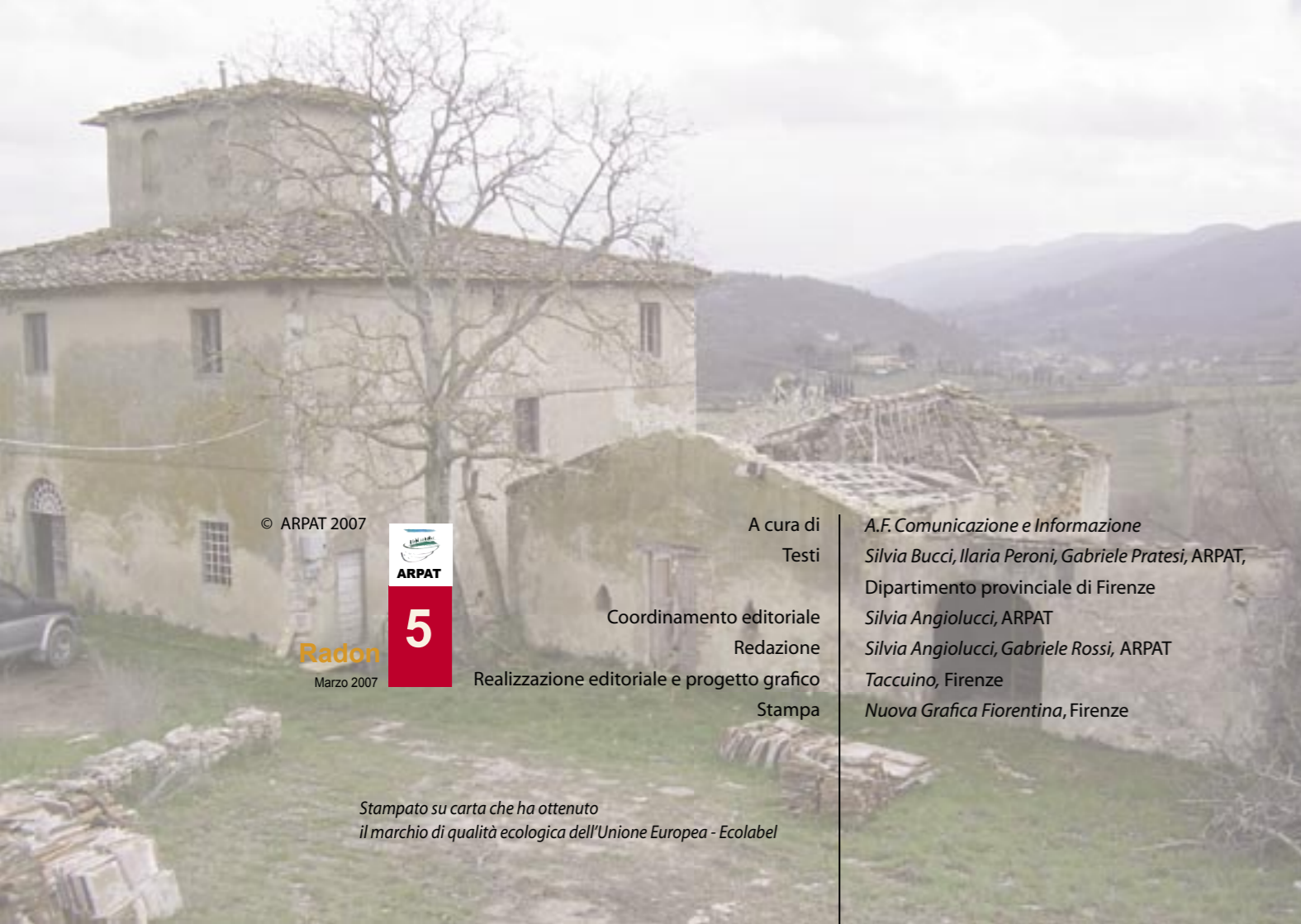


Radon

Marzo 2007

ambiente



© ARPAT 2007



5

Radon

Marzo 2007

Realizzazione editoriale e progetto grafico

A cura di
Testi

Coordinamento editoriale

Redazione

Stampa

A.F. Comunicazione e Informazione
Silvia Bucci, Ilaria Peroni, Gabriele Pratesi, ARPAT,
Dipartimento provinciale di Firenze
Silvia Angiolucci, ARPAT
Silvia Angiolucci, Gabriele Rossi, ARPAT
Taccuino, Firenze
Nuova Grafica Fiorentina, Firenze

Stampato su carta che ha ottenuto
il marchio di qualità ecologica dell'Unione Europea - Ecolabel

Radon

Cos'è la radioattività? pag 4

Cos'è il radon? pag 4

Glossarietto pag 5

Le sorgenti del radon pag 6

Esposizione al radon e ai suoi prodotti di
decadimento: effetti sulla salute pag 10

Come si misura la concentrazione di radon in aria pag 12

SOMMARIO

Normativa sulla protezione dal radon pag 14

La situazione in Italia pag 15

Lo stato delle conoscenze in Toscana pag 16

Le nuove attività della Regione Toscana pag 17

Radon cosa fare pag 18

A chi rivolgersi per avere informazioni pag 19

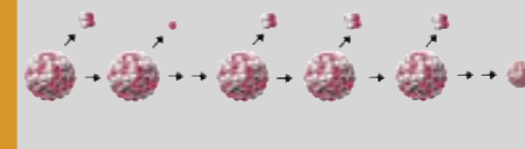
Cosa fa ARPAT pag 20

Normativa di riferimento pag 21

Breve storia del radon pag 22

Bibliografia pag 23

Negli ultimi anni è molto cresciuta l'attenzione dei cittadini e delle istituzioni nei confronti della qualità dell'aria negli ambienti chiusi; fra gli inquinanti meno noti, ma anche più diffusi, si trova il radon, che è la più importante fra le sostanze radioattive di origine naturale, perché contribuisce in media, a livello mondiale, per il 50% alla dose da radiazioni naturali.



Ogni persona è infatti esposta alla radioattività naturale che ha origine dal cosmo e dalle sostanze radioattive presenti

nell'ambiente e negli alimenti. A questa fonte possono aggiungersi le radiazioni di origine artificiale, che derivano dalle cure mediche, oppure dalle attività industriali e di ricerca, e infine dagli esperimenti o usi delle armi nucleari.

L'esposizione del genere umano a questo tipo di radiazione è poco nota ma molto importante, perché le sostanze radioattive possono indurre la formazione di tumori.

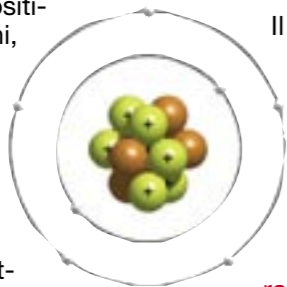
Questa scheda informativa si propone di essere un primo strumento informativo utile a comprendere cosa è il radon e cosa si può fare per ridurre la presenza negli ambienti in cui viviamo.

Cos'è la radioattività?

