



COMUNE DI BARI

Seminario Informativo

"Esposizione a radioattività naturale derivante dal gas radon in ambienti chiusi"

Comando di Polizia Locale di Bari - Sala "G. Ianni"

16 marzo 2018



***Esposizione alla Radioattività naturale
derivata dal gas Radon in ambiente chiuso***

Sala G. Ianni – Comando Polizia Municipale di Bari
16 marzo 2018

Dr. Giovanni Simeone

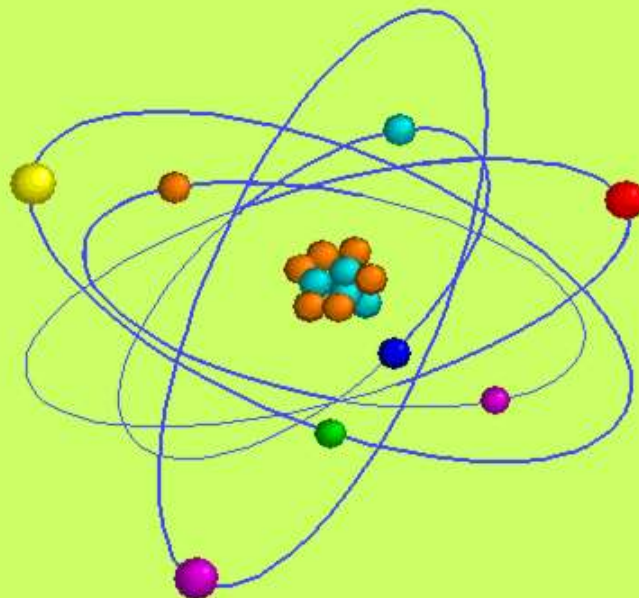
Atomo = mattone fondamentale della materia

Ogni atomo è formato da un nucleo con protoni (carica positiva) e neutroni (nessuna carica), e da un certo numero di elettroni (carica negativa) che orbitano intorno.

I nuclei atomici sono tenuti insieme dalla forza nucleare. Questa forza richiede anche la presenza dei neutroni per manifestarsi.

Un atomo è quasi completamente vuoto (il nucleo è come un'arancia al centro di un campo di calcio).

I nuclei in natura sono quasi tutti stabili.



Spettro delle onde EM Radiazioni ionizzanti

Raggi X

Le onde elettromagnetiche denominate raggi X vengono prodotte con il frenamento di elettroni



Raggi gamma

I raggi γ sono prodotti in processi nucleari, quali decadimenti radioattivi e reazioni tra nuclei, nelle reazioni e nei decadimenti di particelle subnucleari.

Interazione radiazione materia

All'aumentare della frequenza la lunghezza d'onda è confrontabile con le dimensioni atomiche ed aumenta la capacità di trasferire energia agli elettroni atomici

Radiazione non ionizzante

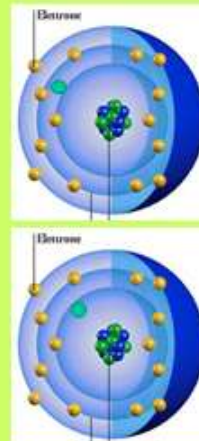


Radiazione ionizzante

Raggi ultravioletti, Raggi X, Raggi gamma



Le radiazioni ionizzanti possono modificare la struttura chimica del materiale!!



La radioattività

Fenomeno scoperto dal fisico francese **Henry Becquerel** nel 1898 in modo fortuito prima per l'uranio naturale e poi per altri elementi tra cui il radio.

Henry Becquerel condivise nel 1903 il premio Nobel per la Fisica con **Pierre** e **Marie Curie**

"in riconoscimento degli straordinari servizi che ha reso con la sua scoperta della radioattività spontanea"



La **radioattività** o **decadimento radioattivo**, è un insieme di processi per i quali nuclei instabili (radionuclidi) emettono una o più particelle per raggiungere uno stato più stabile.

Quando le forze all'interno del nucleo non sono bilanciate questo tende spontaneamente a raggiungere lo stato stabile emettendo una o più particelle.

La radioattività è un processo probabilistico: ogni radionuclide ha una data probabilità di decadere nell'unità di tempo.

La stabilità dei nuclei naturali è assicurata quando il rapporto N (neutroni) / Z (protoni) è uguale o di poco superiore a 1 (*negli elementi leggeri*).

Con l'aumentare del numero atomico il rapporto stabile N / Z cresce progressivamente fino a 1.5 (*negli elementi pesanti*)

Storicamente i decadimenti nucleari sono stati raggruppati in tre classi principali:

alfa, beta, gamma

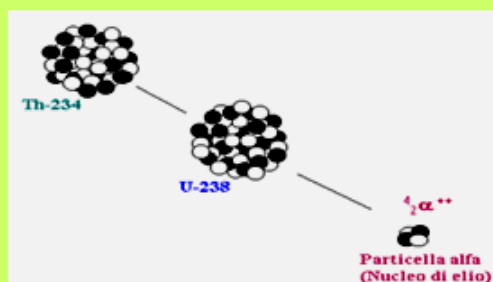
Radioattività alfa

Consideriamo un nucleo pesante con più di 200 tra protoni e neutroni.

Il nucleo padre emette una particella alfa, ossia due protoni e due neutroni.

Esempio : il decadimento dell'uranio-238 in torio-234.

Le radiazioni alfa sono poco penetranti e possono essere completamente bloccate da un semplice foglio di carta.

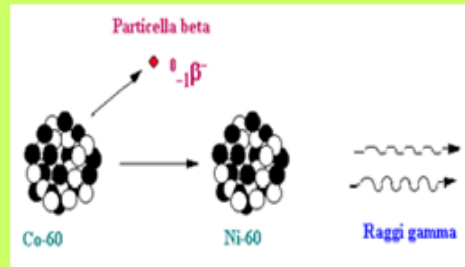


Radioattività beta

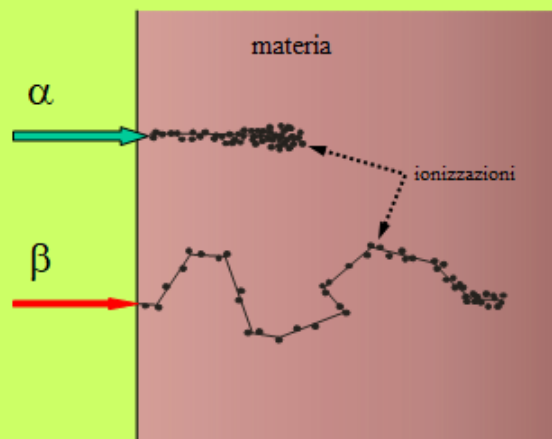
Il nucleo emette un elettrone e un antineutrino e si trasforma in un nucleo con un protone in più ma un neutrone in meno.

Esempio : il decadimento del Cobalto-60 in Nichel-60.

Le radiazioni beta possono essere bloccate da piccoli spessori di materiali metallici (ad esempio pochi mm di Al).



