

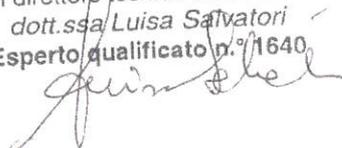
# MISURE DI CONCENTRAZIONE DI GAS RADON 222

## RAPPORTO TECNICO

**10 SETTEMBRE 2018  
COMUNE DI MILANO**

**PERIODO DI MISURA  
2017/ 2018**

**FGM Ambiente sas**  
Il direttore tecnico scientifico  
*dott.ssa Luisa Salvatori*  
Esperto qualificato n.° 1640



**FGM AMBIENTE SAS**  
Dott.ssa Luisa Salvatori  
Via Torino, 3 - 26831 Casalmajocco, Lo, Lombardia, It  
Tel.: +39 339 6560079  
Email: [info@fgmambiente.it](mailto:info@fgmambiente.it)  
Website: [www.fgmambiente.it](http://www.fgmambiente.it)

Partita Iva e Cod. Fiscale  
13233600157

Registro Imprese  
MI 13233600157

R.E.A.  
1630392

## 1. OGGETTO E SCOPO DELL'INDAGINE

Le misurazioni sono state effettuate da maggio/giugno 2017 a giugno/luglio 2018 per coprire un anno , come previsto dal Dlgs.241/00

Il posizionamento è avvenuto con doppio rivelatore in ogni punto di misura. Un rivelatore è stato sviluppato e letto dopo 6 mesi e l'altro dopo 12 mesi

## 2.GENERALITA' SUL GAS RADON

Dal punto di vista fisico-chimico **il Radon è un gas nobile di densità elevata (9,7 g/l a 0 °C).**

Uno dei suoi isotopi, il Radon 222 ( nel seguito indicato semplicemente Radon o  $^{222}\text{Rn}$ ), è un gas radioattivo prodotto dal decadimento dell'Uranio 238; il suo tempo di dimezzamento è di 3,8 giorni e decade emettendo radiazioni di tipo alfa producendo altri radionuclidi, dal tempo di dimezzamento dell'ordine di minuti o secondi, chiamati "figli del Radon".

Nella catena principale di decadimento dell'Uranio 238 il  $^{222}\text{Rn}$  occupa il settimo posto.

La scoperta del Radon come elemento chimico avvenne agli inizi del XX secolo, e già negli anni immediatamente successivi vennero avanzate le prime ipotesi relative a una sua possibile nocività a carico dell'apparato respiratorio, basandosi in particolare sull'osservazione dell'elevata incidenza di tumori tra i lavoratori delle miniere di minerali radioattivi. Tuttavia tali ipotesi non riscosero immediatamente l'approvazione unanime della comunità scientifica, e per molti anni trovarono addirittura spazio prassi mediche che prevedevano l'utilizzo del Radon per fini terapeutici, finché a partire dalla metà del XX secolo studi epidemiologici e sperimentali non appurarono con ampia evidenza la cancerogenicità di tale gas.

**Il Radon è un gas dotato di elevata mobilità e si distribuisce rapidamente ed uniformemente negli ambienti in cui penetra.**

Ogni tipologia di suolo contiene quantità variabili di Uranio 238, e il Radon da esso rilasciato raggiunge la superficie attraverso le porosità e le spaccature del terreno, trasportato dall'aria o dall'acqua.

L'emissione di Radon da parte del suolo dipende:

- dalla concentrazione di Uranio 238 presente alle varie

profondità;

- dalla permeabilità del terreno;
- dallo stato del suolo (gelato, secco, impregnato d'acqua, etc.);
- dalle condizioni meteorologiche (temperatura, pressione, velocità dell'aria, etc.).

Una volta raggiunto il livello del suolo il Radon penetra negli ambienti indoor attraverso canalizzazioni, fessurazioni, etc.; inoltre esso è esalato in quantità rilevanti da alcuni particolari materiali costruttivi:

- contenenti elevate concentrazioni di radionuclidi naturali (in particolare, tufo e pozzolana);
- a causa della sua solubilità, può giungere a contaminare la falda acquifera

Il principale fattore alla base della penetrazione del Radon è comunque costituito dalla differenza di temperatura esistente tra l'interno e l'esterno degli edifici, causa della depressione degli ambienti confinati e della conseguente tendenza ad attrarre flussi d'aria dall'esterno.

