

RADON: D.lgs. n. 101 del 31.07.2020

Valutazione del rischio di esposizione al gas RADON negli ambienti lavorativi e residenziali

---

## Tecniche di misura

---

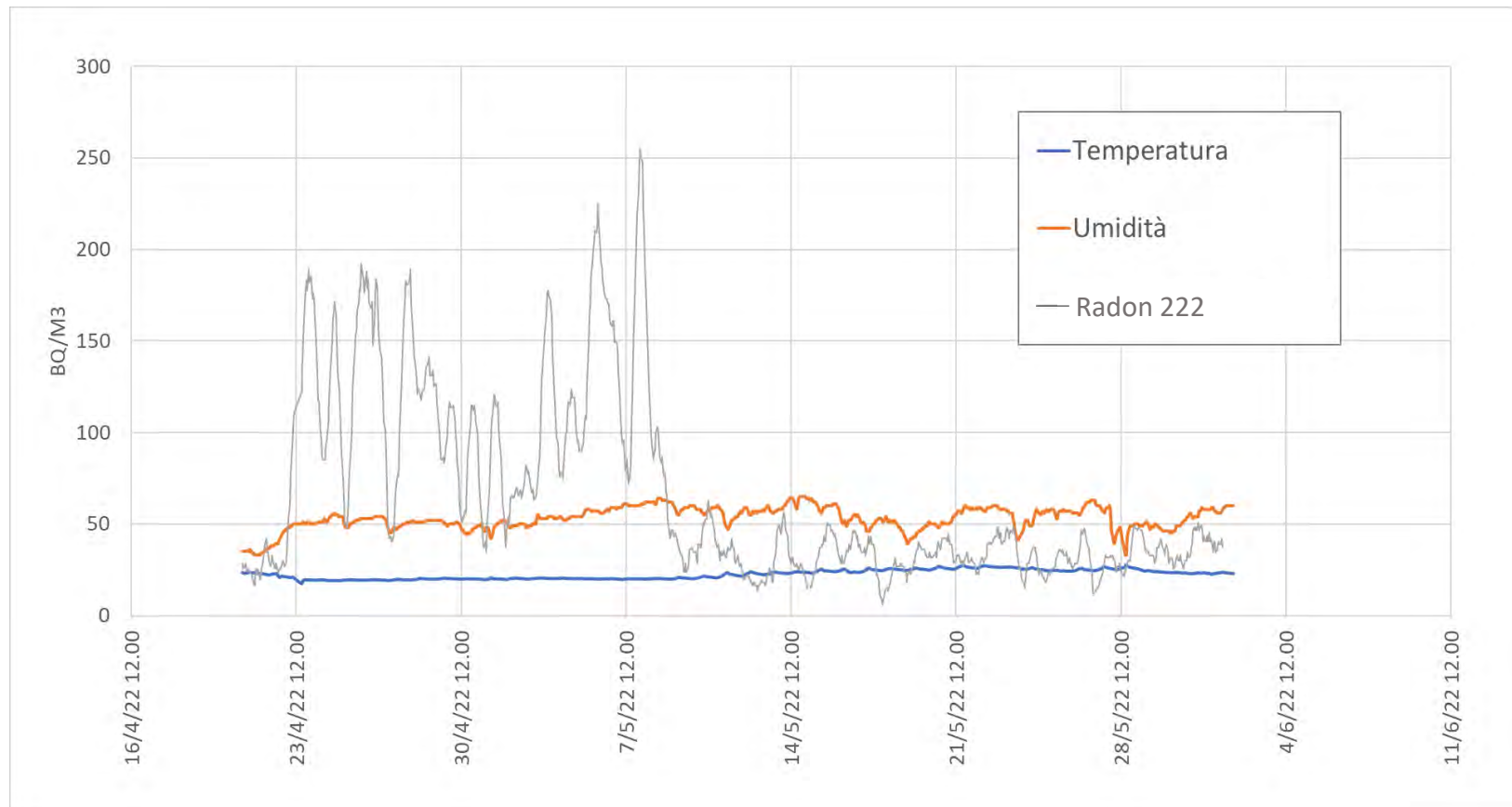
*F. Contu, A. Cugini, D. Lunesu, M. Romanelli, R. Rusconi*  
ARPA Lombardia, U.O. Centro Regionale Radioprotezione  
[r.rusconi@arpalombardia.it](mailto:r.rusconi@arpalombardia.it)

