



ISSN 0392-4831 - Mensile - Anno XLVI

Tecnica Ospedaliera

PORTE OSPEDALIERE

INGRESSI AUTOMATICI • INFISSI METALLICI
PER L'EDILIZIA SANITARIA & L'INGEGNERIA CLINICA



ANTICHE OFFICINE
dal 1927



made in Italy

Con il patrocinio di



CREMS
Centro di Ricerca
in Economia e Management
in Sanità e nel Sociale
LIUC
Università Cattaneo



PORTE: ERMETICHE • A TENUTA • MANUALI • SCHERMATE ANTI RX



www.ponzi.eu

BAGNARA-RA
☎ 0545 76009

MILANO
☎ 02 8394231

PESCARA
☎ 085 4483020

ROMA
☎ 06 88566005



tecniche nuove
healthcare



**Tecnica
Ospedaliera**



In copertina:
PONZI
Viale Gramsci, 26/A
48031 Bagnara di Romagna
(RA)
Tel. 0545.76009

SOMMARIO MARZO 2020

DIREZIONE GENERALE

6 Dispositivi medici.
Ottava edizione dell'indagine che fotografa il settore
Lorenzo Terranova

8 Partnership Pubblico-Privato in sanità
A. De Negri, D. Croce, L. Maffoli
U. Palaoro, G. De Filippis, D. Versace,
A. Visconti, S. Silvola

PROGETTAZIONE

14 Ospedale Misericordia, Grosseto.
Architettura per l'alta intensità
Giuseppa La Franca

EFFICIENZA ENERGETICA

20 Monitoraggio ed efficienza energetica, l'esperienza dell'Asl Cuneo 1
M. Caramella, M. Carpinelli, S. Macagno

BLOCCO OPERATORIO

26 Sala operatoria ibrida, il futuro della cardiologia
Giovanni Felice

MANAGEMENT INFERMIERISTICO

30 Gestione della comunicazione nel paziente enterostomizzato
B. Loddo, G. Liquori, A. Surace, S. Di Mario,
S. Spina, S. Ianni, A. Failla, N. Mattei,
C. Russo, D. Parisse, E. Di Simone,
S. Dionisi, N. Giannetta, M. Di Muzio

INGEGNERIA CLINICA

33 Il software come dispositivo medico
Armando Ferraioli

SICUREZZA

38 Igiene delle mani, il progetto del Joint Commission Italian Network
Stefania Somaré

41 Radon, il rischio in ambienti sanitari
Armando Ferraioli

SPECIALE NEONATOLOGIA E PEDIATRIA

48 Rete materno-fetale lombarda, le ultime novità
Aurora Sala

51 Trasporto Sten/Stam, l'Italia ha una buona copertura
Beatrice Arieti



54 **Politrauma pediatrico, come gestirlo al meglio**
Stefania Somaré

57 **Il dolore nel bambino, un approccio diverso**
Doyle Watson

60 **La nuova Pediatria Clinica dell'Ospedale Buzzi di Milano**
Aurora Sala

62 **Un modello per studiare la ventilazione meccanica nei neonati**
Valentina Sirtori

64 **Toscana, il percorso del bambino con trauma**
Paola Arosio

01 HEALTH

67 **Il machine learning applicato al percorso perioperatorio**
Stefania Somaré

70 **Dall'intelligenza artificiale una mano alla diagnostica**
Doyle Watson

72 **Intelligenza artificiale contro il carcinoma polmonare**
Elena D'Alessandri

CASE HISTORY

74 **Ottimizzare il workflow clinico**
Roberto Tognella

76 **Armadi RFID per una gestione efficiente in Emodinamica**

78 **NOTIZIARIO AIIC**
Associazione Italiana Ingegneri Clinici

80 **SENTENZE**
Alessandro Brigatti

81 **APP SANITÀ**
Stefania Somaré

82 **VETRINA**



Anno XLVI - Numero 2 - marzo 2020

<http://www.tecnicaospedaliera.it/>

Casa editrice: Tecniche Nuove spa, Via Eritrea 21 - 20157 Milano Tel. 0239090.1



Direttore responsabile: Ivo Alfonso Nardella

Diretto editoriale area: Paolo Pegoraro

Coordinamento di redazione: Cristiana Bernini

Redazione: Cristina Suzzani -

tel. 0239090318 - fax 0239090332 e-mail:

