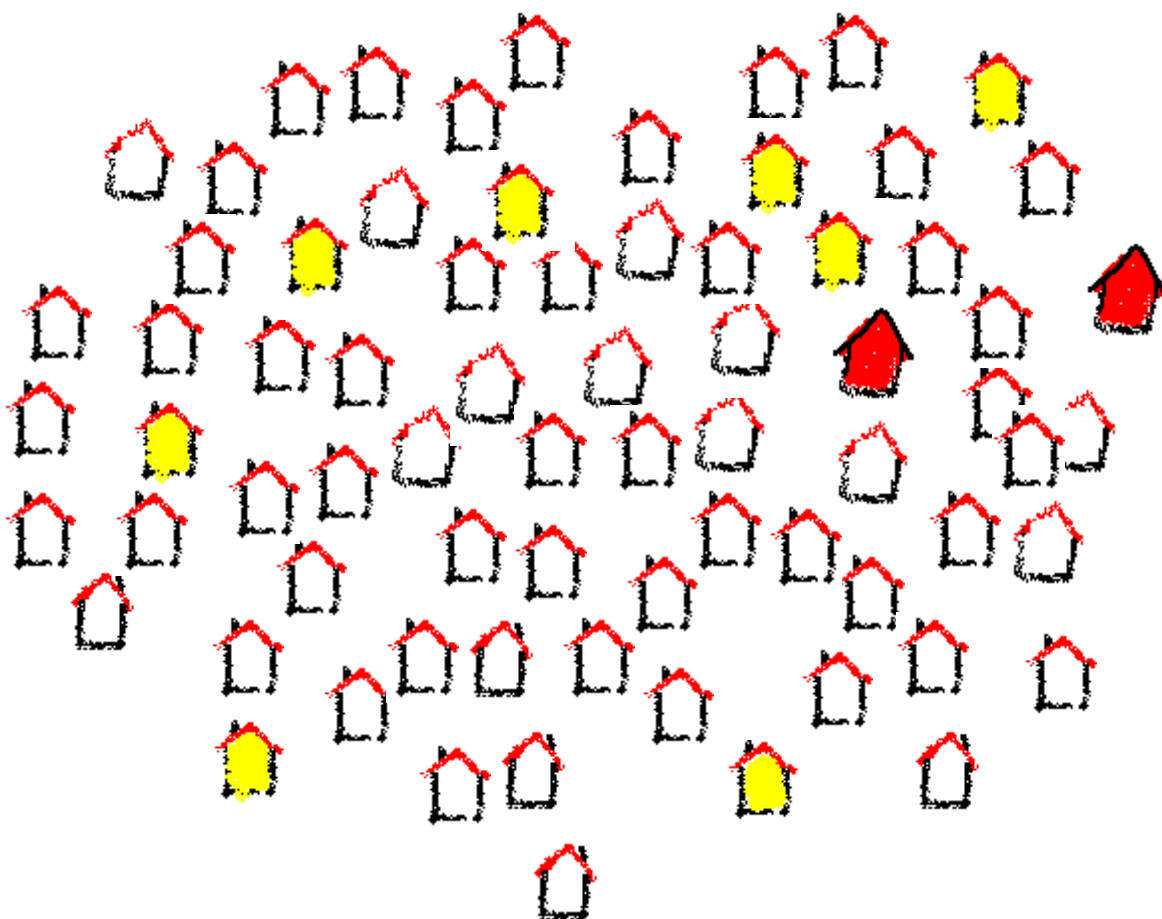


RAPPORTO SULLA PRESENZA DI GAS RADON NELLE ABITAZIONI DEL CANTON TICINO



Laboratorio Cantonale
Sergio Montorfani, perito federale in materia di radon

1. Riassunto

2. **Nel nostro Cantone il radon, gas naturale radioattivo, si trova in abbondanza nel sottosuolo. Il suo accumulo in particolare nei piani inferiori delle abitazioni può essere molto pericoloso: in Svizzera il 5-10% dei tumori polmonari riscontrati annualmente è imputabile al radon. L'OMS (Organizzazione Mondiale della Sanità) classifica il radon tra gli agenti cancerogeni certi. Dopo un numero sufficiente di misure effettuate già a partire dal 1989, il nostro Cantone è stato dichiarato - nel 1996 - „area ad elevata concentrazione di radon“. Per le nuove abitazioni si raccomanda di costruire tenendo conto del problema, in modo da impedire, con semplici accorgimenti tecnici, il passaggio del radon dal sottosuolo all'interno dei locali. Per le abitazioni esistenti è senz'altro raccomandabile una misura di controllo della concentrazione di radon per individuare quel 2% di esse che si suppone possa superare il valore limite, pari a 1000 Bq/m³ (Becquerel per metro cubo), fissato nell'art. 110 dell'Ordinanza federale sulla radioprotezione del 22 giugno 1994.**

2. Introduzione

Nel terreno si trovano diversi elementi chimici, la maggior parte dei quali sono stabili. Solo pochi sono instabili, vale a dire radioattivi. La caratteristica di questi ultimi è quella di decadere, cioè trasformarsi in altri elementi, per raggiungere la stabilità.

