

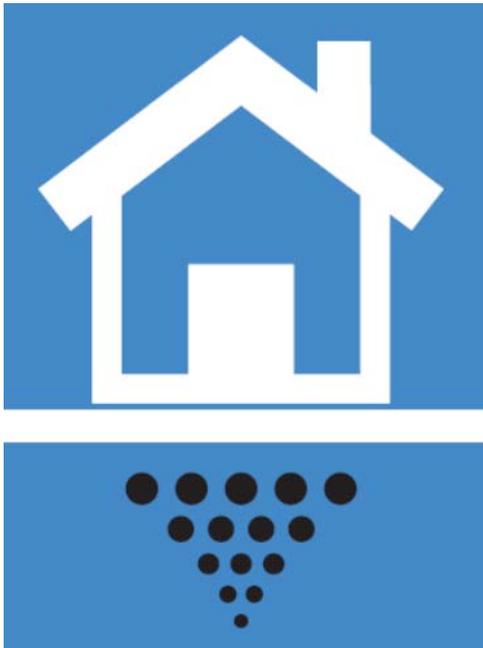
Radon: caratteristiche, distribuzione sul territorio ed azioni di prevenzione e risanamento (corso base)

Martedì 20 ottobre 2020 ore 10:00



REALIZZATO DA:





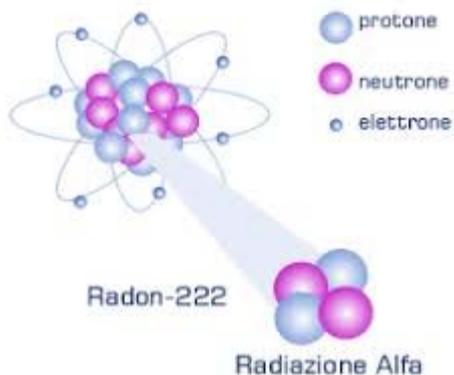
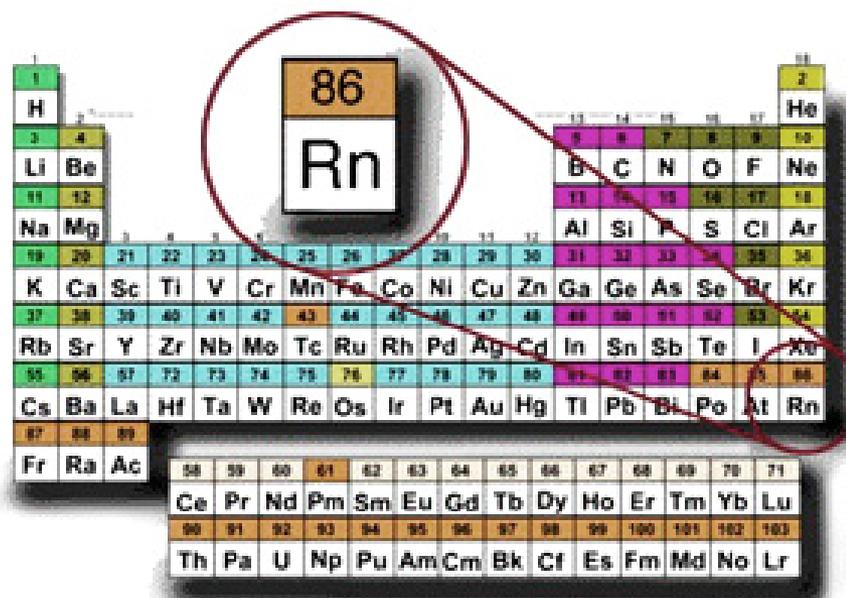
**Radon: caratteristiche,
distribuzione sul territorio
ed azioni di prevenzione e
risanamento**
(corso base)

A quali domande vogliamo rispondere?

- Che cosa è il radon?
- Quali sono i suoi effetti sulla salute?
- Come entra e si diffonde all'interno degli edifici?
- Qual è la sua variabilità e come si misura?
- Quali sono i valori di riferimento?
- Qual è la situazione in regione?
- Quali sono i parametri che influenzano la concentrazione di radon indoor?
- Cosa si può fare per risanare un edificio?
- Come si può costruire in sicurezza?
- Quali tipologie di intervento possono essere considerate a seconda del tipo di costruzione?



LA RADIOATTIVITÀ ED IL RADON: CARATTERISTICHE E MODALITÀ DI MISURA

1																	2
H																	He
3	4															10	
Li	Be															Ne	
11	12															18	
Na	Mg															Ar	
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
87	88	89															
Fr	Ra	Ac															
58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71				
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu				
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103				
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr				

Che cos'è il radon?

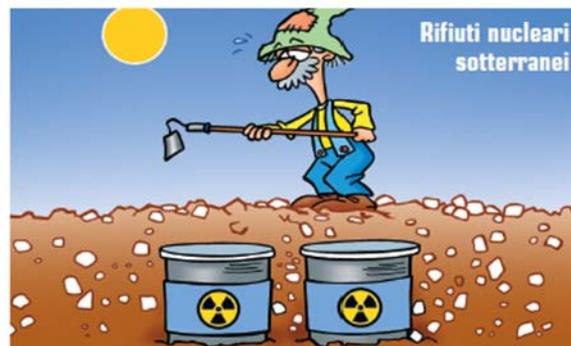
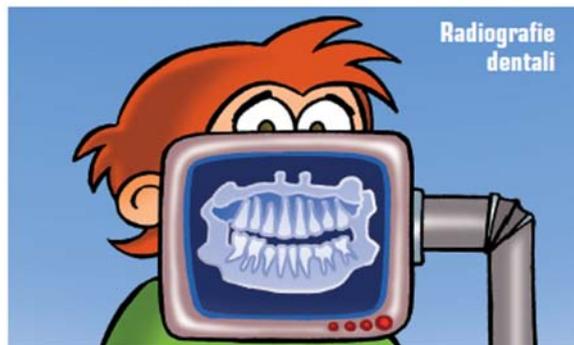
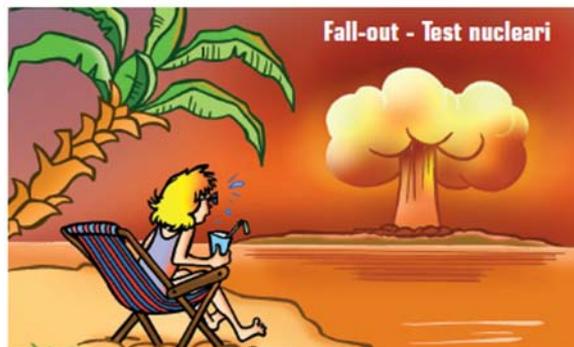
La radioattività naturale



Fonte: https://www.salute.gov.it/imgs/C_17_opuscoliPoster_160_allegato.pdf

Che cos'è il radon?

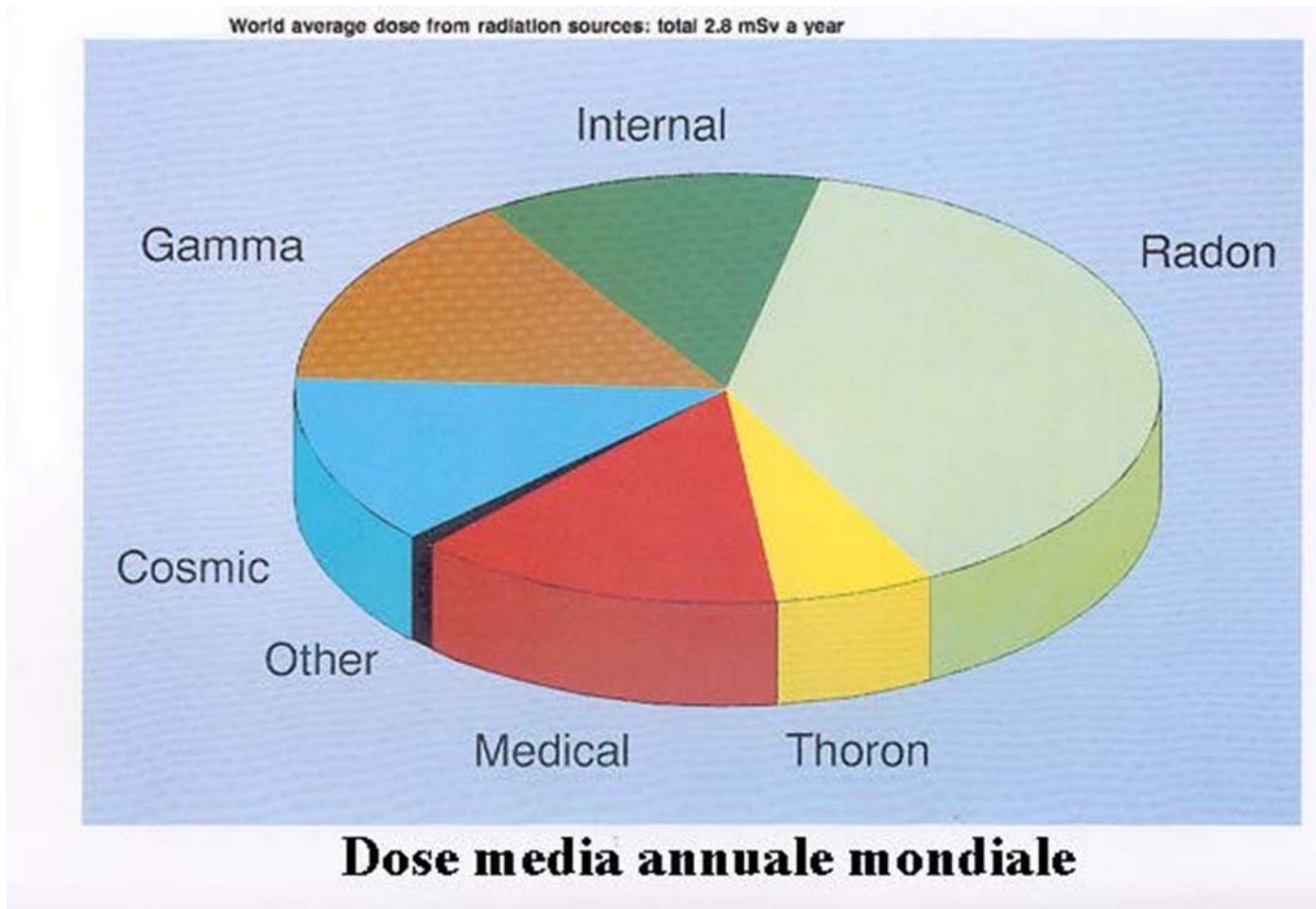
La radioattività artificiale



Fonte: https://www.salute.gov.it/imgs/C_17_opuscoliPoster_160_allegato.pdf

Che cos'è il radon?

Le sorgenti di radiazioni ionizzanti



Che cos'è il radon?

Le famiglie radioattive

URANIO 238 (U238)
DECADIMENTO RADIOATTIVO

tipo di radiazione	nuclide	tempo di dimezzamento
	uranio-238	4.47 miliardi di anni
α	torio-234	24.1 giorni
β	protattinio-234m	1.17 minuti
β	uranio-234	245000 anni
α	torio-230	75200 anni
α	radio-226	1600 anni
α	radon-222 (*)	3.823 giorni
α	polonio-218	3.05 minuti
α	piombo-214	26.8 minuti
β	bismuto-214	19.7 minuti
β	polonio-214	0.000164 secondi
α	piombo-210	22.3 anni
β	bismuto-210	5.01 giorni
β	polonio-210	138.4 giorni
α	piombo-206	stabile

URANIO 235 (U235)
DECADIMENTO RADIOATTIVO

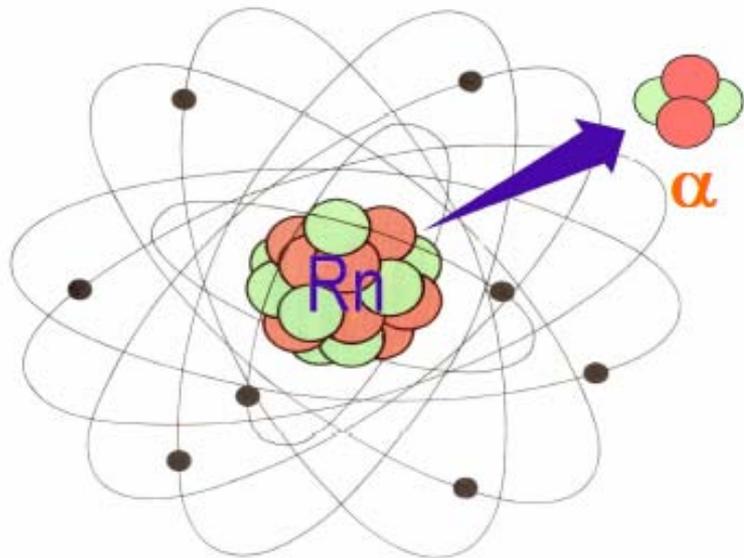
tipo di radiazione	nuclide	tempo di dimezzamento
	uranio-235	703.8 milioni di anni
α	torio-231	25.52 ore
β	protoattinio-231	32800 anni
α	attinio-227	21.77 anni
β	torio-227	18.72 giorni
α	radio-223	11.43 giorni
α	radon-219	3.96 secondi
α	polonio-215	0.00178 secondi
α	piombo-211	36.1 minuti
β	bismuto-211	2.14 minuti
α	tallio-207	4.77 minuti
β	piombo-207	stabile

