

IV Giornate Italiane Mediche dell'Ambiente
"INQUINAMENTO DEGLI AMBIENTI CONFINATI DI VITA"
Impatto dell'inquinamento indoor sulla salute

Salsomaggiore, 4-6 novembre 2009

**I rischi sanitari connessi
all'esposizione al radon nelle scuole:
valutazione, prevenzione e riduzione**

F.Bochicchio

Istituto Superiore di Sanità
(francesco.bochicchio@iss.it)

- ^{222}Rn = radon
- Radon “trasportatore”
- Sono i prodotti di decadimento a vita breve del Rn (RnDP) a dare la dose ai polmoni
- Rischio Rn (rischio RnDP)



Cancerogenicità del radon

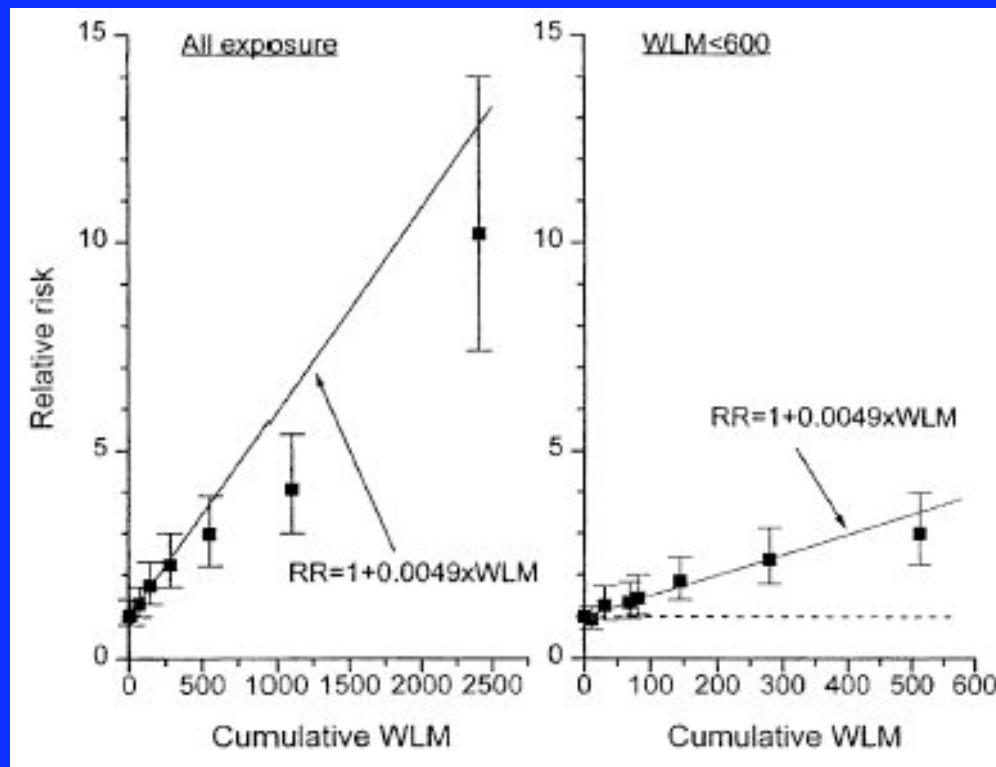
- I prodotti di decadimento del radon sono stati valutati essere **cancerogeni accertati (gruppo 1 IARC)** **per quel che riguarda il tumore polmonare** sulla base degli studi sui minatori di miniere sotterranee, prevalentemente di **uranio** (*IARC Monograph vol.43, 1988; vol.78, 2001*)

La cosa è una diretta conseguenza del fatto che il suolo è la principale sorgente di radon, che deriva dal decadimento dell'uranio

Studi sui minatori

Analisi *pooled* di 11 coorti

- Il rischio di tumore polmonare a seguito di esposizione al radon nelle miniere è **statisticamente significativo**:



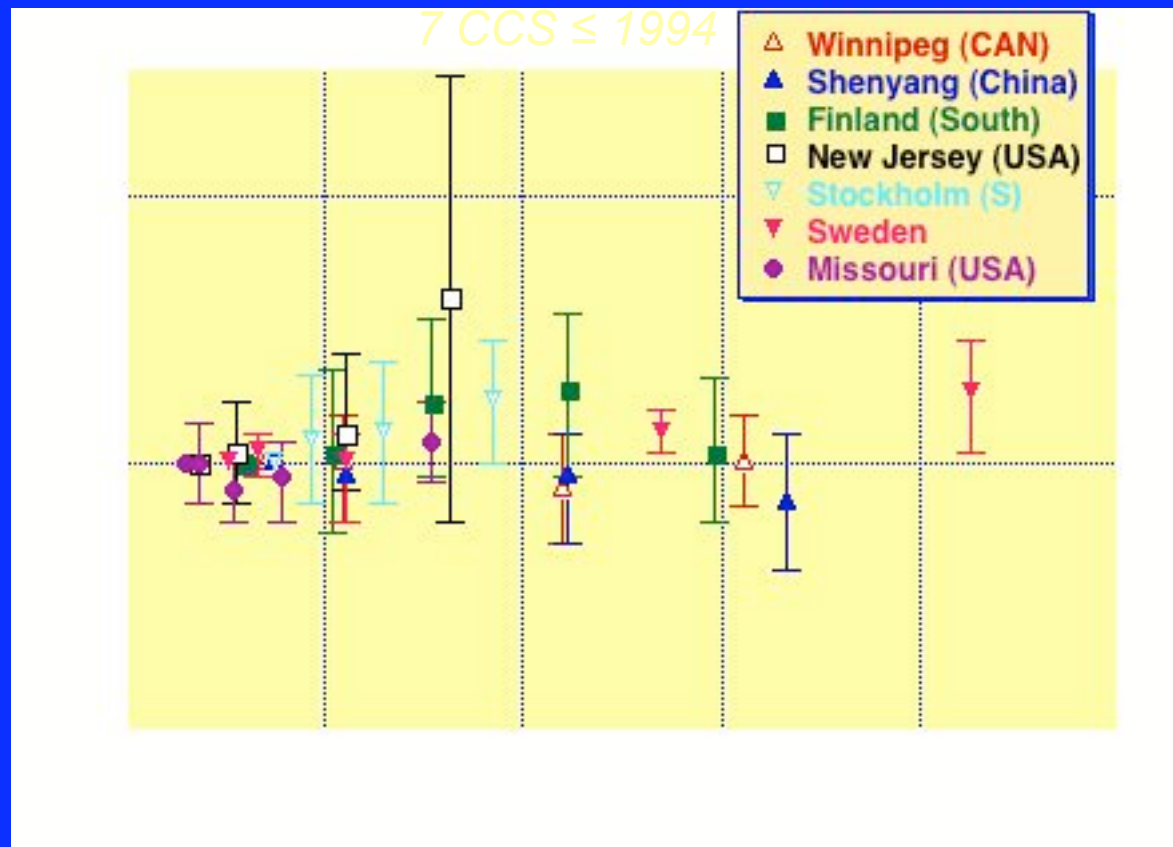
(da Lubin et al., 1995)

Estrapolazione dai minatori alla popolazione

- La concentrazione di radon nelle miniere era ~100 volte più alta che nelle case
 - L'esposizione a radon nelle miniere era ~ 10 volte più alta
 - Minatori ≠ popolazione per sesso, età, condizioni fisiche
 - Miniere ≠ abitazioni per microclima e componenti dell'aria
- ⇒ servono studi epidemiologici (caso-controllo) direttamente sulla popolazione esposta in casa