# 1. TECNICHE ATTIVE



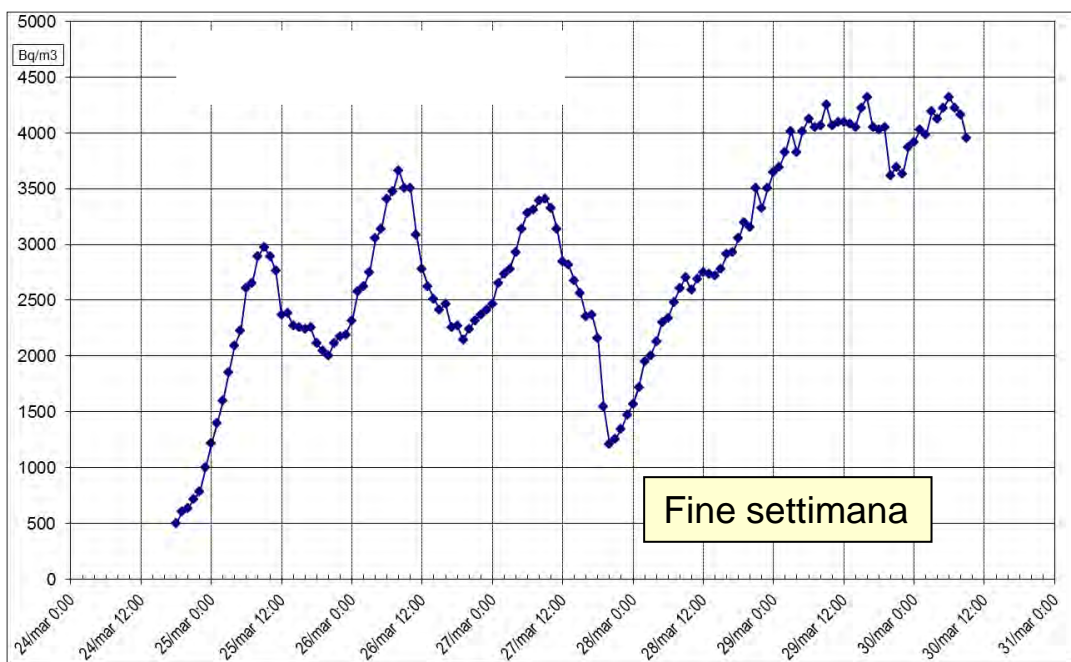
- Hanno un display che restituisce istantaneamente un risultato
- Utilizzano diversi principi di misura (camera a ionizzazione, rivelatori a scintillazione – celle di Lucas, ecc.)

- Il risultato è disponibile in tempo reale
- E' possibile verificare l'andamento delle concentrazioni nel tempo
- Spesso associati a sensori di temperatura e umidità

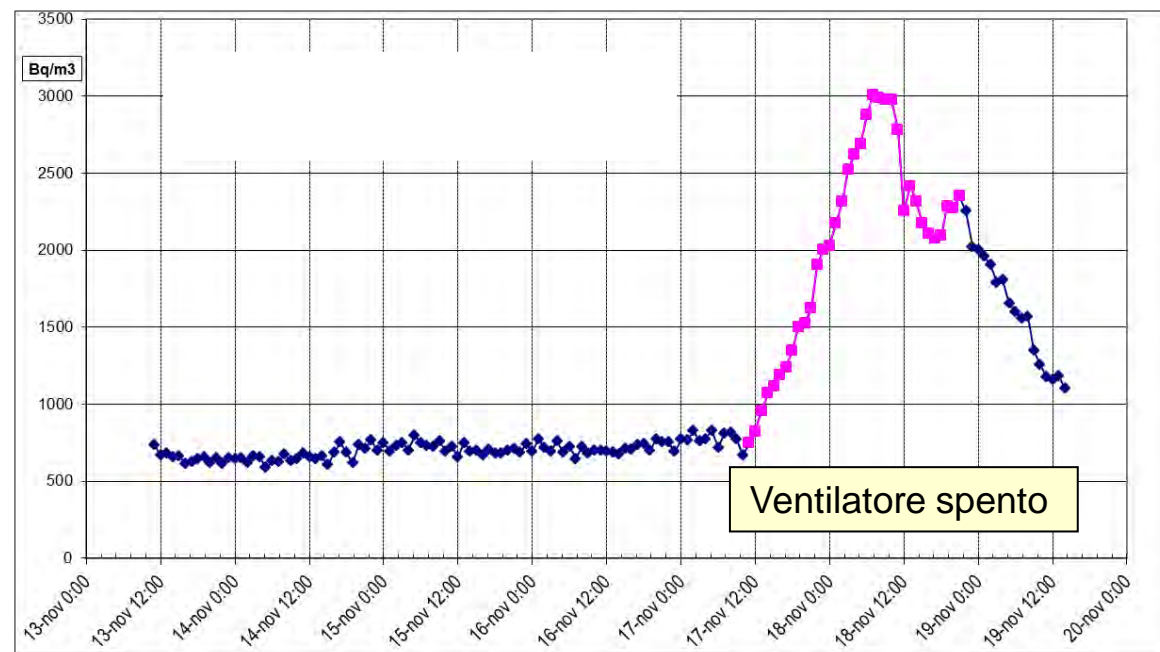


- Tecniche adatte per misure di breve periodo (ore ÷ settimane) – NON indicate per misure annuali
- Spesso utilizzate in modo propedeutico alla progettazione delle azioni di risanamento
- Il costo può essere elevato (da alcune centinaia a diverse migliaia di €)