La materia che ci circonda (aria, acqua, terra, esseri viventi) è costituita da atomi, che a loro volta sono fatti da un nucleo estremamente piccolo, un milione di miliardi di volte più piccolo di un metro, circondato da una nuvola di particelle di carica negativa, gli elettroni. Il nucleo dell'atomo è costituito dai protoni, carichi positivamente, e dai neutroni, che sono invece privi di carica elettrica e perciò neutri (da qui il loro nome). In genere in un atomo il numero di protoni è uguale al numero di elettroni, così che l'atomo è elettricamente neutro.

Per un dato elemento chimico, il numero di protoni è costante mentre può variare il numero di neutroni; in questo caso si parla di isotopi di quel dato elemento. Alcuni isotopi possiedono un nucleo instabile a causa di un eccesso di neutroni. Questa instabilità provoca una trasformazione

spontanea volta a raggiungere uno stato più stabile. L'isotopo instabile è detto isotopo radioattivo o radionuclide, mentre la sua trasformazione prende il nome di decadimento radioattivo.

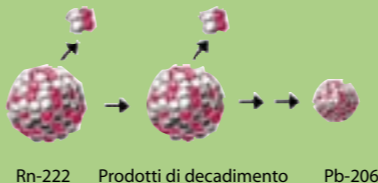


Cos'è il radon?

Il radon è un gas radioattivo di origine naturale. Dal punto di vista chimico il radon è un **gas nobile**, è il più pesante fra i gas nobili ed è solubile in acqua. E' incolore, inodore e insapore ed è prodotto dal **decadimento radioattivo** del radio, generato a sua volta dall'**uranio**.

Gli **elementi** radioattivi naturali più importanti sono i **radionuclidi** primordiali, che esistono fin dalla formazione della terra; appartengono a questi l'uranio e il **torio**, che danno origine a tre serie di **isotopi** tutti radioattivi, generati l'uno dal decadimento dell'altro.

SEQUENZA DI DISINTEGRAZIONE DELL'URANIO 238



Il decadimento del radon (^{222}Rn) produce isotopi a loro volta radioattivi, chiamati prodotti di decadimento o "figli del radon" (solo come elemento di curiosità, si fa notare che in inglese si parla di "radon daughters", ovvero le figlie del radon...).

I prodotti di decadimento del radon sono importanti dal punto di vista del rischio radiologico perché, una volta inalati, possono decadere prima di venire rimossi dai meccanismi di eliminazione da parte dei polmoni, danneggiandone quindi i tessuti.

Proviamo a capire meglio di che si tratta... ecco un piccolo glossario

- ➔ **gas nobile:** fanno parte dei gas nobili radon, elio, argon, kripton. Il termine deriva dal fatto che questi gas, poco reattivi e poco concentrati in natura, non reagiscono, dunque non formano composti (non si "mescolano"), con gli elementi comuni.
- ➔ **decadimento radioattivo:** è un insieme di processi per cui dei nuclei (parte centrale di un atomo) atomici instabili emettono, e dunque "rilasciano" particelle subatomiche (componenti il nucleo atomico) per raggiungere uno stato più stabile.
- ➔ **uranio:** è un metallo radioattivo che in natura non si trova allo stato

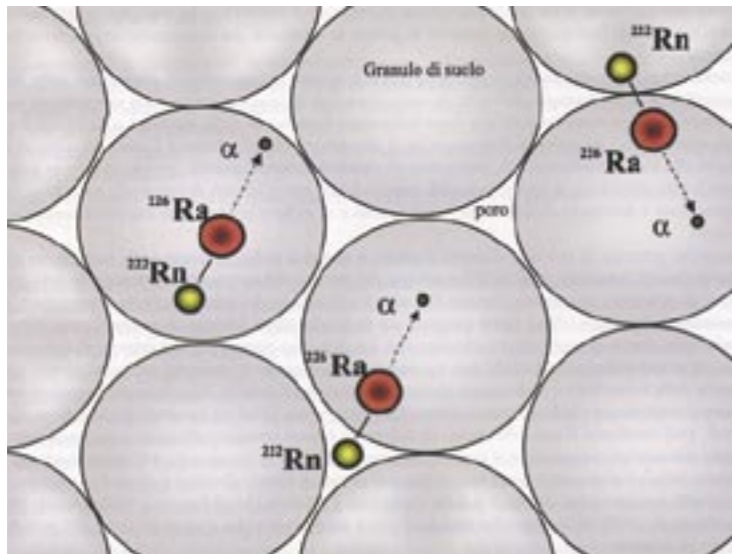
libero, ma sotto forma di ossido o sale complesso, in minerali come la pechblenda o la carotite. Viene usato soprattutto per la produzione di energia nei reattori nucleari.

- ➔ **elemento:** è una sostanza pura costituita da un unico tipo di atomi.
- ➔ **radionuclide:** è un elemento instabile che raggiunge una condizione di stabilità attraverso l'emissione di particelle e radiazione elettromagnetica.
- ➔ **torio:** è l'elemento radioattivo più diffuso sulla superficie terrestre ed è presente in piccole quantità nella maggior parte delle rocce e

dei terreni. E' usato in leghe non ferrose, soprattutto di magnesio, e come stabilizzante nei tubi elettronici; l'ossido di torio viene impiegato nei filamenti luminosi e come catalizzatore.

- ➔ **isotopi:** sono atomi di uno stesso elemento chimico con numero di protoni (cariche positive) fisso e numero di neutroni (cariche neutre) variabile.
- ➔ **tempo di dimezzamento:** è il tempo che deve passare affinché la metà degli atomi radioattivi presenti inizialmente si trasformi spontaneamente in un altro elemento.

Radon



Le sorgenti del radon

I radionuclidi delle famiglie radioattive naturali sono presenti nella crosta terrestre in tutte le rocce e nei suoli, in concentrazioni che dipendono dal tipo di formazione geologica, generalmente comprese fra 0,5 e 5 mg/kg. L'uranio (che, come abbiamo detto, genera il radio che attraverso il decadimento radioat-

