



## OspedaleSicuroDuemila22

**INAIL**

### Il radon nelle strutture sanitarie

**Rosabianca Trevisi**

DiMEILA \_ INAIL Settore Ricerca e Certificazione

#### IL RADON

- Il radon è un gas radioattivo monoatomico.
- Si forma nelle rocce e nei suoli per la presenza di  $^{238}\text{Uranio}$  (progenitore) e di  $^{226}\text{Radio}$  (padre del radon). **Maggiore è la presenza di  $^{226}\text{Radio}$  e maggiore è la presenza di fessure/fratture/faglie, maggiore sarà l'esalazione di radon dalla sorgente roccia/suolo).**
- **Le rocce ignee sono le più ricche di  $^{238}\text{Uranio}$  e di  $^{226}\text{Radio}$ .**
- Il radon ha un'emivita di 3.8 giorni, dopo i quali decade producendo **prodotti di decadimento a vita media** breve ( $^{218}\text{Po}$  e  $^{214}\text{Po}$ ) che rappresentano il reale agente di rischio per la salute.
- Il radon tende ad accumularsi negli ambienti confinati (**radon indoor**): la **sorgente principale** di radon indoor è il **suolo**, quindi i materiali da costruzione, l'acqua e il gas domestico.



## IL RADON

- L'esposizione al radon indoor comporta un aumento di rischio relativo (ERR) di sviluppo di tumore polmonare. Dal 1987 è classificato dalla IARC come un fattore di rischio del **Gruppo 1**.
- Sono allo studio anche eventuali effetti sull'apparato cardiocircolatorio.
- Il rischio aumenta:
  - Linearmente al crescere dei livelli medi di concentrazione di radon in aria (radon indoor): **il rischio relativo aumenta del 16% ogni incremento di 100 Bq/m<sup>3</sup>**.
  - Non si evidenziano differenze di genere.
  - Forti differenze tra **fumatori e non fumatori**: il fumo di tabacco accresce il EER legato al radon di **25 volte**. Effetto sinergico radon-fumo, forse di tipo moltiplicativo.

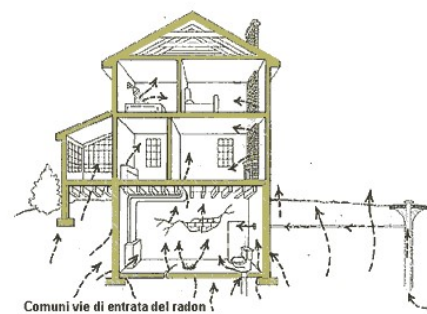
Quindi se il fumo è il primo fattore di rischio di tumore polmonare per i fumatori, il radon è il primo fattore di rischio di tumore polmonare per i NON fumatori



## VIE DI INGRESSO DEL RADON: SORGENTI DEL RADON INDOOR

Le principali sorgenti del radon in un edificio sono:

- suolo
- materiali edili
- acqua
- aria esterna e gas



Modello UNSCEAR:  
per una casa tipica con una conc. di Rn al pianoterra di 50 Bq m<sup>-3</sup>,  
60% proviene dal suolo  
20% dai materiali edili  
20% da acqua, aria esterna e gas.

Per edifici multipiano ai piani sup. si stima una conc. media di 20 Bq m<sup>-3</sup>.  
I contributi relativi ad ogni sorgente sono di 0%, 50% e 50%.



## LIVELLI MEDI RADON INDOORS IN ITALIA

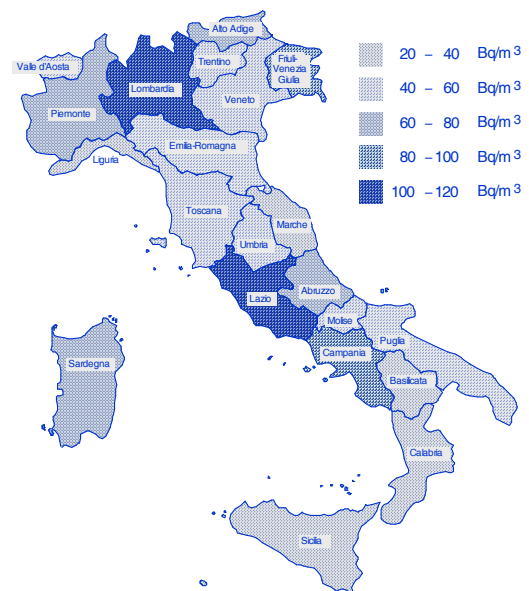
- La concentrazione media di radon nelle abitazioni italiane è **75 Bq/m<sup>3</sup>**, circa il doppio rispetto alla media mondiale pari a 40 Bq/m<sup>3</sup> (dato UNSCEAR, 2000).
- Da un'indagine nazionale è risultato che il 5% delle abitazioni ha livelli di radon superiori a 200 Bq/m<sup>3</sup> e l'1% superiori a 400 Bq/m<sup>3</sup>.
- Lazio e Lombardia (100 - 120 Bq/m<sup>3</sup>), seguiti da Friuli Venezia Giulia e **Campania** (80 - 100 Bq/m<sup>3</sup>), sono le regioni con i valori medi più alti.
- Necessità di attenzione ai materiali da costruzione di origine naturale. In Lazio e Campania sono stati riscontrati valori particolarmente alti di dose gamma indoor.



