Laboratorio Radongas

Tra gli 11 laboratori nel mondo in Classe A (massima affidabilità) Radongas occupa il sesto posto.

Misure di radon con rivelatori a tracce, sistema NRPB/SSI e Cr-39
Misure di radon in ambienti umidi, nel suolo e nelle acque.

Ditta Dr. Claudio Cazzato – Fisico Sanitario
Esperto Qualificato III° N. 412
(Elenco Nazionale del Ministero del Lavoro e della Previdenza Sociale)
Via L. Cadorna, 6 - 73043 Copertino (LE)
Via Caulonia 12,- 00183 Roma
Cell:3687857523

www.radongas.it
(Laboratorio che partecipa agli Intercomparisons mondiali)

E-mail: c.cazzato@tiscalinet.it

MISURA NEL TERRENO: TECNICA INNOVATIVA

(coperta dal brevetto Europeo N. 2307912: *"New method and apparatus for mesuremets of radon concentration indoors, in soil, in water, and/or aqueous media"*)

RIASSUNTO

Le attuali tecniche di misura del radon nelle case, in cui non vi sono condizioni ambientali particolarmente critiche, non sono adatte per misure nel terreno, caratterizzato da alte concentrazioni di radon, elevate variabilità di concentrazione da punto a punto, umidità non trascurabile e, soprattutto, perché queste misure sono molto dipendenti dalle dimensioni dei fori praticati nel terreno per l'introduzione delle puntazze in cui vanno allocati i dosimetri o dei tubi di aspirazione del radon.

Il brevetto europeo N. 2307912 ha portato una rivoluzione nel campo delle misure passive a tracce col CR-39, grazie alla realizzazione di opportune plastiche in policarbonato aventi una struttura cristallina molto ordinata che presenta delle nano holes aventi dimensioni confrontabili con l'atomo di radon. Il radon presente nelle matrici oggetto della misura si annida in maniera uniforme all'interno delle holes di queste plastiche che fungono, così, da radiatori che, affacciati al CR-39, producono su questo le tracce delle particelle alfa emesse dal radon e dai suoi figli.
Questa rivoluzionaria tecnica di misura supera tutte le deficienze dei normali dosimetri attualmente disponibili in quanto hanno dimensioni molto compatte, sono insensibili all'umidità, possono essere utilizzati in tutte le matrici (aria, acqua, terreno) e persino, in matrici con elevate concentrazioni di radon (maggiori di 100.000 Bq/m^3) grazie alla possibilità di poter disporre di radiatori a bassa solubilità di radon.

PREMESSA

Attualmente la tecnica più utilizzata per la misura del radon nel terreno consiste di un monitore attivo (tipo RAD7, AlphaGuard) che aspira aria dal terreno mediante una puntazza conficcata nel terreno stesso. Si tratta di una misura costosa in quanto necessita della permanenza sul posto degli operatori e complessa poiché il sistema deve essere costantemente tenuto sotto controllo in quanto una variazione del volume di aria aspirato può determinare errori significativi. Inoltre i tempi di una campagna di misura sono molti lunghi in quanto non si può disporre di più di uno strumento di misura considerato il loro alto costo.

Tecnica tradizionale di misura Radon nel terreno
Nuovo sistema utilizzato per la misura del Radon nel terreno del laboratorio Radongas (www.radongas.it)

Quella utilizzata dal Laboratorio Radongas è la tecnica dei dosimetri a tracce, che è la stessa ormai utilizzata da tutti per le misure indoor e riconosciuta come molto affidabile e raccomandata dalle autorità in quanto ogni dosimetro è marchiato con numero specifico e, pertanto, rimane una prova documentale della misura eseguita. Il problema dell'utilizzo dei normali dosimetri a tracce è che tutti hanno una camera a diffusione che presenta un volume non trascurabile che falsa la misurazione. Gli scienziati più accreditati in queste misure raccomandano di utilizzare fori nel terreno da 1 a 2 cm di diametro. In tale volume non può essere posizionato il normale dosimetro che si utilizza nelle abitazioni. Inoltre i dosimetri impiegati negli ambienti indoor non possono essere utilizzati nei luoghi in cui vi è un elevato tasso di umidità, come quella riscontrato nei terreni.

