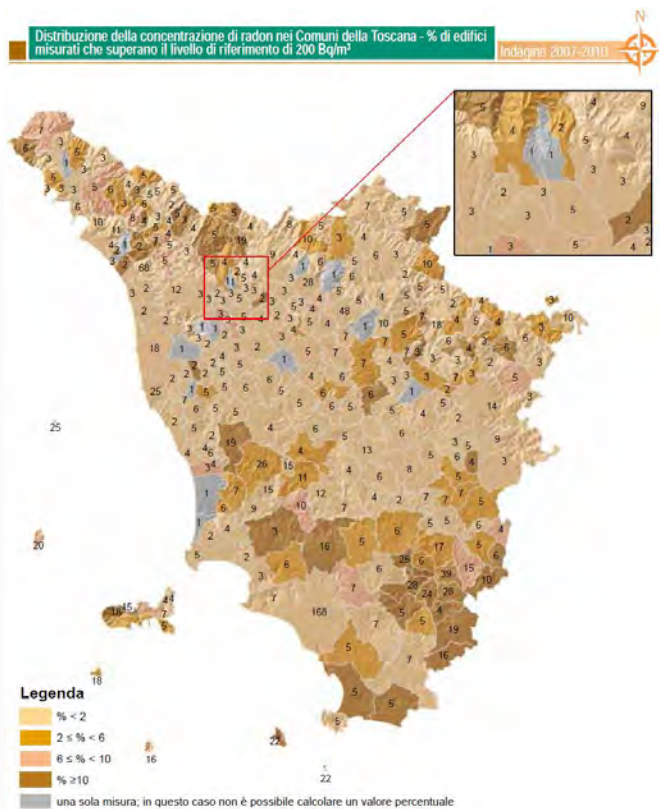
Concentrazione media di radon nei Comuni (abitazioni)



Tipologia di campionamento



- Tutte queste varie mappature del radon si basano su misure sperimentali indoor nelle abitazioni, anche se i criteri di campionamento variano parecchio, così come sono differenti le unità di campionamento con cui si suddivideva il territorio regionale
- Inoltre, mancando il criterio nazionale con cui definire quelle che la letteratura scientifica chiamava **radon prone areas** e che la normativa italiana ha battezzato prima **aree ad elevata probabilità di alte concentrazioni di radon** (D. Lgs. 241/2000) e poi **aree prioritarie** (D. Lgs. 101/2020), era possibile sì classificare il territorio in base ai livelli di radon ma non definirli in termini di tali aree ai sensi di legge
- Un passo in più venne fatto dalla Regione Toscana che nel 2012 ufficializzò con una Delibera di Giunta la propria mappa radon elaborata da ARPAT



5.12.2012 - BOLLETTINO UFFICIALE D

sia disponibile un numero di campioni di misurazioni minimo pari a quindici;

Ritenuto di definire, come proposto nel citato rapporto dell'ARPAT, come aree ad elevata probabilità di alte concentrazioni di attività di radon i Comuni per i quali la percentuale stimata di abitazioni con concentrazione di radon superiore a 200 Bq/m³ sia pari ad almeno il 10 %, percentuale da considerarsi significativamente più alta del valore medio nazionale e regionale, e che lo stesso valore soglia è stato adottato anche da diversi paesi europei;

Prima atto che i Comuni che soddisfano i suddetti

5.12.2012 - BOLLETTINO UFFICIALE DELLA REGIONE TOSCANA - N. 49

DELIBERAZIONE 26 novembre 2012, n. 1019

Indagine regionale sul gas radon negli ambienti di vita e di lavoro. Individuazione delle aree ad elevata probabilità di alte concentrazioni di radon ai sensi dell'art. 10 sexies del D.Lgs. n. 230/95 e s.m.i.
- Diffusione dei dati statistici per comune riassuntivi delle misurazioni effettuate.

LA GIUNTA REGIONALE

Visto il D.Lgs. n. 230/1995 "Attuazione delle direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 92/3/Euratom e 96/29/Euratom in materia di radiazioni ionizzanti" e s.m.i.;

Visto quanto stabilito dall'art. 10 sexies, comma 1, del decreto legislativo n. 230/1995 "Attuazione delle direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 92/3/Euratom e 96/29/Euratom in materia di radiazioni ionizzanti" e s.m.i. il quale prevede che le Regioni individuano le zone o i luoghi di lavoro con caratteristiche determinate ad elevata probabilità di alte concentrazioni di attività di radon;