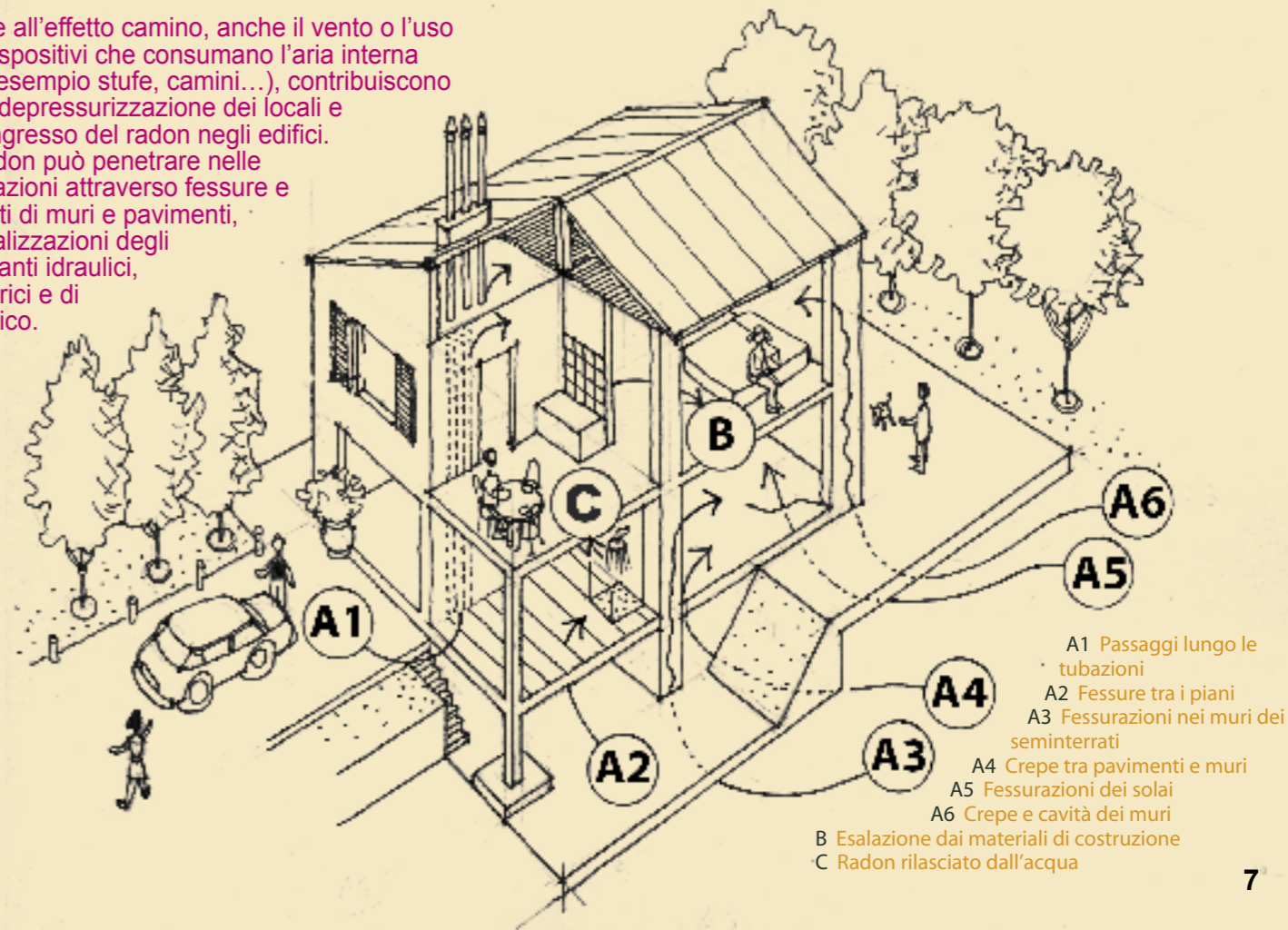
tivo produce a sua volta il radon) ha la tendenza a concentrarsi, ad esempio, in alcuni tipi di roccia di origine vulcanica, e si trova spesso in concentrazioni elevate anche in rocce fosfatiche, ovvero rocce sedimentarie costituite da resti di organismi animali. Non tutto il radon generato dal decadimento del radio nella roccia viene rilasciato nell'ambiente; più i

granelli che costituiscono la roccia sono fini, maggiore è la possibilità di rilascio.

Il radon, una volta uscito dalla roccia, può essere trasportato dai fluidi contenuti nel sottosuolo anche a grande distanza dall'origine. Quando fuoriesce dal terreno, dai materiali da costruzione e in qualche caso anche dall'acqua, nell'atmosfera si disperde rapidamente, mentre tende ad accumularsi negli ambienti chiusi, raggiungendo concentrazioni pericolose per la salute, se i ricambi di aria non sono adeguati.

Il radon si diffonde all'interno degli ambienti chiusi a causa della differenza di pressione fra gli edifici e il suolo: l'aria calda che sale nella casa provoca negli scantinati e nei piani inferiori una lieve depressione dando luogo così a un'aspirazione dal suolo, cioè il cosiddetto "effetto camino".

Oltre all'effetto camino, anche il vento o l'uso di dispositivi che consumano l'aria interna (ad esempio stufe, camini...), contribuiscono alla depressurizzazione dei locali e all'ingresso del radon negli edifici. Il radon può penetrare nelle abitazioni attraverso fessure e giunti di muri e pavimenti, canalizzazioni degli impianti idraulici, elettrici e di scarico.



Riepilogo dei dati pubblicati (1082 campioni) sulla concentrazione di radioattività di diversi materiali da costruzione usati in Italia (tratto da Risica *et al.*, *International Workshop Radon in the Living Environment* 1999, Athens, Greece.)

Materiale da costruzione	Ra-226 (Bq* / kg)		Th-232 (Bq* / kg)	
	media	min-max	media	min-max
tufo	209	136–316	349	99–542
cemento	42	7–98	66	9–240
pietra sienite	317	239–384	234	173–342
pietra peperino	159	109–256	171	152–231
calcestruzzo	22	21–23	16	16
laterizi	29	0–67	26	3–51
sabbia	18	0–24	22	6–27
ghiaia	15	11–21	14	13–16
gesso	8	0–16	3	1–8
calce	9	7–15	6	2–8
travertino	1	0–2	0	0–1
marmo	4	1–13	1	0–3
granito	89	24–378	94	36–358
porfido	41	25–51	59	45–73



Il suolo e i materiali da costruzione, come ad esempio il tufo vulcanico, sono la principale fonte di immissione del radon negli edifici.



Concentrazioni tipiche dei principali radionuclidi nei suoli del mondo

Radionuclide	Valore centrale (Bq*/kg)	Intervallo dei valori (Bq*/kg)
²³⁸ U (isotopo dell'Uranio)	35	16-110
²²⁶ Ra (isotopo del Radio)	35	17-60
²³² Th (isotopo del Torio)	30	11-64

* Bq = Becquerel, unità di misura della radioattività. Misura il numero di disintegrazioni (trasformazioni) al secondo.

I rischi connessi con l'esposizione al radon

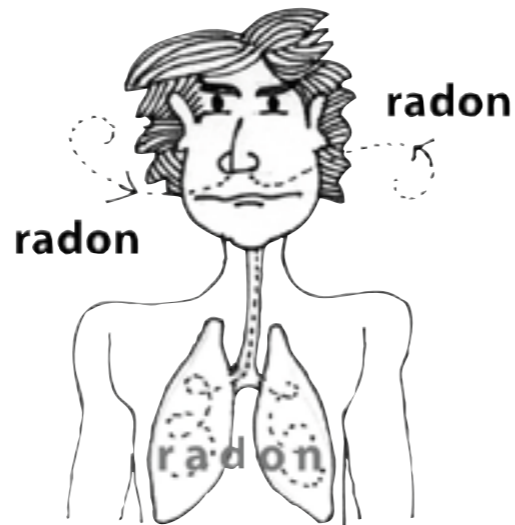
sono da collegarsi prevalentemente

all'esposizione ai suoi "figli":

essi rappresentano la seconda causa

di tumore polmonare,

dopo il fumo di sigaretta.