PRIMA DELLA BONIFICA




DOPO LA BONIFICA – VERIFICA EFFICACIA VENTILATORE




➤ La qualità dei risultati è garantita dall'applicazione di un **programma di assicurazione della qualità dei risultati**, anche attraverso la partecipazione (ove disponibili) a programmi di interconfronto,

➤ e da **tarature periodiche in Centri LAT** (marchio Accredia)

L'accreditamento ISO 17025 (dichiarato per singola prova) garantisce che le verifiche sulla qualità dei dati siano effettuate da un ente terzo indipendente (Accredia)



**POLITECNICO MILANO 1863**  
Servizio Qualità di Ateneo  
P.zza L. Da Vinci, 32 - 20133 MILANO  
Telefono 02.2399.9253 Fax 02.2399.9248  
E-mail [taratura@polimi.it](mailto:taratura@polimi.it)  
Web [www.qualita.polimi.it](http://www.qualita.polimi.it)



**ACCREDITIA**  
CENTRO ITALIANO DI ACCREDITAMENTO  
LAT N° 104  
Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC  
Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

Pagina 4 di 4  
Page 4 of 4

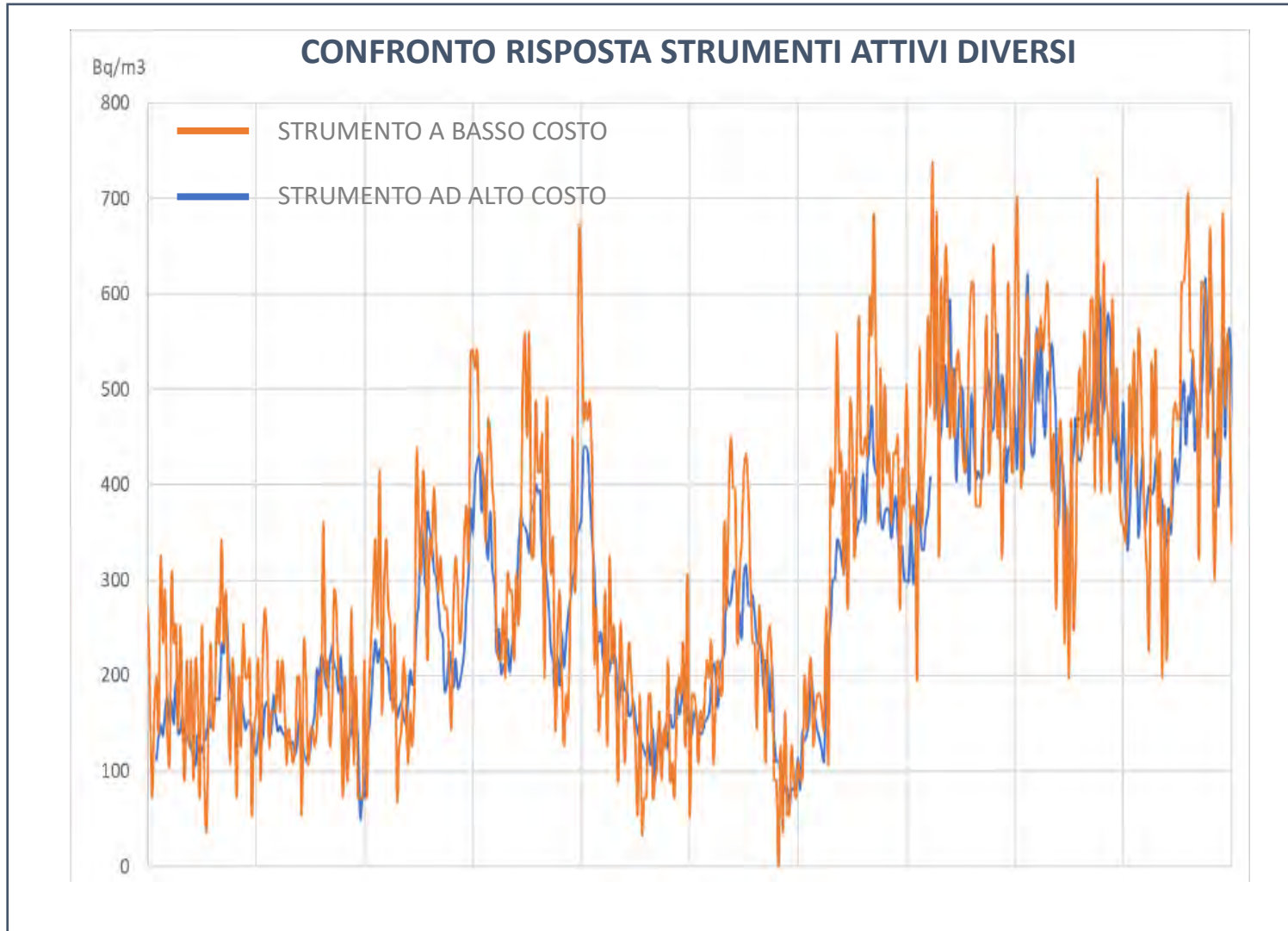
CERTIFICATO DI TARATURA LAT 104 1344/2022  
*Certificate of Calibration*