- Vennero considerati aree ad elevata probabilità di alte concentrazioni di radon quei Comuni in cui la probabilità di superare il livello di 200 Bq/m³ era superiore al 10%
- 13 Comuni vennero identificati a seguito di ciò
- Allo stato attuale sappiamo che la Regione Toscana sta procedendo ad aggiornare la mappa secondo i criteri, finalmente disponibili, emanati grazie al D. Lgs. 101/2020, rendendo così la mappa pienamente applicabile ai sensi di legge
- Alla luce di questo aggiornamento in fieri, probabilmente i Comuni da individuare come aree prioritarie scenderanno a 10

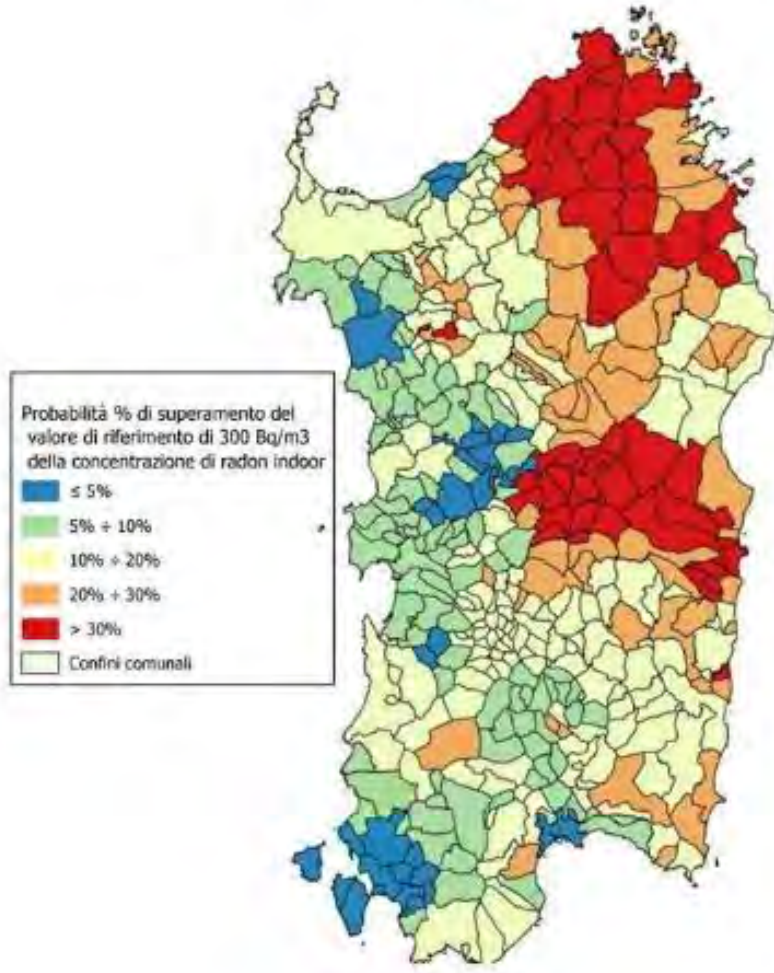
81

Vista la D.G.R. n. 1243 del 19.12.2005 "Approvazione del progetto per l'individuazione delle aree ad elevata probabilità di alte concentrazioni di attività di radon in ambienti di lavoro";

Vista la D.G.R. n. 38 del 30.01.2006 "Realizzazione di una indagine conoscitiva sulla concentrazione del Gas Radon in Toscana. - Componente Ambientale. Determinazioni."

Visto il D.D. n. 3596 del 23.06.06 "Approvazione della componente ambientale dello schema di convenzione tra Regione Toscana e ARPAT per la realizzazione di un'indagine conoscitiva sulla concentrazione di Radon negli ambienti di vita e negli ambienti di lavoro e relativo impegno di spesa";

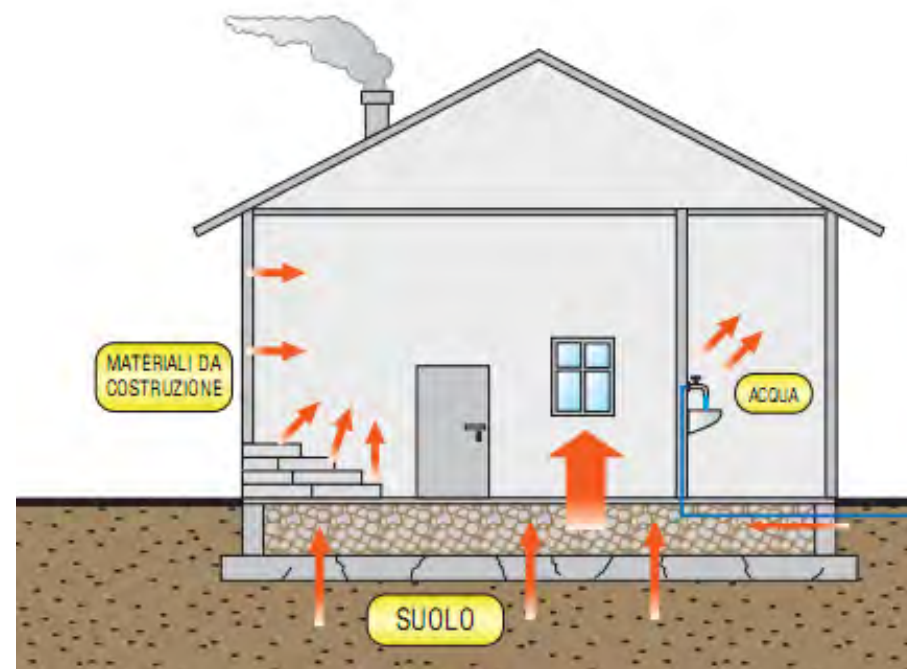
Visto il D.D. n. 3216 del 23.06.2006 "Approvazione di uno schema di convenzione tra la Regione Toscana ed l'ARPAT per la realizzazione di una indagine conoscitiva sulla concentrazione di radon negli ambienti di vita e di lavoro - componente ambienti di lavoro";