cristina.suzzani@tecniche nuove.com

Comitato Scientifico: Stefano Capolongo,

Marco Di Muzio, Danilo Gennari, Giuseppe La

Franca, Adriano Lagostena, Lorenzo Leogrande,

Luigi Lucente, Luigi O. Molendini, Luciano Villa

Diretto commerciale: Cesare Gnocchi

Coordinamento stampa: Fabrizio Lubner

(resp.), Sara Andreazza (tel. 0239090295) -

sara.andreazza@tecniche nuove.com

Servizio abbonamenti: Tel. 0239090.440 -

abbonamenti@tecniche nuove.com

Abbonamenti: Tariffe per l'Italia: cartaceo an-

nuale € 55,00; cartaceo biennale € 100,00 IVA

compresa; digitale annuale € 40,00 IVA com-

presa; Tariffe per l'estero: digitale annuale €

40,00. Per abbonarsi a Macchine Utensili è

sufficiente versare l'importo sul conto corrente

postale n. 394270 oppure a mezzo vaglia o

assegno bancario intestati a Tecniche Nuove

Spa - Via Eritrea 21 - 20157 Milano.

Gli abbonamenti decorrono dal mese successi-

vo al ricevimento del pagamento.

Costo copia singola € 2,30 (presso l'editore,

fiere e manifestazioni)

Copia arretrata (se disponibile) € 5,00 + spese

di spedizione)

Stampa: New Press - via De Gasperi, 4 - Cer-

menate (CO)

Impaginazione: Grafica Quadrifoglio

immagini: Adobe Stock, Depositphotos, Shut-

terstock

Responsabilità: la riproduzione delle illustra-

zioni e articoli pubblicati dalla rivista, nonché

la loro traduzione è riservata e non può

avvenire senza espressa autorizzazione della

Casa Editrice. I manoscritti e le illustrazioni

inviati alla redazione non saranno restituiti,

anche se non pubblicati e la Casa Editrice non

si assume responsabilità per il caso che si

tratti di esemplari unici. La Casa Editrice non

si assume responsabilità per i casi di eventuali

errori contenuti negli articoli pubblicati o di

errori in cui fosse incorsa nella loro riproduzio-

ne sulla rivista.

Associazioni/Associations

ANES

ASSOCIAZIONE NAZIONALE
EDITORIA DI SETTORE

Aderente a: Confindustria Cultura Italia

Tribunale di Milano n. 285 del

24/9/1979. Iscritta al ROC Registro degli Ope-

ratori di Comunicazione al n° 6419 (delibera

236/01/Cons del 30.6.01 dell'Autorità per le

Garanzie nelle Comunicazioni)

Radon

il rischio in ambienti sanitari

Il radon è un gas radioattivo naturale emesso dal suolo e da alcuni materiali da costruzione. È considerato la seconda causa di morte per tumore al polmone dopo il fumo. Per questo luoghi di lavoro e abitazioni devono essere sottoposti a controllo per scongiurare gli effetti nocivi. L'autore presenta una panoramica dei vari aspetti correlati al radon e delle possibilità per mitigarne gli effetti.

Armando Ferraioli - bioingegnere - Studio d'Ingegneria Medica e Clinica, Cava de' Tirreni (SA)

Il radon, in assenza di eventi incidentali, è per la popolazione la principale fonte d'esposizione a radioattività. L'OMS ne ha valutato la cancerogenicità, inserendolo nel Gruppo 1 come "agente in grado d'indurre il tumore polmonare": è la seconda causa di cancro al polmone dopo il fumo. La sanità ambientale, in ambienti particolarmente complessi e dinamici unici nel loro genere come le strutture sanitarie, va considerata una buona pratica se esplicitata in termini di controllo della contaminazione mediante attento e specifico monitoraggio. In ospedale la qualità dell'aria interna può essere peggiore di quella esterna proprio per le diverse sorgenti di contaminazione al suo interno. La contaminazione dell'aria indoor include particelle provenienti dalla fine combustione e dalle stazioni di produzione di energia, dalle eventuali polveri vulcaniche, dai bioaerosol, dagli agenti patogeni come pollini, batteri, virus e spore, dal fumo di tabacco, dalle polveri di asbesto e di silice, dai gas e dai vapori CO₂, CO, NO₂, NO, O₃, SO₂, Radon e VOCs. In questo articolo si tratta l'esposizione dell'ambiente a radon.

