



RELAZIONE TECNICA INDAGINE RADON

Documento N. RR21041 del 20 Settembre 2021

CLIENTE:

Comune di Molfetta
Via Martiri di Via Fani, 2/B (Lama Scotella)
70056 Molfetta (BA)

LUOGO DELLA VERIFICA:

Scuola Elementare "Vincenzo Valente"
Codice meccanografico: BAIC85700G
Via XX Aprile
70056 Molfetta (BA)

RESPONSABILE DELLE MISURE

Ing. Gianluca Trofano
Ingegnere Nucleare - Ordine degli Ingegneri della Prov. di Varese - Sezione "A" n. 3104
Esperto di Radioprotezione di III grado n. 538 dell'Elenco Ministeriale
NRPP Certified Radon Professional ID 110095 RT
Via Madonini, 49/D - 21040 Uboldo (VA)

RELAZIONE TECNICA INDAGINE RADON

Documento N. RR21041 del 20 Settembre 2021

1 PREMESSA

Il Radon è un "gas nobile" (chimicamente inerte) di tipo radioattivo che ha origine dall'Uranio-238 naturalmente presente nel suolo.

Essendo in uno stato gassoso, riesce a permeare il suolo, fuoriuscendo e concentrandosi in particolare negli ambienti chiusi dove viene respirato e rilascia nei polmoni i suoi prodotti di decadimento (in pratica altre sostanze radioattive dannose come alcuni isotopi del Polonio e del Bismuto).

E' inodore ed incolore. Per questo non è percepito dai nostri sensi e per rilevarlo è necessario l'impiego di appositi dispositivi di misura.

Secondo l'Organizzazione Mondiale della Sanità, il Radon è la seconda causa di morte per tumore ai polmoni dopo il fumo, ed è la prima causa tra i non fumatori.

Negli ultimi 20 anni sono stati condotti numerosi studi, in particolare negli Stati Uniti, in Europa ed in Cina, per determinare il fattore di rischio associato all'esposizione a basse concentrazioni di Radon.

I risultati dei 13 studi epidemiologici condotti in Paesi europei (incluso quello effettuato in Italia), hanno dimostrato:

- un significativo aumento di rischio di tumore polmonare all'aumentare dell'esposizione al Radon;
- l'esistenza di un forte **effetto sinergico tra fumo di sigaretta e Radon**;
- l'evidenza del rischio di tumore polmonare anche (per esposizioni prolungate di alcuni decenni) a **livelli di concentrazione di Radon medio-bassi** (inferiori a 200 Bq/m³);
- un aumento di rischio di tumore polmonare del 16% per ogni 100 Bq/m³ di incremento di concentrazione media di Radon (tenendo conto delle incertezze, questa stima varia dal 5% al 31%);

C'è da sottolineare che, dagli studi condotti, è stato stimato che in Italia si registrano circa 3.200 decessi all'anno per tumore polmonare attribuibili al Radon.

2 NORMATIVA VIGENTE IN MATERIA DI RADIOPROTEZIONE DA ESPOSIZIONE AL RADON

Il D.Lgs. 101 del 31 Luglio 2020 ha definito i seguenti livelli di riferimento per la concentrazione media annua di attività di Radon:

Direttiva 2013/59/EURATOM del Consiglio	
Tipo di ambiente	Livello di riferimento per la concentrazione Radon
Luoghi di lavoro	300 Bq/m ³
Abitazioni	300 Bq/m ³
Nuove costruzioni (successive al 31/12/2024)	200 Bq/m ³

La Legge Regionale 3 Novembre 2016 n. 30 di Regione Puglia "Norme in materia di riduzione dalle esposizioni alla radioattività naturale derivante dal gas radon in ambiente confinato", ha definito i seguenti limiti:

Legge Regionale 30/11/2016 n. 30 di Regione Puglia	
Tipo di ambiente	Limite di concentrazione Radon
Nuove costruzioni e costruzioni oggetto di ristrutturazione e manutenzione straordinaria	300 Bq/m ³
Edifici strategici di cui al D.M. 14.01.2008 e quelli destinati all'istruzione	300 Bq/m ³
Edifici aperti al pubblico, con esclusione dei residenziali	300 Bq/m ³

RELAZIONE TECNICA INDAGINE RADON

Documento N. RR21041 del 20 Settembre 2021



3. METODO DI INDAGINE

La metodologia di indagine utilizzata fa riferimento ai seguenti documenti tecnici:

- UNI ISO 11665-8:2020 – “Measurement of radioactivity in the environment - Air: Radon-222 - Part 8: Methodologies for initial and additional investigations in buildings”;
- Conferenza dei Presidenti delle Regioni e delle Province Autonome di Trento e Bolzano – “Linee guida per le misure di concentrazione di Radon in aria nei luoghi di lavoro sotterranei” del 6 febbraio 2003.
- “Guida tecnica per le misure di concentrazione media annua di radon in aria in luoghi di lavoro, abitazioni, scuole e luoghi aperti al pubblico” emanata dal Polo di Specializzazione Radiazioni Ionizzanti del Dipartimento Provinciale di Bari - Arpa Puglia