| RISULTATI DELLA TARATURA   |                                  |   |                     |   |  |                              |                                |                               |
|--|----------------------------------|---|---------------------|---|--|------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Grandezza Fisica di Riferimento: CONCENTRAZIONE DI RADON IN ARIA |                                  |   |                     |   |  |                              |                                |                               |
| 1  | 2                                | 3   | 4                   | 5   | 6  | 7                            | 8                              | 9                             |
| Numero dei dati  | $C_{RR}$<br>/ Bq m <sup>-3</sup> | Incertezza estesa U<br>/ Bq m <sup>-3</sup> | $C_M - C_0$<br>/ um | Coefficiente di taratura<br>/ Bq m <sup>-3</sup> um <sup>-1</sup> | Incertezza estesa U<br>/ Bq m <sup>-3</sup> um <sup>-1</sup> | Intervallo umidità<br>/ % UR | Intervallo temperatura<br>/ °C | Intervallo pressione<br>/ hPa |
| 24   | 11 325                           | 1 019                                       | 10 709              | 1.06  | 0.10   | 43.3 – 43.5                  | 22.6 – 22.8                    | 1 000.2-1 001.1               |
| 24   | 3 944                            | 355   | 3 803               | 1.04  | 0.09   | 48.6 – 50.5                  | 22.5 – 22.9                    | 993.5 – 994.8                 |
| 24   | 1 429                            | 157   | 1 385               | 1.03  | 0.11   | 51.9 – 54.1                  | 22.5 – 22.9                    | 993.0 – 994.1                 |

**LEGENDA**

**COLONNA 1:** Numero  $n$  dei dati sperimentali utilizzati per la determinazione del fattore di taratura.  
**COLONNA 2:** È riportata la miglior stima della concentrazione di radon di riferimento  $C_{RR}$  a cui è stata effettuata la taratura.  
**COLONNA 3:** È riportata l'incertezza estesa ( $k=2$  con livello di fiducia pari a circa il 95%), attribuibile alla concentrazione di radon di riferimento.  
**COLONNA 4:** È riportato il valore medio della concentrazione di radon misurata dallo strumento nell'intervallo di taratura  $C_M$ . Tale valore è corretto per il valore di fondo strumentale stimato prima della taratura  $C_0$ .  
**COLONNA 5:** È riportato il fattore di taratura dato dalla media degli  $n$  rapporti calcolati tra il valore convenzionalmente vero e il valore della lettura sullo strumento in taratura.  
**COLONNA 6:** È riportata l'incertezza estesa ( $k=2$  con livello di fiducia pari a circa il 95%) attribuibile al fattore di taratura.  
**COLONNA 7:** È riportato l'intervallo minimo – massimo della umidità relativa registrata nell'intervallo di taratura.  
**COLONNA 8:** È riportato l'intervallo minimo – massimo della temperatura registrata nell'intervallo di taratura.  
**COLONNA 9:** È riportato l'intervallo minimo – massimo della pressione registrata nell'intervallo di taratura.

\_\_\_\_\_ Fine certificato di taratura \_\_\_\_\_



- Risultati nel complesso confrontabili in termini di andamento
- Meno soddisfacente il confronto dei dati medi orari
- L'utilizzo di misure su brevi periodi deve essere contestualizzato (generalmente non corretto estrapolare media annuali da dati relativi a periodi brevi)

## 2. TECNICHE PASSIVE

- Il risultato della misura non è disponibile in tempo reale
- La lettura è disponibile solo dopo il rientro dello strumento in laboratorio
- Il risultato è espresso come **concentrazione media nel periodo di misura** (NO misura andamento nel tempo)



## RIVELATORI A TRACCE NUCLEARI (Es. CR39)





- Principio di misura: l'interazione della radiazione emessa dal radon con il rivelatore (elettricamente carico) produce una perdita di potenziale elettrico
- La perdita di potenziale è proporzionale alla concentrazione di radon

## ATTENZIONE:

l'elemento attivo (rivelatore) non deve essere toccato con le mani



## PRO

- Tecnica relativamente semplice

## CONTRO

- Presenta alcune criticità in termini di «robustezza»