### **3. EFFETTI SANITARI**

Il Radon e i suoi figli rappresentano il principale fattore di rischio sanitario connesso all'esposizione alla radioattività naturale.

L'UNSCEAR (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiations) lo ritiene responsabile di circa il 50% della dose efficace media annuale alla quale è sottoposto un individuo della popolazione mondiale per effetto delle esposizioni a radiazioni naturali, e di circa il 43% della dose efficace media annuale per tutti i tipi di esposizioni.

La IARC (International Agency for Research on Cancer) ha classificato il Radon come agente cancerogeno appartenente al Gruppo 1 ("cancerogeno per l'uomo"), ovvero al gruppo più elevato tra quelli utilizzati nella sua classificazione.

### **4. CRITERI PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO**

Il rapporto tra la concentrazione dei figli del Radon, principale fattore di rischio, e quella del Radon stesso, è, negli ambienti indoor, relativamente costante.

È dunque possibile valutare il livello di rischio sanitario a partire dalla misura della concentrazione del solo Radon in aria; di fatto gran parte della normativa internazionale è finalizzata all'individuazione di concentrazioni di Radon al di sotto delle quali il rischio possa essere considerato accettabile.

L'unità di misura utilizzabile per quantificare la concentrazione di Radon è il Becquerel per metro cubo (Bq/m<sup>3</sup>).

Esistono varie tecniche di misura della concentrazione di Radon: la scelta dipende dal tipo di informazione che si vuole ottenere e dal grado di precisione / accuratezza ritenuto accettabile.

Per valutare il rischio connesso all'esposizione a Radon da parte dei lavoratori o di persone del pubblico è inoltre necessario conoscere i tempi di permanenza all'interno degli ambienti: moltiplicando la concentrazione di Radon per il tempo trascorso nell'ambiente in esame dalle varie categorie di lavoratori o popolazione è possibile risalire, con l'utilizzo di opportuni fattori correttivi, alla dose efficace (espressa in Sievert, Sv), ovvero alla grandezza utilizzabile per quantificare il rischio di danni alla salute provocati dalle radiazioni ionizzanti.

La concentrazione di Radon in aria è soggetta a una significativa variabilità spaziale, influenzata dai fattori sopra ricordati, e anche a una discreta variabilità temporale, sia durante le diverse ore del giorno, sia tra periodi di media durata (settimane o mesi), sia da una stagione all'altra.

La migliore valutazione del rischio si ha dunque attraverso la misurazione della concentrazione media annuale di Radon nei vari ambienti di interesse (come richiesto dalla normativa vigente).

## **5. NORMATIVA**

Nel 1996 l'Unione Europea ha stabilito, con la direttiva Direttiva 96/29/Euratom, i criteri per la protezione dei lavoratori dall'esposizione alla radioattività naturale, proseguendo la sua politica di tutela dai rischi da Radon che già aveva condotto nel 1990 all'emanazione della Raccomandazione 90/143/Euratom relativa alla protezione delle persone del pubblico dagli stessi rischi.

Il Decreto Legislativo 26 maggio 2000, n. 241 ha recepito la Direttiva 96/29/Euratom, introducendo l'obbligo di effettuare controlli per valutare, ed eventualmente ridurre, l'esposizione dei lavoratori e delle persone del pubblico ai radionuclidi naturali, con particolare riguardo al Radon, per:

- attività lavorative svolte in tunnel, metropolitane, sottovie, catacombe, grotte e comunque tutti i luoghi sotterranei in cui si svolgano attività lavorative;
- attività lavorative svolte in tutti i luoghi di lavoro in superficie che si trovano in un'area in cui è alta la probabilità di riscontrare elevate concentrazioni di Radon, indipendentemente dal tipo di attività svolta;
- attività lavorative in cui si utilizzano materiali non considerati radioattivi ma che possono possedere una considerevole concentrazione di radionuclidi naturali;

- attività lavorative in cui si producono rifiuti di lavorazione non considerati radioattivi ma che possono contenere una considerevole quantità di radionuclidi naturali;
- stabilimenti termali e miniere non uranifere.

Nel decreto è fissato un Livello di azione, ovvero un valore di concentrazione di attività di Radon media in un anno il cui superamento richiede l'adozione di azioni di rimedio che riducano tale grandezza a livelli più bassi del valore fissato, pari a 500 Bq/m<sup>3</sup>.