Generalità

Il radon è un gas naturale invisibile, incolore, inodore, insapore e quasi inerte, prodotto dal decadimento radioattivo dell'uranio, presente nel suolo e nelle rocce fin dalle origini della Terra. Il radon è il gas nobile più pesante: possiede punto d'ebollizione, punto di fusione, temperatura critica e pressione critica più elevate ($Z=86$, $A=219-222$) ed è otto volte più denso dell'aria. È prodotto dal decadimento di tre nuclidi capostipiti che danno luogo

a tre diverse famiglie radioattive: Torio 232, Uranio 235 e Uranio 238. È radioattivo, con tempo di dimezzamento dell'attività pari a 3,82 giorni, e decade con emissione di radiazioni α producendo "discendenti" radioattivi che emettono radiazioni α , β e γ . Quando si parla di radon ci si riferisce esclusivamente al radon 222. Chimicamente il radon è solo moderatamente solubile nell'acqua, solubilità che dipende dalla temperatura dell'acqua (aumenta con il diminuire della temperatura). Poiché a una temperatura di 20°C il coefficiente di solubilità del radon è 0,25, ne risulta che questo gas preferisce distribuirsi in aria piuttosto che in acqua ed è per questo che fuoriesce facilmente dall'acqua volatilizzandosi velocemente. Altre importanti proprietà di questo gas nobile sono rappresentate dalla sua solubilità nei solventi organici e dalla sua spiccata tendenza a essere assorbito su matrici attive quali carbone attivo e gel di silice. In sintesi, il radon come gas inerte, rispetto a tanti altri elementi radioattivi, è molto mobile e, una volta inalato, a seguito del processo di decadimento radioattivo produce elementi detti "figli" anch'essi radioattivi, di natura non gasosa. I "figli" del radon possono depositarsi sulla superficie delle vie respiratorie e, decadendo a loro volta, irradiarle. In alternativa, i "figli" pos-

KEYWORDS

radon, esposizione, rischio nelle strutture sanitarie, tecniche di mitigazione

radon, exposure, health care workers, hospital

Radon has been classified among the compounds for which there is scientific evidence of carcinogenicity for humans (group 1). The natural radioactivity produced by radon and its decay products represents an important source of exposure to ionizing radiations for human. All types of building included hospitals might be involved with exposure to radon. This paper gives an overview of radon related issues.



sono fermarsi nell'aria ambiente per decadimento. Grazie alla sua mobilità il radon ci porta informazioni che tanto raccontano: è una buona sonda e come tale viene usato come tracciante nelle attività di ricerca. Negli ultimi anni è stato ampiamente documentato che può essere alla base dei più grandi problemi di salute pubblica.

Caratteristiche e comportamento del radon

Il radon è un gas sprigionato da minerali radioattivi presenti sulla crosta terrestre e in alcuni materiali da costruzione.

In particolare, il granito è molto attivo e così pure la pietra pomice, i tufi, la lava, il basalto ma anche le pozzolane, alcune argille e i gessi, oppure materiali da costruzione provenienti dal riciclaggio di materiali contaminati o contenenti componenti contaminanti.

Nel suolo la quantità presente di radon è proporzionale a quella dei suoi progenitori, per cui tutto dipende dal tipo di suolo in esame.

A causa della sua natura gassosa e della sua inerzia chimica, il radon si diffonde rapidamente dal luogo di formazione (in un materiale) fino a raggiungere lo spazio esterno, dove si volatilizza rapidamente disperdendosi, mentre negli ambienti chiusi si raccoglie raggiungendo a volte concentrazioni anche molto elevate: ciò costituisce un grande problema per la salute.