- Successivamente, nel 2019, anche la Regione Sardegna classificò ufficialmente il proprio territorio su base comunale, impiegando un approccio misto sperimentale-geologico
- Più recentemente (Deliberazione del 30/6/2020), questa mappatura è stata adattata a quanto previsto dal D. Lgs. 101/2020, con una conseguente ridefinizione delle aree prioritarie

- Arriviamo dunque ai nostri giorni
- Con l'emanazione del D. Lgs. 101/2020 finalmente abbiamo indirizzi precisi, validi per tutto il territorio nazionale, per la costruzione di una mappa del radon
- Non si danno in realtà indicazioni su come costruire una mappa ma viene esplicitato il criterio in base al quale possono essere individuate dalle Regioni porzioni del loro territorio denominate come **aree prioritarie**
- Già la scelta del nome è indicativa: si vuole in qualche modo sottolineare il fatto che si tratta di aree che meritano una particolare attenzione, pur non essendoci evidentemente un'esclusività del rischio radon in quelle zone
- In base all'art. 11 comma 3 del Decreto sono dunque definite come aree prioritarie quelle **porzioni di territorio regionale in cui il 15% delle abitazioni situate al piano terra superano il Livello di Riferimento di 300 Bq/m³**

- Un commento alla scelta del legislatore di indicare come riferimento le concentrazioni di radon al piano terra
- In questo modo, anche in assenza di linee guida tecniche, si dà implicitamente un'indicazione operativa su come fare per giungere a costruire una mappa del radon
- Questo perché:
 - 1) La misura al piano terra è scelta come riferimento in quanto il suolo è riconosciuto essere la fonte di gran lunga preponderante del flusso di radon entrante nelle abitazioni (in media, più del 90%)
 - 2) La misura al piano terra è un indicatore sperimentale «robusto» in quanto ingloba in sé in modo sintetico informazioni diverse: la natura del suolo (più o meno ricco di radon) e le caratteristiche del patrimonio edilizio che, come è noto, sono essenziali nel determinare le concentrazioni di radon indoor



La mappa radon del Piemonte

- Il Piemonte è la prima Regione a concepire da principio una mappatura che del radon che strutturalmente sia in grado di rispondere alle richieste del D. Lgs. 101/2020: è stata infatti pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione Piemonte del 12/01/2023 la Deliberazione della Giunta Regionale 25 novembre 2022, n. 61-6054 che adotta appunto la mappa del radon che definisce tra le altre cose le aree prioritarie
- In realtà una prima “mappatura” del radon in Piemonte, eseguita da Arpa Piemonte, su incarico della Regione con la DGR n°48-15256 del 30 marzo 2005, era già stata pubblicata nel 2009
- Quella da poco uscita, sempre elaborata da ARPA, è però una profonda rivisitazione della vecchia mappa, di fatto un lavoro radicalmente nuovo, con importanti novità non solo normative ma anche di impostazione scientifica

Aspetti tecnici

- La mappa è stata ricavata a partire da una base dati sperimentale costituita da misure di concentrazione di attività radon (medie annuali, effettuate con rivelatori a tracce CR-39): 4373 misure suddivise tra abitazioni (3432), scuole (1337), e luoghi di lavoro (356) di tipo “ufficio con accesso di pubblico”, assimilati nel trattamento alla tipologia scolastica
- Non tutte le misure sono state eseguite al piano terra. Quelle a piani differenti sono state sottoposte ad un processo di «normalizzazione al piano terra» opportunamente validato
- Come unità base di campionamento si è preso il territorio comunale. Il Piemonte ha attualmente 1181 Comuni (dato 2019): un numero troppo elevato per poter ottenere una mappa «puramente sperimentale». È stato seguito così un approccio «ibrido», sperimentale e modellistico
- Necessità dello sviluppo di un modello radio-geo-litologico per assegnare un valore anche a per quei Comuni con pochi dati a disposizione