TORIO 232 (Th232)
DECADIMENTO RADIOATTIVO

tipo di radiazione	nuclide	tempo di dimezzamento
	torio-232	14.05 miliardi di anni
α	radio-228	5.75 anni
β	attinio-228	6.15 ore
β	torio-228	1913 anni
α	radio-224	3.66 giorni
α	radon-220	55.6 secondi
α	polonio-216	0.145 secondi
α	piombo-212	10.64 ore
β	bismuto-212	60.6 minuti
β	polonio-212	0.299 microsecondi
α	tallio-208	3.05 minuti
β	piombo 208	stabile

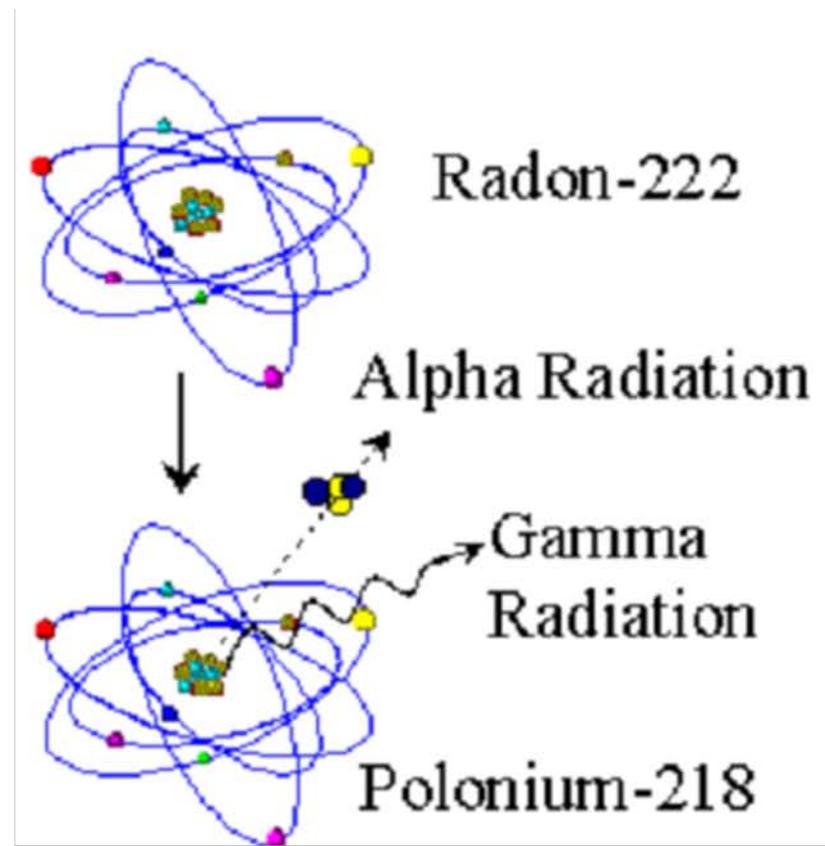


- Il radon è un gas radioattivo di origine naturale
- È inodore ed incolore
- Produce a sua volta degli elementi radioattivi che si attaccano al pulviscolo e possono venire respirati
- E' inerte
- Si misura in Becquerel su metro cubo: **Bq/m³**



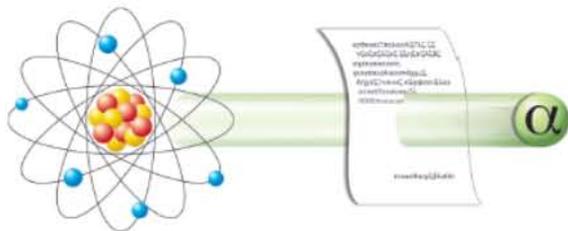
**1 Bq/m³ = 1 disintegrazione
al secondo per metro cubo**

Che cos'è il radon? Il decadimento del radon



La radioattività del radon consiste nell'emissione di minuscoli corpuscoli formati da due neutroni e due protoni chiamati **particelle alfa**

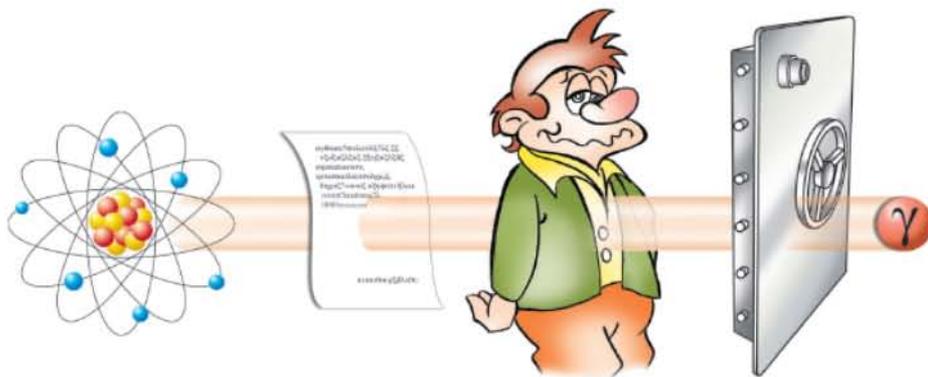
Un certo quantitativo di radon si riduce della metà dopo un tempo, chiamato "emivita", pari a circa **4 giorni**



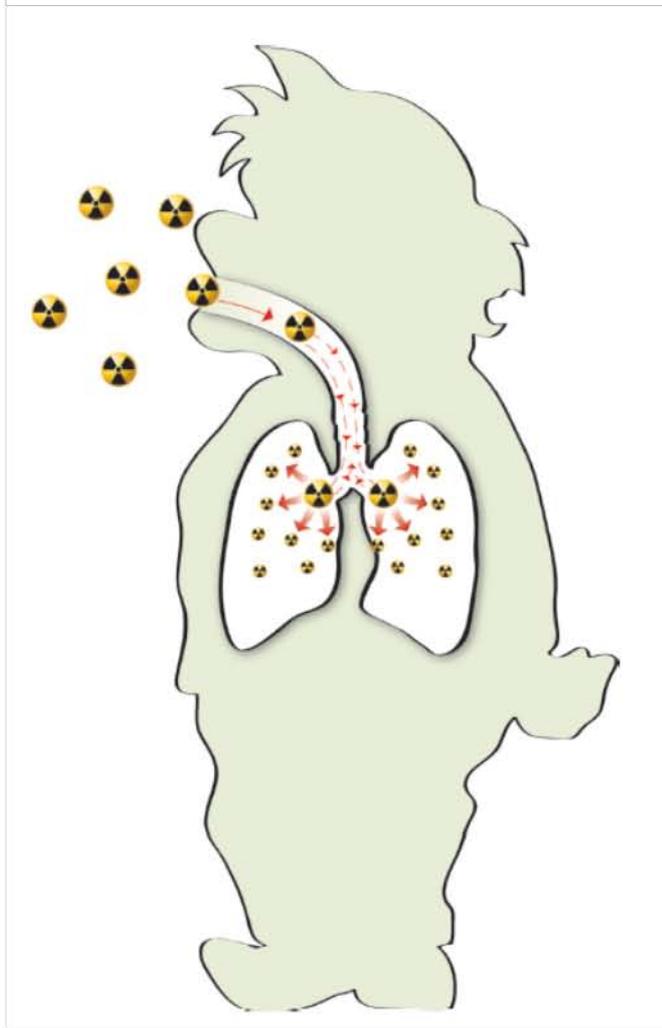
PERICOLO
Radiazioni
alfa (α)

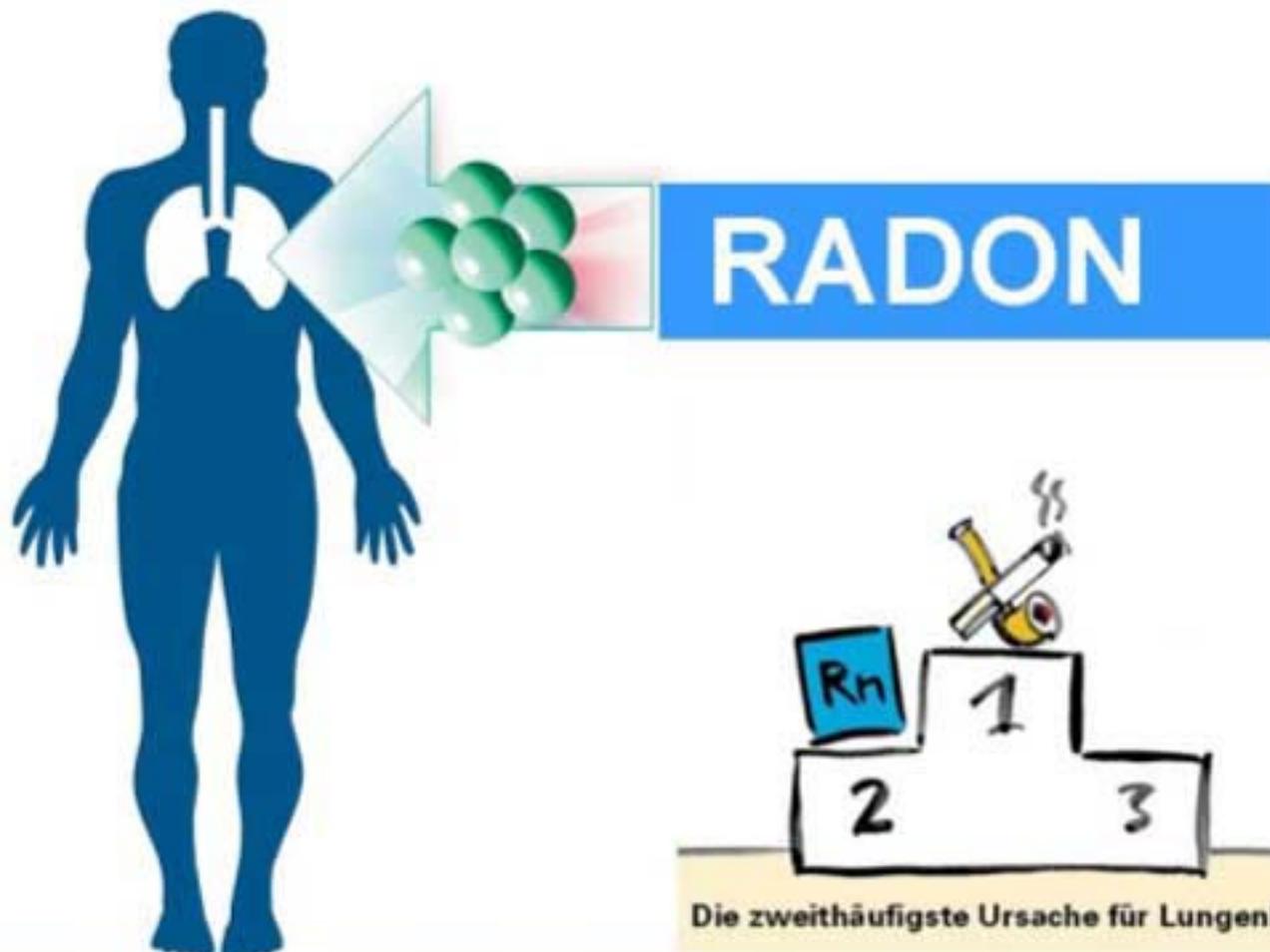


PERICOLO
Radiazioni
beta (β)



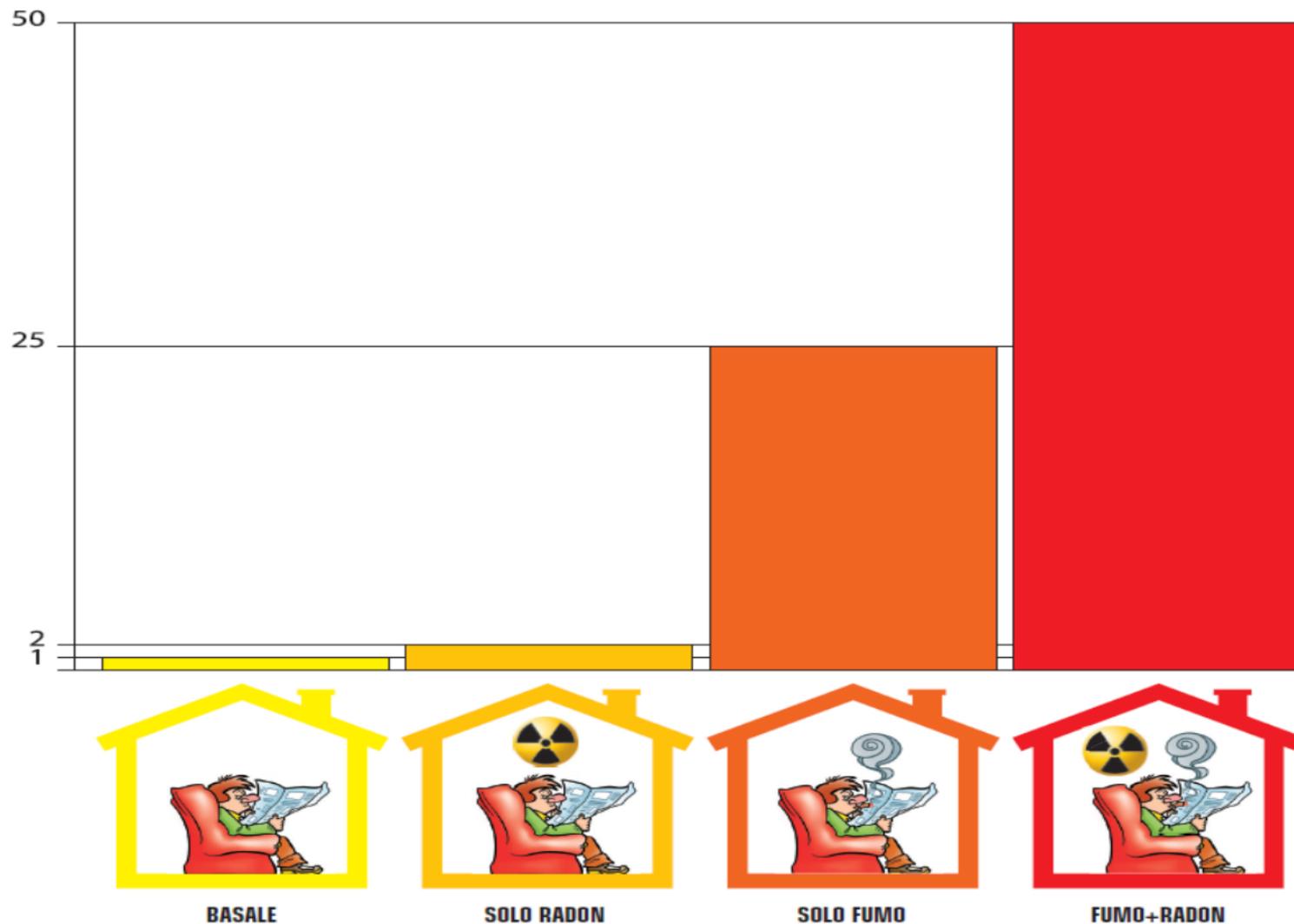
PERICOLO
Radiazioni
gamma (γ)





Il radon è inquadrato al secondo posto, dopo il fumo, come causa per l'insorgenza di tumori polmonari.

