

IL CONTRIBUTO DI ARPA PIEMONTE a RADICAL RADon Integrating Capabilities of Associated Labs

Progetto INTERREG

Programma Operativo di
Cooperazione Transfrontaliera
Italia Svizzera 2007-2013

Mauro Magnoni



SOMMARIO

1. Aspetti amministrativi
2. Attività svolte da Arpa Piemonte nell'ambito del progetto
3. La misura del fattore di equilibrio F: perché è importante
4. Verso una revisione della mappa del radon in Piemonte

Aspetti Amministrativi

Capofila:

Università dell'Insubria

Partner:

- ARPA Piemonte - Dipartimento Tematico Radiazioni Ionizzanti, Ivrea
- ARPA Valle d'Aosta

Capofila – attuatore svizzero:

SUPSI – Scuola Universitaria Professionale della Svizzera Italiana

Partner:

- Impresa Radon Ticino
- Ufficio Federale della Sanità Pubblica UFSP

RADICAL RADon - Tempistiche approvazione

2009

- Ottobre 2009: bando INTERREG Italia-Svizzera 2007-2013 (attività tecniche, budget economico, dichiarazione di autofinanziamento, regime IVA, ecc..)

2010

- Giugno 2010: progetto selezionato dal Comitato di Pilotaggio del Programma Italia-Svizzera
- Luglio 2010: notifica ammissione del finanziamento. Esiti positivi istruttoria da parte del Capofila Italiano.
- Novembre 2010: adesione da parte di ARPA Piemonte al progetto INTERREG RADICAL RADon, Determinazione Dirigenziale n. 1099 del 19/11/2010.

RADICAL RADon - Sviluppo triennio (febbraio 2011-gennaio 2014)



- Febbraio 2011: inizio attività tecniche, avvio procedure interne per acquisizione di personale dedicato, e acquisizione della prima strumentazione necessaria.
- Maggio/Ottobre 2011: rendicontazione tecnica ed economica.
- Maggio/Ottobre 2012: rendicontazione tecnica ed economica.
- Maggio/Ottobre 2013: rendicontazione tecnica ed economica.
- Dicembre 2013: richiesta proroga di 3 mesi
- Gennaio 2014: Comunicazione accettazione proroga
- Aprile 2014: conclusione del progetto
- Luglio 2014: ultima rendicontazione economica integrativa.

RADICAL RADon – Finanziamento

Il progetto ha un valore complessivo € 771.464,00

- quota italiana € 641.182,50;
- ARPA Piemonte € 128.000,00 (di cui € 27.000,00 autofinanziamento)

RADICAL RADon – La rendicontazione delle spese

Per ogni voce di spesa

- spese di personale
 - Personale strutturato;
 - Personale a contratto (borsa di studio)
 - Missioni
- Dotazione strumenti e attrezzature
 - Acquisto strumentazione (Radim, ecc.);
 - Acquisto PC;

Rendicontazione:

raccolta documentazione;

annullamento documenti con timbro di progetto;

copie conformi per Certificatori di I Livello e Capofila del progetto;

Sistema rendicontazione GEFO <https://gefo.servizirl.it/interreg>

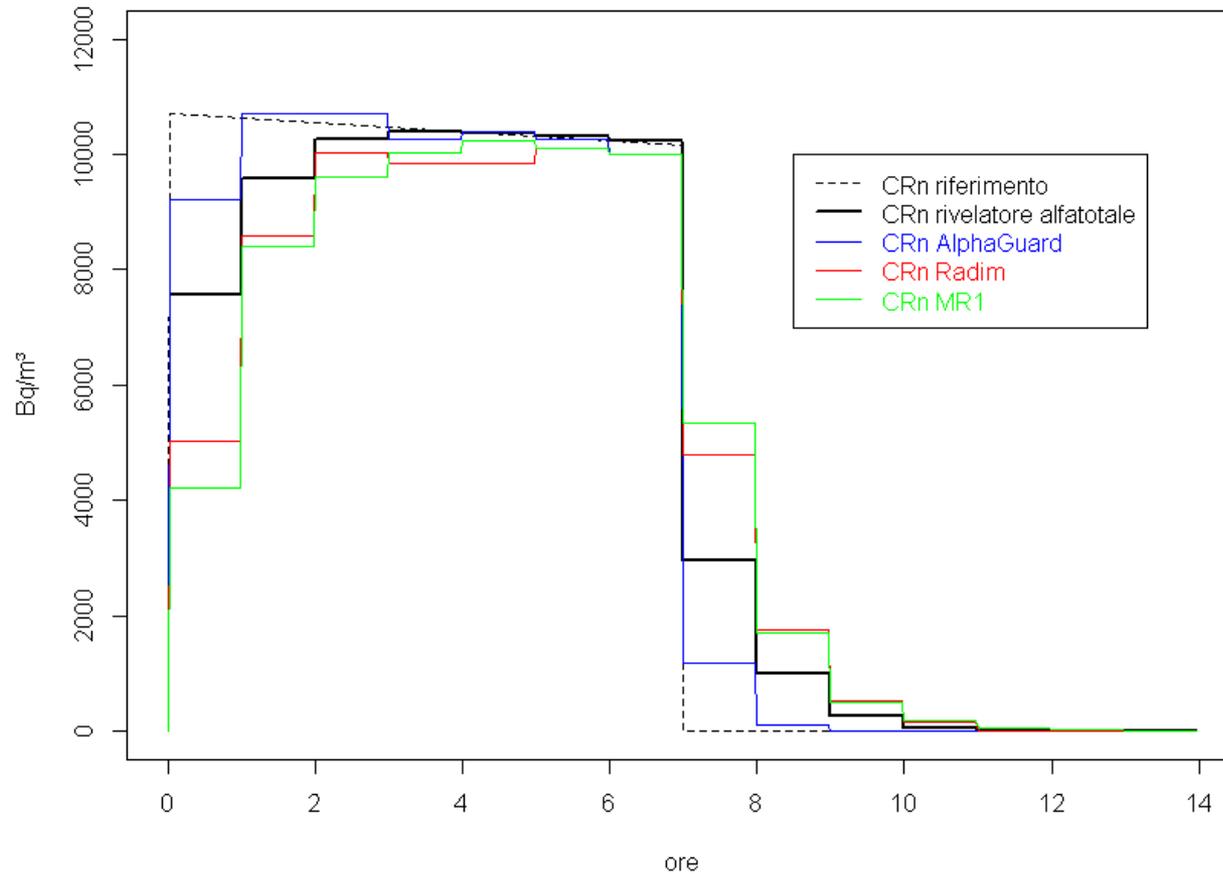
Visita ispettiva dei Certificatori di II Livello dalla Commissione Europea (giugno 2013)

Il contributo al progetto di Arpa Piemonte

- Il contributo di Arpa Piemonte al progetto ha riguardato vari aspetti:
 - a) Conoscenza del territorio: individuazione aree “a rischio” dove eseguire le misure
 - b) Test comparati di funzionalità della strumentazione attiva presso la “camera radon” di Arpa Piemonte
 - c) Collaborazione ai test di gestione remota dei Radim
 - d) Campagne di posizionamento dei Radim per studio correlazione anomalie radon – terremoti
 - e) Studio dell’influenza del particolato ultrafine per la dosimetria radon e sviluppo metodo per la stima del fattore di equilibrio F

