

## **PIANO REGIONALE DI PREVENZIONE 2020 - 2025**

### **Programma Predefinito PP6**

**Piano Mirato di Prevenzione (PMP)  
del rischio da esposizione al radon nei luoghi di  
lavoro sotterranei, nei luoghi di lavoro semi  
sotterranei o al piano terra in aree a rischio  
radon/aree prioritarie, negli stabilimenti termali  
(D.Lgs. 101/2020)**

## **Documento di buone pratiche**

**A cura del Gruppo di Lavoro costituito con Determinazione n. 10 del 11.01.2021  
del Direttore del Servizio Promozione della salute e osservatorio epidemiologico  
della Direzione generale della Sanità**

## Il Gruppo di Lavoro

Maria Grazia Succu, Fabio Sanna e Michele Piga (da ottobre 2023), Marco Basciu (fino ad aprile 2024) - SPreSAL della ASL n. 1 di Sassari

Maria Rita Delogu (fino a marzo 2023), Domenico Lombardi - SPreSAL della ASL n. 2 della Gallura

Rita Pintore, Giovanni Salis - SPreSAL della ASL n. 3 di Nuoro, Capofila del PMP

Paolo Taccori - SPreSAL della ASL n. 4 dell'Ogliastra

Francesca Mannu - SPreSAL della ASL n. 5 di Oristano

Marco Pilia fino a gennaio 2023, sostituito poi da Salvatore Vacca - SPreSAL della ASL n. 6 del Medio Campidano

Claudio Peis sostituito, a seguito di pensionamento, da Giovanni Amisani - SPreSAL della ASL n. 7 del Sulcis Iglesiente

Virgilio Nieddu, Maria Stefania Sanna, Matteo Molino - SPreSAL di Cagliari

Salvatore Denti, Gabriele Spadaccino - INAIL

Pietrina Corrias, Giuseppe Ticca, Roberto Usai, Claudio Congiu, Luca Carroni - ITL

Augusto Sanna sostituito dal 18 novembre 2021 da Natalina Loi - Assessorato dell'Igiene e Sanità e dell'Assistenza Sociale

Il Gruppo di Lavoro si è avvalso del supporto tecnico-scientifico dell'Ing. Paolo Desogus.

Data 17/03/2022

**2ª edizione Novembre 2024**, con il supporto del Medico del Lavoro Federico Meloni, del Medico Autorizzato della ASL n. 8 di Cagliari Massimo Melis e dell'Esperto di Radioprotezione della ASL n. 8 di Cagliari Marianna Loi

1. Le buone prassi e le buone pratiche come strumento di prevenzione .....	4
2. Il problema: la presenza di radon nei luoghi di lavoro .....	5
3. Il nuovo approccio: il Piano Mirato di Prevenzione come strumento in grado di organizzare in modo sinergico le attività di assistenza e di vigilanza alle imprese .....	8
4. La normativa di riferimento in materia di rischio radon: il D.Lgs. 101/2020 e s.m.i. ....	10
5. Come si misura il radon nei luoghi di lavoro di cui all'art. 16 del D.Lgs. 101/2020 .....	13
6. Le buone pratiche per la riduzione del rischio radon nei luoghi di lavoro .....	14
6.1 <i>Strumenti per la prevenzione e riduzione della concentrazione di radon indoor del PNAR</i> ....	14
6.2 <i>Metodi e tecnologie per la riduzione della concentrazione del radon indoor</i> .....	15
6.3 <i>Interventi di risanamento degli edifici dal radon – schede della Regione Toscana</i> .....	36
6.4 <i>Indicazioni e proposte per la protezione degli edifici dal radon</i> .....	44
6.5 <i>Il radon in Italia: guida per il cittadino</i> .....	45
6.6 <i>Riduzione della concentrazione di radon negli stabilimenti termali</i> .....	46
7. Interventi a basso costo per il risanamento da radon dei luoghi di lavoro ubicati in aree a rischio radon ad alta deprivazione socioeconomica .....	47
8. La Sorveglianza Sanitaria dei lavoratori esposti a radon .....	52
8.1 <i>Qualità, appropriatezza ed efficacia della Sorveglianza Sanitaria dei lavoratori esposti a radon</i> .....	52
8.2 <i>Esempio di protocollo sanitario per i lavoratori esposti a radon</i> .....	53
9. Sinergia tra esposizione al radon e fumo da tabacco – Lotta al tabagismo .....	55
10. Riferimenti per la consultazione integrale delle buone pratiche .....	60

## 1. Le buone prassi e le buone pratiche come strumento di prevenzione

Il D.Lgs. 81/08 definisce le buone prassi come “*soluzioni organizzative o procedurali coerenti con la normativa vigente e con le norme di buona tecnica, adottate volontariamente e finalizzate a promuovere la salute e sicurezza sui luoghi di lavoro attraverso la riduzione dei rischi e il miglioramento delle condizioni di lavoro*” (D.Lgs. 81/08, art. 2, comma 1, lettera v). Queste vengono elaborate e raccolte dalle Regioni, dall'Istituto superiore per la prevenzione e la sicurezza del lavoro (ISPESL, ora INAIL), dall'Istituto nazionale per l'assicurazione contro gli infortuni sul lavoro (INAIL) e dagli organismi paritetici, sono validate dalla Commissione consultiva permanente per la salute e sicurezza sul lavoro (di cui al D.Lgs. n. 81/2008, art. 6), previa istruttoria tecnica dell'INAIL, che provvede ad assicurarne la più ampia diffusione.

Il D.Lgs. 81/08 ricomprende le buone prassi fra le misure generali di tutela della salute e della sicurezza dei lavoratori nei luoghi di lavoro (art. 15, comma 1, lettera t) che sia i committenti che i datori di lavoro delle aziende sono tenuti a considerare nell'ambito della programmazione delle misure ritenute opportune per garantire il miglioramento nel tempo dei livelli di sicurezza.

In considerazione dell'importanza assegnata dal legislatore alle buone prassi ed al fine di incentivarne la volontaria adozione da parte delle imprese, è previsto che le aziende che realizzano buone prassi o che adottano interventi migliorativi coerenti con le stesse, validate dalla suddetta Commissione consultiva permanente e pubblicate sul sito internet del Ministero del Lavoro<sup>1</sup>, possono accedere alla riduzione del tasso di premio INAIL dopo il primo biennio di attività utilizzando il relativo modulo di domanda, secondo le indicazioni riportate sul sito internet dell'INAIL.

Riguardo alle buone pratiche, si evidenzia che scaturiscono dall'analisi e riproduzione delle migliori esperienze pratiche attuate da soggetti pubblici o privati e delineano gli aspetti tecnici-organizzativi-procedurali per la realizzazione delle attività lavorative.

Infatti, al di là del rispetto della mera norma di legge, sovente vista quale elemento prescrittivo, le buone pratiche assumono sempre più un ruolo strategico per la promozione della salute e della sicurezza e, se adeguatamente applicate, possono contribuire in modo significativo all'abbattimento degli infortuni e delle malattie professionali.

Come noto, nel concetto di buona pratica rientrano, tra gli altri, i processi, le iniziative, gli accorgimenti tecnici e procedurali, le soluzioni operative, l'approccio metodologico che hanno provata efficacia nel raggiungere i risultati attesi in termini di soddisfazione del bisogno o soluzione dell'eventuale problema.

È fondamentale che le buone pratiche, contenenti procedure di prevenzione di concreta e realistica attuazione ed esperienze di eccellenza presenti nel territorio, possano essere condivise e rese facilmente consultabili per la prevenzione degli infortuni e delle malattie professionali.

Il presente Documento di buone pratiche (di seguito Documento) ha lo scopo di raccogliere le principali buone pratiche per la prevenzione del rischio radon nei luoghi di lavoro sotterranei, nei luoghi di lavoro semi sotterranei o al piano terra in aree a rischio radon/aree prioritarie, negli stabilimenti termali, di cui all'art. 16 del D.Lgs. 101/2020 e s.m.i.

Si specifica che quanto riportato nel presente documento in merito agli interventi di risanamento da radon nei luoghi di lavoro di cui all'art. 16 del D.Lgs. 101/2020 e s.m.i. costituisce un supporto per l'analisi iniziale del problema del rischio radon e per l'individuazione preliminare, da parte dell'esercente (così come definito dall'art. 7 del D.Lgs. 101/2020 e s.m.i.), di una strategia d'azione finalizzata alla mitigazione del suddetto rischio per la tutela della salute dei lavoratori. Tuttavia, come disciplinato dal predetto Decreto e più ampiamente esplicitato nel capitolo 4 del presente Documento di buone pratiche, qualora la concentrazione media annua di attività di radon (rilevata dall'esercente avvalendosi di servizi di dosimetria riconosciuti) superi il valore di 300 Bq/m<sup>3</sup>, l'esercente deve avvalersi di un *esperto in interventi di risanamento radon* (ex art. 15 D.Lgs. 101/2020 e s.m.i.) per individuare e porre in essere le specifiche misure correttive per ridurre tali concentrazioni al livello più basso ragionevolmente ottenibile (ex art. 17, c. 3, D.Lgs. 101/2020 e s.m.i.) sulla base delle specificità del sito, in base alle caratteristiche peculiari del luogo di lavoro (ubicazione, caratteristiche strutturali dell'edificio, caratteristiche climatiche dell'area, presenza di sistemi di ventilazione, etc.).

---

<sup>1</sup> <https://www.lavoro.gov.it/temi-e-priorita/salute-e-sicurezza/focus-on/Buone-prassi/Pagine/Buone-prassi-validate-dalla-Commissione-Consultiva-Permanente.aspx>

## 2. Il problema: la presenza di radon nei luoghi di lavoro

Come è noto, il Radon è un gas radioattivo che proviene principalmente dal suolo, soprattutto dalle rocce presenti nel sottosuolo – specie se di origine vulcanica (graniti, pozzolane, tufi, lave) in quanto particolarmente ricche di uranio (progenitore del radon) – e secondariamente dai materiali da costruzione che da queste derivano; esso si disperde rapidamente in atmosfera, mentre si concentra negli ambienti chiusi (indoor). Tra le sostanze cancerogene indoor, il radon è considerato la seconda causa del tumore del polmone (dopo il fumo attivo). Il rischio di tumore polmonare aumenta proporzionalmente alla concentrazione in aria nei vari ambienti (ambienti di lavoro, case, etc.) e al tempo ivi trascorso. Esiste inoltre una sinergia tra esposizione al radon e fumo da tabacco: i fumatori esposti al radon presentano un rischio circa 25 volte superiore rispetto ai non fumatori esposti alle stesse condizioni.

Nella Regione Sardegna, nell'ambito del Piano Regionale di Prevenzione 2014-2019, è stata effettuata, mediante l'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Sardegna (ARPAS), un'apposita indagine (della durata di un anno, mediante due periodi di campionamento consecutivi, utilizzando metodiche di misura riferibili a norme tecniche nazionali o internazionali) per approfondire le conoscenze sulla distribuzione della concentrazione di radon negli edifici, al fine di classificare il territorio regionale con individuazione delle aree a rischio radon.

L'ARPAS per tale indagine ha individuato nel valore della probabilità di superamento della concentrazione massima di 300 Bq/m<sup>3</sup>, definito dalla Direttiva 59/2013/Euratom, la grandezza significativa per classificare il territorio regionale e – in attesa delle indicazioni derivanti dal recepimento di detta Direttiva – ha individuato quali aree a rischio radon tutti i territori comunali nei quali la probabilità di superare il livello di 300 Bq/m<sup>3</sup> interessa più del 30% degli edifici.

La Giunta Regionale, preso atto dei risultati della predetta indagine, con Deliberazione n. 7/49 del 12.02.2019 ha proceduto alla classificazione del territorio regionale individuando quali aree a rischio radon i territori comunali nei quali la probabilità di superare il livello di 300 Bq/m<sup>3</sup> interessa più del 30% degli edifici, ossia 49 Comuni della Regione Sardegna (Figura 1), e ha specificato che tale classificazione sarebbe stata aggiornata a seguito di eventuali variazioni delle norme di riferimento e/o della disponibilità di nuove informazioni derivanti da studi ed indagini.

Al riguardo, si evidenzia che l'art. 11, c.3, del D.Lgs. n. 101/2020, successivamente intervenuto, stabilisce che le Regioni individuano come aree prioritarie quelle aree nelle quali la stima della percentuale di edifici che supera il livello di 300 Bq/m<sup>3</sup> di concentrazione di radon è pari o superiore al 15% degli edifici (criterio transitorio da seguire fino al termine di due anni dall'entrata in vigore del Piano nazionale d'azione per il radon), anziché al 30%.

Pertanto, rendendosi necessario aggiornare le aree a rischio radon del territorio regionale sulla base del nuovo criterio stabilito dall'art. 11, c.3. del D.Lgs. n. 101/2020, l'Assessorato dell'Igiene e Sanità e dell'Assistenza Sociale ha provveduto a finanziare la relativa attività di aggiornamento alla S.C. Salute e Ambiente dell'allora Dipartimento di Prevenzione Zona Sud, in qualità di capofila regionale in materia di salute e ambiente, per la stipula di una apposita Convenzione con l'ARPAS (approvata con la determinazione dirigenziale ATS n. 6825 del 30.12.2020) che, avendo svolto le attività necessarie per definire la classificazione del territorio regionale con l'individuazione delle aree a rischio radon, dispone dei dati e delle informazioni necessarie per l'elaborazione e la restituzione cartografica.

L'ARPAS, dunque, ha provveduto ad elaborare i dati rilevati nel corso del precedente progetto di classificazione del territorio regionale con l'individuazione delle aree prioritarie a rischio radon secondo quanto previsto dall'art. 11, c.3, del D.Lgs. n. 101/2020, nonché a predisporre la relazione contenente le attività effettuate e l'aggiornamento della classificazione del territorio regionale con l'individuazione delle aree prioritarie a rischio radon di cui all'art. 11, c.3, del D.Lgs. n. 101/2020.

Preso atto dei risultati dell'attività di aggiornamento attuata dall'ARPAS, la Giunta Regionale, con Delib.G.R. n. 20/71 del 30.06.2022 ha proceduto all'aggiornamento della classificazione del territorio regionale della Sardegna con l'individuazione delle aree prioritarie di cui all'art. 11, c.3, del D.Lgs. n. 101/2020, individuando 162 Comuni della Sardegna quali aree prioritarie (Figura 2).

Come stabilito dallo stesso art. 11, c.3. del D.Lgs. 101/2020, l'elenco dei suddetti 162 Comuni della Sardegna classificati come aree prioritarie è stato pubblicato nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana Serie generale n. 241 Anno 163° del 14.10.2022.

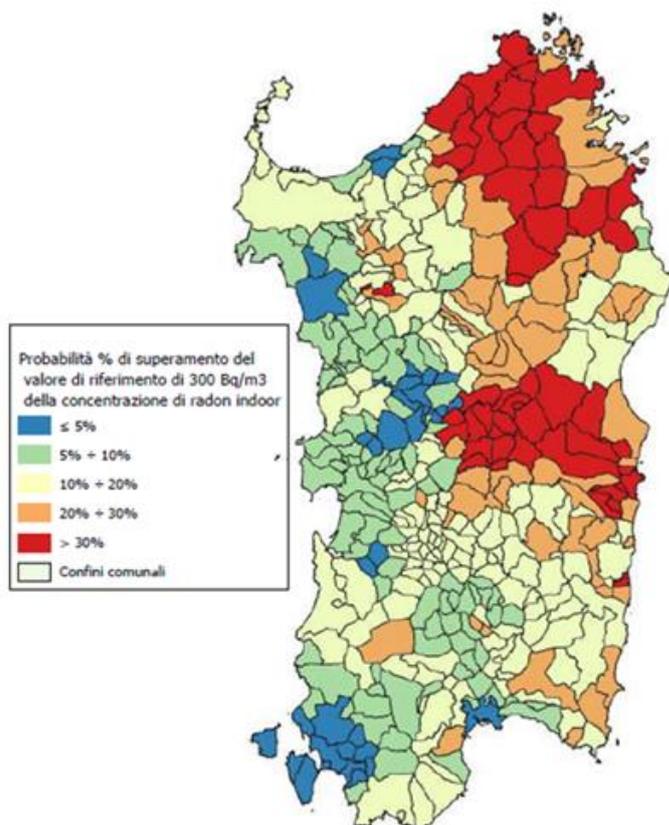


Figura 1: Probabilità di superamento del valore di concentrazione di radon di 300 Bq/m<sup>3</sup> nei Comuni della Sardegna. Fonte: allegato B alla Deliberazione n.7/49 del 12.02.2019 Regione Autonoma della Sardegna.

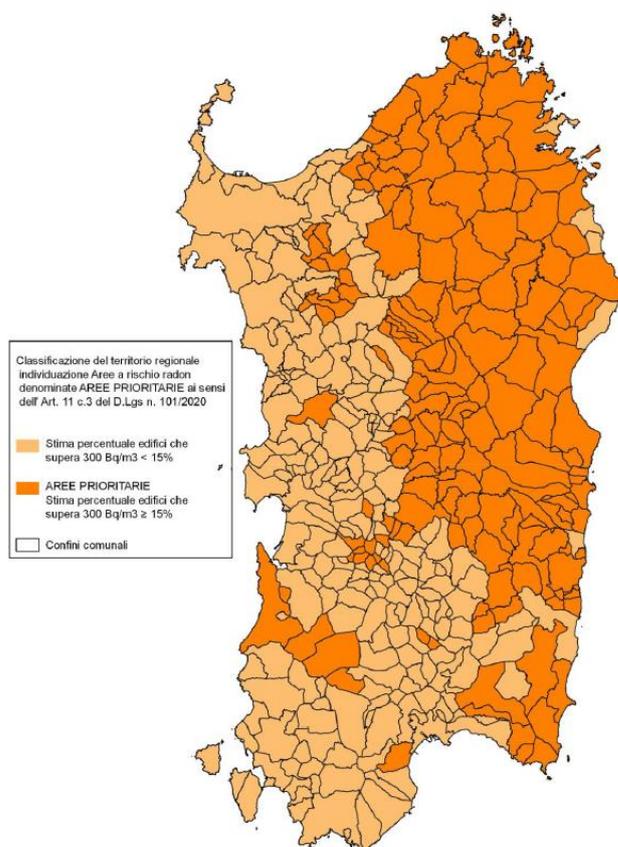


Figura 2: Classificazione del territorio regionale con individuazione delle aree prioritarie (ex art. 11 c.3 del D.Lgs. 101/ 2020). Fonte: Allegato B alla Deliberazione n. 20/71 del 30.06.2022 Regione Autonoma della Sardegna.

Per gli ambienti di lavoro di cui all'art. 16 del D.Lgs. n. 101/2020 e s.m.i., in particolare:

- luoghi di lavoro sotterranei nell'intero territorio regionale,
- luoghi di lavoro in locali semisotterranei o situati al piano terra localizzati nelle predette aree prioritarie,
- stabilimenti termali dell'intero territorio regionale,

il suddetto Decreto stabilisce, tra l'altro, il livello massimo di riferimento di 300 Bq/m<sup>3</sup> in termini di concentrazione media annua di attività di radon in aria (come per le abitazioni), valore che risulta ben più restrittivo rispetto a quello della precedente normativa (D.Lgs. 230/1995 e ss.mm.ii.), che stabiliva per gli ambienti di lavoro un livello di azione di 500 Bq/m<sup>3</sup>.

È evidente, peraltro, che, tra le imprese operanti in semi sotterraneo o al piano terra ricadenti nelle aree prioritarie, si dovrà focalizzare l'attenzione prioritariamente su quelle presenti nelle aree a rischio radon classificate con la suddetta Deliberazione n. 7/49 del 12.02.2019 - nelle quali sono ricompresi i territori comunali in cui la probabilità di superare il livello di 300 Bq/m<sup>3</sup> interessa più del 30% degli edifici - che sono quelle più a rischio da un punto di vista sanitario.

Un elemento di forte criticità, in termini di disuguaglianze di salute, è la maggiore esposizione al rischio radon da parte dei lavoratori che operano nelle aziende ricadenti all'interno delle suddette aree classificate a rischio radon con la succitata Deliberazione, che oltretutto, avendo verosimilmente residenza in prossimità del luogo di lavoro, sarebbero esposti al radon anche durante le ore extra-lavorative all'interno degli ambienti domestici.

Un altro aspetto di rilievo è rappresentato dalla difficoltà, da parte delle aziende, di attuare interventi di risanamento da radon nei luoghi di lavoro, dovuta principalmente alla carenza di risorse economiche, tipiche di aziende ubicate in aree ad alta deprivazione, che scoraggiano dall'applicazione di tali interventi poiché ritenuti, talvolta erroneamente, troppo onerosi. In tal senso, evidenze di letteratura<sup>2</sup> mettono in relazione il grado di deprivazione dell'area con la possibilità di attuare gli interventi di risanamento degli edifici dal radon: la minore disponibilità economica, il basso grado di istruzione e la precarietà lavorativa, sono elementi che ostacolano l'adozione di misure di riduzione del rischio, spesso anche a causa della mancanza o carenza di corrette informazioni degli effetti negativi del radon sulla salute e sulle modalità di prevenzione e/o risanamento che, nella maggior parte dei casi, non hanno un costo economico oppure hanno un costo modesto.

---

<sup>2</sup> "Evaluation and Equity Audit of the Domestic Radon Programme in England" (Chow et al., 2011), "Proxy exposure indicators for indoor air pollution, health impact and deprivation in the Marche region, Italy" (Di Biagio et al., 2019).

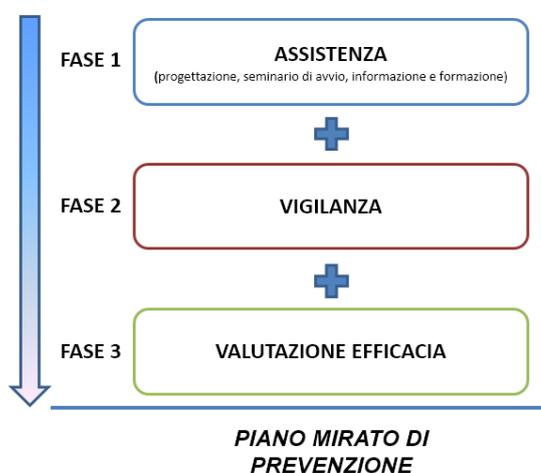
### 3. Il nuovo approccio: il Piano Mirato di Prevenzione come strumento in grado di organizzare in modo sinergico le attività di assistenza e di vigilanza alle imprese

Come indicato nel Piano Nazionale di Prevenzione (PNP) 2020-2025, il Piano Mirato di Prevenzione (PMP) rappresenta un modello territoriale partecipativo di assistenza e supporto alle imprese nella prevenzione dei rischi per la salute e la sicurezza sul lavoro.

In particolare, il PNP 2020-2025 riconosce nel PMP lo strumento in grado di organizzare in modo sinergico le attività di assistenza e di vigilanza alle imprese.

Il PMP si compone di una successione di tre fasi:

1. Fase di assistenza:
  - progettazione comprendente, tra l'altro, la definizione dei criteri di ricerca/selezione delle imprese, la redazione del Documento di buone pratiche, la predisposizione della Scheda di autovalutazione aziendale da somministrare alle imprese;
  - seminari di avvio a cui saranno invitate le imprese - anche mediante la collaborazione con associazioni di categoria/organizzazioni sindacali/enti bilaterali/organismi paritetici - per la presentazione del PMP e delle relative finalità, per la condivisione degli obiettivi, per la condivisione del Documento di buone pratiche e per la condivisione e la distribuzione della Scheda di autovalutazione aziendale, da restituire successivamente, debitamente compilata, allo SPreSAL territorialmente competente;
  - formazione del personale SPreSAL e di altri Organi di Vigilanza, formazione delle figure aziendali della prevenzione delle imprese e assistenza alle imprese in merito, tra l'altro, ai contenuti del Documento di buone pratiche; attività di comunicazione/informazione;
2. Fase di vigilanza:
  - esame delle schede di autovalutazione ricevute dalle imprese;
  - ispezione in un campione di imprese coinvolte nel PMP;
3. Fase di valutazione di efficacia del PMP attuato, con particolare riferimento all'analisi delle buone pratiche applicate.



Dalle evidenze compendiate nel capitolo 2 è scaturita la necessità di realizzare il Piano Mirato di Prevenzione finalizzato alla prevenzione dal rischio radon nei luoghi di lavoro di cui all'art. 16 del D.Lgs. n. 101/2020 e in particolare:

- nei luoghi di lavoro sotterranei dell'intero territorio regionale;
- nei luoghi di lavoro in locali semi sotterranei o al piano terra ubicati in aree a rischio radon/aree prioritarie, con particolare riferimento alle aree a rischio radon classificate con la suddetta Deliberazione della Giunta Regionale n. 7/49 del 12.02.2019 (nella quale sono ricompresi i territori comunali in cui la probabilità di superare il livello di 300 Bq/m<sup>3</sup> interessa più del 30% degli edifici, ossia le aree territoriali più a rischio da un punto di vista sanitario) e ad alta deprivazione socio-economica;
- negli stabilimenti termali dell'intero territorio regionale.