La tecnica utilizzata dal laboratorio RADONGAS consiste di un dosimetro a tracce CR-39 di 1 mm di spessore e dimensioni 9x20 mm, avente una superficie di lettura di 360 mm^2. Il dosimetro a tracce è ricoperto con due radiatori di policarbonato di 40 µm di spessore ognuno che catturano il radon nei suoi pori, per cui trasformano la concentrazione di radon da volumetrica in superficiale. Il dosimetro così preparato viene inserito in una piccola busta di polietilene progettata ad hoc che impedisce all'umidità di entrare a contatto col CR-39.

La possibilità di realizzare un dosimetro del genere è stata resa possibile sfruttando una tecnica, coperta da brevetto Europeo (Brevetto N. 2307912: *"New methods and apparatus for the*

measuremets of radon concentrations indoors, in soil, in water, and/or aqueous media"), il cui inventore è uno dei maggiori esperti mondiali di radon, il Dott. Luigi Tommasino, già ricercatore ENEA, co-fondatore di due riviste internazionali di radioprotezione **(Radiation Protection Dosimetry, e Radiation Measurements),** che vanta a suo credito diversi brevetti e invenzioni. Questi brevetti sono stati sfruttati, tra l'altro, sia per la campagna nazionale del radon nelle abitazioni che per la campagna di misure di esposizione ai raggi cosmici in alta montagna, nonché sui voli dell'Alitalia.

La bontà del suddetto brevetto è stato validato da un interconfronto tra i seguenti nove Laboratori nel 2017 e i cui risultati sono stati pubblicati in RADIATION PROTECTION DOSIMETRY (2017, pp. 1.4):

1. National Agency for Environmental Protection , Rome, Italy
2. Radiation Protection Bureau, Health Canada, 775 Brookfield Road, Ottawa, Canada K1A 1C1
3. National Institute of Radiological Sciences, Chiba, Japan
4. National Institute of Radiation Metrology, ENEA, Casaccia, Rome, Italy
5. National Institute for Insurance Against Accidents at Work, DiMEILA, Rome, Italy
6. ARPA Piemonte, Ivrea, Italy
7. ARPAVal D'Aosta, Italy
8. Physics Institute, Mexico City University, UNAM, Mexico
9. Institute of Nuclear Physics, PAN, Krakov, Poland

Dimensioni reali dei dosimetri utilizzati per le misure nel terreno

La misura nel terreno viene effettuata mediante una puntazza di 1,25 metri di altezza e del diametro esterno di 18 mm che presenta lungo la sua lunghezza tre cavità cilindriche di dimensioni 14 mm x 30 mm in cui sono allocati i dosimetri appositamente preparati.

Le cavità in cui sono collocati i dosimetri sono a 90, 60 e 30 cm dal piano del terreno. In questa maniera si riesce a misurare la concentrazione del radon a tre diverse altezze.

Puntazza smontata con le tre cavità in cui sono collocati i dosimetri passivi

Al fine di stabilire la durata della misurazione, per non saturare i dosimetri a tracce, occorre sapere in anticipo l'ordine di grandezza della concentrazione di radon esistente nel terreno oggetto dell'indagine. Questa valutazione viene effettuata con un monitore in continuo (RAD7) che è

dotato di una puntazza cava di circa 1 metro di lunghezza che viene conficcata nel terreno. Il RAD7 aspira l'aria dal terreno e misura la concentrazione di radon. Questa misura è affetta da diversi errori, ma è utile per fornire un'idea della concentrazione di radon presente.

Se non si ha a disposizione il RAD7 è possibile, comunque, effettuare la misurazione nel terreno prevedendo un tempo massimo di misurazione di 7 giorni, che corrisponde ad una concentrazione di circa 100.000 Bq/m^3, che è una concentrazione molto alta e difficilmente superabile.

Dall'esperienza maturata si deduce che il dosimetro non si satura se la misura ha la durata di una settimana.

Puntazza conficcata nel terreno

Preparazione del carotaggio per l'istallazione della puntazza contenente i dosimetri a tracce

Le misure effettuate con la tecnica messa in campo dal laboratorio Radongas permettono di effettuare:

- Misurazioni accurate della concentrazione di radon nel terreno;
- Valutazione del coefficiente di diffusione del radon nel terreno mediante la misurazione della concentrazione di radon nel terreno a diverse profondità.