Il modello radio-geo-litologico

- Il punto di partenza è stata la carta geologica del Piemonte alla scala 1:250.000 (ARPA Piemonte, 2012), caratterizzata da oltre 200 unità!
- Tali unità sono state poi riprofilate in 37 unità radio-geo-litologiche caratterizzate dall'ipotesi, verificata sperimentalmente (misure di spettrometria γ su circa 400 campioni di rocce del Piemonte) di omogeneità di contenuto radioattivo



Le 37 unità radio-geo-litologiche

	Depositi fluviali della pianura del Po; Pleistocene superiore – attuale
	Depositi fluviali delle valli Scrivia, Curone e Staffora; Pleistocene superiore – attuale
	Depositi fluviali di Belbo-Bormida-Orba, medio-basso Tanaro e Banna; Pleistocene superiore – attuale
	Depositi fluviali di alto Tanaro, Stura di Demonte, Grana-Maira, <u>Varaita</u> , alto Po, Pellice-Chisone, <u>Chisola</u> ; Pleistocene superiore – attuale
	Depositi fluviali di Orco, Malone, Stura di Lanzo, <u>Ceronda</u> , Dora Riparia, Sangone, Po torinese; Pleistocene superiore – attuale
	Depositi fluviali della Dora Baltea
	Depositi fluviali di Sesia e Cervo; Pleistocene superiore – attuale
	Depositi fluviali di Ticino, Toce, Agogna, <u>Terdoppio</u> ; Pleistocene superiore – attuale
	Depositi fluviali, fluvioglaciali e glaciali del bacino cuneese; Pleistocene inferiore - medio
	Depositi fluviali del Torrente Cervo
	Depositi fluviali e fluvioglaciali del bacino padano occidentale; Pleistocene inferiore - medio
	Depositi glaciali dell'anfiteatro morenico di Rivoli-Avigliana. Pleistocene - Olocene
	Depositi glaciali dell'anfiteatro morenico di Ivrea e di Cuornè. Pleistocene - Olocene
	Depositi glaciali degli anfiteatri morenici del Verbano e di Orta, lembi isolati di depositi glaciali entrovallivi (Verbano). Pleistocene - Olocene
	Depositi fluviali del bacino alessandrino; Pleistocene inferiore - medio
	Depositi marini, transizionali e continentali pliocenici
	Depositi evaporitici e terrigeni messiniani
	Unità terrigene cenozoiche del Bacino terziario piemontese, Monferrato, Collina di Torino ed <u>epiliguri</u>

	Unità sedimentarie e metasedimentarie cenozoiche del bacino di <u>avanfossa alpino</u>
	Plutoni della Valle del Cervo, di Brosso-Traversella e di Miagliano e relative aureole di contatto; vulcaniti e <u>vulcanoclastiti oligoceniche</u>
	Unità <u>flyschoidi</u> cretacic superiori - paleoceniche
	Unità sedimentarie e metasedimentarie mesozoiche <u>brianzonesi</u> e <u>delfinesi</u>
	Unità vulcaniche e <u>vulcanoclastiche</u> permiane <u>brianzonesi</u> e <u>delfinesi</u> , talora metamorfiche
	Massiccio dell'Argentera; basamento <u>brianzonese</u> ; Zona di Acceglio; massiccio d'Ambin; unità Gran San Bernardo; unità <u>Camughera-Moncucco</u>
	Coperture sedimentarie mesozoiche delle unità pennidiche inferiori; unità vallesane
	Unità pennidiche inferiori della Val d'Ossola
	Unità Monte Rosa, Gran Paradiso, Dora-Maira e <u>Valosio</u> : <u>ortogneiss</u> e <u>metagranitoidi</u>
	Unità Monte Rosa, Gran Paradiso, Dora-Maira e <u>Valosio</u> : rocce <u>polimetamorfiche</u> e coperture <u>metasedimentarie</u>
	Successioni mesozoiche e <u>metasedimenti</u> di origine oceanica o di margine continentale
	<u>Metabasiti</u> e <u>metaultrabasiti</u> di origine oceanica
	Unità Sesia-Lanzo
	Zona del Canavese
	Successioni mesozoiche <u>sudalpine</u>
	Vulcaniti e <u>vulcanoclastiti</u> permiane <u>sudalpine</u>
	Graniti permiani <u>sudalpini</u>
	Serie dei laghi
	Zona Ivrea-Verbano