Il radon-222 (simbolo chimico Rn₂₂₂) è appunto uno di questi elementi, proveniente dal decadimento dell'uranio-238 (U₂₃₈). Si tratta di un elemento naturale appartenente al gruppo dei gas nobili la caratteristica dei quali è quella di essere poco o per niente reattivi. Tale proprietà associata al fatto che si tratta di un gas, fa sì che esso possa muoversi liberamente nel sottosuolo e, in particolari condizioni, penetrare – per infiltrazione o, in minima parte, per diffusione – e accumularsi nei piani inferiori delle abitazioni. Il suo decadimento dà luogo ad una serie di elementi metallici pure radioattivi, detti prodotti di filiazione, secondo lo schema riportato qui di seguito.

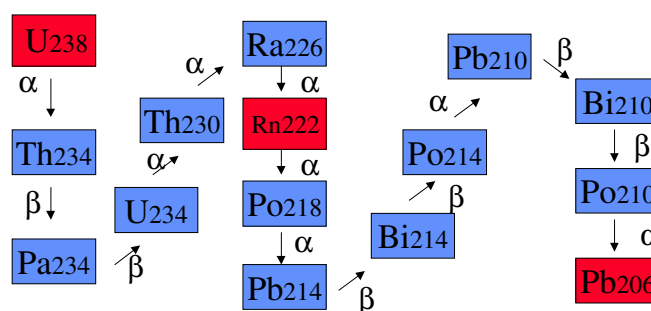


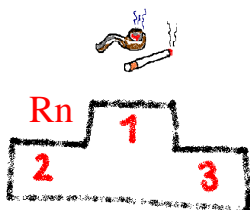
Figura 1: prodotti di filiazione dell'Uranio-238

Come si evince dalla figura 1, ad ogni decadimento è collegata l'emissione di particelle α (nuclei di elio) radioattive. La serie termina con un elemento stabile: il piombo-206 (Pb_{206}).

La quantità di radon presente in un terreno è proporzionale alla quantità di uranio - 238 e radio-226 presenti in esso.

Il radon non rappresenta di per sé un grosso pericolo per la salute: è un gas e può entrare e uscire facilmente dall'apparato respiratorio. Ciò non si può dire per i suoi prodotti di decadimento che, con la respirazione possono raggiungere passivamente l'intero albero bronchiale sotto forma di piccolissime particelle metalliche radioattive. La loro presenza in loco per periodi relativamente lunghi può portare alla degenerazione tumorale delle cellule dell'epitelio polmonare.

Secondo l'UFSP (Ufficio federale della sanità) il radon è in Svizzera la seconda causa di cancro polmonare dopo il fumo.



Si ritiene che il 5-10% dei circa 3000 tumori polmonari riscontrabili in Svizzera annualmente, siano causati dalla presenza di radon nelle abitazioni (*Radioattività dell'ambiente e dosi d'irradiazione in Svizzera, UFSP Sezione sorveglianza della radioattività, B.2.1, giugno 2004*).