Primi studi caso-controllo: risultati

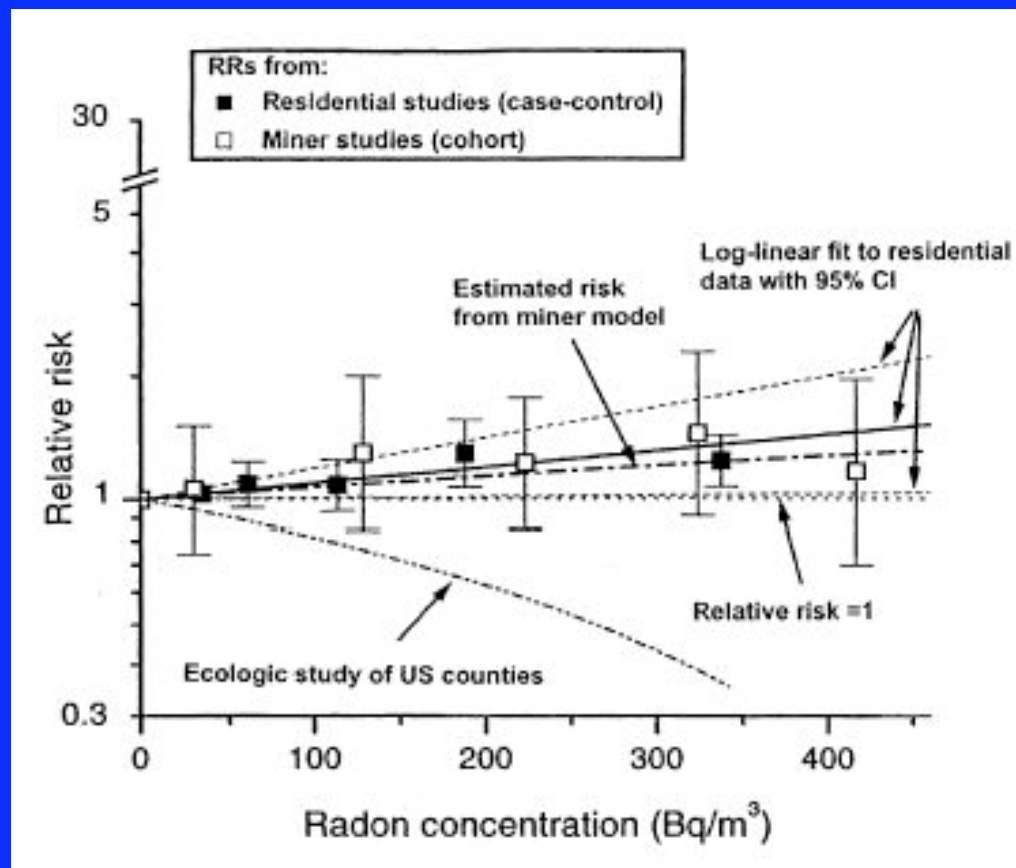
Le concentrazioni di radon nelle abitazioni sono basse rispetto a quelle delle miniere => è più difficile mettere in evidenza un rischio statisticamente significativo



Primi studi caso-controllo: meta-analisi

I risultati possono essere facilmente combinati tramite una “meta-analisi”

8 studi ≤ 1996 : RR=1.09 (95% C.I. 1.01–1.19) per 100 Bq/m³



I risultati sono eterogenei tra i diversi studi

(Può esser dovuto ad un aggiustamento incompleto dei fattori di confondimento)

Studi caso-controllo più recenti

	Casi	Controlli	Av.Rn	RR (95%) a 100 Bq/m ³
S-W England (1998)	982	3185	60	1.08 (0.97–1.20)
Missouri, USA (1999)	247	299	56	0.85 (0.73–1.00)
Iowa, USA (2000)	413	614	127	1.24 (0.95–1.92)
Western Germany (2001)	1449	2297	49	0.98 (0.82–1.17)
Sweden NS (2001)	258	487	80	1.28 (0.95–2.05)
Czech Rep. (2001)	210	11794	500	1.09 (1.02–1.21)
Tyrol, Austria (2002)	194	198	200	1.25 (1.08–1.43)
Gansu, China (2002)	768	1659	226	1.19 (1.05–1.47)
Eastern Germany (2003)	1192	1640	75	1.08 (0.97–1.20)
France (2004)	552	1103	141	1.04 (0.99–1.11)
Lazio, Italy (2005)	384	404	110	1.14 (0.89–1.46)

Analisi complessive (“pooled”)

Analisi complessive degli studi epidemiologici caso-controllo sulla popolazione

- **Studi Cinesi** (*Int.J.Cancer, 2004*)
2 studi, 1076 casi + 2015 controlli
- **Studi Nord-Americani** (*Epidemiology, 2005; JTEH 2006*)
7 studi, 4081 casi + 5281 controlli
- **Studi Europei** (*British Medical Journal, 2004,2005; SJWEH 2006*)
13 studi, 7148 casi + 14208 controlli
- **Tutti gli studi** (*iniziato nel 2004, conclusione prevista 2010*)

European pooling

	Original		Pooling	
	Casi	Controlli	Casi	Controlli
1 Stockholm, Sweden (1992)	201	378	196	375
2 Sweden (1994)	1281	2576	960	2045
3 Southern Finland (1996)	164	331	160	328
4 Finland (1996, 1998)	517	517	881	1435
5 S-W England (1998)	982	3185	960	3126
6 Western Germany (2001)	1449	2297	1323	2146
7 Sweden NS (2001)	258	487	258	487
8 Czech Rep. (2001)	210	11794	171	713
9 Tyrol, Austria (2002)	194	198	183	188
10 Spain (2002)	163	241	156	235
11 Eastern Germany (2003)	1192	1640	945	1516
12 France (2004)	486	984	571	1209
13 Lazio, Italy (2005)	384	404	384	405
			<hr/>	<hr/>
			7148	14208