L'effetto biologico è fortemente dipendente dalla densità delle ionizzazioni, ovvero da quante ionizzazioni per cm di percorso il fascio riesce a produrre. Tale densità è molto superiore per le particelle alfa rispetto a quelle beta



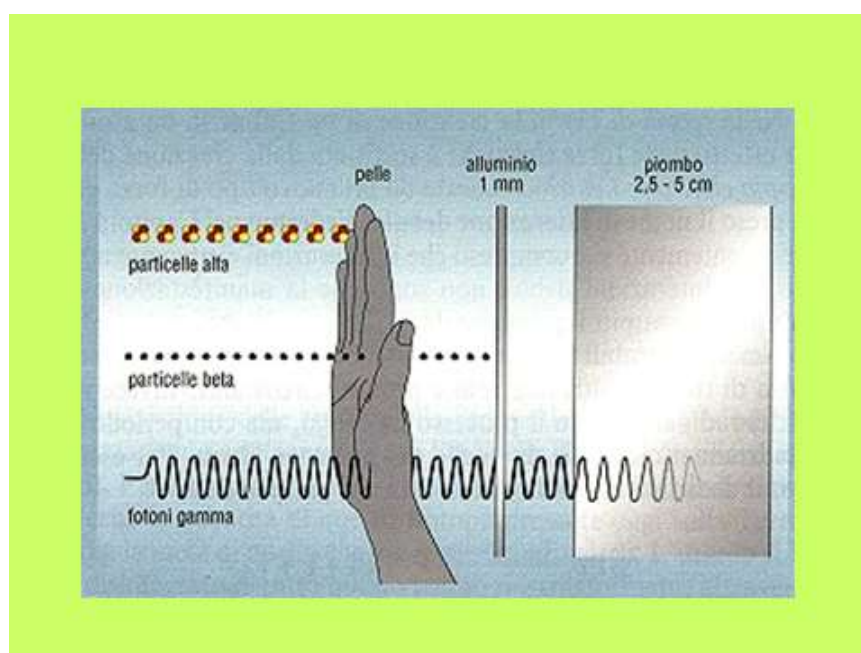
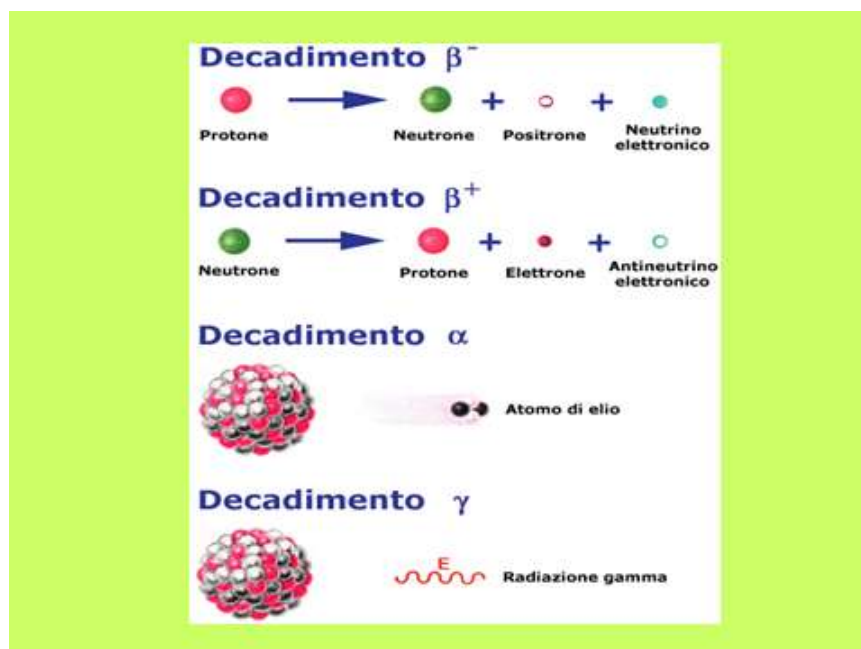
11

Radioattività gamma

Il nucleo non si trasforma ma passa semplicemente in uno stato di energia inferiore ed emette un fotone.

La radiazione gamma accompagna solitamente una radiazione alfa o una radiazione beta. Infatti, dopo l'emissione alfa o beta, il nucleo va in uno stato eccitato; il nucleo si libera rapidamente del surplus di energia attraverso l'emissione di una radiazione gamma.

Le radiazioni gamma sono molto penetranti, e per fermarle occorrono materiali ad elevata densità come il piombo.



Legge del decadimento radioattivo

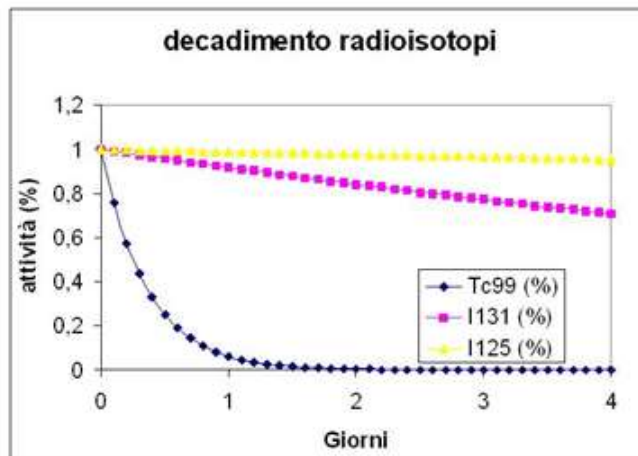
Il decadimento radioattivo è un processo spontaneo e casuale; la legge temporale che regola tale processo è:

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

Dove λ è la costante di decadimento, legata al **tempo di dimezzamento fisico** del radioisotopo dalla relazione :

$$T_{\text{fis}} = 0.693 / \lambda$$

L'attività di un preparato radioattivo è espressa in **Bq** (Becquerel, ovvero numero di disintegrazioni al secondo)



Danni somatici deterministici

- ✓ sono effetti a **soglia**, al di sotto della quale non si verifica il danno
- ✓ la gravità varia con la **dose**, maggiore è la dose maggiore è il danno
- ✓ Il periodo di **latenza** è solitamente **breve**, quindi gli effetti sono riscontrabili poco tempo dopo l'irraggiamento (minuti, ore o settimane)
- ✓ Se viene rimossa la sorgente di radiazione gli effetti si possono ridurre fino a scomparire, si può avere **autoriparazione** da parte del corpo

Danni somatici stocastici

- ✓ **Non esiste** una dose **soglia**, quindi sono riscontrabili anche a dosi bassissime
- ✓ Sono di tipo **probabilistico**, quindi non su tutti gli individui hanno lo stesso effetto
- ✓ La frequenza della loro comparsa **aumenta** con la **dose**
- ✓ Hanno **lunghi periodi di latenza** prima che si verifichino (mesi o anni)
- ✓ La gravità **non** dipende dalla **dose** ricevuta
- ✓ Anche rimuovendo la sorgente di radiazione **gli effetti non scompaiono**

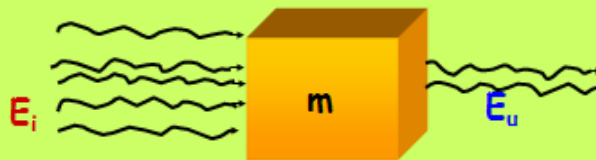
Gli scopi della radioprotezione sono:

La **prevenzione degli effetti deterministici**; essa può essere ottenuta fissando dei limiti di dose a valori inferiori a quelli della dose soglia.