3. Vie di penetrazione

Il radon presente nel terreno può raggiungere facilmente le abitazioni se la permeabilità del sottosuolo è elevata e la superficie di contatto tra casa e suolo non è sufficientemente impermeabile.

Durante la stagione invernale, all'interno delle abitazioni riscaldate viene a crearsi una corrente d'aria calda ascensionale che provoca una leggera depressione in cantina e nei piani bassi, con richiamo di nuova aria dall'esterno (effetto camino). Quest'aria può provenire anche dal sottosuolo, e - se ricca di radon - aumentare la concentrazione dello stesso, dapprima in cantina, poi all'interno dell'abitazione.

L'effetto camino è il principale responsabile dell'apparizione del radon nelle abitazioni, sempre che la superficie di contatto casa-suolo presenti fessurazioni o comunque punti non perfettamente impermeabili al passaggio del radon (figura 2).



Figura 2: vie di penetrazione del radon (fonte UFSP)

Per le nuove costruzioni deve essere fatto tutto il possibile per evitare l'entrata del gas nell'abitazione mediante particolari, semplici accorgimenti che vanno pensati in fase di progettazione. Tale compito spetta al progettista che è reso attento alla problematica da una specifica nota introdotta nella domanda di costruzione dal Dipartimento Sanità e socialità, Ufficio di sanità, durante l'iter dell'approvazione della stessa.

Nel caso di alte concentrazioni riscontrate in costruzioni esistenti, si possono sempre e comunque effettuare interventi di risanamento che comportano spese più o meno importanti secondo la gravità della situazione (la maggior parte tra 500 e 3000 fr., in casi eccezionali fino a 20'000 fr.).

E' importante notare che abitazioni adiacenti possono presentare concentrazioni di radon molto diverse!

4. Metodo di misura

L'unità di misura per la radioattività è il Becquerel (Bq). Un Bq corrisponde ad un decadimento al secondo. L'attività del radon nelle abitazioni viene espressa in Becquerel per metro cubo (Bq/m³): una concentrazione di 100 Bq/m³ significa che ogni secondo, in ogni m³ di aria presente nel locale, si hanno 100 atomi di radon che decadono (emettendo 100 particelle alfa).

Il Laboratorio cantonale ha adottato - per la valutazione della concentrazione di radon nei locali abitativi - il sistema E-Perm (Electret-Passive Enviromental Radon Monitor System). Il metodo si basa sull'uso di una camera di ionizzazione di volume determinato in cui un elettrete (disco di teflon caricato elettricamente) funge da sensore. Il radon penetra nella camera di ionizzazione attraverso un filtro e gli elettroni generati nell'aria dalla sua presenza portano a una diminuzione della carica positiva dell'elettrete. Lo scaricamento dello stesso è direttamente proporzionale alla concentrazione del radon.

Le varie componenti del dosimetro sono rappresentate nelle fotografie sottostanti (figura 3).



Camera di ionizzazione tipo



Filtro all'interno della camera



Disco di teflon



Dosimetro montato

Figura 3 : Componenti di un dosimetro tipo E-Perm

I dosimetri (posati in doppio e sigillati in una retina di sicurezza) devono rimanere esposti nel locale di cui si vuol conoscere la concentrazione in radon per un periodo di tre mesi durante la stagione invernale (figura 4). Misurando la carica prima e dopo l'esposizione, si può calcolare la concentrazione media annua presente.



Figura 4: dosimetro esposto

5. Ordinanza sulla radioprotezione (ORaP)

L'art. 110 della Ordinanza sulla radioprotezione del 22 giugno 1994, introduce un valore limite (VL) e uno operativo o auspicabile (VO) per la concentrazione di gas radon nei locali di abitazione e di soggiorno (calcolato come media annua).

Il VL è stato fissato a 1000 Bq/m^3 , il VO a 400 Bq/m^3 .

La tabella sottostante (tabella 1) mette in evidenza come tali valori differiscano da un paese all'altro. Si può notare che per la maggior parte dei casi si tratta unicamente di valori consigliati. Con un valore limite alto (1000 Bq/m^3) ma prescrittivo, il Legislatore ha voluto proteggere la popolazione nei casi in cui l'esposizione dovuta alla presenza di radon avesse come effetto il superamento della dose efficace massima ammessa per le persone professionalmente esposte a radiazioni (art. 35 ORaP).