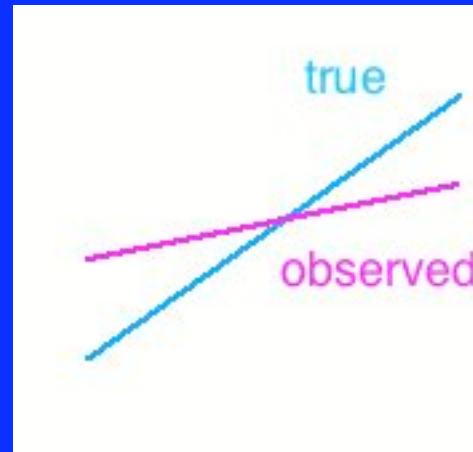
Risultati delle analisi “pooled”

	Casi	Controlli	RR (95%) a 100 Bq/m ³
2 studi in Cina (2004)	1050	1996	1.13 (1.01–1.36)
con esp. Rn completa (25y)	464		1.32 (1.07–1.91)
13 studi in Europa (2004-5)	7140	14208	1.08 (1.03–1.16)
tenendo conto delle incertezze	7140	14208	1.16 (1.05–1.31)
7 studi in Nord-America (2005)	3662	4966	1.11 (1.00–1.28)
con esp. Rn ~completa (≥20y)	1910	2651	1.21 (1.03–1.50)

- I risultati sono omogenei
- Sinergia tra radon e fumo di sigaretta

Le incertezze sull'esposizione al Rn influiscono sulle stime di rischio

- Le incertezze producono sottostima del rischio vero (bias)

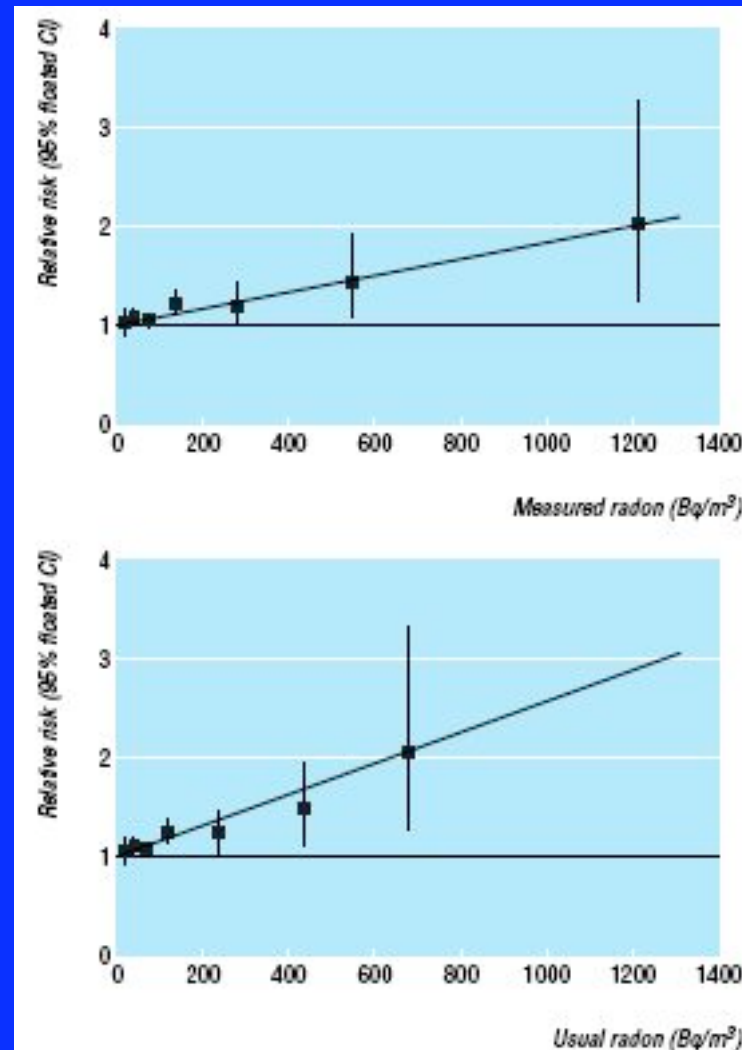


- => è importante ridurre le incertezze sull'esposizione (o tenerne conto in fase di analisi dei dati) se si vuole ottenere una stima corretta dei rischi

Effetto della correzione delle incertezze sull'esposizione

EER=0.084

EER=0.16
(+ ~100%)