Qualora la misura evidenzi invece un valore inferiore a 500 Bq/m<sup>3</sup>, ma superiore a 400 Bq/m<sup>3</sup>, sarà però necessario ripetere le misurazioni.

Il livello di azione rientra nel complesso delle indicazioni fornite in campo internazionale dai vari organi che si occupano del problema.

## **6.STRUMENTAZIONE E METODOLOGIA USATA**

Il monitoraggio della concentrazione di Radon in aria è stato effettuato tramite sistema integrato a lettura automatica di rivelatori a traccia PADC con analisi dei dati computerizzata ( rivelatori passivi CR-39).

I rivelatori PADC sono dei polimeri realizzati in lastre sottili, sensibili alle radiazioni alfa e insensibili alle altre radiazioni.

Le particelle alfa che interagiscono con il materiale causano un danno ai legami chimici (traccia latente) evidenziabile mediante specifico trattamento chimico che amplifica la traccia sino a renderla misurabile con tecniche di lettura ottica.

I rivelatori utilizzati hanno le seguenti caratteristiche:

- Materiale plastico sensibile alle particelle alfa tipo CR-39/PADC;
- Sensibilità per alfa: 2,9 tracce/(cm<sup>2</sup>kBqh/m<sup>3</sup>);
- Nessuna sensibilità ad altre radiazioni;
- Fondo tipico: 20 kBqh/m<sup>3</sup>;
- Dimensioni: 10x10x1 mm;
- Trattamento anti-statico effettuato in fabbrica;
- Tempo d'esposizione tipico: 80 giorni;
- Errore associato alle misure = ± 12 %.

I rivelatori PADC sono presenti all'interno di apposito contenitore, caratterizzato da un codice identificativo, progettato per consentire il passaggio in esso delle molecole di Radon 222 e non delle particelle più pesanti; in questo modo, la valutazione quantitativa delle tracce è attribuibile al decadimento del solo Radon 222 e dei suoi prodotti di decadimento.

Dopo l'esposizione i rivelatori sono sviluppati in un apposito bagno chimico, termostato a 90°C, costituito da una

soluzione di NaOH al 25%, per un tempo di circa 4 ore.

Lo sviluppo determina le dimensioni delle tracce.

Per il conteggio di queste è utilizzato un microscopio a luce trasmessa.

Il PADC è inserito in opportuni porta-rivelatori per ottenere la riproducibilità della posizione rispetto al piano del microscopio.

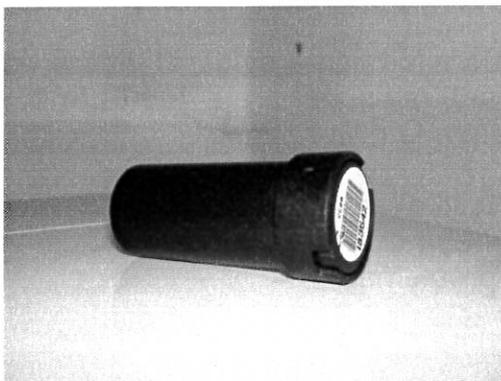


Figura della camera di esposizione utilizzata

## **7. RISULTATI**

### **Siti e relativi punti di misura**

Sono stati scelti i siti in elenco e nelle tabelle allegate che formano parte integrante del presente documento.

Si allega una tabella che comprende , per ogni sito, le concentrazioni semestrali, le concentrazioni annuali e il valore di dose annuale (Tab.1 )

Si allegano i certificati di FGM Ambiente relativi alle 2 campagne effettuate.

### **Calcolo della dose efficace annua per i lavoratori.**

Per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori a concentrazione di attività di radon si è applicato il fattore convenzionale di conversione  $3 \times 10^{-9}$  Sv di dose efficace per unità di esposizione espressa in Bq/m<sup>3</sup> x h ( all. 1 bis del Dlgs. 230), per i siti definiti dal art. 1, comma 1, lettera b-bis del Dlgs. 230/95 e successive integrazioni e modifiche.

Questo fattore prevede un coefficiente pari a 0.4 (fattore d'equilibrio indicato come concentrazione in equilibrio dei prodotti di decadimento/concentrazione di gas radon).

Tale valore è stato sperimentalmente verificato mediante uno strumento attivo (Rad 7 della ditta DurrIDGE).

Per il calcolo della dose efficace si è tenuto conto dei Bq/m<sup>3</sup> medi misurati e di tempi di permanenza di 40 ore/ settimana pari a 2000 ore/ anno.