Tale dose, pari a 20 mSv all'anno, equivale a quella accumulata soggiornando normalmente in un locale con una concentrazione media annua di radon di 1000 Bq/m^3 .

Nazione	Abitazioni nuove	obbligo	consigliato	Abitazioni esistenti	obbligo	consigliato
USA	150 Bq/m^3		X	150 Bq/m^3		X
UE	200 Bq/m^3		X	400 Bq/m^3		X
GB	200 Bq/m^3		X	200 Bq/m^3		X
CH	400 Bq/m^3		X	1000 Bq/m^3	X	
Svezia	200 Bq/m^3	X		400 Bq/m^3	X	

Tabella 1: valori limite e operativo in diverse Nazioni

6. Compiti dei Cantoni in materia di radon

Gli art.111, 113-118 dell'Ordinanza federale sulla radioprotezione del 22 giugno 1994 definiscono i compiti dei Cantoni in materia di radon, in particolare, l'art.115 prescrive:

¹ "I Cantoni provvedono affinché, sul loro territorio, sia svolto un numero sufficiente di misure."

² "Determinano le aree ad elevata concentrazione di radon e adeguano costantemente la situazione sulla base dei dati forniti dalle misure".

7. Attività svolte dal Cantone

A partire dall'inizio degli anni '80, l'UFSP, Sezione sorveglianza della radioattività (SueR), l'Istituto Paul Scherrer di Würenlingen (PSI) e la Commissione federale per la sorveglianza della radioattività (KueR) intrapresero delle campagne di misura in Svizzera, coprendo anche il territorio del nostro Cantone.

Nel dicembre 1989 il Consiglio di Stato decise di eseguire una prima campagna di rilevamento delle concentrazioni di radon negli edifici allo scopo di quantificare le dosi medie di irradiazione della popolazione causate dal radon e di determinare le zone in cui le emissioni di tale gas fossero elevate. L'incarico fu assegnato all'allora Sezione energia e protezione dell'aria, in collaborazione con la Sezione sanitaria del Dipartimento delle opere sociali e con l'Istituto geologico e idrologico cantonale.

La concentrazione media, riscontrata nei locali abitativi delle oltre 300 abitazioni coinvolte nello studio, risultò essere di 100 Bq/m³, valore leggermente superiore alla media svizzera (allora di 80 Bq/m³), con la maggior parte dei valori compresi tra 5 e 500 Bq/m³.

Durante l'inverno 1992/93, per la prima volta in Svizzera, la SueR, in collaborazione col Laboratorio cantonale, ha proceduto alla misurazione della concentrazione di radon delle abitazioni di un intero Comune per cercare, da un lato, di mettere in evidenza le eventuali differenze tra le concentrazioni riscontrabili nei diversi tipi di costruzione presenti in un territorio ristretto e dall'altro, di approfondire le conoscenze di un comprensorio che, secondo le misure effettuate in precedenza così come dal punto di vista della conformazione geologica, avrebbe potuto essere considerato "a rischio". Per la disponibilità riscontrata presso le autorità Comunali, e grazie all'interesse dimostrato dalla popolazione, la scelta cadde sul comune di Cadro, territorio nel quale i presupposti elencati sembravano essere soddisfatti.

Un totale di 583 dosimetri passivi tipo Rad-trak e Alpha-trak furono posati in buona parte delle abitazioni per un periodo di tre mesi.

Dopo l'analisi dei risultati, tutti i partecipanti furono personalmente informati sia sulla concentrazione riscontrata che sugli eventuali interventi di risanamento possibili.

Il valore medio riscontrato risultò essere di 200 Bq/m³.

La grande maggioranza delle abitazioni controllate (89.4%) non presentava nessun problema, l' 8.6% mostrava valori superiori a 400 Bq/m³ e il 2.0% superiori a 1000 Bq/m³.

Quest'ultima concentrazione fu in seguito inserita come valore limite nell'Ordinanza federale sulla radioprotezione che a quel tempo era ancora in consultazione.