Possibili diverse configurazioni,  
ad esempio:



- Principio di misura: la radiazione produce nel materiale di cui sono fatti i rivelatori tracce latenti che sono rese «visibili» dalla procedura di attacco chimico
- Il numero di tracce è proporzionale alla concentrazione di radon

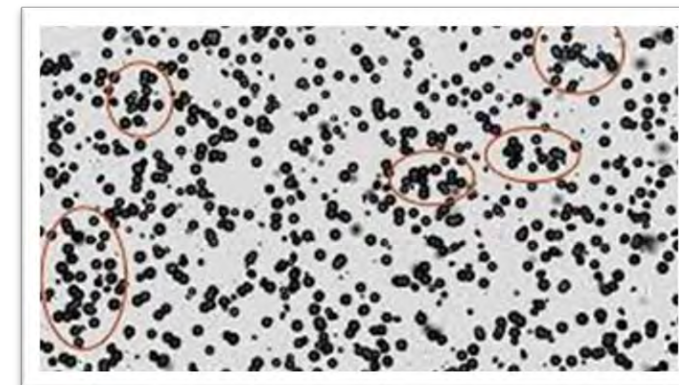
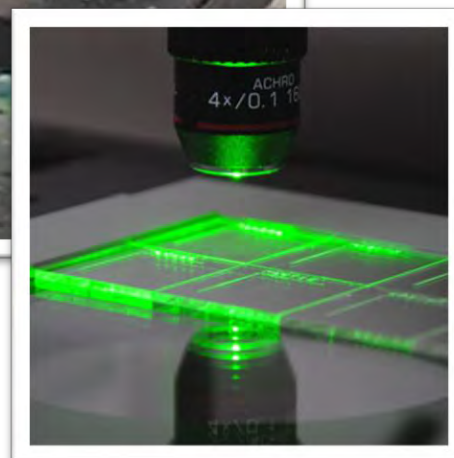
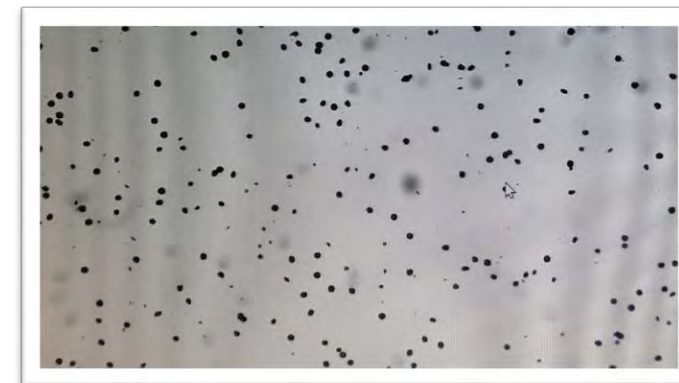
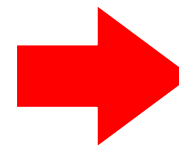
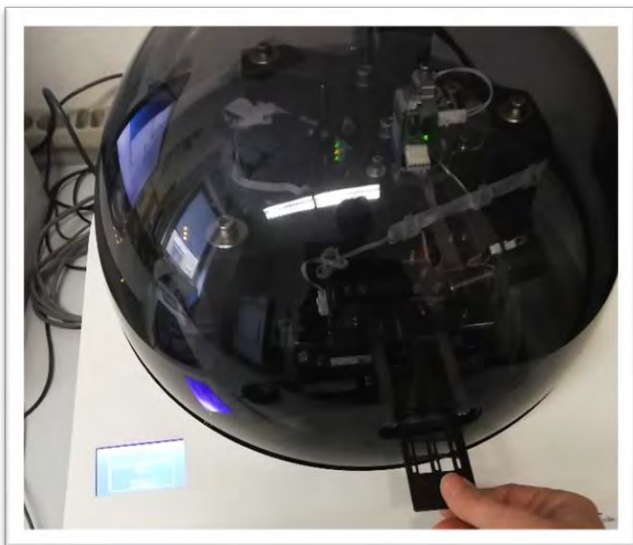


Elemento attivo  
(es.: materiale plastico tipo CR39)



Attacco chimico in bagno di soda necessario per trasformare le tracce latenti sulla plastica dei rivelatori in “danni” visibili