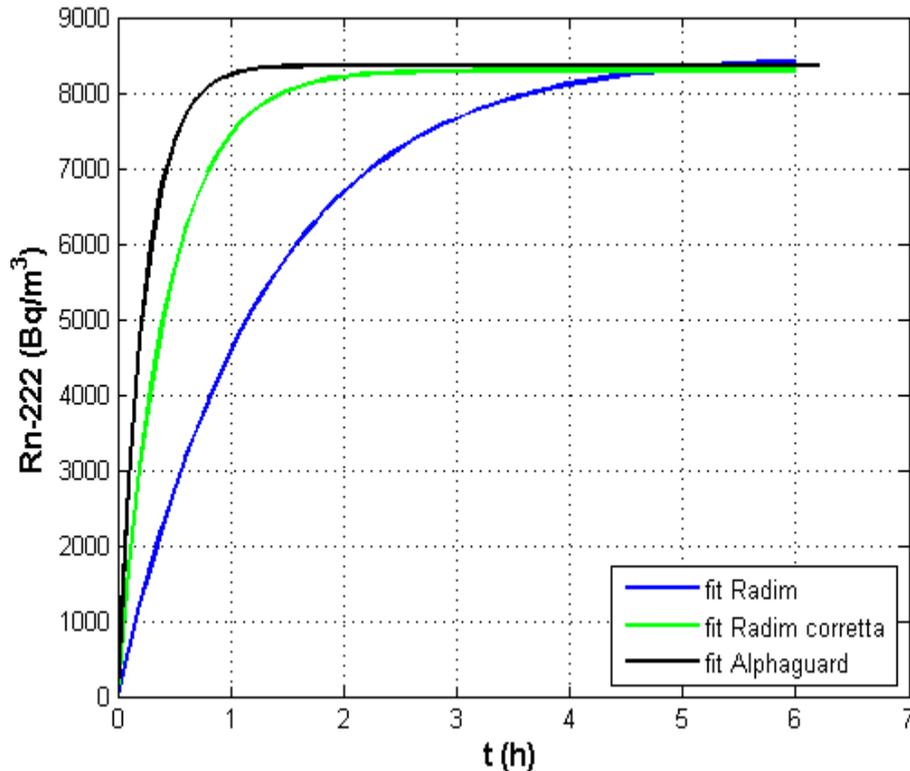
Studio della risposta di vari monitori nella “camera radon” di Arpa Piemonte