La **limitazione a livelli considerati accettabili della probabilità di accadimento degli effetti stocastici**; essa può essere ottenuta mantenendo tutte le esposizioni che risultino giustificate ad un livello tanto basso quanto ragionevolmente ottenibile.

DOSE ASSORBITA (D)

rappresenta l'energia assorbita per unità di massa



$$D = \frac{E_i - E_u}{m}$$

unità di misura: **Gray (Gy)**

$$1 \text{ Gy} = 1 \text{ J/Kg}$$

DOSE EQUIVALENTE (H)

grandezza radioprotezionistica ottenuta moltiplicando la dose assorbita (D) per il fattore di ponderazione della radiazione (W_r):

$$H = D \cdot W_r$$

La dose equivalente H si misura in **Sievert (Sv)**

$$1 \text{ Sv} = 1 \text{ J/Kg}$$

FATTORE DI PONDERAZIONE (W_r)

- A parità di dose assorbita D il danno biologico dipende dal tipo di radiazione: tale danno è proporzionale alla densità di ionizzazione (numero di ionizzazioni prodotte per unità di percorso)
- Si è introdotto un peso della pericolosità delle radiazioni: W_r tipico di ogni tipo di radiazione

TIPO DI RADIAZIONE	W_r
Fotoni (x, γ), elettroni	1
Neutroni	5-20
Protoni	5
Particelle α	20

Radioattività naturale

Si distinguono una componente di origine terrestre e una di origine extra-terrestre. La prima è dovuta ai radionuclidi cosiddetti primordiali presenti nei materiali inorganici della crosta terrestre fin dalla sua formazione.

La seconda è costituita da raggi cosmici.

Radioattività naturale terrestre

I principali **radionuclidi primordiali** sono il **K-40** e gli elementi delle due serie radioattive naturali dell'**U-238** e del **Th-232**. Si tende in genere ad ignorare la terza serie dell'**U-235**, per la modesta abbondanza relativa del suo capostipite.

Raggi Cosmici

Il rateo di dose causato dai raggi cosmici provenienti dallo spazio è fortemente dipendente dalla quota:

livello del mare	circa 0.05 μSv/h
Quota 1 km	circa 3 volte superiore
Quota 10 km	circa 150 volte superiore
Quota 100 km	circa 400 volte superiore

POTASSIO: Elemento metallico, reattivo, simbolo K.

L'abbondanza delle 3 forme isotopiche è la seguente:
potassio 39 → 93,2 % circa
potassio 41 → 6,8 % circa
potassio 40 → 0,012 % circa

Il **potassio 40** è **radioattivo** e ha vita media di 1,28 miliardi di anni.

Tra i radionuclidi naturali che non appartengono alle serie radioattive il K-40 è quello che ha maggiore importanza dal punto di vista radiologico.

La dose annua per irraggiamento interno e esterno dovuta al potassio 40 vale circa 0,3 mSv.

Il potassio costituisce circa il 3 % della crosta terrestre e circa lo 0.04 % dell'acqua di mare.

Nel corpo umano ci sono circa 140 gr di potassio (ne assumiamo 3 gr al giorno).



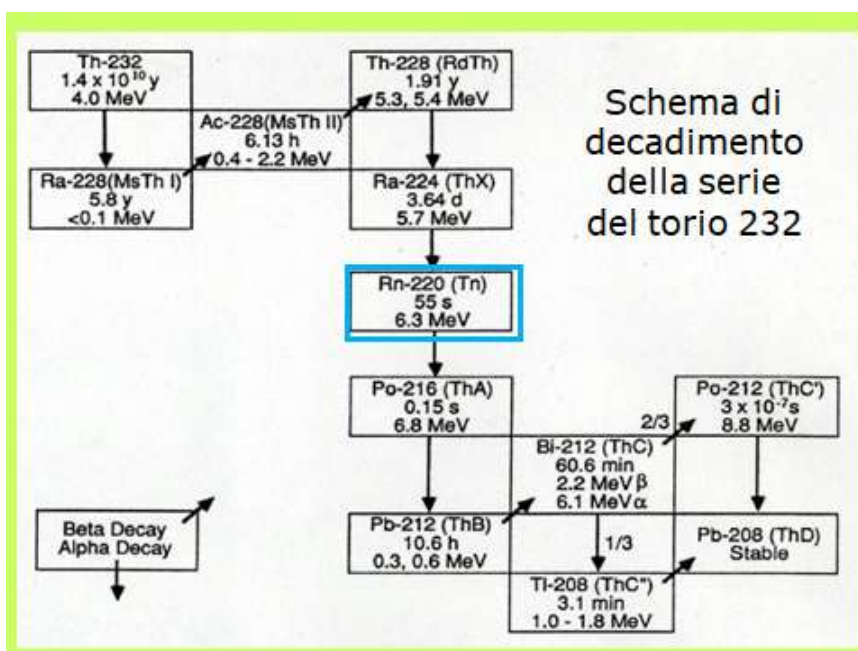
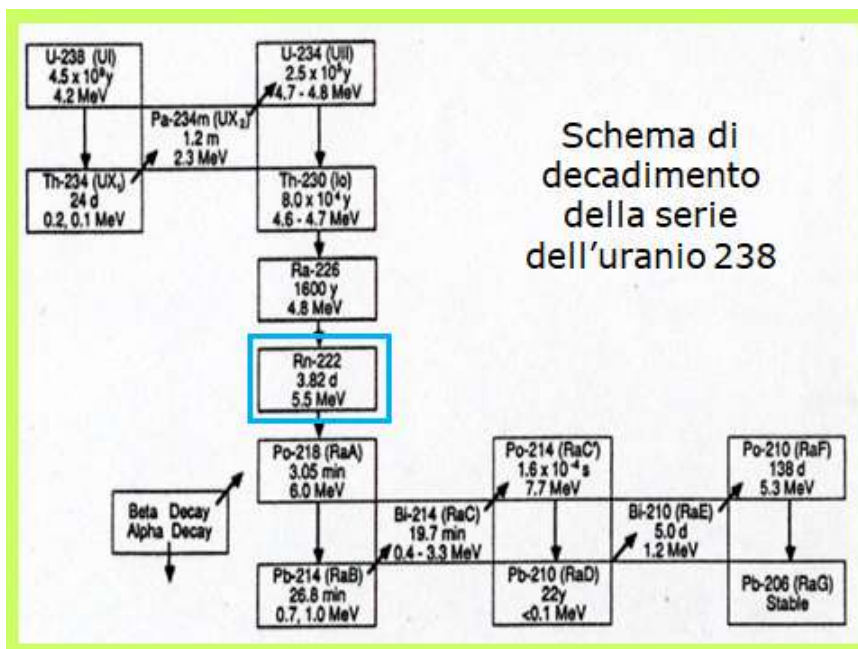
Famiglie radioattive naturali

Le famiglie radioattive naturali sono 3, ognuna con un capostipite con vita media dell'ordine di 10^9 anni. Esse sono quindi in equilibrio radioattivo in rocce di antica formazione. Ogni serie termina con un isotopo stabile del piombo ed ha un elemento gassoso.