Esposizione al radon e ai suoi prodotti di decadimento: effetti sulla salute

Il radon presente nell'aria viene inalato e in gran parte espirato. I prodotti di decadimento del radon, invece, si trovano nel particolato atmosferico presente negli ambienti chiusi, che viene trattenuto a livello bronchiale. Il radon e i suoi "figli" possono generare un danno al DNA dei tessuti polmonari a

causa dell'energia rilasciata dalle particelle alfa* emesse nel decadimento. Una buona parte dei danni procurati al DNA viene riparata grazie ad appositi meccanismi cellulari. La parte di danni non riparata col tempo può trasformarsi in tumore: maggiore è la quantità di radon e dei suoi "figli" inalata, maggiore è il rischio che qualche danno non venga riparato e che si trasformi in tumore, in particolare se il danno alle cellule è associato

a quello da fumo di tabacco. Tra il danno al tessuto polmonare e l'insorgere di un tumore possono trascorrere anni o decenni.

* Particelle alfa: emissione da parte del nucleo di due protoni e due neutroni. Si tratta di una radiazione poco penetrante (basta infatti un semplice foglio di carta a bloccarla) e quindi poco pericolosa se colpisce il corpo umano dall'esterno, ma molto pericolosa se emessa da una sostanza ingerita o inalata.

L'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro dell'OMS nel 1988 ha classificato il radon e i suoi prodotti di decadimento fra le sostanze per le quali vi è la massima evidenza di cancerogenicità per l'uomo (gruppo 1).

I primi studi epidemiologici che hanno mostrato un incremento di tumori polmonari associato con l'esposizione al radon sono quelli sui minatori di miniere di uranio.

Più recentemente sono stati effettuati studi sulla popolazione costituita da maschi e femmine in tutte le fasce d'età esposta negli ambienti residenziali, dove le concentrazioni di radon sono molto inferiori a quelle delle miniere. I risultati confermano l'esistenza di un rischio di tumore polmonare che aumenta al crescere del livello medio di concentrazione di radon e della durata media dell'esposizione.

L'Istituto Superiore di Sanità ha stimato che in Italia, sulla base degli studi epidemiologici più recenti, i casi di tumore polmonare attribuibili al radon sono tra 1.500 e 5.500, su un totale di circa 31.000 tumori polmonari che si verificano ogni anno. La gran parte di questi casi avviene tra i fumatori a causa della sinergia tra radon e fumo di sigaretta. Non sono accertati altri effetti derivanti dall'esposizione al radon.

Un importante risultato degli studi più recenti, a cui anche l'Italia ha partecipato, è che il rischio da radon per i fumatori è circa 25 volte superiore a quello per i non fumatori, a causa della sinergia tra radon e fumo di tabacco. Ciò è determinante per identificare e attuare strategie integrate di riduzione del rischio.

Recenti studi epidemiologici hanno dimostrato che il rischio di sviluppare tumori è basso, ma non nullo, anche per concentrazioni di radon non superiori a 200 Bq/m³, che sono abbastanza comuni sul territorio nazionale.

Come si misura la concentrazione di radon in aria

La concentrazione di radon all'interno degli edifici è determinata da numerosi fattori, quali il tipo di suolo su cui un edificio è costruito e la sua permeabilità, le condizioni meteorologiche, il microclima interno all'edificio, il tipo di costruzione e in particolare l'isolamento dal

sottosuolo; i livelli di concentrazione sono dunque molto variabili nel tempo, sia nell'arco della giornata che dell'anno.

I sistemi di misura della concentrazione di radon in aria si dividono sostanzialmente in due classi.

I sistemi passivi consentono di misurare la concentrazione media su periodi più o meno lunghi, fino a un

Di norma la concentrazione è più elevata durante la notte, più bassa di giorno, e aumenta nei periodi di scarso utilizzo degli ambienti, a causa della carenza di ricambi d'aria. E' inoltre generalmente più alta, in media, in inverno che in estate.

anno, durata raccomandata dalle organizzazioni scientifiche internazionali per la valutazione dell'esposizione media.

I sistemi passivi più utilizzati per le misure di lunga durata sono normalmente chiamati dosimetri, anche se in realtà misurano la concentrazione di radon e non la dose, e sono costituiti da un contenitore di plastica che, essendo permeabile al radon, consente a tale gas di entrare liberamente.

All'interno del dosimetro si trova un rivelatore delle particelle alfa emesse dal radon e dai suoi prodotti di decadimento. Il rivelatore è costituito da materiale plastico sul quale le particelle alfa lasciano



Dosimetro aperto

tracce microscopiche del loro passaggio, che vengono poi analizzate in laboratorio.

I dosimetri devono rimanere nella stessa posizione, di solito sopra un armadio o appesi al muro.

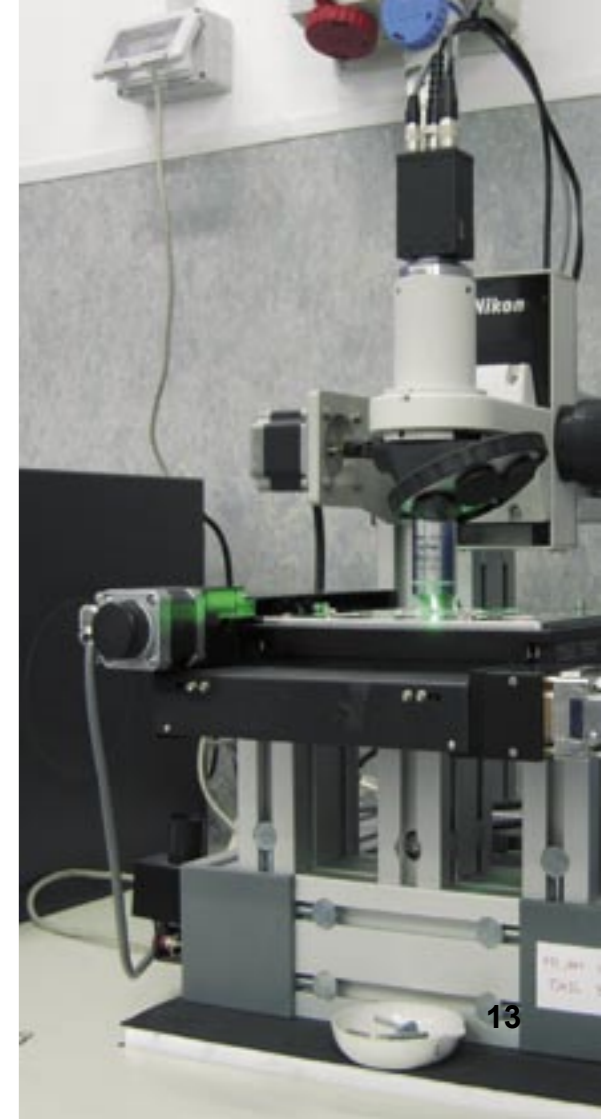
I sistemi attivi, basati su diversi sistemi di rivelazione, generalmente molto più costosi dei sistemi passivi, consentono di misurare l'andamento della concentrazione di radon nel tempo, e sono prevalentemente utilizzati per individuare i punti di ingresso del radon negli edifici e le variazioni della concentrazione durante l'arco di una giornata o della settimana.