(foto: Radon, Ufficio federale d. sanità pubblica di Berna, CH).



Fonte: https://www.salute.gov.it/imgs/C_17_opuscoliPoster_160_allegato.pdf

WHO HANDBOOK ON
INDOOR RADON

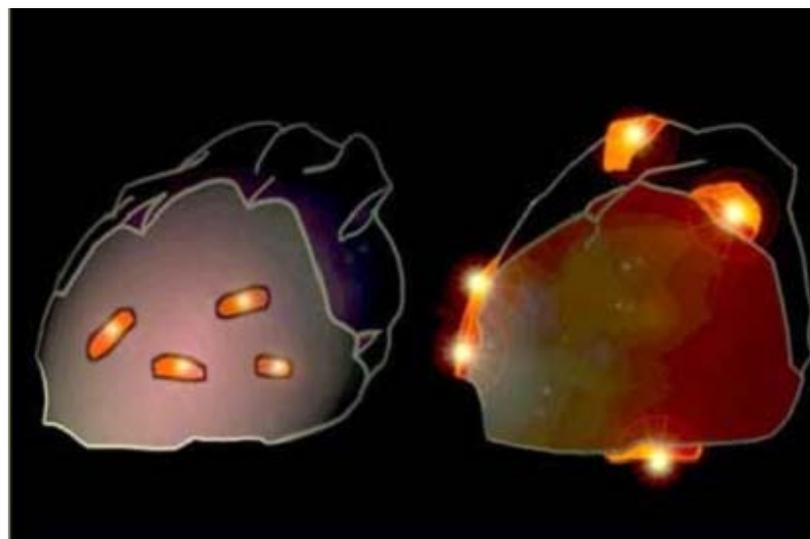
A PUBLIC HEALTH PERSPECTIVE



Contents

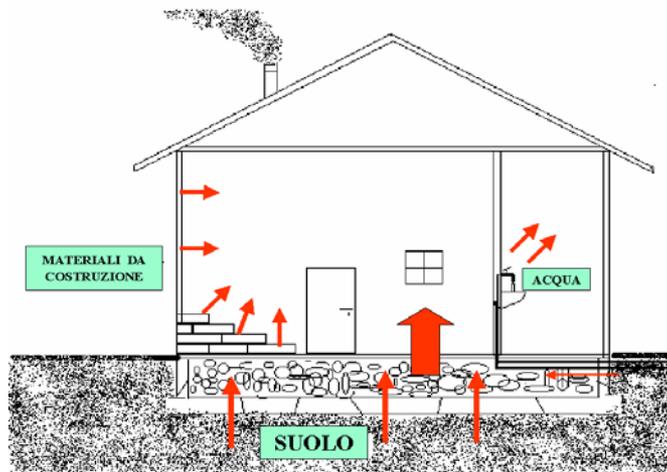
Acknowledgements	v
Contributors / participants	vi
Preface	ix
Executive summary	x
Abbreviations	xii
Glossary	xiii
INTRODUCTION	1
1. HEALTH EFFECTS OF RADON	3
1.1 Lung cancer risks in radon-exposed miners	4
1.2 Lung cancer risks in the general population from indoor radon	7
1.3 Radon and diseases other than lung cancer	14
1.4 Burden of lung cancer caused by indoor radon	14
2. RADON MEASUREMENTS	21
2.1 Measurement devices	23
2.2 Measurement protocols	28
2.3 Quality assurance for radon measurements	30
3. RADON PREVENTION AND MITIGATION	41
3.1 Organization of radon prevention and mitigation actions	41
3.2 Radon prevention strategies in new constructions	44
3.3 Radon mitigation strategies in existing buildings	49
4. COST-EFFECTIVENESS OF RADON CONTROL	57
4.1 The framework of cost-effectiveness analysis	58
4.2 Previous economic evaluations of radon prevention and mitigation	62
4.3 Example of a cost-effectiveness analysis	63
5. RADON RISK COMMUNICATION	73
5.1 Fundamentals, strategies and channels	74
5.2 Framing radon risk issues for risk communication	75
5.3 Core messages for radon risk communication	78
5.4 Communication campaigns	79
6. NATIONAL RADON PROGRAMMES	83
6.1 Organization of a national radon programme	84
6.2 National radon surveys	86
6.3 National reference levels	89
6.4 Building regulations and building codes	91
6.5 Identification and remediation of homes with high radon concentrations	91

Cessione del radon dalla superficie dei minerali

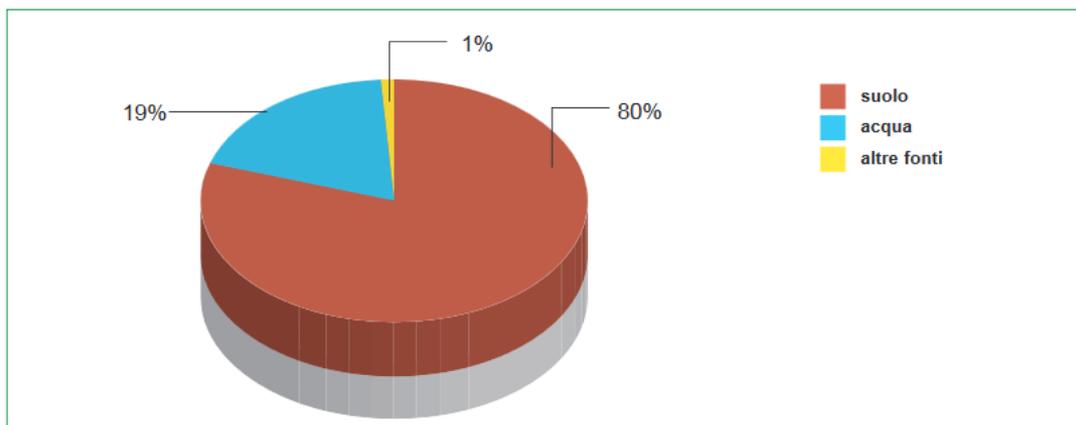


Un'efficiente emanazione di radon avviene solamente se questo si forma in prossimità della superficie del minerale, altrimenti rimane imprigionato all'interno.

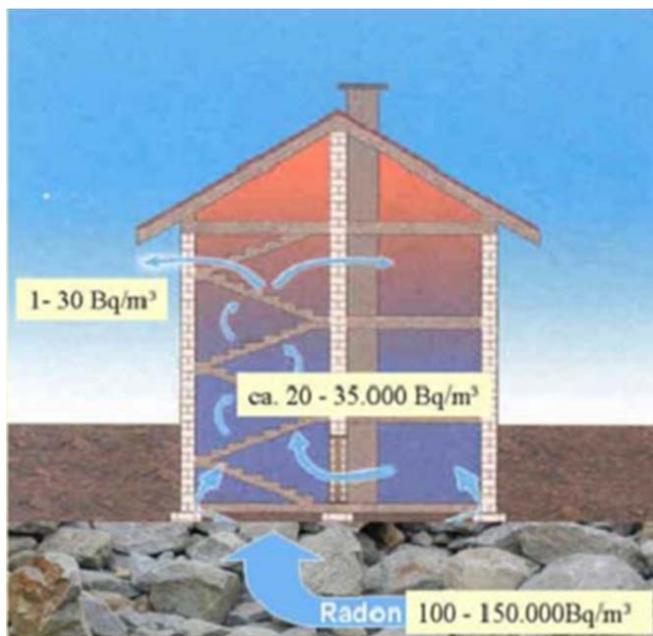
Fonte: Radon, Ufficio Federale di sanità pubblica di Berna, CH



Fonte: ARPA Piemonte

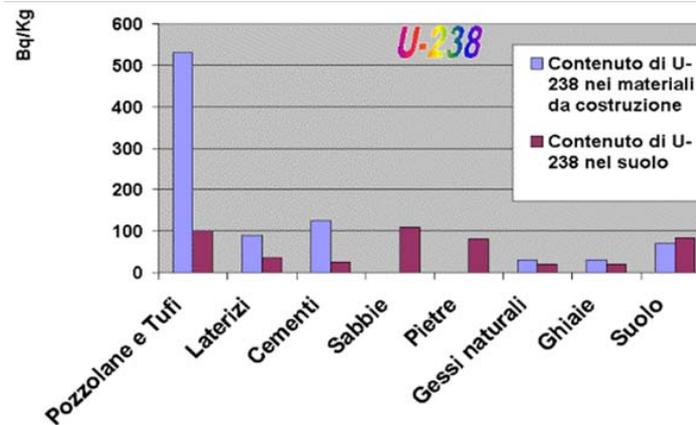
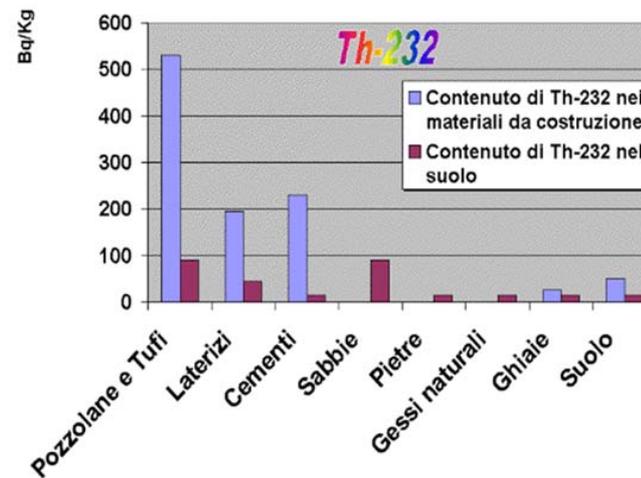


- Il radon nel terreno e nelle rocce si mescola all'aria e risale in superficie
- Le concentrazioni all'aria aperta sono molto basse
- Negli ambienti chiusi può raggiungere concentrazioni molto elevate
- Sebbene alcuni materiali contengano radio, generalmente la concentrazione di radon è trascurabile
- Valori elevati di radon sono solitamente dovuti al terreno