- Una volta stabilite queste 37 unità (grande sforzo interdisciplinare in cui sono state messe in comune conoscenze geologiche e fisico-sperimentali), è stato possibile utilizzarle per costruire un modello matematico in grado di «predire» le concentrazioni di radon laddove i dati sperimentali mancavano
- Sono state quindi calcolate, a partire dai risultati sperimentali disponibili (misure radon indoor al piano terra, medie annue), 37 «medie radio-geo-litologiche» da cui si può stimare il valore medio di ciascun comune grazie alla seguente formula:

$$\mu_j = \sum_{k=1}^P \frac{AL_k \cap AC_j}{AC_j} \cdot \mu_k$$

dove AL_k è l'area della k -esima area radio-geo-litologica mentre AC_j è l'area totale del j -esimo Comune, mentre μ_j e μ_k sono, rispettivamente la media comunale e le medie radio-geo-litologiche

- Nota tecnica: in ossequio all'assunzione che le distribuzioni comunali delle concentrazioni sono log-normali, i parametri μ_j e μ_k sono le medie dei logaritmi delle concentrazioni. Quindi la media comunale M_j è data da:

$$M_j = e^{\mu_j + \frac{\sigma_j^2}{2}}$$

in cui σ_j è la deviazione standard dei logaritmi delle concentrazioni

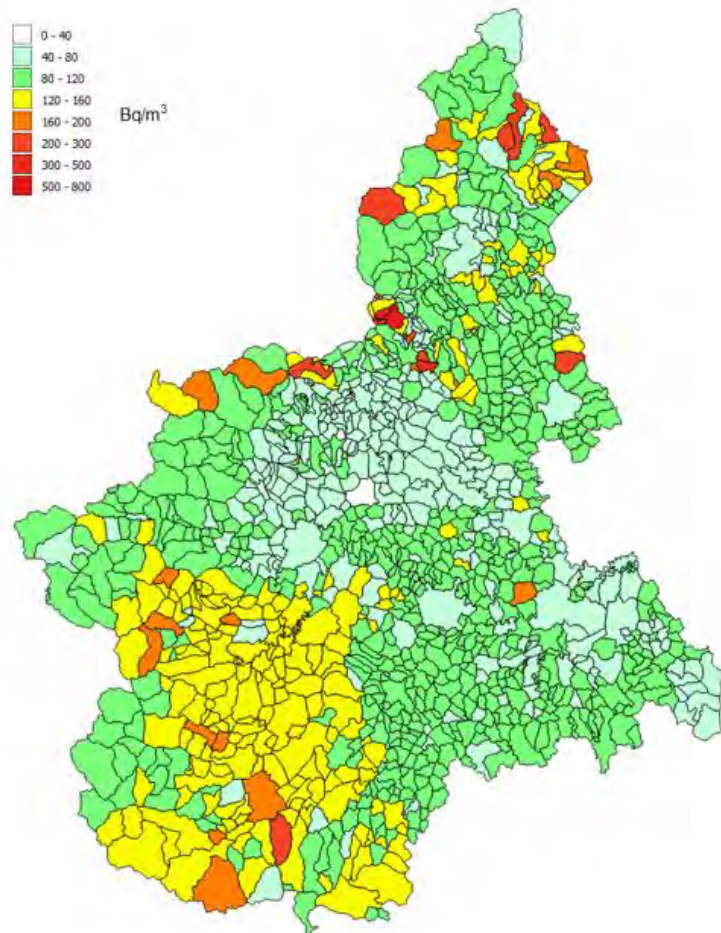
Il calcolo delle aree prioritarie

- Poiché abbiamo visto che le aree prioritarie sono quelle **porzioni di territorio regionale in cui il 15% delle abitazioni situate al piano terra superano il Livello di Riferimento di 300 Bq/m³**, avendo definito come unità territoriale della mappatura il Comune, dobbiamo valutare tale probabilità
- Cioè, in termini matematici, calcolare il seguente integrale:

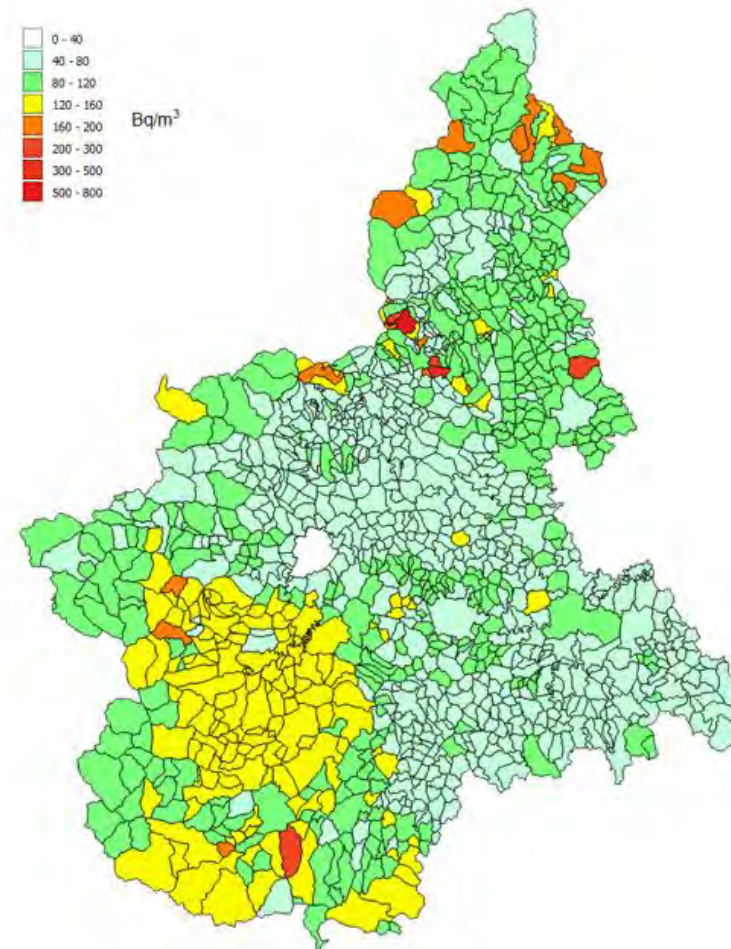
$$P_{>LR} = 100 \cdot \int_{LR}^{\infty} f_i(c, \mu_i, \sigma_i) dc$$

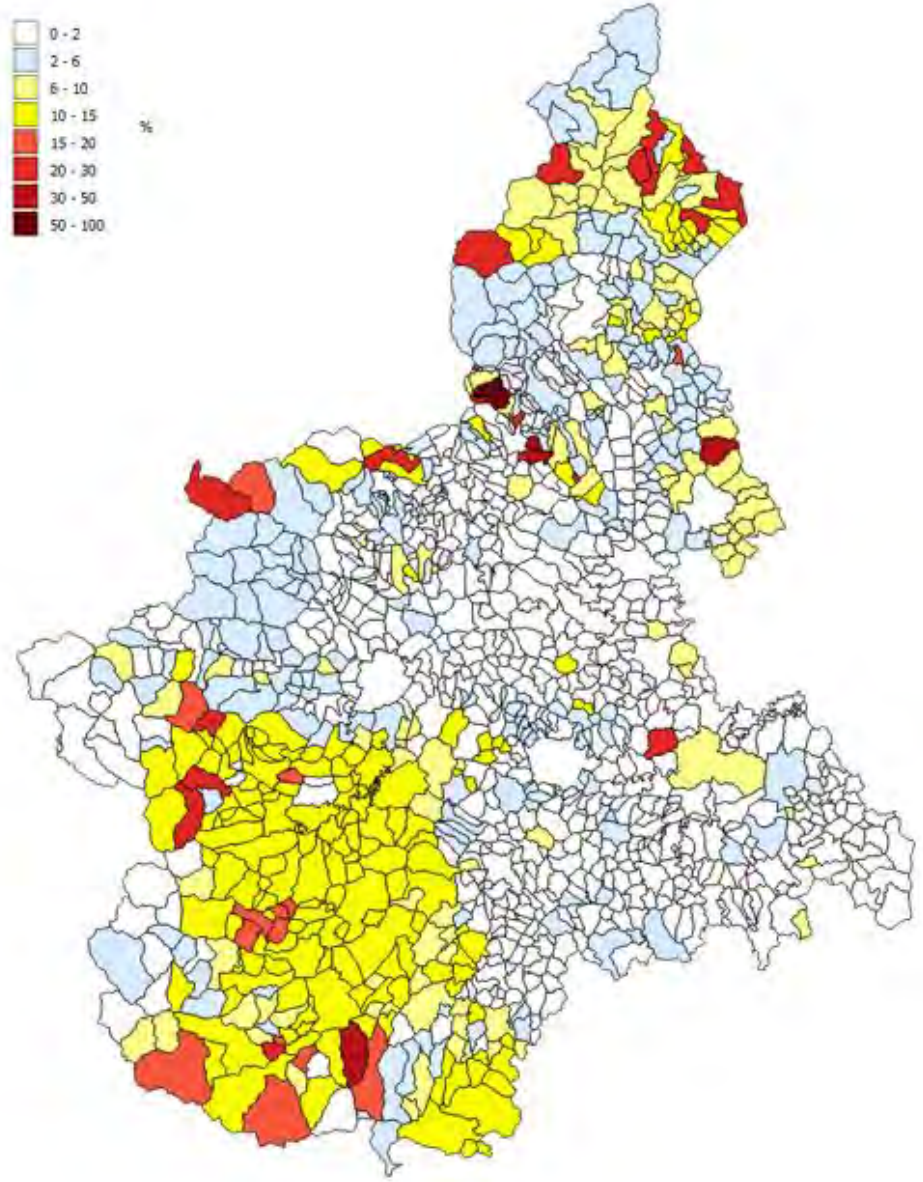
dove **LR=300 Bq/m³** mentre $f_i(c, \mu_i, \sigma_i)$ è la funzione di distribuzione delle concentrazioni al piano terra che, grazie al nostro lavoro, siamo stati in grado di calcolare per tutti i Comuni

