



RELAZIONE TECNICA INDAGINE RADON

Documento N. RR21045 del 20 Settembre 2021

CLIENTE:

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

LUOGO DELLA VERIFICA:

Scuola Media "Corrado Giaquinto"
Codice meccanografico: BAIC854004
Viale Giovanni XIII
70056 Molfetta (BA)

RESPONSABILE DELLE MISURE

Ing. Gianluca Troiano
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. RR21045 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 2013/51/EU, art. 18, par. 1, lett. c) 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 31 luglio 2016 n. 30 di Regione Campania	
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. RR21045 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 (polialil-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. RR21045 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. 210442R00 e Rapporto di Prova n. 211137R00).

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. RR21045 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 200 giorni		Secondo semestre 171 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
Aula n. 1 (corridoio ala centrale)	T	13534	15	15072	22	163	18	± 4
Aula n. 2 (a SX)	T	13536	17	15049	31	209	23	± 4
Aula n. 1 (a DX)	T	13537	23	15068	39	271	30	± 5
Aula n. 6 (in fondo a SX)	T	13538	11	15065	19	130	15	± 3
Aula riunioni (ingresso)	T	13539	26	15022	32	256	29	± 5
Deposito	-1	13540	79	15045	144	972	109	± 13
N. 1 ingresso via Papa Giovanni XIII	T	13541	16	15021	19	154	17	± 4
Aula n. 3 (a SX)	T	13542	13	15038	34	200	22	± 4
Aula n. 2 (corridoio ala centrale)	T	13543	14	15067	38	223	25	± 5
Corridoio n. 3 (a SX)	T	13544	20	15039	27	204	23	± 4
N. 2 Ingresso Via Papa Giovanni XIII	T	13545	26	15024	43	300	34	± 6
Aula n. 1 in fondo (corridoio a DX)	1	13546	30	15037	69	431	48	± 7
Corridoio n. 3 (in fondo DX)	1	13547	25	15036	44	300	34	± 6
Corridoio n. 1 (a SX)	T	13548	26	15026	26	233	26	± 5
Aula riunioni (in fondo)	T	13549	22	15023	52	319	36	± 6
Corridoio n. 2 (a SX)	T	13550	18	15028	23	181	20	± 4
Uffici segreteria (ultima stanza)	1	13551	21	15030	38	257	29	± 5
Palestra (ingresso)	T	13552	17	15069	20	162	18	± 4
Aula n. 4 (a SX)	T	13553	21	15043	36	250	28	± 5
Aula n. 1 (a SX)	T	13554	25	15032	39	280	31	± 5
Corridoio n. 1 (ala centrale)	T	13555	15	15060	28	186	21	± 4
Presidenza	1	13556	24	15071	41	283	32	± 5
Aula sostegno	1	13557	32	15033	45	337	38	± 6
Aula n. 5 (a SX)	-1	13558	21	15029	30	223	25	± 5
Ripostiglio	T	13559	45	15025	39	379	43	± 7
Aula n. 2 in fondo (corridoio a SX)	1	13560	36	15041	86	527	59	± 8
Corridoio n. 1 (a SX)	1	13561	22	15046	42	276	31	± 5
Corridoio n. 1 (a SX)	1	13562	27	15040	40	296	33	± 6

RELAZIONE TECNICA INDAGINE RADON

Documento N. RR21045 del 20 Settembre 2021

Posizione	Piano	Primo semestre 200 giorni		Secondo semestre 171 giorni		Totale anno		
		Metri	Conc. (Bq/m ³)	Metri	Conc. (Bq/m ³)	Esposizione (kBq/h/m ³)	Concentr. Media (Bq/m ³)	Incant. Esasa
Lab. informatica (a SX)	1	13563	37	15063	61	428	48	± 7
Aula n. 3 (a SX)	1	13564	38	15073	64	445	50	± 7
Corridoio n. 2 (a DX)	1	13565	22	15034	38	261	29	± 5
Corridoio n. 2 (a SX)	1	13566	20	15061	46	286	32	± 5
Lab. lingue	T	13567	18	15070	39	248	28	± 5
Aula n. 6 (a SX)	1	13569	25	15064	42	291	33	± 6
Uffici segreteria	1	13570	20	15048	32	230	26	± 5
Aula n. 4 (a SX)	1	13571	33	15056	52	368	41	± 6
Scale	+1/+2	13572	19	15052	39	252	28	± 5
Lab. inglese	1	13573	50	15042	85	585	66	± 9
Ufficio Dirigente	1	13574	30	15027	43	318	36	± 6
Lab. informatica (a DX)	1	13575	42	15057	62	456	51	± 8
Lab. robotica	1	13576	57	15035	80	603	68	± 9
Aula n. 3 (di fronte all'infermeria)	1	13577	32	15050	50	362	41	± 6
Aula n. 2 (a SX)	1	13578	28	15047	58	372	42	± 6
Aula n. 7 (in fondo a DX)	T	13579	15	15062	17	138	15	± 3
Corridoio n. 4 (a SX)	T	13580	17	15058	22	171	19	± 4
Aula docenti	T	13581	14	15054	22	154	17	± 4
Aula n. 5 (a SX)	1	13582	22	15066	41	273	31	± 5
Infermeria	1	13583	31	15031	51	359	40	± 6
Ingresso	1	13584	19	15044	44	272	31	± 5
Palestra	T	13585	10	15053	17	109	12	± 3
Corridoio n. 1 (ala uffici)	1	13586	21	15055	39	262	29	± 5
Aula n. 1 (a SX)	1	13587	29	15051	38	298	33	± 6

RELAZIONE TECNICA INDAGINE RADON

Documento N. RR21045 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.