Dosimetro chiuso

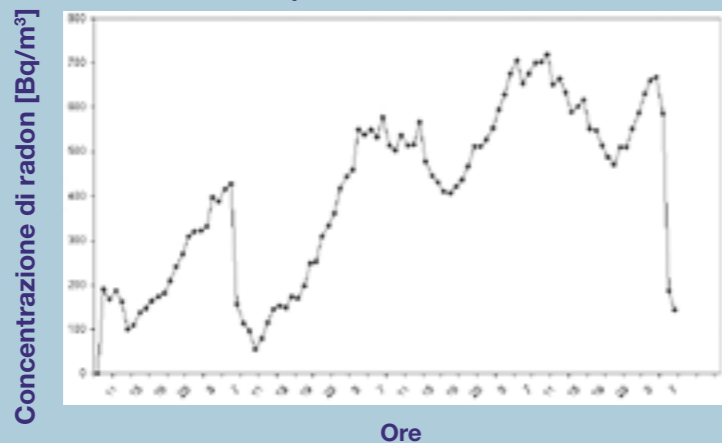


Sistema di conteggio delle tracce al microscopio.



Andamento della concentrazione di radon in una scuola, nell'arco di una settimana. Le concentrazioni sono inferiori al mattino, subito dopo l'apertura delle finestre per l'aerazione dell'aula, e raggiungono il massimo durante la notte e nel fine settimana.

Scuola materna misura in continuo a partire dal 20/03/95



NORMATIVA SULLA PROTEZIONE DAL RADON

Lavoratori

L'Italia ha recepito con il D.Lgs. 241/00 la Direttiva 96/29/Euratom, che regola per la prima volta l'esposizione alle sorgenti di radiazioni naturali, tra le quali è compreso il radon.

Le attività lavorative che sono soggette alla normativa per l'esposizione al radon sono:

- ✗ luoghi di lavoro particolari come tunnel, metropolitane, grotte, catacombe, e tutti i luoghi sotterranei
- ✗ tutti i luoghi di lavoro in zone dove, in generale, è più probabile trovare concentrazioni di radon elevate (radon-prone areas) che devono essere individuati dalle Regioni competenti
- ✗ terme e attività estrattive

I datori di lavoro devono far misurare la concentrazione del radon negli ambienti sotterranei per la tutela dei lavoratori e della popolazione e verificare che essa sia inferiore al livello di azione di 500 Bq/m³. Il valore soglia è chiamato "livello di azione", e non "limite", perché il suo superamento non prevede le sanzioni, ma obbliga ad adottare provvedimenti per la riduzione della concentrazione e del rischio.

Popolazione

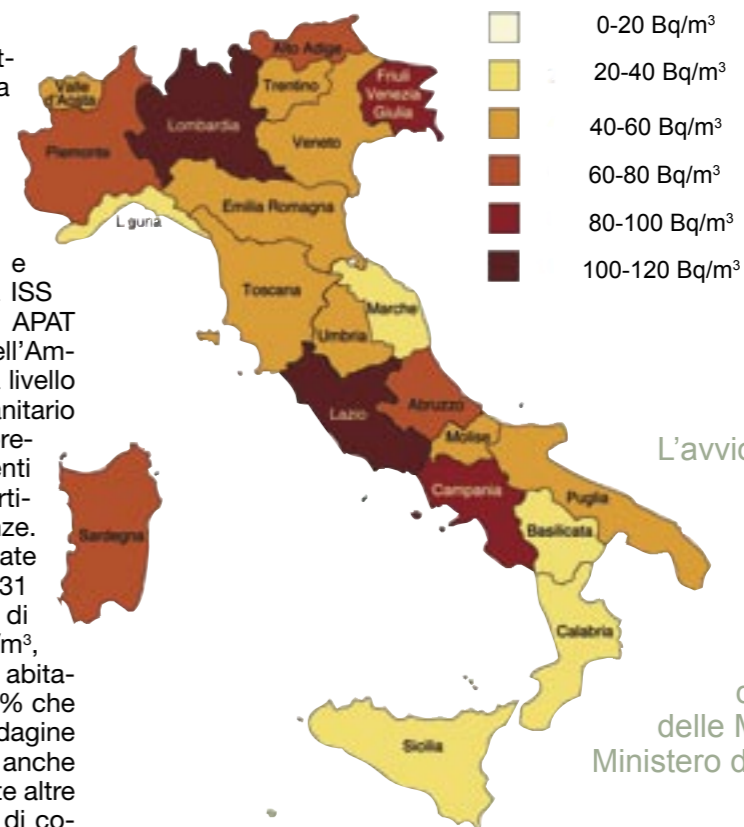
L'Unione Europea ha emanato la Raccomandazione 90/143/Euratom sulla Tutela della popolazione contro l'esposizione a radon negli ambienti chiusi, che raccomanda i livelli di riferimento di 400 e 200 Bq/m³ per gli edifici esistenti (400) e futuri (200).

L'Italia non ha adottato norme particolari per i livelli di radon nelle abitazioni, a differenza di diversi paesi europei. Tuttavia, nelle "Linee guida per la tutela e promozione della salute negli ambienti confinati", recepite con l'Accordo Stato-Regioni del 27 settembre 2001, si introduce la necessità di predisporre un Piano Nazionale Radon comprendente, fra l'altro, una proposta per la normativa di tutela dal radon negli ambienti di vita, le azioni di rimedio e di prevenzione per gli edifici, e una regolamentazione dell'uso di particolari materiali da costruzione.

La situazione in Italia

Dal 1988 al 1996 è stata condotta un'indagine nazionale sulla radioattività naturale nelle abitazioni, che ha fornito la prima valutazione dell'esposizione della popolazione al radon a livello regionale.

L'indagine è stata organizzata e coordinata a livello nazionale da ISS (Istituto Superiore di Sanità) e APAT (Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici), e a livello locale ha coinvolto il Sistema sanitario regionale con le strutture della prevenzione: attualmente i Dipartimenti di Prevenzione delle ASL e il Dipartimento provinciale ARPAT di Firenze. Il campione di abitazioni misurate in Toscana è stato di 308 su 5631 totali in Italia. La concentrazione di radon media nazionale è 70 Bq/m³, con una percentuale del 4% di abitazioni che superano i 200 e dell'1% che superano i 400 Bq/m³. Dopo l'indagine nazionale diverse regioni, tra cui anche la Toscana, hanno effettuato molte altre misure per approfondire il livello di conoscenza sul proprio territorio.