## 8. Conclusioni

I risultati del monitoraggio effettuato al fine di valutare la concentrazione di gas Radon 222 hanno evidenziato valori medi di concentrazione in aria che superano il valore di legge di 500 Bq/m<sup>3</sup> solo in alcuni punti

Pertanto si analizzano singolarmente i siti e i punti che superano i valori consentiti:

SITO	LOCALE/VALORE MEDIO ANNO	ATTIVITÀ SUGGERITE
Via Bernina	Punto 1- Archivio 6 <b>422.2 Bq/m<sup>3</sup></b> Punto 6- Archivio 7 <b>422.6 Bq/m<sup>3</sup></b> Punto 9- Cabina di trasformazione <b>433.9 Bq/m<sup>3</sup></b>	Aumentare ricambi aria ma il fattore occupazionale deve essere rivisto
Galleria Ciro Fontana	Punto 1- Archivio Pres. Consiglio <b>606.8 Bq/m<sup>3</sup></b>	Verificare fattore occupazionale
Museo NOVECENTO	Punto 2- Spogliatoi femminili <b>643.2 Bq/m<sup>3</sup></b>  Punto 3 -Spogliatoi maschili <b>393.0 Bq/m<sup>3</sup></b>	Verificare fattori occupazionali
Via Brivio	Punto 3- Scuola Materna <b>402.1 Bq/m<sup>3</sup></b>	Verificare fattori occupazionali

Le valutazioni dosimetriche che compaiono in Tabella 1 sono basate su ipotesi ampiamente cautelative (si è considerato infatti un fattore occupazionale di 2000 ore/anno), ma non appaiono valori che superano 3mSv/anno.

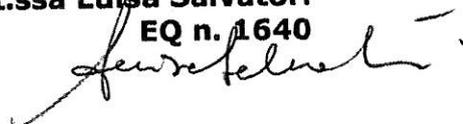
Si ritiene che il fattore occupazionale non sarà ovunque di 2000 ore/anno, come cautelativamente viene considerata, pertanto la dose verrà calcolata nuovamente, dopo che il datore di lavoro fornirà i dati opportuni, per tutti i punti critici in cui non è possibile operare in maniera strutturale.

Il nuovo calcolo della dose ci permetterà di stabilire i siti da denunciare alle autorità competenti come da Dlgs.241/00.

Si consiglia di ripetere tutte le misure che hanno superato i valori di legge.

Per eventuali lavori di bonifica sarà possibile progettare un'ulteriore collaborazione.

**Dott.ssa Luisa Salvatori**  
EQ n. 1640



---

Si allega:

- > Certificati di FGM Ambiente SaS
- > Tabelle con specifiche posizionamenti

COMUNE DI Milano  
RILEVAZIONE E MISURA GAS RADON  
PERIODO DI MISURA: GIUGNO 2017 – AGOSTO 2018

TABELLA 1 - CONCENTRAZIONE DI GAS RADON

SITO	POS	CODICE		SEMESTRE 1		ANNUALE		MEDIA ANNUALE		DOSE ANNUALE
		DOSIMETRO	DOSIMETRO	Bq/m <sup>3</sup>	mSv/anno					
Via BERNINA	1	2D0365	2D0322	510,8	442,2	422,2		2,53		
Via BERNINA	2	2D0484	2D0087	411,2	309,2	309,2		1,86		
Via BERNINA	3	2D0468	2D0531	371,0	231,7	231,7		1,39		
Via BERNINA	4	2D0510	2D0367	196,7	120,2	120,2		0,72		
Via BERNINA	5	2D0220	2D0339	171,8	91,8	91,8		0,55		
Via BERNINA	6	2D0552	2D0712	357,6	422,6	422,6		2,54		
Via BERNINA	7	2D0244	2D0990	202,8	165,1	165,1		0,99		
Via BERNINA	8	2D0758	2D0240	371,2	221,8	221,8		1,33		
Via BERNINA	9	2D0235	2D0569	438,8	433,9	433,9		2,60		
Via BERNINA	10	2D0693	2D0404	282,0	288,6	288,6		1,73		
VI.ORTLES	1	2D0313		-	70,3	70,3		0,42		
VI.ORTLES	2	2D0982	2D1075	107,6	52,7	52,7		0,32		
G.FONTANA	1	2D0623	2D0371	741,9	606,8	606,8		3,65		
G.FONTANA	2	2D0761	2D0345	140,7	88,8	88,8		0,53		
G.FONTANA	3	2D0960	2D0353	165,9	116,6	116,6		0,70		
G.FONTANA	4	2D0992	2D0352	140,1	83,3	83,3		0,50		
G.FONTANA	5	2D0726	2D0967	143,3	104,8	104,8		0,63		