Dal suolo, il radon fuoriesce attraverso fessure microscopiche, dai materiali da costruzione e dall'ac-

qua. Le principali cause delle concentrazioni di radon in ambienti chiusi sono:

- genere di substrato geologico
- tipologia di contatto tra edificio e suolo
- modalità d'uso dell'edificio
- tecnologia costruttiva dell'edificio.

I principali fattori che influenzano la concentrazione di radon negli ambienti chiusi dipendono da:

- concentrazione del radon nel suolo e nei materiali da costruzione (composizione)
- propagazione attraverso suolo e materiali (permeabilità, porosità)
- fattori climatici e meteorologici
- convezione (differenza di pressione)
- tasso di ventilazione dell'ambiente
- distanza dal suolo della costruzione
- presenza di microfessure nei pavimenti e nelle tubature (acqua, gas)
- diffusione (differenza di concentrazione).

Il fattore che più influenza il rilascio di radon è la geologia del terreno.

In generale, è più facile che contengano radon i terreni granitici e vulcanici, così come le argille contenenti alluminio. In alcuni casi, ma in misura minore, il radon può arrivare dagli stessi muri se sono costruiti con materiali radioattivi.

Si può quindi affermare che il potere d'emanazione del radon non dipende solo dal contenuto di radio, ma essenzialmente dalle caratteristiche strutturali del materiale, pertanto più il sottosuolo è permeabile (detriti) più è facile che il radon riesca ad arrivare in superficie, potendo anche interagire con l'organismo umano, mentre in una roccia compatta il radon subisce un processo di decadimento al suo interno (nello stesso luogo in cui si è generato) rimanendo imprigionato nel materiale.

I fattori che influenzano l'emissione di radon sono:

- climatici e meteorologici: la velocità d'emissione varia significativamente nel tempo, anche se in uno stesso luogo;
- differenza di pressione: la principale causa della concentrazione di radon in ambienti chiusi è legata alla differenza di pressione che si crea tra interno ed esterno dell'edificio in questione, per cui se esiste una depressione anche di pochi Pascal tra interno ed esterno dà origine a due fenomeni: l'effetto camino e l'effetto vento. Il primo è dovuto alla differenza di temperatura tra interno ed esterno dell'edificio, in funzione della quale si forma una differenza di pressione ΔP . Conseguenziale a questa depressione interna, l'aria fredda contenente radon viene risucchia-

ta dal terreno.

- più caldo sarà l'interno dell'edificio, più freddo risulterà l'esterno e più marcato sarà l'effetto prodotto;
- differenza di pressione: la concentrazione di radon può subire sensibili variazioni giornaliere e stagionali;
- ventilazione: passiva (cattivo isolamento) e attiva (apertura di porte e finestre);
- distanza dal suolo: i luoghi più a rischio sono posizionati a ridosso del terreno, nei seminterrati e nei pianterreni;
- microfratture: la quantità di radon proveniente dal suolo che penetra nei locali è in funzione dello spessore, dell'integrità delle pavimentazioni e delle giunture tra i muri.

Effetti sulla salute

Il principale effetto negativo sulla salute del radon è il tumore polmonare. In realtà, pur essendo un gas inerte ed elettricamente neutro (non reagendo in interazione con altre sostanze) così come viene inspirato, verrà espirato, tuttavia è anche radioattivo, ossia si trasforma in altri elementi, detti prodotti di decadimento del radon o, più generalmente, "figli". Come detto, questi sono elettricamente carichi e si attaccano al particolato sempre presente in aria, che può essere inalato fissandosi in parte sulle superfici dei tessuti polmonari. In particolare, due isotopi del polonio (Po-218 e Po-214) restano radioattivi ed emettono radiazioni "alfa" che possono danneggiare le cellule.

