



**V WORKSHOP INTERDISCIPLINARE FIRR**

***RADON***

***MONITORAGGIO, NORMATIVA E RISCHI PER LA SALUTE UMANA***

Seconda Università degli Studi di Napoli

**L'esposizione al radon negli ambienti di lavoro:  
livelli medi, criticità e modalità di attuazione  
della normativa vigente**

**Rosabianca Trevisi (AIRP)**

## LIVELLI MEDI RADON INDOORS – AMBIENTI DI LAVORO

- 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).
- Dall'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.

\*\*Bochicchio, F.; Campos Venuti, G.; Nuccetelli, C.; Permattei, S.; Risica, S.; Tommasino, L.; Torri, G. Results of the representative Italian national survey on radon indoors. Health Phys. 1996.

## LIVELLI MEDI RADON INDOORS – AMBIENTI DI LAVORO

- Ad oggi non è stata realizzata alcuna indagine nei luoghi di lavoro su scala nazionale quindi le informazioni disponibili provengono dall'esperienza personale e dei colleghi, dalla letteratura scientifica e dai dati presenti nell'Archivio Nazionale ex art. 10-quater (D.Lgs. 241/00) presso il Ministero del Lavoro.

## LIVELLI MEDI RADON INDOORS – AMBIENTI DI LAVORO - scuole

Negli anni successivi molte indagini nelle scuole in diverse regioni, ad esempio

Regione	Comuni (n)	Scuole (n)	AM	Range (Bq/m <sup>3</sup> )
Trentino AA		712	166	9 – 1450
Toscana	212	547	53	6 – 698
Veneto	88	576	145	26 – 1443
Emilia Romagna	239	607	49	6 – 498
Sardegna	112	141	116	13 – 926
Friuli V G	208	1319	156	13 – 1181
Campania		30	130	20 – 1400
Puglia (prov.LE)	122	438	210	19 – 1608
Lazio (Prov.RM)	7	21		10 - 20551

**Ampio range di livelli di radon negli edifici scolastici controllati ( >  
 4500 in circa 1550 comuni**

## LIVELLI MEDI RADON INDOORS AMBIENTI DI LAVORO - interrati

	Tutti i locali	Banca	Diga	Miniera	Tunnel
<b>Media arit. (Bq/m<sup>3</sup>)</b>	456	499	213	1909	1062
<b>Dev std (Bq/m<sup>3</sup>)</b>	525	526	296	1187	1067
<b>CV (%)</b>	115	105	139	62	101
<b>Min (Bq/m<sup>3</sup>)</b>	13	13	17	543	168
<b>Max (Bq/m<sup>3</sup>)</b>	4104	3680	1423	4104	3524

Tratto da: R. Trevisi, M. Franciosi, 2012. *Risultati dell'analisi dei contenuti dell'Archivio Nazionale (AN) ex art 10-quater D.Lgs 241/00.* AIRP - Atti del XXXV Congresso Nazionale di Radioprotezione, Venezia, 17 - 19 ottobre 2012, 321-328. ISBN 978-88-88648-35-4.

### Catacombe romane

sito	numero di cicli	n. di punti per ciclo	AM (Bq·m <sup>-3</sup> )	Min (Bq·m <sup>-3</sup> )	Max (Bq·m <sup>-3</sup> )
<b>A</b>	8	25	9200	4694	12329
<b>B</b>	8	25	7000	1815	13506
<b>C</b>	8	35	14600	6500	18164

Tratto da: P.Orlando, G.Arcovito, M.Amici, F.Cardellini, A.Fiorentino, C.Orlando, R.Trevisi, 2009. *Valutazione dell'esposizione occupazionale al gas radon in ambienti sotterranei di interesse archeologico.* AIRP - Atti del XXXIV Congresso Nazionale di Radioprotezione, Frascati, 28 - 30 ottobre 2009. ISBN 978-88-88648-10-1 (CD-ROM).