Via BERGOGNONE	1	2D0362	177,7	2D0120	123,8	123,8	0,74
Via BERGOGNONE	2	2D0314	168,6	2D0735	116,5	116,5	0,70
Via BERGOGNONE	3	2D1110	148,5	2D0983	95,3	95,3	0,57
Via BERGOGNONE	4	2D0979	134,5	2D0989	61,7	61,7	0,37
Via BERGOGNONE	5	2D0509	125,6	2D0952	50,8	50,8	0,30
Via BERGOGNONE	6	2D0001	123,8	2D1080	42,8	42,8	0,26
Via BERGOGNONE	7	2D0394	115,4	2D1029	44,2	44,8	0,27
PALAZZO REALE	1	2D0664	120,5	2M5842	105,0	105,0	0,63
PALAZZO REALE	2	2M5660	88,6	2M5642	84,6	84,6	0,51
PALAZZO REALE	3	2M5589	93,3	2M5596	93,6	93,6	0,56
PALAZZO REALE	4	2M5643	68,2	2M5677	123,4	123,4	0,74
PALAZZO REALE	5	2M5825	105,9	2M6083	110,2	110,2	0,66
PALAZZO REALE	6	2M5935	-	2M5888	179,7	179,7	1,08
PALAZZO REALE	7	2M5824	111,3	2M5690	97,5	97,5	0,59
PALAZZO REALE	8	2M5841	110,5	2M6003	109,5	109,5	0,66
PALAZZO REALE	9	-	-	2M5936	179,7	179,7	1,08
PALAZZO LIBERTY	1	2M5827	47,9	2M5811	45,8	45,8	0,27
VIA NIRONE (Museo Archeologico)	1	2D0824	51,8	2M5600	25,8	25,8	0,15
VIA BEZZECA	1	2M5940	67,3	2M5656	50,2	50,2	0,30
VIA B. MARCELLO	1	2D000	-	2D0645	24,2	24,2	0,15
VIA B. MARCELLO	2	2D0587	104,9	2D0425	22,4	22,4	0,13
VIALE TIBALDI	1	2D0309	126,0	2D0519	43,4	43,4	0,26
VIALE TIBALDI	2	2D0102	112,1	2D0131	26,8	26,8	0,16
VIALE TIBALDI	3	2D0538	109,6	2D0132	34,2	34,2	0,21
VIALE TIBALDI	4	2D0830	190,0	2D0361	217,2	217,2	1,30
VIALE TIBALDI	5	2D0248	105,0	2D1094	33,3	33,3	0,20
MUSEO NOVECENTO	1	2M5948	68,9	2D0119	35,9	35,9	0,22