Dati del pooling europeo

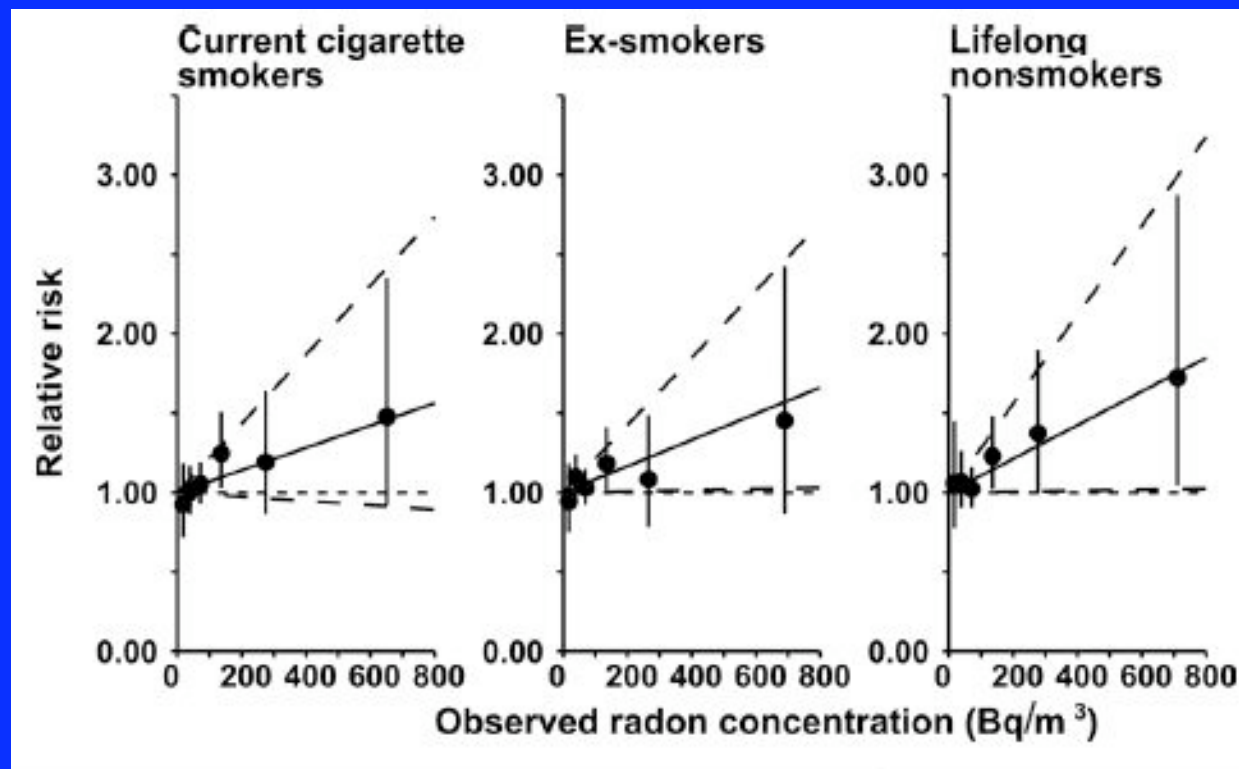
(Darby et al.,
BMJ, 2004,2005)

Risultati dell'analisi “pooled” europea

- I risultati sono **omogenei** tra i 13 studi
- Forte **sinergia** tra radon e fumo di sigaretta
 - i fumatori hanno *rischio relativo* simile ma *rischio assoluto* molto maggiore dei non fumatori
- Incremento di rischio **statisticamente significativo anche** analizzando solo i soggetti con **<200 Bq m⁻³**
 - RR 100–200 Bq/m³ vs <100 Bq/m³ = 1.2 (1.03–1.30)
- Il rischio cresce linearmente con l'esposizione
 - Analisi fatte con **altri modelli (log-lineare, lineare-quadratico) non migliorano** la bontà del fit
 - Analisi fatte con **modelli con soglia non migliorano** la bontà del fit
- **150 Bq m⁻³ limite superiore** (al 95%) ad un'eventuale soglia

Rischio Relativo da Rn per fumatori e non fumatori

- Most residential case-controls studies show very similar relative risk for smokers, ex smokers and never-smokers (i.e. multiplicative interaction between radon and smoking):



