

## **COMUNE DI MILANO**

### **RAPPORTO TECNICO**

#### **Misurazione della concentrazione del gas Radon per vari siti del Comune di Milano**

**Milano, 10 luglio 2013**



ISO 9001

**CO.META** SOC. COOP. CONSORTILE A R. L. **CONSORZIO METODOLOGIE E TECNOLOGIE APPLICATE**

Via Canova, 19 - 20145 Milano - Tel. 02 34537154 - Fax 02 310347210

E-mail [segreteria.cometa@consorzio.cometa.it](mailto:segreteria.cometa@consorzio.cometa.it) - Internet [www.consorzio.cometa.it](http://www.consorzio.cometa.it)

C.F. e P.IVA 12263840154 - Iscr R.E.A. Milano n° 1563136/98 - Iscr. Albo Soc. Coop. n° A104165



ISO 14001

## **1. OGGETTO E SCOPO DELL'INDAGINE**

Sono stati scelti alcuni edifici comunali, con il coordinamento del Servizio di Prevenzione Protezione e il supporto di tecnici del Comune, in cui sono presenti zone lavorative sotterranee.

Le misurazioni sono state effettuate in 2 campagne di misura semestrali al fine di coprire il periodo annuale come previsto dalla normativa vigente (Dlgs.241/00)

## **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 riscossero 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 svolgono 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: 10 kBqh/m<sup>3</sup>;
- Dimensioni: 10x10x1 mm;
- Trattamento anti-statico effettuato in fabbrica;
- Tempo d'esposizione tipico: 80 giorni;
- Errore associato alle misure =  $\pm 12$  %.

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**

**Si allega una tabella che comprende , per ogni edificio, le concentrazioni semestrali, la media annuale e il valore di dose annuale**

### **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  $\text{Bq/m}^3 \times \text{h}$  ( 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 attivi (camera ad ionizzazione mod. Alphaguard ) .

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, nelle sedi della tabella allegata, hanno evidenziato valori medi di concentrazione in aria sempre minori di 500 Bq/m<sup>3</sup>

ad eccezione di un locale, denominato “spogliatoio femminile”, all’interno del Museo 900 edificio 1. Il valore rilevato è 869.1 Bq/m<sup>3</sup>.

Le conseguenti valutazioni dosimetriche per tutti i punti analizzati sono basate su ipotesi ampiamente cautelative ( si è considerato infatti un fattore occupazionale come da normativa di riferimento di 2000 ore/anno) e ci mostrano di non superare mai il valore ammesso dalla legge pari a 3mSv/anno.

Anche i risultati dello “spogliatoio femminile” non destano preoccupazione in quanto dalle informazioni ottenute dal Responsabile Servizio Sicurezza e Sorveglianza DC Cultura relativamente al tempo di permanenza del personale nello spogliatoio (massimo 200 ore /anno) e calcolando i valori riscontrati sulla base dei tempi di permanenza, la dose risulta essere 0,5 mSv/anno ampiamente al di sotto dei limiti normativi.

Occorre comunque contestualmente segnalare che nello stesso locale, durante la fase di permanenza dei dosimetri, sono stati effettuati lavori di manutenzione con potenziale influenza nell’ambiente oggetto del campionamento, si richiede di ripetere la misura di Radon per un ulteriore anno.

La relazione si ritiene esaustiva a soddisfare la legge vigente.

Si consiglia la ripetizione della suddetta campagna di misure tra anni 3 o in situazioni di cambiamenti ed eventuali acquisizione di zone lavorative sotterranee.

Dott.ssa Luisa Salvatori  
EQ n. 1640



*Luisa Salvatori*



Si allega Tabella con i dati