MUSEO NOVECENTO	2	2M6028	635,1	2M5813	643,2	<b>643,2</b>	<b>3,86</b>
MUSEO NOVECENTO	3	2M5886	427,3	2M5674	393,0	<b>393,0</b>	2,36
MUSEO NOVECENTO	4	2M6006	100,1	2M6044	37,0	37,0	0,22
MUSEO NOVECENTO	5	2M5710	46,5	2M5795	50,1	50,1	0,30
MUSEO NOVECENTO	6	2M5685	89,7	2M5664	-	<b>89,7</b>	<b>0,54</b>
CORSO PTA.VITTORIA	1	2M6047	53,6	2D0838	51,8	51,8	0,31
CORSO PTA.VITTORIA	2	2M5627	58,6	2M5889	58,9	58,9	0,35
CORSO PTA. VITTORIA	3	2M5834	42,2	2M5735	45,0	45,0	0,27
CORSO PTA.VITTORIA	4	2M5676	159,6	2M5869	170,3	170,3	1,04
CORSO PTA.VITTORIA	5	2M5874	68,0	2M5726	-	68,0	0,41
CORSO PTA.VITTORIA	6	2M6021	-	2M5615	55,4	55,5	0,33
VIA ARSIA	1	2D0388	213,6	2D0790	159,9	159,9	0,96
VIA ARSIA	2	2D1100	207,2	2D0784	178,4	178,4	1,07
VIA GIUSTI	1	2M5836	94,7	2M5687	57,0	57,0	0,34
VIA GIUSTI	2	2M5945	32,7	2M5822	28,5	28,5	0,17
VIA GIUSTI	3	2M5588	60,4	2M5832	28,3	28,3	0,17
VIA GIUSTI	4	2D0523	65,0	2M5579	-	65,0	0,39
VIA FONTANELLI	1	2D0472	134,8	2D0239	100,5	100,5	0,60
VIA FONTANELLI	2	2D0505	116,5	2D0955	75,1	75,1	0,45
LGO. DE BENEDETTI	1	2D0203	128,8	2D0233	59,0	59,0	0,35
LGO. DE BENEDETTI	2	2D1087	104,0	2D1090	40,2	40,2	0,24
LGO. DE BENEDETTI	3	2D0221	124,7	2D0228	109,5	109,5	0,66
VIA FRIULI	1	2C9957	83,9	2C9978	43,5	43,5	0,26
VIA FRIULI	2	2D0598	91,4	2D0389	47,5	47,5	0,29
VIA FRIULI	3	2D1083	91,8	2D0722	50,3	50,3	0,30
VIA FRIULI	4	2D0179	78,5	2D0634	37,1	37,1	0,22
VIA FRIULI	5	2C9990	86,2	2D0223	38,5	38,5	0,23
VIA GADIO ACQUARIO	1	2M5585	423,8	2M5844	283,9	283,9	1,70

VIA GADIO EX CAFFETTERIA	2	2M5828	-	2M5806	122,7	122,7	0,74
VIA BRVIO	1	2D1063	90,8	2D0727	39,2	39,2	0,24
VIA BRVIO	2	2D1098	101,1	2D0380	43,8	43,8	0,26
VIA BRVIO	3	2D0961	437,3	2D0986	402,1	<b>402,1</b>	2,41
VIA FORZE ARMATE	1	2D0978	124,4	2D0827	82,5	82,5	0,50
VIA FORZE ARMATE	2	2D1055	130,2	2D0957	52,3	52,3	0,31
VIA BECCARIA	1	2M5661	111,3	2M5576	21,9	21,9	0,13
VIA BECCARIA	2	2M5586	237,6	2M5808	169,2	169,2	1,02

## Certificazione di concentrazione di gas radon (RAC)

Cliente : COMUNE di MILANO

Dosimetri posizionati presso: Siti Comune di Milano

<b>Codice ID</b>	<b>Concentrazione Bq/m<sup>3</sup></b>	<b>Data Inizio esposizione</b>	<b>Data Fine esposizione</b>	<b>Posizione</b>
2D0087	309.2	07/06/2017	22/06/2018	VIA BERNINA
2D0531	231.8	07/06/2017	22/06/2018	VIA BERNINA
2D0367	120.3	07/06/2017	22/06/2018	VIA BERNINA
2D0339	91.9	07/06/2017	22/06/2018	VIA BERNINA
2D0712	422.6	07/06/2017	22/06/2018	VIA BERNINA
2D0990	165.1	07/06/2017	22/06/2018	VIA BERNINA
2D0240	221.8	07/06/2017	22/06/2018	VIA BERNINA
2D0569	434.0	07/06/2017	22/06/2018	VIA BERNINA
2D0404	288.6	07/06/2017	22/06/2018	VIA BERNINA
2D1075	52.7	28/04/2017	28/04/2018	VIALE ORTLES
2D0500	70.4	28/04/2017	28/04/2018	VIALE ORTLES
2D0371	606.9	09/05/2017	22/05/2018	GALLERIA FONTANA
2D0345	88.9	09/05/2017	22/05/2018	GALLERIA FONTANA
2D0353	116.7	09/05/2017	22/05/2018	GALLERIA FONTANA
2D0352	83.4	09/05/2017	22/05/2018	GALLERIA FONTANA
2D0967	104.9	09/05/2017	22/05/2018	GALLERIA FONTANA
2D0120	123.8	02/05/2017	23/05/2018	VIA BERGOGNONE
2D0735	116.6	02/05/2017	23/05/2018	VIA BERGOGNONE
2D0983	95.3	02/05/2017	23/05/2018	VIA BERGOGNONE
2D0952	50.9	02/05/2017	23/05/2018	VIA BERGOGNONE
2D0989	61.8	02/05/2017	23/05/2018	VIA BERGOGNONE
2D1080	42.8	02/05/2017	23/05/2018	VIA BERGOGNONE
2D1029	44.3	02/05/2017	23/05/2018	VIA BERGOGNONE
2M5690	97.5	31/07/2017	06/07/2018	PALAZZO REALE
2M5842	105.1	31/07/2017	06/07/2018	PALAZZO REALE
2M5642	84.7	31/07/2017	06/07/2018	PALAZZO REALE
2M5596	93.6	31/07/2017	06/07/2018	PALAZZO REALE
2M5677	123.5	31/07/2017	06/07/2018	PALAZZO REALE
2M6083	110.2	31/07/2017	06/07/2018	PALAZZO REALE
2M5888	179.8	31/07/2017	06/07/2018	PALAZZO REALE
2M6003	109.5 <sup>*</sup>	31/07/2017	06/07/2018	PALAZZO REALE
2M5935	179.8	31/07/2017	06/07/2018	PALAZZO REALE
2M5811	45.9	31/07/2017	31/07/2018	PALAZZO LIBERTY
2M5600	25.9	31/01/2017	31/07/2018	VIA NIRONE