I dispositivi di misura sono stati posizionati nel rispetto delle indicazioni della norma ISO 11665-8:2020, ed in particolare:

- ad un'altezza compresa tra 1 e 2 metri dal suolo;
- ad una distanza di almeno 30 cm dalle pareti che affacciano all'esterno;
- ad almeno 90 cm da porte e finestre;
- lontani da fonti di calore e da luce solare diretta;
- lontano da ventilazione forzata diretta;
- lontano da sorgenti di acqua e da zone con presenza di condensa;
- in posizione tale da garantire che non siano spostati durante il monitoraggio (possibile caduta di oggetti, curiosità di persone che non sanno di cosa si tratti...);

Il campionamento ed il posizionamento dei rivelatori sono stati effettuati a cura del personale della società For.Sic. con Sede legale in Via L. Azzarita, n° 36/44 a Molfetta (BA), in possesso delle competenze adeguate allo svolgimento delle attività.

Il responsabile della struttura è stato informato in merito alla corretta conservazione dei rivelatori durante il periodo di monitoraggio ed in particolare in merito al fatto che gli stessi non dovessero essere rimossi o spostati dalla loro posizione iniziale.

4. METODO DI MISURA

Per il monitoraggio del Radon sono stati impiegati rivelatori a tracce CR-39 (Metodo di rilevamento SSNTD, Solid State Nuclear Track Detector), tecnica di misura riconosciuta idonea secondo lo standard ISO 11665-1:2019.

Il sistema è composto da una camera di diffusione all'interno della quale è inserito un rivelatore di tracce nucleari, di materiale PADC (polialilil-digicol-carbonato), un polimero organico comunemente chiamato CR-39.

La camera di diffusione ha un volume di circa 15 ml, ottimizzato per il monitoraggio su periodi medio/lunghi, ed è chiusa in modo da inibire l'ingresso dei prodotti di decadimento del radon sospesi nell'ambiente, così da consentire la misurazione della sola concentrazione di attività di Radon presente.

Le particelle alpha emesse dal Radon presente nella camera di diffusione che interagiscono sulla superficie del rivelatore CR-39, lasciano delle tracce che, dopo un trattamento chimico in una soluzione di Soda Caustica, diventano visibili mediante un microscopio ottico e possono quindi essere conteggiate.

Il rivelatore CR-39 ha una superficie di dimensioni 25 x 25 mm² ed uno spessore di 1,50 mm.

Ciascun rivelatore è identificato mediante una matricola univoca impressa sulla superficie del rivelatore CR-39 stesso e presente sull'etichetta applicata alla camera di diffusione e visibile esternamente.

Il metodo con cui sono effettuate le prove è quello definito dal seguente standard internazionale:

“UNI ISO 11665-4:2020 - Misura della radioattività nell'ambiente - Aria: radon-222 - Parte 4: Metodo di misurazione ad integrazione per la determinazione della concentrazione media di attività usando un campionamento passivo e analisi successiva.”

I punti di misura in cui sono stati posizionati i rivelatori sono indicati nelle planimetrie allegate.

RELAZIONE TECNICA INDAGINE RADON

Documento N. RR21041 del 20 Settembre 2021



5. LABORATORIO DI ANALISI

Il laboratorio Niton è conforme a tutti i requisiti minimi dei servizi di dosimetria di cui all'articolo 17, comma 7 del D.Lgs 31 luglio 2020, n. 101 così come definiti nell'Allegato II sezione I comma 5 dello stesso decreto ed è in possesso di tutte le caratteristiche definite dalle "Linee guida per le misure di concentrazione di radon in aria nei luoghi di lavoro sotterranei" emesse dalla Conferenza dei Presidenti delle Regioni e delle Province Autonome di Trento e Bolzano del 2003, per poter essere definito "organismo di misura del Radon idoneamente attrezzato", in particolare:

- Il responsabile tecnico del Laboratorio è l'Ing. Gianluca Troiano, Esperto Qualificato di III grado e accreditato presso l'NRPP (National Radon Proficiency Program) per l'effettuazione delle indagini Radon.
- Le persone abilitate ad eseguire le misure e le procedure di laboratorio sono formate e periodicamente è verificato il loro grado di competenza.
- La tecnica di misurazione utilizzata è di tipo SSNTD (metodo di rivelazione a tracce), riconosciuta idonea secondo lo standard ISO 11665-1:2019.
- Il laboratorio effettua tarature periodiche della tecnica di misura e controlla il funzionamento delle apparecchiature prima di ogni serie di misure.
- Il laboratorio partecipa a prove di interconfronto e di affidabilità nazionali ed internazionali con frequenza almeno annuale.
- Il laboratorio effettua periodicamente il controllo di qualità dei dati.
- Il laboratorio utilizza procedure e istruzioni scritte per le misure, comprese le tarature e il controllo di qualità.
- Il laboratorio rilascia il resoconto delle misure firmato dal responsabile tecnico, che garantisce l'affidabilità del dato al committente.