# LIVELLI MEDI RADON INDOORS – AMBIENTI DI LAVORO – esperienza nella regione Toscana (1)

- Campagna di misure condotta in Toscana da ARPAT negli anni 2007-2009)
  - Per valutare la distribuzione del radon nei luoghi di lavoro della regione
  - Per identificare le attività e le caratteristiche dell'ambiente lavorativo che più influenzano i livelli di radon
- I risultati sono stati confrontati con quelli derivanti da un'analogica indagine condotta nelle abitazioni
  - Circa 1200 attività lavorative (> 3500 locali monitorati )
  - Circa 1500 abitazioni (> 3000 locali monitorati)

## LIVELLI MEDI RADON INDOORS – AMBIENTI DI LAVORO – esperienza nella regione Toscana (2)

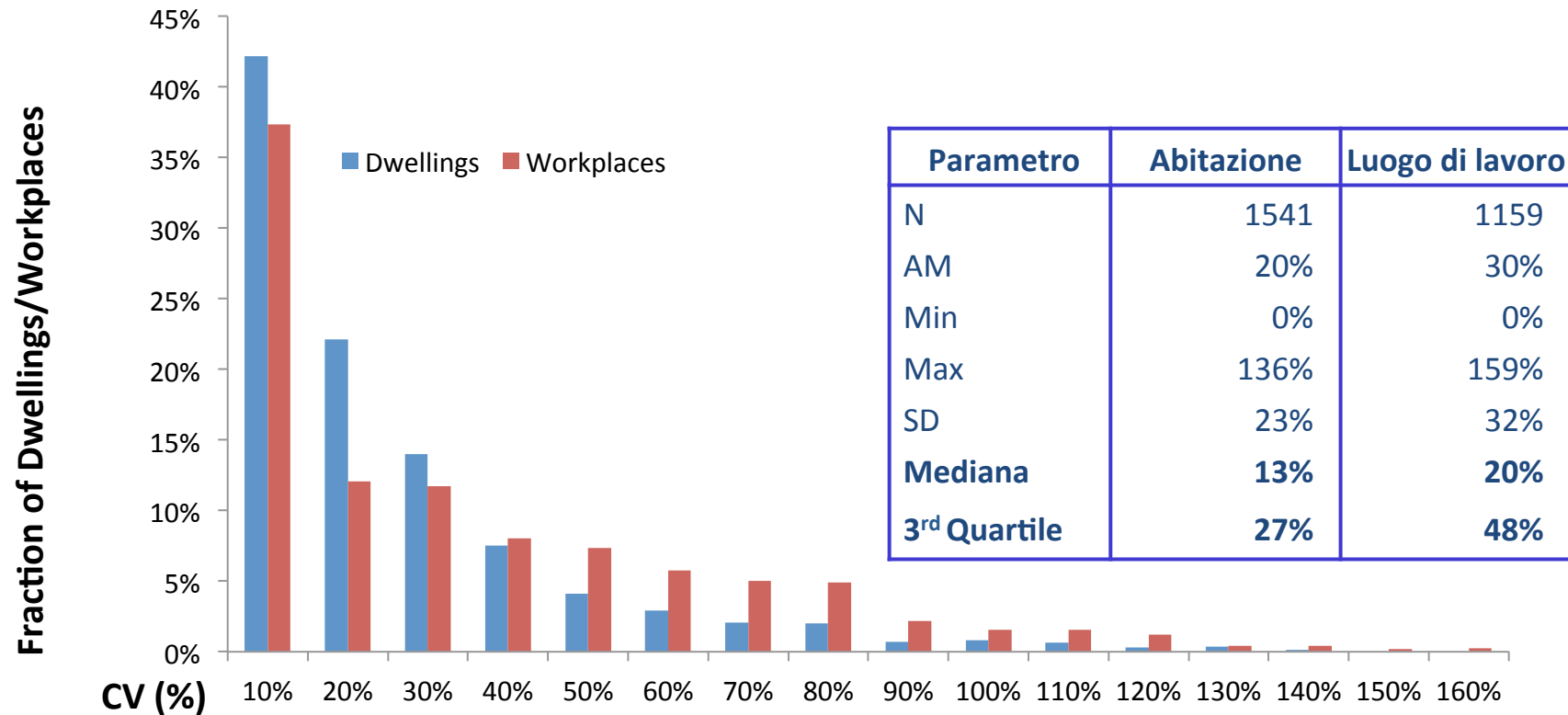
- Distribuzione: andamento log-normale dei livelli di radon indoor nei luoghi di lavoro all'interno dello stesso Comune ma non nel campione totale.