2M5656	<b>50.2</b>	31/07/2017	18/07/2018	VIA BEZZECA
2D0645	<b>24.3</b>	06/07/2017	11/07/2018	VIA MARCELLO
2D0425	<b>22.4</b>	06/07/2017	11/07/2018	VIA MARCELLO
2D0519	<b>43.4</b>	14/06/2017	14/06/2018	VIALE TIBALDI
2D0131	<b>26.9</b>	14/06/2017	14/06/2018	VIALE TIBALDI
2D0132	<b>34.2</b>	14/06/2017	14/06/2018	VIALE TIBALDI
2D0361	<b>217.2</b>	14/06/2017	14/06/2018	VIALE TIBALDI
2D1094	<b>33.3</b>	14/06/2017	14/06/2018	VIALE TIBALDI
2D0119	<b>35.9</b>	31/07/2017	06/07/2018	MUSEO NOVECENTO
2M5813	<b>643.3</b>	31/07/2017	06/07/2018	MUSEO NOVECENTO
2M5795	<b>50.1</b>	31/07/2017	06/07/2018	MUSEO NOVECENTO
2M5674	<b>393.1</b>	31/07/2017	06/07/2018	MUSEO NOVECENTO
2M6044	<b>37.1</b>	31/07/2017	06/07/2018	MUSEO NOVECENTO
2D0838	<b>51.8</b>	31/07/2017	18/07/2018	CORSO PTA VITTORIA
2M5889	<b>59.0</b>	31/07/2017	18/07/2018	CORSO PTA VITTORIA
2M5735	<b>45.1</b>	31/07/2017	18/07/2018	CORSO PTA VITTORIA
2M5869	<b>170.3</b>	31/07/2017	18/07/2018	CORSO PTA VITTORIA
2M5615	<b>55.4</b>	31/07/2017	18/07/2018	CORSO PTA VITTORIA
2M6021	<b>52.9</b>	31/07/2017	18/07/2018	CORSO PTA VITTORIA
2D0790	<b>160.0</b>	03/07/2017	03/07/2018	VIA ARSIA
2D0784	<b>178.5</b>	03/07/2017	03/07/2018	VIA ARSIA
2M5579	<b>21.5</b>	28/07/2017	19/07/2018	VIA GIUSTI
2M5687	<b>57.0</b>	28/07/2017	19/07/2018	VIA GIUSTI
2M5822	<b>28.6</b>	28/07/2017	19/07/2018	VIA GIUSTI
2M5832	<b>28.4</b>	28/07/2017	19/07/2018	VIA GIUSTI
2D0955	<b>75.2</b>	05/07/2017	04/07/2018	VIA FONTANELLI
2D0239	<b>100.5</b>	05/07/2017	04/07/2018	VIA FONTANELLI
2C9997	<b>128.3</b>	31/05/2017	29/06/2018	PZZA SCALA
2D0734	<b>33.2</b>	31/05/2017	29/06/2018	PZZA SCALA
2D0228	<b>109.6</b>	08/06/2017	02/07/2018	LGO DE BENEDETTI
2D1090	<b>40.2</b>	08/06/2017	02/07/2018	LGO DE BENEDETTI
2D0233	<b>59.0</b>	08/06/2017	02/07/2018	LGO DE BENEDETTI
2D0223	<b>38.5</b>	22/06/2017	05/07/2018	VIA FRIULI
2D0634	<b>37.2</b>	22/06/2017	05/07/2018	VIA FRIULI
2D0722	<b>50.4</b>	22/06/2017	05/07/2018	VIA FRIULI
2D0389	<b>47.5</b>	22/06/2017	05/07/2018	VIA FRIULI
2C9978	<b>43.5</b>	22/06/2017	05/07/2018	VIA FRIULI
2M5806	<b>122.7</b>	31/07/2017	06/07/2018	VIA GADIO ACQUARIO
2M5844	<b>283.9</b>	31/07/2017	06/07/2018	VIA GADIO EX CAFFETTI
2D0827	<b>82.5</b>	29/06/2017	02/07/2018	VLE FORZE ARMATE
2D0727	<b>39.3</b>	04/07/2017	03/07/2018	VIA BRIVIO
2D0986	<b>402.1</b>	04/07/2017	03/07/2018	VIA BRIVIO
2D0380	<b>43.9</b>	04/07/2017	03/07/2018	VIA BRIVIO
2M5808	<b>169,2</b>	10/08/2017	13/09/2018	VIA BECCARIA
2M5576	<b>21,9</b>	10/08/2017	13/09/2018	VIA BECCARIA