6. ESITI DELLE MISURE

Nel rispetto di quanto previsto dall'art. 4 - comma 2 della Legge Regionale 3 Novembre 2016 n. 30 di Regione Puglia, è stata prevista una campagna di misura annuale suddivisa in due semestri.

Gli esiti delle misure relative al primo monitoraggio ed al secondo monitoraggio sono riportati nei Rapporti di Prova allegati alla presente relazione (Rapporto di Prova n. 210537R00 e Rapporto di Prova n. 211133R00).

Si riportano di seguito i riepiloghi delle valutazioni ed i calcoli per la definizione delle concentrazioni medie annuali, suddivisi per zona omogenea.

Al fine di una corretta interpretazione delle valutazioni di seguito riportate si precisa quanto segue:

- l'incertezza di misura indicata nei Rapporti di Prova è espressa in termini di incertezza estesa percentuale con fattore di copertura $K=2$ con intervallo di confidenza pari al 95%, calcolata in accordo con la norma UNI ISO 11665-4:2020 paragrafo A.6.2;
- il valore dell'esposizione annuale è stato calcolato come la somma delle esposizioni nelle due campagne di misura semestrali, così come riportate nei rispettivi Rapporti di Prova;
- la concentrazione media annuale di attività di Radon è calcolata come il rapporto tra l'esposizione annuale e la somma delle ore degli intervalli di posizionamento delle due campagne di misura, corrispondente alla media pesata delle concentrazioni determinate sui due semestri sulle durate temporali (T_{s1} e T_{s2}) dei periodi di misura, così come indicato nella "Guida tecnica per le misure di concentrazione media annua di radon in aria in luoghi di lavoro, abitazioni, scuole e luoghi aperti al pubblico" emanata dal Polo di Specializzazione Radiazioni Ionizzanti del Dipartimento Provinciale di Bari - Arpa Puglia:

$$C_{ANNUA} \left[\frac{Bq}{m^3} \right] = \frac{C_{s1} \cdot T_{s1} + C_{s2} \cdot T_{s2}}{T_{s1} + T_{s2}}$$

RELAZIONE TECNICA INDAGINE RADON

Documento N. RR21041 del 20 Settembre 2021



- l'incertezza associata alla concentrazione media annua è stata calcolata, così come indicato nella "Guida tecnica per le misure di concentrazione media annua di radon in aria in luoghi di lavoro, abitazioni, scuole e luoghi aperti al pubblico" emanata dal Polo di Specializzazione Radiazioni Ionizzanti del Dipartimento Provinciale di Bari - Arpa Puglia, secondo la formula:

$$\sigma_{C_{ANNUA}} [Bq/m^3] = \sqrt{\frac{(\sigma_{C_{S1}})^2 \cdot T_{S1}^2 + (\sigma_{C_{S2}})^2 \cdot T_{S2}^2}{(T_{S1} + T_{S2})^2}}$$

Si riporta di seguito la tabella di riepilogo delle misurazioni effettuate.

Posizione	Piano	Primo semestre 217 giorni		Secondo semestre 160 giorni		Totale anno		
		Matr.	Conc. (Bq/m ³)	Matr.	Conc. (Bq/m ³)	Esposizione (kBq·h/m ³)	Concentr. Media (Bq/m ³)	Incert. Estesa
Corridoio scale (nuovo plesso)	T/+1	12870	23	14651	30	236	26	± 5
Biblioteca n. 2	T	12871	19	14649	27	201	22	± 4
Corridoio (nuovo plesso) n. 2	T	12872	21	14650	24	202	22	± 4
Corridoio	T	12873	19	14622	20	177	20	± 4
Corridoio di fronte scale	1	12874	22	14621	18	181	20	± 4
Aula Materna Sez. C	1	12875	21	14652	17	175	19	± 4
Corridoio (nuovo plesso) n. 2	1	12876	17	14633	22	176	19	± 4
Aula Materna Sez. A	1	12877	17	14627	18	157	17	± 4
Nuovo plesso	T	12878	20	14824	28	213	24	± 4
Corridoio (vicino biblioteca)	T	12879	25	14823	29	239	26	± 5
Corridoio a DX n. 1	1	12880	16	14638	23	173	19	± 4
Corridoio a DX n. 2	1	12881	16	14648	23	168	19	± 4
Corridoio (nuovo plesso) n. 3	1	12882	16	14634	26	183	20	± 4
Aula n. 1 (in fondo al corridoio)	T	12883	11	14662	25	153	17	± 4
Aula n. 1 (ingresso)	T	12885	11	14831	29	172	19	± 4
Aula 4°C (nuovo plesso)	1	12886	21	14628	19	182	20	± 4
Aula Materna Sez. B	1	12887	12	14645	19	136	15	± 3
Aula 4°E	1	12888	25	14656	14	181	20	± 4
Corridoio a Sx n. 2	1	12889	17	14647	17	150	17	± 4
Corridoio a Sx (in fondo)	1	12890	19	14623	18	168	19	± 4
Aula 2°D	1	12891	17	14665	21	166	18	± 4
Aula 5°D	1	12892	20	14667	32	227	25	± 5
Aula 5°C	1	12893	10	14636	15	111	12	± 3
Aula 5°E	1	12894	19	14646	19	173	19	± 4
Aula materna sez. E (ala Battisti)	T	12895	20	14658	31	224	25	± 5
Aula materna sez. D (ala Battisti)	T	12896	18	14659	17	160	18	± 4
Aula materna sez. C (ala Battisti)	T	12897	16	14833	27	189	21	± 4
Cucina (ala Battisti)	T	12898	31	14663	37	300	33	± 6