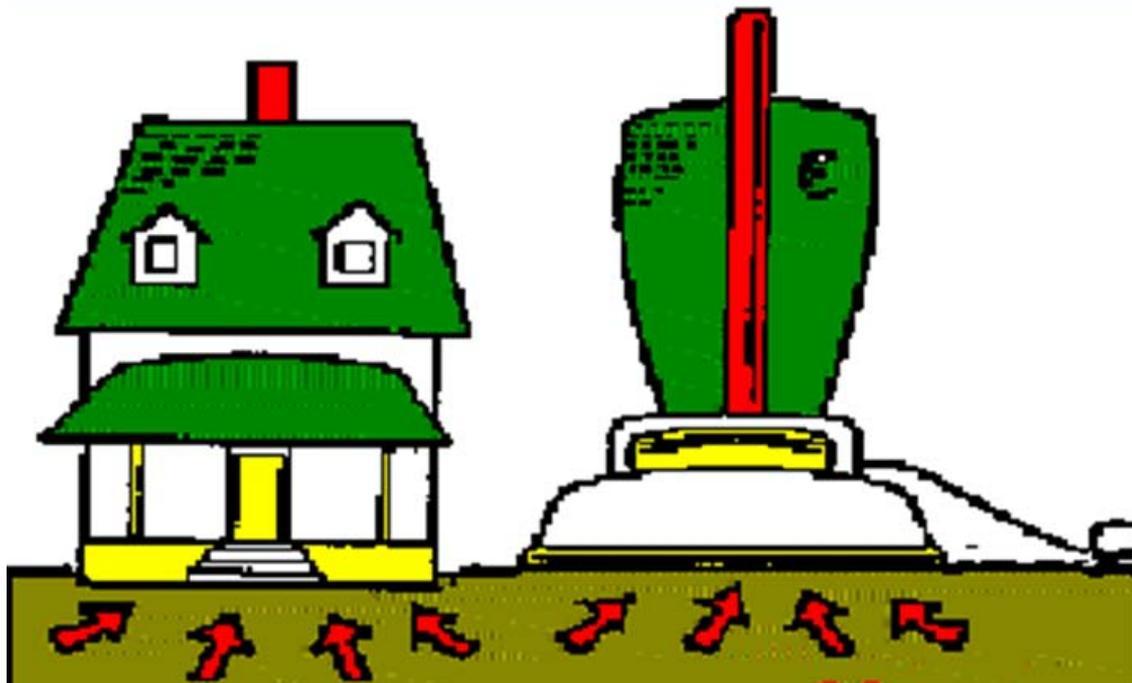


Fonte: APPA Alto Adige

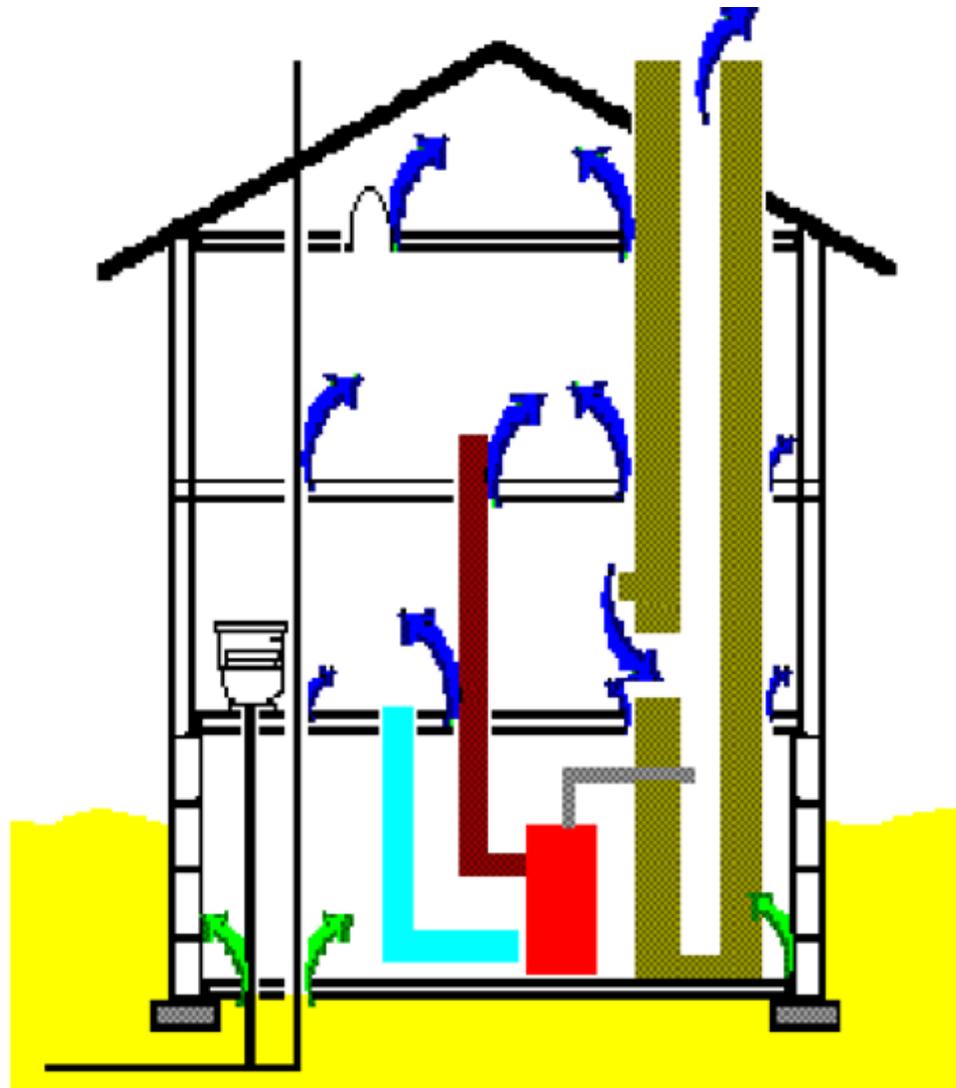
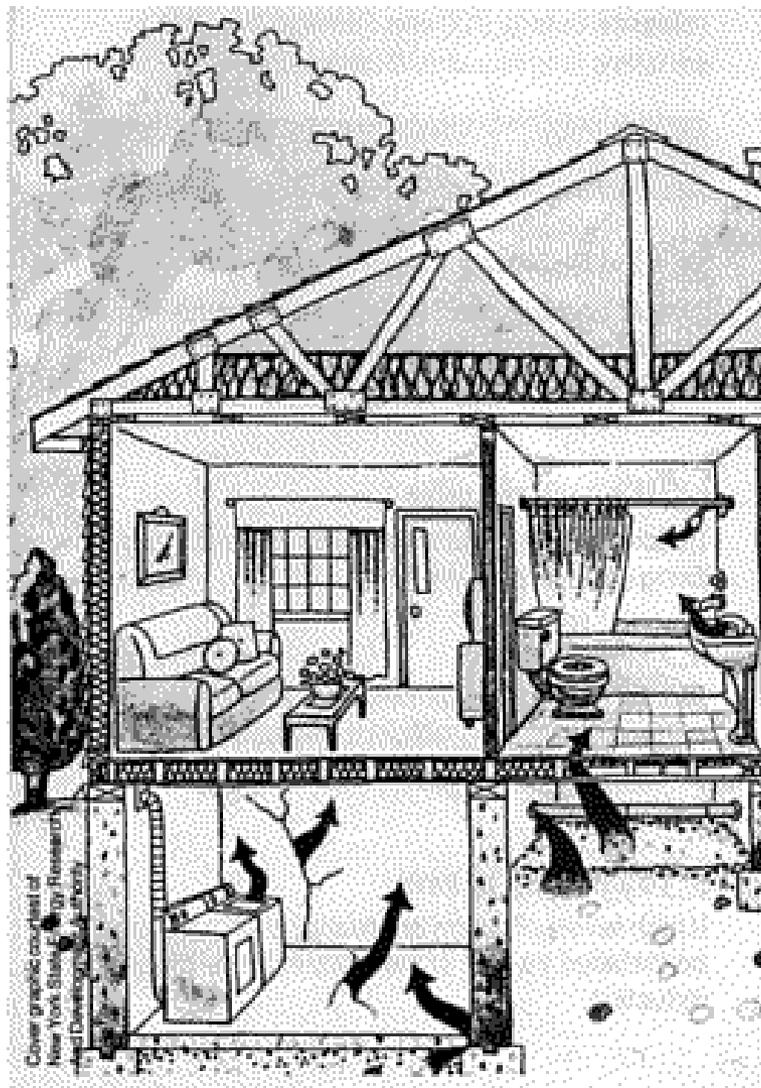
- Nel suolo le concentrazioni di radon possono essere molto elevate
- All'aperto il radon si volatilizza rapidamente (normalmente circa 10 Bq/m^3 , UNSCEAR 2000)
- Negli ambienti chiusi (edifici) esso può concentrarsi raggiungendo concentrazioni elevate



La depressione sostiene l'ingresso del gas



- La costruzione si comporta in modo da creare una depressione che induce l'ingresso del gas all'interno.
- Tale depressione è minima ed è indotta dalla differente pressione esistente dentro e fuori del fabbricato



La variabilità del radon e la sua misura

La variabilità del radon



- Variabilità temporale:
 - ✓ Giorno-notte
 - ✓ Estate-inverno
 - ✓ Variazioni meteorologiche
 - ✓ Uso dei locali
 - ✓



- Variabilità spaziale:
 - ✓ Variazione nell'emanazione
 - ✓ Caratteristiche ed utilizzo dell'edificio
 - ✓ Variazioni nel sottosuolo
 - ✓

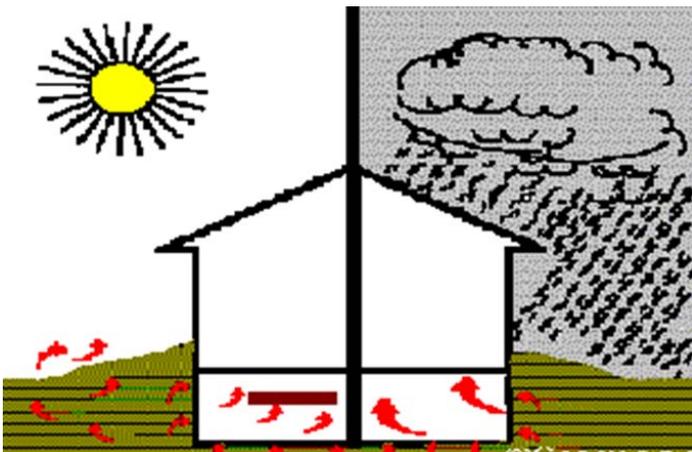
La variabilità del radon

Effetto della copertura nevosa o di asfalto



- Nella stagione invernale il ghiaccio impedisce la fuoriuscita del gas dal terreno che si indirizza verso l'abitazione per effetto della depressione creata dal fabbricato.
- L'effetto dell'asfalto e/o del cemento è naturalmente identico.

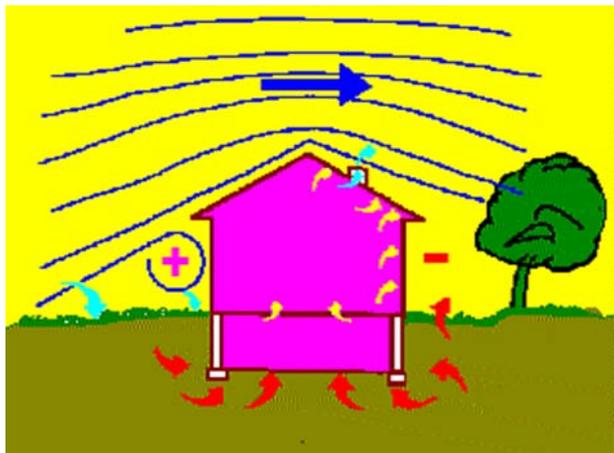
Effetto della pioggia



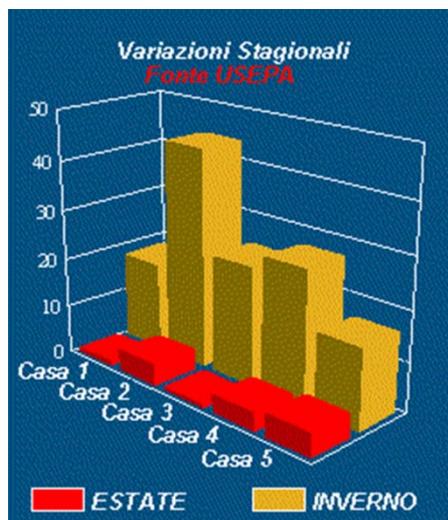
- La pioggia occlude il suolo e forza il gas verso l'abitazione.

La variabilità del radon

Effetto del vento

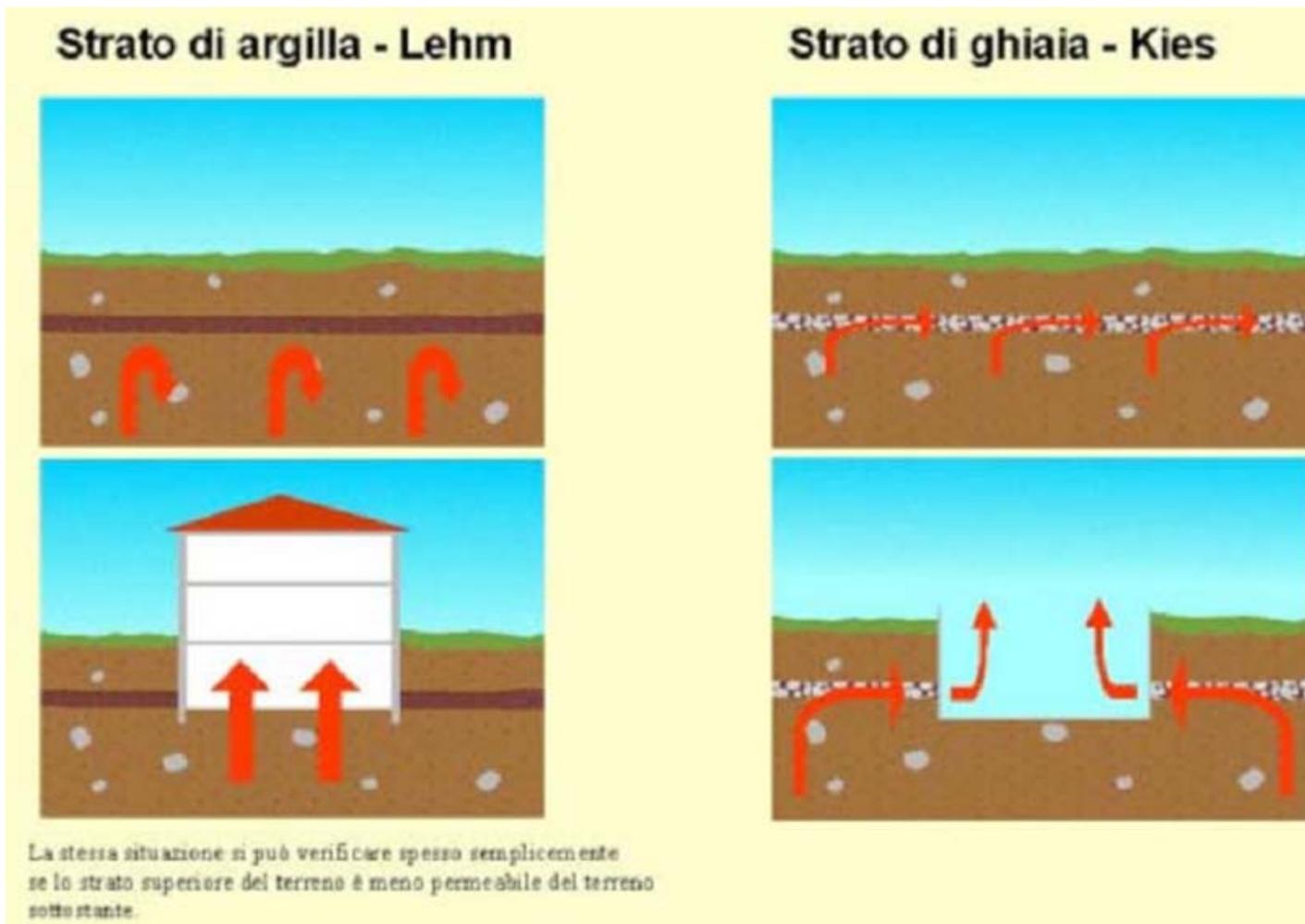


- Il lato del fabbricato con il segno meno è in depressione.
- Il lato del fabbricato con il segno più è in pressione.
- Gli effetti sono evidenti sia sul fabbricato che sul suolo