**Tecnica impiegata : Rivelatori a tracce nucleari PADC (CR-39)**

**Incertezza Composta associata alla misura :  $\sqrt{(\sigma_m^2 + \sigma_r^2)} = 12.2 \%$**

**dove :**

**$\sigma_m^2$  = Incertezza metrologica associata all'intero processo = 10%  
( verificata ad ogni sviluppo)**

**$\sigma_r^2$  = Incertezza associata alla ripetitività della lettura = 7%**

**FGM Ambiente s.a.s. autocertifica che il proprio laboratorio è conforme alle linee guida delle regioni relativamente alle misure di radon**

**Casalmaiocco, 2 agosto 2018**



## 8. Conclusioni

I risultati del monitoraggio effettuato al fine di valutare la concentrazione di gas Radon 222 hanno evidenziato valori medi di concentrazione in aria che superano il valore di legge di 500 Bq/m<sup>3</sup> solo in alcuni punti

Pertanto si analizzano singolarmente i siti e i punti che superano i valori consentiti:

SITO	LOCALE/VALORE MEDIO ANNO	ATTIVITÀ SUGGERITE
Via Bernina	Punto 1- Archivio 6 <b>422.2 Bq/m<sup>3</sup></b> Punto 6- Archivio 7 <b>422.6 Bq/m<sup>3</sup></b> Punto 9- Cabina di trasformazione <b>433.9 Bq/m<sup>3</sup></b>	Aumentare ricambi aria ma il fattore occupazionale deve essere rivisto
Galleria Ciro Fontana	Punto 1- Archivio Pres. Consiglio <b>606.8 Bq/m<sup>3</sup></b>	Verificare fattore occupazionale
Museo NOVECENTO	Punto 2- Spogliatoi femminili <b>643.2 Bq/m<sup>3</sup></b>  Punto 3 -Spogliatoi maschili <b>393.0 Bq/m<sup>3</sup></b>	Verificare fattori occupazionali
Via Brivio	Punto 3- Scuola Materna <b>402.1 Bq/m<sup>3</sup></b>	Verificare fattori occupazionali

Le valutazioni dosimetriche che compaiono in Tabella 1 sono basate su ipotesi ampiamente cautelative (si è considerato infatti un fattore occupazionale di 2000 ore/anno), ma non appaiono valori che superano 3mSv/anno.

Si ritiene che il fattore occupazionale non sarà ovunque di 2000 ore/anno, come cautelativamente viene considerata, pertanto la dose verrà calcolata nuovamente, dopo che il datore di lavoro fornirà i dati opportuni, per tutti i punti critici in cui non è possibile operare in maniera strutturale.

Il nuovo calcolo della dose ci permetterà di stabilire i siti da denunciare alle autorità competenti come da Dlgs.241/00.

Si consiglia di ripetere tutte le misure che hanno superato i valori di legge.

Per eventuali lavori di bonifica sarà possibile progettare un'ulteriore collaborazione.

**Dott.ssa Luisa Salvatori**  
**EQ n. 1640**