Due esempi di microscopio robotizzato per la lettura delle tracce



PRO

➤ Tecnica robusta

CONTRO

➤ Richiede la presenza di un laboratorio attrezzato

Il numero di tracce è proporzionale alla concentrazione di radon

- Tecniche adatte per misure sia di breve (non brevissimo – almeno 1-3 mesi) che di lungo periodo (misure annuali)
- Richieste per l'esecuzione di **misure della concentrazione media annuale** (luoghi di lavoro e mappature radon)
- Costo attrezzatura sostenuto (da alcune migliaia a diverse decine di migliaia di €)
- Costo misura per l'utente finale contenuto (indicativamente 50 ÷ 500 €)
- La qualità dei risultati è garantita dall'applicazione di un **programma di assicurazione della qualità dei risultati**, anche attraverso la partecipazione (ove disponibili) a programmi di interconfronto, e da **tarature periodiche in Centri LAT** (marchio Accredia),
- come previsto anche dal D.Lgs. 101/2020 s.m.i. (incluse le modifiche del recente D.Lgs.203/2022)

- L'accreditamento ISO 17025 (dichiarato per singola prova) garantisce che le verifiche sulla qualità dei dati siano effettuate da un ente terzo indipendente (Accredia)

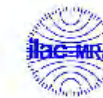


LAB N° 1324 L



Azienda Regionale per la Protezione dell'Ambiente  
Sottosegretaria Provinciale e Centrale  
U.O. Servizi Regionali e Interprovinciali

Sede di Bergamo  
Via Clara Maffei, 4 – 24121 Bergamo  
Tel: 035 4221847 – Fax: 035 4221880



LAB N° 1324 L

## RAPPORTO DI PROVA

**Numero rapporto:** RP.BG2021.1262.01 **del:** 19/01/2022

**Richiedente:**  
**Indirizzo:**

**Verbale di prelievo:** — **Data di prelievo:** dal 28/05/2021 09:40 al 30/11/2021 10:25

**Località di prelievo:** Costa Volpino (BG)

**Codice di registrazione:** BG2021.1262.01 **del:** 03/12/2021

**Data di inizio analisi:** 15/12/2021

**Data di fine analisi:** 19/01/2022

**Campionamento a cura di:**

**Descrizione del campione:**

## RISULTATI ANALITICI

| Parametro | Risultato | Incertezza estesa | Unità di Misura | Metodo di prova            |
|-----------|-----------|-------------------|-----------------|----------------------------|
| Radon-222 | 80        | ± 13              | Bq/m3           | ISO 11685-4:2021 – Annex A |

Le informazioni sul campione (verbale, data e località di prelievo; campionamento a cura di; descrizione del campione) sono fornite dal cliente: si declina ogni responsabilità.  
L'incertezza è espressa utilizzando il fattore di copertura k=2 (livello di fiducia pari circa al 95%).

Gli analisti  
Annamaria Cugini

Firmato digitalmente da:  
Il responsabile della misura  
D.ssa Rosella Rusconi

Il risultato della prova si riferisce esclusivamente al campione analizzato. Le analisi sono state eseguite sul campione così come ricevuto. Questo rapporto di prova non deve essere riprodotto, se non integralmente, senza l'approvazione del laboratorio.

Sede Centrale: Via Ippolito Rosellini, 17 – 20124 Milano – tel. 02.69666.1 fax 02.69666.247

### 3. COSA PREVEDE IL D.LGS. 101/2020 s.m.i.

**Chi può effettuare misurazioni delle concentrazioni di radon previste dalla norma (abitazioni e luoghi di lavoro)?**

Servizi di dosimetria riconosciuti idonei, ex art. 155

**Quali sono le modalità del riconoscimento?**

Art. 155 comma 3:

Con uno o più decreti del Ministro del lavoro e delle politiche sociali, di concerto con *...omissis...*, sono disciplinate, nel rispetto dei requisiti minimi di cui al comma 3 bis e dell'allegato II, le modalità per il riconoscimento dei soggetti che svolgono attività di **servizio di dosimetria** e il riconoscimento degli organismi di misura. Ai fini del riconoscimento è acquisito il parere tecnico dell'ISIN e dell'INAIL.

## Quali sono i requisiti minimi che i servizi di dosimetria riconosciuti devono possedere?

Art. 155 comma 3 bis

I servizi di dosimetria e gli organismi di misura riconosciuti idonei garantiscono i seguenti requisiti minimi:

- a) hanno una organizzazione conforme ai requisiti della norma tecnica **UNI CEI EN ISO/IEC 17025** ovvero sono in possesso di un **accreditamento in conformità alla norma 17025** per il servizio di dosimetria;
- b) operano con personale tecnico dipendente o con rapporto esclusivo di collaborazione;
- c) **garantiscono l'effettuazione di test di interlaboratorio** per verificare la correttezza della misura dosimetrica e radiometrica;
- d) utilizzano un sistema di misurazione conforme allo stato della tecnica;
- e) assicurano la **formazione** e informazione e l'**aggiornamento** del personale addetto ai servizi di dosimetria;
- f) stipulano una polizza assicurativa a copertura delle attività oggetto del servizio di dosimetria o dell'organismo di misura.