5

## IL RADON INDOOR IN ITALIA

Risultati dell'Indagine nazionale sulla radioattività naturale nelle abitazioni (1989 - 1997)  
da Bochicchio et al. 1999



6

## ESPOSIZIONE AL RADON NEI LUOGHI DI LAVORO

Il radon e i suoi prodotti di decadimento forniscono il contributo più rilevante (circa il 50%) alla dose che gli individui ricevono dalle sorgenti naturali di radiazioni ionizzanti.

La diffusione ubiquitaria del radon fa sì l'esposizione possa avvenire sia qualunque ambiente interno.

Nelle abitazioni

Esposizione della popolazione

Nei luoghi di lavoro

Esposizione dei lavoratori

L'esposizione al radon indoor può verificarsi in qualunque luogo di lavoro, **indipendentemente dal tipo di attività svolta**



7

## ESPOSIZIONE AL RADON NEI LUOGHI DI LAVORO (cont.)

Tipicamente sono più a rischio i luoghi di lavoro, se sono:

**Interrati**

**Seminterrati**

**Al piano terra**

Esistono **particolari attività lavorative** di interesse dal punto di vista del radon:

- **Stabilimenti termali**
- **Impianti di trattamento delle acque**
- **Attività di manutenzione di impianti situati in locali interrati**
- **Attività lavorative in siti archeologici sotterranei** (es. catacombe):  
restauro, manutenzione, custodia, guide turistiche, ecc.)



8

## CONTROLLO DELL'ESPOSIZIONE AL RADON INDOOR: DECRETO LEGISLATIVO 101/2020

- Introduzione di nuovi obblighi secondo un **approccio graduale e flessibile** e il principio di **ottimizzazione della protezione**.
- **Livello di Riferimento** (LR=300 Bq/m<sup>3</sup>), inteso come un livello di concentrazione al di sopra del quale si ritiene inopportuno che si verifichino le esposizioni.
- Introduzione di obblighi per la protezione dal radon nei **tutti luoghi di lavoro interrati** e nei **seminterrati/PT** in **zone individuate (RPA=Radon Priority Areas)** e in **specifiche tipologie di luoghi di lavoro**.



9

## CONTROLLO DELL'ESPOSIZIONE AL RADON INDOOR NEI LUOGHI DI LAVORO – cont.

- se  $\text{Conc Rn} > \text{LR} = 300 \text{ Bq/m}^3$  → obbligo di adozione di **interventi di risanamento** (*misure di protezione*)
- Se  $\text{Conc Rn} < \text{LR} = 300 \text{ Bq/m}^3$  → **ottimizzazione della protezione** (*misure di prevenzione*)

**Incentivazione all'adozione di  
interventi di risanamento anche  
a livelli di radon <300 Bq/m<sup>3</sup>**



10

## IL RADON NELLE STRUTTURE SANITARIE

- Non abbiamo dati su base nazionale circa la presenza di radon nelle strutture ospedaliere italiane. Solo qualche esperienza su base regionale/locale.
- Al momento **NON** sembra che gli ospedali siano edifici a maggior rischio, né che lo siano alcuni reparti/attività. Anzi, la presenza di impianti di ventilazione (specie ai livelli più bassi: interrati – seminterrati) sembra abbia un effetto positivo ma **ATTENZIONE ALLA DEPRESSURIZZAZIONE**.
- Nella normativa di radioprotezione, in relazione al radon, gli ospedali rientrano tra gli edifici con presenza del pubblico (come le scuole, le caserme, ecc.).
- Nell'ambito del PNAR, è prevista l' «Azione 1.3 Individuazione delle tipologie di luoghi di lavoro, di attività lavorative e di edifici con accesso del pubblico a maggior rischio», nella quale anche gli edifici con presenza del pubblico come gli ospedali verranno considerati.