Questa tecnica si basa sulle considerazione effettuate da Ryzhakova (2014) che ha proposto la seguente semplice equazione di diffusione del trasporto di radon nel suolo:

1. $$\frac{d^2C_A}{dx^2} - \frac{\lambda}{D_e}C_A + \frac{\lambda}{D_e\eta}K_{em}A_{Ra}\rho_d = 0$$

dove C_A è la concentrazione di attività del ^{222}Rn nel gas del suolo, D_e è il coefficiente di diffusione, λ è la costante di decadimento del ^{222}Rn, η è la porosità del mezzo, K_{em} è il coefficiente di emanazione, A_{Ra} è l'attività specifica di massa del ^{226}Ra e ρ_d è la densità del suolo asciutto.

Supponendo che:
1) la diffusione molecolare sia il meccanismo di trasporto dominante nel suolo del ^{222}Rn;
2) la porosità e il coefficiente di diffusione siano costanti su tutto il terreno;
3) la concentrazione di ^{226}Ra (precursore del Radon) sia costante su tutto il terreno;

4) il terreno sia omogeneo nell'ultimo tratto;
5) che la concentrazione di radon in superficie sia zero;

la soluzione della suddetta Equazione 1. di diffusione è (Ryzhakova, 2014):

2. $$C_A(x) = C_{A,\infty}\left(1 - e^{-\frac{x}{L_D}}\right)$$

Dove L_D è uguale a:

$$L_D = \sqrt{\frac{D_e}{\lambda}}$$

dove C_A, ∞ è la concentrazione di attività ^{222}Rn alla profondità grande (infinita) e L_D è la lunghezza di diffusione di ^{222}Rn.

Facendo un fit esponenziale con i tre valori di concentrazione trovati a 90, 60 e 30 cm di profondità si riesce a calcolare la concentrazione massima nel terreno e il coefficiente di diffusione.

Sulla base dei risultati ottenuti (concentrazione massima e coefficiente di diffusione) si può fare la valutazione del rischio radon per le nuove costruzioni.

Attualmente vi sono due approcci per la valutazione del rischio radon:

1) Quello proposto dalla ***Swedish Radiation Protection Authority (SSI)***, che si basa esclusivamente sulla concentrazione di radon nel suolo, secondo le seguenti corrispondenze (Dubois, 2005):

a) < 10 kBq/m3 , low risk areas;

b) 10-50 kBq/m3 , normal risk areas;

c) > 50 kBq/m3 , high risk areas.

2) Quello proposto da NEZNAL ed altri (2004), ripreso in Italia da Castelluccio (2010) sulla base delle indicazioni suggerite dall'ARPA nel 2000, che ha l'obiettivo di ricavare l'Indice Radon (RI), parametro che definisce il livello di rischio locale connesso alle emanazioni di Radon. L'indice Radon (RI) (basso, medio, alto) viene ricavato dal valore dell'indice denominato Radon Potential (RP) che si ottiene da misure strumentali della concentrazione del Radon nel suolo e della permeabilità intrinseca del terreno, effettuate ad almeno 80 cm di profondità, utilizzando la seguente formula:

$$RP = (C_A - 1) \Big/ (-\log k - 10)$$

dove:

C_A = concentrazione di attività di radon nel suolo (kBq/m3)

k = permeabilità intrinseca del suolo (m^2)
RP (Radon Potential)

Dal valore di RP si ricava l'Indice Radon (RI), cioè la classe di rischio, secondo la seguente tabella:

CLASSE DI RISCHIO **(RI)**	Valore di **RP**
BASSA	RP < 10
MEDIA	10≤RP≤35
ALTA	RP>35

Il metodo brevettato dal Laboratorio Radon permette di effettuare una valutazione secondo quanto previsto dalla ***Swedish Radiation Protection Authority (SSI)*** e, in qualche misura, anche quello proposto da NEZNAL, in quanto riesce a dare una valutazione:

- della concentrazione massima di radon nel terreno
- del coefficiente di diffusione.

con un'affidabilità maggiore di tutte le altre tecniche a disposizione perché non perturba il terreno e non risente né dell'alta umidità presente, né di altre perturbazioni di origine elettromagnetiche. Infine è molto semplice e può essere utilizzata da tutti, anche da parte di chi non ha una formazione specifica nel campo delle misure nucleari.