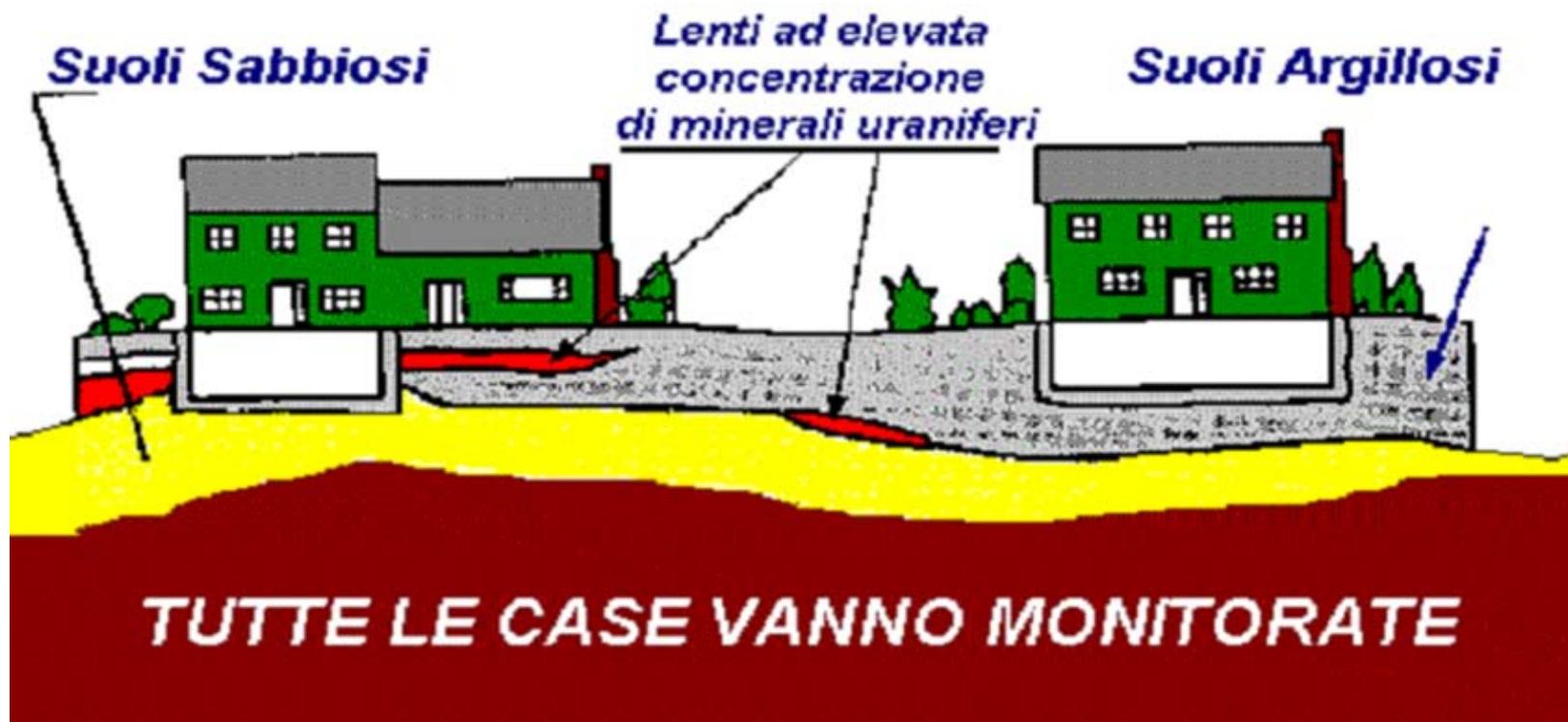


Variazioni stagionali
Il gas entra maggiormente:

- In inverno nei climi freddi
- In estate nei climi caldi
- Nella stagione delle piogge nei climi tropicali

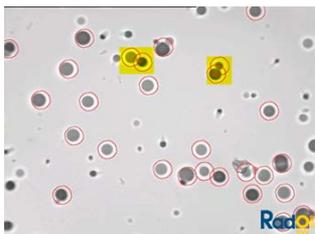


Fonte: APPA Alto Adige



Misura del radon

- Si può misurare la concentrazione del radon **in aria**, nel suolo, in acqua o altri fluidi...
- Si possono fare misure di **lungo periodo** o di breve periodo
- Si possono fare misure con strumenti attivi o **passivi**
- Si può misurare il radon con scopi diversi: valutare la **dose alla popolazione**, valutare l'efficacia di una azione di risanamento, ecc...

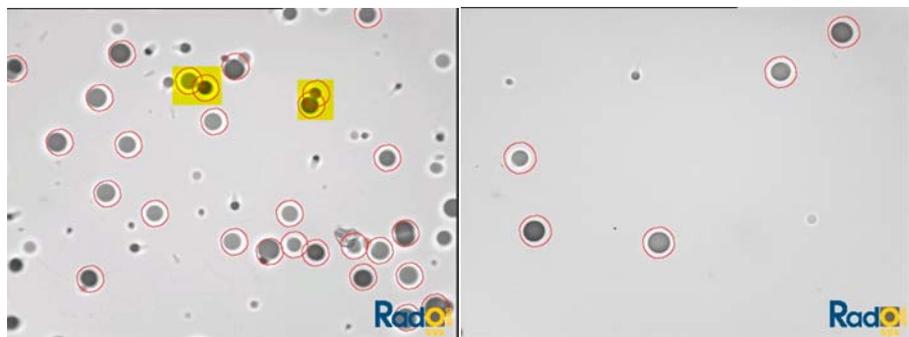


Misura del radon indoor

Valutazione del rischio radon

(dose alla popolazione o ai lavoratori)

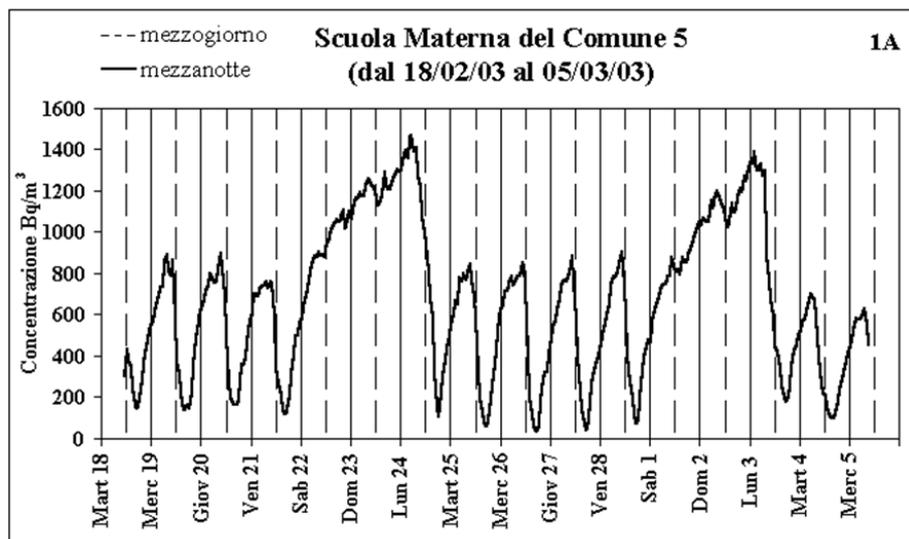
- Deve essere fatta per lunghi periodi (non meno di tre mesi)
- Nelle normali condizioni di utilizzo dell'abitazione o dell'edificio in questione
- Tipicamente viene fatta con strumenti passivi



Studio delle variazioni temporali

Verifica ed ottimizzazione delle azioni di rimedio

- Brevi periodi di misura consecutivi ed omogenei tra di loro
- Nelle normali condizioni di utilizzo dell'abitazione o dell'edificio in questione
- Con strumenti attivi
- Seguita da misure di lungo periodo con strumenti passivi



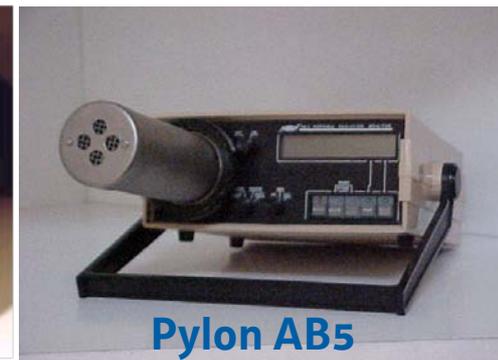


Rad7

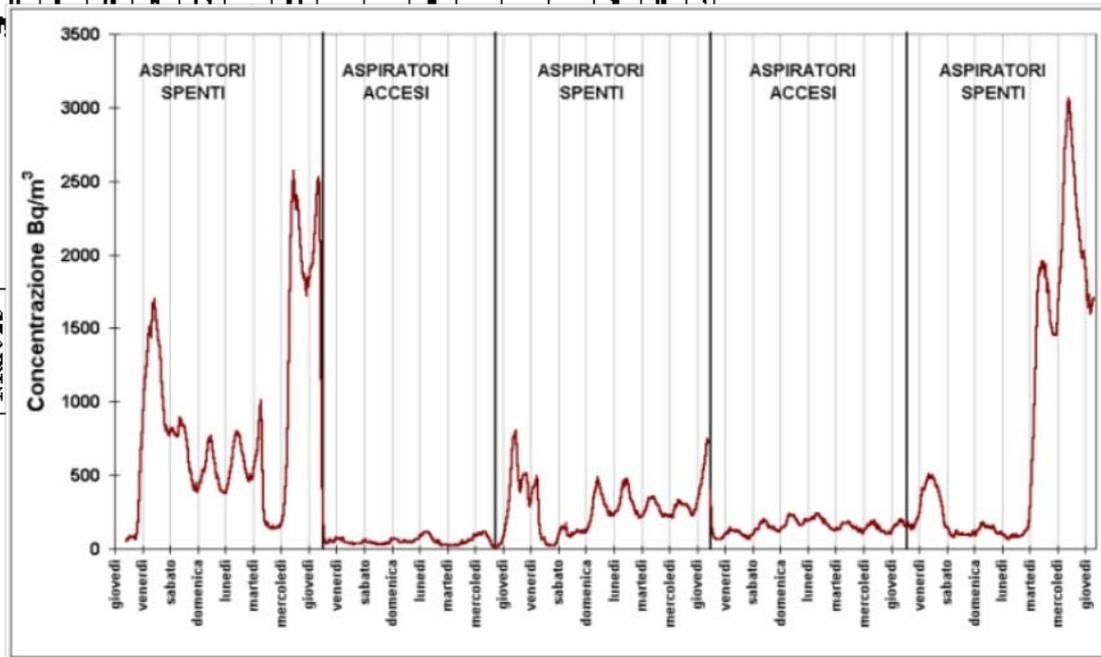
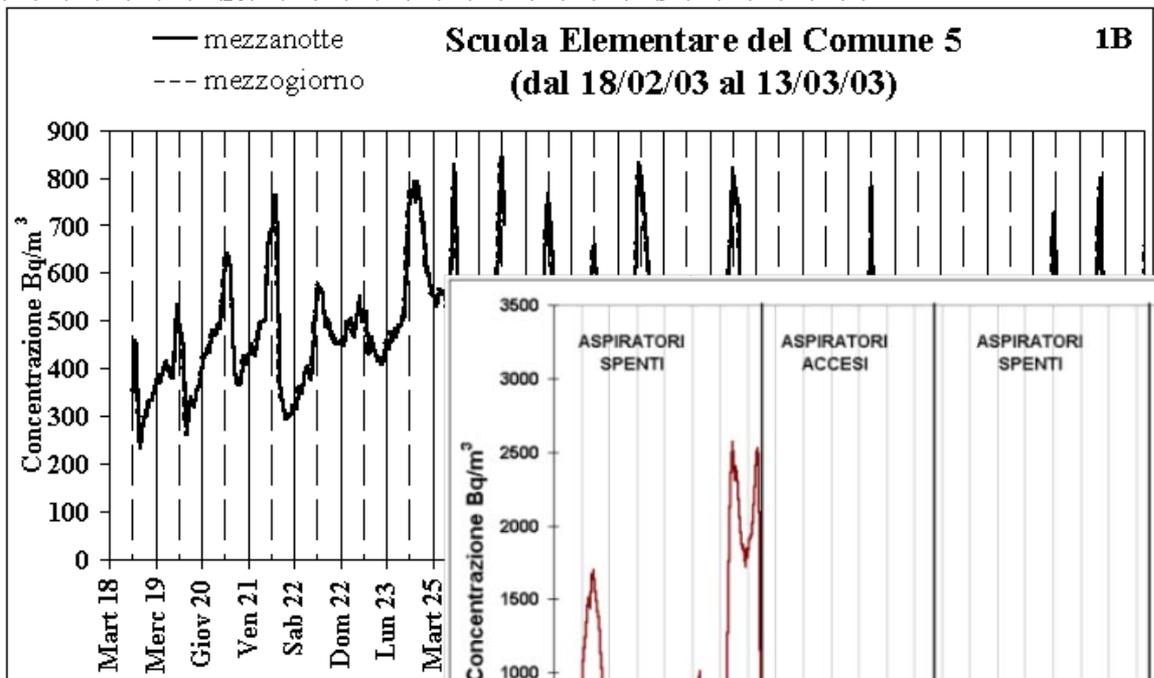
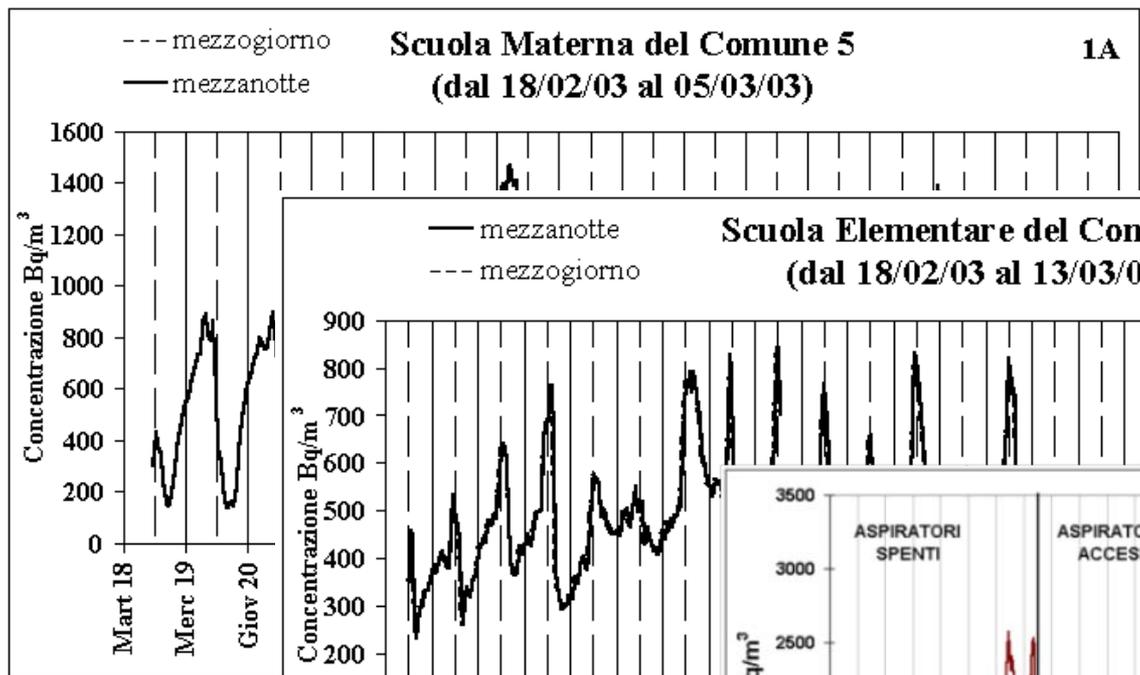
- Rivelatori:
 - ✓ a scintillazione
 - ✓ a camera a ionizzazione a impulsi
 - ✓ a stato solido al silicio
- Misure in continuo
- Valutazioni di fluttuazioni
- Studi di andamenti temporali
- Verifica di azioni di rimedio
- ecc...