Parametri principali	Abitazioni	Luoghi di lavoro
N	1541	1159
Min (Bq m <sup>-3</sup> )	4	4
1 <sup>st</sup> Quartile (Bq m <sup>-3</sup> )	19	21
Mediana (Bq m <sup>-3</sup> )	32	43
3 <sup>rd</sup> Quartile (Bq m <sup>-3</sup> )	65	102
90 <sup>th</sup> Percentile (Bq m <sup>-3</sup> )	137	260
Max (Bq m <sup>-3</sup> )	4828	9417

**Livelli medi di radon nei luoghi di lavoro in genere maggiori**

## LIVELLI MEDI RADON INDOORS – AMBIENTI DI LAVORO – esperienza nella regione Toscana (3)

Analisi della distribuzione dei CV (%) delle misure eseguite nei diversi locali della stessa abitazione o attività lavorativa

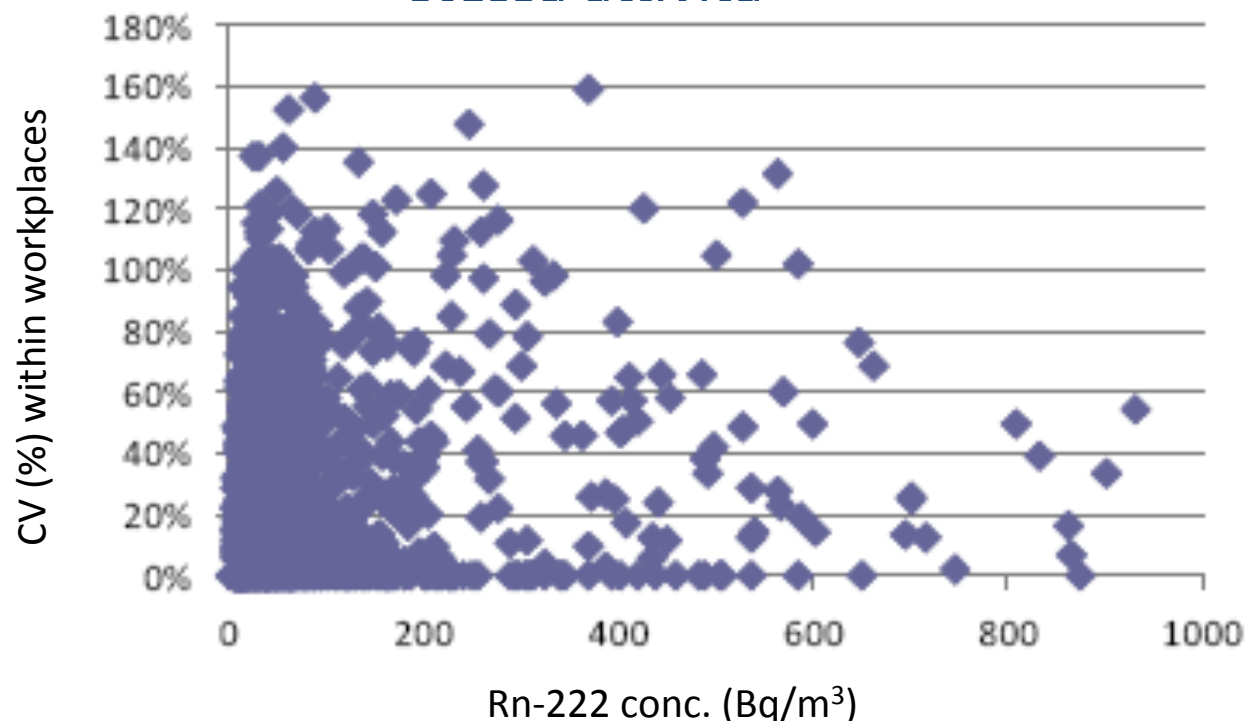


**La variabilità dei livelli medi di radon nei luoghi di lavoro è in genere maggiore rispetto a quella nelle abitazioni**



## LIVELLI MEDI RADON INDOORS – AMBIENTI DI LAVORO – esperienza nella regione Toscana (4)

Analisi della variabilità all'interno di un luogo di lavoro come funzione della conc. Media: CV (%) delle misure eseguite nei vari locali della stessa attività



**CV % non diminuisce significativamente a livelli medi elevati**

## LIVELLI MEDI RADON INDOORS – AMBIENTI DI LAVORO – esperienza nella regione Toscana (5)

Analisi della variabilità dei livelli di radon in funzione del tipo di attività svolta – dati di 18 Comuni toscani

Parametri statistici	Edifici pubblici	Ospedali	Uffici Privati	Negozi	Lab. Artigiani	Industria	Terziario	Altro
N	37	7	55	117	50	24	32	103
AM	299	164	203	193	171	117	292	342
MIN	21	18	1	8	12	13	26	8