Tale PMP sarà attuato nell'ambito del Piano Regionale di Prevenzione 2020-2025 e il presente Documento è uno degli strumenti chiave del PMP, in quanto costituisce un importante riferimento, oltre che per la diffusione

delle buone pratiche, per le attività di formazione – sia degli operatori SPreSAL che delle figure della prevenzione delle imprese – e per le attività di assistenza e controllo delle imprese.

Nel presente documento si esaminano preliminarmente:

- la recente normativa di riferimento, nella fattispecie il D.Lgs. 101/2020 e s.m.i. e, nel dettaglio, gli articoli che fanno capo al radon nei luoghi di lavoro di cui all'art. 16 di tale Decreto nei quali sono stabiliti i relativi obblighi dell'esercente;
- i contenuti del Piano Nazionale d'Azione per il Radon adottato con DPCM dell'11 gennaio 2024 (pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 43 del 21 febbraio 2024, S.O. n. 10)
- le tecniche di misura della concentrazione di radon negli ambienti confinati.

Successivamente vengono espone le buone pratiche per la prevenzione del rischio radon nei luoghi di lavoro sotterranei, nonché nei luoghi di lavoro semi sotterranei o al piano terra in aree a rischio radon/aree prioritarie.

#### 4. La normativa di riferimento in materia di rischio radon: il D.Lgs. 101/2020 e s.m.i.

Il D.Lgs. n. 101/2020 attua la direttiva 2013/59/Euratom, 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 e riordina la normativa di settore.

Il D.Lgs. n. 203/2022, successivamente intervenuto, stabilisce le disposizioni integrative e correttive al suddetto D.Lgs. n. 101/2020.

Relativamente al radon, l'art. 12, c. 1, lett. c) del suddetto D.Lgs. n. 101/2020 stabilisce un livello massimo di concentrazione di 300 Bq/m<sup>3</sup> in termini di concentrazione media annua di attività di radon in aria per i luoghi di lavoro.

Nello specifico, la materia radon nei luoghi di lavoro è trattata agli articoli 16, 17 e 18 della Sezione II "Esposizione al radon nei luoghi di lavoro" del Titolo IV del D. Lgs 101/2020, come di seguito compendiate.

**L'articolo 16**, c.1, stabilisce i luoghi di lavoro dove si applicano le disposizioni della suddetta Sezione:

- a) luoghi di lavoro sotterranei;
- b) luoghi di lavoro in locali semisotterranei o situati al piano terra, localizzati nelle aree di cui all'articolo 11 (aree prioritarie nelle quali la stima della percentuale di edifici che supera il livello di 300 Bq/m<sup>3</sup> è pari o superiore al 15 %, criterio transitorio da seguire fino al termine di due anni dall'entrata in vigore del Piano nazionale d'azione per il radon);
- c) specifiche tipologie di luoghi di lavoro identificate nel Piano nazionale d'azione per il radon di cui all'articolo 10 (adottato con DPCM dell'11 gennaio 2024, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 43 del 21 febbraio 2024, S.O. n. 10);
- d) stabilimenti termali.

In riferimento all'articolo 16, c.1, lett. c) del D.Lgs. n. 101/2020 e s.m.i., il Piano nazionale d'azione per il radon (PNAR) riporta nell'Appendice all'Azione 1.3 – recante "Prima individuazione di specifiche tipologie di luoghi di lavoro, ai sensi dell'articolo 16, comma 1, lettera c) del decreto legislativo 31 luglio 2020, n. 101" – un primo elenco delle "specifiche tipologie di luoghi di lavoro" alle quali si applica quanto previsto dal D.Lgs. n. 101/2020 e s.m.i., articoli 17 e 18.

Specifiche tipologie di luoghi di lavoro, ai sensi dell'articolo 16, c.1, lettera c) del D.Lgs. 101/2020	
1.	Locali chiusi con impianti di trattamento per la potabilizzazione dell'acqua in vasca aperta
2.	Impianti di imbottigliamento delle acque minerali (naturali e di sorgente)
3.	Centrali idroelettriche

Inoltre, ai fini di una corretta individuazione dei punti di misura, per l'applicazione degli obblighi per l'esercente di cui all'articolo 17 e a integrazione delle modalità di esecuzione della misurazione di concentrazione media annua di attività di radon, di cui all'Allegato II del D.Lgs. 101/2020 e s.m.i., il PNAR riporta alcuni criteri per l'individuazione dei punti di misura:

Criteri per l'individuazione dei punti di misura	
Luoghi di lavoro esentati dalla misurazione	locali di servizio, spogliatoi, bagni, vani tecnici, sottoscala, corridoi locali a basso fattore di occupazione: minore di 100 ore/anno

**L'articolo 17** è relativo agli obblighi dell'esercente.

In particolare, il comma 1 stabilisce che, nei suddetti luoghi di lavoro di cui all'articolo 16, egli è tenuto a completare le misurazioni della concentrazione media annua di attività di radon in aria entro ventiquattro mesi decorrenti:

- a) dall'inizio dell'attività per luoghi di lavoro sotterranei e stabilimenti termali (dall'emanazione del D.Lgs. 101/2020 per le attività già in essere alla data del 26/08/2020);
- b) dalla pubblicazione nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica italiana, da parte della Regione, dell'elenco delle aree prioritarie di cui all'art. 11, c. 2, nel caso di luoghi di lavoro in locali semisotterranei o situati al piano terra localizzati nelle stesse aree prioritarie;
- c) dalla pubblicazione nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica italiana del Piano nazionale d'azione per il Radon (adottato con DPCM dell'11 gennaio 2024, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 43 del 21 febbraio 2024, S.O. n. 10) riguardo alle specifiche tipologie di luoghi di lavoro identificate nel Piano stesso;
- d) dall'inizio delle attività se questo è successivo al momento indicato alle lettere b) e c).

Altresì, come stabilito dal c. 1-bis del predetto art. 17 del D.Lgs. 101/2020 (inserito dall'art. 5, c. 1, lett. a), del D.Lgs. 203/2022) - fermo restando quanto previsto dalle suddette lettere a) e b) del comma 1 dello stesso art. 17 - nei luoghi di lavoro in locali semisotterranei e situati al piano terra l'esercente è tenuto a completare le misurazioni entro 18 mesi dall'individuazione, da parte delle Regioni, delle aree prioritarie di cui all'art. 11, c. 3, del D.Lgs. 101/2020, nelle quali la stima della percentuale di edifici che supera il livello di 300 Bq/m<sup>3</sup> è pari o superiore al 15% (come già evidenziato, in Sardegna tale individuazione è avvenuta con Deliberazione della Giunta Regionale n. 20/71 del 30.06.2022 e il relativo elenco delle aree prioritarie è stato pubblicato nella Gazzetta Ufficiale Serie Generale n. 241 del 14.10.2022).

Come stabilito nel comma 6 dello stesso articolo 17, l'esercente effettua le suddette misurazioni della concentrazione media annua di attività di radon in aria avvalendosi di servizi di dosimetria riconosciuti (che soddisfano i requisiti minimi indicati nell'Allegato II, nelle more del riconoscimento di idoneità di cui all'art. 155, c. 3), che rilasciano una relazione tecnica (con il contenuto indicato nell'Allegato II del D.Lgs. 101/2020) comprendente l'esito delle misurazioni.

Se detta concentrazione non supera il livello di riferimento di 300 Bq/m<sup>3</sup>, l'esercente deve elaborare e conservare, per un periodo di otto anni, un documento comprendente la predetta relazione tecnica contenente l'esito delle misurazioni e nel quale è riportata anche la valutazione delle misure correttive attuabili. Tale documento costituisce parte integrante del **documento di valutazione del rischio di cui all'articolo 17, del D.Lgs. 81/2008**. L'esercente deve ripetere le suddette misurazioni ogni otto anni e ogni qualvolta siano realizzati gli interventi di cui all'articolo 3, comma 1, lettere b), c) e d) del DPR 6 giugno 2001, n. 380 che comportano lavori strutturali a livello dell'attacco a terra nonché gli interventi volti a migliorare l'isolamento termico.

Qualora la concentrazione media annua di attività di radon in aria superi il livello di riferimento di 300 Bq/m<sup>3</sup>, l'esercente è tenuto a porre in essere misure correttive intese a ridurre le concentrazioni al livello più basso ragionevolmente ottenibile, tenendo conto dello stato delle conoscenze tecniche e dei fattori economici e sociali, avvalendosi dell'esperto in interventi di risanamento radon ai sensi dell'art. 15 del D.Lgs. 101/2020 (persona che possiede le abilitazioni e la formazione di cui all'Allegato II dello stesso Decreto, così come modificato dal D.Lgs. 203/2022, necessarie per fornire le indicazioni tecniche ai fini dell'adozione delle misure correttive per la riduzione della concentrazione di radon negli edifici). Dette misure sono completate entro due anni dal rilascio della relazione tecnica di cui al comma 6 dello stesso articolo e sono verificate, sotto il profilo dell'efficacia, mediante nuova misurazione. L'esercente deve garantire il mantenimento nel tempo dell'efficacia delle misure correttive. A tal fine ripete le misurazioni con cadenza quadriennale.

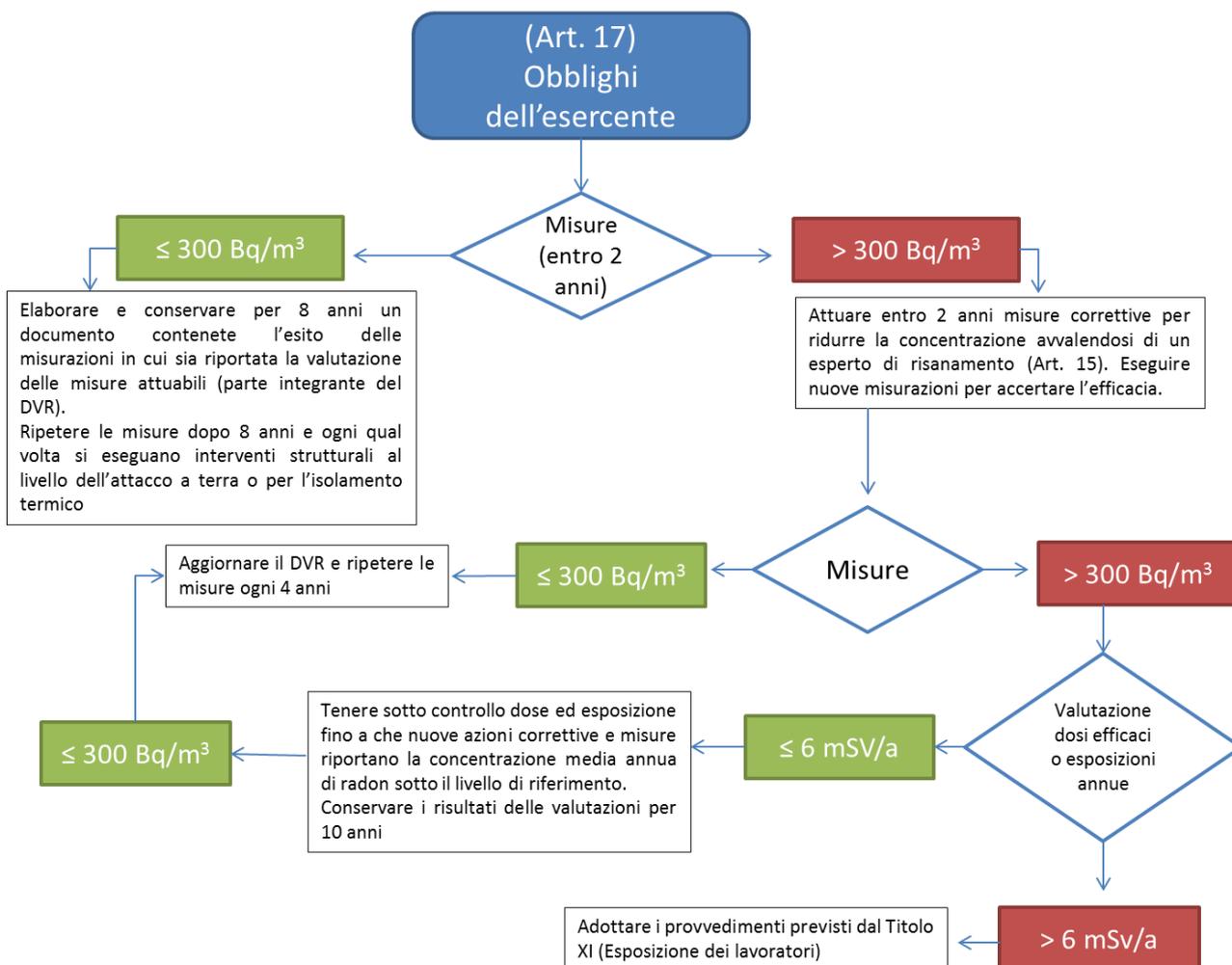
Qualora, nonostante l'adozione delle misure correttive, la concentrazione media annua di radon resti superiore ai 300 Bq/m<sup>3</sup>, l'esercente effettua la valutazione delle dosi efficaci annue, avvalendosi dell'esperto di radioprotezione (persona, incaricata dal datore di lavoro o dall'esercente, che possiede la capacità tecnica e professionale necessaria per lo svolgimento dei compiti inerenti alla sorveglianza fisica dei lavoratori esposti a radiazioni ionizzanti, e in possesso dei requisiti di cui all'art. 129 e all'Allegato XXI del D.Lgs. 101/2020), che rilascia apposita relazione tecnica, o delle corrispondenti esposizioni integrate annue anche mediante il calcolo derivante dall'applicazione del fattore convenzionale di conversione così come indicato nell'Allegato II del D.Lgs. n. 101/2020 e s.m.i.. Nel caso in cui i risultati della valutazione siano inferiori al valore di 6 mSv in termini di dose efficace annua, l'esercente tiene sotto controllo le dosi efficaci o le esposizioni dei lavoratori fintanto che ulteriori misure correttive non riducano la concentrazione media annua di attività di radon in aria al di sotto del predetto livello di riferimento, tenendo conto dello stato delle conoscenze tecniche e dei fattori economici e sociali. L'esercente conserva i risultati delle valutazioni per un periodo non inferiore a dieci anni. Nel caso in cui i risultati della valutazione siano superiori al valore di 6 mSv l'esercente adotta i provvedimenti previsti dal Titolo XI "Esposizione dei lavoratori" (ad esclusione dell'art. 109, commi 2, 3, 4, 6, lettera f) e dell'art. 130, commi 3, 4, 5 e 6.

Le predette valutazioni di dose efficace o di esposizione sono effettuate con le modalità indicate nell'Allegato II o nell'Allegato XXIV del D.Lgs. 101/2020, ove applicabile. Nel caso in cui il lavoratore sia esposto anche ad altre sorgenti di radiazioni ionizzanti le dosi efficaci dovute ai diversi tipi di sorgenti sono registrate in modo distinto, fermi restando gli obblighi di cui agli artt. 112, 123 e 146. Il limite di dose efficace annua di cui all'articolo 146 si applica alla somma delle dosi efficaci dovute all'esposizione al radon e a quelle dovute ad altre sorgenti.

**L'articolo 18** stabilisce le modalità di comunicazione e trasmissione dei risultati delle misurazioni e delle relazioni tecniche, ed in particolare:

- i risultati delle misurazioni di cui all'art. 17 sono trasmessi con cadenza semestrale dai servizi di dosimetria riconosciuti all'apposita sezione della banca dati della rete nazionale di sorveglianza della radioattività ambientale di cui all'art. 13 secondo le modalità indicate dall'ISIN;
- in caso di superamento del livello di riferimento di 300 Bq/m<sup>3</sup>, l'esercente invia una comunicazione contenente la descrizione delle attività svolte e la relazione tecnica rilasciata dal servizio di dosimetria, al Ministero del lavoro e delle politiche sociali, nonché le ARPA/APPA, agli organi del SSN e alla sede dell'Ispettorato nazionale del lavoro (INL) competenti per territorio;
- dopo aver attuato le misure correttive e ripetuto le misure l'esercente invia agli stessi organi una comunicazione contenente una relazione tecnica con la descrizione delle misure correttive attuate corredata dai risultati delle misurazioni di verifica;
- le succitate comunicazioni e relazioni tecniche sono inviate entro un mese dal rilascio della rispettiva relazione delle misurazioni di radon effettuate dal servizio di dosimetria.

Di seguito si riporta un diagramma a blocchi riepilogante gli obblighi dell'esercente di cui all'art. 17 del D.Lgs. 101/2020 e s.m.i..



## 5. Come si misura il radon nei luoghi di lavoro di cui all'art. 16 del D.Lgs. 101/2020

Le misure della concentrazione di radon sono attuate mediante opportuni dispositivi passivi (dosimetri) che consentono di realizzare misure prolungate di concentrazione di radon negli ambienti di lavoro e rappresentano la tecnica d'elezione utilizzata in ogni contesto internazionale per lo svolgimento di estese campagne di misura. L'unità di misura della concentrazione di radon in aria, secondo il Sistema di Unità Internazionale (SI) è espressa in "Becquerel per metro cubo" ( $Bq/m^3$ ), dove il "Becquerel" indica il numero di decadimenti al secondo di una sostanza radioattiva.

Il dosimetro è costituito da un elemento sensibile alla radiazione emessa dal radon (lastrina di materiale plastico, costituente il rivelatore), alloggiata all'interno di un contenitore (holder) permeabile al radon.

Una volta confezionato il dosimetro, ossia una volta posizionato il rivelatore, questo viene chiuso e, per evitare che il rivelatore venga irraggiato dal radon presente nell'ambiente prima dell'esposizione nel locale da misurare, il dosimetro viene conservato in una bustina di plastica "radon-proof" che ne garantisce l'integrità fino al momento dell'esposizione.

Il principio fisico della misura consiste nella capacità della radiazione ionizzante alfa emessa dal radon e dai relativi prodotti di decadimento (figli) di produrre delle tracce nel materiale plastico del rivelatore, che, opportunamente evidenziate con un trattamento chimico, vengono poi contate con un sistema di lettura e interpretazione delle tracce stesse. La somma dei conteggi delle tracce del rivelatore è direttamente proporzionale alla concentrazione di radon dell'ambiente nel quale il dosimetro è stato esposto e, naturalmente, al tempo di esposizione. Per determinare la concentrazione di radon i servizi di dosimetria riconosciuti devono determinare con precisione il numero di tracce presenti sul dosimetro e conoscere con precisione il tempo di esposizione. La durata delle misure deve essere complessivamente di un anno, eventualmente costituito da due o più periodi consecutivi (ad esempio due semestri). In questo modo è infatti possibile misurare la concentrazione di radon tenendo conto delle variazioni connesse a fattori climatici e all'uso degli ambienti. Pertanto i dosimetri passivi misurano la concentrazione media di radon presente in un ambiente in un dato periodo di tempo di esposizione e, dopo tale periodo di tempo prefissato, il dosimetro viene restituito al laboratorio riconosciuto per l'analisi.

L'indagine effettuata da ARPAS è stata condotta utilizzando dosimetri passivi con rivelatori CR39.

In Figura 3 sono evidenziati i dosimetri sigillati che arrivano dal laboratorio e il rivelatore CR39 posizionato nell'holder).



Figura 3: dosimetro di misurazione dell'attività radon indoor

## 6. Le buone pratiche per la riduzione del rischio radon nei luoghi di lavoro

Ad oggi non sono state validate buone prassi relative alla prevenzione del rischio da esposizione al radon nei luoghi di lavoro sotterranei, nei luoghi di lavoro semi sotterranei o al piano terra in aree a rischio radon/aree prioritarie, negli stabilimenti termali (D.Lgs. 101/2020 e s.m.i.), da parte della Commissione consultiva permanente per la salute e sicurezza sul lavoro (art. 6, D.Lgs. n. 81/08 e s.m.i.).

Negli ultimi anni si sta facendo un grosso sforzo per promuovere l'attuazione e la diffusione di buone pratiche nell'ambito della prevenzione e sicurezza sul lavoro. In questo senso, condividere una buona pratica può rappresentare un'opportunità e un prezioso suggerimento per promuovere la salute nei luoghi di lavoro, riducendo l'incidenza di infortuni e malattie professionali.

Il presente Documento ha lo scopo di raccogliere le principali buone pratiche per la prevenzione del rischio radon nei luoghi di lavoro sotterranei, nei luoghi di lavoro semi sotterranei o al piano terra in aree a rischio radon/aree prioritarie, negli stabilimenti termali, di cui all'art. 16 del D.Lgs. 101/2020 e s.m.i. e nelle specifiche tipologie di luoghi di lavoro identificate dal Piano nazionale d'azione per il radon nell'Appendice all'azione 1.3.

Questo Documento è condiviso con imprese che svolgono la propria attività in luoghi di lavoro sotterranei, in luoghi di lavoro semi sotterranei o al piano terra in aree a rischio radon/aree prioritarie e negli stabilimenti termali, nonché con associazioni di categoria/organizzazioni sindacali/enti bilaterali/organismi paritetici, nei seminari di avvio del "*Piano Mirato di Prevenzione del rischio da esposizione al radon nei luoghi di lavoro sotterranei, nei luoghi di lavoro semi sotterranei o al piano terra in aree a rischio radon/aree prioritarie, negli stabilimenti termali (D.Lgs. 101/2020)*" (di seguito PMP) - organizzati da ciascuno SPreSAL nel territorio di competenza – ed è reso fruibile anche con la pubblicazione nei siti web istituzionali della Regione e delle ASL.

Di seguito vengono presentati alcuni documenti di buone pratiche relative alle tecniche adottate per la riduzione della concentrazione di radon nei luoghi di lavoro oggetto del PMP.

Come espressamente anticipato nel Capitolo 1 e sottolineato nel Capitolo 4 del presente Documento, la selezione, progettazione, attuazione e valutazione dell'efficacia degli interventi di risanamento da radon nei luoghi di lavoro di cui all'art. 16 del D.Lgs. 101/2020 e s.m.i. deve essere effettuata (come stabilito dall'art. 17 dello stesso Decreto) da un esperto in interventi di risanamento radon ai sensi dell'art. 15 dello stesso Decreto, incaricato dall'esercente il quale verifica il possesso da parte del professionista dei requisiti di cui all'Allegato II del Decreto. Pertanto, quanto riportato in seguito, costituisce una basa conoscitiva finalizzata ad una valutazione preliminare delle tecniche di intervento più comunemente impiegate per la riduzione delle concentrazioni di attività radon negli edifici e mitigazione dell'esposizione a tale agente cancerogeno.

Di seguito vengono presentate tali buone pratiche che sono comunque consultabili integralmente nei siti internet indicati nelle note a piè di pagina e nella sezione 10.

### 6.1 Strumenti per la prevenzione e riduzione della concentrazione di radon indoor del PNAR

Il Piano nazionale d'azione per il radon (PNAR)<sup>3</sup>, adottato con D.P.C.M. 11/01/2024 e pubblicato nella Gazzetta Ufficiale 21 febbraio 2024, n. 43, S.O., è sviluppato in tre assi strategici: Asse 1 – Misurare, Asse 2 – Intervenire, Asse 3 – Coinvolgere. In particolare, nell'Asse 2 si sottolinea che, sebbene non sia possibile eliminare del tutto il radon dagli edifici, per contrastare i rischi sanitari legati all'esposizione al radon indoor è necessario intervenire riducendone la concentrazione nell'aria negli ambienti interni, abbassando così il rischio connesso alla sua esposizione. Inoltre, si specifica che, per ottenere tali risultati sono necessarie indicazioni uniformi sul territorio nazionale, in grado di definire gli strumenti e le strategie da seguire. A tal riguardo, l'Asse 2 del PNAR raggruppa le azioni per ridurre il rischio di esposizione al radon, promuove i sistemi di prevenzione e riduzione negli edifici esistenti e nei nuovi edifici con indicazioni sulla loro progettazione, individua i materiali da costruzione che potrebbero esalare radon, fornisce indicazioni per la qualificazione degli esperti di risanamento.