Tali danni sono in genere riparati dai meccanismi biologici, ma in alcuni casi possono modificare la struttura della cellula, lasciando inalterata la capacità riproduttiva e dando origine a un fenomeno degenerativo di tipo cancerogeno. Altri effetti avversi sono stati ipotizzati ma non sufficientemente dimostrati. La probabilità di contrarre il tumore polmonare è proporzionale alla concentrazione di aria e al tempo trascorso nei vari ambienti frequentati, nonché al consumo di tabacco. Sono stati pertanto fissati dei valori di riferimento della concentrazione di radon oltre i quali si raccomandano interventi di bonifica per ridurre la concentrazione:

- 300 Bq/m³ per edifici esistenti
- 200 Bq/m³ per edifici da costruire (come valore di progetto).

I due valori sono diversi in relazione alla maggiore semplicità d'intervento in caso di nuovi edifici.

Metodiche per ridurre il radon negli ambienti

Elevati livelli di concentrazione possono essere ridotti con opportune modifiche strutturali dell'edificio. In linea di principio, le tecniche di riduzione radon si basano su ventilazione e aspirazione naturale o forzata dell'aria. In alcuni casi basta rivestire pavimenti e pareti di materiali altamente impermeabili al radon, come PVC o linoleum e/o particolari vernici. La ventilazione del vespaio, se presente al di sotto dell'edificio, è uno dei metodi per ridurre il radon presente che si diluisce, trasferendone quantità minori all'edificio. La depressurizzazione del suolo è un altro metodo, consigliato più nel caso di elevata concentrazione da esso derivante. A questo proposito si realizza un pozzetto per la raccolta di radon collegato a un ventilatore, così da creare nel pozzetto una depressione tale da raccogliere il radon ed espellerlo nell'aria, impedendo che invada l'interno dell'edificio. Un'aumentata ventilazione degli ambienti diluisce il radon presente. Aumentando la pressurizzazione dell'edificio si contrasta la risalita del radon dal suolo, spingendolo all'esterno. La sigillatura mediante particolari materiali polimerici delle vie d'ingresso del radon è un'altra metodica che preclude tutte le possibili vie d'accesso.

Misurare la concentrazione di radon

La misura si effettua con diverse tecniche. Il metodo più diffuso ed economico, con cui si sono effettuate decine di milioni di misurazioni nel mondo, richiama i dosimetri degli addetti ai reparti di Radiologia dei laboratori di analisi cliniche:

- un dispositivo di piccole dimensioni è posizionato nell'ambiente da misurare
- nel dispositivo è presente un materiale sensibile alle radiazioni alfa emesse dal radon e dai suoi prodotti di decadimento
- le radiazioni alfa, attraversando il materiale, vi imprimono "tracce" indelebili
- al termine dell'esposizione, il dispositivo è portato in laboratorio e analizzato
- il "numero" delle tracce rilevate è proporzionale alla concentrazione del gas radon presente nell'ambiente in esame
- i materiali con cui sono costruiti i dosimetri sono comuni plastiche innocue
- a causa dell'alta variabilità della concentrazione di radon, la misura va protratta per un anno, possibilmente suddivisa in due semestri corrispondenti ai periodi caldi e freddi.

Gli ambienti, per quanto riguarda il numero di punti in cui collocare i dosimetri, si possono per semplicità classificare in base alla dimensione degli ambienti, in due categorie principali:

- locali separati di piccole dimensioni (inferiori a 50 m²): basta un dosimetro in ciascun locale
- locali di medie e grandi dimensioni: un dosimetro ogni 100 m² di superficie.

Unità di misura del radon

Come unità di misura viene utilizzato il Bq/m³ (Becquerel per metro cubo), che rappresenta il numero di disintegrazioni nucleari emesse ogni secondo in 1 m³ d'aria. In pratica, una concentrazione di 400 Bq/m³ significa che 400 nuclei di radon stanno trasformandosi ogni secondo in ogni m³ d'aria, emettendo radiazioni.

I dosimetri usati per effettuare le misure di radon vanno posizionati:

- a un'altezza compresa fra circa 1 e 3 m
- in un'area lontana da fonti di calore (stufe, termosifoni, caloriferi climatizzatori ecc.) e di ricambio d'aria (finestre e porte)
- non vanno posizionati in armadi e/o contenitori chiusi.