Risposta di monitori radon a fronti di salita e di discesa di radon

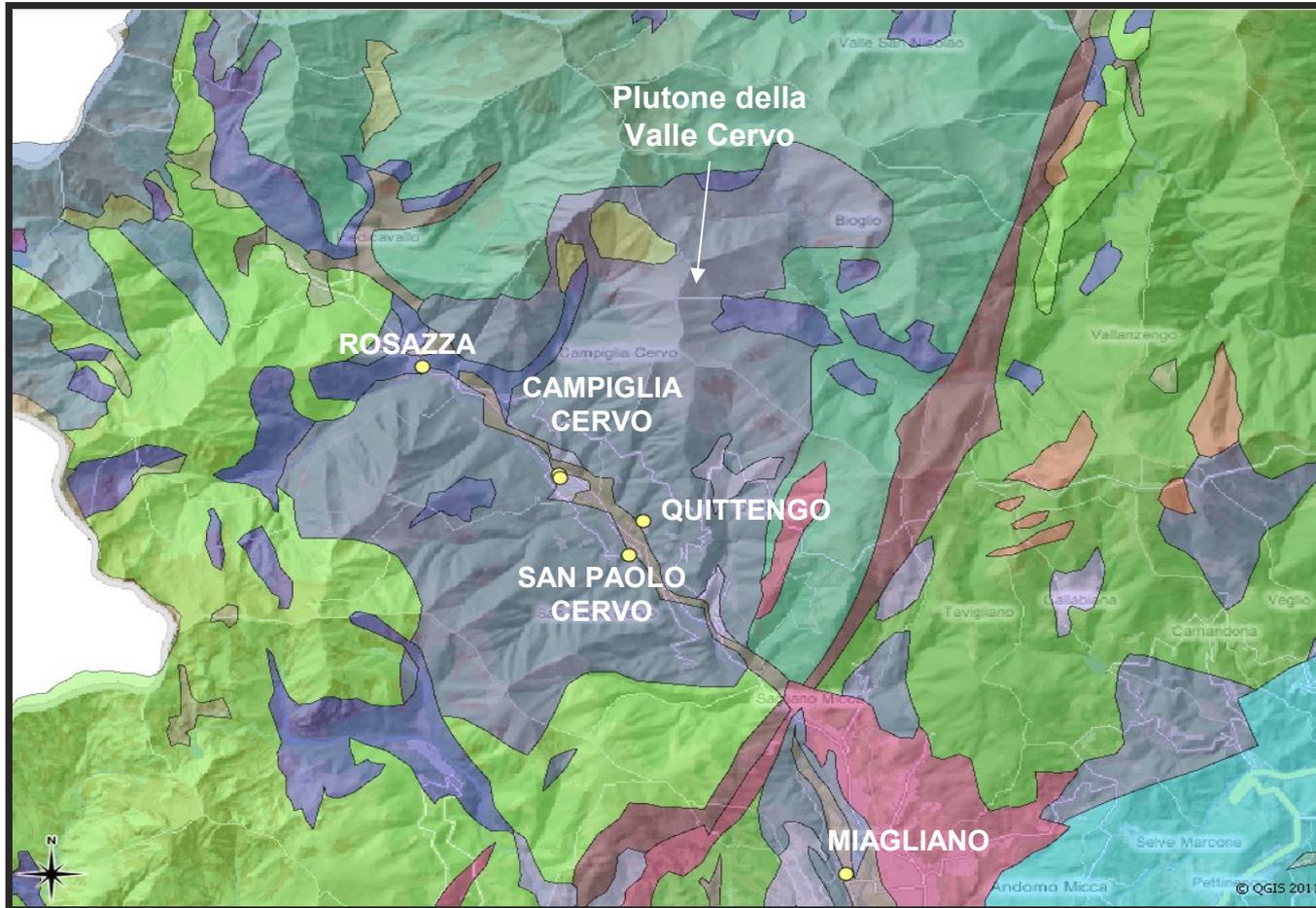


Studio risposta degli strumenti

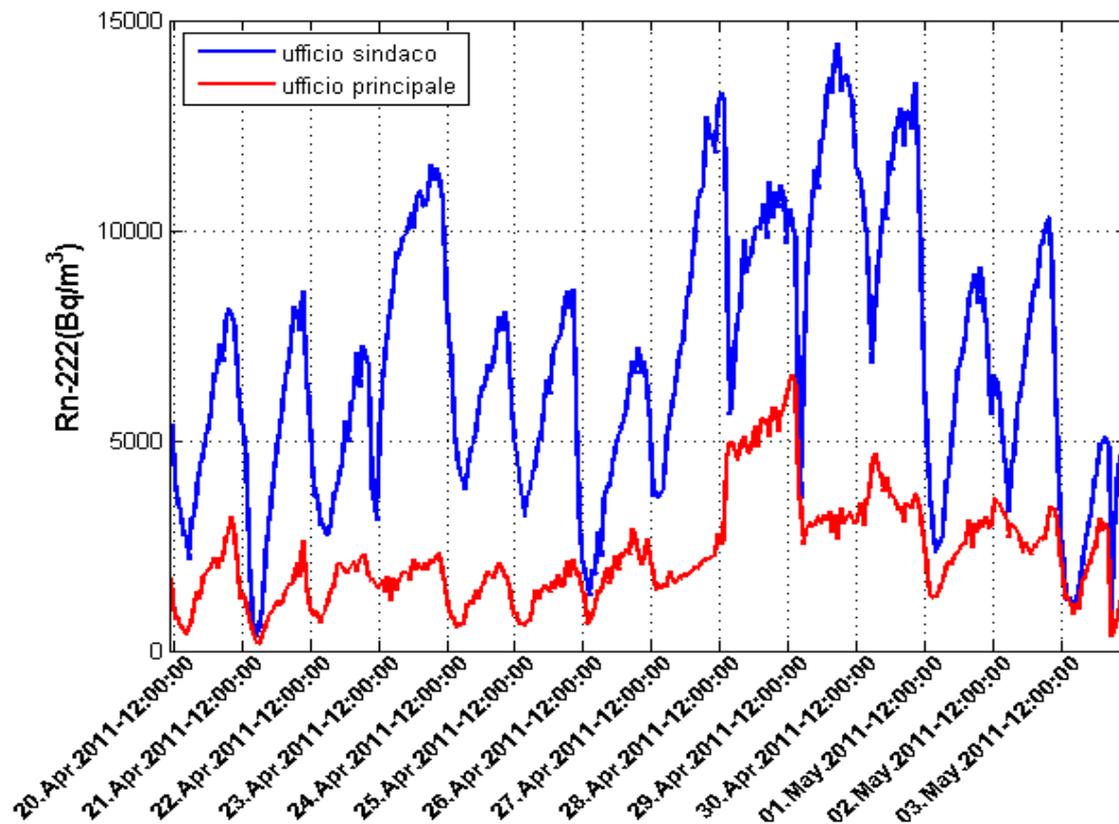
Questi studi hanno permesso di valutare il ritardo di risposta dei vari strumenti a brusche variazioni dei livelli di radon



Monitoraggi di radon indoor in Valle Cervo

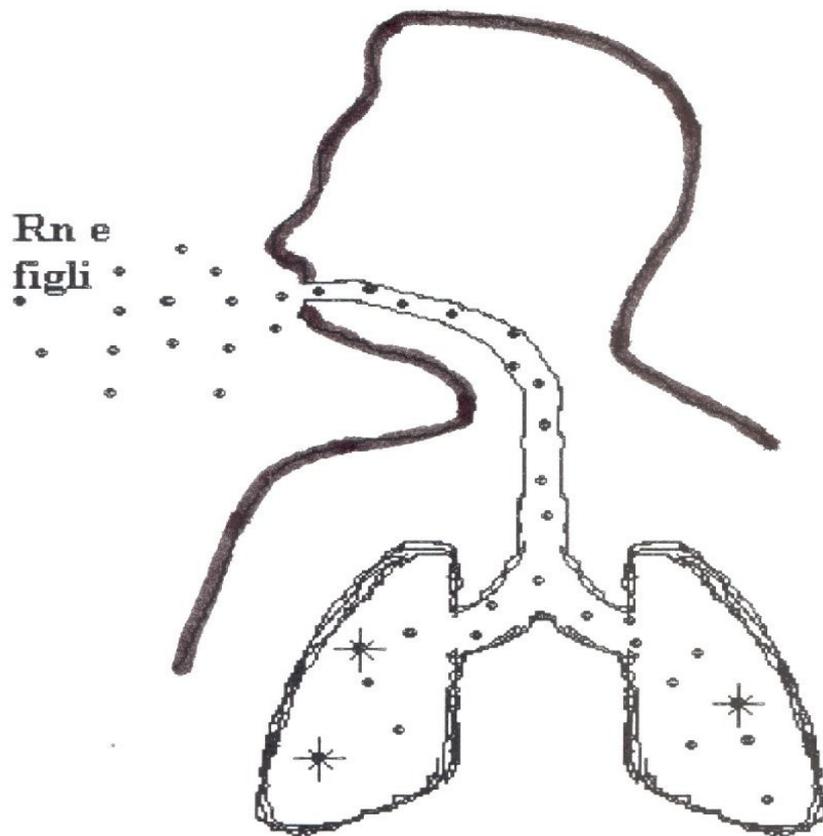


I dati relativi a Quittengo

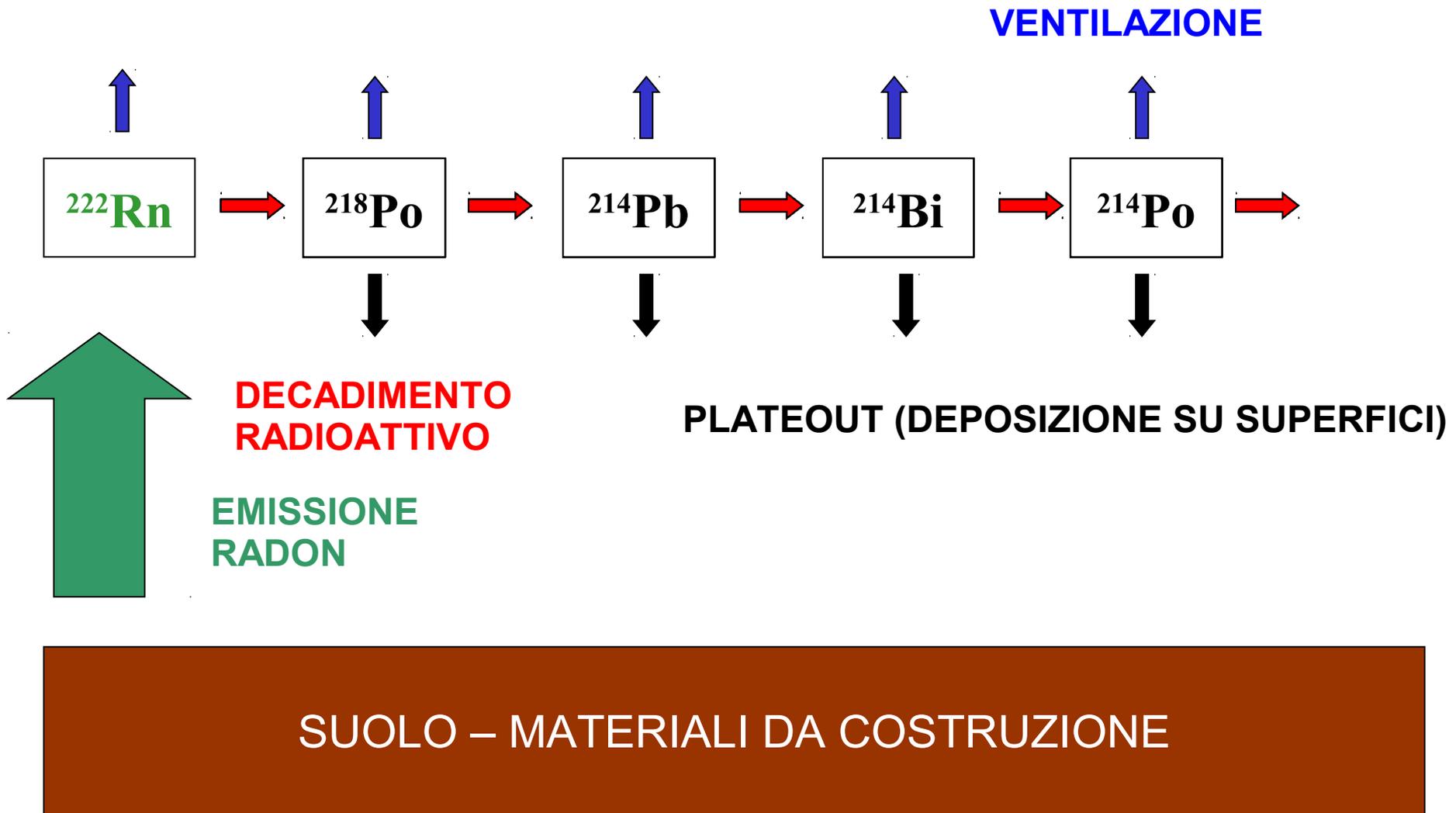


Valori medi:

- Ufficio sindaco:
 $c = 6820 \text{ Bq/m}^3$
- Ufficio principale:
 $c = 2256 \text{ Bq/m}^3$



Il Fattore di Equilibrio radon-figli



Questi fenomeni impediscono quindi che tra radon e figli si stabilisca una condizione di equilibrio secolare (uguaglianza tra la concentrazione di attività del padre e dei figli), nonostante ne sussistano i presupposti fisici, cioè:

$$t_{1/2Rn} \gg t_{1/2figli}$$

Si determina quindi nell'ambiente un più o meno marcato *disequilibrio* tra radon e figli

$$c_{Rn} \leq c_{Po218} \leq c_{Pb214} \leq c_{Bi214} \leq c_{Po214}$$

- Si arriva quindi ad introdurre il concetto di *fattore di equilibrio F* come il rapporto tra una quantità la c_{EEC} che è una sorta di media pesata della concentrazion dei figli e la concentrazione di radon c_{Rn} effettivamente presente:

$$F = \frac{CEEC}{CRn}$$

- Esso, per definizione, varia da 0 ad 1 ed è una misura appunto del disequilibrio tra radon e figli a vita breve. Il valore di F è proporzionale alle emissioni alfa della miscela di radionuclidi che viene inalata; le particelle alfa sono quelle che hanno maggiore efficacia biologica

- Quindi, a parità di concentrazione di radon se F è diverso anche l'impatto dosimetrico sarà altrettanto diverso
- La misura sperimentale di F non è per nulla semplice: in linea di principio necessiterebbe la misura diretta e simultanea di tutte le concentrazioni c_j : ben 5 diversi radionuclidi!
- Sarebbe quindi molto utile poter disporre di un sistema semplice per raggiungere questo obiettivo

- Normalmente si assume, per le abitazioni, un valore di tipico pari a $F = 0,4$
- E' anche il valore richiamato nella legislazione italiana e preso a riferimento dagli organismi internazionali (a cominciare dall'ICRP)
- *Non bisogna però dimenticare che si tratta pur sempre di un'assunzione*
- **Vi possono essere situazioni (soprattutto lavorative) in cui si hanno valori anche molto diversi**

- Un altro motivo per cui la misura del fattore di equilibrio è importante è il recente cambiamento di paradigma propugnato dall'ICRP
- Si suggerisce infatti, per la valutazione del rischio radon, il passaggio *dall'approccio epidemiologico* *all'approccio dosimetrico*

Una piccola digressione...l'approccio epidemiologico e quello dosimetrico

- Storicamente, per la valutazione del rischio radiologico legato al radon si è seguito il cosiddetto “approccio epidemiologico”, adottato anche dall'ICRP, almeno fino a poco tempo fa (ICRP 115, 2010)
- Vediamo un po' come si è evoluta la questione
- L'approccio epidemiologico è assai peculiare nel campo delle radiazioni ionizzanti: l'approccio standard è invece quello dosimetrico che prevederebbe infatti un calcolo o una stima della dose; una volta ottenuto il valore (in mSv) della dose equivalente o efficace si ricava infine una stima del rischio radiologico

- Per il radon questo percorso non funzionava molto bene: i parametri che influenzano i calcoli e le stime di sono parecchi, spesso sono incogniti o conosciuti solo approssimativamente. Inoltre i valori che si ottengono tramite i calcoli dipendono, oltre che dalle condizioni ambientali anche dai modelli che si impiegano per i calcoli della dose polmonare
- Si è preferito quindi finora stimare la dose con un approccio epidemiologico, basato cioè sulla comparazione del *detrimento*, valutato appunto con gli studi epidemiologici (ICRP 65, 1994).

L'approccio epidemiologico

Il *detrimento* è un concetto radioprotezionistico cosiddetto multidimensionale: esprime cioè in modo sintetico la somma di tutti gli effetti avversi dovuti all'esposizione alle radiazioni ionizzanti: non solo quindi i tumori fatali, ma anche tutti gli effetti non letali e quelli ereditari

Il *detrimento*, a sua volta, è stimato essenzialmente dagli studi sui sopravvissuti ai bombardamenti atomici: è sostanzialmente la dose in grado di dare un effetto sanitario osservabile. Numericamente (per unità di dose efficace) esso vale:

$$7,3 \cdot 10^{-5} \text{ mSv}$$

Dagli studi epidemiologici ricavo quindi gli effetti sanitari (cioè il detrimento) e, conoscendo l'esposizione al radon della popolazione sottoposta allo studio posso ricavare una relazione esposizione (Bq·h/m³ – Dose)

Il motivo per cui era preferito l'approccio epidemiologico a quello dosimetrico stava nel fatto che seguendo l'approccio dosimetrico si ottenevano dosi più elevate che avrebbero dovuto causare molti più effetti sanitari di quelli effettivamente osservati

Tra calcolo e dato sperimentale si privilegiava giustamente il dato sperimentale!

Ma non stiamo parlando di particelle: il dato sperimentale epidemiologico è un po' più evanescente...INFATTI.....

...arriva l'ICRP 115 (2010)

[««Prev](#)

[Next»»](#)

Lung Cancer Risk from Radon and Progeny and Statement on Radon

ICRP Publication 115

Ann. ICRP 40(1), 2010

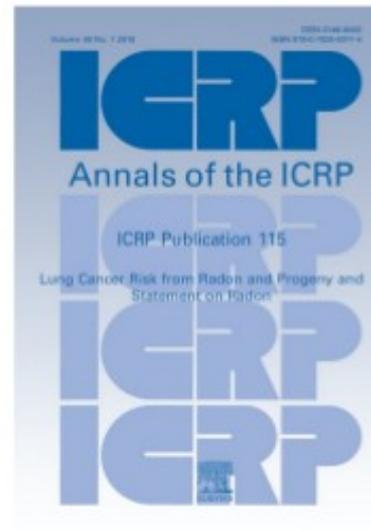
M. Tirmarche, J.D. Harrison, D. Laufer, F. Paquet, E. Blanchardon, J.W. Marsh

Abstract - Recent epidemiological studies of the association between lung cancer and exposure to radon and its decay products are reviewed. Particular emphasis is given to pooled case-control studies of residential exposures and to cohorts of underground miners exposed to relatively low levels of radon. The residential and miner epidemiological studies provide consistent estimates of lung cancer risk with statistically significant associations observed at average annual concentrations of about 200 Bq m^{-3} and cumulative occupational levels of about 50 WLM, respectively. Based on recent results from combined analyses of epidemiological studies of miners, a lifetime excess absolute risk of 5×10^{-4} per WLM (14×10^{-5} per mJ h m^{-3}) should now be used as the nominal probability coefficient for radon and radon progeny induced lung cancer, replacing the previous ICRP Publication 65 value of 2.8×10^{-4} per WLM (8×10^{-5} per mJ h m^{-3}). Current knowledge of radon associated risks for organs other than the lungs does not justify the selection of a detriment coefficient different from the fatality coefficient for radon-induced lung cancer.