In seguito ai risultati di Cadro, all'entrata in vigore dell'Ordinanza e a riunioni ufficiali con l'UFSP, il Cantone si attivò immediatamente per approntare la "mappa-radon" del territorio e determinare la presenza di eventuali aree ad elevata concentrazione.

Dal 1993 il problema del radon all'interno delle abitazioni era passato all'allora Dipartimento delle opere sociali e al Laboratorio cantonale era stato assegnato il compito di effettuare le misurazioni.

La prima grande campagna di misure si svolse nel corso del primo trimestre del 1995: tra gennaio e marzo furono posati 1433 dosimetri in altrettante abitazioni situate nei 247 Comuni del territorio cantonale. Per le misure si utilizzarono dosimetri passivi tipo E-Perm Sper 1 (electret-passive environmental radon monitor system) messi a disposizione dall'UFSP e valutati nel nostro Laboratorio che nel frattempo era stato accreditato ufficialmente quale servizio di misura del radon.

Nel mese di novembre 1995 ebbe inizio una seconda campagna con la posa di 2247 dosimetri.

I risultati delle misure effettuate fino a quel momento, comprese le due campagne, sono riassunti nella tabella sottostante (tabella 2).

Concentrazione (Bq/m ³)	N. abitazioni	% abitazioni
<400 (valore operativo)	3445	86.7
>400<1000	450	11.3
>1000 (valore limite)	77	1.9

Tabella 2 : risultati delle misure effettuate fino a febbraio 1996

Con il totale delle misure (3972) si allestì, per la prima volta in Svizzera, un catasto provvisorio del radon per il Cantone.

Il valore della concentrazione media annua risultò pari a 249 Bq/m³.

8. Determinazione delle aree ad elevata concentrazione di radon

L'UFSP ha emanato delle raccomandazioni per permettere di ricavare le aree ad elevata concentrazione di radon mediante l'analisi dei risultati delle misure effettuate. Esse sono riassunte nella tabella 3.

Media aritmetica (locali abitati) dell'area (Comune)		Valore massimo misurato (locali abitati) nell'area (Comune)	Area ad elevata concentrazione
<200 Bq/m ³	e	<1000 Bq/m ³	no
>200 Bq/m ³	o	>1000 Bq/m ³	si

Tabella 3 : determinazione delle aree ad elevata concentrazione di radon

A seguito delle misure effettuate e delle raccomandazioni emanate dall'UFSP per la determinazione delle aree ad elevata concentrazione di radon, l'intero territorio cantonale è stato dichiarato, già nell'ottobre 1996 "Area ad elevata concentrazione di radon", senza distinzione alcuna tra i vari Comuni in quanto la quasi totalità di essi ottemperava alle condizioni espresse in precedenza.

A tutt'oggi (luglio 2004) sono state effettuate sull'intero territorio cantonale 6484 misure in altrettante abitazioni con una concentrazione media annua di 223 Bq/m³. La suddivisione riportata nella tabella seguente (tabella 4) conferma il trend delineatosi già a partire dalle prime campagne.

Concentrazione (Bq/m ³)	N.abitazioni	% abitazioni
<200	4380	67.5
>200<400	1314	20.3
>400<1000	673	10.4
>1000	117	1.8

Tabella 4: ripartizione delle abitazioni rispetto alla concentrazione di radon

La mappa dell'intera Confederazione qui di seguito (figura 5) evidenzia bene le zone ad elevata concentrazione di radon.

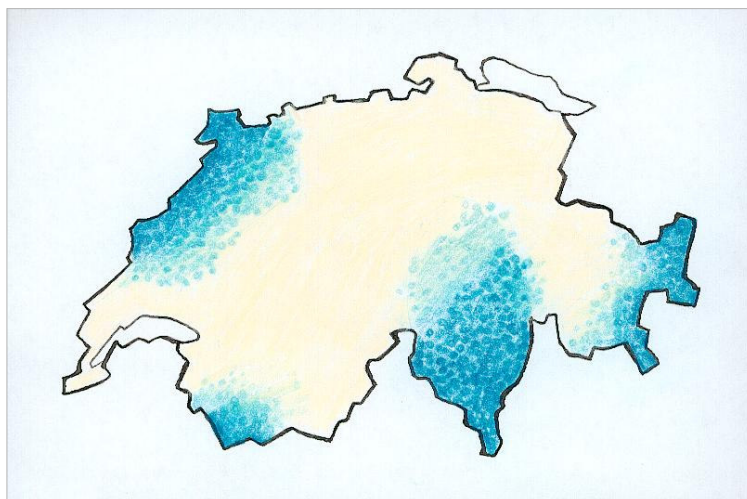


Figura 5 : zone ad elevata concentrazione di radon in CH (fonte UFSP)