Lo stato delle conoscenze in Toscana

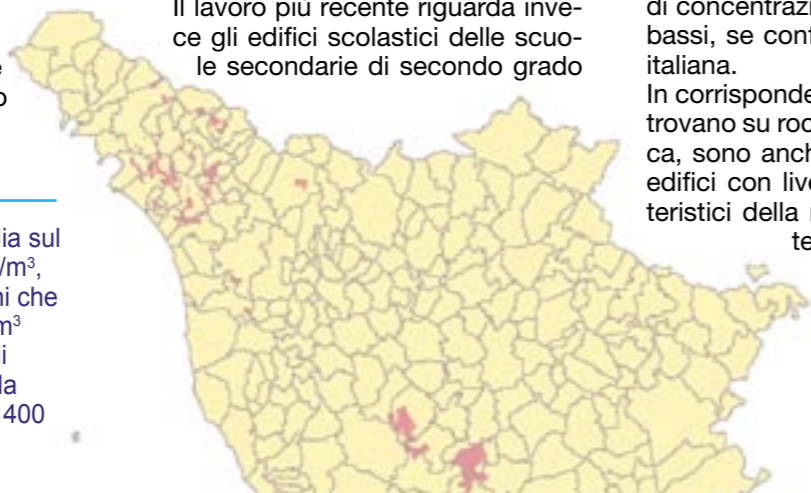
In Toscana, oltre all'indagine nazionale, la Regione ha promosso ulteriori indagini sia nelle abitazioni delle aree geotermiche, l'Amiata e le Colline Metallifere, sia nelle scuole materne e negli asili nido

su tutto il territorio regionale. Tutte le indagini citate sono state realizzate da ARPAT con la collaborazione dei Dipartimenti di Prevenzione, dei Comuni, delle scuole e dei cittadini.

Il lavoro più recente riguarda invece gli edifici scolastici delle scuole secondarie di secondo grado

della Provincia di Firenze. I risultati, complessivamente, mostrano che in Toscana la popolazione in generale, e i bambini in particolare, durante le loro attività educative risultano esposti a livelli di concentrazione di radon medio-bassi, se confrontati con la media italiana.

In corrispondenza delle aree che si trovano su rocce di origine vulcanica, sono anche presenti numerosi edifici con livelli medio-alti, caratteristici della natura geologica del territorio di una parte dell'Italia centrale.

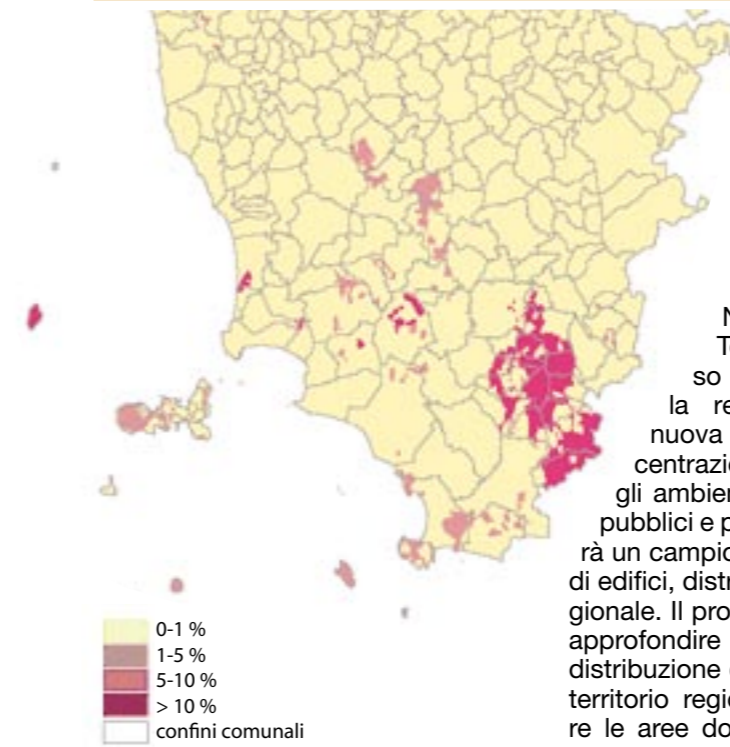


La concentrazione di radon media sul territorio regionale è circa 50 Bq/m³, con una percentuale di abitazioni che hanno livelli superiori a 400 Bq/m³ inferiore all'1%. In alcune aree di formazione magmatica, invece, la percentuale di edifici superiori a 400 Bq/m³ è maggiore del 10%.

Indagine	Area	Periodo	Tipologia Edifici	Numero edifici	Media Bq/m ³	Valore Massimo misurato Bq/m ³	% misure > 400 Bq/m ³
Nazionale	Toscana	1989-91	Abitazione	308	40	350	0
Regionale	Amiata	1992-94	Abitazione	79	145	1240	11,0
Regionale	Colline Metallifere	1992-94	Abitazione	53	47	550	2,0

Risultati delle principali indagini effettuate in Toscana

Indagine	Area	Periodo	Tipologia Edifici	Numero edifici	Media Bq/m ³	Valore Massimo misurato Bq/m ³	% misure > 400 Bq/m ³
Regionale	Toscana	1994-96	Scuola Materna e Asilo Nido	546	40	610	0,6
Provinciale	Provincia Firenze	2003-06	Scuola Secondaria Il Grado	69	34	180	0



Le nuove attività della Regione Toscana

Nel 2006 la Regione Toscana* ha promosso e affidato ad ARPAT la realizzazione di una nuova indagine sulla concentrazione del radon negli ambienti di vita e di lavoro pubblici e privati, che coinvolgerà un campione di alcune migliaia di edifici, distribuiti sul territorio regionale. Il progetto è finalizzato ad approfondire le conoscenze sulla distribuzione dei livelli di radon sul territorio regionale e a identificare le aree dove le concentrazioni

sono più elevate, come previsto dal Capo III bis del D.Lgs. 241/00; nelle zone così individuate dovranno essere effettuate le misure in tutti gli ambienti di lavoro e adottate nei regolamenti edilizi le misure per la limitazione dell'ingresso del radon negli edifici.

Il progetto si svilupperà per fasi, che coinvolgeranno gradualmente tutti i Comuni della Toscana; la sua conclusione è prevista per il 2008.

* Nell'ambito del Progetto integrato fra Direzione per il Diritto alla Salute e Politiche di Solidarietà e Direzione per le Politiche Territoriali e Ambientali.



Cosa fare per individuare le situazioni che possono indicare l'opportunità di fare una misura

Esaminare il tipo di costruzione e controllare:

- ✓ se ci sono pavimenti o pareti a diretto contatto con il terreno
- ✓ se l'isolamento dal sottosuolo è scarso
- ✓ se le mura sono di materiali come tufo, granito...
- ✓ se le pareti sono realizzate con pietre piccole e il materiale è sgretolato dal tempo

E' comunque importante ricordare che normalmente la concentrazione del radon è più elevata al piano terreno. Tuttavia, se ci sono, ad esempio, scale interne che mettono in comunicazione tutti i piani o altre vie di comunicazione fra i piani, è anche possibile trovare la situazione inversa.