ICRP Publication 65 recommended that doses from radon and its progeny should be calculated using a dose conversion convention based on epidemiological data. It is now concluded that radon and its progeny should be treated in the same way as other radionuclides within the ICRP system of protection; that is, doses from radon and radon progeny should be calculated using ICRP biokinetic and dosimetric models. ICRP will provide dose coefficients per unit exposure to radon and radon progeny for different reference conditions of domestic and occupational exposure, with specified equilibrium factors and aerosol characteristics.

Recommended reference format for citations

ICRP, 2010. Lung Cancer Risk from Radon and Progeny and Statement on Radon. ICRP Publication 115, Ann. ICRP 40(1).



- La situazione, fissata dall'ICRP 65, si evolve
- I risultati relativamente recenti dei vari studi epidemiologici caso-controllo *pooled* effettuati in Europa, USA e Cina mostrano infatti un incremento del rischio rispetto alle precedenti valutazioni
- **Abbiamo ora che i coefficienti di rischio, valutati tramite il detrimento (tumore polmonare fatale) cambiano e si avvicinano alle previsioni dosimetriche: il detrimento dovuto all'esposizione di radon, con i nuovi dati epidemiologici è quasi raddoppiato rispetto a prima !!**

- CONSEQUENZE:
- si va quindi verso un generale abbassamento dei limiti di concentrazione
- La nuova Direttiva Euratom, indica come Livello di Azione **300 Bq/m³**, senza più distinguere tra popolazione e lavoratori, abbassando così l'attuale livello di **500 Bq/m³**
- Ma torniamo alla dosimetria.....

L'ICRP ora suggerisce come preferibile l'approccio dosimetrico anche per il radon

$$E = c_{Rn} \cdot t \cdot F \cdot DCF$$

Dipende da ventilazione e dal tasso di deposizione

Dipende dalla quantità e dalla dimensione del particolato radioattivo presente in atmosfera

c_{Rn} = concentrazione di attività di ^{222}Rn

t = durata dell'esposizione

F = fattore di equilibrio

DCF = fattore di conversione di dose

E' tutto più complicato e diventa ora molto più importante misurare anche F!

Verso una revisione della mappa del radon in Piemonte

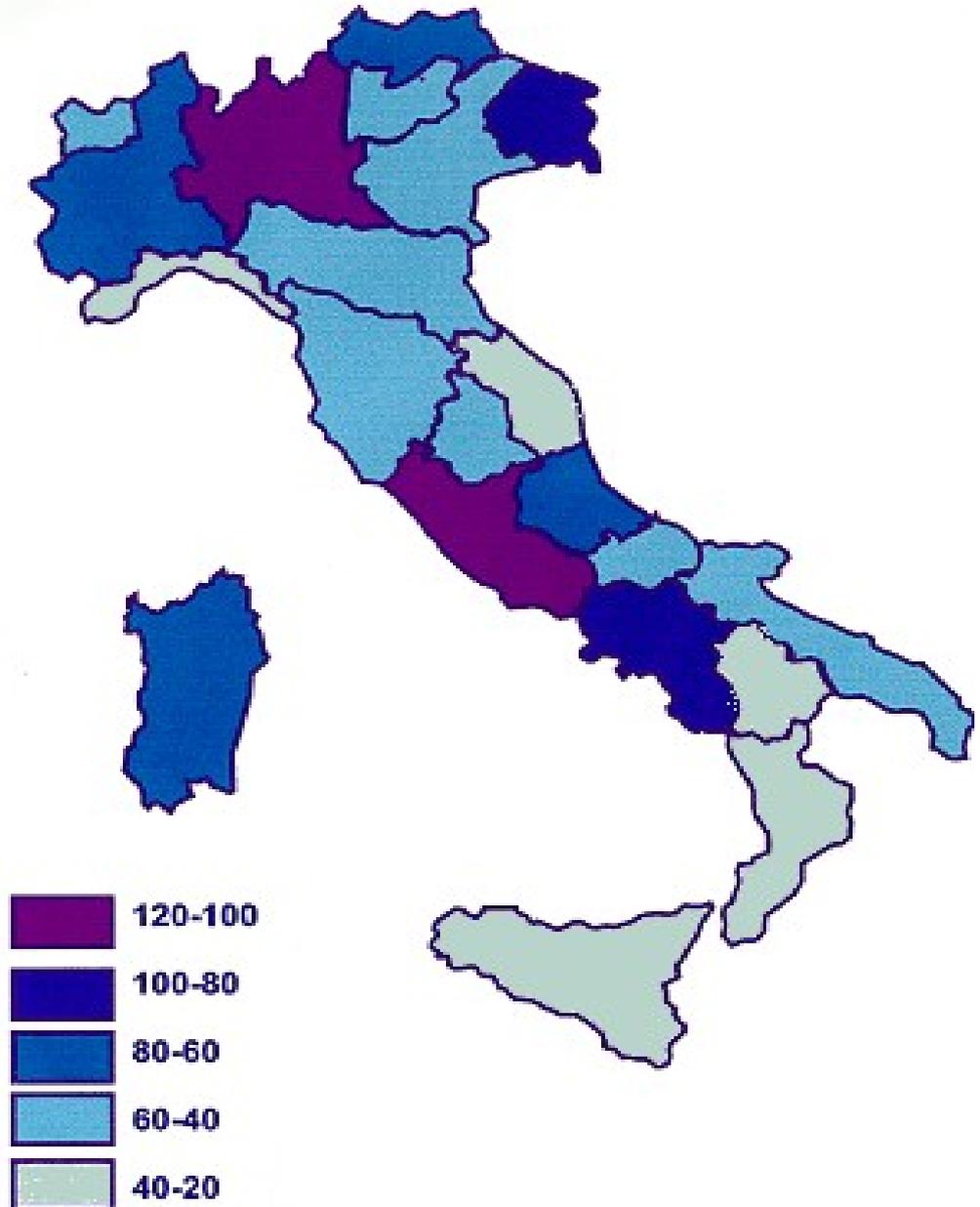
- Le conoscenze sul radon in Piemonte e in Italia, agli inizi del 2000 erano ancora essenzialmente legate alle ricerche svolte su base nazionale negli anni 1989-1993

Valore medio annuo concentrazione di attività nelle abitazioni
Campagna Nazionale
1989 - 1993

Italia	Piemonte
70	69
Bq/m ³	Bq/m ³

Concentrazione di radon (Bq m⁻³)

Mappa della
concentrazione media
di radon nelle
regioni
italiane
(Campagna Nazionale
ANPA - ISS)