Uranio 238: l'elemento gassoso è il radon ($^{222}\text{Rn}_{86}$)
la serie è nota come **$4n+2$**

Torio 232 : l'elemento gassoso è il toron ($^{220}\text{Rn}_{86}$)
la serie è nota come **$4n$**

Uranio 235: l'elemento gassoso è l'actinon ($^{219}\text{Rn}_{86}$)
la serie è nota come **$4n+3$**



La concentrazione dei radionuclidi naturali nel suolo e nelle rocce varia moltissimo in dipendenza della conformazione geologica delle diverse aree.

In generale rocce vulcaniche e graniti contengono Uranio 238 in concentrazioni più elevate delle rocce sedimentarie come calcare e gesso.

Alcune rocce sedimentarie di origine marina possono però contenere U-238 in concentrazione elevata.

Tipici **valori di concentrazioni** di attività nel suolo sono compresi tra 100 e 700 Bq.kg⁻¹ per il K-40, tra 10 e 50 Bq.kg⁻¹ per i radionuclidi delle serie radioattive dell'U-238 e del Th-232.

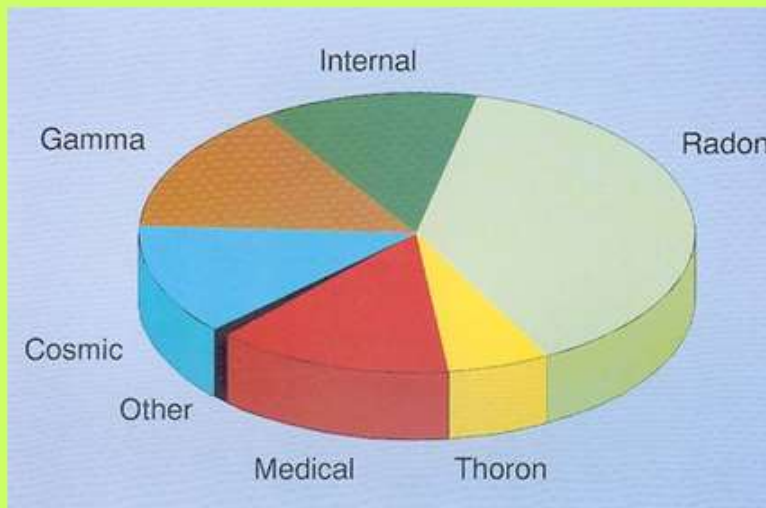
Attività specifica (Bq/kg)	Urano 238	Torio 232
Rocce		
Tufo	150 - 500	150 - 200
Fosfati	1000 - 1500	
Granito	100 - 200	150 - 300
Calcare	10 - 20	
Materiali edilizi		
Gesso naturale	10 - 20	5 - 10
Cemento	25 - 50	20 - 150
Mattoni	50 - 100	50 - 100
Piastrelle	50 - 100	
Ceneri	150	30
Legno	< 1	< 1

Radioattività naturale in aria

Nell'aria, la radiazione naturale è dovuta principalmente alla presenza di **radon** e **toron**, cioè di gas (7,5 volte più pesanti dell'aria) appartenenti alle famiglie dell'uranio e del torio.

Il radon è molto più importante del toron, a causa della sua vita media (3,82 giorni contro soli 55 s del toron), che comporta una maggiore probabilità di arrivare all'esterno prima di decadere.

Sorgente		Dose efficace media individuale mSv/anno
Naturale	Esposizione esterna:	
	Raggi cosmici	0,4
	Radiazione gamma terrestre	0,6
	Esposizione interna:	
	Inalazione (radon e toron)	2
	Inalazione (diversa da radon e toron)	0,006
	Ingestione	0,3
TOTALE NATURALE		3,3
Artificiale	Diagnostica medica	1,2
	Incidente di Chernobyl	0,002
	Test nucleari	0,005
	Industria nucleare	0,0002
TOTALE ARTIFICIALE		1,2
TOTALE		4,5



Meccanismi di trasporto del radon nelle case

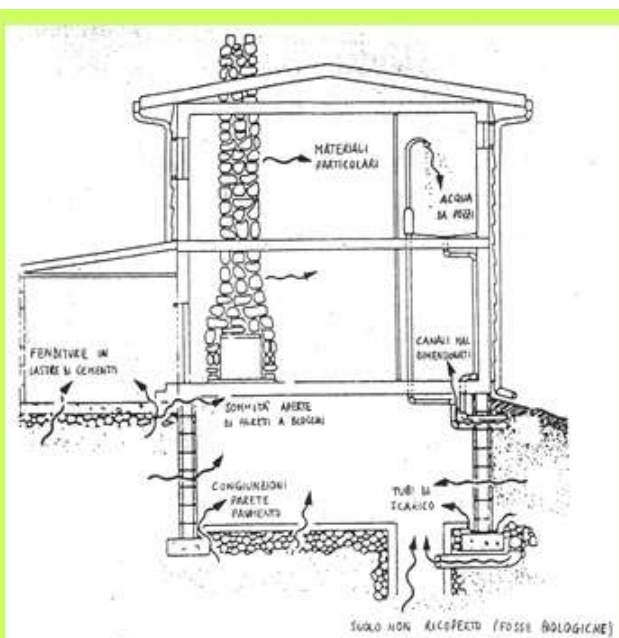
Diffusione (flusso dai materiali di costruzione e dalle fondamenta): dovuto a gradiente di concentrazione.

Flusso d'aria dovuto a differenze di pressione : tale flusso può guidare il radon dal terreno verso le fondamenta. Da lì il radon penetra attraverso buchi, fratture, tubazioni, ...

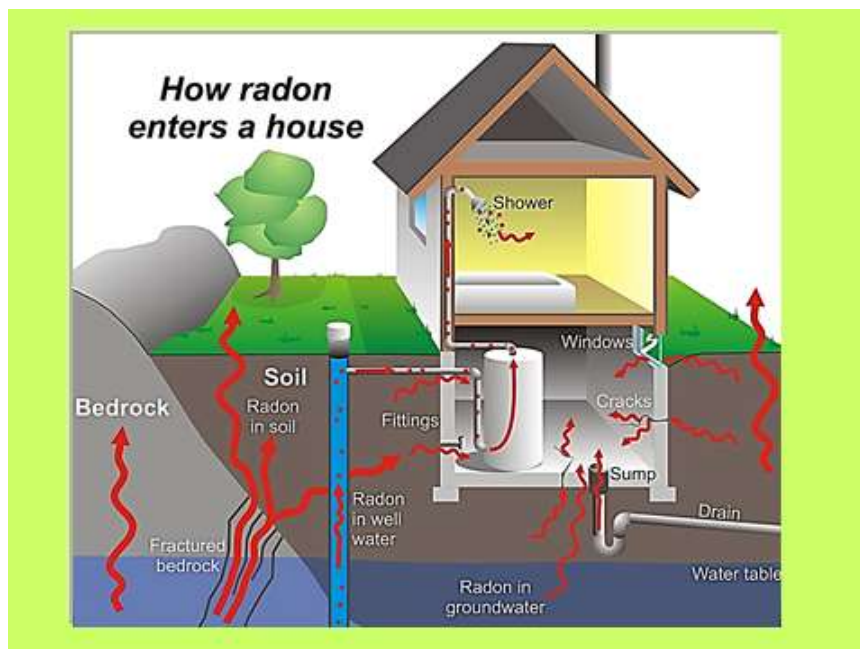
Flusso di acqua: il radon è solubile in acqua. L'acqua per uso domestico può avere concentrazioni da $2 \cdot 10^3$ Bq/m³ (valore tipico per gli acquedotti) a 10^6 Bq/m³ (pozzi).