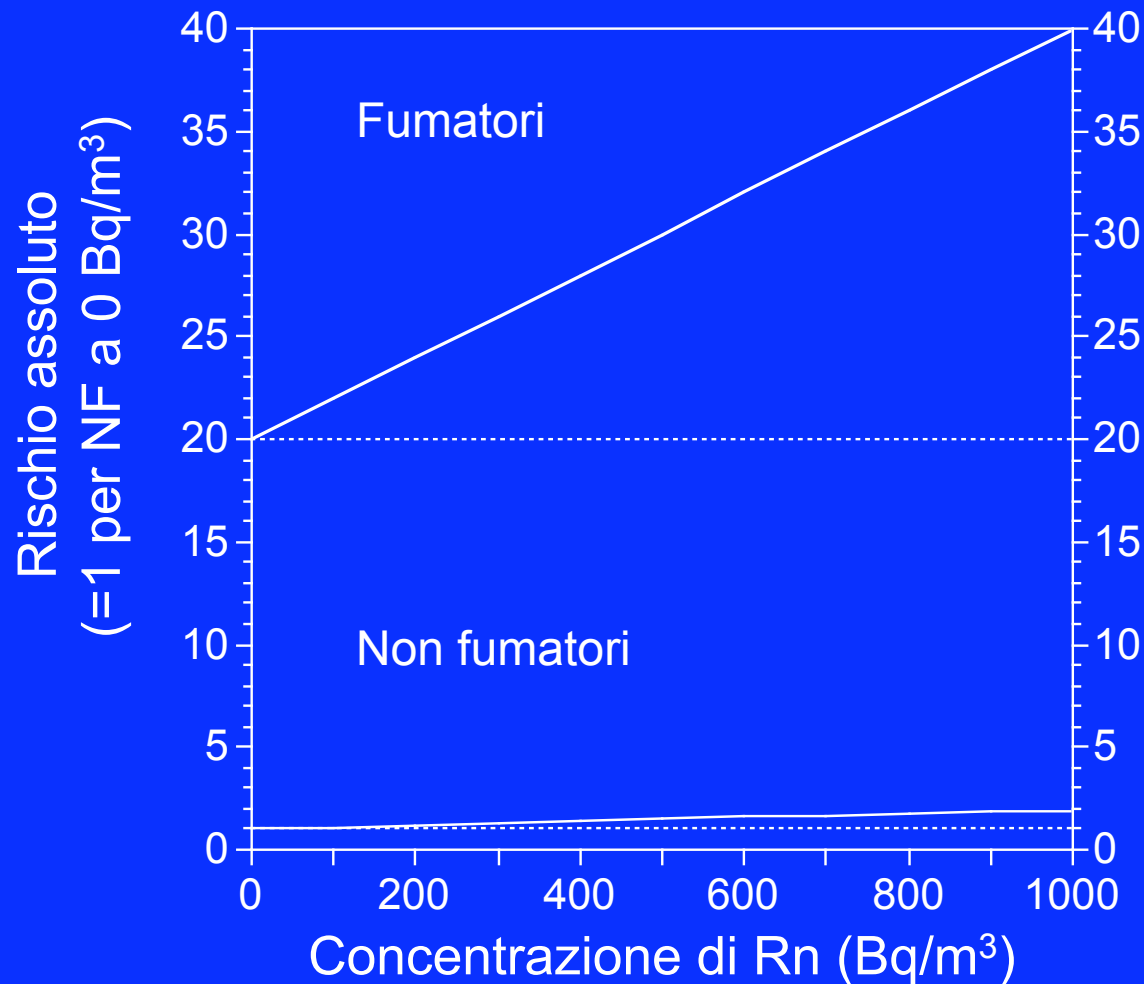
(from Darby et al, 2006)

Radon e fumo: forte sinergia

$$\text{ERR (F)} = \text{ERR (NF)}$$

(interazione moltiplicativa tra radon e fumo)

e.g. $\text{ERR}_{\text{Rn}}(\text{F}) = \text{ERR}_{\text{Rn}}(\text{NF}) = 10\%$ per 100 Bq/m^3



Implicazioni su normative e programmi radon

- **Tener conto della sinergia radon-fumo**
 - Integrazione con programmi contro il fumo
- **Attenzione non solo alle esposizioni alte**
 - Riduzione dei livelli di azione nelle normative
 - Azioni giustificate anche a valori più bassi dei livelli di azione
- **Attenzione alla prevenzione (nuovi edifici)**
 - Ha il massimo effetto e la massima efficacia/costo
 - Non solo nelle radon-prone areas