I decreti di cui al comma 3 indicano i titoli di studio e professionali per il personale del servizio di dosimetria o dell'organismo di misura, che deve essere in numero sufficiente per poter svolgere il servizio.

## **Cosa succede nelle more dell'adozione dei decreti che stabiliscono le modalità di riconoscimento dei servizi di dosimetria?**

Art. 155 comma 4:

Nelle more dell'adozione dei decreti che stabiliscono le modalità del riconoscimento, i soggetti che svolgono servizio di dosimetria devono (nel rispetto dell'art. 127) adottare programmi di controllo e garanzia della qualità e garantire la tracciabilità dei risultati.

Inoltre, come previsto nell'ALLEGATO II – Sezione I – Par. 5 del decreto, nelle more del riconoscimento di idoneità di cui all'articolo 155, **i servizi di dosimetria devono possedere i seguenti requisiti minimi** (previsione specifica per chi esegue misure nei luoghi di lavoro):

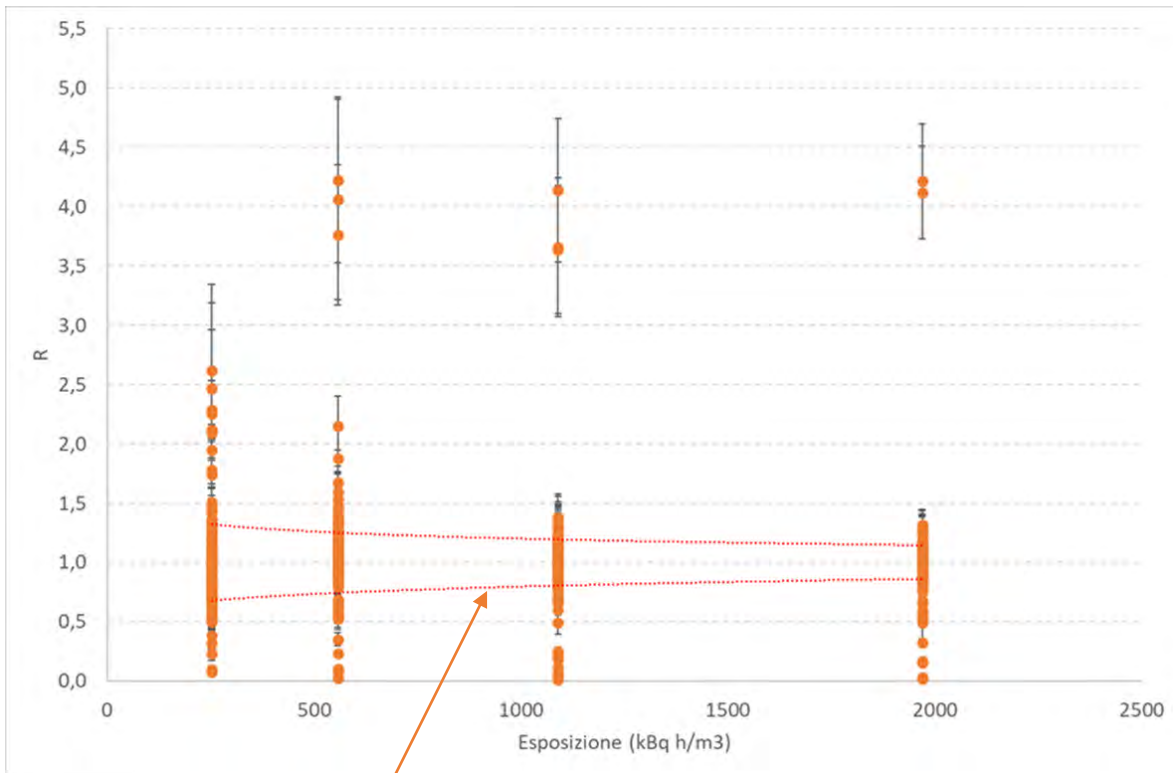
ALLEGATO II – Sezione I – Par. 5:

Nelle more del riconoscimento di idoneità di cui all'articolo 155, i servizi di dosimetria devono possedere i seguenti requisiti minimi:

- a) denominazione, codice fiscale, indirizzo ed eventuale indirizzo WEB
- b) individuazione del **responsabile tecnico** con formazione professionale adeguata ed esperienza documentata in materia di almeno due anni;
- c) individuazione delle persone abilitate ad eseguire le misure;
- d) indicazione sui metodi di misurazione con riferimento a norme internazionali o nazionali o sui metodi sviluppati dal laboratorio e sottoposti a validazione;
- e) **certificato di taratura** con indicazione della riferibilità a campioni primari;
- f) programma di controllo di qualità misure del metodo di misurazione impiegato;
- g) assicurazione della qualità dei risultati anche attraverso la partecipazione a programmi idonei di confronti interlaboratori;
- h) adozione di procedure e istruzioni scritte per i metodi di misurazione, comprese quelle per le tarature e il controllo di qualità.