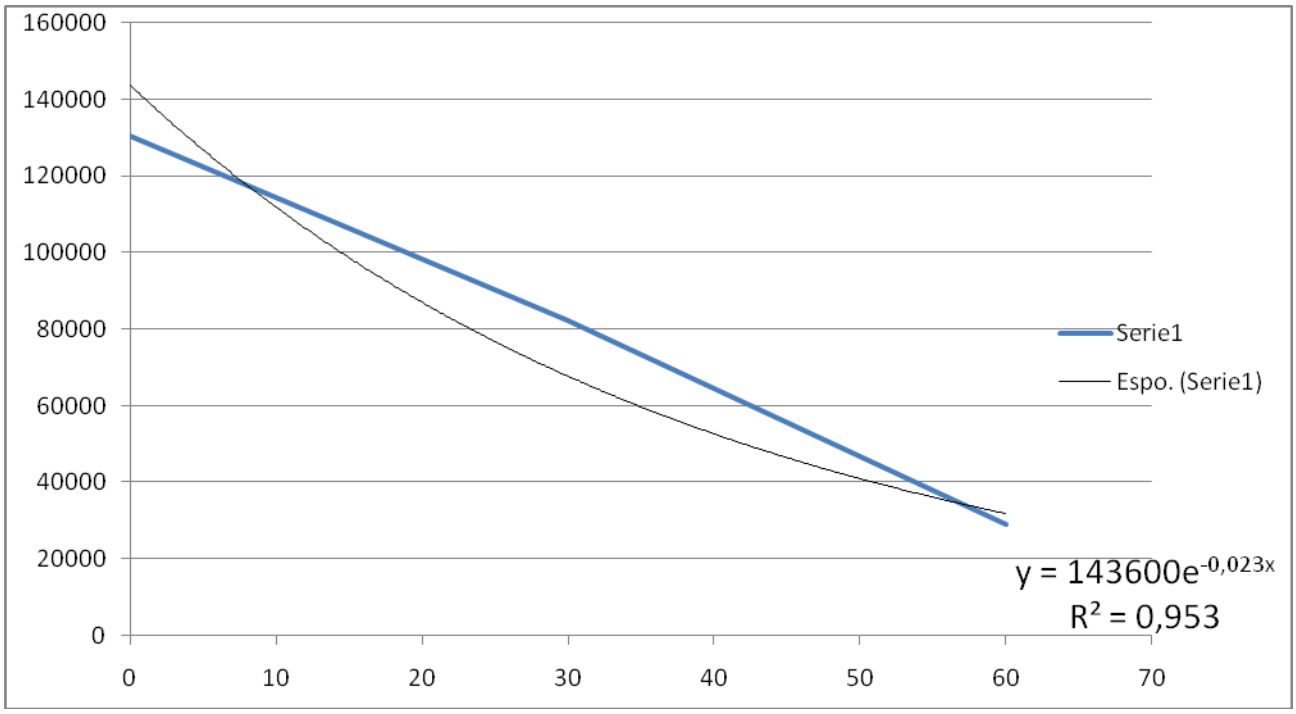
ESEMPIO

La misurazione è stata effettuata nell'agro di Lecce al margine Sud-Est rispetto all'abitato, dal 01-09-2018 (ore 09,30) al 12-09-2018 (ore 18,30) per complessive 297 ore.

Dalle misure eseguite si è trovato che la concentrazione nel suolo, è la seguente:

Profondità	**Bq/m^3**
90 cm	130459
60 cm	82093
30 cm	29032

In figura viene riportata la soluzione dell'equazione e l'andamento della concentrazione di radon nel terreno. Il punto di ascissa 0 corrisponde al punto in cui è stata misurata la massima concentrazione di radon nel terreno (cioè a 90 cm di profondità).



Dal fitting dei dati riportato in figura si evince che:

1) il coefficiente di diffusione del radon nel terreno è di circa:

3,959654E-03 cm^2/sec

2) La massima concentrazione di radon è di circa **143600 Bq/m^3**

VALUTAZIONI FINALI

I suddetti risultati ci dicono chiaramente che:

L'area in questione è da classificare come **ZONA AL ALTO RISCHIO RADON.**

Alla stessa conclusione si sarebbe giunti se fosse stato applicato sia l'approccio della *Swedish Radiation Protection Authority (SSI)*, sia quello proposto da NEZNAL ed altri (2004).