MAX	1185	437	748	2305	1437	565	3847	9417
SD	291	146	174	330	263	136	668	980
MEDIANA	147	119	163	95	84	63	149	89
1 <sup>st</sup> QUARTILE	87	62	62	44	35	25	48	47
3 <sup>rd</sup> QUARTILE	491	226	296	195	186	163	265	270

**Gli edifici pubblici e quelli del terziario sembrano avere AM leggermente superiori**

## LIVELLI MEDI RADON INDOORS – AMBIENTI DI LAVORO – esperienza nella regione Toscana (6)

Analisi della variabilità dei livelli di radon in funzione del piano dell'edificio - dati di 18 Comuni toscani

Piano	Luogo di lavoro		Abitazione	
	N	Mediana (Bq/m <sup>3</sup> )	N	Mediana (Bq/m <sup>3</sup> )
Interrato	8	287		
Seminterrato	40	124	33	139
Pianoterra	595	99	233	104
1° piano	249	109	334	83
2° piano	87	137	135	57

**Nei luoghi di lavoro la diminuzione dei livelli di radon ai piani superiori è un fenomeno meno evidente**

## LIVELLI MEDI RADON INDOORS – AMBIENTI DI LAVORO – esperienza nella regione Toscana (6)

Analisi della variabilità dei livelli di radon in funzione della presenza di impianti di ventilazione – confronto con dati di 18 Comuni toscani

Parametri statistici	18 Comuni		Altri	
	No	Si	No	Si
<b>N</b>	257	160	251	451
<b>AM</b>	257	215	68	41
<b>MIN</b>	10	8	8	4
<b>MAX</b>	3847	9417	867	702
<b>SD</b>	401	768	92	57
<b>MEDIANA</b>	135	79	42	25
<b>1<sup>st</sup> QUARTILE</b>	56	39	20	15
<b>3<sup>rd</sup> QUARTILE</b>	279	174	71	43

**La diminuzione dei livelli di radon in presenza di un impianti di ventilazione è circa del 40% sia nelle aree a rischio che nelle altre**