Nei piccoli edifici il contributo del suolo è preponderante. L'acqua è importante solo se viene usata acqua di pozzo.

I materiali da costruzione sono importanti solo in pochi casi.



Modalità di ingresso del radon nelle abitazioni

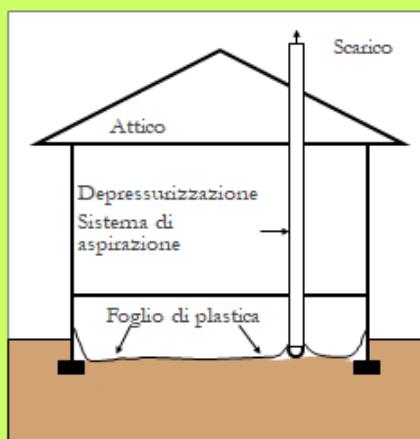


Possibili diversi tipi di intervento per ridurre la concentrazione nell'aria del Radon e dei suoi figli sono i seguenti:

1. sigillatura dei pavimenti e delle pareti interrate con materiali non permeabili o poco permeabili al gas Radon;
2. sovrappressione dei locali interessati rispetto all'esterno;
3. ventilazione forzata nei locali, con adeguati ricambi/ora a tutta aria esterna;
5. realizzazione di intercapedini aerate sotto il pavimento e tra le pareti interrate ed il terrapieno circostante;
6. messa in opera di sistemi di aspirazione che risucchino i gas provenienti dal suolo sottostante, limitandone la parte che raggiunge il pavimento e le pareti interrate.

La scelta del tipo (o di più tipi) di intervento, deve essere effettuata sulla base di specifico studio preliminare.

Sistema di depressurizzazione



- Il punto di aspirazione è posto sotto il foglio di plastica, a sua volta posto sopra il terreno o la roccia.
- Il radon è raccolto e scaricato fuori.
- Le crepe ed i tagli sono sigillati.

ICRP 115 and Task Group reference levels

ICRP Statement on Radon

	Reference Level Bq/m ³	Annual effective dose mSv	
Homes	300	17	(12)
Workplaces	1000	27	
Mines	1000	8	

ICRP Committee 4 Task Group on Radon

Buildings - work	300	8	(5)
------------------	-----	---	-----

ICRP

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION

- There is strong evidence that exposures to radon and its progeny may result in lung cancer. Radon exposure is the second leading cause of lung cancer after smoking.
- Risk of lung cancer for homes and other buildings may be controlled on the basis of radon concentrations in Bq/m³.
- ICRP will publish reference dose coefficients for inhalation and ingestion of radon isotopes and progeny.
- The reference level of 300 Bq/m³ is equivalent to:
17 mSv (12 mSv) for Homes
8 mSv (5 mSv) for Workplaces

ICRP

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION

COMPARISON OF RISK OF SMOKING TO RADON EXPOSURE:

4 pCi/L	=	8 Cigarettes per day
8 pCi/L	=	16 Cigarettes per day
10 pCi/L	=	20 Cigarettes per day
15 pCi/L	=	30 Cigarettes per day
20 pCi/L	=	40 Cigarettes per day
40 pCi/L	=	80 Cigarettes per day

**WHAT'S YOUR LEVEL?
TEST YOUR HOME TODAY!**



Immagine dal sito aziendale: The Radon Testing Company – Colorado

1 pCi/l = 37 Bq/mc

Quindi 8 pCi/l equivalgono a circa 300 Bq/mc



Immagine dal sito dell'EPA : US Environmental Protection Agency

Centro Nazionale per prevenzione e controllo delle malattie
Istituto superiore di Sanità

**Rischio di tumore polmonare attribuibile all'esposizione
al radon nelle abitazioni delle Regioni Italiane**

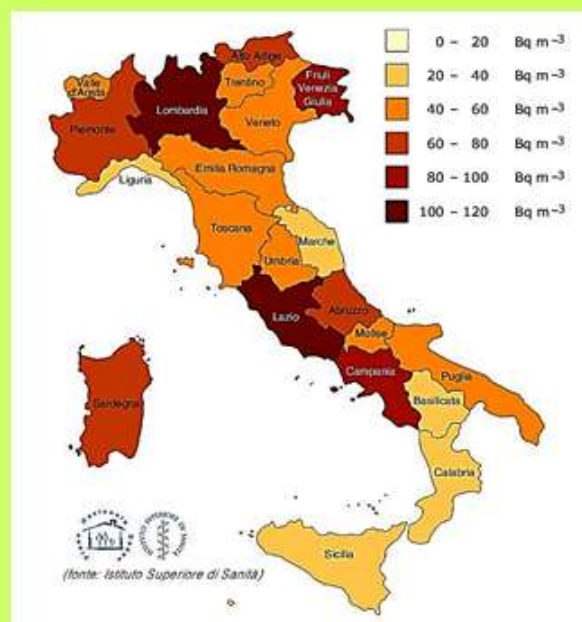
Primo rapporto sintetico

2010

Stime di casi annui di tumori polmonari attribuibili alla
esposizione al radon nelle abitazioni

3237 (intervallo di confidenza 95% 1087 – 5730)

(circa 10% del totale dei casi osservati di tumori polmonari)



Decreto Legislativo del Governo 17 marzo 1995 n° 230

Capo III-bis

ESPOSIZIONI DA ATTIVITÀ LAVORATIVE CON PARTICOLARI SORGENTI NATURALI DI RADIAZIONI

Art. 10-bis - Campo di applicazione

1. Le disposizioni del presente capo si applicano alle attività lavorative nelle quali la presenza di sorgenti di radiazioni naturali conduce ad un significativo aumento dell'esposizione dei lavoratori o di persone del pubblico, che non può essere trascurato dal punto di vista della radioprotezione. Tali attività comprendono:
 - a) attività lavorative durante le quali i lavoratori e, eventualmente, persone del pubblico sono esposti a prodotti di decadimento del radon o del toron o a radiazioni gamma o a ogni altra esposizione in particolari luoghi di lavoro quali tunnel, sottovie, catacombe, grotte e, comunque, in tutti i luoghi di lavoro sotterranei;
 - b) attività lavorative durante le quali i lavoratori e, eventualmente, persone del pubblico sono esposti a prodotti di decadimento del radon o del toron, o a radiazioni gamma o a ogni altra esposizione in luoghi di lavoro diversi da quelli di cui alla lettera a) in zone ben individuate o con caratteristiche determinate;

- c) attività lavorative implicanti l'uso o lo stoccaggio di materiali abitualmente non considerati radioattivi, ma che contengono radionuclidi naturali e provocano un aumento significativo dell'esposizione dei lavoratori e, eventualmente, di persone del pubblico;
- d) attività lavorative che comportano la produzione di residui abitualmente non considerati radioattivi, ma che contengono radionuclidi naturali e provocano un aumento significativo dell'esposizione di persone del pubblico e, eventualmente, dei lavoratori;
- e) attività lavorative in stabilimenti termali o attività estrattive non disciplinate dal capo IV;
- f) attività lavorative su aerei per quanto riguarda il personale navigante.