Più specificatamente, l'Azione 2.1 "*Indicazioni riguardanti gli interventi di risanamento*" e l'Azione 2.2 "*Indicazioni per prevenire e ridurre l'ingresso del radon nel caso di nuove costruzioni e di ristrutturazioni*" dell'Asse 2 del PNAR, hanno l'obiettivo di fornire a Enti appaltanti, a Enti territoriali competenti (DPR 380/2001), ad esperti in interventi di risanamento radon, ai professionisti e alle imprese operanti nel settore

---

<sup>3</sup> consultabile e scaricabile integralmente all'indirizzo: [https://www.salute.gov.it/imgs/C\\_17\\_pubblicazioni\\_3415\\_allegato.pdf](https://www.salute.gov.it/imgs/C_17_pubblicazioni_3415_allegato.pdf)

delle costruzioni e alle Regioni e Province autonome di Trento e Bolzano, gli indirizzi tecnici finalizzati, rispettivamente, agli interventi di risanamento da radon negli edifici esistenti e agli interventi di prevenzione rispetto all'ingresso del radon nelle nuove costruzioni e nelle ristrutturazioni.

A tal riguardo, l'Appendice alle suddette Azioni 2.1 e 2.2, recante "*Specifiche tecniche di intervento – Progettazione di interventi mirati*", illustra sinteticamente, con intento introduttivo e divulgativo, i principali elementi tecnici riferiti alle metodologie di intervento normalmente impiegate nella pratica corrente per il risanamento o la prevenzione dell'inquinamento da radon, sia nel caso di nuove costruzioni o ristrutturazioni, sia per risanamenti specifici di edifici preesistenti, e rimanda - per i necessari approfondimenti - ai lavori che vari enti, sull'intero territorio nazionale, hanno predisposto al fine di approfondire, in senso tecnico e con scopi immediatamente operativi e applicativi, le problematiche della prevenzione e del risanamento da radon.

## **6.2 Metodi e tecnologie per la riduzione della concentrazione del radon indoor**

Il presente paragrafo è stato redatto tenendo conto dei contenuti del documento "*Indirizzi in materia di sostenibilità ed eco-compatibilità nella costruzione/ristrutturazione di edifici al fine di migliorare la qualità dell'aria indoor, anche in relazione al rischio radon, per orientare i regolamenti edilizi in chiave eco-compatibile*"<sup>4</sup>, adottato con Deliberazione della Giunta della Regione Sardegna n. 5/31 del 29.01.2019<sup>5</sup>.

Il suddetto documento tratta le tematiche relative alla qualità dell'aria indoor quale importante determinante di salute; in esso vengono analizzati gli inquinanti più comuni che possono essere presenti all'interno di un edificio (es. monossido di carbonio, biossido d'azoto, biossido di zolfo, fumo di tabacco, radon, agenti biologici ecc.) ed esaminati gli effetti nocivi sulla salute umana a causa dell'esposizione a tali inquinanti.

Il suddetto documento di Indirizzo è articolato per i seguenti ambiti di applicazione:

- nuovo complesso edilizio (contesto urbanistico territoriale);
- nuova costruzione, demolizione e ricostruzione, ampliamento, ristrutturazioni importanti;
- riqualificazione di edifici esistenti.

Per ciascuno di questi ambiti vengono espone le azioni (prioritarie e di ottimizzazione) da porre in essere per il miglioramento della qualità dell'aria indoor, oltre ai controlli da effettuare per la verifica dell'effettiva applicazione di tali azioni. L'allegato C del suddetto documento riporta l'approfondimento tecnico sulle metodologie e tecnologie per il miglioramento della qualità dell'aria indoor.

Di seguito vengono ripresi gli aspetti più importanti trattati nel suddetto allegato C, al fine di contestualizzarli alla specifica problematica del presente Documento di buone pratiche. In particolare, vengono esaminate le principali strategie per la riduzione della concentrazione di radon indoor, attraverso la descrizione delle tecnologie costruttive degli edifici (comprendenti i luoghi di lavoro sotterranei, semi sotterranei e al piano terra, stabilimenti termali, nonché le specifiche tipologie di luoghi di lavoro individuate dal PNAR nell'appendice all'Azione 1.3), dei dispositivi e dei materiali che possono essere adottati per raggiungere tale obiettivo.

Nello specifico, per quanto concerne le tecniche di aerazione e ventilazione, riconosciute tra le principali misure per la riduzione della concentrazione del radon negli edifici, vengono forniti gli elementi basilari inerenti i fenomeni aerulici che regolano i flussi d'aria negli ambienti interni. Vengono inoltre esplicitate e confrontate le principali azioni volte alla riduzione della concentrazione del radon in ambienti chiusi.

È opportuno, in primo luogo, conoscere i meccanismi che determinano la presenza del radon all'interno degli edifici. La principale fonte di radon è costituita dal suolo su cui si trova la struttura: le caratteristiche geolitologiche (tipologia di formazioni geologiche, caratteristiche tessiturali, ecc.) del terreno di fondazione danno luogo alla formazione di gas radon. A causa dell'azione del vento (differenza di pressione) e/o per effetto di moti convettivi (effetto camino), viene indotto un flusso ascendente, che può permeare attraverso le superfici di interfaccia tra suolo ed involucro dell'edificio. Questo processo può essere amplificato in presenza di zone di discontinuità (es. aperture per il passaggio tubazioni, giunti tra solai e pareti, pozzetti di ispezione e vani tecnici, ecc.), o di sistemi di aspirazione (es. cappe di cucina, camini) con scarsa presa d'aria esterna.

Prima di tutto è opportuno sigillare le intercapedini tra le canalizzazioni dei servizi e tutte le discontinuità strutturali (riprese di getto, connessioni tra pareti verticali e solaio, crepe) utilizzando specifici prodotti. La

---

<sup>4</sup> consultabile e scaricabile integralmente dal sito tematico regionale SardegnaSalute al link:  
<https://www.sardegna salute.it/index.php?xsl=316&s=9&v=9&c=93932&na=1&n=10>

<sup>5</sup> [https://delibere.regione.sardegna.it/visualizza\\_delibera.page?contentId=DBR44891](https://delibere.regione.sardegna.it/visualizza_delibera.page?contentId=DBR44891)

tecnica, sebbene a basso costo e di buona efficacia, risente della difficoltà nella localizzazione delle vie di ingresso dell'aria ricca di radon. Può essere intesa come misura da adottare in concomitanza con altre tipologie di intervento.

Le tecniche di risanamento/prevenzione possono essere di tipo passivo e attivo. Queste ultime si distinguono dalle prime per l'utilizzo di dispositivi di ventilazione che richiedono l'alimentazione elettrica.

- Tecniche passive:
  - Sigillatura di fessure ed intercapedini
  - Isolamento della struttura
  - Ventilazione naturale del locale interrato/seminterrato
  - Ventilazione naturale del vespaio o del terreno sotto la soletta controterra
- Tecniche attive:
  - Pressurizzazione/depressurizzazione del suolo/vespaio
  - Ventilazione meccanica dei locali (pressurizzazione dell'intero edificio)

Di seguito si riporta un approfondimento degli aspetti tecnici che riguardano la ventilazione degli ambienti interni di un edificio, che rappresenta una tecnica di particolare rilievo per la riduzione delle concentrazioni di radon che può essere presente nei locali di un edificio e può essere applicata sia nei locali interrati e semi-interrati, sia nei locali dei piani fuori terra dell'edificio.

### La ventilazione degli ambienti chiusi

La ventilazione, definita dallo standard americano ASHRAE 62-1:2010 (Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality) come "il processo di immissione e/o estrazione d'aria da e/o verso un ambiente chiuso con lo scopo di controllare i livelli di inquinanti, l'umidità o la temperatura", permette di:

- ridurre la concentrazione del radon presente all'interno dell'ambiente *chiuso*;
- assicurare il volume d'aria idoneo per l'attività metabolica degli occupanti;
- garantire il controllo termoigrometrico degli ambienti interni ed evitare la formazione di condense e muffe.

Le tecniche di ventilazione sono distinte in:

- aerazione;
- infiltrazione;
- ventilazione naturale;
- ventilazione meccanica;
- ventilazione ibrida.

Le prime due, pur basandosi sugli stessi principi della ventilazione naturale, non sono oggetto di una progettazione, intesa come la definizione ed il dimensionamento puntuale del sistema di ventilazione.

#### ❖ *Aerazione*

L'aerazione dei locali si attua attraverso l'azione diretta dell'occupante, pertanto è una tecnica essenzialmente legata alla buona pratica dell'individuo ed è fortemente condizionata dalla discrezionalità ed abitudini del singolo, nonché dalla conoscenza dei benefici indotti da una corretta aerazione dei locali. L'aerazione si compie mediante l'apertura degli infissi esterni (finestre/portefinestre) e consente di generare il ricambio dell'aria interna per immissione di aria proveniente dall'esterno.

Questa tecnica, pur essendo a basso dispendio energetico in quanto non sono presenti dispositivi elettrici per la movimentazione dell'aria, non consente il controllo della ventilazione, né in termini quantitativi (portata d'aria entrante ed uscente), né tanto meno qualitativi: l'aria in ingresso, infatti, non viene in alcun modo trattata per l'abbattimento di eventuali contaminanti esterni e non subisce nessun processo di regolazione termoigrometrica.

Inoltre, l'apertura degli infissi può determinare l'incremento dell'inquinamento acustico dell'ambiente indoor. L'efficienza dell'aerazione è strettamente legata alla variabilità delle condizioni ambientali locali, oltre che alle abitudini del singolo occupante.

Questa tecnica è dunque indicata soprattutto in aree territoriali aventi climi miti e con buona qualità dell'aria esterna.

In alcuni ambiti territoriali non è possibile adottare la sola aerazione, specialmente dove è richiesto un controllo marcato della temperatura e dell'umidità dell'aria, o in luoghi dove si registrano lunghi periodi con elevata temperatura e umidità esterna, o laddove si registra l'inquinamento cronico dell'aria esterna.

Il meccanismo dell'aerazione avviene principalmente per effetto del vento incidente sull'involucro edilizio. Una corrente d'aria che colpisce un edificio dà luogo alla formazione di aree ad alta e bassa pressione: sulle superfici sopravento si sviluppa un incremento di pressione, mentre nel lato sottovento si produce l'effetto opposto (Figura 4). Questo gradiente di pressione rappresenta il motore dei flussi naturali dell'aria, che si muovono da zone ad alta pressione verso quelle a bassa pressione.

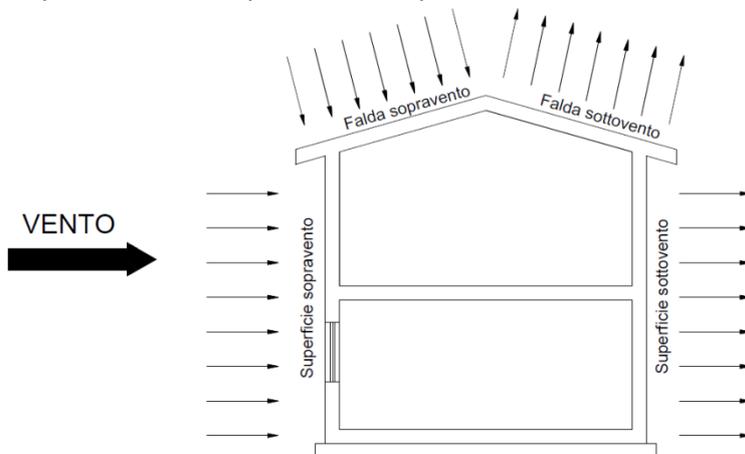


Figura 4: effetto del vento.

Il suddetto fenomeno è influenzato dalla dimensione delle aperture presenti nei locali, dalla loro distribuzione planimetrica e dalle differenze di densità dell'aria imputabili ai gradienti termici tra esterno ed interno. Occorre dunque che siano presenti delle aperture nell'involucro dell'edificio, la cui posizione e dimensione determina la velocità e la direzione delle correnti d'aria all'interno dei locali. In genere il flusso è di tipo orizzontale e si innesca per flussi contrapposti sui lati sopravento e sottovento (ventilazione incrociata).

In assenza di aperture su entrambi i lati, la ventilazione naturale per effetto del vento presenta un'azione molto limitata.

In linea generale si osservano le seguenti indicazioni progettuali:

- il flusso d'aria passante attraverso l'edificio, come evidenziato nella seguente Figura 5, subisce un incremento di velocità quando le aperture che consentono l'ingresso dell'aria sono più piccole rispetto alle aperture di uscita. In condizione opposta la velocità del flusso e l'effetto della circolazione dell'aria risultano attenuati

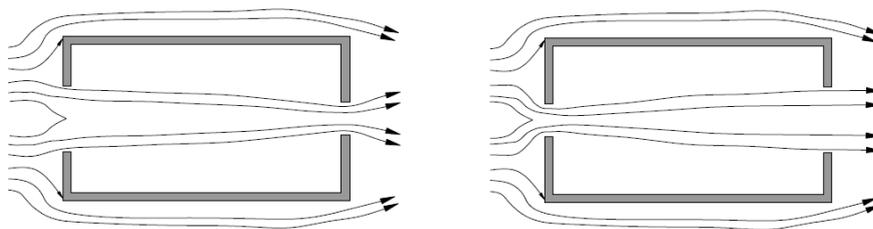


Figura 5: Effetto della dimensione delle aperture di ingresso e uscita dell'aria dovuta all'azione del vento.

- al fine di ottimizzare la distribuzione dell'aria esterna negli ambienti interni, qualora non vi siano ostacoli ed ostruzioni nei locali, si deve prediligere il posizionamento delle aperture in posizione contrapposta (Figura 6-a);
- se le aperture vengono ubicate nel lato in pressione ed in quello adiacente, si ottiene una buona aerazione dei locali ma con velocità del flusso ridotte rispetto al caso precedente (Figura 6-c);
- qualora le aperture siano ubicate unicamente nel lato sottovento e nelle pareti adiacenti l'effetto dell'aerazione risulta fortemente attenuato (Figura 6-d);

- la presenza di ostruzioni, dovute a pareti divisorie dei locali o all'arredamento, può alterare i flussi d'aria e generare dei volumi di ristagno dove non si verifica il ricambio d'aria o dove questo viene fortemente attenuato (Figura 6-f).

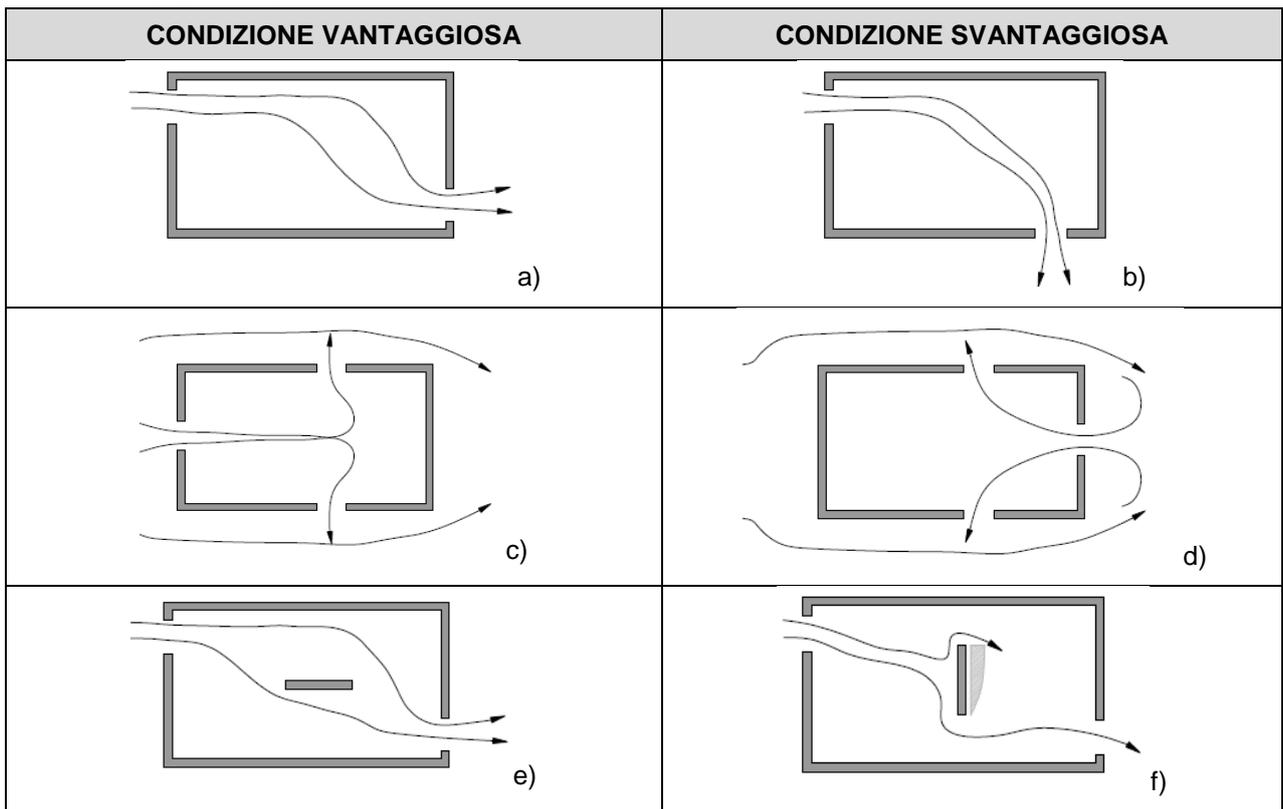
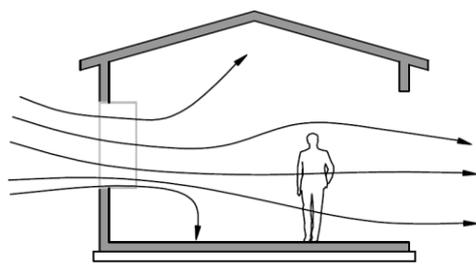
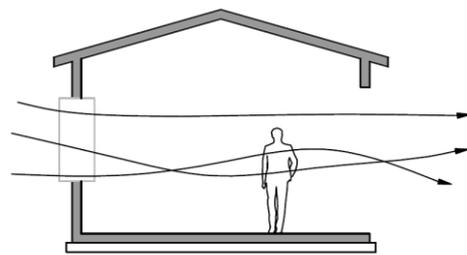


Figura 6: configurazione dei flussi d'aria in relazione alla ubicazione delle aperture ed alla presenza ed orientamento di ostacoli interni.

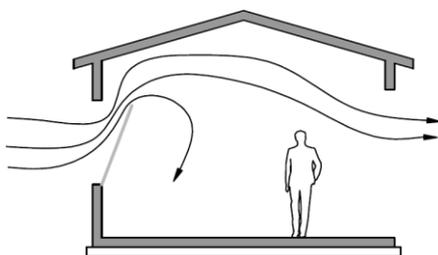
Un aspetto rilevante, come evidenziato nella seguente figura, soprattutto nei casi di edifici dove non è possibile modificare l'orientamento dell'edificio o la configurazione planimetrica dei locali, è costituito dalla scelta della tipologia di infissi e dalla possibilità di orientare le chiusure per regolare e modulare i flussi d'aria in ingresso, così da ottimizzare la distribuzione dei ricambi d'aria.



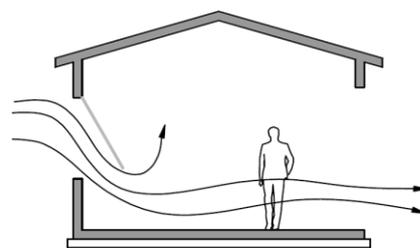
a) apertura a battente con asse verticale



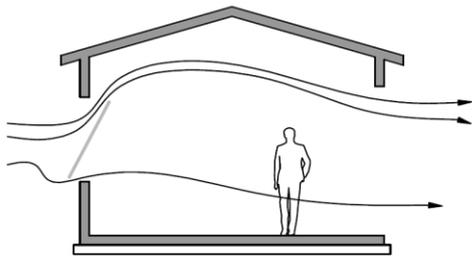
b) apertura a bilico verticale



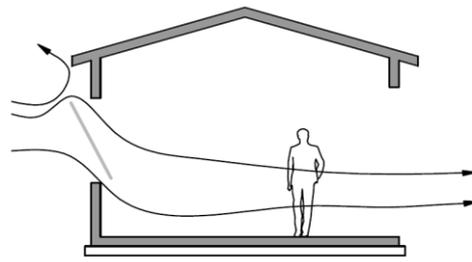
c) apertura a vasistas su asse inferiore



d) apertura a vasistas su asse superiore



e) apertura a bilico orizzonte – posizione verso l'alto



f) apertura a bilico orizzonte – posizione verso il basso

Figura 7: Orientamento del flusso d'aria entrante in relazione all'inclinazione delle aperture degli infissi.

#### ❖ *Infiltrazione*

L'infiltrazione è un meccanismo di ricambio d'aria legato alle caratteristiche costruttive dell'edificio e non dipende dalla volontà dell'occupante. Infatti, le intercapedini tra i muri perimetrali e gli infissi esterni, le fessure tra condotte e pavimenti ecc., costituiscono delle aperture accidentali che generano dei flussi d'aria tra l'esterno e gli ambienti interni, che modificano, talvolta in modo sostanziale, il regime di ventilazione progettato per l'edificio.

Attraverso opportuna strumentazione è possibile misurare la permeabilità all'aria dell'edificio, ossia la portata d'aria di infiltrazione attraverso l'involucro edilizio.

#### ❖ *Ventilazione naturale*

La ventilazione naturale si basa sugli stessi principi aerulici esposti in precedenza. Tuttavia, si vuole mantenere la distinzione rispetto al concetto di "aerazione", in quanto la ventilazione naturale di un edificio costituisce un sistema che può e dovrebbe essere oggetto di una specifica attività di pianificazione e progettazione.

Questo elemento progettuale, finalizzato all'ottenimento di un buon livello della qualità dell'aria interna ad un edificio e dunque, nel caso specifico, alla riduzione delle concentrazioni di radon in esso presenti, si può applicare sia nei casi di realizzazione di un nuovo complesso edilizio (o di un nuovo edificio), sia nelle attività di ristrutturazione o riqualificazione di una struttura.

La ventilazione naturale generalmente presenta buone efficienze quando è abbinata ad altre strategie di efficientamento energetico dell'edificio, attraverso il controllo dei processi di incremento/riduzione della temperatura interna, che a loro volta sono una componente essenziale per il design della ventilazione naturale.

Nella selezione e progettazione dei sistemi di ventilazione naturale sono indispensabili le seguenti attività:

- fornire sufficiente aria esterna per ridurre la concentrazione del radon presente all'interno dei locali e mantenere il comfort termico desiderato;
- ridurre l'ingresso di contaminanti atmosferici provenienti dall'esterno;
- analizzare e controllare la radiazione solare e le variazioni termiche interne;
- controllare i flussi d'aria attraverso sistemi accuratamente progettati, effettuando una valutazione approfondita dei flussi d'aria in relazione alle variazioni meteorologiche esterne;
- individuare le aree nelle quali attuare la sovrappressione/depressurizzazione dei locali, al fine di garantire un buon ricircolo dell'aria;
- garantire un comfort acustico soddisfacente (le aperture per la ventilazione naturale costituiscono un percorso preferenziale per la trasmissione del rumore dall'esterno verso l'interno. Inoltre, gli edifici a ventilazione naturale presentano spesso ampie superfici in calcestruzzo, rigide e ad alta densità, che incidono sulla trasmissione del rumore e delle vibrazioni);
- analizzare il percorso dei fumi di combustione in caso di incendio. Il progetto di ventilazione naturale deve essere integrato con i sistemi di sicurezza antincendio;
- prevedere sistemi di sicurezza anti-intrusione: la presenza di numerose aperture nel corpo dell'edificio può ridurre significativamente il livello sicurezza sotto il profilo delle intrusioni nei locali. È dunque necessario considerare appositi sistemi di vigilanza e allarme.

Al fine di ottimizzare e delineare gli elementi progettuali della ventilazione naturale, è fondamentale riconoscere gli elementi del contesto in cui si opera; in prima analisi occorre identificare i venti dominanti che caratterizzano il sito in esame, attraverso la rappresentazione della direzione prevalente, dell'intensità e frequenza del vento.

La ventilazione naturale è fortemente influenzata da numerosi fattori esterni all'edificio tra cui l'orografia del territorio prossima all'edificio, la presenza del vento e le differenze di temperatura tra l'esterno e l'interno dell'edificio. Anche la vegetazione svolge un ruolo rilevante in questo contesto; infatti, alberi e cespugli messi a dimora con una definita posizione e geometria, possono essere utilizzati con il duplice scopo di realizzare una schermatura (eolica e solare) e costituire un ostacolo per la deflessione delle correnti d'aria che devono essere indirizzate nel modo più vantaggioso all'interno dei vani.