Normative internazionali e nazionali

- **WHO Handbook on Indoor Radon**
 - Prodotto del WHO International Radon Project (35 Paesi)
 - Presentato il 21set09 (anche in talia)
- **International Commission on Radiological Protection**
 - Nuovo documento sul rischio radon nei prossimi mesi
- **Prossime Direttive Europee e International Basic Safety Standards**
- **Recenti sviluppi in alcuni stati**
 - Canada ha ridotto da 800 a 200 Bq/m³ il livello di azione
 - UK (media 20 Bq/m³), Italia e Paesi Nordici raccomandano azioni preventive in tutte le nuove abitazioni

WHO HANDBOOK ON INDOOR RADON

A PUBLIC HEALTH PERSPECTIVE



Content

Introduction

1. Health Effects of Radon
2. Radon Measurements
3. Prevention and Mitigation
4. Cost-Effectiveness
5. Radon Risk Communication
6. National Radon Programmes

with 5 Key-messages (for
each chapter)

WHO-International Radon Project

- Annual meetings 2005–2007, editorial meetings Dec. 2007 and July 2008
- Working groups
 - Risk assessment (S.Darby, J.Zielinski)
 - Measurement (B.Field)
 - Prevention and Mitigation (B.Angell)
 - Cost-effectiveness (A.Gray, T.Strand)
 - Risk communication (J.McLaughlin)
 - National Radon Programmes (D.Fenton, F.Bochicchio)
- Use WHO communication channels to promote radon awareness
- Forum for international scientific and policy exchange
- Develop WHO radon guidelines/publications

WHO-IRP Reference Levels

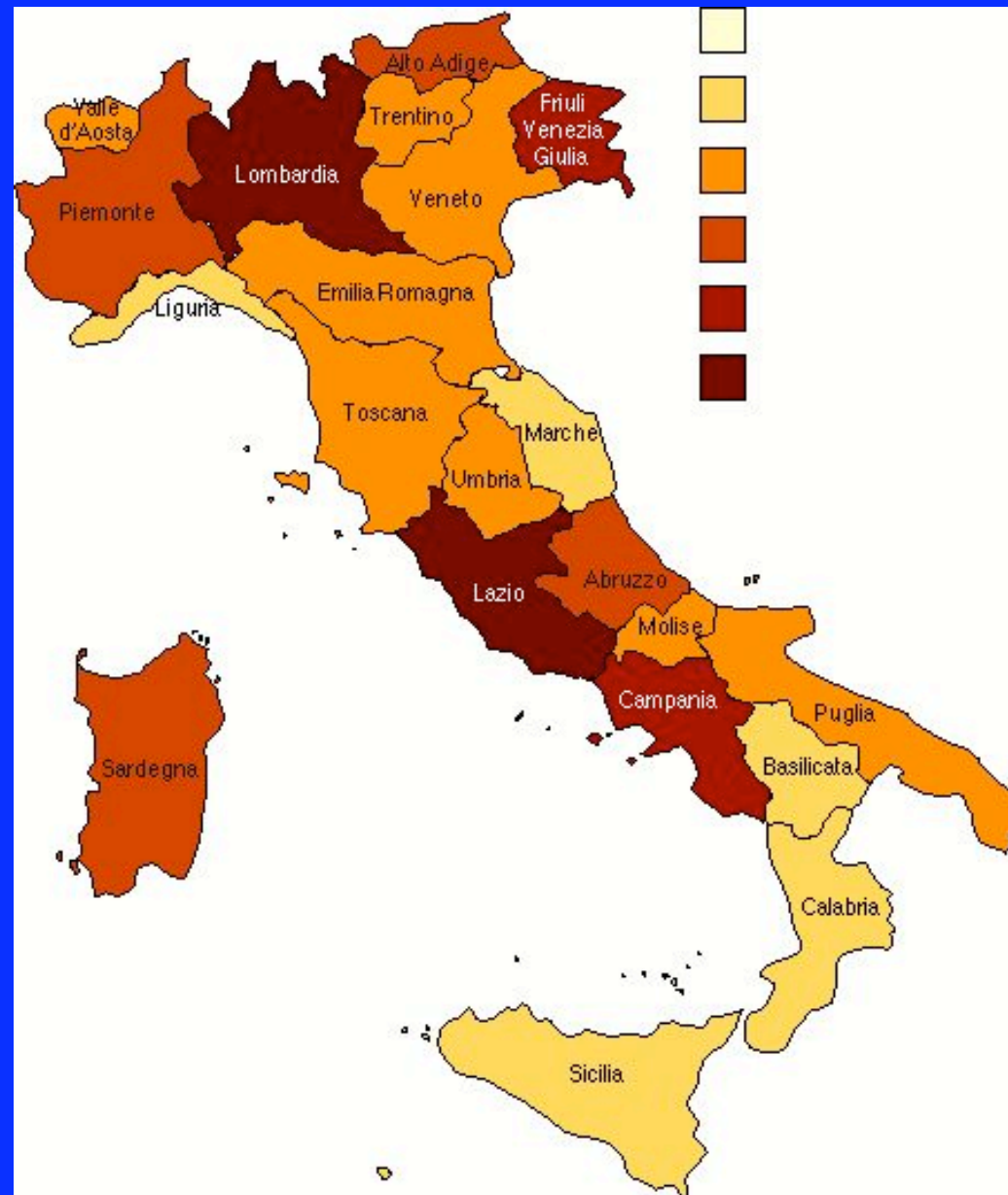
- Epidemiological studies do not support the evidence of a "safe" threshold level
- Most lung cancer deaths are associated with low or moderate concentrations and not with the high levels
- To limit the individual's risk, WHO recommends setting a national Reference Level at **100 Bq/m³**
- Wherever this is not possible the chosen Reference Level should not be higher than **300 Bq/m³** to not exceed an annual effective dose from radon of 10 mSv.