Elenco delle attività lavorative di cui all'articolo 10 bis, comma 1, lettere c) e d):

- a) industria che utilizza minerali fosfatici e depositi per il commercio all'ingrosso di fertilizzanti;
- b) lavorazione di minerali nella estrazione di stagno, ferro-niobio da pirocloro e alluminio da bauxite;
- c) lavorazione di sabbie zirconifere e produzione di materiali refrattari;
- d) lavorazione di terre rare;
- e) lavorazione ed impiego di composti del torio, per quanto concerne elettrodi per saldatura con torio, produzione di lenti o vetri ottici e reticelle per lampade a gas;
- f) produzione di pigmento al biossido di titanio;
- g) estrazione e raffinazione di petrolio ed estrazione di gas, per quanto concerne presenza e rimozione di fanghi e incrostazioni in tubazioni e contenitori.

Art. 10-quinquies - Livelli di azione

1. Per i luoghi di lavoro di cui all'articolo 10-bis, comma 1, lettere a) e b), le grandezze misurate non devono superare il livello di azione fissato in allegato I-bis.
2. Nel caso in cui le grandezze di cui al comma 1 non superino il livello di azione ma siano superiori all'80 per cento del livello di azione, l'esercente assicura nuove misurazioni nel corso dell'anno successivo.
3. Nel caso di superamento del livello di azione di cui all'allegato I-bis, l'esercente, avvalendosi dell'esperto qualificato, pone in essere azioni di rimedio idonee a ridurre le grandezze misurate al di sotto del predetto livello, tenendo conto del principio di ottimizzazione, e procede nuovamente alla misurazione al fine di verificare l'efficacia delle suddette azioni.

ALLEGATO I bis

4. Livelli di azione

- a) Per i luoghi di lavoro di cui all'articolo 10 bis, comma 1, lettere a) e b), il livello di azione è fissato in termini di 500 Bq/m^3 di concentrazione di attività di radon media in un anno.
- b) Per i luoghi di lavoro di cui all'articolo 10 bis, comma 1, lettere c), d) ed e) il livello di azione per i lavoratori è fissato in termini di 1 mSv/anno di dose efficace. In questo livello di azione non si tiene conto
- c) Per i luoghi di lavoro di cui all'articolo 10 bis, comma 1, lettere c) e d), il livello di azione per le persone del pubblico è fissato in termini di $0,3 \text{ mSv/anno}$ è fissato in $0,3 \text{ mSv/anno}$ di dose efficace.

Direttiva 2013/59/Euratom del Consiglio, del 5 dicembre 2013, che stabilisce norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti, e che abroga le direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom e 2003/122/Euratom

Lo stato italiano avrebbe dovuto recepire la suddetta direttiva entro il 6 febbraio 2018

Con la Direttiva viene introdotto l'obbligo, per i Paesi Membri, di predisporre ed aggiornare periodicamente un **PIANO NAZIONALE RADON (PNR)**, che dovrà essere inviato (con i vari aggiornamenti) alla Commissione Europea.

Il PNR è un piano pluriennale per realizzare, in modo coordinato a livello nazionale, il complesso di azioni necessarie per ridurre il rischio di tumore polmonare associato all'esposizione al radon.

Articolo 54 Radon nei luoghi di lavoro

1. Gli Stati membri stabiliscono livelli di riferimento nazionali per le concentrazioni di radon nei luoghi di lavoro. Il livello di riferimento per la media annua della concentrazione di attività aerea non deve essere superiore a **300 Bq/m³**, a meno che un livello superiore non sia giustificato dalle circostanze esistenti a livello nazionale.

2. Gli Stati membri dispongono che le misurazioni del radon siano effettuate:

- a) in luoghi di lavoro all'interno delle zone individuate conformemente all'articolo 103, paragrafo 3, situati al pianterreno o a livello interrato, tenendo conto dei parametri contenuti nel piano d'azione nazionale di cui al punto 2 dell'allegato XVIII, nonché
- b) in specifiche tipologie di luoghi di lavoro identificate nel piano d'azione nazionale tenendo conto del punto 3 dell'allegato XVIII.

Articolo 74 Esposizione al radon in ambienti chiusi

1. Gli Stati membri stabiliscono livelli di riferimento nazionali per le concentrazioni di radon in ambienti chiusi. I livelli di riferimento per la media annua della concentrazione di attività in aria non devono essere superiori a **300 Bq/m³**.

2. Nell'ambito del piano d'azione nazionale, gli Stati membri promuovono interventi volti a individuare le abitazioni che presentano concentrazioni di radon (come media annua) superiori al livello di riferimento e, se del caso, incoraggiano, misure di riduzione della concentrazione di radon in tali abitazioni.

3. Gli Stati membri provvedono affinché siano rese disponibili informazioni locali e nazionali sull'esposizione al radon in ambienti chiusi e sui rischi per la salute che ne derivano, sull'importanza di effettuare misurazioni della concentrazione di radon e sui mezzi tecnici disponibili per ridurre le concentrazioni di radon esistenti.

Puglia

L.R. 03/11/2016, n. 30

Norme in materia di riduzione delle esposizioni alla radioattività naturale derivante dal gas radon in ambiente chiuso.

Pubblicata nel B.U. Puglia 4 novembre 2016, n. 126.

Epigrafe

Premessa

Art. 1 Finalità.

Art. 2 Piano regionale radon.

Art. 3 Livelli limite di concentrazione per le nuove costruzioni.

Art. 4 Livelli limite di concentrazione per gli edifici esistenti.

Art. 5 Rinnovo delle attività di monitoraggio e eventuale risanamento.

Art. 6 Norme finali.

L.R. 3 novembre 2016, n. 30 (1).

Norme in materia di riduzione delle esposizioni alla radioattività naturale derivante dal gas radon in ambiente chiuso (2).

(1) Pubblicata nel B.U. Puglia 4 novembre 2016, n. 126.

(2) Epigrafe così modificata dall' art. 25, comma 1, lettera d), L.R. 9 agosto 2017, n. 36, a decorrere dall'11 agosto 2017.

Art. 1 Finalità.

In vigore dal 19 novembre 2016

1. La Regione Puglia assicura il più alto livello di protezione e tutela della salute pubblica dai rischi derivanti dalla esposizione dei cittadini alle radiazioni da sorgenti naturali e all'attività dei radionuclidi di matrice ambientali, configurate da concentrazioni di gas radon negli edifici residenziali e non residenziali.

2. Al fine di perseguire gli obiettivi di cui al comma 1 e in coerenza con il decreto legislativo 17 marzo 1995, n. 230 e successive modificazioni (Attuazione della direttiva 89/618/Euratom, della direttiva 90/641/Euratom, della direttiva 92/3/Euratom e della direttiva 96/29/Euratom in materia di radiazioni ionizzanti), con la direttiva 2013/59/Euratom, con il principio di massima cautela e prevenzione, la Regione fissa livelli limite di esposizione al gas radon per le nuove costruzioni e coerenti azioni di monitoraggio e risanamento per gli edifici esistenti non destinati alla residenza.

Art. 2 Piano regionale radon.