### Dispositivi per la ventilazione naturale

È possibile ricorrere a dispositivi installati nelle aperture di ingresso o nelle bocche di uscita dell'aria, per regolare le portate dei flussi di ventilazione naturale. Tra i principali dispositivi possono essere considerati:

- dispositivi di ventilazione per serramenti: effettuano la regolazione della portata entrante attraverso il movimento di una membrana, azionata automaticamente dal vento e alla pressione indotta su di essa. Il dispositivo viene installato sul telaio dell'infisso;
- dispositivi di immissione igroregolabili: regolano la portata d'aria entrante in relazione al tasso di umidità relativa degli ambienti interni. Quest'ultima varia in base al grado di occupazione del locale. È dunque possibile mettere in atto la ventilazione naturale selettiva nei locali occupati;
- attuatori elettrici per infissi: sono dispositivi installati in finestre e lucernari che aprono o chiudono l'infisso in base ad un programma di temporizzazione o a seguito di input generati da sensori che rilevano le condizioni meteorologiche esterne.

Sebbene l'uso di sistemi di ventilazione naturale e di raffrescamento passivo degli edifici, ottimizzati dalla azione solare e dall'adozione di sistemi di isolamento dell'involucro strutturale, possa dar luogo alla riduzione dei consumi energetici, il ricambio d'aria non controllato può contrastare questo beneficio e indurre, al contrario, un forte incremento dei consumi energetici, a causa delle perdite di calore indotte dal sistema stesso.

### ❖ *Ventilazione meccanica controllata*

La ventilazione meccanica controllata (VMC) consente di superare il problema della mancanza di gestione delle portate nella ventilazione naturale, attraverso l'utilizzo di dispositivi (ventilatori<sup>6</sup>) selezionati in relazione ad una progettazione puntuale e specifica del sistema.

Il ricambio d'aria non avviene dunque con l'apertura di infissi esterni, bensì mediante canalizzazioni (condotte di ventilazione) collegate con gli ambienti interni da aspiratori e diffusori.

I sistemi privi di canalizzazioni d'aria consistono in ventilatori di estrazione, installati a parete o a soffitto, ed una o più aperture che permettono l'afflusso d'aria dall'esterno. Al posto di queste ultime possono essere previsti degli aspiratori che, per azione meccanica, determinano l'ingresso controllato di aria dall'esterno.

Esistono inoltre i sistemi di ventilazione canalizzata, utilizzati quando non è possibile installare i ventilatori a parete. In questo caso la circolazione d'aria (in entrata e/o in uscita) avviene con l'ausilio di condotte di aerazione, dimensionate secondo i criteri di progettazione ampiamente conosciuti.

È possibile distinguere due macro tecnologie di VMC:

- 1) VMC a semplice flusso;
- 2) VMC a doppio flusso.

### Ventilazione meccanica controllata a semplice flusso

È un sistema composto da una serie di aspiratori, installati solitamente negli ambienti meno salubri (es. bagni e cucine) dell'edificio, e da aperture regolabili per l'immissione di aria salubre in ambienti nobili (camere e soggiorno). L'aria esausta viene convogliata nella parte sommitale dell'edificio, generalmente sulla copertura.

---

<sup>6</sup> Un ventilatore è un dispositivo finalizzato a determinare un movimento d'aria; è costituito da un motore che mette in funzione una girante che genera il flusso d'aria. In base alla tipologia della girante vengono classificati i ventilatori (es. assiali, elicoidali, centrifughi, a flusso misto).

La circolazione dell'aria viene assicurata da aperture, presenti sugli infissi interni o sui tramezzi, dotate di griglie e dimensionate affinché non si generino eccessive perdite di carico o che l'aria non raggiunga velocità troppo elevate che inciderebbero negativamente sul comfort abitativo.

VANTAGGI	SVANTAGGI
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Versatilità di posa.</li> <li>• Facilità di installazione.</li> <li>• Possibilità di integrazione con la ventilazione naturale.</li> <li>• Sistema adatto in caso di ristrutturazione edilizia.</li> <li>• Possibilità di ventilazione di tutti i locali.</li> <li>• Rumorosità controllata.</li> <li>• Sistema igroregolabile (estrazione selettiva in base al grado umidità relativa dei locali).</li> <li>• Sistema economico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Assenza di sistema di filtrazione.</li> <li>• Assenza di sistema di recupero di calore.</li> <li>• Perdita energetica nella stagione fredda.</li> <li>• Ingresso di aria calda nella stagione estiva.</li> </ul>

#### Ventilazione meccanica controllata a doppio flusso

Un sistema di VMC a doppio flusso gestisce meccanicamente i flussi di mandata e di ripresa dell'aria indoor. Il sistema di estrazione è analogo a quello descritto nel VMC a semplice flusso. L'immissione è regolata separatamente ed avviene mediante canalizzazioni e bocchette ad essa dedicate. I flussi d'aria sono controllati da un sistema di regolazione e, negli impianti più complessi, possono essere trattati prima dell'immissione (filtrazione, termoregolazione, controllo igrometrico). Possono inoltre essere implementati dei dispositivi per il recupero di calore dall'aria in uscita (scambiatori di calore). La VMC con recupero di calore rappresenta un sistema automatizzato ed efficiente sotto il profilo energetico, che garantisce contestualmente il ricambio dell'aria nei locali ed il trattamento termico dell'aria in ingresso, mantenendo nel tempo un elevato comfort abitativo.

Nella tabella seguente sono riportati i principali vantaggi e svantaggi dovuti all'utilizzo della tecnica VMC a doppio flusso:

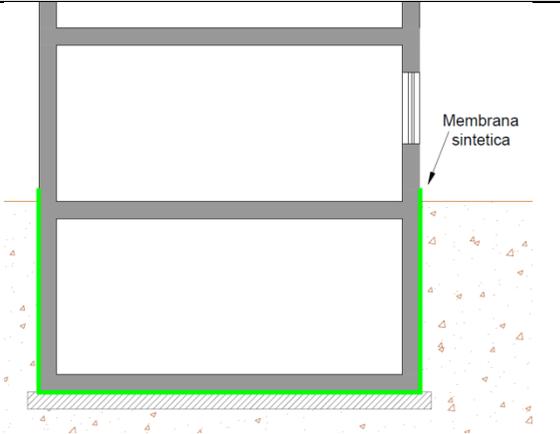
I VANTAGGI	SVANTAGGI
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Filtrazione selettiva.</li> <li>• Controllo accurato delle portate d'aria.</li> <li>• Possibilità di recupero di calore.</li> <li>• Possibilità di integrazione con ventilazione naturale.</li> <li>• Adattabilità alla variabilità climatica stagionale.</li> <li>• Controllo dell'umidità interna (riduzione della formazione di muffe).</li> <li>• Possibilità di ventilazione di tutti i locali.</li> <li>• Rumorosità controllata mediante sistemi di insonorizzazione.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema più complesso da installare.</li> <li>• Richiede una appropriata istruzione dell'utente sull'utilizzo e manutenzione.</li> <li>• Costi superiori rispetto al sistema a semplice flusso.</li> </ul>

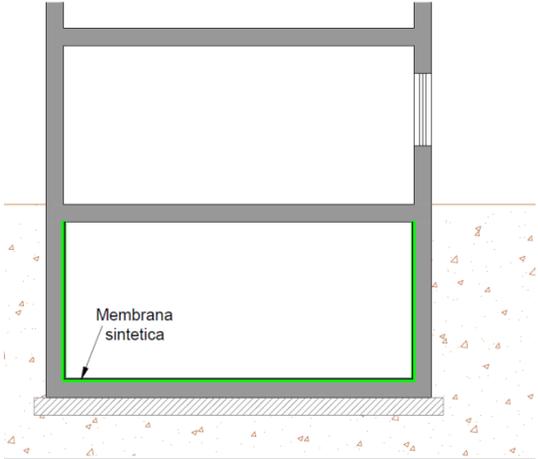
#### ❖ *Ventilazione ibrida*

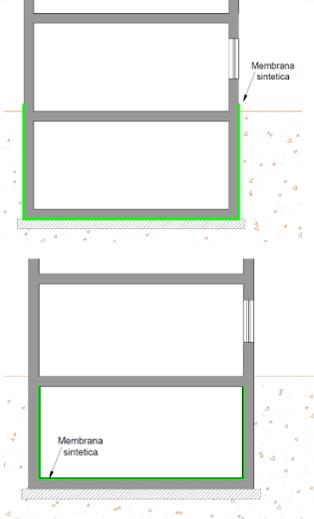
I sistemi di ventilazione ibrida (naturale/meccanica) sono più comuni nei grandi edifici. Con questi sistemi viene comunemente utilizzata la ventilazione naturale per la maggior parte dell'anno mentre i sistemi di ventilazione/termoregolazione meccanica vengono attivati durante i picchi termici esterni, o quando la ventilazione naturale non è disponibile. Inoltre, al sistema di ventilazione possono essere integrati dei sensori di pressione che regolano i dispositivi motorizzati per il controllo delle pressioni dell'aria nei diversi locali dell'edificio, al fine di sfruttare la ventilazione naturale dove e quando è necessaria. Questi sistemi di controllo della ventilazione richiedono molta cura nella progettazione e una corretta educazione dell'utente finale, sia per il corretto utilizzo, sia per mettere in atto le procedure di manutenzione.

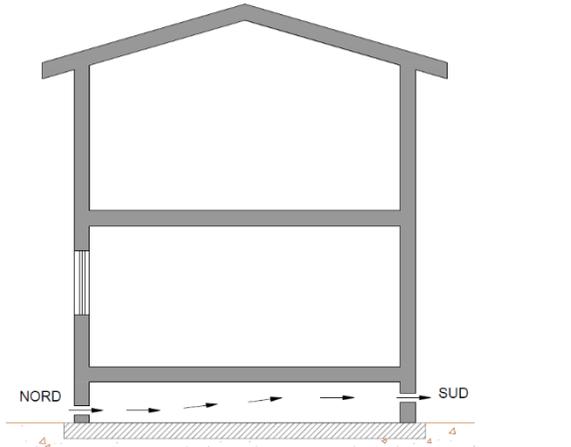
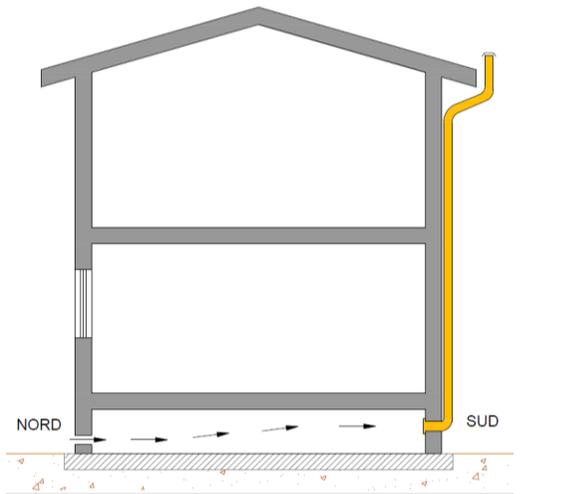
Di seguito sono riportate le schede di approfondimento delle principali tecniche impiegate per la riduzione delle concentrazioni di radon all'interno degli edifici, specificando gli ambiti di applicazione dove queste possono essere applicate.

Quanto di seguito descritto è corredato da illustrazioni che mostrano l'applicazione delle tecniche di risanamento in edifici aventi le caratteristiche costruttive di una classica abitazione. Tuttavia, la trattazione che segue ha la finalità di presentare sinteticamente i principi generali delle tecniche di risanamento i quali possono essere applicati anche ad edifici adibiti a luoghi di lavoro.

Descrizione	Ambito di applicazione	Immagine
<p><b>Isolamento esterno dell'involucro mediante barriere sintetiche radon impermeabili</b></p> <p>Mediante l'applicazione di membrane sintetiche nell'interfaccia suolo/edificio, è possibile isolare l'intera superficie di attacco a terra dello stabile. Nell'applicazione a pavimento, la membrana deve essere posizionata tra la superficie superiore del vespaio ed il massetto sul quale successivamente viene posata la pavimentazione.</p> <p>La membrana deve essere inoltre risvoltata sulle pareti verticali prossime al solaio, per tutta la lunghezza contro terra (ambienti in sotterraneo e ambienti in semi-sotterraneo).</p>	<p>Luogo di lavoro di nuova costruzione situato:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> in sotterraneo</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> in semi-sotterraneo</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> al piano terra</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> stabilimenti termali</li> </ul>	

Descrizione	Ambito di applicazione	Immagine
<p><b>Isolamento interno dell'involucro mediante barriere sintetiche radon impermeabili</b></p> <p>Nella fase di stesa della membrana è necessario che il piano di posa sia privo di asperità ed inoltre deve essere garantita la continuità di impermeabilizzazione al gas nelle giunzioni, mediante termosaldatura eseguita a regola d'arte. Come per tutti i materiali da costruzione, è importante analizzare le caratteristiche prestazionali delle membrane riportate nelle schede tecniche.</p> <p>Oltre alle resistenze a trazione, allungamento e resistenza al punzonamento statico (resistenza alle sollecitazioni meccaniche), è necessario valutare la permeabilità al gas radon (volume di gas che può attraversare l'unità di superficie sottoposta ad una differenza di pressione pari ad una atmosfera, in un intervallo di tempo pari a 24 ore (<math>\text{cm}^3/(\text{m}^2 \cdot 24\text{h atm})</math>).</p> <p>Qualora si valuti che la sola protezione effettuata dalla membrana non sia sufficiente, è necessario adottare le tecniche di allontanamento del gas mediante ventilazione, ad integrazione delle misure di isolamento.</p>	<p>Luogo di lavoro esistente situato:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> in sotterraneo</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> in semi-sotterraneo</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> al piano terra</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> stabilimenti termali</li> </ul>	 <p>Il diagramma illustra un'isolamento interno di un ambiente. Una membrana sintetica, evidenziata in verde, è applicata sulle pareti e sul pavimento di una stanza. La stanza è circondata da un terreno o da un ambiente esterno, rappresentato da un'area grigia con piccoli triangoli rossi. Una linea orizzontale arancione indica il livello del terreno esterno. L'etichetta 'Membrana sintetica' con una freccia indica la membrana applicata sul pavimento.</p>

Descrizione	Ambito di applicazione	Immagine
<p><b>Isolamento esterno dell'involucro mediante pannelli in vetro cellulare</b></p> <p>I pannelli costituiti da vetro cellulare consentono di isolare le superfici dell'edificio a contatto con il suolo: si ottiene la contestuale riduzione dell'ingresso del gas radon proveniente dal terreno, l'isolamento termico e l'impermeabilizzazione all'acqua di pareti e pavimenti.</p> <p>Questo materiale può essere utilizzato nelle nuove costruzioni, disponendo le lastre, debitamente giuntate lungo i bordi, sul piano di posa costituito da terreno o da un magrone livellato. Le lastre in vetro cellulare possono essere applicate anche sulle superfici esterne dei muri controterra.</p> <p>Nel caso di edifici esistenti, il materiale in esame può essere impiegato internamente come sistema isolante.</p>	<p>Luogo di lavoro di nuova costruzione o esistente situato:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> in sotterraneo</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> in semi-sotterraneo</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> al piano terra</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> stabilimenti termali</li> </ul>	

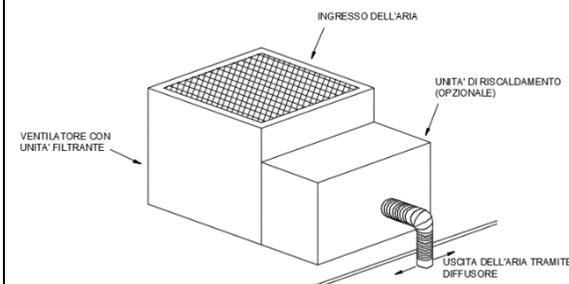
Descrizione	Ambito di applicazione	Immagine
<p><b>Ventilazione del vano tecnico (fuori terra o seminterrato) o vuoto sanitario fuori terra.</b></p> <p><i>Ventilazione naturale</i></p> <p>In presenza di un vano tecnico o di un vuoto sanitario (vespaio i cui vuoti sono sufficientemente intercomunicanti, realizzato, ad esempio, mediante casseri a perdere in materiale polimerico, ideali per la costituzione di vespai ventilati) è possibile creare delle aperture fuori terra sui muri perimetrali dell'edificio, possibilmente sulle superfici esposte a nord (apertura di ingresso) e a sud (apertura di uscita), per generare un flusso d'aria per effetto di moti convettivi naturali. La circolazione d'aria può essere incrementata canalizzando il flusso di uscita verso il tetto dell'edificio, eventualmente installando un aspiratore girevole in sommità per incrementare l'effetto di aspirazione.</p> <p>Nel caso di nuova costruzione è possibile prevedere la canalizzazione all'interno del corpo murario, al fine di minimizzare le interferenze con gli ambienti interni.</p>	<p>Luogo di lavoro di nuova costruzione o esistente situato:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> in sotterraneo</li> <li><input type="checkbox"/> in semi-sotterraneo</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> al piano terra</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> stabilimenti termali</li> </ul>	
<p><i>Ventilazione meccanica</i></p> <p>Qualora la ventilazione naturale non sia sufficiente è possibile installare un ventilatore aspirante, posizionato all'interno del corpo murario o all'esterno dell'edificio. In questo caso è necessario chiudere qualsiasi comunicazione con l'esterno tale da creare una depressurizzazione del vespaio o del vano tecnico. Viceversa, è possibile insufflare aria e generare una pressurizzazione del vespaio, o del vano tecnico, impedendo all'aria ricca di radon di penetrare all'interno dell'edificio.</p>	<p>Luogo di lavoro di nuova costruzione o esistente situato:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> in sotterraneo</li> <li><input type="checkbox"/> in semi-sotterraneo</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> al piano terra</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> stabilimenti termali</li> </ul>	

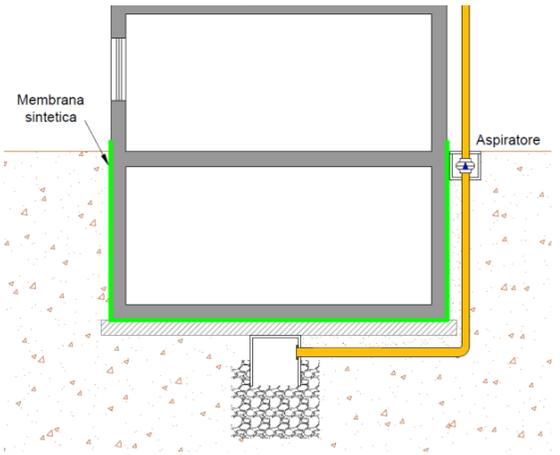
### **Pressurizzazione dell'intero edificio**

È possibile contrastare l'ingresso del radon proveniente dal suolo applicando una debole sovrappressione (circa 2 Pa) mediante l'installazione di un ventilatore premente di poche decine di watt, eventualmente dotato di unità di riscaldamento dell'aria di mandata. È necessario localizzare con cura il punto di installazione del dispositivo, al fine di dar luogo ad una distribuzione quanto più uniforme dell'aria immessa ed evitare l'inquinamento acustico degli ambienti. Il sistema può essere dotato di temporizzatore per la modulazione del tempo di esercizio ed il controllo dei consumi energetici. È possibile ottenere lo stesso effetto descritto mediante un impianto di ventilazione meccanica controllata, eventualmente dotata di recupero di calore, che, tramite un sistema di canali di aspirazione ed immissione d'aria, consente di agire uniformemente su tutto l'edificio.

Luogo di lavoro di nuova costruzione o esistente situato:

- in sotterraneo
- in semi-sotterraneo
- al piano terra
- stabilimenti termali



Descrizione	Ambito di applicazione	Immagine
<p><b><i>Depressurizzazione del terreno di fondazione – pozzo radon</i></b></p> <p>In fase costruttiva è possibile realizzare, al di sotto del getto del magrone o della platea di fondazione, un pozzetto di captazione del radon presente nel terreno. Questo è costituito da un vano, usualmente in calcestruzzo prefabbricato, con lato inferiore aperto e poggiante su un nucleo drenante di ghiaia grossolana. Il pozzetto è collegato, mediante canalizzazione, ad un secondo pozzetto collocato in prossimità dell'edificio e ubicato poco sotto il piano campagna, in cui è alloggiato il ventilatore aspirante alimentato elettricamente. Il radon captato viene dunque liberato in atmosfera, avendo cura di posizionare la bocca di emissione lontano dai prospetti dell'edificio o dagli edifici limitrofi, al fine di evitare l'immissione del contaminante dagli infissi esterni. La soluzione ottimale consiste nella canalizzazione del gas fino alla quota di gronda dello stabile, dove viene più facilmente disperso.</p> <p>La tecnica sopra descritta può essere applicata per edifici con locali in sotterraneo, avendo cura di dimensionare correttamente il sistema di aspirazione (ventilatore e canalizzazione) ed effettuare l'isolamento esterno delle superfici verticali controterra.</p>	<p>Luogo di lavoro di nuova costruzione situato:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> in sotterraneo</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> in semi-sotterraneo</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> al piano terra</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> stabilimenti termali</li> </ul>	

### ***Depressurizzazione del terreno di fondazione***

Per il risanamento di edifici esistenti è possibile realizzare un corpo drenante perimetrale, effettuando uno scavo in verticale o una trincea drenante, costituita da un nucleo in ghiaia grossolana, adeguatamente protetto mediante avvolgimento con tessuto filtrante per evitare l'intasamento del corpo centrale, in cui è alloggiata una condotta di captazione. In sommità deve essere installato un ventilatore aspirante, eventualmente ubicato in un pozzetto ispezionabile, a sua volta collegato alla tubazione di mandata per il conferimento del gas alla quota di progetto.

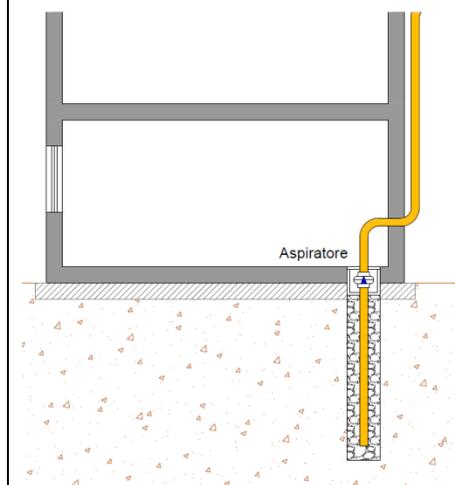
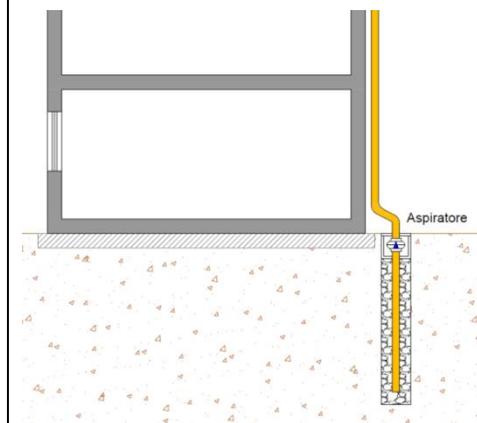
Il corpo drenante può essere ubicato anche al di sotto della superficie della pavimentazione. Tuttavia questo comporta delle opere di demolizione e ricostruzione il più delle volte non desiderate.

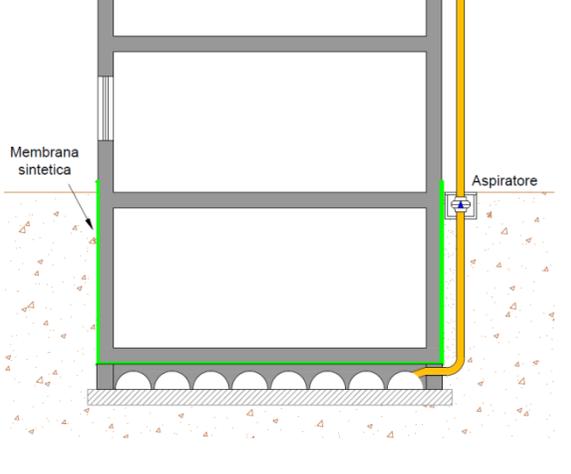
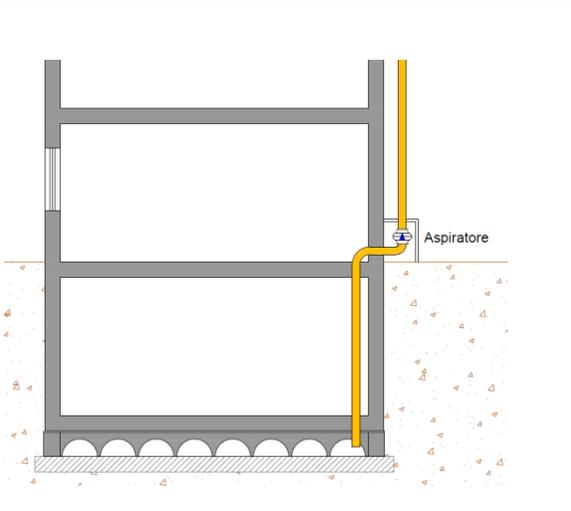
Se il locale si trova in sotterraneo o in semi-sotterraneo sarà necessario abbinare tale tecnica all'uso dei sistemi isolanti (membrane o pannelli in radon impermeabili) esposte in precedenza per evitare l'eventuale ingresso del radon dai muri perimetrali dell'edificio.