Come ridurre la concentrazione di radon

Quando la concentrazione di radon supera i livelli di riferimento o azione, esistono diverse possibilità d'intervento, la cui scelta dipende da come è costruito l'edificio e come sono distribuiti gli ambienti. Quindi la prima cosa da fare è quella di effettuare misure di breve durata in diversi ambienti per individuare le vie di accesso del radon all'interno dell'edificio

Come prevenire l'ingresso del radon negli edifici

Nei regolamenti edilizi delle aree con concentrazioni più elevate in futuro saranno inserite indicazioni per la costruzioni degli edifici in modo da limitare l'ingresso del radon.

I principali accorgimenti in fase di progettazione riguardano l'isolamento dal terreno, la possibilità di areare il vespaio o le cantine, la sigillatura delle vie di accesso del gas all'interno, rendendo impermeabili i solai, e l'isolamento di fessure e condutture.

Anche la scelta dei materiali da costruzione a basso contenuto di radionuclidi naturali riduce i livelli di concentrazione, anche se i materiali non bastano da soli a determinare livelli molto elevati.



Alcuni accorgimenti

Areare di più (aumentare i ricambi d'aria) gli ambienti: questa soluzione è molto semplice, ma non sempre utilizzabile in inverno; inoltre non consente di ridurre la concentrazione quando i livelli sono molto elevati.

Isolare l'abitazione dal terreno, sigillando crepe, condutture, aperture (compresi pozzetti) e tutto ciò che può costituire una via di ingresso dell'aria dal sottosuolo: ciò può essere fatto in corso di ristrutturazione con piccoli costi aggiuntivi.

Far ricorso alla ventilazione forzata: i sistemi principali sono l'estrazione dell'aria ricca di radon del vespaio verso l'esterno dell'edificio, oppure, al contrario, si può creare una sovrappressione nel vespaio stesso, in modo da contrastare la fuoriuscita del radon dal terreno. In alternativa è anche possibile pressurizzare l'edificio con l'immissione di aria dall'esterno.

A chi rivolgersi per avere informazioni

Ai Dipartimenti di Prevenzione delle ASL, che sono l'organo di prevenzione, promozione della salute e vigilanza sia in ambienti di vita che di lavoro. Rappresentano inoltre il primo reale punto di contatto con le istituzioni a cui i cittadini si rivolgono per avere delucidazioni su problemi inerenti la salute.

Ai Dipartimenti provinciali e all'Articolazione Funzionale "Radioattività" ARPAT.



Cosa fa ARPAT



ARPAT si è dotata di una propria “Articolazione Funzionale regionale Radioattività”, che ha sede presso il Dipartimento provinciale di Firenze e che svolge le seguenti attività specialistiche:

- è il Centro di riferimento regionale per il controllo della radioattività ambientale di origine artificiale e naturale
- predispone e coordina, secondo le indicazioni delle Autorità internazionali, nazionali e regionali, programmi di controllo della radioattività ambientale sul territorio regionale
- svolge attività di informazione, sviluppo di linee guida, collaborazione e attività di supporto tecnico ai Dipartimenti provinciali ARPAT per l’attuazione dei programmi di controllo della radioattività ambientale
- supporta la Regione Toscana, APAT e altri organi della Protezione Civile in caso di emergenza radiologica

ARPAT, inoltre, sta lavorando per la realizzazione dell’indagine regionale per la mappatura dei livelli di concentrazione di radon negli ambienti di vita e di lavoro e l’identificazione delle aree a elevata concentrazione in Toscana.

Normativa di riferimento



Radon in aria

Raccomandazione Euratom n.143/90

Raccomandazione della Commissione del 21 febbraio 1990 sulla tutela della popolazione contro l’esposizione al radon negli ambienti chiusi

Decreto Legislativo 17 marzo 1995, n.230

Attuazione delle direttive Euratom 80/836, 84/467, 84/466, 89/618, 90/641, e 92/3 in materia di radiazioni ionizzanti



Decreto Legislativo 26 maggio 2000, n. 241

Attuazione della direttiva 96/29/ Euratom in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti



Decreto Legislativo 9 maggio 2001, n.257

Disposizioni integrative e correttive del Decreto Legislativo 26 maggio 2000, n.241, recante attuazione della direttiva 96/29/ Euratom in materia di Protezione sanitaria della popolazione dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti

Radon in acqua

Raccomandazione Euratom 928/01

Raccomandazione della Commissione del 20 dicembre 2001 sulla tutela della popolazione contro l’esposizione al radon nell’acqua potabile.

Breve storia del radon

La radioattività fu scoperta nel 1896 da Henri Becquerel, il quale osservò che i sali di uranio avevano la capacità di impressionare una lastra fotografica pur essendo essa ricoperta con uno strato di materiale opaco alla luce. Due anni dopo, nel 1898, i coniugi Curie scoprirono che se l'uranio era puro emetteva radiazioni in misura minore e conclusero, dunque,

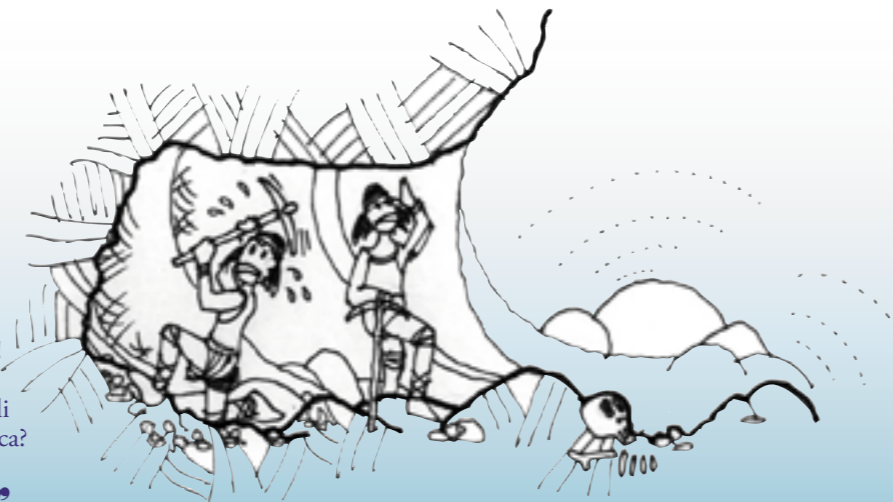
“ Quidve mali fit ut exalent aurata metalla!
Quas hominum reddunt facies qualisque colores!
Nonne vides audisve perire in tempore parvo
quam soleant et quam vitae copia desit,
quos opere in tali cohibet vis magna necessis?
Hos igitur tellus omnia exaestuat aestus
expiratque foras in apertum promptaque caeli.”