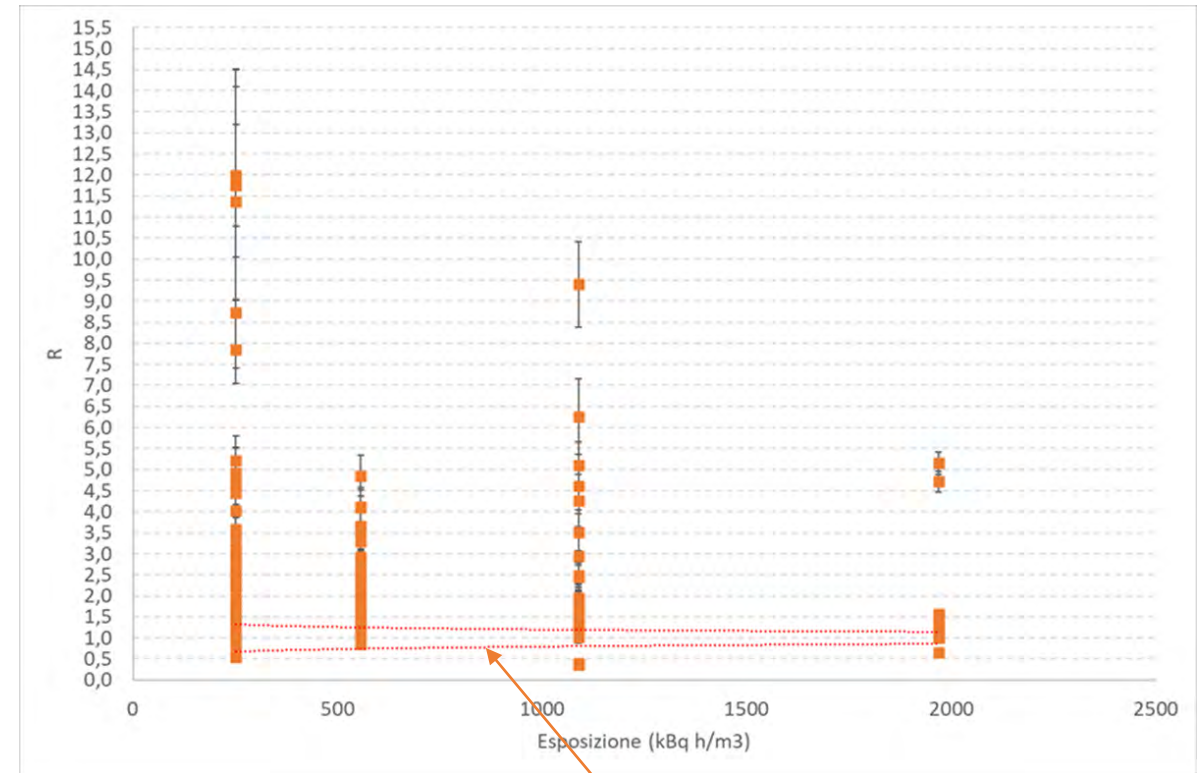
# Un esempio di risultati di un circuito interconfronto:

## Tecnica di misura 1



Risultati accettabili

## Tecnica di misura 2



Risultati accettabili

- Esistono diverse tecniche per la misura del radon. Per le misure annuali previste nei luoghi di lavoro è necessario utilizzare tecniche di tipo passivo. I dispositivi di misura devono rimanere esposti, sotto la responsabilità dell'esercente, per un intero anno. In alcuni particolari ambienti (es.: tunnel, sottovie, grotte e metropolitane) è necessario adottare tecniche di misurazione adeguate alle condizioni microclimatiche degli ambienti
- Il risultato di misure «brevi» (incluse quelle che si ottengono con misure «fai da te») non è direttamente riferibile a valori medi annuali
- I risultati devono essere espressi in termini di concentrazione accompagnata dall'incertezza di misura
- Le misure di radon devono essere effettuate da servizi di dosimetria che possiedono alcuni requisiti minimi (e che in prospettiva dovranno essere formalmente riconosciuti idonei). I requisiti minimi richiesti servono a garantire la qualità delle misure effettuate
- L'accreditamento ISO 17025 fornisce una evidenza indipendente, garantita dall'ente accreditante, di rispetto dei requisiti di qualità
- La qualità delle misure è un requisito indispensabile in ogni attività. Fino a quando saranno formalizzate le modalità di riconoscimento «ufficiale» dei servizi che eseguono misure di radon, la richiesta al fornitore del servizio di dare evidenze sulla qualità dei propri servizi rimane un passaggio necessario, in carico al richiedente



LAB N° 1324 L

*Grazie per l'attenzione*