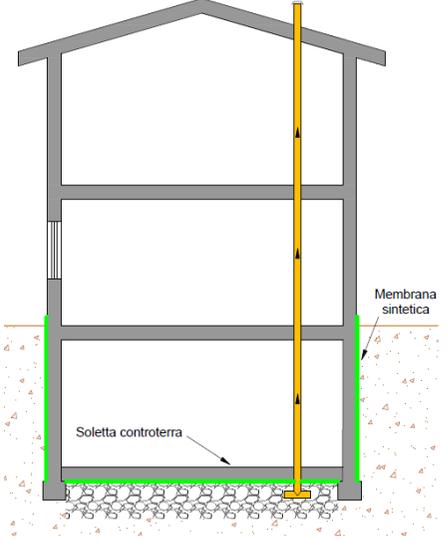
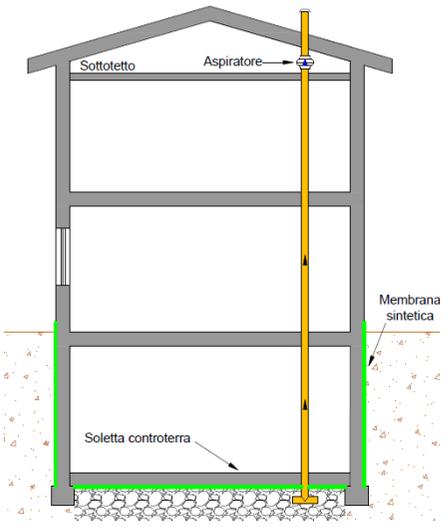
L'efficacia del sistema e l'area di influenza del pozzo sono strettamente legate alla permeabilità del terreno, alla profondità del pozzo ed alla potenza di estrazione del ventilatore: un singolo pozzo, realizzato al di sotto dell'edificio, in un suolo con buona permeabilità, dotato di un aspiratore di circa 80 watt, può avere effetto su un'area di circa 300 m<sup>2</sup> con centro sul pozzo (raggio di azione pari a 10 metri).

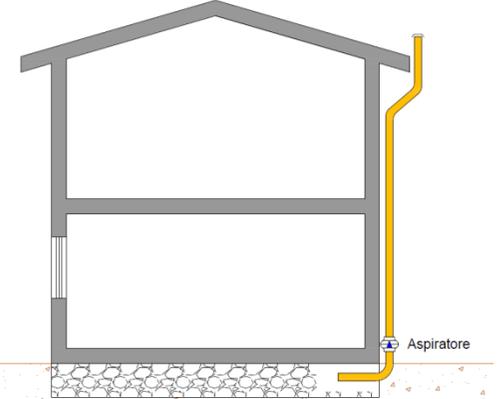
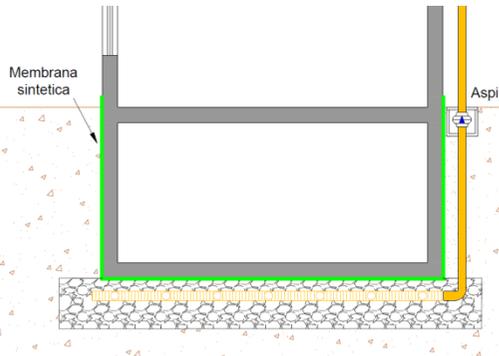
Luogo di lavoro esistente situato:

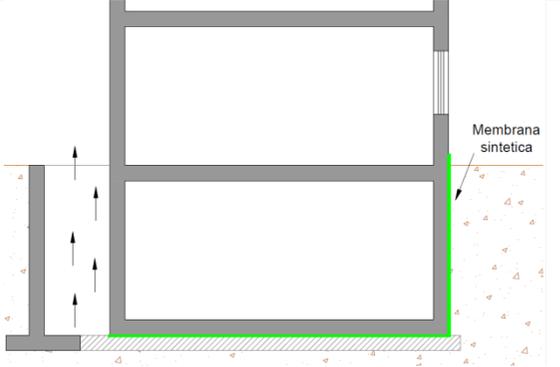
- in sotterraneo
- in semi-sotterraneo
- al piano terra
- stabilimenti termali



Descrizione	Ambito di applicazione	Immagine
<p><b><i>Depressurizzazione del vespaio</i></b></p> <p>La tecnica descritta in precedenza può essere adottata in maniera analoga per la captazione del gas radon presente nel vespaio, qualora quest'ultimo sia stato realizzato in modo tale che i vuoti in esso presenti siano sufficientemente intercomunicanti.</p> <p>Per gli edifici di nuova costruzione, la condotta di captazione può essere ubicata nella parte esterna dell'edificio o disposta all'interno del corpo murario.</p>	<p>Luogo di lavoro di nuova costruzione situato:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> in sotterraneo</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> in semi-sotterraneo</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> al piano terra</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> stabilimenti termali</li> </ul>	
<p>Negli interventi di risanamento di edifici esistenti, la canalizzazione di aspirazione dovrà essere necessariamente installata all'interno dei locali.</p>	<p>Luogo di lavoro esistente situato:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> in sotterraneo</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> in semi-sotterraneo</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> al piano terra</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> stabilimenti termali</li> </ul>	

Descrizione	Ambito di applicazione	Immagine
<p><b><i>Depressurizzazione sotto soletta controterra</i></b></p> <p><i>Sistema passivo</i></p> <p>La tecnica in esame prevede la captazione dell'aria ricca di gas radon, presente negli strati di terreno a contatto con l'edificio, da un punto/area di assorbimento, ubicato al di sotto della soletta controterra, e l'aspirazione del gas tramite una condotta che canalizza il flusso alla quota di copertura dell'edificio.</p> <p>In relazione alle caratteristiche di permeabilità del terreno, la captazione del gas può essere localizzata in un unico punto o essere distribuita su una superficie più ampia, mediante l'impiego di tubi fessurati o geocompositi drenanti disposti ad anello e posizionati sotto la soletta. Il flusso d'aria ascendente si instaura principalmente per effetto camino, indotto dal gradiente termico tra l'ambiente interno dell'edificio e l'esterno.</p>	<p>Luogo di lavoro di nuova costruzione situato:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> in sotterraneo</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> in semi-sotterraneo</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> al piano terra</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> stabilimenti termali</li> </ul>	
<p><i>Sistema attivo</i></p> <p>Qualora il sistema passivo non sia sufficiente a garantire l'estrazione dell'aria ricca di radon, è possibile installare un ventilatore aspirante nella parte terminale della condotta, avendo cura di posizionarlo in un locale non abitato (es. sottotetto).</p> <p>Un unico punto di aspirazione con dispositivo di aspirazione di circa 100 watt, può avere un'area di influenza di circa 120 m<sup>2</sup>.</p>	<p>Luogo di lavoro di nuova costruzione situato:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> in sotterraneo</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> in semi-sotterraneo</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> al piano terra</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> stabilimenti termali</li> </ul>	

Descrizione	Ambito di applicazione	Immagine
<p><b><i>Depressurizzazione sotto soletta controterra</i></b></p> <p>Per gli edifici esistenti è possibile installare il sistema in prossimità di un muro perimetrale e disporre la condotta di aspirazione, eventualmente corredata di ventilatore, lungo la facciata esterna dell'edificio. In questo caso sarà necessario verificare il corretto funzionamento del sistema durante i periodi invernali, in quanto le basse temperature limitano fortemente l'aspirazione naturale del gas.</p>	<p>Luogo di lavoro esistente situato:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> in sotterraneo</li> <li><input type="checkbox"/> in semi-sotterraneo</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> al piano terra</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> stabilimenti termali</li> </ul>	
<p><b><i>Aspirazione meccanica dal sistema di condotte di drenaggio dell'acqua</i></b></p> <p>In taluni casi è necessario prevedere un efficiente sistema di drenaggio delle acque di falda o prevenire la risalita di acqua interstiziale per la presenza di acquiferi sotterranei superficiali. Si ricorre, pertanto, alla realizzazione di un sistema drenante costituito da corpo in materiale inerte di pezzatura grossolana nel quale viene alloggiato un tubo fessurato, installato per formare una serpentina che copra in maniera omogenea tutta la superficie orizzontale di attacco a terra.</p> <p>Il sistema drenante viene portato in depressione attraverso un impianto di aspirazione, in modo analogo a quanto descritto in precedenza.</p>	<p>Luogo di lavoro di nuova costruzione situato:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> in sotterraneo</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> in semi-sotterraneo</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> al piano terra</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> stabilimenti termali</li> </ul>	

Descrizione	Ambito di applicazione	Immagine
<p><b>Parete ventilata</b></p> <p>Una tecnica che assume un carattere più propriamente preventivo nei confronti dell'ingresso del radon e delle infiltrazioni di umidità negli edifici, consiste nella realizzazione di un vano di aerazione, tra edificio e terreno. Questo consente la libera circolazione dell'aria lungo il perimetro esterno dell'edificio. E' necessario tuttavia avere cura nella regimentazione delle acque meteoriche, al fine di evitare ristagni d'acqua, e realizzare un buon sistema di impermeabilizzazione e drenaggio a tergo del muro di contenimento del terreno.</p>	<p>Luogo di lavoro di nuova costruzione situato:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> in sotterraneo</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> in semi-sotterraneo</li> <li><input type="checkbox"/> al piano terra</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> stabilimenti termali</li> </ul>	 <p>Membrana sintetica</p>

### Efficienza delle tecniche di risanamento per luoghi di lavoro in edifici esistenti

Al fine di fornire alcuni elementi indicativi per una valutazione preliminare degli interventi di risanamento da attuare su edifici esistenti, il diagramma seguente riporta la probabilità di efficacia di alcune tecniche descritte in precedenza in relazione alle concentrazioni medie di attività del radon indoor. I dati di seguito riportati fanno riferimento a tecniche di risanamento applicate in ambienti domestici, tuttavia è lecito considerare che possano essere di utilità anche per orientare la scelta delle tipologie di intervento da adottare nei luoghi di lavoro.

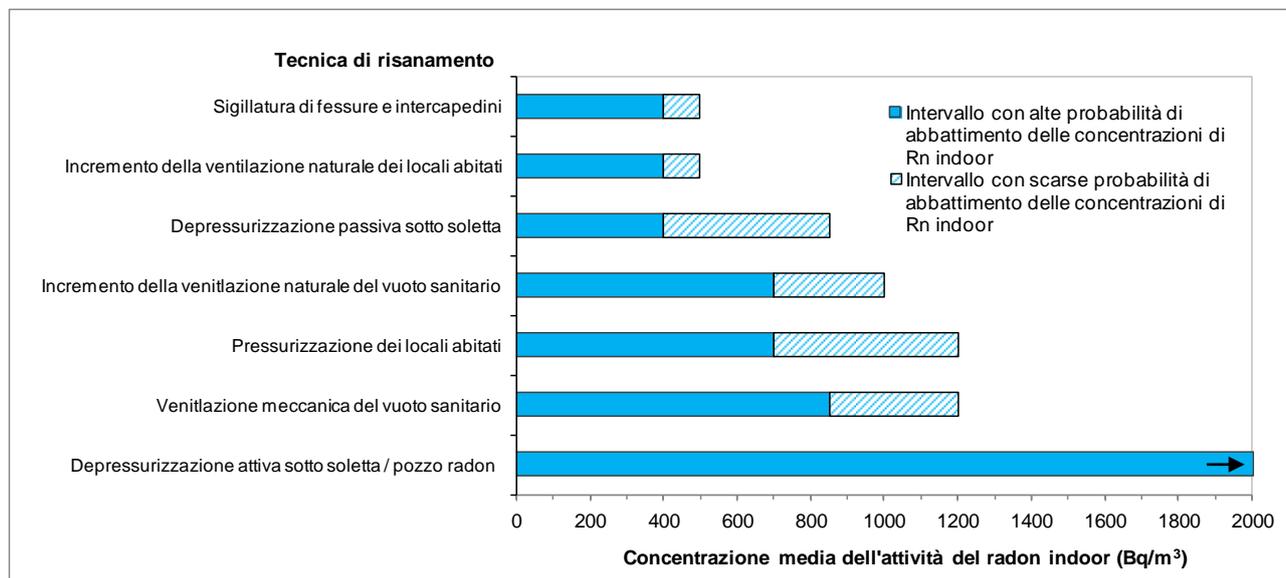


Figura 8: Probabilità di efficacia delle tecniche di risanamento di edifici esistenti.

(Fonti: Radiation and Nuclear Safety Authority (STUK) "Assessment of current techniques used for reduction of indoor radon concentration in existing and new houses in European countries" O. Holmgren and H. Arvela – 2012; "A BRE guide to radon remedial measures in existing dwellings – Dwelling with cellars and basement". C.R. Scivyer and M.P.R. Jaggs, 1998 – IHS BRE Press).

La sigillatura delle fessure presenti nel pavimento e nei muri dell'edificio a contatto con il terreno può essere sufficiente per risanare edifici in cui si misurano livelli di contaminazione da radon inferiori a 400-500 Bq/m<sup>3</sup>. Le efficienze di riduzione delle concentrazioni si attestano mediamente tra il 10% e il 60%.

L'incremento della ventilazione naturale dei locali, che costituisce una misura strettamente di carattere gestionale, può essere applicato per livelli di contaminazione fino a 400-500 Bq/m<sup>3</sup>. In ambito Europeo si registrano efficienze di abbattimento delle concentrazioni di radon comprese tra il 10% e il 50%, con efficacia poco persistente ed un effetto che si esplicita unicamente nei locali dove viene applicata la ventilazione naturale.

L'incremento della ventilazione naturale del vuoto sanitario (vespaio aerato), ottenuta ad esempio mediante la realizzazione di nuove aperture verso l'esterno e/o la sostituzione/pulizia/ampliamento delle aperture già esistenti, rappresenta una tecnica con buone efficienze di risanamento, mediamente comprese tra il 40% e il 60% (media europea), e con buone probabilità di successo fino a concentrazioni pari a 700 Bq/m<sup>3</sup>. Qualora la ventilazione naturale del vespaio non sia sufficiente è possibile, come descritto in precedenza, installare dei dispositivi di ventilazione meccanica collegati alle bocchette di estrazione ed occludere le restanti aperture, così da generare la depressurizzazione del vespaio. In questo modo si possono avere buone probabilità di risanamento per concentrazioni iniziali fino a 800 Bq/m<sup>3</sup>.

L'applicazione di una leggera sovrappressione all'interno dei locali abitati, costituisce un ostacolo all'ingresso del gas radon proveniente dal suolo. In presenza di un edificio con un'adeguata tenuta all'aria, tale da garantire l'uniformità della sovrappressione all'interno degli ambienti, si ottengono buone efficienze di trattamento, mediamente comprese tra il 40% e l'80%. Tale tipologia di soluzione produce buoni risultati fino a concentrazioni pari a 700 Bq/m<sup>3</sup>.

Le tecniche di risanamento, certamente più efficaci, sono quelle appartenenti alla classe degli interventi di *depressurizzazione attiva del suolo (ASD: active soil depressurization)* tra i quali rientrano le tecniche di "depressurizzazione attiva sotto soletta" ed il "pozzo radon". Questa tipologia di interventi è caratterizzata da

elevate efficienze di risanamento, attestanti fino al 90%, e costituiscono una misura molto efficace per livelli di radon particolarmente elevati (anche oltre 2000 Bq/m<sup>3</sup>).

Tipologia di interventi di risanamento	Efficienze di risanamento	
	Europa <sup>(1)</sup>	Italia <sup>(2)</sup>
Sigillatura di fessure e intercapedini	10 - 60 %	10 - 60 %
Incremento della ventilazione naturale dei locali abitati	10 - 50 %	<i>Discreta</i>
Incremento della ventilazione del vano tecnico/vuoto sanitario	40 - 60 %	60 - 90 %
Pressurizzazione dei locali abitati	40 - 80 %	40 - 80 %
Depressurizzazione passiva sotto soletta	20 - 50 %	-
Depressurizzazione attiva sotto soletta	70 - 95 %	70 - 85 %
Pozzo radon	80 - 90 %	70 - 95 %

(1) Fonte: Radiation and Nuclear Safety Authority (STUK) "Assessment of current techniques used for reduction of indoor radon concentration in existing and new houses in European countries" O. Holmgren and H. Arvela – 2012.

(2) Fonte: ARPA Toscana "Tecniche di mitigazione per ridurre la concentrazione di radon" – 2014.

#### *Efficienza delle tecniche di prevenzione per luoghi di lavoro in edifici di nuova costruzione*

Per quanto concerne le misure di prevenzione del rischio radon per gli edifici di nuova costruzione, gli interventi sono generalmente finalizzati alla riduzione delle infiltrazioni del gas favorite dalle differenze di pressione tra il suolo e l'ambiente indoor. I sistemi di pressurizzazione del suolo (attivi e passivi) sono i metodi più comunemente utilizzati nella maggior parte dei paesi europei. Nella tabella seguente sono riportate le efficienze medie di riduzione delle concentrazioni dell'attività del radon secondo talune tecniche di prevenzione adottate. Anche in questo caso, i dati riportati in tabella fanno riferimento ad interventi effettuati in edifici ad uso abitativo che tuttavia possono essere rappresentativi anche per i luoghi di lavoro.

Tecnica di prevenzione	Efficienza
Depressurizzazione passiva sotto soletta	20 – 50 %
Depressurizzazione attiva sotto soletta	70 – 95 %
Isolamento mediante membrana impermeabile al radon	30 – 70 %
Sigillatura con membrane del giunto tra soletta e muro di fondazione	10 – 90 %
Sigillatura degli interstizi tra condotte e pareti/pavimenti a contatto con il suolo	10 – 90 %

Fonte: Radiation and Nuclear Safety Authority (STUK) "Assessment of current techniques used for reduction of indoor radon concentration in existing and new houses in European countries" O. Holmgren and H. Arvela – 2012.

La depressurizzazione passiva del suolo sotto soletta riduce la concentrazione dell'attività del radon mediamente del 20 – 50% rispetto alla situazione in cui il sistema di ventilazione naturale sia reso inattivo (chiusura delle bocche di estrazione dell'aria ricca di radon).

I sistemi attivi di depressurizzazione del suolo sono metodi di prevenzione più efficienti, con tipici fattori di riduzione del 70 – 95 %.

Per quanto concerne le misure che prevedono l'isolamento dell'involucro, le barriere resistenti al radon riducono la concentrazione di tale contaminante in media del 50%. In merito all'effetto dei metodi basati sulla sigillatura delle discontinuità strutturali, i dati di ricerca sono carenti pertanto si riscontra un'ampia gamma di valori di efficienza.

### **6.3 Interventi di risanamento degli edifici dal radon – schede della Regione Toscana**

L'Agenzia regionale per la protezione ambientale della Regione Toscana ha pubblicato nel proprio sito istituzionale alcune indicazioni generali per ridurre la concentrazione di radon presente in ambienti confinati<sup>7</sup>.

Nella pubblicazione sono riportate le modalità per la riduzione della concentrazione di radon in un edificio esistente; in tal caso è possibile adottare tecniche di mitigazione, che consistono in semplici accorgimenti o interventi finalizzati a ridurre l'ingresso del radon nell'edificio e/o ad aumentare il ricambio dell'aria interna attraverso l'immissione di aria esterna.

Nella medesima pubblicazione sono inserite 11 schede riguardanti le principali tecniche di mitigazione per ridurre la concentrazione di radon indoor, che riportano in modo schematico le informazioni che consentono di scegliere, insieme al progettista, la tecnica che meglio si adatta al caso specifico. Sebbene tutte le schede descrivano le tecniche di riduzione della concentrazione del radon in edifici ad uso abitativo, si ritiene che i contenuti possano essere comunque trasferiti efficacemente anche per i luoghi di lavoro. Ogni scheda è corredata da un quadro sintetico nel quale sono riepilogate le caratteristiche salienti dell'intervento; le informazioni relative al costo dell'intervento e all'efficacia attesa sono state estratte da bibliografia nazionale ed internazionale e sono da ritenersi indicative. A titolo esemplificativo si riporta di seguito la scheda relativa a ventilazione naturale o forzata del vespaio.

---

<sup>7</sup> consultabili e scaricabili integralmente all'indirizzo: <http://www.arpat.toscana.it/temi-ambientali/radioattivita/radon/cosa-fare>

## Tecniche di mitigazione: ventilazione naturale o forzata del vespaio

### Descrizione

Laddove sia presente un vespaio sotto l'edificio, una tecnica di mitigazione semplice da adottare è quello di favorire la ventilazione dello stesso attraverso l'apertura di bocchette per il passaggio dell'aria.

Nel caso in cui la sola presenza di aperture non sia in grado di garantire una adeguata aerazione del vespaio, si può ricorrere all'adozione di sistemi attivi (aspiratori) in grado di creare un flusso uniforme all'interno dell'intercapedine.

L'adozione di sistemi attivi può anche consentire la scelta della tipologia di areazione che può essere quella di creare una depressurizzazione, aspirando aria dall'interno del vespaio, oppure di insufflare aria all'interno dello stesso al fine di creare una pressurizzazione del volume; in entrambi i casi è fondamentale garantire una adeguata sigillatura dei pavimenti degli ambienti posti al di sopra del vespaio, per garantire una efficace differenza di pressione.

In merito all'efficacia di questa tipologia di intervento, sono riportate riduzioni della concentrazione di radon che vanno dal 60 al 90%.

### Vantaggi

- ✓ Buona efficacia (forte differenza tra passiva e attiva)
- ✓ Buona conservazione dell'efficienza energetica degli ambienti interni all'edificio

### Svantaggi

- × Costi di gestione (alimentazione e

### Indicazioni

Radon proveniente dal suolo in presenza di un vespaio sotto all'edificio.

### Principio di azione

Ridurre la concentrazione di radon presente alla base dell'edificio.

### Effetto dell'intervento

Globale, a tutto l'edificio.

### Efficacia

Media/elevata.

Tipicamente attorno al 60 – 90 %.

### Costo

Basso.

*La ventilazione naturale del vespaio tramite aperture fisse si ottiene a basso zero.*

*In caso di apertura di nuove prese d'aria e/o di ventilazione attiva i costi sono comunque contenuti.*

manutenzione) nel caso di ventilazione forzata

### Realizzazione

Per potenziare la ventilazione naturale del vespaio, specialmente nei vecchi edifici, si può intervenire sulle bocchette di areazione, generalmente già presenti allo scopo di evitare la presenza di umidità, rendendole più efficienti tramite la pulizia delle grate di protezione esterne, o dei mattoni forati utilizzati per lo stesso scopo, che possono essere ostruiti con il passare degli anni.

Qualora la dimensione e il numero delle aperture non siano adeguati a garantire una efficiente ventilazione dell'intercapedine, si

provvede a realizzarne delle altre o ad ampliare la superficie di quelle esistenti. La superficie consigliata per le aperture è di almeno 1500 mm<sup>2</sup> per metro di muro perimetrale.



*Schema dell'intervento di ventilazione forzata del vespaio.*

Nell'ipotesi in cui la ventilazione naturale non sia sufficiente, si può far ricorso alla installazione di aspiratori collegati alle bocchette con le conduttore di scarico possibilmente ad almeno 1,5 metri sopra il piano di campagna. In questo caso tutte le bocchette non collegate agli aspiratori devono essere necessariamente chiuse, per evitare l'aspirazione dell'aria esterna all'edificio in

corrispondenza delle bocchette aperte e quindi non dal suolo.

Un altro caso è quello in cui vi sia la presenza di un vespaio molto al disotto del piano di campagna, in questa eventualità, oltre all'adozione di un sistema di ventilazione attivo, sarà necessario canalizzare le vie di aspirazione per raggiungere l'esterno (tubi a periscopio).

In entrambi i casi le bocchette di ventilazione devono essere disposte opportunamente su lati opposti e in direzione nord-sud, con la bocchetta a sud in posizione più elevata di quella a nord se possibile, per consentire il maggior flusso di aria. Inoltre, in presenza di tubazioni idrauliche all'interno del vespaio, il potenziamento della ventilazione potrebbe portare a fenomeni di congelamento e pertanto si dovrà provvedere alla opportuna coibentazione delle stesse.