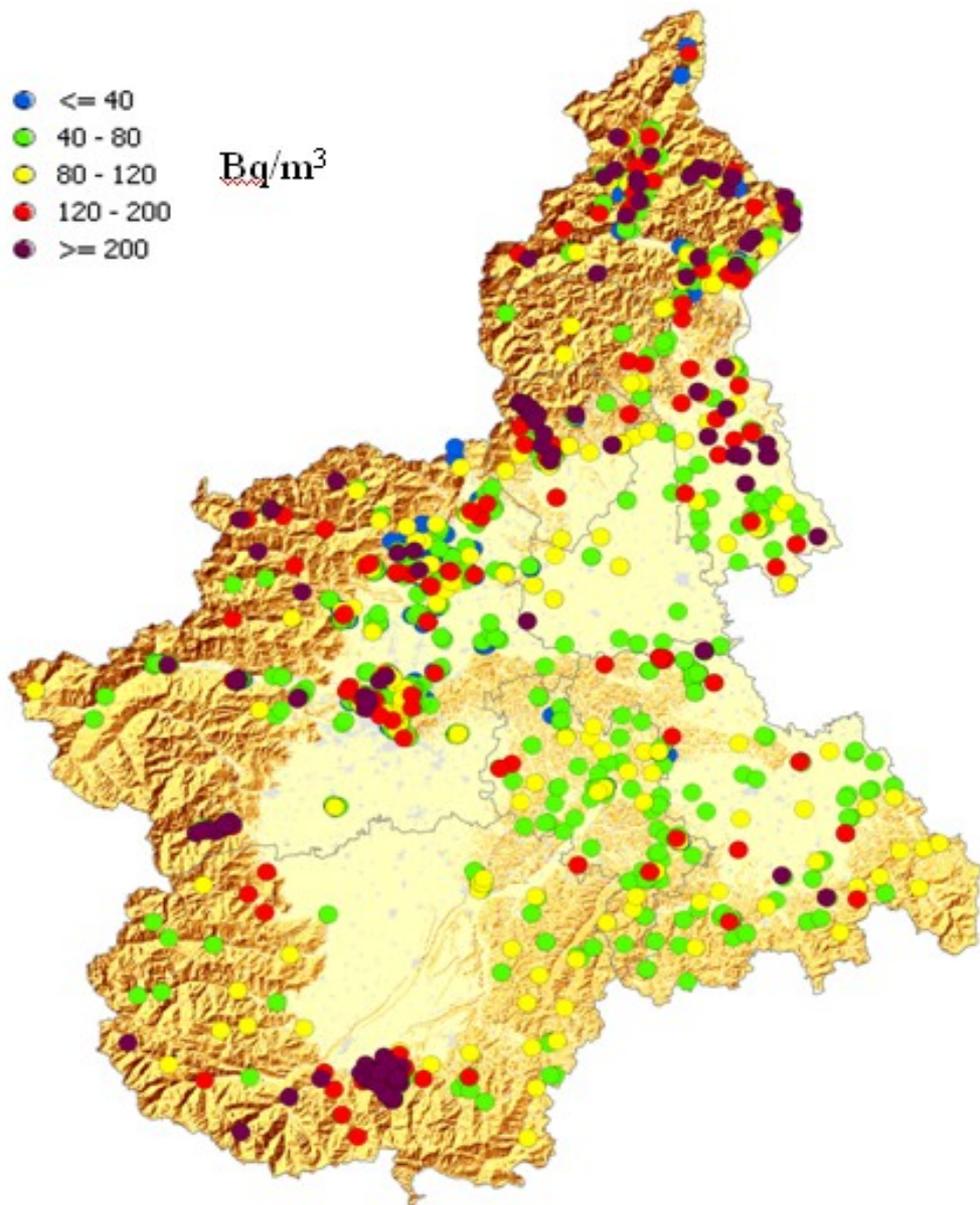
Verso una revisione della mappa del radon in Piemonte

- La prima mappa del radon in Piemonte è stata elaborata e pubblicata nel 2009, dopo un lungo lavoro sperimentale e di analisi dei dati a disposizione, raccolti nel corso di più di 15 anni di monitoraggi svolti in varie aree della Regione
- Il progetto è stato eseguito da Arpa Piemonte su incarico della Regione che ne ha anche parzialmente finanziato la realizzazione
- E' stato così possibile fare un importante passo in avanti in termini di conoscenza del rischio ambientale: è stato infatti misurato o stimato il valore medio della concentrazione di radon **in tutti i Comuni del Piemonte (1209)**

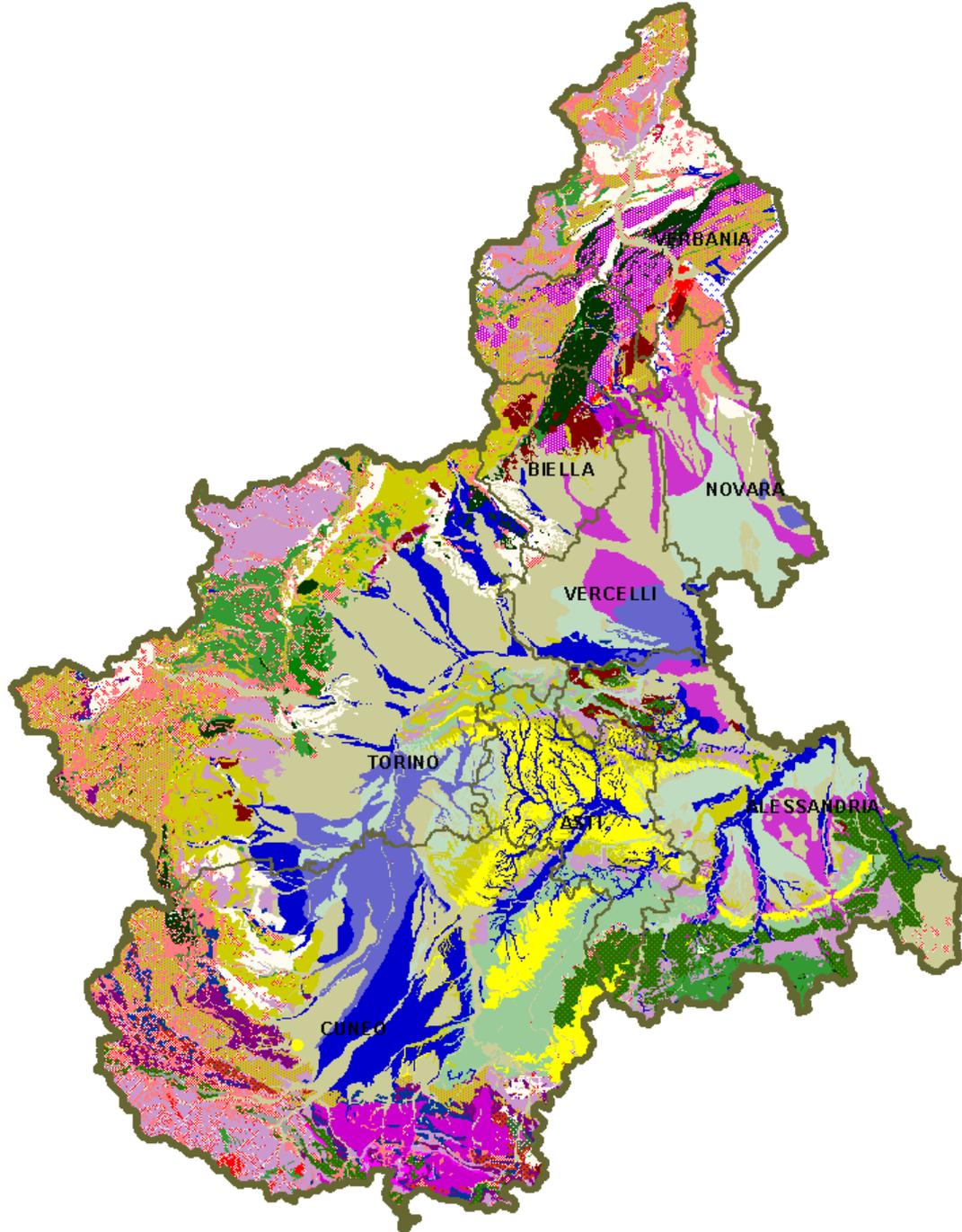
- Il punto di partenza del lavoro consistette nella raccolta dei dati sperimentali misurati sul territorio regionale in abitazioni e scuole
- Vennero selezionati solo i dati di concentrazione media annuale