9. Esposizione della popolazione a radiazioni ionizzanti

Gli abitanti del nostro Paese sono sottoposti a radiazioni ionizzanti naturali (cosmiche, terrestri) e artificiali (applicazioni mediche, eventi eccezionali).

La maggior parte dell'esposizione è dovuta alla presenza del radon nelle abitazioni, che a livello svizzero è responsabile del 47% dell'esposizione e nel nostro Cantone supera di gran lunga il 50%, come si evince dal grafico sottostante (figura 6).

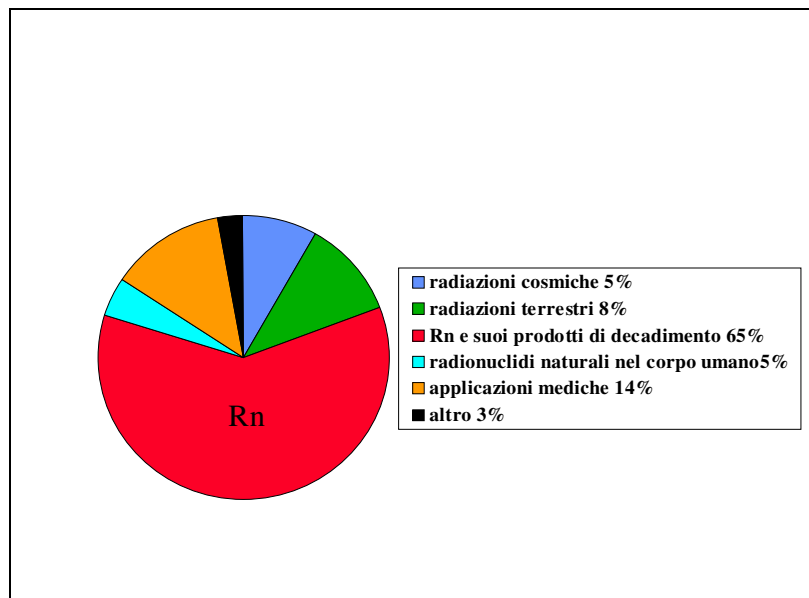


Figura 6 : Esposizione media annua della popolazione ticinese a radiazioni ionizzanti

10. Come proteggersi dal radon

Se dalla maggior parte delle radiazioni ionizzanti non ci si può proteggere e alle radiografie – tradizionali o altamente sofisticate – non si può sempre rinunciare, dal radon è relativamente facile proteggersi.

10.1 Costruzioni nuove

Come sempre la prevenzione è la miglior cura: nel progettare le nuove costruzioni occorre tenere conto della possibile presenza di radon nel sottosuolo (come è il caso in tutto il territorio del nostro Cantone).

Ciò facendo, si impedisce ad esso di penetrare nelle abitazioni e si risolve il problema alla radice.

La prevenzione viene effettuata mediante la posa di tubi di drenaggio e/o di fogli o membrane isolanti impermeabili al radon. Nella tabella sottostante sono riportati alcuni materiali comunemente usati nell'edilizia rispetto alla loro impermeabilità al radon (tabella 4).

L'UFSP ha pubblicato una guida tecnica destinata ai professionisti dell'edilizia in cui vengono affrontati i problemi sia a livello di progettazione sia di risanamento („Radon: Guida tecnica“. UFSP, Servizio tecnico e informazione radon, 3003 Berna).