Pylon AB4



Pylon AB5

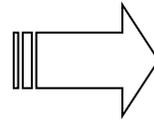


Strumenti passivo

Rivelatori CR39 (1)

Rivelatori passivi a tracce nucleari
Elemento sensibile = Materiale Plastico CR39

Misure a lungo periodo



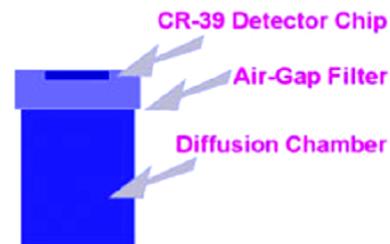
Concentrazione media

Fotografia dei rivelatori
utilizzati



Schema di funzionamento dei
rivelatori utilizzati

RADOSYS Operation Details - Exposure Chamber



Telaio per l'archiviazione e
la lettura dei CR39



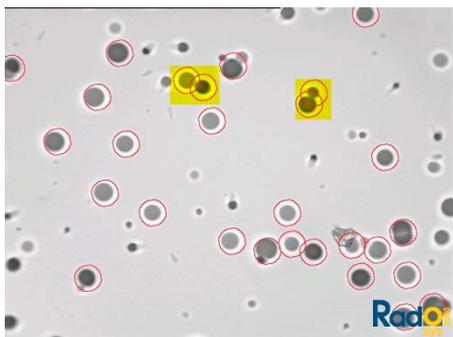
Strumenti passivi

Rivelatori CR39 (2)

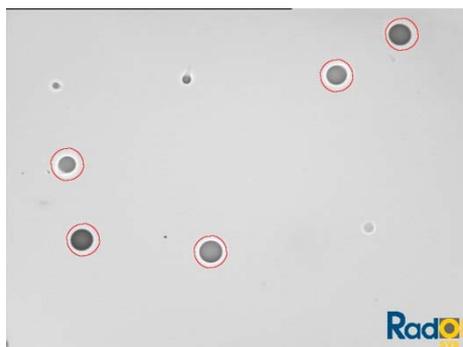
Strumentazione per la lettura delle tracce



Esempio di rivelatore con tante tracce (alta concentrazione)



Esempio di rivelatore con poche tracce (bassa concentrazione)



Attacco Chimico NaOH 25%
4 ore



Concentrazione

(Errore 20%)

Istituto Nazionale di Metrologia
delle Radiazioni Ionizzanti (ENEA
Centro di Ricerca Casaccia di Roma)