RELAZIONE TECNICA INDAGINE RADON

Documento N. RR21041 del 20 Settembre 2021

Posizione	Piano	Primo semestre 217 giorni		Secondo semestre 160 giorni		Totale anno		
		Matr.	Conc. (Bq/m ³)	Matr.	Conc. (Bq/m ³)	Esposizione (hBq/m ³)	Concentr. Media (Bq/m ³)	Incerv. Estesa
Aula materna sez. E (ala Battisti) n. 2	T	12899	18	14660	18	165	18	± 4
Corridoio (servizi igienici) ala Battisti	T	12900	20	14616	26	205	23	± 4
Aula (accoglienza) ala Battisti	T	12901	80	14840	52	614	68	± 9
Aula materna sez. C (ala Battisti) n. 2	T	12902	19	14832	22	181	20	± 4
Aula Materna sez. D (ala Battisti) n. 2	T	12903	12	14666	24	153	17	± 4
Aula 1°E (ala Battisti)	T	12904	30	14838	31	274	30	± 5
Aula accoglienza a DX (ala Battisti)	T	12905	83	14839	110	853	94	± 11
Aula accoglienza a SX (ala Battisti)	T	12906	77	14829	55	611	68	± 9
Aula 1°A (ala Battisti)	T	12907	31	14828	51	357	39	± 6
Aula a SX (ala Battisti)	T	12908	57	14836	44	468	52	± 8
Palestra n. 3 a DX	T	12909	12	14632	13	110	12	± 3
Palestra ingresso	T	12910	24	14619	24	216	24	± 4
Palestra n. 1	T	12911	15	14635	14	131	14	± 3
Palestra n. 2 a DX	T	12912	13	14640	13	121	13	± 3
Palestra n. 1 a SX	T	12913	12	14631	35	201	22	± 4
Ingresso	T	12914	27	14620	23	231	26	± 5
Palestra (spogliatoio)	T	12915	96	14643	48	686	76	± 10
Portineria	T	12916	57	14626	60	527	58	± 8
Aula (di fronte ingresso)	T	12917	15	14624	16	137	15	± 3
Biblioteca n. 2 a DX	T	13205	15	14821	27	178	20	± 4
Biblioteca n. 1	T	13206	14	14653	25	170	19	± 4
Biblioteca n. 3	T	13207	12	14630	30	180	20	± 4
Corridoio (aula docenti)	T	13208	10	14642	13	76	8	± 3
Corridoio (infondo)	1	13209	14	14625	18	143	16	± 3

RELAZIONE TECNICA INDAGINE RADON

Documento N. RR21041 del 20 Settembre 2021



7. CONCLUSIONI

In ciascun punto di misura la concentrazione media annuale di attività di Radon è risultata inferiore a 300 Bq/m^3 , limite previsto nell'art. 4 comma 1 lettera b) della Legge Regionale 3 Novembre 2016 n. 30 e s.m.i. di Regione Puglia.

Non si rende quindi necessaria la presentazione di un piano di risanamento Radon per i locali oggetto di indagine.

Lainate, 20 Settembre 2021

Il Tecnico Relatore
Ing. Gianluca Troiano
Esperto di Radioprotezione Grd. III, n. 538

ALLEGATI:

- Planimetria dei locali oggetto di indagine, con l'indicazione dei punti di misura e delle matricole dei rivelatori posizionati nelle due campagne di misura.
- Rapporti di Prova contenenti gli esiti delle analisi dei rivelatori a tracce posizionati nelle due campagne di misura semestrali.