Rischio da esposizione a radon nelle abitazioni in Italia

- In Italia il valor medio della concentrazione di radon nelle abitazioni è $\sim 70 \text{ Bq/m}^3$
- La percentuale di abitazioni con concentrazioni superiori a 200 Bq/m^3 e 400 Bq/m^3 è $\sim 4\%$ e $\sim 1\%$, rispettivamente
- Ogni anno i decessi per tumore polmonare sono $\sim 32\,000$ (in aumento tra le donne!), su un totale di $\sim 150\,000$ per tutti i tumori
- La frazione di casi attribuibile al radon è del 10% ($3\%–18\%$)
- I tumori polmonari attribuibili al radon, allo stato attuale delle conoscenze, sono quindi $1\,100–5\,700$ all'anno
- Di questi, la maggior parte è tra i fumatori, a causa della **sinergia tra radon e fumo**

Concentrazione di Rn nelle abitazioni italiane

Medie regionali



Radon nelle scuole italiane

- Campagne di misura effettuate nella seconda metà degli anni '90 dopo l'Indagine Nazionale nelle abitazioni
 - Friuli-Venezia Giulia (166 scuole materne, 1 su 3)
 - Trentino (593 scuole materne ed elementari, 1 su 1)
 - Alto Adige (119 scuole materne ed elementari, 1 su 6)
 - Toscana (547 scuole materne, 1 su 3)
 - Emilia-Romagna (607 scuole materne, 1 su 3)
 - Sardegna (141 scuole elementari, 1 su 6)
 - Abruzzo (510 scuole materne, 1 su 1)
- Campagne di misura più recenti
 - Friuli-Venezia Giulia (tutte le scuole)
 - Veneto (tutte le scuole delle zone a maggior presenza di radon)

Rischio da esposizione a radon nelle scuole

- La concentrazione di radon nelle scuole è in media più alta della concentrazione di radon nelle abitazioni
- La presenza degli alunni (e del personale) è generalmente limitata alle ore diurne, quando la concentrazione di radon è minore (rispetto alla notte)
- I bambini (rispetto agli adulti) sono generalmente considerati a maggior rischio per esposizione a radiazioni ionizzanti
- Non ci sono dati epidemiologici che confermino ciò per l'esposizione al radon

Piano Nazionale Radon



Piano Nazionale Radon

- Il Piano Nazionale Radon (PNR) è un insieme **coordinato** di azioni **per ridurre i rischi dovuti al radon**
- Nasce per iniziativa del **Ministero della Salute** ma coinvolge molti altri enti ed amministrazioni
- Elaborato nel 2002 da una commissione ad-hoc, approvato dal CSS e dalla conferenza Stato-Regioni
- Finanziato nel 2006 dal CCM, tramite il progetto **Avvio del Piano Nazionale Radon per la riduzione del rischio di tumore polmonare in Italia (PNR-CCM)**
- La realizzazione del PNR-CCM è stata assegnata **all'Istituto Superiore di Sanità**, che coordina anche il Comitato Scientifico



Sia il testo completo
del PNR che il testo del
progetto PNR-CCM
sono scaricabili dai siti:

www.iss.it/tesa

www.ccm-network.it

Prossimamente attivi:

www.iss.it/pnr

www.iss.it/radon

MINISTERO DELLA SALUTE

Piano Nazionale Radon



2002

Grazie per l'attenzione