Medie piano terra



Medie «reali»



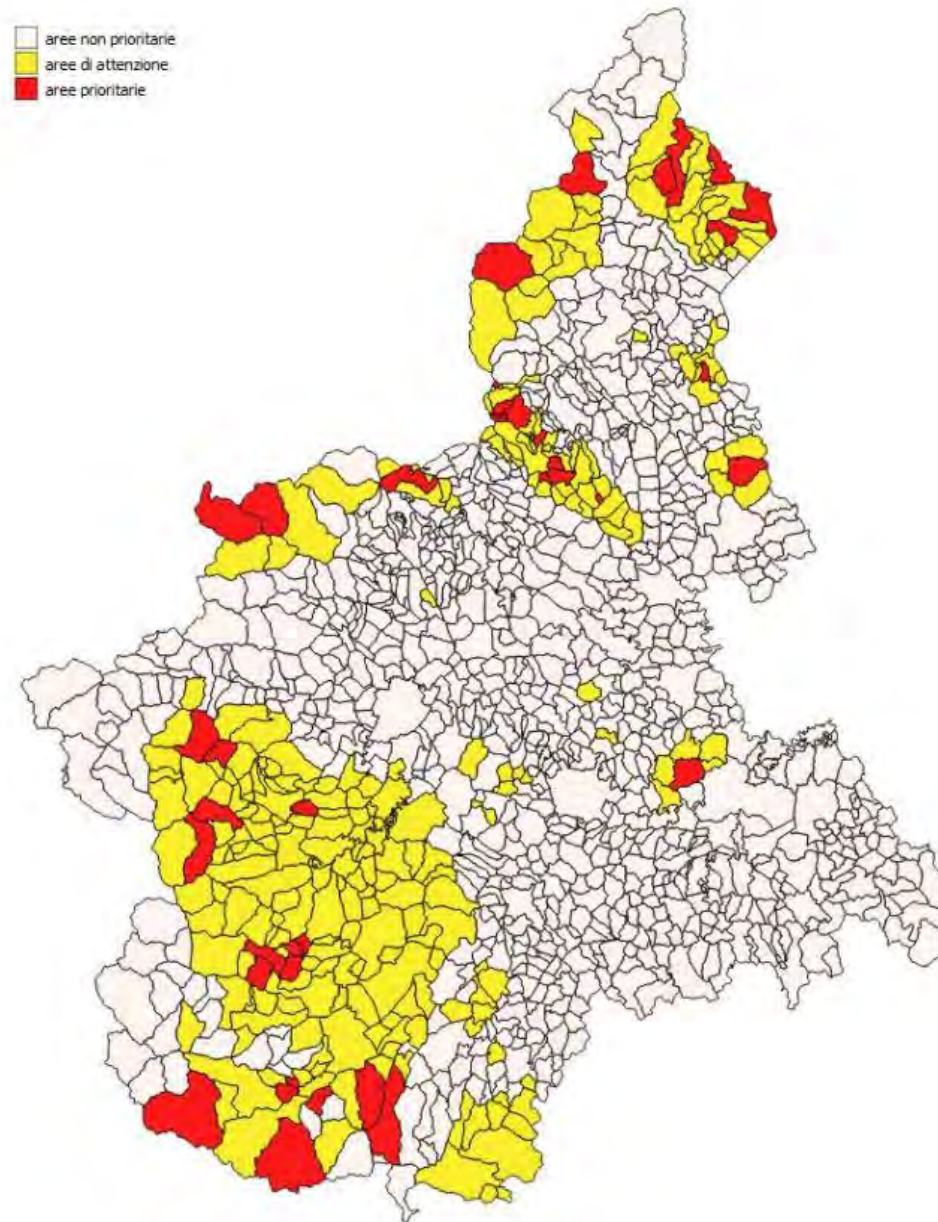


**Percentuale di abitazioni al piano terra
che eccede il Livello di Riferimento di
300 Bq/m³**

Mappa del radon in Piemonte

- In rosso *le aree* definite *prioritarie* in base alle legge, in giallo quelle *di attenzione*, definite da ARPA Piemonte