- ≤ 40
- 40 - 80
- 80 - 120
- 120 - 200
- ≥ 200

Bq/m³



- Questi dati vennero poi sovrapposti alla carta delle litologie allora disponibile (litocave)



VERBANIA

BIELLA

NOVARA

VERCELLI

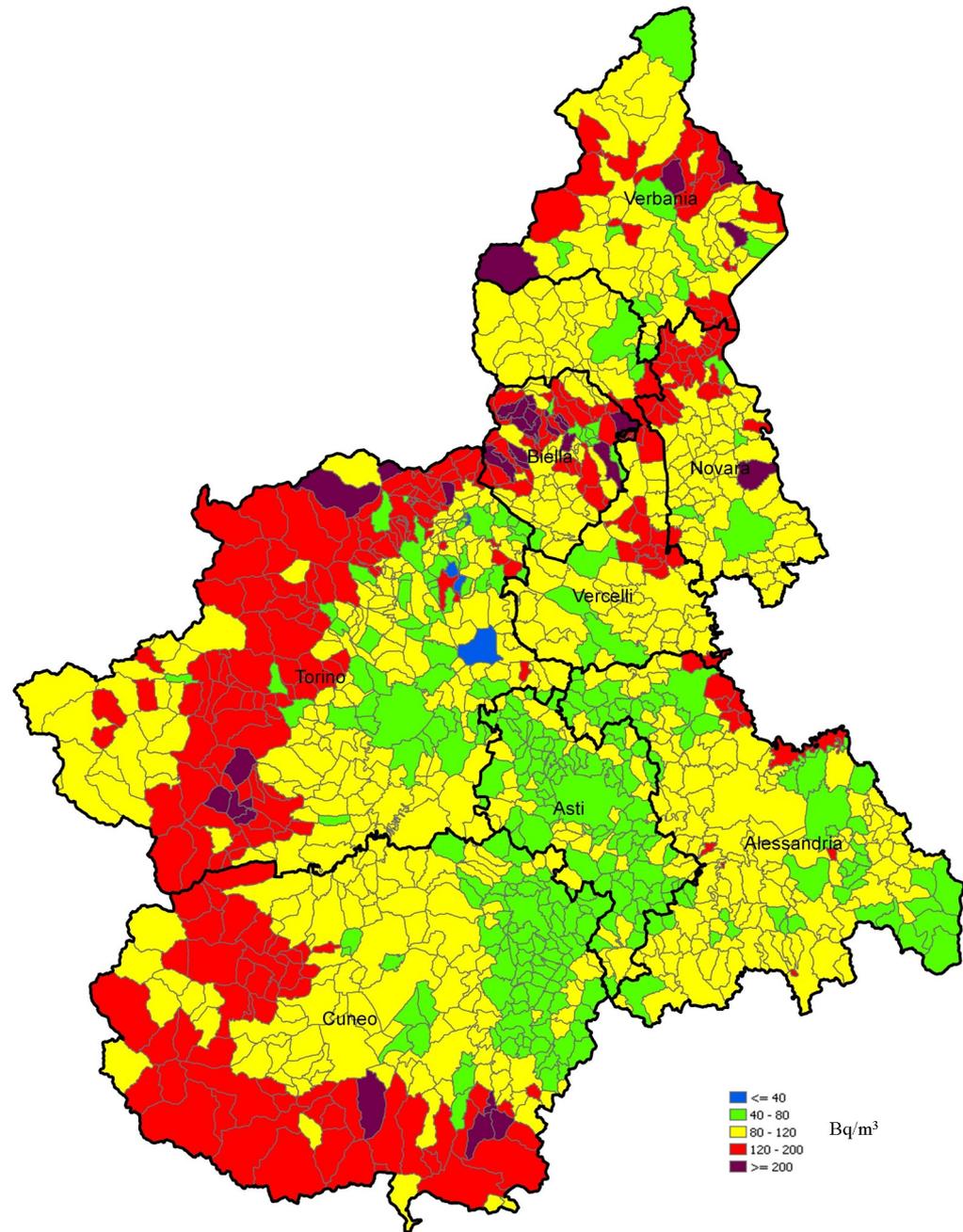
TORINO

ASTI

ALESSANDRIA

CUNEO

- Fu in tal modo possibile associare ai litotipi delle “classi di concentrazione di radon”
- Sulla base di tale associazione venne così elaborato un semplice modello di calcolo delle concentrazioni sulla base delle litologie presenti nel territorio di ciascun Comune
- E' stato così possibile calcolare il valore medio del radon anche per quei Comuni in cui mancavano dati sperimentali



- E' stato un lavoro molto impegnativo, sia dal punto di vista dello sforzo sperimentale (sono state misurati diverse migliaia di dosimetri) che dell'analisi dei dati (non ci si è limitati alla stima del valore medio ma per ogni comune è stata associata una distribuzione lognormale delle concentrazioni di radon)...Finito il lavoro, abbiamo festeggiato!!