Durante tutto il periodo di misura negli ambienti vanno mantenute le normali condizioni d'uso (inclusa la ventilazione). Il costo di una singola misura di radon si aggira intorno ad alcune decine di euro. I diversi tipi di misura sono: misura integrata, misura istantanea, misura in continuo.

La misura integrata permette di ottenere il valore medio della concentrazione di radon nel periodo di osservazione. Si possono eseguire le misure integrate o per un breve periodo di tempo (alcuni giorni) a titolo di studio o per un lungo periodo di tempo per stime accurate (in genere un anno). La misura integrata con strumentazione passiva è normalmente la più usata ed esistono diversi tipi di rivelatori adatti allo scopo (dosimetri passivi).

La misura integrata, eseguita nel corso di un anno (o eventualmente in alcuni mesi dell'anno, ove siano applicabili condizioni di riferibilità a un valore annuo medio), è particolarmente indicata per determinare in modo rappresentativo la concentrazione di radon indoor, poiché media i fattori di variabilità del radon in un ambiente confinato (per esempio, tipiche fluttuazioni giornaliere e stagionali). La misura istantanea può essere eseguita sul posto con uno strumento portatile che permette di campionare e misurare in breve tempo la concentrazione di radon oppure raccogliendo uno o più campioni d'aria (anche in diversi ambienti) in appositi contenitori, che vengono poi analizzati in laboratori speciali. In entrambi i casi, la concentrazione di radon misurata dà solo un'informazione puntuale, valida per le condizioni di quell'ora e quel giorno.

Tramite misure o campioni successivi, prelevati in un arco di tempo maggiore (per esempio, nelle successive 24 ore) si può ricavare una prima indi-

cazione dell'andamento temporale della concentrazione di radon in un dato ambiente. La misura istantanea può trovare applicazione tra i vari scopi, nell'ambito degli accertamenti di studio. Tale tipo di misurazione è in genere costosa, poiché prevede il sopralluogo di personale tecnico competente. La misura in continuo con strumentazione attiva mediante strumenti portatili permette di monitorare la concentrazione di radon in continuo, per esempio registrando delle medie orarie per un periodo a scelta, anche per diversi mesi. In confronto ai rivelatori passivi, il grande vantaggio di alcuni di questi sistemi è di poter registrare, contemporaneamente alla concentrazione di radon, altri parametri importanti come la temperatura interna ed esterna dell'edificio, la pressione atmosferica, l'umidità relativa, l'eventuale spostamento dello strumento ecc. Questi sistemi di misurazione permettono, inoltre, di analizzare l'andamento temporale dei parametri registrati e di correlarli tra loro. Da questi dati si possono trarre importanti informazioni sui meccanismi d'ingresso del radon in un ambiente o riconoscerne eventuali fattori casuali.

Rapporto di prova rilasciato

Al termine delle rilevazioni e delle successive analisi per determinare la concentrazione di radon, l'Organizzazione di misura del rapporto di prova, contenente i risultati delle misure, deve riportare almeno le seguenti informazioni:

- intestazione dell'organismo che rilascia il documento
- identificazione del documento (per esempio, numero o codice progressivo), dati anagrafici del committente
- tecnica di misura usata
- periodo d'esposizione per ogni rilevatore esposto (sotto la responsabilità del committente)
- risultato della concentrazione di radon media annua associato al luogo della misura
- incertezza associata ai risultati delle misure
- firma di chi ha effettuato le misure e di chi autorizza il rilascio del risultato
- eventuali note relative ai risultati.

Il committente deve trasmettere agli enti preposti, Comune e ARPA, una relazione tecnica contenente i seguenti documenti nei termini previsti:

- nome e indirizzo del richiedente (luogo di misura)
- latitudine e longitudine del luogo di misura
- piano del locale
- uso del locale

- planimetria con indicata la posizione dello strumento di misura
- tipo di rilevatore
- periodo di misura (dato inizio e fine misura)
- le condizioni di misura
- la concentrazione di radon misurata con l'incertezza associata
- rapporto di prova rilasciato dall'organismo di misura
- firma dell'esercente.