Infine, nei luoghi a forte presenza di vento (ad es. in collina o in prossimità del mare) può rendersi necessario applicare sistemi di protezione sulle bocchette per evitare che le raffiche investano direttamente i condotti di areazione modificando così l'andamento dei flussi di aria.

Nella tabella seguente si riportano sinteticamente i principali contenuti delle suddette 11 schede sulle tecniche di mitigazione per la riduzione della concentrazione di radon indoor, consultabili e scaricabili integralmente all'indirizzo: <http://www.arpat.toscana.it/temi-ambientali/radioattivita/radon/cosa-fare>.

Scheda n°	Tecniche di mitigazione	Indicazioni	Principio di azione	Effetto dell'intervento	Efficacia	Costo	Vantaggi	Svantaggi
1	Sigillatura delle canalizzazioni verticali, crepe, giunti, impianti; pavimentazione delle cantine e/o impermeabilizzazione della pavimentazione esistente	Radon proveniente dal suolo. Presenza di concentrazioni eccessive di radon anche ai piani superiori al piano terra. Da associare ad altri interventi.	Impedire l'accesso del radon all'edificio	Effetto globale su tutto l'edificio	Modesta e variabile a seconda dei casi	Basso. (Indicativamente il costo medio per intervento per singola unità immobiliare può essere contenuto entro i 200 €. L'intervento richiede una manualità minima e può essere svolto senza ricorrere a personale specializzato.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costo contenuto dell'intervento</li> <li>• Effetto esteso a tutto l'edificio</li> <li>• Migliora l'efficacia di altri tipi di intervento</li> <li>• Effetti positivi anche dal punto di vista energetico dovuti ad un migliore isolamento termico degli ambienti.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efficacia molto variabile a seconda delle situazioni e dell'accuratezza del lavoro</li> <li>• Scarsa durevolezza</li> <li>• Difficoltà ad individuare le vie preferenziali di ingresso del radon</li> </ul>
2	Ventilazione naturale o forzata del vespaio	Radon proveniente dal suolo in presenza di un vespaio sotto all'edificio	Ridurre la concentrazione di radon presente alla base dell'edificio	Globale, a tutto l'edificio	Media/elevata Tipicamente attorno al 60 – 90 %	Basso. La ventilazione naturale del vespaio tramite aperture fisse si ottiene a basso zero. In caso di apertura di nuove prese d'aria e/o di ventilazione attiva i costi sono comunque contenuti.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buona efficacia (forte differenza tra passiva e attiva)</li> <li>• Buona conservazione dell'efficienza energetica degli ambienti interni all'edificio</li> </ul>	Costi di gestione (alimentazione e manutenzione) nel caso di ventilazione forzata
3	Ventilazione delle cantine e dei locali interrati non occupati	Radon proveniente dal suolo e risalente ai piani superiori Potrebbe non essere	Ridurre la concentrazione di radon presente alla base dell'edificio	Globale a tutto l'edificio	Media, attorno 50 %.	Basso. La ventilazione naturale dei sotterranei tramite aperture fisse si ottiene a costo zero. In caso di	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facile attuazione</li> <li>• Costi contenuti</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efficacia limitata</li> <li>• Perdita di climatizzazione nelle cantine e nei piani sovrastanti</li> </ul>

Scheda n°	Tecniche di mitigazione	Indicazioni	Principio di azione	Effetto dell'intervento	Efficacia	Costo	Vantaggi	Svantaggi
		applicabile in luoghi soggetti a temperature particolarmente rigide				apertura di nuove prese d'aria e/o di ventilazione attiva i costi sono comunque contenuti e possono essere quantificati in media in 200 per intervento.		
4	Estrazione dell'aria dall'intercapedine sotto il pavimento	Radon proveniente dal terreno	Ridurre la concentrazione di radon presente alla base dell'edificio	Globale, su tutto l'edificio.	Medie attorno 70 – 85 %.	Molto alto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elevata efficacia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Costi elevati per il rifacimento del pavimento</li> <li>Impatto sull'isolamento termico del piano terreno dell'edificio</li> <li>Consumo energetico per i sistemi di aspirazione</li> </ul>
5	Depressurizzazione del suolo mediante pozzetti radon collocati sotto l'edificio	Radon proveniente dal suolo e edificio con fondazione a platea. Concentrazioni di radon medio-alte che riguardano tutto l'edificio.	Ridurre la concentrazione di radon presente nel terreno e realizzazione di una depressione nel sottosuolo rispetto agli ambienti interni dell'edificio.	Tutto l'edificio. Ogni pozzetto radon ha effetto tipicamente fino a 6-10 metri dal punto di estrazione, in funzione della permeabilità del terreno e dal dimensionamento dell'impianto	Elevata (riduzione 70-95 %)	La spesa per l'intervento, anche nel caso di estrazione attiva, nella maggioranza dei casi risulta contenuta entro i 1500 €, anche se € possono esserci casi in cui le opere murarie ed opere di ricostruzione possono incrementare i costi. Deve essere inoltre valutata la spesa per la gestione e la manutenzione	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elevata efficacia dell'intervento</li> <li>Effetto esteso a tutto l'edificio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Necessità di intervenire all'interno dell'edificio, sul pavimento e, per il funzionamento passivo, a tutti i piani e sul tetto; nel caso funzionamento attivo, è necessario forare una parete esterna</li> <li>Possibili difficoltà nel posizionamento delle tubazioni</li> <li>Costo di esercizio e manutenzione dell'eventuale impianto di estrazione</li> </ul>

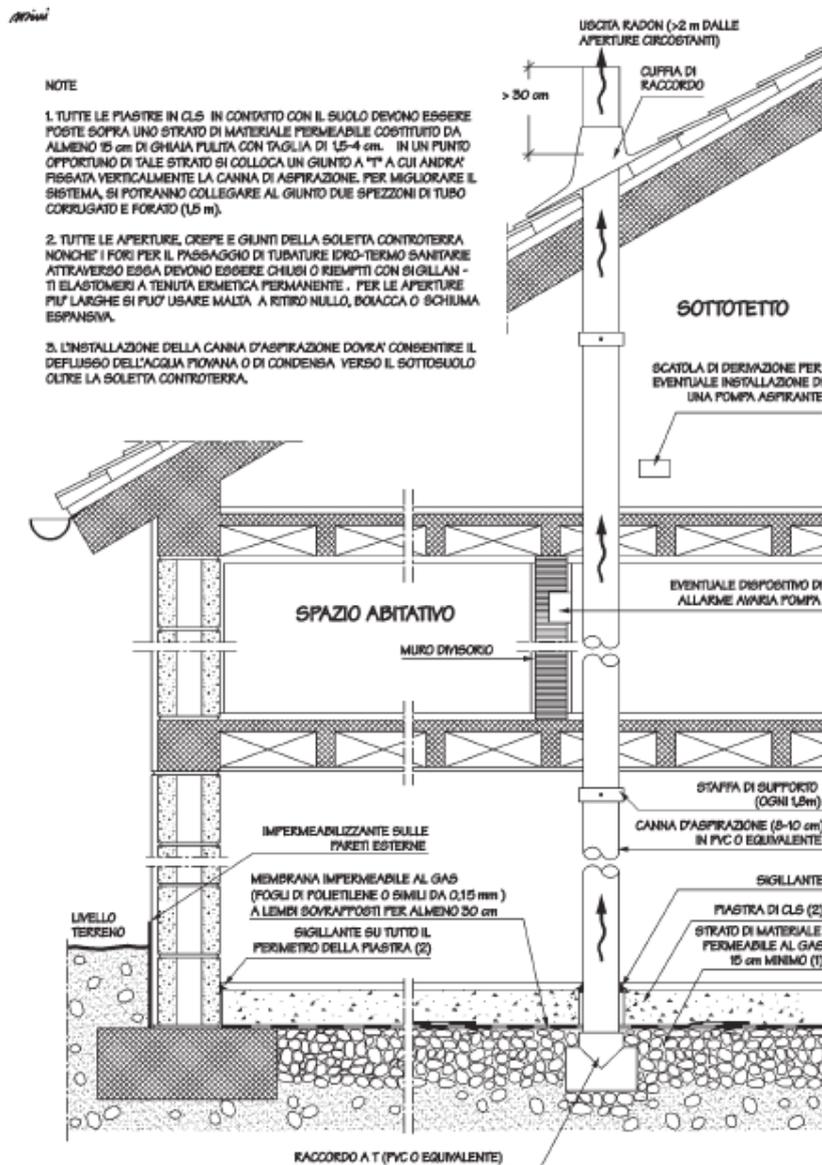
Scheda n°	Tecniche di mitigazione	Indicazioni	Principio di azione	Effetto dell'intervento	Efficacia	Costo	Vantaggi	Svantaggi
						dell'eventuale estrattore elettromeccanico.		(necessaria verifica frequente del funzionamento degli estrattori) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Possibili problemi per il rumore prodotto dall'estrattore</li> </ul>
6	Depressurizzazione del suolo mediante pozzetti radon collocati esternamente all'edificio	Radon proveniente dal suolo e edificio con fondazione a platea. Concentrazioni di radon medio-alte che riguardano tutto l'edificio.	Ridurre la concentrazione di radon presente nel terreno e realizzazione di una depressione nel sottosuolo rispetto agli ambienti interni dell'edificio.	Tutto l'edificio. tipicamente fino a 6-10 metri dal punto di estrazione, in funzione della permeabilità del terreno e dal dimensionamento dell'impianto. Può essere necessario prevedere più punti di estrazione per garantire una copertura uniforme di tutta la pianta dell'edificio	Elevata (riduzione 70-95 %)	Medio. Il costo è analogo o inferiore al caso del pozzetto interno, poiché in generale sono limitate opere murarie importanti. Occorre però valutare che, mediamente, sono necessari più punti di estrazione	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elevata efficacia</li> <li>• Limitata necessità di interventi interni</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necessità di più punti di estrazione e conseguente aumento dei costi di realizzazione e di gestione degli impianti</li> <li>• Necessità di spazi esterni all'edificio per la realizzazione dei pozzetti - Possibile problemi per il rumore prodotto dagli estrattori</li> </ul>
7	Ventilazione delle condutture di drenaggio	Radon proveniente dal suolo in presenza di sistema di drenaggio sotto l'edificio	Ridurre la concentrazione di radon presente alla base dell'edificio	Globale, a tutto l'edificio	Media, tipicamente intorno al 50 %.	Medio	Sfruttamento delle canalizzazioni esistenti con limitata necessità di opere murarie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumo energetico legato alla depressurizzazione del sistema di drenaggio</li> <li>• Media efficacia</li> </ul>
8	Pressurizzazione del suolo sotto l'edificio	Radon proveniente dal suolo in presenza di terreni fortemente permeabili.	Ridurre la concentrazione di radon presente nel suolo mediante diluizione ed ostacolare il suo ingresso nell'edificio.	Globale, a tutto l'edificio.	Media-alta, 50 – 90 %.	Basso	Possibilità di impiego in presenza di terreni molto permeabili	Costo contenuto

Scheda n°	Tecniche di mitigazione	Indicazioni	Principio di azione	Effetto dell'intervento	Efficacia	Costo	Vantaggi	Svantaggi
9	Pressurizzazione dell'intero edificio	Radon proveniente dal suolo oppure dai materiali da costruzione. Presenza di concentrazioni elevate di radon anche ai piani superiori al terreno. Non è compatibile con altre forme di ventilazione degli ambienti.	Impedire l'accesso del radon all'edificio.	Globale a tutto l'edificio.	Media. Tipicamente attorno 40 – 80 %.	Medio. L'installazione dell'impianto richiede interventi limitati ed il costo iniziale è contenuto. Nella maggioranza dei casi l'intervento è realizzabile con una spesa inferiore ai 1000 €	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buona efficacia dell'intervento</li> <li>• Realizzazione dell'impianto semplice e poco costosa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necessità di una buona tenuta all'aria dell'edificio (critica la sigillatura)</li> <li>• Costi aggiuntivi per il funzionamento dei ventilatori e riduzione dell'efficienza energetica dell'edificio a causa dell'ingresso di aria fresca</li> </ul>
10	Ventilazione naturale o forzata degli ambienti interni	Radon proveniente dal suolo oppure dai materiali da costruzione. Presenza di concentrazioni elevate di radon anche ai piani superiori. Da associare ad altri interventi.	Rimuovere il radon dagli ambienti abitati degli edifici.	Generalmente ristretto ai locali dove viene effettuato l'intervento.	Discreta, ma poco persistente.	Basso. Trattandosi di una misura gestionale, la ventilazione naturale degli ambienti può essere ottenuta a costo zero, escludendo il costo associato con la perdita di riscaldamento. In caso di ventilazione attiva, va considerata l'installazione dei ventilatori elettrici e la loro gestione.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nessun costo nel caso di azione manuale; costo estremamente contenuto nel caso di ventilazione meccanica</li> <li>• Efficacia discreta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Effetto non costante nel tempo nel caso di ventilazione naturale</li> <li>• Azione dell'impianto di ventilazione forzata localizzata in quanto limitata agli ambienti soggetti a ventilazione</li> </ul>
11	Ventilazione forzata degli ambienti interni mediante sistema di climatizzazione e recupero del calore	Radon proveniente dal suolo oppure dai materiali da costruzione. Presenza di concentrazioni	Rimuovere il radon dagli ambienti abitati degli edifici.	Globale a tutto l'edificio.	Media. Tipicamente attorno 30 – 60 %	Molto elevato	Migliore resa energetica delle operazioni di ventilazione degli ambienti	Costi elevati per la realizzazione e per la gestione Necessità di realizzare canalizzazioni dell'aria per tutto l'edificio

Scheda n°	Tecniche di mitigazione	Indicazioni	Principio di azione	Effetto dell'intervento	Efficacia	Costo	Vantaggi	Svantaggi
		eccessive di radon anche ai piani superiori al piano terra.					Abbinamento con sistemi di trattamento dell'aria (riscaldamento, climatizzazione, filtrazione) e possibilità di ricambio dell'aria anche in zone molto inquinate o rumorose	

## 6.4 Indicazioni e proposte per la protezione degli edifici dal radon

Il documento "Indicazioni e proposte per la protezione degli edifici dal radon"<sup>8</sup>, redatto dall'ARPA Friuli Venezia Giulia, con il contributo e la collaborazione del Dipartimento di Ingegneria Civile dell'Università degli Studi di Udine, offre una efficace disamina delle tecniche di protezione dal radon dei nuovi edifici e delle tecniche di risanamento di edifici esistenti, corredate da illustrazioni chiare e ben dettagliate. Inoltre, un capitolo del documento è dedicato ad alcuni esempi di risanamento effettuati in ambito regionale. Sebbene tutto il trattato sia incentrato sulla descrizione delle suddette tecniche di riduzione della concentrazione del radon in edifici ad uso abitativo, si ritiene che i contenuti possano essere comunque trasferiti efficacemente anche per i luoghi di lavoro. Di seguito, a titolo esemplificativo, si riporta una illustrazione relativa al sistema passivo di depressurizzazione sotto soletta controterra, finalizzato alla captazione del radon proveniente dal suolo a contatto con il pavimento dell'edificio.



Tav. 3.8.1

**SISTEMA PASSIVO DI DEPRESSURIZZAZIONE CON STRATO DI GHIAIA SUB-SOLETTA CONTROTERRA** (terreno morbido poco permeabile)

<sup>8</sup> consultabile e scaricabile integralmente all'indirizzo: <http://www.arpa.fvg.it/cms/tema/radiazioni/radioattivita/radon/approfondimenti/II-Radon-negli-edifici.html>

## 6.5 Il radon in Italia: guida per il cittadino

La guida redatta dall'INAIL nel 2014<sup>9</sup> ha un taglio espressamente informativo ed è rivolta ai cittadini al fine di favorire una corretta percezione del rischio radon, orientare la valutazione del medesimo a livello della specifica situazione abitativa, essere di supporto al cittadino nella scelta di cosa fare per proteggersi e a chi rivolgersi. L'opera è caratterizzata da un linguaggio facilmente accessibile ed è corredata da una iconografia di immediata comprensione. È inoltre integrata da un glossario essenziale alla comprensione delle informazioni di tipo tecnico.

Analogamente a quanto evidenziato nei paragrafi 6.3 e 6.4, anche in questo caso si ritiene che i principi generali delle tecniche di risanamento da radon efficacemente esposti nella guida possano essere adottati anche in edifici adibiti a luoghi di lavoro.

Di seguito, a titolo esemplificativo, si riportano alcune illustrazioni relative alle tecniche di ventilazione meccanica dei locali e ai sistemi di aspirazione del radon dal sottosuolo mediante l'installazione di un ventilatore aspirante e pozzetti interrati.

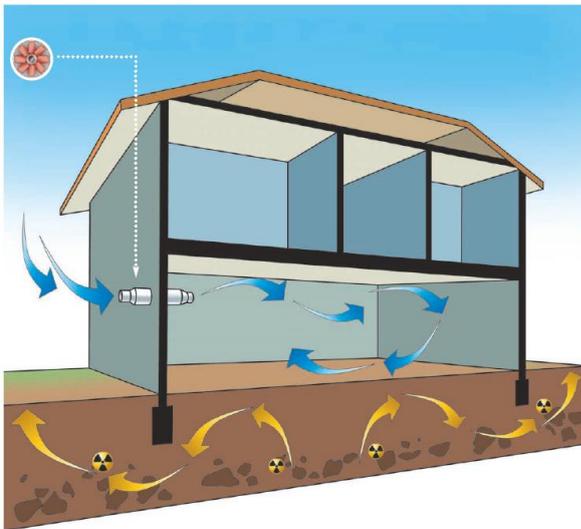


Figura 4.1c. Abbattimento attivo del radon in un'abitazione. Il ventilatore instaura nel locale una sovrappressione che si oppone all'ingresso dell'aria ricca di radon.

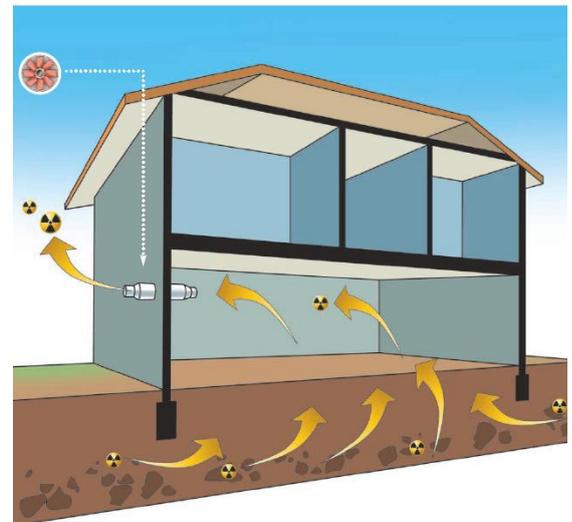


Figura 4.1b. Abbattimento attivo del radon in un'abitazione. Il ventilatore instaura una depressione nel locale favorendo il richiamo di radon e la sua concomitante espulsione.



Figura 4.3a. Aspirazione e successiva espulsione dell'aria ricca di radon dopo raccolta tramite pozzetto interrato realizzato centralmente.

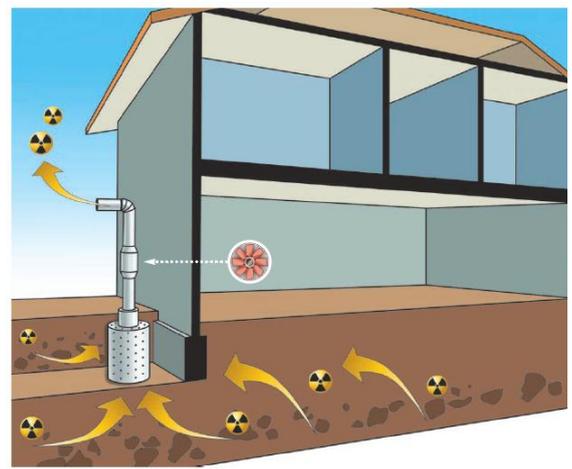


Figura 4.3b. Aspirazione e successiva espulsione dell'aria ricca di radon dopo raccolta tramite pozzetto interrato realizzato in loco dell'abitazione.

<sup>9</sup> consultabile e scaricabile integralmente all'indirizzo: <https://www.inail.it/portale/it/inail-comunica/pubblicazioni/catalogo-generale/catalogo-generale-dettaglio.2020.09.il-radon-in-italia-guida-per-il-cittadino-quaderni-per-la-salute-e-la-sicurezza-.html>

## **6.6 Riduzione della concentrazione di radon negli stabilimenti termali**

Le tecniche di prevenzione/risanamento descritte nei paragrafi precedenti possono essere applicate anche negli edifici degli stabilimenti termali. Infatti valgono gli stessi principi dell'aerazione, ventilazione (naturale/meccanica) descritti in precedenza per i luoghi di lavoro in sotterraneo, semi-sotterraneo e al piano terra, così come le tecniche di pressurizzazione/depressurizzazione del suolo finalizzate alla riduzione delle concentrazioni di radon negli ambienti confinati. Tuttavia, negli stabilimenti termali la fonte di radon può essere, oltre il suolo a contatto con l'edificio, anche la stessa acqua termale. Al fine di ridurre la concentrazione del radon disciolto nell'acqua, è possibile fare ricorso a tecniche di degassamento tra cui lo "strippaggio" che consiste nel far gorgogliare dell'aria in acqua per costituire delle microbolle che aumentano la superficie di contatto tra liquido e gas, favorendo così la separazione del radon dall'acqua.

## 7. Interventi a basso costo per il risanamento da radon dei luoghi di lavoro ubicati in aree a rischio radon ad alta deprivazione socioeconomica

Come evidenziato nel Capitolo 2, ciò che può condizionare la possibilità di mettere in atto interventi di risanamento per la riduzione delle concentrazioni di radon indoor sono i fattori socio-economici che caratterizzano un dato territorio.

La maggiore esposizione al radon nei luoghi di lavoro da parte dei lavoratori che operano in aziende ricadenti all'interno delle aree a rischio radon ad alta deprivazione socioeconomica rappresenta un elemento di criticità in termini di disuguaglianze di salute. Vi è dunque la necessità di dedicare una maggiore attenzione a tale problematica per cercare di colmare le condizioni di diseguità con azioni di mitigazione di dette disuguaglianze. L'indice di deprivazione esprime in maniera sintetica il profilo socio-economico territoriale, consentendo di delineare un quadro dei fabbisogni e delle condizioni di maggior svantaggio su cui intervenire con specifiche azioni di mitigazione.

Al riguardo, dall'allegato statistico del Report "Indice di Deprivazione Multipla della Sardegna" del 2012 della Regione Autonoma della Sardegna si rileva, per ciascun Comune sardo, la stima del livello di deprivazione attraverso l'indice di deprivazione multipla, calcolato tramite gli indicatori di sette domini di informazione (reddito, occupazione, istruzione, servizi, ambiente, criminalità, salute).

Dall'analisi di tali dati emerge che, dei 49 Comuni classificati (con la predetta Deliberazione della Giunta Regionale n. 7/49 del 12.02.2019, a seguito dell'indagine condotta da ARPAS) come aree a rischio radon (in quanto la probabilità di superare il livello di 300 Bq/m<sup>3</sup> interessa più del 30% degli edifici), 32 Comuni sono caratterizzati da un indice di deprivazione multipla maggiore del valore medio calcolato per l'intero gruppo dei Comuni a rischio radon (pari a 0,45), individuando così le aree territoriali nelle quali si dovrà attuare un'azione più marcata in termini di assistenza alle aziende per la prevenzione e riduzione del rischio in argomento.

Più in particolare, dei suddetti 32 Comuni a rischio radon e a maggior deprivazione, 12 ricadono nel territorio di competenza della ASL n. 3 di Nuoro, 11 in quello della ASL n. 2 della Gallura, 6 in quello della ASL n. 4 dell'Ogliastra, 2 in quello della ASL n. 5 di Oristano e 1 in quello della ASL n. 1 di Sassari, come risulta dalla seguente tabella.