(% abitazioni > 300 Bq/m³ compresa tra 10 – 15 %)



COMUNI individuati come "aree prioritarie" *	P_{>300}>15% al piano terra (percentuale di edifici situati al piano terra che superano i 300 Bq/m ³ , in termini di concentrazione media annua di attivita' di radon)
Andorno Micca	29
Angrogna	27
Aurano	25
Bellinzago Novarese	43
Bognanco	26
Brondello	16
Brossasco	17
Buriasco	19
Campiglia Cervo	95
Candelo	48
Cannobbio	22
Ceresole Reale	21
Chiusa di Pesio	15
Druogno	24
Entracque	17
Gaglianico	25
Gaiola	15
Giffenga	20
Macugnaga	28

COMUNI individuati come "aree prioritarie" *	P_{>300}>15% al piano terra (percentuale di edifici situati al piano terra che superano i 300 Bq/m ³ , in termini di concentrazione media annua di attivita' di radon)
Melle	15
Moiola	25
Noasca	15
Oleggio Castello	17
Pagno	15
Perosa Argentina	20
Peveragno	36
Quargnento	20
Re	26
Roccavione	17
Rosazza	67
Roure	16
Santa Maria Maggiore	27
Traversella	23
Venasca	18
Vigliano Biellese	34
Villar Pellice	20
Vinadio	16

* fonte "La mappa del radon in Piemonte: un aggiornamento alla luce dell'emanazione del d.lgs 101/2020" elaborato da ARPA Piemonte su istanza della Regione Piemonte

In tali *aree prioritarie* (37 Comuni) si avrà un regime di maggiore attenzione al radon: sarà infatti reso qui obbligatorio il controllo del radon in tutti i luoghi di lavoro situati al piano terra o semi-interrati (art. 16)

Grazie per l'attenzione

Un ringraziamento speciale al «gruppo radon» di ARPA Piemonte per questo traguardo, sintesi di un lavoro più che decennale:

Enrico Chiaberto, Paolo Falletti, Anna Prandstatter, Elena Serena, Rosamaria Tripodi

Per ulteriori informazioni è disponibile sul Bollettino Ufficiale della Regione Piemonte la relazione tecnica che illustra la mappatura:

<http://www.regione.piemonte.it/governo/bollettino/abbonati/2023/02/siste/00000374.htm>

Per informazioni scientifiche più di dettaglio si può consultare l'articolo:

Chiaberto E., Falletti P., & Magnoni M. (2022). Radon mapping in Piedmont (North-West Italy): a radio-geo-lithological approach. *Journal of the European Radon Association*, 3. <https://doi.org/10.35815/radon.v3.7719>

REGIONE PIEMONTE BU2 12/01/2023

Deliberazione della Giunta Regionale 25 novembre 2022, n. 61-6054

L.r. 5/2010, Individuazione, ai sensi dell'art.11, comma 3, del D.lgs. 101/2020, delle "aree prioritarie", già "zone ad elevata probabilità di alte concentrazioni di attività di radon", ai sensi dell'art.10 sexies del D.lgs. 230/1995 e disposizioni attuative del Piano regionale di Prevenzione 2020-2025, di cui alla d.g.r. 16-4469 del 29.12.2021.

A relazione degli Assessori Icardi, Marnati:

Premesso che l'articolo 11 della Legge regionale 18 febbraio 2010, n. 5 "Norme sulla protezione dai rischi da esposizioni a radiazioni ionizzanti" stabilisce che: al comma 1, la Regione si doti di strumenti idonei per la individuazione, la prevenzione e la riduzione dei rischi connessi alla esposizione al gas radon ed alla radioattività di origine naturale; al comma 2, in particolare, la Giunta regionale individui, con propria deliberazione, su proposta dell'ARPA, le zone ad elevata probabilità di alte concentrazioni di attività di radon ai sensi dell'articolo 10 sexies del D.lgs. 230/1995 sulla base delle linee guida e dei criteri emanati dalla



RESEARCH PAPER

Radon mapping in Piedmont (North-West Italy):
a radio-geo-lithological approach

Enrico Chiaberto¹, Paolo Falletti² and Mauro Magnoni^{1*}

¹ARPA Piemonte – Department of Physical and Technological Risks, Via Guglielmo Jervis, Ivrea, Italy; ²ARPA Piemonte – Department of Natural and Environmental Risks, Via Felice Piacenza, Biella, Italy

Abstract

Background: In this work a radon mapping method implemented in Piedmont, an Italian Region in the Northern part of the country, is presented and discussed.

Methods: The method is based on a "mixed approach", combining together an experimental approach, based on a large set of experimental radon measurements performed with nuclear track detectors, and an empirical model,