11

## QUALCHE ESPERIENZA: Uno studio polacco

Radon concentration in hospital buildings erected during the last 40 years in Białystok, Poland

Journal of Environmental Radioactivity 75 (2004) 225–232

### Risultati:

malgrado la concentrazione di radon nel suolo fosse  $> 14500 \text{ Bq/m}^3$ , i livelli di radon indoor nei 3 ospedali sono molto bassi, anche al seminterrato.

Non si evidenziano particolari differenze tra gli ospedali costruiti di recente (III) e i più vecchi.

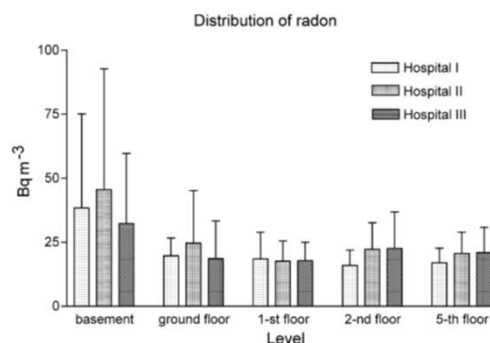


Fig. 1. Average radon concentrations and standard deviations in the studied hospital buildings on different levels. The differences between radon concentrations in cellars in Hospital I and Hospital II were statistically insignificant ( $p < 0.106$ ), and were also insignificant between cellars in Hospital I and III ( $p < 0.356$ ) and cellars in Hospital II and III ( $p < 0.438$ ). Observed differences in radon concentrations on the ground and among the same levels in particular buildings were also not statistically significant.

## QUALCHE ESPERIENZA: Uno studio italiano

Monitoring Radon Levels in Hospital Environments. Findings of a Preliminary Study in the University Hospital of Sassari, Italy

Giovanna Deiana <sup>1</sup>, Marco Dettori <sup>2,\*</sup>, Maria Dolores Masia <sup>2</sup>, Antonio Lorenzo Spano <sup>3</sup>, Andrea Piana <sup>2</sup>, Antonella Arghitta <sup>2</sup>, Paolo Castiglia <sup>2</sup> and Antonio Azara <sup>2</sup>

*Environments* 2021, 8, 28

### Risultati:

- In Sardegna, il valore medio di radon indoor (abitazioni) è 60–80 Bq/m<sup>3</sup>.
- In questa indagine, i livelli di radon indoor sono piuttosto bassi in diverse aree/reparti dell'ospedale.
- Variabilità tra i locali ma all'interno di un range ristretto (7-22 Bq/m<sup>3</sup>)
- I valori più elevati (~ 90 Bq/m<sup>3</sup>), in genere sono stati osservati nelle ore notturne, con impianti di ventilazione spenti.

INAIL

Indagine radon condotta in 28 ambienti dell'Ospedale di Sassari: misure a breve termine – 2 mesi

**Table 3.** Average values, standard deviation and highest levels of radon detected in the rooms inspected, excluding the radiotherapy bunkers.

Rooms	Average Values (Bq/m <sup>3</sup> )	Standard Deviation (Bq/m <sup>3</sup> )	Highest Levels (Bq/m <sup>3</sup> )
Post-operative room	7.3	8.6	48.1
Storage room	12.3	12.8	59.2
Outpatients clinic	18.8	18.6	74.0
Pre-MRI scan room	7.5	10.0	37.0
Dentistry department	21.6	21.5	88.8
Laboratory 1	7.8	9.0	37.0
Laboratory 2	14.8	12.0	48.1
Laboratory 3	18.4	18.2	85.1
Archive 1	21.6	15.8	74.0
Archive 2	8.4	10.1	37.0
Glassware washing room	9.3	10.7	37.0
Disposal room	15.2	16.2	85.1

## QUALCHE ESPERIENZA: Uno studio italiano

Radon Levels in Indoor Environments of the University Hospital in Bari-Apulia Region Southern Italy

Luigi Vimercati <sup>1,\*</sup>, Fulvio Fucilli <sup>2</sup>, Domenica Cavone <sup>1</sup>, Luigi De Maria <sup>1</sup>, Francesco Birtolo <sup>1</sup>, Giovanni Maria Ferri <sup>1</sup>, Leonardo Soleo <sup>1</sup> and Piero Lovreglio <sup>1</sup>



*International Journal of Environmental Research and Public Health* Int. J. Environ. Res. Public Health 2018, 15, 694