STRUMENTI

ARMAMENTI

STRUMENTI

ARMAMENTI

STRUMENTI

ARMAMENTI

rosolio
phillipe
hongozo
hongozo
hongozo

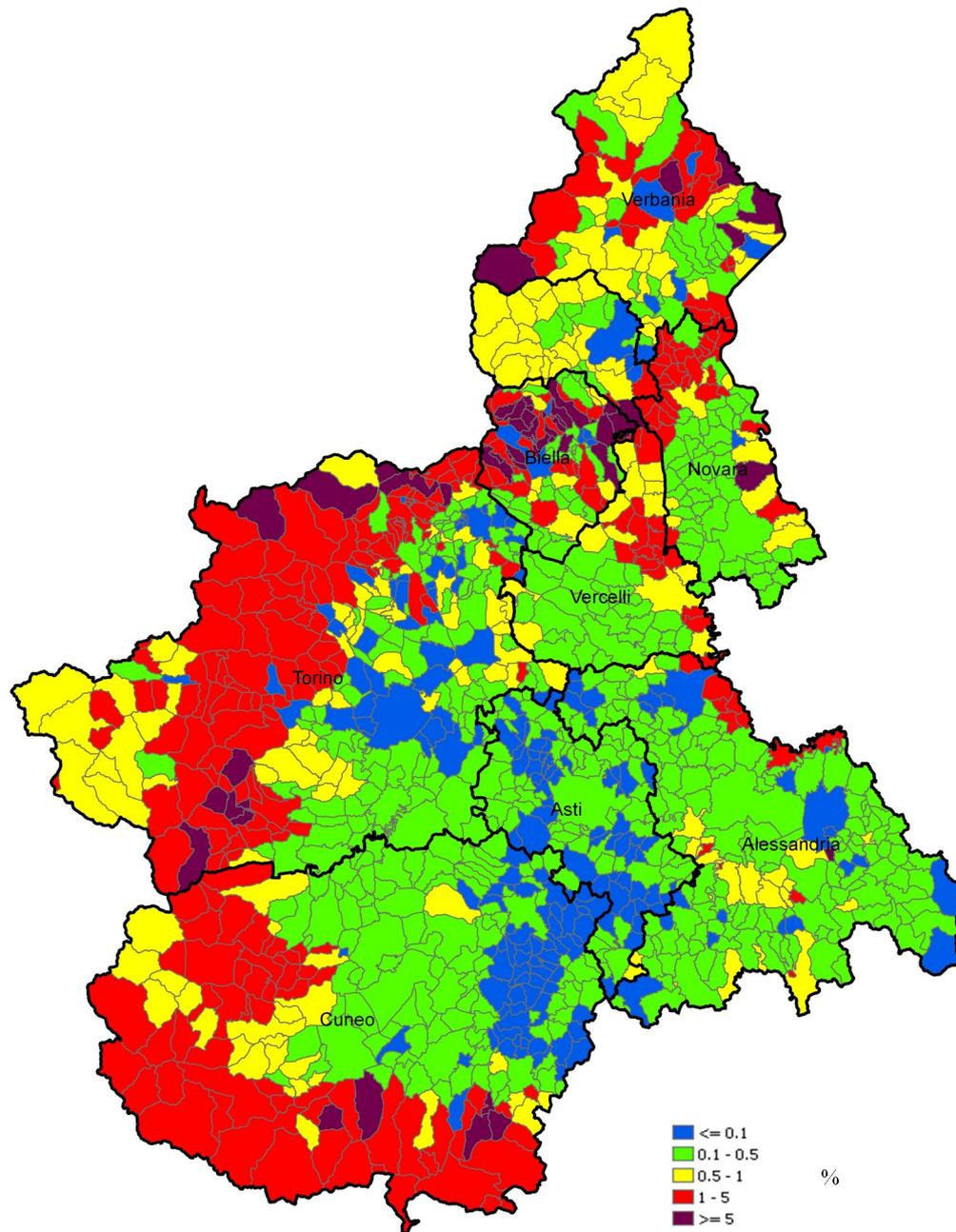
Allegato C

Allegato A

RISULTATI

indicatore

% > 400 Bq/m³



- Come tutti gli studi, anche questo lavoro non è però definitivo
- Alcuni aggiornamenti e aggiustamenti sono infatti col tempo divenuti sempre più necessari
- In particolare è necessario un adeguamento perché:

- 1) Si sono aggiunti nel frattempo altri dati sperimentali che hanno permesso una migliore stima dei parametri del modello
- 2) Si è resa disponibile da poco una nuova carta geologica 1:250000 del Piemonte molto più attendibile della precedente: ciò comporta la necessità di una completa riclassificazione delle “unità radiogeolitogiche”, cioè quelle unità che vengono considerate equivalenti dal punto di vista dell'emanazione del radon

- Allo stato attuale è stata così elaborata (2013) una II versione della mappa del radon che sostituisce quella del 2009.
- Anche questa realizzazione è però provvisoria: costituisce un significativo miglioramento della mappa del 2009 poiché tiene conto della disponibilità di nuovi dati sperimentali (c'è stato un ampliamento del database di circa il 40%)
- Un ulteriore miglioramento della significatività e del rigore scientifico si avrà quando sarà disponibile la nuova riclassificazione in “unità radiogeolitologiche” (lavoro che è ora in corso)
- Tale lavoro comporta anche una parte sperimentale piuttosto onerosa: prelievo di campioni di rocce in tutto il Piemonte e successiva caratterizzazione radiometrica tramite spettrometria gamma

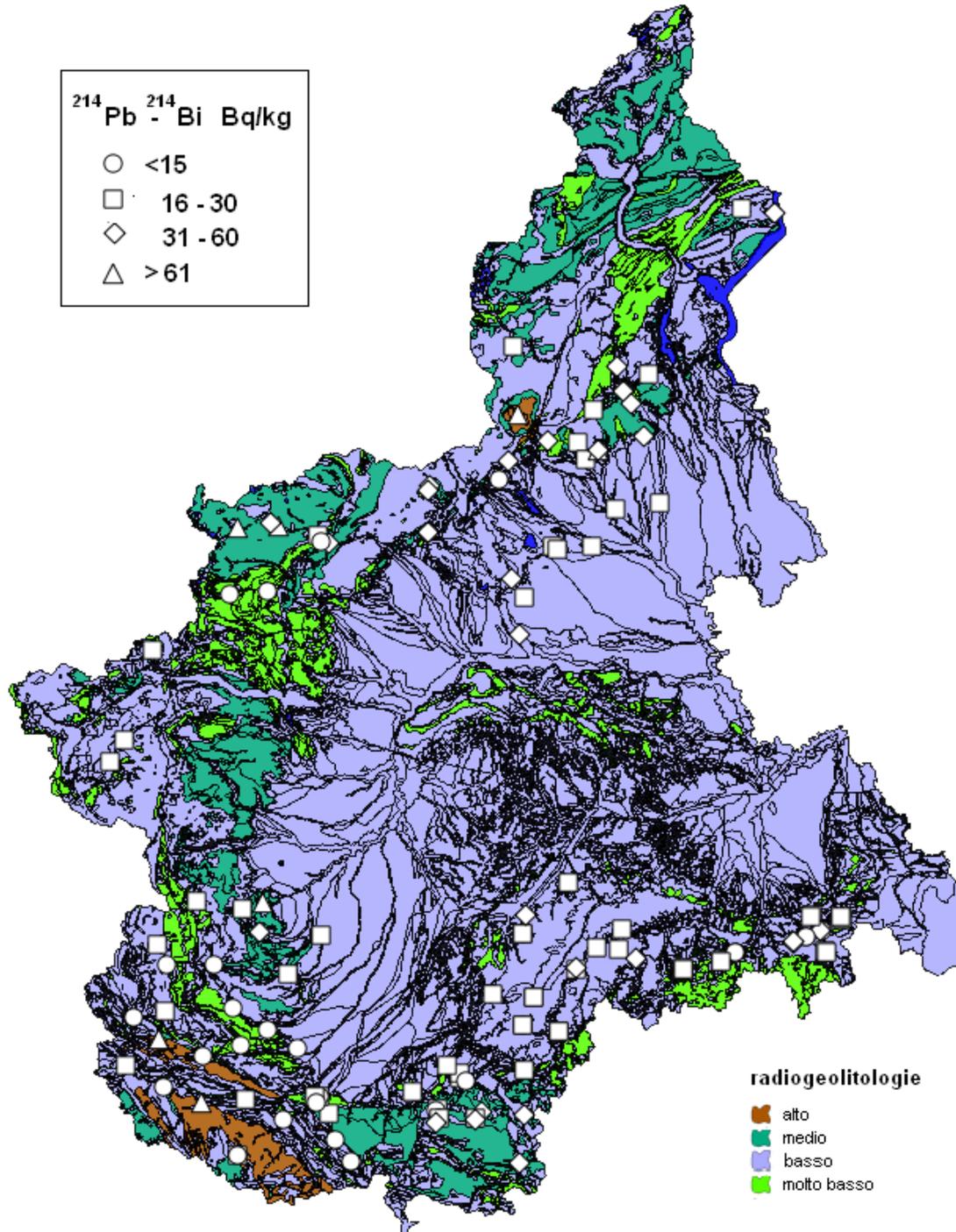
^{214}Pb - ^{214}Bi Bq/kg

○ <15

□ 16 - 30

◇ 31 - 60

△ >61



radiogeologie

- alto
- medio
- basso
- molto basso

Ringraziamenti

- Desidero ringraziare tutte le persone che hanno collaborato al progetto, a cominciare dal “gruppo radon” di Arpa Piemonte: Enrico, Elena, Anna e Rosi
- Sonia, sempre precisa negli adempimenti amministrativi,
- Linda e Pucci
- Massimo Faure Ragani e Valery Chmill
- Un ringraziamento particolare a Massimo Caccia, il nostro “team leader”, senza il quale questo progetto non ci sarebbe stato