Tecniche di mitigazione del gas radon

Per ridurre la concentrazione di radon in un edificio (quando non è previsto un intervento complessivo di ristrutturazione) si possono adottare tecniche di mitigazione che consistono in semplici accorgimenti o interventi tesi a ridurre l'ingresso del radon nell'edificio e/o ad aumentare il ricambio dell'aria interna tramite immissione di aria esterna.

Queste tecniche possono avere sistemi alternativi, da scegliere in base alla concentrazione di radon rilevata, al fattore di riduzione che si vuole ottenere e alla fattibilità tecnica ed economica.

Prima di procedere alla scelta vanno acquisite informazioni sull'edificio relativo ai materiali da costruzione, al suolo e attacco a terra (vespaio e platea), impianti di ventilazione o climatizzazione, canalizzazioni, eventuale presenza di sistemi di drenaggio dell'acqua sotto l'edificio.

Di seguito si riportano informazioni che consentono di scegliere con il progettista l'intervento che meglio si adatta al caso:

- sigillatura delle canalizzazioni verticali, crepe, giunti, impianti; pavimentazione e/o impermeabilizzazione della pavimentazione esistente
- ventilazione naturale o forzata del vespaio
- ventilazione dei locali interrati
- estrazione dell'aria dall'intercapedine sotto il pavimento
- depressurizzazione del suolo mediante pozzetti radon collocati sotto l'edificio
- depressurizzazione del suolo mediante pozzetti radon collocati esternamente all'edificio
- ventilazione delle condutture di drenaggio
- pressurizzazione del suolo sotto l'edificio
- pressurizzazione dell'intero edificio
- ventilazione naturale o forzata degli ambienti interni
- ventilazione forzata degli ambienti interni mediante sistema di climatizzazione e recupero del calore.

Norme in materia di riduzione dell'esposizione

L'origine del radon giustifica la sua presenza ubiquitaria negli ambienti. Le normative vigenti in materia sono le seguenti.

Europee:

- Direttiva 96/29/EURATOM del 13/05/1996: stabilisce norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti

- Direttiva 2013/59/EURATOM del 5/12/2013: 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.

Nazionali:

- D.L. 17/3/1995, n. 230 "Attuazione delle varie direttive EURATOM sulle radiazioni ionizzanti

- D.L. 241/2000 "Attuazione della Direttiva 96/29/EURATOM in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti.

Regionali:

- L.R. n.30 del 3/11/2016 "Norma in materia di riduzione dalle esposizioni alla radioattività naturale derivante dal gas radon in ambiente chiuso" modificata dall'art. 25 L.R. 36/2017 del 9/8/2017 e dell'art. 12 della R.L. 18/2019.

Linee guida e indirizzi metodologici ISPRA:

- Implementazione di un Sistema Nazionale di monitoraggio della radioattività ambientale.

Conclusioni

Il rischio da esposizione a radon è tra i pericoli legati alle radiazioni ionizzanti in genere. La pianificazione degli interventi di prevenzione e protezione deve partire dalla distinzione fra spazi confinati propriamente detti (secondo il dpr 177/2011) e ambienti di vita a rischio di emissione radon, benché in ambedue i casi la validità delle azioni preventive sia in gran parte legata all'esperienza professionale individuale e alle buone prassi consolidate a livello nazionale e regionale. La protezione da esposizione a radon in luoghi di lavoro e abitazioni è stata inclusa a livello internazionale nelle nuove Direttive e Raccomandazioni: European BSS (2013/59/EURATOM) e International BSS (IAEA No GSR Part 3). Fondamentale in tali regolamentari è l'identificazione del livello di riferimento per la concentrazione di radon. La Direttiva 2013/59/EURATOM richiede un $RLs \leq 300 \text{ Bq/m}^3$ per abitazioni e luoghi di lavoro. Le disposizioni sulla protezione da radon, a differenza della precedente direttiva, sono state armonizzate nel quadro generale delle protezioni da radiazioni ionizzanti.