Video laboratorio

Strumenti passivi

Rivelatori ad elettrete

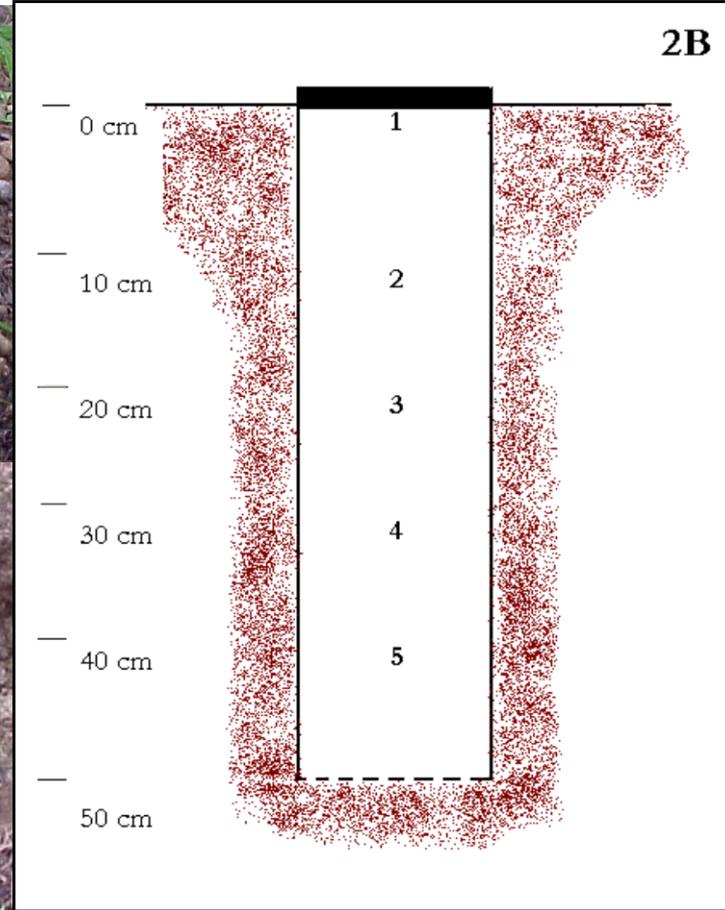






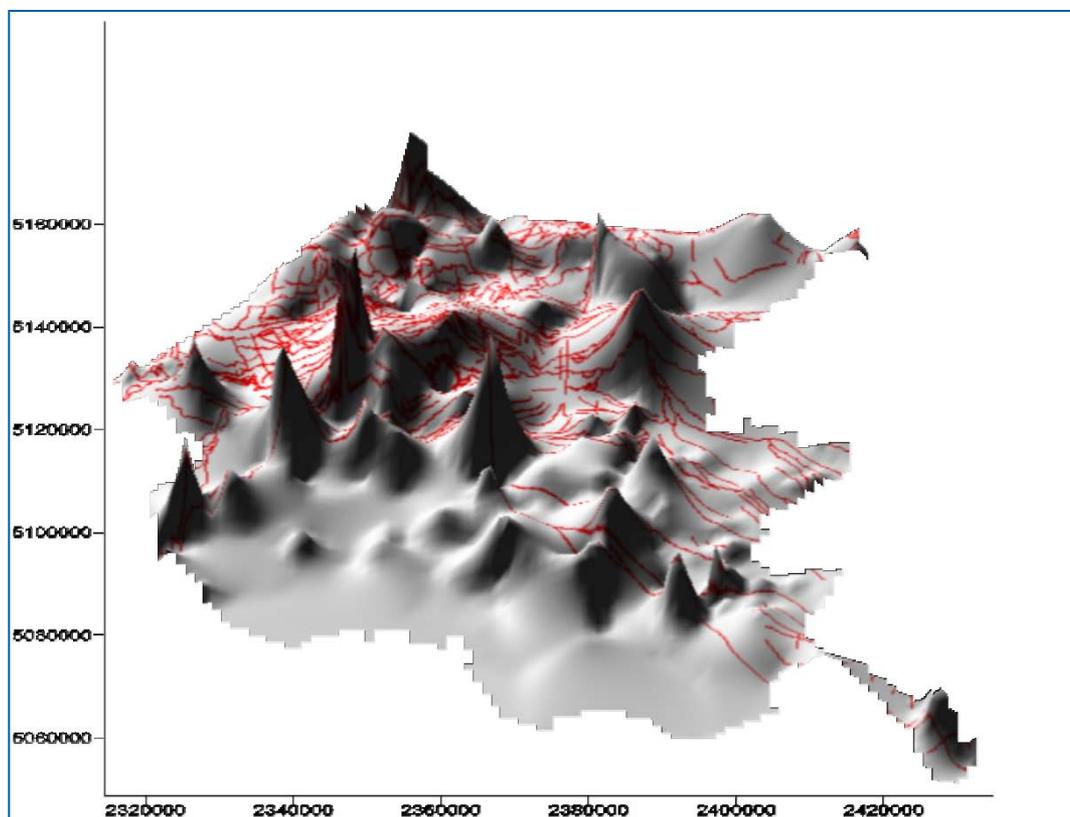
Misura del radon nel suolo

Strumentazione passiva

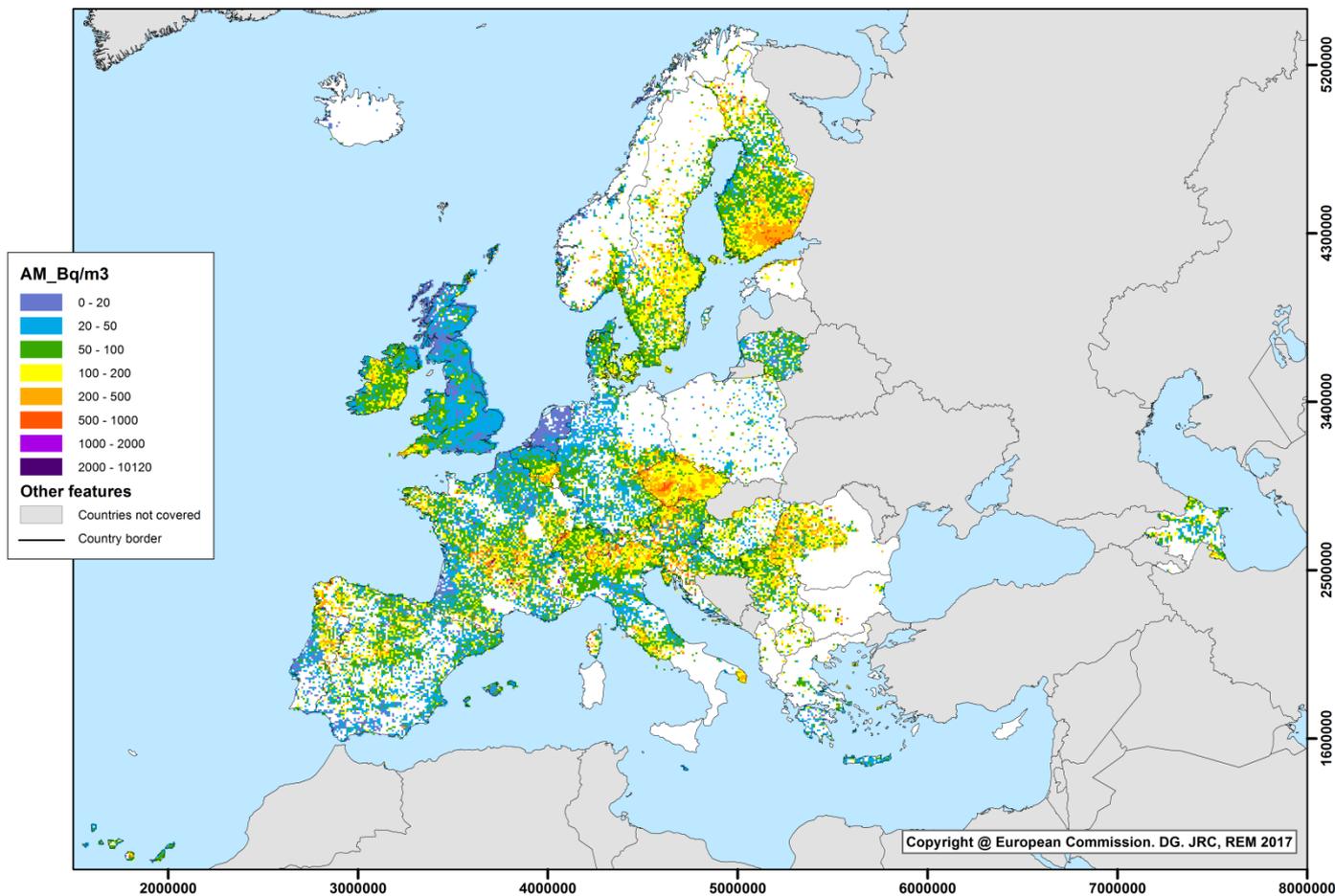


Video tutorial

LA NORMATIVA E LA DISTRIBUZIONE DEL RADON IN FRIULI VENEZIA GIULIA



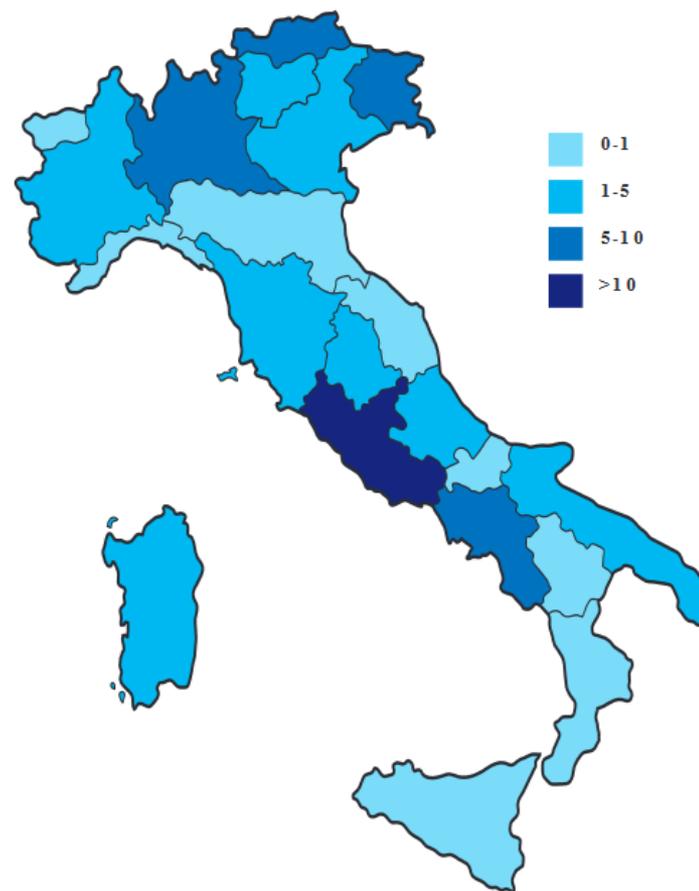
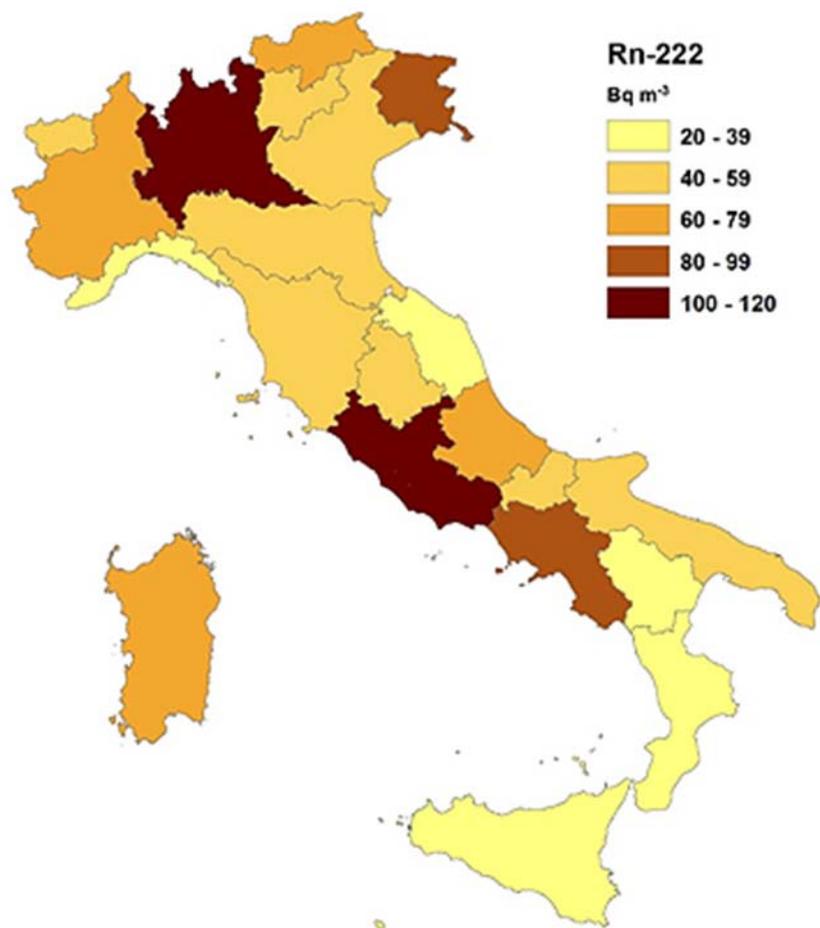
European Indoor Radon Map, April 2017



Arithmetic means over 10 km x 10 km cells of long-term radon concentration in ground-floor rooms.
(The cell mean is neither an estimate of the population exposure, nor of the risk.)

Source:
European Commission, Joint Research Centre (JRC),
Directorate G - Nuclear Safety & Security, REM project

Percentuale di abitazioni con
concentrazioni di radon
Superiori a 200 Bq/m^3



Quadro riepilogativo dei risultati dell'indagine nazionale sul radon nelle abitazioni nelle regioni e province autonome italiane (indagine condotta nel periodo 1989 – 1997)

Regione/Provincia autonoma	Rn-222 Media aritmetica ± STD ERR Bq/m ³	Abitazioni >200 Bq/m ³ %	Abitazioni >400 Bq/m ³ %
Piemonte	69 ± 3	2,1	0,7
Valle D' Aosta	44 ± 4	0	0
Lombardia	111 ± 3	8,4	2,2
<i>Bolzano</i>	70 ± 8	5,7	0
<i>Trento</i>	49 ± 4	1,3	0
Veneto	58 ± 2	1,9	0,3
Friuli Venezia Giulia	99 ± 8	9,6	4,8
Liguria	38 ± 2	0,5	0
Emilia Romagna	44 ± 1	0,8	0
Toscana	48 ± 2	1,2	0
Umbria	58 ± 5	1,4	0
Marche	29 ± 2	0,4	0
Lazio	119 ± 6	12,2	3,4
Abruzzo	60 ± 6	4,9	0
Molise	43 ± 6	0	0
Campania	95 ± 3	6,2	0,3
Puglia	52 ± 2	1,6	0
Basilicata	30 ± 2	0	0
Calabria	25 ± 2	0,6	0
Sicilia	35 ± 1	0	0
Sardegna	64 ± 4	2,4	0
MEDIA (pesata per la popolazione regionale)	70 ± 1	4,1	0,9

Nota: il Trentino Alto Adige è costituito dalle due Province autonome di Bolzano e di Trento amministrativamente indipendenti

Fonte: APAT – Annuario dei dati ambientali – edizione 2003

- La media della concentrazione di radon nelle abitazioni del Friuli-Venezia Giulia (100 Bq/m³) è superiore a quella del resto d'Italia (che si colloca comunque, con un valore medio pari a 75 Bq/m³, nella fascia medio alta in Europa (media europea: 59 Bq/m³; media mondiale 40 Bq/m³)
- Nella regione il 5% delle abitazioni ha concentrazioni di radon superiori a 400 Bq/m³ (valore -soglia raccomandato dalla Unione Europea per l'adozione delle azioni di rimedio per le abitazioni già costruite)
 - Circa 23000 abitazioni stimate
- Dal punto di vista epidemiologico: circa 100 morti/anno in regione

Tipo di indagine	Anni	N. di abitazioni o scuole esaminate	N. di comuni coinvolti	Media (Bq/m ³)	% di abitazioni o scuole con concentrazione di radon		
					> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³	> 500 Bq/m ³
Indagine nazionale sull'esposizione alla radioattività nelle abitazioni	1989/90	229	10	100		5	-
Integrazione regionale all'indagine nazionale	1991/94	645	18	127		5	-
Indagine estensiva per l'individuazione di abitazioni affette da elevate concentrazioni di radon	1996/98	475	1	138		8	-
Indagine regionale sull'esposizione alla radioattività nelle scuole materne	1992/93	166	101	156		8	-

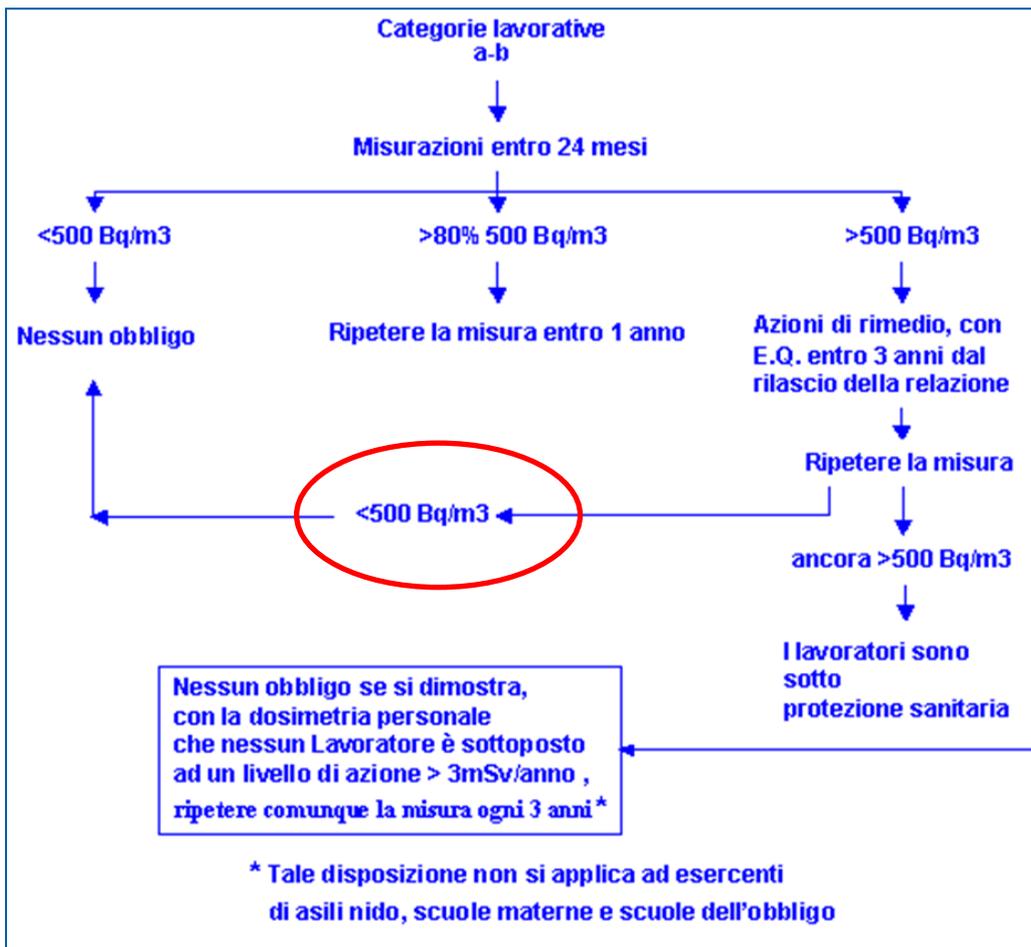
Totale: oltre 6000 misure in oltre 1500 edifici

- Media mondiale: 40 Bq/m³
- Media Europea: 59 Bq/m³
- Media italiana: 75 Bq/m³
- Media Friuli Venezia Giulia : **100 Bq/m³**
- In FVG il 5% delle abitazioni ha concentrazioni di radon superiori a 400 Bq/m³ (valore-soglia raccomandato dalla Unione Europea per l'adozione delle azioni di rimedio per le abitazioni già costruite)
 - ✓ Circa 23000 abitazioni stimate

Tipo di indagine	Anni	N. di abitazioni o scuole esaminate	N. di comuni coinvolti	Media (Bq/m ³)	% di abitazioni o scuole con concentrazione di radon		
					> 200 Bq/m ³	> 400 Bq/m ³	> 500 Bq/m ³
Misure della concentrazione di radon delle scuole nella provincia di PN/TS/UD/GO	2000/2003	1320	208	100	13	3	1
Indagine per la mappatura del territorio di un comune (1)	2003/2004	40	1	152	30	3	3
Indagine per la mappatura del territorio di un comune (2)	2005/2006	118	1	174	24	7	5
Indagine regionale Radon Prone Areas	2005/2007	2544	219	153	14	7	1 (>1000)
Integrazione campagna di misure scuole	Ogni anno dal 2000	~70	~300				
Integrazione indagine RPA	2013/2015	300	12	-	-	-	-