## LIVELLI MEDI RADON INDOORS – AMBIENTI DI LAVORO - considerazioni

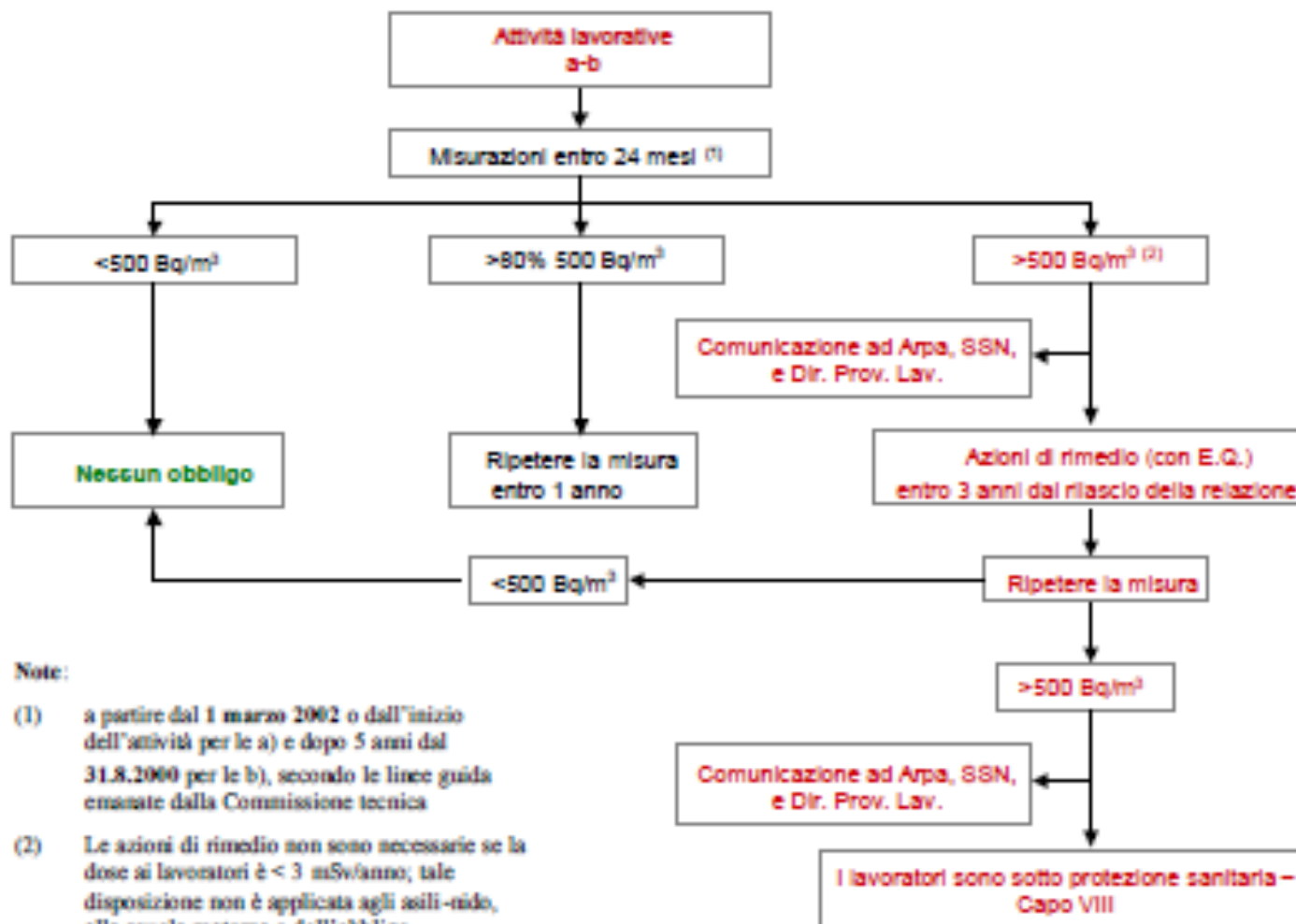
I principali elementi emersi con l'esperienza dell'ultimo decennio di misure sono:

- Rispetto alle abitazioni: valori medi di radon superiori nel medesimo territorio.
- Rispetto alle abitazioni: maggiore variabilità tra i locali, sia a bassi che alti livelli medi di radon.
- Rispetto alle abitazioni: è meno evidente l'effetto del piano dell'edificio.
- Valori medi superiori negli edifici pubblici e in quelli del terziario.
- Diminuzione in media del 40% se è presente un impianto di ventilazione.