Indagine radon condotta in 401 ambienti situati in 28 edifici dell'Ospedale di Bari: misure a lungo termine – campionamento annuo

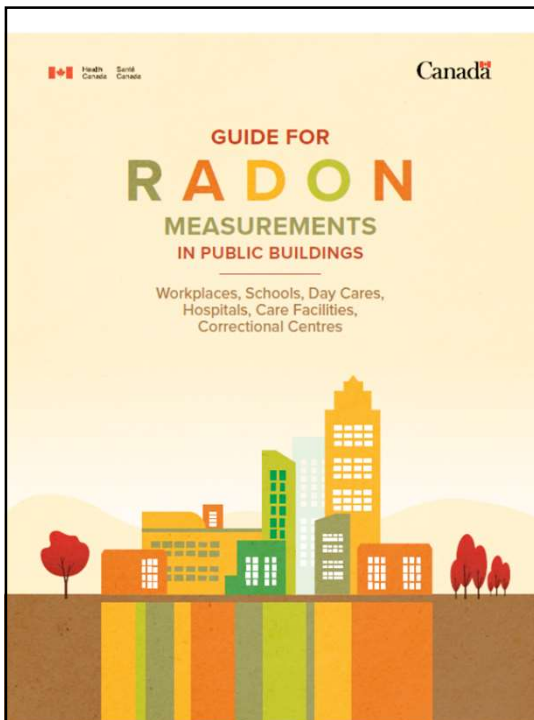
### Risultati:

- In Puglia, il valore medio di radon indoor (abitazioni) è 20–40 Bq/m<sup>3</sup>.
- Concentrazione media di radon in aria (mediana) = 48.0 Bq/m<sup>3</sup> (6.5 – 388.0 Bq/m<sup>3</sup>).
- Il 71% dei locali ha valori medi di radon <100 Bq/m<sup>3</sup> (livello di riferimento raccomandato da WHO, 2009).
- Lo 0.3% dei locali ha valori medi di radon >300 Bq/m<sup>3</sup> (livello di riferimento definito dal D.Lgs 101/2020 per la protezione dal radon nei luoghi di lavoro).
- Differenza statisticamente significativa tra i due semestri
  - Febbraio – Luglio 41.0 Bq/m<sup>3</sup> (mediana)
  - Agosto – Gennaio 55.0 Bq/m<sup>3</sup> (mediana)

**Table 1.** Radon concentrations in the examined premises (Bq/m<sup>3</sup>).

	N.	Median	Range
Average annual levels	401	48.0	6.5–388.0
Semesters			
- February–July	401	41.0	5–538
- August–January	401	55.0	6–458
Workplace location			
- Basement premises	395	49.0	6.5–388.0
- Upper premises	6	35.8	32–147.5

INAIL



### Guida del 2021 che fornisce indicazioni sulle modalità e criteri per la realizzazione di indagini in edifici pubblici (tra cui gli ospedali):

- durata della misura
- dispositivi di misura idonei
- Criteri per l'individuazione degli ambienti da misurare: quelli a più diretto contatto con il suolo o con le fondazioni (es. vespaio), ecc.
- come selezionare i punti di misura all'interno del locale



Figure 5. Recommended radon measurement locations in multi-storey buildings.

## CONCLUSIONI

- Gli ospedali hanno la probabilità di avere problemi di radon di qualsiasi altro edificio.
- Ad oggi non si osservano rischi particolari legati alla presenza di specifici reparti/attività.
- Non abbiamo una indagine radon negli ospedali su scala nazionale, ma nell' Azione 1.3 del PNAR questo potrebbe essere uno degli obiettivi.
- Al momento il datore di lavoro/esercente ha l'obbligo di misura dei locali interrati di ogni ospedale (pubblico e privato).
- Quando le RAP verranno identificate e pubblicate in GURI, negli ospedali che ricadono in quei territori anche i locali situati al seminterrato e al piano terra dovranno essere misurati.
- Se i livelli di radon misurati  $>300 \text{ Bq/m}^3$ , occorre adottare interventi tecnici di risanamento per ridurre le concentrazioni (applicando il principio ALARA \_ As Low As Reasonably Achievable).
- Nell'ambito del PNAR saranno elaborate linee guida per gli interventi di risanamento di edifici con accesso del pubblico.

## **GRAZIE PER L'ATTENZIONE**

**Rosabianca Trevisi**

DiMEILA \_INAIL

Via Fontana Candida 1

00078 Monteporzio Catone (RM)

Tel. 06/94181264

Email [r.trevisi@inail.it](mailto:r.trevisi@inail.it)