In vigore dal 19 novembre 2016

1. Entro due anni dalla data di entrata in vigore della presente legge, la Giunta regionale, sentita la Commissione consiliare competente, approva il Piano regionale di prevenzione e riduzione dei rischi connessi all'esposizione al gas radon in ambiente confinato, di seguito denominato Piano, in coerenza con il Piano nazionale radon del Ministero della salute (PNR).

2. La Giunta regionale predispone il Piano con supporto tecnico-scientifico dell'Agenzia regionale per la protezione dell'ambiente (ARPA) e dell'Autorità di bacino della Puglia (ADB), eventualmente avvalendosi anche della collaborazione dell'Istituto superiore di sanità (ISS) e di ulteriori enti di ricerca, pubblici o privati competenti in materia. Il Piano può essere redatto per stralci territoriali, sulla base delle conoscenze acquisite sul territorio.

Art. 4 Livelli limite di concentrazione per gli edifici esistenti.

In vigore dal 11 agosto 2017

1. Sino all'approvazione del Piano regionale radon e agli adeguamenti degli strumenti urbanistici comunali di cui all'articolo 2, comma 5, e salvo limiti di concentrazione più restrittivi previsti dalla legislazione nazionale, ovvero limiti specifici previsti per particolari attività di lavoro, per gli edifici esistenti, definiti dalle lettere a) e b), sono fissati i livelli limite di riferimento, misurati con un valore medio di concentrazione su un periodo annuale suddiviso in due semestri primaverile-estivo e autunnale-invernale:

a) per gli edifici strategici di cui al D.M. 14 gennaio 2008 e destinati all'istruzione, compresi gli asili nido e le scuole materne, il livello limite di riferimento per concentrazione di attività di gas radon in ambiente chiuso, e in tutti i locali dell'immobile interessato, non può superare i 300 Bq/mc, misurato con strumentazione passiva (4);

b) per gli interrati, seminterrati e locali a piano terra degli edifici diversi da quelli di cui alla lettera a) e aperti al pubblico, con esclusione dei residenziali e dei vani tecnici isolati al servizio di impianti a rete, il livello limite di riferimento per concentrazione di attività di gas radon in ambiente chiuso non può superare 300 Bq/mc, misurato con strumentazione passiva. Sono esentati dagli obblighi di misurazione i locali a piano terra con superficie non superiore a 20 mq, salvo che in virtù di collegamento strutturale con altri locali non derivi il superamento del limite dimensionale previsto per l'esenzione, purché dotati di adeguata ventilazione (5).

2. Gli esercenti attività di cui al comma 1, provvedono, entro e non oltre novanta giorni dalla data di entrata in vigore della presente legge, ad avviare le misurazioni sul livello di concentrazione di attività del gas radon da svolgere su base annuale suddiviso in due distinti semestri (primavera-estate e autunno-inverno) e a trasmettere gli esiti entro un mese dalla conclusione del rilevamento al comune interessato e ad ARPA Puglia. In caso di mancata trasmissione delle misurazioni entro diciotto mesi dalla data di entrata in vigore della presente legge, il comune provvede a intimare con ordinanza la trasmissione delle misurazioni svolte, concedendo un termine non superiore a trenta giorni, la cui eventuale e infruttuosa scadenza comporta la sospensione per dettato di legge della certificazione di agibilità (6).

3. Qualora all'esito delle misurazioni previste dal comma 2, il livello di concentrazione dovesse risultare superiore al limite fissato dal comma 1, il proprietario dell'immobile presenta al comune interessato, entro e non oltre sessanta giorni, un piano di risanamento al quale siano allegati tutti i contenuti formali e sostanziali per la realizzazione delle opere previste, con relativa proposta di crono-programma di realizzazione delle opere le cui previsioni non potranno superare un anno. Il piano di risanamento è approvato dal comune entro e non oltre sessanta giorni dalla sua presentazione, previa richiesta di esame e parere alla ASL competente (6).

4. Tranne il caso in cui è previsto il rilascio del permesso di costruire, decorsi sessanta giorni dalla presentazione del piano di risanamento, senza che l'autorità comunale abbia notificato osservazioni, ovvero senza che abbia inibito con provvedimento espresso la realizzazione degli interventi di risanamento, il proprietario dell'immobile deve avviare l'esecuzione delle opere previste, con le modalità e i termini contenuti nella stessa proposta di piano di risanamento presentata, purché compatibili con quelli previsti dalla presente legge e dalla normativa in vigore. In ogni caso la realizzazione delle opere deve avvenire osservando le prescrizioni previste dai commi 5, 6, 7 e 8 (6).

5. Le opere previste dal piano di risanamento, approvato con procedimento di cui ai commi 2 e 3, devono essere concluse nel termine indicato dall'autorità comunale con lo stesso atto di approvazione, e comunque in un termine non superiore a quello previsto dal comma 3, salvo proroga per un tempo non superiore a ulteriori sei mesi per comprovati motivi oggettivi (6).

6. Terminati i lavori previsti dal piano di risanamento, il proprietario dell'immobile effettua le nuove misurazioni di concentrazione di attività di gas radon su base annuale suddiviso in due distinti semestri (primavera-estate e autunno-inverno) e dichiara al comune, sotto la responsabilità di un tecnico abilitato alle misurazioni di attività radon, il rispetto dei limiti previsti dalla presente legge.

REGIONE PUGLIA

Deliberazione della Giunta Regionale

N. **1214** del 31/05/2011 del Registro delle Deliberazioni

Codice CIFRA: LLP/DEL/2011/00018

OGGETTO: O.P.C.M. N° 3274/03 – D.P.C.M. N° 3685/03 – D.G.R. N° 153/04 –Allegato 2 – D.M. 14.01.2008, Punto 2.4.2 (Classi III-IV) - Individuazione degli "Edifici di interesse str.co e opere infr.li la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di prot.ne civile".....

A) Edifici di carattere strategico e opere strutturali la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità della protezione civile

- A1. Strutture sanitarie (ospedali, case di cura, poliambulatori ...)
- A2. Strutture civili (edifici destinati a centri funzionali dell'emergenza, sedi della protezione civile, sedi di Comune, Provincia, Regione, ...)
- A3. Strutture militari (Caserme di Esercito, Carabinieri, Vigili Fuoco ...)
- A4. Infrastrutture (Centrali elettriche, sedi di radio e TV, porti, aeroporti, strade strategiche, stazioni ferroviarie ...)

B) Edifici e opere infrastrutturali che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso

- B1. Strutture per l'istruzione sia pubbliche che private (asili nido, scuole di ogni ordine e grado, università, accademie, conservatori ...)
- B2. Strutture civili (uffici amministrativi di Comuni Province e Regioni, uffici giudiziari, monumenti, edifici di culto, centri commerciali ...)
- B3. Strutture industriali (edifici con oltre 200 addetti ...)
- B4. Infrastrutture (strade e ferrovie, dighe, discariche ...)