Codice Istat	Comune	Provincia	ASL	Stima % edifici che supera il livello di 300 Bq/m <sup>3</sup>	Indice di deprivazione multipla
091068	Osidda	NU	ASL n. 3	34,2%	0,79
090002	Alà dei Sardi	SS	ASL n. 2	34,6%	0,68
090092	San Teodoro	SS	ASL n. 2	31,3%	0,66
091090	Teti	NU	ASL n. 3	59,7%	0,65
090090	Padru	SS	ASL n. 2	51,9%	0,65
091097	Triei	NU	ASL n. 4	33,7%	0,65
091091	Tiana	NU	ASL n. 3	58,2%	0,64
091019	Elini	NU	ASL n. 4	44,8%	0,62
090074	Trinità d'Agultu e Vignola	SS	ASL n. 2	32,9%	0,62
091003	Atzara	NU	ASL n. 3	35,7%	0,61
091046	Mamoiada	NU	ASL n. 3	34,0%	0,61
091062	Orgosolo	NU	ASL n. 3	32,5%	0,59
090062	Aglientu	SS	ASL n. 2	40,1%	0,59
090009	Berchidda	SS	ASL n. 2	37,8%	0,57
095032	Neoneli	OR	Oristano	38,5%	0,55
090037	Luras	SS	ASL n. 2	42,8%	0,55
095034	Nughedu Santa Vittoria	OR	ASL n. 5	35,1%	0,55
090024	Cheremule	SS	ASL n. 1	34,3%	0,54

Codice Istat	Comune	Provincia	ASL	Stima % edifici che supera il livello di 300 Bq/m <sup>3</sup>	Indice di deprivazione multipla
091039	Loceri	NU	ASL n. 4	35,4%	0,52
091088	Talana	NU	ASL n. 4	36,3%	0,52
091071	Ovodda	NU	ASL n. 3	51,7%	0,51
090041	Monti	SS	ASL n. 2	31,6%	0,50
090036	Luogosanto	SS	ASL n. 2	41,4%	0,50
091004	Austis	NU	ASL n. 3	60,0%	0,49
091057	Olzai	NU	ASL n. 3	52,5%	0,49
091104	Lodine	NU	ASL n. 3	43,9%	0,49
091094	Torpè	NU	ASL n. 3	30,4%	0,48
091031	Girasole	NU	ASL n. 4	35,3%	0,48
091056	Ollolai	NU	ASL n. 3	43,9%	0,47
091099	Urzulei	NU	ASL n. 4	35,3%	0,47
090001	Aggius	SS	ASL n. 2	38,0%	0,47
090080	Telti	SS	ASL n. 2	31,4%	0,46

Come già riportato nel Capitolo 2 del presente Documento, l'art. 11, c. 3, del D.Lgs. n. 101/2020 (intervenuto successivamente alla suddetta Deliberazione della Giunta Regionale n. 7/49 del 12.02.2019) stabilisce che le Regioni individuano come aree prioritarie quelle aree nelle quali la stima della percentuale di edifici che supera il livello di 300 Bq/m<sup>3</sup> di concentrazione di radon è pari o superiore al 15% degli edifici, anziché al 30%.

In ragione di tale nuovo criterio, con Deliberazione n. 20/71 del 30.06.2022<sup>10</sup> la Giunta Regionale ha proceduto all'aggiornamento della classificazione del territorio regionale della Sardegna con l'individuazione delle aree prioritarie di cui all'art. 11, comma 3, del D.Lgs. n. 101/2020, individuando i 162 Comuni della Sardegna quali aree prioritarie (di cui 49 Comuni già classificati a rischio radon con la precedente Deliberazione della Giunta Regionale n. 7/49 del 12.02.2019). Tra i 113 nuovi Comuni individuati come aree prioritarie, i 57 riportati nella sottostante tabella sono caratterizzati da un indice di deprivazione multipla maggiore del valore medio (pari a 0,48), individuando così ulteriori aree territoriali (oltre ai 32 Comuni di cui alla precedente tabella) nelle quali si dovrà effettuare un'azione più marcata - rispetto ai complessivi 113 Comuni - in termini di assistenza alle aziende per la prevenzione e riduzione del rischio in argomento.

Codice Istat	Comune	ASL	Stima % edifici che supera il livello di 300 Bq/m <sup>3</sup>	Indice di deprivazione multipla
95028	Mogorella	ASL n. 5	20,4%	0,96
91058	Onanì	ASL n. 3	22,6%	0,94
90015	Borutta	ASL n. 1	27,0%	0,92
106023	Turri	ASL n. 6	17,3%	0,90
91067	Orune	ASL n. 3	22,5%	0,89
95036	Nureci	ASL n. 5	20,1%	0,86
106005	Genuri	ASL n. 6	15,3%	0,83
92004	Ballao	ASL n. 8	16,5%	0,80
91040	Loculi	ASL n. 3	23,7%	0,80
90075	Tula	ASL n. 1	19,8%	0,74
92027	Goni	ASL n. 8	17,5%	0,73
91059	Onifai	ASL n. 3	23,5%	0,73
92048	Pimentel	ASL n. 8	22,8%	0,72

<sup>10</sup> [https://delibere.regione.sardegna.it/visualizza\\_delibera.page?contentId=DBR60493](https://delibere.regione.sardegna.it/visualizza_delibera.page?contentId=DBR60493)

Codice Istat	Comune	ASL	Stima % edifici che supera il livello di 300 Bq/m <sup>3</sup>	Indice di deprivazione multipla
95081	Genoni	ASL n. 5	15,7%	0,67
90030	Giave	ASL n. 1	22,5%	0,67
91033	Irgoli	ASL n. 3	28,4%	0,66
92110	Escalaplano	ASL n. 8	16,4%	0,65
91077	Sarule	ASL n. 3	27,2%	0,65
92106	Castiadas	ASL n. 8	23,3%	0,65
95042	Pompu	ASL n. 5	19,6%	0,64
91066	Ortueri	ASL n. 3	22,4%	0,64
105017	Tertenia	ASL n. 4	18,3%	0,64
95054	Senis	ASL n. 5	17,5%	0,64
90045	Nule	ASL n. 1	18,9%	0,63
90034	Laerru	ASL n. 1	17,7%	0,63
95049	Santu Lussurgiu	ASL n. 5	18,7%	0,63
92122	Villanova Tulo	ASL n. 8	19,5%	0,62
92100	Villasimius	ASL n. 8	16,2%	0,61
90039	Martis	ASL n. 1	15,5%	0,60
104011	Golfo Aranci	ASL n. 2	15,1%	0,60
95022	Gonnoscodina	ASL n. 5	15,1%	0,60
105003	Baunei	ASL n. 4	23,1%	0,60
91038	Lei	ASL n. 3	17,6%	0,59
90008	Benetutti	ASL n. 1	21,2%	0,59
90011	Bonnanaro	ASL n. 1	22,8%	0,59
90007	Banari	ASL n. 1	19,0%	0,58
92091	Vallermosa	ASL n. 8	16,7%	0,58
91070	Ottana	ASL n. 3	15,7%	0,57
95012	Baressa	ASL n. 5	18,2%	0,57
91064	Orotelli	ASL n. 3	20,6%	0,56
90055	Pattada	ASL n. 1	23,4%	0,56
90088	Erula	ASL n. 1	21,3%	0,56
90028	Esporlatu	ASL n. 1	19,5%	0,55
90019	Bulzi	ASL n. 1	17,8%	0,55
104005	Badesi	ASL n. 2	17,6%	0,55
90082	Viddalba	ASL n. 1	25,5%	0,54
105002	Bari Sardo	ASL n. 4	29,1%	0,54
90068	Siligo	ASL n. 1	25,3%	0,52
92064	San Vito	ASL n. 8	15,9%	0,52
91043	Lula	ASL n. 3	16,7%	0,52
90022	Cargeghe	ASL n. 1	27,1%	0,52
105012	Lotzorai	ASL n. 4	26,9%	0,52
90073	Torralba	ASL n. 1	18,4%	0,51
90087	Santa Maria Coghinas	ASL n. 1	18,4%	0,50
91047	Meana Sardo	ASL n. 3	28,4%	0,50

Codice Istat	Comune	ASL	Stima % edifici che supera il livello di 300 Bq/m <sup>3</sup>	Indice di deprivazione multipla
91060	Oniferi	ASL n. 3	20,1%	0,49
92005	Barrali	ASL n. 8	20,4%	0,49

Si sottolinea comunque che, nell'ambito del PMP di cui al presente Documento di buone pratiche, tra le imprese operanti in locali semisotterranei o situati al piano terra ricadenti nelle aree prioritarie, si dovrà focalizzare l'attenzione prioritariamente su quelle operanti nei predetti 32 Comuni maggiormente deprivati già classificati aree a rischio radon con la suddetta Deliberazione n. 7/49 del 12.02.2019 - nelle quali la probabilità di superare il livello di 300 Bq/m<sup>3</sup> interessa più del 30% degli edifici - che sono quelle più a rischio da un punto di vista sanitario.

Come anticipato, un fattore che può ostacolare le aziende ubicate in aree a rischio radon/aree prioritarie operanti in contesti territoriali altamente deprivati ad attuare interventi di risanamento da radon nei luoghi di lavoro, è dato dalla carenza di risorse economiche accompagnata, oltre che dalla carente informazione sui rischi connessi all'esposizione al radon, anche dalla convinzione, spesso errata, che i costi di risanamento degli edifici dal radon siano sempre molto elevati.

Pertanto, alla luce di quanto esposto nei paragrafi del Capitolo 6 sulle buone pratiche e a beneficio di maggior chiarezza, si ritiene utile riassumere nella tabella seguente gli interventi di più semplice attuazione e a basso costo (o privi di costo) che possono essere effettuati per la riduzione delle concentrazioni di radon nei luoghi di lavoro. Si specifica che gli interventi da attuare sono da valutare in relazione alla concentrazione di radon presente nell'edificio e che in taluni casi è possibile attuare simultaneamente più di un intervento di prevenzione/risanamento per abbattere la concentrazione di radon al di sotto dei limiti di legge (es. sigillatura intercapedini ed aerazione dei locali).

Tipologia di intervento	Efficacia di risanamento	Grado di complessità dell'intervento	Costo dell'intervento
Aerazione dei locali	Media	Estremamente semplice	€ € €
Ventilazione naturale del vespaio o dei locali in sottoterraneo/semisotterraneo non occupati mediante prese d'aria già presenti	Media	Molto Semplice	€ € €
Ventilazione naturale del vespaio o dei locali in sottoterraneo/semisotterraneo non occupati mediante nuove prese d'aria da realizzare	Media	Molto Semplice	€ € €
Sigillatura di fessure e intercapedini	Media	Molto semplice	€ € €
Pressurizzazione dell'intero edificio	Media	Semplice	€ € €
Depressurizzazione del suolo mediante pozzetti radon collocati sotto l'edificio	Elevata	Semplice	€ € €
Depressurizzazione del suolo mediante pozzetti radon collocati esterni all'edificio	Elevata	Semplice	€ € €

€ € € = intervento privo di costo; € € € = basso costo; € € € = costo medio;

Un aspetto di rilevante interesse per le imprese, specialmente per quelle che ricadono in aree a rischio radon fortemente deprivate, e pertanto operanti in contesti territoriali che presentano un assetto socioeconomico molto sfavorevole alle attività imprenditoriali, è rappresentato dalla possibilità di usufruire di incentivi per effettuare degli interventi di risanamento da radon nei luoghi di lavoro, ad esempio sotto forma di "sconto" denominato "oscillazione per prevenzione" per l'esecuzione di interventi per il miglioramento delle condizioni di prevenzione e tutela della salute e sicurezza nei luoghi di lavoro, in aggiunta a quelli previsti dalla normativa in materia, riducendo il tasso di premio applicabile all'azienda e determinando, quindi, un risparmio sul premio dovuto all'INAIL.

Si cita, a titolo esemplificativo, che l'INAIL ha pubblicato nel proprio sito istituzionale <https://www.inail.it/portale/assicurazione/it/Datore-di-Lavoro/Impresa-con-dipendenti-industria-artigianato-terziario-altre-attivita/tariffe-premi-impresa-con-dipendenti/oscillazione-del-tasso/riduzione-del-tasso-per-prevenzione.html>) il modulo di domanda per la riduzione del tasso medio di tariffa per prevenzione per l'anno 2025 ([https://www.inail.it/content/dam/inail-hub-site/documenti/2025/riduzione-del-tasso-medio-per-prevenzione---anno-2025-\(ot23\)/OT23%202025%20modello%20aggiornato%202021-10-2024.pdf](https://www.inail.it/content/dam/inail-hub-site/documenti/2025/riduzione-del-tasso-medio-per-prevenzione---anno-2025-(ot23)/OT23%202025%20modello%20aggiornato%202021-10-2024.pdf)), relativo agli interventi migliorativi adottati dalle aziende nel corso del 2024. Tra gli interventi per i quali è possibile richiedere la riduzione sono previste le spese sostenute per l'implementazione di misure correttive per ridurre la concentrazione media di attività di radon nei luoghi di lavoro al piano terra, seminterrato e interrato. Più in particolare, le suddette misure correttive - riguardanti interventi di carattere strutturale e permanente che assicurano la massima efficacia della riduzione del rischio e un'agevole dimostrazione di attuazione, tralasciando invece le misure correttive di tipo organizzativo che più difficilmente si adattano alla logica dell'oscillazione del tasso - sono le seguenti:

- impermeabilizzazione con guaine delle parti del fabbricato a diretto contatto col terreno;
- interventi di depressurizzazione attiva o passiva del suolo a diretto contatto con l'edificio (realizzazione di pozzetti di aspirazione);
- interventi di depressurizzazione attiva o passiva del vespaio sottostante l'edificio;
- pressurizzazione degli ambienti di lavoro indoor;
- ventilazione attiva o aspirazione forzata di ambienti interrati e seminterrati.

Importanza rilevante ha rivestito anche il Bando ISI 2022, con il quale l'INAIL ha incentivato le aziende, soggette a rischio radon, a presentare progetti finalizzati alla riduzione di questo rischio.

L'incentivo poteva coprire il 65% del costo del progetto presentato, rappresentando, pertanto, un aiuto importante per le aziende che devono contenere questo rischio, specialmente per quelle ubicate in aree a rischio radon fortemente deprivate.

L'ammontare del finanziamento era compreso tra un importo minimo di 5.000,00 euro e un importo massimo erogabile pari a 130.000,00 Euro

Di seguito si riportano ulteriori informazioni al riguardo.



Avviso pubblico ISI 2022  
Allegato 1.1: Progetti di investimento

m	Riduzione del rischio radon	Punti 75
	Nell'ambito di questo intervento non è prevista l'adozione di buone prassi ai fini del relativo punteggio bonus.	
	<p><b>OGGETTO:</b> progetti di riduzione del rischio radon attraverso l'attuazione di una o più delle seguenti misure correttive:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• impermeabilizzazione con guaine delle parti del fabbricato a diretto contatto col terreno</li> <li>• interventi di depressurizzazione attiva o passiva del suolo a diretto contatto con l'edificio</li> <li>• interventi di depressurizzazione attiva o passiva del vespaio sottostante l'edificio</li> <li>• pressurizzazione degli ambienti di lavoro</li> <li>• aspirazione forzata di ambienti interrati e seminterrati</li> </ul>	
	<p><b>AMBITO:</b> ai fini della presente Tipologia di intervento sono finanziabili i progetti di riduzione del rischio radon negli ambienti indoor ai piani terra, seminterrati e interrati nei quali sia presente tale gas in concentrazione superiore a 300 Bq/m<sup>3</sup>. La misurazione della concentrazione media di radon in aria deve essere effettuata prima della realizzazione del progetto, in accordo con la norma tecnica UNI ISO 11665-4:2021 (Misura della radioattività nell'ambiente - Aria: radon-222 - Parte 4: Metodo di misurazione ad integrazione per la determinazione della concentrazione media di attività usando un campionamento passivo e analisi successiva).</p>	
	<p><b>DEFINIZIONI:</b> Per "ambienti indoor" si intendono luoghi di lavoro delimitati su tutti i lati da pareti verticali dotate o meno di aperture (porte o finestre).</p>	
<b>DOCUMENTAZIONE</b>		
	Documenti da presentare in fase di conferma e completamento della domanda	Documenti da presentare in fase di rendicontazione finale
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Domanda (MODULO A)</li> <li>• Documento di identità del titolare/legale rappresentante dell'impresa</li> <li>• MODULO C1</li> <li>• Documento di valutazione dei rischi nel quale risulti la valutazione del rischio connesso allo svolgimento di lavorazioni negli ambienti indoor</li> <li>• Perizia asseverata (MODULO B1.1) nella quale risultino le caratteristiche degli ambienti di lavoro, le caratteristiche tecniche degli interventi che si intende effettuare e il dettaglio delle spese da sostenere; la perizia asseverata deve essere completa dei listini prezzi, dei preventivi e della relazione tecnica redatta dall'esperto in interventi di risanamento radon,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fatture elettroniche complete di ricevute e attestazioni di integrità o firmate digitalmente dal fornitore</li> <li>• Stralcio dell'estratto conto</li> <li>• Dichiarazione di conformità degli impianti (qualora l'intervento ne preveda l'installazione o modifica)</li> <li>• Relazione tecnica redatta dall'esperto in interventi di risanamento radon, così come definito al punto 40 dell'art. 7 del d.lgs. 101/2020, che attesti il conseguimento del miglioramento atteso</li> </ul>

## 8. La Sorveglianza Sanitaria dei lavoratori esposti a radon

L'obbligo di sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti al radon fa seguito al superamento dei valori di cui all'art. 17, c.4, del D.Lgs 101/2020 e s.m.i.. Pertanto, si tratta di lavoratori classificati in categoria A, ai sensi dell'art. 133, c.3, lett.a), per i quali si attua una sorveglianza sanitaria come previsto dall'art. 134, effettuata dal medico autorizzato nominato ai sensi dell'art. 108 c.1 lett. c), con periodicità degli accertamenti e con formulazione del giudizio d'idoneità semestrale (art. 135 "visita medica preventiva", art. 136 "visite periodiche e straordinarie").

L'attività di sorveglianza sanitaria è mirata fondamentalmente, ma non esclusivamente, all'analisi dell'apparato respiratorio. Infatti, il radon penetra nell'organismo attraverso l'apparato respiratorio, sia come gas sia sotto forma di prodotti di decadimento (isotopi figli), quali soprattutto  $^{218}\text{Po}$  e  $^{214}\text{Po}$ , sotto forma di particelle solide adese al particolato presente nell'aerosol ambientale.

Questo aspetto è particolarmente importante, in quanto gli ambienti ricchi di particolato potrebbero rappresentare un "vettore" nel trasporto delle particelle alfa emittitrici nell'apparato respiratorio. Pertanto, si verifica sia un'introduzione diretta, come Radon sotto forma di gas inerte, inodore, che poi decade negli isotopi figli, sia indiretta, attraverso l'aerosol che contiene particelle sulla cui superficie sono adesi i prodotti di decadimento suddetti. L'energia ceduta sotto forma di particelle alfa ha scarso potere di penetrazione, però è in grado di arrecare un danno significativo ai tessuti più superficiali con cui viene in contatto, in particolare le cellule dell'epitelio bronchiale e bronchiolare. Le particelle alfa producono, lungo il loro breve percorso, un'alta densità di ionizzazioni, rilasciando un'ampia energia localizzata di circa 10-50 cGy, provocando un danno soprattutto diretto sul DNA piuttosto che dovuto alle ionizzazioni secondarie. I danni sono particolarmente più gravi per la doppia elica del DNA e per quello sotto forma di cromatina. Pertanto, tutte le noxae patogene esterne che penetrano nell'albero respiratorio, oltre a Radon, contribuiscono a veicolare le particelle alfa e creare, indirettamente un danno epiteliale bronchiale. Questo spiegherebbe, in parte, perché l'apparato respiratorio sia quello più suscettibile agli insulti provocati dal Radon, con lo sviluppo, attraverso il meccanismo di cancerogenesi multi step, di carcinomi bronchiali. Si segnala che l'utilizzo di DPI per le vie aeree e la mancata abitudine al fumo di sigaretta potrebbero ridurre ulteriormente il rischio di penetrazione delle particelle alfa nell'apparato respiratorio.

### 8.1 Qualità, appropriatezza ed efficacia della Sorveglianza Sanitaria dei lavoratori esposti a radon

La sorveglianza dei lavoratori esposti a radon, oltre alle visite mediche, dovrebbe prevedere l'esecuzione di accertamenti strumentali, di laboratorio e specialistici necessari per esprimere il giudizio di idoneità lavorativa. Tali indagini possono essere infatti utili nel fornire informazioni precise per valutare la compatibilità tra lo stato di salute del lavoratore e i rischi presenti nel contesto lavorativo, ed eventualmente indicare limitazioni o prescrizioni che ne regolino l'attività. La scelta degli accertamenti deve comunque essere basata sull'identificazione precisa dei rischi, con riferimento agli esami clinici, biologici e diagnostici ritenuti necessari dal medico autorizzato.

Sono due i principi operativi che dovrebbero guidare il medico autorizzato in questo processo:

- 1) **analisi preliminare dei rischi**, è importante procedere con una dettagliata valutazione dei rischi individuali prima di selezionare gli accertamenti medici. Questa analisi, che dovrebbe essere mirata alla singola situazione lavorativa e alla specifica esposizione del lavoratore, funge da base per stabilire quali esami siano necessari per valutare adeguatamente il suo stato di salute. Esiste una stretta analogia con quanto previsto dal D.Lgs. 81/08 per i rischi lavorativi convenzionali, che richiede una connessione diretta tra identificazione dei rischi e programmazione degli esami. La sorveglianza si fonda sui principi della Medicina del Lavoro e sui codici etici internazionali dell'ICOH (International Commission on Occupational Health) e dell'IRPA (International Radiation Protection Association);
- 2) **scelta degli accertamenti**, una volta conclusa l'analisi dei rischi, il medico seleziona le indagini appropriate. Gli esami devono essere adeguati, ovvero mirati a valutare non solo la salute fisica ma anche lo stato generale del lavoratore, in una visione olistica della persona che supera la valutazione di singoli apparati o organi. Questa impostazione più ampia si ispira alla definizione di salute dell'OMS (Organizzazione Mondiale della Sanità).

### **Criteria operativi per la scelta degli accertamenti**

Il medico autorizzato, nel definire quali esami effettuare, dovrebbe basarsi su alcuni principi etici e operativi fondamentali:

- beneficio reale per la salute, gli accertamenti devono avere un valore pratico per la salute del lavoratore considerando sensibilità, specificità e valore predittivo degli esami selezionati;
- invasività e costi, è essenziale tenere conto dell'invasività degli esami, dei potenziali disagi psicologici e sanitari sui lavoratori, oltre che dei costi economici e sociali per l'azienda e la collettività;
- principi di giustificazione e ottimizzazione, questi principi - centrali nella radioprotezione - prevedono che ogni indagine venga giustificata in termini di necessità, confrontando i benefici per la salute con i costi e i possibili disagi. L'obiettivo è massimizzare i benefici riducendo al minimo i costi e gli effetti negativi;
- finalità degli accertamenti, gli accertamenti devono essere in grado di individuare condizioni di suscettibilità individuale o patologie che possano aumentare i rischi per il lavoratore in caso di esposizione e condizioni che possano ridurre l'efficacia dei dispositivi di protezione individuale (DPI);
- predisposizione allo sviluppo di neoplasie.

Le strategie di sorveglianza sanitaria dovrebbero essere commisurate al livello di esposizione al radon e ai rischi associati, rendendo pertinente e proporzionata ogni misura adottata. È necessario, in ogni caso, che gli accertamenti sanitari siano accuratamente selezionati e progettati per rilevare precocemente qualsiasi danno o condizione patologica derivante dall'esposizione al radon (al punto 8.2 viene proposto un esempio di protocollo sanitario utile in tal senso). È importante sottolineare che, nell'identificazione degli accertamenti, il medico deve considerare variabili individuali come i fattori biologici, clinici, familiari, psico-comportamentali e socioeconomici. Per questo motivo, un protocollo rigido non sarebbe né utile né efficace, poiché un approccio vincolante potrebbe risultare controproducente sia a livello sanitario che economico.

### **Promozione della Salute**

La promozione della salute sul luogo di lavoro va oltre la semplice prevenzione delle malattie. Essa comprende un approccio olistico che mira a migliorare il benessere generale dei lavoratori. Nel caso della sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti a radon, la promozione della salute include una serie di interventi mirati. Ad esempio, sensibilizzare i lavoratori sui rischi legati al radon e sulle misure preventive può aumentare la consapevolezza e l'adesione alle pratiche di sicurezza. Inoltre, promuovere stili di vita sani, come l'astensione dal fumo, può ridurre ulteriormente il rischio di sviluppare patologie respiratorie, migliorando complessivamente la salute dei lavoratori.

L'approccio olistico della promozione della salute si riflette anche nel modello "Total Worker Health" (TWH) promosso dal National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). Questo modello integra le pratiche di protezione della salute e sicurezza sul lavoro con la promozione del benessere. Nel contesto del radon, sarebbe opportuno che le aziende considerino non solo l'esposizione a tutti i rischi specifici dell'ambiente di lavoro e al gas radon come rischi isolati, ma valutino anche come altri fattori lavorativi e personali possano interagire con questi rischi. Ad esempio, un lavoratore esposto a radon che fuma ha un rischio significativamente maggiore di sviluppare cancro ai polmoni rispetto a un non fumatore. Pertanto, la promozione della cessazione dell'abitudine al fumo è una componente essenziale di una strategia di sorveglianza sanitaria efficace.