Materiale	Spessore (mm)	Impermeabile al Rn ?
<i>Membrane impermeabilizzanti</i>		
PEHD (polietilene ad alta densità)	1.5	si
PVC armato	1	si
Polimeri bituminosi	3.8	si
<i>Pitture, rivestimenti</i>		
Pitture sintetiche	0.2	no
Resina epossidica	3	si
<i>Materiali da costruzione</i>		
Cemento armato	100	parzialmente
Pietra arenaria calcarea	150	no
Gesso	100	no
Laterizio	150	no

Tabella 4: Impermeabilità al Rn di materiali da costruzione in stato integro, senza fessure (fonte UFSP)

10.2 Costruzioni esistenti

Prima di effettuare qualsivoglia intervento occorre:

- Verificare la presenza del radon nell'abitazione con opportune misurazioni
- Far valutare la situazione da un esperto (perito in materia di radon)
- Individuare la o le possibili vie di infiltrazione del radon nell'abitazione
- Pianificare gli interventi successivi di risanamento

Nel caso di lieve superamento del valore operativo è possibile intervenire con misure semplici, dal costo contenuto come stuccature di giunti e fessure con mastici a tenuta, mentre col superamento del valore limite, si richiedono generalmente interventi più complessi ed onerosi.

Le spese di risanamento, ad esclusivo carico dei proprietari, possono variare da 500 a 3'000 franchi con casi eccezionali anche fino a 20'000 fr.

11. Azione futura

La situazione riscontrata nel cantone Ticino, col superamento del VO da parte del 10% delle abitazioni e con circa il 2% di esse oltre il VL, ha comportato una seria riflessione sul proseguimento del programma-radon da parte delle Autorità federali e cantonali.

Le abitazioni più esposte sono sicuramente quelle situate a piano terreno e il loro numero si aggira attorno alle 50'000 unità.

Estrapolando i risultati fin qui ottenuti, si avrebbero circa 5'000 abitazioni sopra il valore operativo e ben 1'000 sopra il valore limite.

A partire da quest'anno, l'UFSP ha intenzione di concentrare gli sforzi (anche finanziari) nelle regioni definite "ad elevata concentrazione di radon".

Nei prossimi anni, a cominciare dall'inverno 2004-2005 intraprenderà, con la supervisione del Laboratorio cantonale campagne di misura per Distretti che condurranno, in un numero ragionevole di anni a rintracciare, e in seguito risanare tutte le abitazioni con concentrazioni superiori al valore limite.

Una ancora più incisiva opera di sensibilizzazione della popolazione da parte degli Uffici competenti sul tema radon, porterebbe ad un sicuro aumento del numero di misurazioni anche da parte dei singoli interessati, ciò che accelererebbe ulteriormente il risanamento delle abitazioni del nostro territorio.

12. Per approfondire il tema

Esistono diverse pubblicazioni, opuscoli e materiale informatico dell'UFSP sul tema radon. Qui di seguito vengono riportate le più significative.

- Radonprogramm Schweiz "RAPROS", Bericht über die Ergebnisse der Jahre 1987-1991 (1992), UFSP, Sezione sorveglianza della radioattività, 3001 Berna
- Radon: rapport annuel (1995-2003), UFSP, Sezione sorveglianza della radioattività, 3001 Berna
- Radon: Informazioni relative ad un argomento radiante (1999), UFSP, Sezione sorveglianza della radioattività, 3001 Berna
- Radon: Un tema importante nel commercio immobiliare (2001), UFSP, Sezione sorveglianza della radioattività, 3001 Berna
- Radon: Guida tecnica (2000), UFSP, Sezione sorveglianza della radioattività, 3001 Berna
- Radon: CD-ROM Presentazione multimedia per Mac & PC (1996), UFSP, Sezione sorveglianza della radioattività, 3001 Berna
- National Research Council, The Health Effects of Exposure to Radon, Biological Effects of Ionizing Radiations (BEIR) VI Report, National Academy of Science, Washington, DC(1998).
- Indirizzi Web:

Sito dell'UFSP : www.ch-radon.ch

Sito dell'Agenzia per la protezione dell'ambiente USA: www.epa.gov/radon/

Sito della Provincia di Bolzano: www.provincia.bz.it/agenzia-ambiente/2908/radon