## CRITICITÀ E MODALITÀ DI ATTUAZIONE DELLA NORMATIVA VIGENTE

- L'esposizione al radon è stata regolamentata
  - Per i luoghi di lavoro: D.Lgs 241/00. Livello di azione pari a 500 Bq/m<sup>3</sup> come concentrazione media annua
- La nuova Direttiva BSS ha fissato un medesimo livello di riferimento (pari **300 Bq/m<sup>3</sup>**) per ambienti di vita e di lavoro.

# CRITICITÀ E MODALITÀ DI ATTUAZIONE DELLA NORMATIVA VIGENTE



**Note:**

- (1) a partire dal 1 marzo 2002 o dall'inizio dell'attività per le a) e dopo 5 anni dal 31.8.2000 per le b), secondo le linee guida emanate dalla Commissione tecnica
- (2) Le azioni di rimedio non sono necessarie se la dose ai lavoratori è < 3 mSv/anno; tale disposizione non è applicata agli asili-nido, alla scuola materna e dell'obbligo

# CRITICITÀ E MODALITÀ DI ATTUAZIONE DELLA NORMATIVA VIGENTE

- Il mancato insediamento della Sezione Speciale della Commissione Tecnica ha **impedito** una piena applicazione della normativa che di fatto è stata applicata solo ai locali interrati.
- Il meccanismo di invio delle relazioni tecniche solo in caso di superamento del l.di.az. **non** ha consentito di disporre di tutte le informazioni disponibili.
- Dai dati contenuti nell'Archivio Nazionale (Min.Lav.) si può **evidenziare** che:
  - Molte misure sono state eseguite soprattutto nel caso di alcune attività (**banche**).
  - I laboratori di misura hanno seguito le **indicazioni** contenute nelle linee guida delle Regioni (2003).
  - Forte **sinergia** società di consulenza alle aziende e laboratori di misura, che rende necessari a l'attenzione anche alla verifica della competenza di chi gestisce il campionamento.
  - E' scarsissima l'adozione di azioni di rimedio anche in quelli frequentati dal pubblico: occorre maggiore sensibilizzazione e formazione delle figure tecniche coinvolte – EQ.
  - Ampio uso della deroga prevista (dosi al lavoratore < 3 mSv/y).
  - La stima delle dosi sembra evidenziare che – malgrado livelli di radon anche molto elevati - i tempi di permanenza del personale siano ridotti .... Tuttavia è spesso richiesta la ripetizione delle misure.



# CRITICITÀ E MODALITÀ DI ATTUAZIONE DELLA NORMATIVA VIGENTE

## Livelli medi radon indoors nei luoghi di lavoro interrati

	Tutti i locali	Banca	Diga	Miniera	Tunnel
<b>Media arit. (Bq/m<sup>3</sup>)</b>	456	499	213	1909	1062
<b>Dev std (Bq/m<sup>3</sup>)</b>	525	526	296	1187	1067
<b>Coeff variazione (%)</b>	115	105	139	62	101
<b>Min (Bq/m<sup>3</sup>)</b>	13	13	17	543	168
<b>Max (Bq/m<sup>3</sup>)</b>	4104	3680	1423	4104	3524

## Dose efficace media annua radon (mSv/anno)

<b>Media aritmetica (mSv/anno)</b>	<b>0,34</b>
<b>Dev. std (mSv/anno)</b>	<b>0,65</b>
<b>Coeff. variazione (%)</b>	<b>191</b>
<b>Min (mSv/anno)</b>	<b>0,01</b>
<b>Max (mSv/anno)</b>	<b>4,07</b>

**Grazie per l'attenzione**

Rosabianca Trevisi

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

tel. 06/94181264