### **Segnalazione Malattia Professionale**

In GU n. 270 del 18.11.2023 è stato pubblicato il DM 10 Ottobre 2023 recante "*Revisione delle tabelle delle malattie professionali nell'industria e nell'agricoltura*" (di modifica ed integrazione della tabella delle malattie professionali nell'industria e della tabella delle malattie professionali nell'agricoltura, di cui agli articoli 3 e 211 del DPR 30 giugno 1965, n. 1124), con il quale sono state introdotte alla voce 81 le "*MALATTIE CAUSATE DALL'ESPOSIZIONE A RADON: a) TUMORE MALIGNO DEL POLMONE (C34)*" in "*Lavorazioni che espongono all'azione del radon in ambiente sotterraneo*".

### **8.2 Esempio di protocollo sanitario per i lavoratori esposti a radon**

**Visita medica preventiva:** il protocollo deve essere impostato in funzione di tutti i rischi lavorativi a cui il singolo lavoratore è esposto; pertanto, si tratta di elenco non esaustivo:

- esami ematochimici: emocromo completo con reticolociti, glicemia, bilirubinemia totale e frazionata, colesterolo totale e HDL, trigliceridi, creatininemia, GOT, GPT, gamma GT, protidogramma elettroforetico, PT, PTT, T3, T4, TSH, esame urine completo
- visita oculistica
- visita dermatologica
- ecografia tiroidea
- elettrocardiogramma di base; ecografia addominale; visita specialistica senologica (con eventuali accertamenti strumentali consigliati dallo specialista; PSA totale e libero, ricerca sangue occulto nelle feci
- spirometria (esami di funzionalità respiratoria in esposti a polveri e broncoirritanti).

**Visita medica periodica semestrale:** il protocollo deve essere impostato in funzione di tutti i rischi lavorativi a cui il singolo lavoratore è esposto; pertanto, si tratta di elenco non esaustivo:

- esami ematochimici: emocromo completo con reticolociti, glicemia, bilirubinemia totale e frazionata, colesterolo totale e HDL, trigliceridi, creatininemia, GOT, GPT, gamma GT, protidogramma elettroforetico, PT, PTT, T3, T4, TSH, esame urine completo
- ecografia tiroidea in funzione dei risultati precedenti
- in gruppi a rischio elevato (es. fumatori, esposti ad altri cancerogeni per le vie respiratorie): citologia dell'espettorato e approfondimenti di diagnostica per immagini (HRTC Low dose, ecc.).

Gli accertamenti oncopreventivi possono essere ripetuti ragionevolmente con la frequenza di 12-24 mesi nei soggetti maggiormente a rischio, sempre a discrezione del medico autorizzato che dovrà valutare ogni singolo caso in funzione dei rischi e delle comorbidità.

## 9. Sinergia tra esposizione al radon e fumo da tabacco – Lotta al tabagismo

Tra i lavoratori esposti al radon, i fumatori devono essere considerati quelli più a rischio in quanto è stata osservata una forte sinergia tra radon e fumo di sigaretta, con conseguente aumento del rischio di tumore polmonare. Infatti, nei soggetti esposti a concentrazioni di radon maggiori di 200 Bq/m<sup>3</sup>, il rischio di morte per cancro ai polmoni nei fumatori è da 20 a 25 volte superiore rispetto ai non fumatori<sup>11</sup>. Inoltre, è stato osservato che la mortalità cumulativa all'età di 75 anni per tumore al polmone in funzione della concentrazione di radon cresce molto più rapidamente per i fumatori che per i non fumatori. Per coloro che hanno smesso di fumare il rischio correlato all'esposizione al radon è sostanzialmente più basso rispetto a coloro che continuano a fumare, ma rimane notevolmente maggiore rispetto a coloro che non hanno mai fumato<sup>12</sup>.

Un aspetto di rilievo da considerare nell'ottica della mitigazione delle disuguaglianze di salute indotte dallo status socioeconomico dei lavoratori, è il forte nesso tra l'abitudine al fumo di sigaretta ed il grado di deprivazione del contesto territoriale in cui gli stessi lavoratori operano e verosimilmente risiedono: il fumo di sigaretta è più frequente fra le classi socioeconomiche più svantaggiate (meno istruiti e/o con maggiori difficoltà economiche) e negli uomini, come risulta dal Sistema di sorveglianza PASSI relativo alle persone tra i 18 e i 69 anni; inoltre, analizzando la ripartizione in relazione alla disponibilità di risorse economiche degli ex-fumatori, si osserva che le persone con molte difficoltà economiche sono in genere meno propense alla cessazione dell'abitudine al fumo, come rappresentato nella sottostante Figura 9.

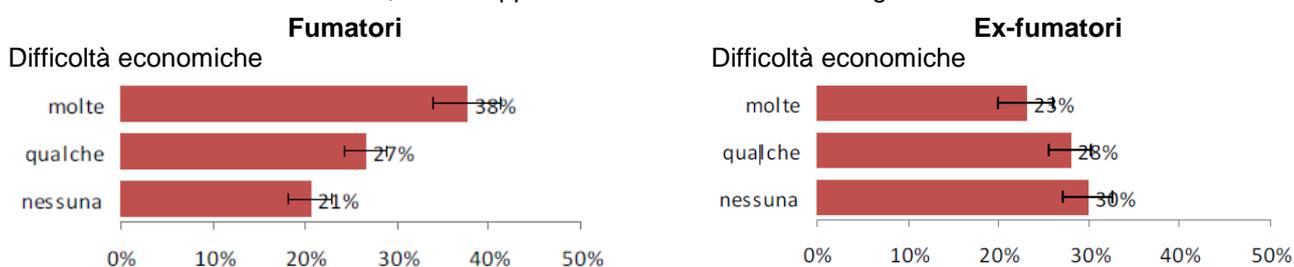


Figura 9: Prevalenza dei fumatori ed ex-fumatori in relazione alle difficoltà economiche. Sistema di sorveglianza PASSI 2010-2013 – Regione Sardegna

Come risulta dal Sistema di Sorveglianza Passi - periodo 2022-2023, circa 1 sardo su 4 fuma (25,2%), valore simile a quello nazionale (24,5%).

Stante la così forte diffusione dell'abitudine al fumo e l'effetto sinergico tra esposizione a radon e fumo di sigaretta nell'aumento del rischio di tumore polmonare, risulta indispensabile promuovere la cessazione dell'abitudine al fumo con particolare attenzione ai lavoratori esposti al radon operanti in territori maggiormente deprivati sotto il profilo socioeconomico, al fine di ottenere una progressiva diminuzione dei consumi dei prodotti del tabacco, il calo della prevalenza dei fumatori e la conseguente riduzione delle gravissime patologie fumo correlate tra le quali, oltre al tumore polmonare, le broncopneumopatie croniche ostruttive ed altre patologie polmonari croniche, altre forme di cancro, cardiopatie, vasculopatie.

Come rilevabile dal Sistema di Sorveglianza Passi - periodo 2022-2023, in Sardegna il 42% dei fumatori intervistati ha tentato di smettere nei 12 mesi precedenti l'intervista, restando almeno un giorno senza fumare, valore migliore rispetto a quello nazionale (32%). Nella stragrande maggioranza dei casi il tentativo fallisce: solo una bassa quota (l'8,8% in Sardegna, valore simile a quello nazionale) raggiunge l'obiettivo e riferisce di aver smesso di fumare da più di 6 mesi.

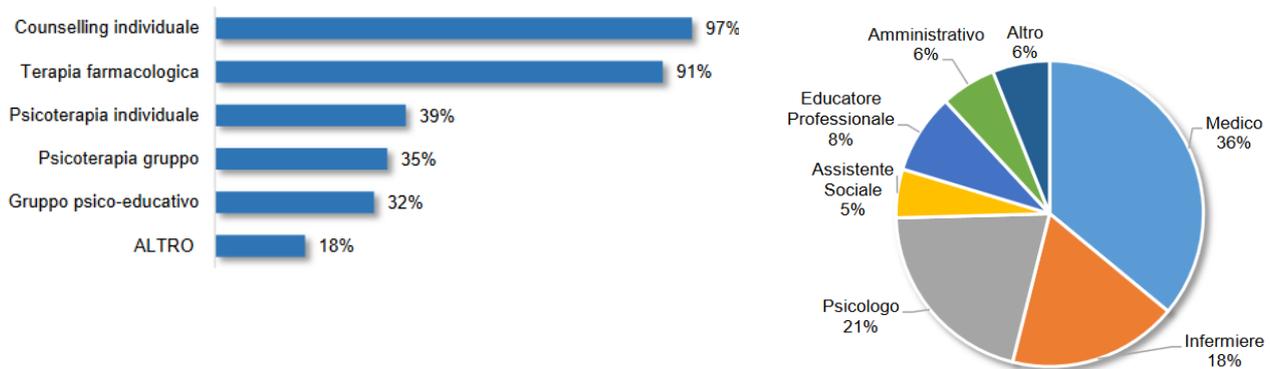
Considerato che il tentativo di smettere di fumare fallisce nella maggior parte dei casi, è necessaria una capillare diffusione tra i lavoratori delle informazioni utili a far intraprendere efficacemente un percorso di cessazione dell'abitudine al fumo. In questo senso, è indispensabile promuovere l'avvicinamento dei lavoratori ai servizi territoriali per la cessazione dal fumo di tabacco (**Centri antifumo, CAF**), presenti e attivi in tutto il territorio nazionale.

I percorsi di disassuefazione offerti dai Centri Antifumo sono caratterizzati prevalentemente da un approccio multimodale integrato, per meglio rispondere alle esigenze dei fumatori. L'offerta vede nel counselling

<sup>11</sup> Riudavets M, Garcia de Herreros M, Besse B, Mezquita L. Radon and Lung Cancer: Current Trends and Future Perspectives. *Cancers* (Basel). 2022 Jun 27;14(13):3142. doi: 10.3390/cancers14133142. PMID: 35804914; PMCID: PMC9264880

<sup>12</sup> Radon e fumo di tabacco, una pericolosa sinergia (Albini, 2010. *Tabaccologia* 3 pp. 21-31).

individuale (97%) l'intervento maggiormente proposto in associazione con la terapia farmacologica (91%); a seguire la psicoterapia individuale (39%), la psicoterapia di gruppo (35%) e i gruppi psicoeducativi (32%). I Centri Antifumo si avvalgono di diverse figure professionali che offrono trattamenti integrati. I professionisti che compongono l'équipe sono circa 1030 e sono soprattutto medici (36%) e psicologi (21%); a seguire infermieri professionali, educatori professionali, assistenti sociali e amministrativi.<sup>13</sup>



Fonte: Guida ai servizi territoriali per la cessazione dal fumo di tabacco – aggiornamento 2023 (Strumenti di riferimento 23/S1 – ISS 2023)

Un utile documento di raccolta di informazioni che facilita l'accesso alle strutture, agevolando e riducendo i tempi d'incontro fra domanda dell'utente e risposta dei servizi, è dato dalla *Guida ai servizi territoriali per la cessazione dal fumo di tabacco* dell'Istituto Superiore di Sanità (ISS), che riporta tutti i dati dei centri antifumo presenti sul territorio nazionale con le relative informazioni sull'offerta assistenziale. Dall'aggiornamento al maggio 2023 della suddetta guida, in Sardegna risulterebbero presenti 5 CAF (1 in provincia di Cagliari, 2 in provincia di Carbonia Iglesias e 2 in provincia di Sassari). Si riportano di seguito le schede relative a tali CAF.

<sup>13</sup> “Guida ai servizi territoriali per la cessazione dal fumo di tabacco (aggiornamento maggio 2023)” - Strumenti di riferimento 23/S1, a cura del Centro Nazionale Dipendenze e Doping dell'Istituto Superiore di Sanità, 2023) (link: <https://www.iss.it/-/strumenti-di-riferimento-23/s1-guida-ai-servizi-territoriali-per-la-cessazione-dal-fumo-di-tabacco-aggiornamento-maggio-2023--a-cura-luisa-mastrobattista>)

## CAGLIARI E PROVINCIA

### ASL - CAGLIARI

---

Centro Antifumo  
VIA IS GUADAZZONIS, 2, 09126 CAGLIARI  
(CA)

#### Responsabile ed équipe

- Responsabile: SORTINO ELISABETTA (Medico)
- Équipe: 1 medici, 1 infermieri

#### Contatti

- Tel: 070609.3052
- E-mail: [centro.antifumo@aslcagliari.it](mailto:centro.antifumo@aslcagliari.it)
- Sito: [www.aslcagliari.it](http://www.aslcagliari.it)
- Contatto telefonico: lun, mer, gio, ven: 8:00-13:30, mar: 8:00-13:30/14:30-17:30

#### Valutazione e offerta assistenziale

- Valutazione medica: visita pneumologica, rx torace, spirometria, ossimetria
- Valutazione psicologica: colloquio motivazionale, valutazione del livello di dipendenza da fumo di tabacco, test motivazionali
- Terapia farmacologica
- Counselling individuale: 7-10 incontri, a seconda delle esigenze (settimanale, mensile, trimestrale)

#### Accessibilità

- Prestazioni: ticket
- Modalità di accesso al servizio: impegnativa del medico di famiglia

## SASSARI E PROVINCIA

### AZIENDA UNIVERSITARIA OSPEDALIERA

---

Ambulatorio del Fumo  
VIALE SAN PIETRO, 07100 SASSARI (SS)

#### Responsabile ed équipe

- Responsabile: POLO MARIA FRANCESCA (Medico)
- Équipe: 1 medici, 1 infermieri

#### Contatti

- Tel: 079228370
- Fax: 079228090
- E-mail: [pmaria\\_francesca@hotmail.com](mailto:pmaria_francesca@hotmail.com)
- Contatto telefonico: lun, mar, mer, gio, ven: 9:00-13:00

#### Valutazione e offerta assistenziale

- Valutazione medica: visita pneumologica, rx torace, spirometria, ossimetria
- Terapia farmacologica
- Counselling individuale: più di 10 incontri, da valutare individualmente
- Psicoterapia individuale: più di 10 incontri, da valutare individualmente
- Psicoterapia di gruppo: più di 10 incontri, il primo mese 3 incontri, i contatti telefonici s

#### Accessibilità

- Prestazioni: ticket
- Modalità di accesso al servizio: impegnativa del medico di famiglia

## SASSARI E PROVINCIA

### ASL - SASSARI

---

Centro Antifumo

S.S. SASSARI - SORSO, KM. 4,2, 07100  
SASSARI (SS)

#### Responsabile ed équipe

- Responsabile: MARRAS TIZIANA (Psicologo)
- Équipe: 1 medici, 1 psicologi, 1 educatori

#### Contatti

- Tel: 0792490014-16-19
- Fax: 0792490025
- E-mail: tiziana.marras@aslsassari.it
- Contatto telefonico: lun, mer, ven: 9:00-13:00, mar, gio: 9:00-17:00

#### Valutazione e offerta assistenziale

- Valutazione medica: valutazione psichiatrica
- Valutazione psicologica: colloquio motivazionale, valutazione psicodiagnostica, valutazione del livello di dipendenza da fumo di tabacco
- Terapia farmacologica
- Counselling individuale: più di 10 incontri, settimanale
- Psicoterapia individuale: più di 10 incontri, settimanale
- Psicoterapia di gruppo: 7-10 incontri, giornalieri, settimanali

#### Accessibilità

- Prestazioni: gratuite
- Modalità di accesso al servizio: accesso senza prescrizione medica

## SUD SARDEGNA E PROVINCIA

### ATS-ASSL CARBONIA - DISTRETTO DI IGLESIAS

---

Centro Antifumo

VIA TREXENTA, 1, 09016 IGLESIAS (SU)

#### Responsabile ed équipe

- Responsabile: MASIA MARCO (Medico)
- Équipe: 1 medici, 1 infermieri, 1 educatori

#### Contatti

- Tel: 078122330
- Fax: 07813922271
- E-mail: serd.asslcarboniaiglesias@atssardegna.it
- Contatto telefonico: lun, mer, ven: 8:00-14:00, mar, gio: 8:00-14:00/15:00-17:00

#### Valutazione e offerta assistenziale

- Valutazione medica: valutazione psichiatrica, carbossimetria
- Valutazione psicologica: colloquio motivazionale, valutazione del livello di dipendenza da fumo di tabacco
- Terapia farmacologica
- Counselling individuale: più di 10 incontri, settimanale
- Colloqui orientamento, motivazionali, monitoraggi: più di 10 incontri

#### Accessibilità

- Prestazioni: gratuite
- Modalità di accesso al servizio: accesso senza prescrizione medica

## SUD SARDEGNA E PROVINCIA

### SEDE DISTACCATA CARBONIA

Centro Antifumo

VIALE TRENTO, 24, 09013 CARBONIA (SU)

#### Responsabile ed équipe

- Responsabile: MASIA MARCO (Medico)
- Équipe: 1 medici, 1 infermieri, 1 educatori

#### Contatti

- Tel: 0781660206
- Fax: 0781660476
- Contatto telefonico: lun, mar, mer, gio, ven:  
9:00-12:00

#### Valutazione e offerta assistenziale

- Valutazione medica: valutazione psichiatrica, carbossimetria
- Valutazione psicologica: colloquio motivazionale, valutazione del livello di dipendenza da fumo di tabacco
- Terapia farmacologica
- Counselling individuale: più di 10 incontri, settimanale
- Colloqui orientamento, motivazionali, monitoraggi: più di 10 incontri

#### Accessibilità

- Prestazioni: gratuite
- Modalità di accesso al servizio: accesso senza prescrizione medica

I Centri Antifumo rivestono un ruolo centrale nel ridurre la prevalenza dei fumatori poiché offrono percorsi specifici per la cessazione di comprovata efficacia e rimangono la principale offerta ai fumatori da parte del **Telefono Verde contro il Fumo (TVF)** istituito dall'Istituto Superiore di Sanità e promosso dall'Osservatorio Fumo, Alcol e Droga (OssFAD). Il TVF è un servizio nazionale anonimo e gratuito che ha collaborato negli anni a costruire e rafforzare la rete dei Centri Antifumo al fine di facilitare l'incontro tra i bisogni dei cittadini e l'offerta di risorse specifiche sul territorio.

Il TVF è un punto di consulenza, ascolto e monitoraggio del fenomeno che si rivolge: ai fumatori e ai loro familiari per indirizzarli e sostenerli nel percorso per smettere di fumare; ai non fumatori per indicare le strategie di tutela dal fumo passivo; agli ex fumatori per sostenerli in momenti a rischio di ricadute; agli operatori socio-sanitari per fornire materiale scientifico e informativo; alle istituzioni pubbliche e private per programmare interventi di prevenzione. La metodologia utilizzata fa riferimento alle tecniche del "counselling vis a vis" utili a facilitare l'adozione di stili di vita sani. Il servizio si configura come un importante strumento per attivare un processo di cambiamento nella vita delle persone, inviandole verso i centri antifumo presenti sul territorio nazionale.

Per rispondere alla richiesta sempre maggiore di digitalizzazione e all'aumentato utilizzo della tecnologia interattiva e di e-health, in cui il cittadino può interagire con il sistema sanitario su digitale attraverso il web, e amplificare la visibilità e fruibilità dei Centri Antifumo, il Servizio TVF sta mettendo a punto la mappatura geolocalizzata dei Centri Antifumo con cui i fumatori potranno presto individuare attraverso il web il Servizio più idoneo alle proprie esigenze, avendo a disposizione non solo l'anagrafica, ma anche l'offerta assistenziale e le modalità di accesso ai servizi.

**[Il Telefono Verde contro il Fumo \(TVF\) 800-554088, numero presente sui pacchetti di sigarette, è attivo dal lunedì al venerdì dalle ore 10:00 alle ore 16:00 \(https://www.issalute.it/index.php/numeri-verdi/fumo\)](https://www.issalute.it/index.php/numeri-verdi/fumo)**

## 10. Riferimenti per la consultazione integrale delle buone pratiche

Sezione	Buone pratiche
6.1	Strumenti per la prevenzione e riduzione della concentrazione di radon indoor del PNAR <a href="https://www.salute.gov.it/imgs/C_17_pubblicazioni_3415_allegato.pdf">https://www.salute.gov.it/imgs/C_17_pubblicazioni_3415_allegato.pdf</a>
6.2	Metodi e tecnologie per la riduzione della concentrazione del radon indoor <a href="https://www.sardegناسalute.it/index.php?xsl=316&amp;s=9&amp;v=9&amp;c=93932&amp;na=1&amp;n=10">https://www.sardegناسalute.it/index.php?xsl=316&amp;s=9&amp;v=9&amp;c=93932&amp;na=1&amp;n=10</a> Deliberazione della Giunta della Regione Sardegna n. 5/31 del 29.01.2019. Adozione del documento recante “Indirizzi in materia di sostenibilità ed eco-compatibilità nella costruzione/ristrutturazione di edifici al fine di migliorare la qualità dell’aria indoor, anche in relazione al rischio radon, per orientare i regolamenti edilizi in chiave eco-compatibile” - Azione P-8.2.4 del Programma P-8.2 del Piano Regionale di Prevenzione. <a href="https://delibere.regione.sardegna.it/it/visualizza_delibera.page?contentId=DBR44891">https://delibere.regione.sardegna.it/it/visualizza_delibera.page?contentId=DBR44891</a>
6.3	Interventi di risanamento degli edifici dal radon – schede della Regione Toscana <a href="http://www.arpat.toscana.it/temi-ambientali/radioattivita/radon/cosa-fare">http://www.arpat.toscana.it/temi-ambientali/radioattivita/radon/cosa-fare</a>
6.4	Indicazioni e proposte per la protezione degli edifici da radon <a href="http://www.arpa.fvg.it/cms/tema/radiazioni/radioattivita/radon/approfondimenti/II-Radon-negli-edifici.html">http://www.arpa.fvg.it/cms/tema/radiazioni/radioattivita/radon/approfondimenti/II-Radon-negli-edifici.html</a>
6.5	Il radon in Italia: guida per il cittadino <a href="https://www.inail.it/portale/it/inail-comunica/pubblicazioni/catalogo-generale/catalogo-generale-dettaglio.2020.09.il-radon-in-italia-guida-per-il-cittadino-quaderni-per-la-salute-e-la-sicurezza-.html">https://www.inail.it/portale/it/inail-comunica/pubblicazioni/catalogo-generale/catalogo-generale-dettaglio.2020.09.il-radon-in-italia-guida-per-il-cittadino-quaderni-per-la-salute-e-la-sicurezza-.html</a>
8	La Sorveglianza Sanitaria dei lavoratori esposti a radon <i>La sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti a radiazioni ionizzanti – Manuale per il Medico Autorizzato - Associazione Italiana di Radioprotezione Medica (AIRM), Giuseppe De Luca et al. 2022</i> <i>Linee di indirizzo e standard di qualità per la sorveglianza sanitaria approvate dalla Regione Umbria con Deliberazione della Giunta Regionale n. 1722 del 22 dicembre 2014</i> <a href="https://olympus.uniurb.it/index.php?option=com_content&amp;view=article&amp;id=12522:2014umb1722&amp;catid=27&amp;Itemid=137">https://olympus.uniurb.it/index.php?option=com_content&amp;view=article&amp;id=12522:2014umb1722&amp;catid=27&amp;Itemid=137</a>
9	Sinergia tra esposizione al radon e fumo da tabacco – Lotta al tabagismo <i>Riudavets M, Garcia de Herreros M, Besse B, Mezquita L. Radon and Lung Cancer: Current Trends and Future Perspectives. Cancers (Basel). 2022 Jun 27;14(13):3142. doi: 10.3390/cancers14133142. PMID: 35804914; PMCID: PMC9264880</i> <i>Radon e fumo di tabacco, una pericolosa sinergia (Albini, 2010. Tabaccologia 3 pp. 21-31)</i> <i>Guida ai servizi territoriali per la cessazione dal fumo di tabacco – aggiornamento 2023 (ISS - Strumenti di riferimento 23/S1).</i> <a href="https://www.iss.it/-/strumenti-di-riferimento-23/s1-guida-ai-servizi-territoriali-per-la-cessazione-dal-fumo-di-tabacco-aggiornamento-maggio-2023--a-cura-luisa-mastrobattista">https://www.iss.it/-/strumenti-di-riferimento-23/s1-guida-ai-servizi-territoriali-per-la-cessazione-dal-fumo-di-tabacco-aggiornamento-maggio-2023--a-cura-luisa-mastrobattista</a>