Guida tecnica per le misure di concentrazione media annua di radon in aria in luoghi di lavoro, abitazioni, scuole e luoghi aperti al pubblico

Dott. Luigi VITUCCI¹, Dott. Alfonso Gerardo CELESTE¹, Dott. Giuseppe ROSELLI¹
Dott.ssa Immacolata ARNESANO², Dott. Antonio Salvatore RENNA²

CAPITOLO 1 - METODI DI MISURA DELLA CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUA DI RADON MEDIANTE STRUMENTAZIONE PASSIVA

Introduzione

Per la misura della concentrazione media annua di gas radon la tecnica prescritta dalla normativa regionale ed adottata dall'ARPA Puglia, è quella che prevede l'utilizzo di strumentazione passiva. Tale tecnica oltre ad essere la più economica e affidabile, è quella che più si presta per monitoraggi su larga scala ed inoltre permette di conservare l'informazione del valore misurato nel tempo, rendendola disponibile a ripetute e successive letture qualora fossero, ad esempio, richieste dagli Enti di Controllo.

Tecnica di misura mediante dispositivi passivi - I rivelatori a tracce nucleari

Per tecnica di misura di concentrazione di radon in aria con strumentazione passiva si intende l'utilizzo di dispositivi, nei quali è presente un elemento sensibile alla radiazione del gas radon e nei quali l'aria diffonde spontaneamente senza richiedere l'apporto di energia esterna.

I dispositivi passivi maggiormente impiegati sono i rivelatori a tracce nucleari, tipo CR-39 (utilizzato da ARPA Puglia) o LR-115, lastre sensibili alle radiazioni alfa, costituite da polimeri i cui legami chimici vengono danneggiati dal passaggio della radiazione.

La misura consiste nell'esporre i dispositivi nei locali da monitorare, sottoporre, successivamente, gli stessi a trattamento chimico, in modo da rendere maggiormente visibili i danni da radiazione (le cosiddette tracce latenti) ed infine procedere alla loro lettura mediante microscopio ottico.

La sensibilità dei rivelatori a tracce nucleari è in genere molto elevata ed indicata anche per concentrazioni di radon di poche decine di Bq/m³ ed i tempi di esposizione sono superiori al mese e vanno fino ad un massimo, indicativamente, di un anno.

Le caratteristiche principali dei rivelatori a tracce nucleari sono di seguito riportate:

- sensibili alle radiazioni alfa e insensibili ad altri tipi di radiazioni, in particolare alla radiazione gamma;
- forniscono un valore della concentrazione media di radon su lunghi periodi (da alcuni mesi a un anno) per cui sono gli strumenti che meglio soddisfano le richieste della normativa comunitaria e italiana, oltre che quelli prescritti dalla normativa regionale vigente;
- forniscono una risposta in genere indipendente dalle condizioni ambientali;
- consentono un conteggio automatico delle tracce, quindi permettono un notevole risparmio dei tempi di analisi;
- si possono conservare e sottoporre nuovamente a lettura anche dopo diversi anni;
- sono robusti e hanno un basso costo.

La determinazione della concentrazione di radon, qualunque sia il sistema passivo di misurazione impiegato, dipende, oltre che dal tipo di elemento sensibile alle radiazioni, anche dalle modalità di campionamento del gas, dalla geometria del contenitore del rivelatore, nonché dal tipo di protezione adottata per il dispositivo prima e dopo l'esposizione.

CAPITOLO 2 - TECNICA DI MONITORAGGIO IN AMBIENTI CHIUSI AI SENSI DELLA NORMATIVA NAZIONALE E REGIONALE VIGENTE

Introduzione

Nel monitoraggio della concentrazione media annua di radon mediante utilizzo di dispositivi passivi, non vi sono sostanziali differenze nelle tecniche di campionamento (scelta dei punti di misura) in ambienti chiusi, qualunque essi siano. Le differenze che potrebbero emergere a seconda che si tratti di luoghi di lavoro, abitazioni, scuole e luoghi aperti al pubblico sono, comunque, evidenziate nei paragrafi seguenti.

Posizionamento e punti di misura

Gli ambienti, per quanto riguarda il numero di punti di misura, possono essere per semplicità classificati sulla base delle loro dimensioni in due categorie principali: Locali separati di piccole dimensioni (inferiori a 50 m²) e di medie e grandi dimensioni.

Pertanto il numero dei punti di misura in funzione dell'ampiezza dei locali è il seguente:

- Per locali separati di piccole dimensioni (inferiori a 50 m²) è sufficiente una misura in ciascun locale.
- Per locali separati di medie e grandi dimensioni è consigliabile una misura ogni 100 m² di superficie.

Una volta individuato il numero di punti di misura i dosimetri impegnati per effettuare le misure di radon dovranno essere posizionati ad una altezza compresa fra circa 1 e 3 metri, in un'area lontana da fonti di calore (stufe, termosifoni, caloriferi climatizzatori) e di ricambio d'aria (finestre e porte). Non va posizionato all'interno di armadi e contenitori chiusi. Durante tutto il periodo di misura nelle stanze vanno mantenute "normali" condizioni di uso (inclusa la ventilazione).

Periodo di esposizione dei rilevatori

Ai sensi della Legge Regionale 30/2016 e s.m.e.i. le misure della concentrazione media annua di radon in aria devono essere effettuate per un periodo complessivo di un anno suddiviso in due semestri consecutivi.

Particolari indicazioni per misure nei luoghi di lavoro previsti dalla normativa nazionale D.lgs. 230/95 e s.m.i.

Il D.lgs. 230/95 e s.m.i. (D.lgs.241/00), prevede l'obbligo alla determinazione dell'esposizione al gas radon solo per gli Esercenti di attività lavorative svolte in luoghi di lavoro quali: tunnel, sottovie, catacombe, grotte e, comunque, in tutti i luoghi di lavoro sotterranei.

Le misure devono essere pianificate in modo da essere rappresentative dell'esposizione del personale. Perciò in linea di massima le misure non dovranno essere condotte in locali che non siano occupati con continuità dai lavoratori, come per esempio i locali di servizio, gli spogliatoi e gli ambienti di passaggio come i corridoi.

Altri ambienti come i magazzini o locali nei quali il personale entra senza occupare una vera e propria postazione di lavoro, ma che rimangono chiusi a lungo, non dovranno essere sottoposti a misura a meno che il personale nel suo complesso non vi trascorra una frazione di tempo significativa, che viene indicativamente fissata in 10 ore al mese.

Particolari indicazioni per misure nelle scuole e nei luoghi aperti al pubblico previsti dalla normativa regionale

Ai sensi della Legge Regionale 30/2016 (Art. 4 - comma 2), modificata dall'art.25 della Legge Regionale 36/2017 del 09/08/2017 (BURP n. 96 del 11-8-2017) per gli edifici strategici di cui al D.M. 14.01.2008 e destinati all'istruzione, compresi gli asili nido e le scuole materne, le misure devono essere eseguite in tutti i locali dell'immobile interessato.

In linea di massima le misure non dovranno essere condotte in locali che non siano occupati con continuità, come per esempio i vani tecnici, locali di servizio, spogliatoi e ambienti di passaggio come i corridoi. Altri ambienti come i magazzini o locali nei quali non vi è una vera e propria occupazione, ma che rimangono chiusi a lungo, non dovranno essere sottoposti a misura a meno che non vi sia uno stazionamento di una frazione di tempo significativa.

Rilevatore a tracce per il monitoraggio del radon



Dimensioni circa quelle di un grosso orologio da polso

Sono stati fissato a muro ad un'altezza tra 2.0 e 2.5 m

Lontano da porte, finestre, fonti di calore o ventilatori

Rimangono in integrazione per circa 6 mesi



Ambulatorio

Ufficio



Grazie per l'attenzione