Tito Lucrezio Caro (90-50 a. C.), *De Rerum Natura*, Libro VI

“E quali miasmi talora esalano le miniere d'oro!
Come riducono le facce degli uomini e come i colori!
Non vedi o non senti dire come sono soliti morire
in breve tempo e come manchino di forza vitale quelli
che la grande forza della necessità costringe a tale fatica?
La terra dunque sprigiona tutte queste esalazioni
e le emana fuori all'aperto e nei liberi spazi del cielo.”

che le impurità dovevano contenere elementi ancora più radioattivi: erano stati scoperti e isolati il polonio e il radio. Nel 1900 il fisico Dorn scoprì, infine, che i sali di radio esalavano un gas radioattivo: il radon. Dopo la scoperta dei vari elementi radioattivi fu evidenziata “quasi” subito la pericolosità dell'esposizione a radiazioni; nel 1902, infatti, fu riconosciuto per la prima volta un caso di tumore radio indotto.

Il legame tra alte concentrazioni di radon e rischio di tumore polmonare non fu riconosciuto da subito. Già nel 1500 Paracelso aveva notato l'alta mortalità dovuta a malattie polmonari tra i lavoratori delle miniere di Schneeberg, in Sassonia, e Georg Bauer, detto Agricola, nel suo trattato di metallurgia, *De re metallica*, ipotizzò che l'aria delle miniere contenesse un tipo di polvere, “fiato degli spiritelli”, che aggrediva e corrodeva i polmoni.



Solo negli anni '50 fu svelato il mistero dei minatori dello Schneeberg: grazie a indagini epidemiologiche su lavoratori di miniere d'uranio si scoprì che il radon e i suoi prodotti di decadimento sono

in grado di provocare il cancro polmonare. Le prime misure di concentrazioni di Radon nelle abitazioni non furono effettuate che nella metà degli anni '50, e soltanto nel 1993 l'ICRP,

la Commissione Internazionale per la Protezione Radiologica, ha promulgato specifiche raccomandazioni sul rischio per la salute e sulla protezione da radon negli ambienti di vita e di lavoro.

Bibliografia

Siti Internet

http://www.apat.gov.it/site/it-IT/Temi/Radioattivita_e_radiazioni/Radon
APAT: Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici
http://www.provincia.bz.it/agenzia-ambiente/2908/radon/index_i.htm
Provincia Autonoma Bolzano
<http://www.iaea.org>
IAEA: International Atomic Energy Agency
<http://www.icrp.org/>
ICRP: International Commission on Radiological Protection
http://www.euro.who.int/document/aicq/8_3radon.pdf
WHO: World Health Organization
<http://www.epa.gov/ebtpages/radiradiationsourradon.html>
EPA: U.S. Environmental Protection Agency
<http://www.salute.toscana.it/>

Per chi vuole approfondire

WHO-IARC (World Health Organization – International Agency for Research on Cancer). IARC Monograph on the Evaluation of Carcinogenic: *Risks to Humans: Man-made Mineral Fibres and Radon* IARC Monograph Vol. 43, 1988.
ICRP n. 65, *Protection Against Radon-222 at home and at work*, 1993.
ISS, ANPA, *Indagine nazionale sulla radioattività naturale nelle abitazioni*, Istisan Congressi 34, Roma 1994.
Gaidolfi L., Malisan M. R., Bucci S., Cappai M., Bonomi M., Verdi L., Bochicchio F., *Rassegna delle esperienze di monitoraggio nelle scuole*. Atti del Convegno AIRP *Radon tra natura e ambiente costruito*. Venezia, 24-26 novembre 1997.
ANPA, *Il sistema informativo territoriale per la valutazione del potenziale di esalazione di radon dal suolo*, Serie Stato dell'Ambiente 9, 2000.
Bochicchio F., Risica S., *Esposizione della Popolazione Italiana a Radiazioni Ionizzanti di Origine Naturale*. Proc. Convegno Nazionale di Radioprotezione: Dosimetria personale ed ambientale (AIRP 2001), La Maddalena 26 - 28 settembre 2001.
Darby S. et al., *Radon in homes and risk of lung cancer: collaborative analysis of individual data from 13 European case-control studies*, BMJ, doi:10.1136/bmj.38308.477650.63, 2004.
Linee Guida per le misure di concentrazione di radon in aria nei luoghi di lavoro sotterranei. Conferenza dei Presidenti delle Regioni e delle Province Autonome di Trento e Bolzano del 6 febbraio 2003.

ARPAT**Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana****Direzione generale**via N. Porpora, 22
50144 Firenze

tel. 055.32061-fax 055.3206324

e-mail: protocollo@arpat.toscana.it

urp@arpat.toscana.it

Numero verde: 800 800400

www.arpat.toscana.it

Firenze sud/est**Servizio sub-provinciale**via Znojmo, 57
50065 Pontassieve (FI)
tel. e fax 055.8367650**Livorno****Dipartimento provinciale**via Marradi, 114
57126 Livorno
tel. 0586.26341-fax 0586.263477**Pisa****Dipartimento provinciale**via Vittorio Veneto, 27
56127 Pisa
tel. 050.835611-fax 050.835670**Empoli - Val d'Elsa****Servizio sub-provinciale**via Tripoli, 18
50053 Empoli (FI)
tel. 0571.53511-fax 0571.530282**Piombino****Servizio sub-provinciale**via Adige, 12
Loc. Montegemoli
57025 Piombino (LI)
tel. 0565.277311-fax 0565.277308**Comprensorio del cuoio****Servizio locale**via A. Gramsci, 63/d
56020 San Romano - Montopoli Valdarno (PI)
tel. 0571.450915-fax 0571.450596**Dipartimenti e Servizi****Arezzo****Dipartimento provinciale**viale Maginardo, 15
52100 Arezzo
tel. 0575.939111-fax 0575.939115**Mugello - Piana di Sesto F.no****Servizio sub-provinciale**via Don L. Sturzo, 29
50032 Borgo S. Lorenzo (FI)
tel. 055.8496214-fax 055.8494614**Lucca****Dipartimento provinciale**via Vallisneri, 6
55100 Lucca
tel. 0583.958711-fax 0583.958720**Pistoia****Dipartimento provinciale**via Baroni, 18
51100 Pistoia
tel. 0573.99251-fax 0573.21751**Valdarno****Servizio locale**via Mazzini, 40
52027 S. Giovanni Valdarno (AR)
tel. 055.944955-fax 055.9129807**Mugello - Piana di Sesto F.no****Servizio sub-provinciale**via Togliatti, 6
50019 Sesto F.no (FI)
tel. 055.4214711-fax 055.4214734**Versilia****Servizio Locale**p.zza della Repubblica, 16
55045 Pietrasanta (LU)
tel. 0584.793725-fax 0584.70430**Prato****Dipartimento provinciale**via Lodi, 20
59100 Prato
tel. 0574.437451-fax 0574.437460**Firenze****Dipartimento provinciale**via Ponte alle Mosse, 211
50127 Firenze
tel. 055.32061-fax 055.3206218**Grosseto****Dipartimento provinciale**via Fiume, 35
58100 Grosseto
tel. 0564.422411-fax 0564.422460**Massa e Carrara****Dipartimento provinciale**via del Patriota, 2
54100 Massa
tel. 0585.899411-fax 0585.47000**Siena****Dipartimento provinciale**Loc. Ruffolo
53100 Siena
tel. 0577.365711-fax 0577.365726