Totale: oltre 12000 misure di lungo periodo in oltre 5000 edifici
oltre 6000 giornate di misura in continuo

Luoghi di lavoro



Asili nido in Friuli Venezia Giulia

- Obbligo di misura ed eventuale azione di risanamento
- Limiti di concentrazione inferiori a quelli degli altri luoghi di lavoro e coerenti con la vecchia raccomandazione europea:
 - ✓ 200 Bq/m³ per i nuovi edifici
 - ✓ 400 Bq/m³ per gli edifici esistenti

Nuova normativa

- D. lgs. 101 del 31 luglio 2020
- In vigore dal 27 agosto 2020
- Nuovi limiti:
 - ✓ Inferiore od uguale a:

300 Bq/m³ (luoghi di lavoro)

Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale", n. 201 del 12 agosto 2020 - Serie generale

Sped. abb. post. - art. 1, comma 1
Legge 27-02-2004, n. 46 - Filiale di Roma

GAZZETTA UFFICIALE
DELLA REPUBBLICA ITALIANA

PARTE PRIMA

Roma - Mercoledì, 12 agosto 2020

SI PUBBLICA TUTTI I
GIORNI NON FESTIVI

DIREZIONE E REDAZIONE: PRESSO IL MINISTERO DELLA GIUSTIZIA - UFFICIO PUBBLICAZIONE LEGGI E DECRETI - VIA ARENULA, 70 - 00186 ROMA
AMMINISTRAZIONE PRESSO L'ISTITUTO POLIGRAFICO E ZECCA DELLO STATO - VIA SALARIA, 691 - 00198 ROMA - CENTRALINO 06-65081 - LIBRERIA DELLO STATO
PIAZZA G. VERDI, 1 - 00189 ROMA

N. 29/L

DECRETO LEGISLATIVO 31 luglio 2020, n. 101.

Attuazione della 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 riordino della normativa di settore in attuazione dell'articolo 20, comma 1, lettera a), della legge 4 ottobre 2019, n. 117.



Art. 12.

Livelli di riferimento radon (direttiva 59/2013/ EURATOM, articolo 7, articolo 54, comma 1, 74, comma 1; decreto legislativo 17 marzo 1995, n. 230, allegato I-bis, punto 4 lettera a)).

1. I livelli massimi di riferimento per le abitazioni e i luoghi di lavoro, espressi in termini di valore medio annuo della concentrazione di attività di radon in aria, sono di seguito indicati:

- a) 300 Bq m⁻³ in termini di concentrazione media annua di attività di radon in aria per le abitazioni esistenti;
- b) 200 Bq m⁻³ in termini di concentrazione media annua di attività di radon in aria per abitazioni costruite dopo il 31 dicembre 2024;
- c) 300 Bq m⁻³ in termini di concentrazione media annua di attività di radon in aria per i luoghi di lavoro;

d) il livello di riferimento di cui all'articolo 17, comma 4, è fissato in 6 mSv in termini di dose efficace annua.

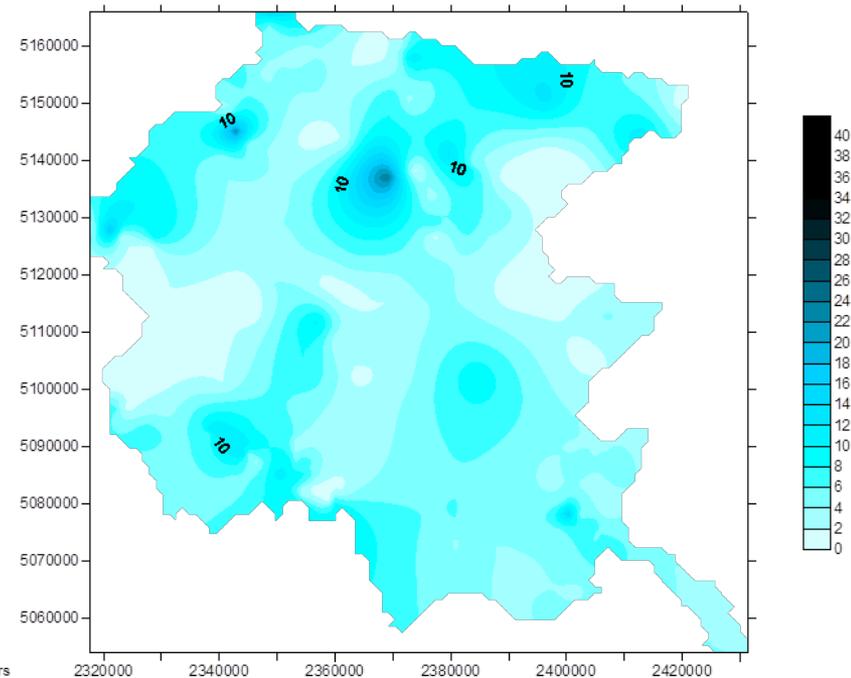
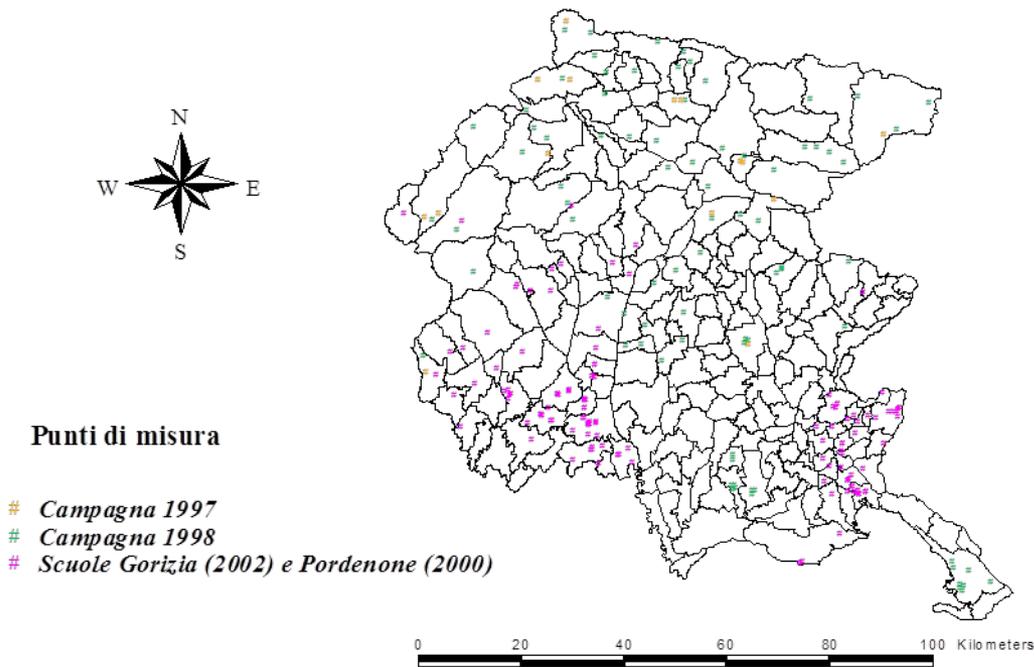
Art. 17.

Obblighi dell'esercente (direttiva 59/2013/EURATOM, articoli 9, 31 e 54; decreto legislativo 17 marzo 1995, n. 230, articoli 10 ter e 10-quinquies).

3. Qualora la concentrazione media annua di attività di radon in aria superi il livello di riferimento di cui all'articolo 12, comma 1, lettera c), l'esercente è tenuto a porre in essere misure correttive intese a ridurre le concentrazioni al livello più basso ragionevolmente ottenibile, avvalendosi dell'esperto di cui all'articolo 15, tenendo conto dello stato delle conoscenze tecniche e dei fattori economici e sociali. Dette misure sono completate entro due anni dal rilascio della relazione tecnica di cui al comma 6 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.

Entrata in vigore: 27 agosto 2020

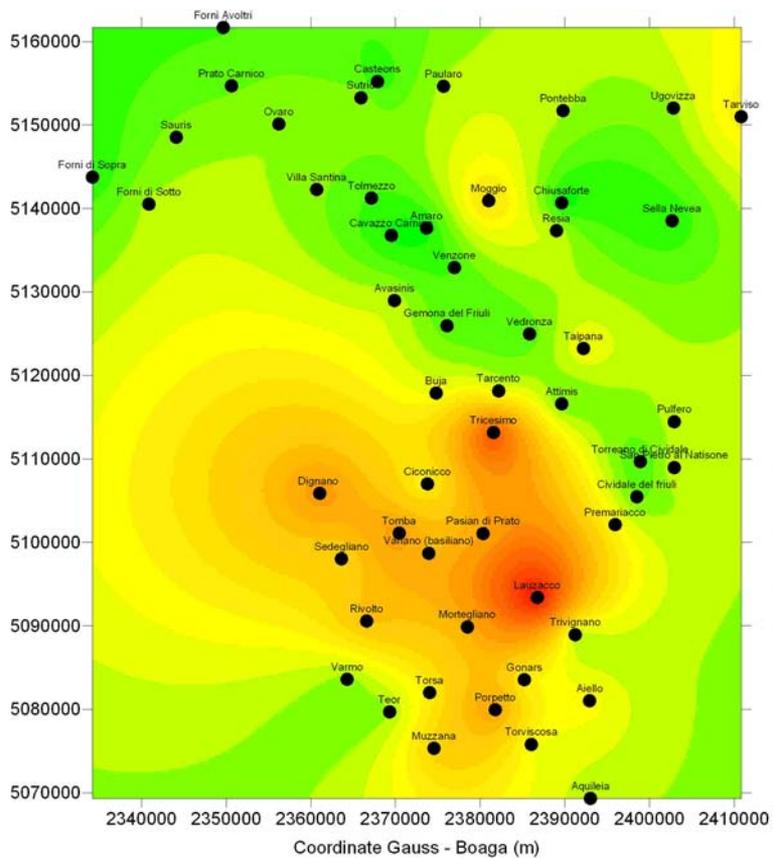
Friuli Venezia Giulia - misure radon in acqua



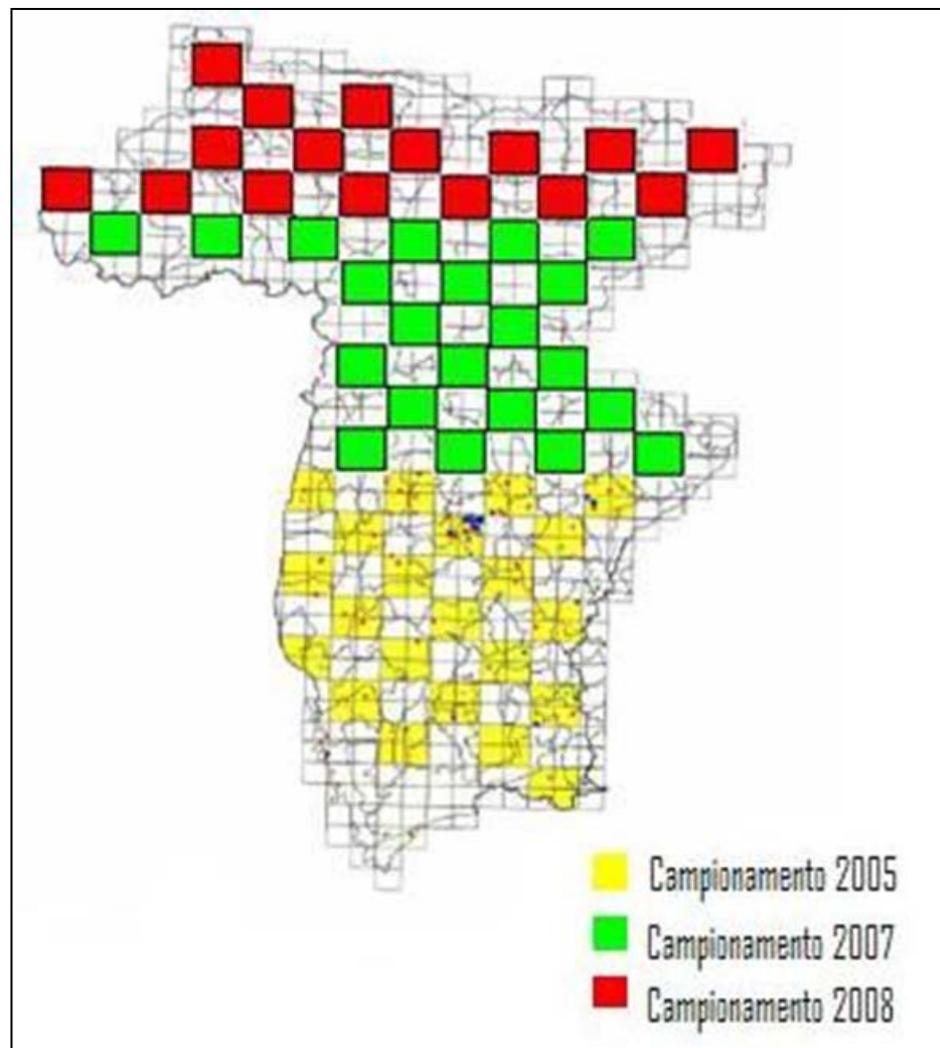
Acqua potabile (Bq/l)

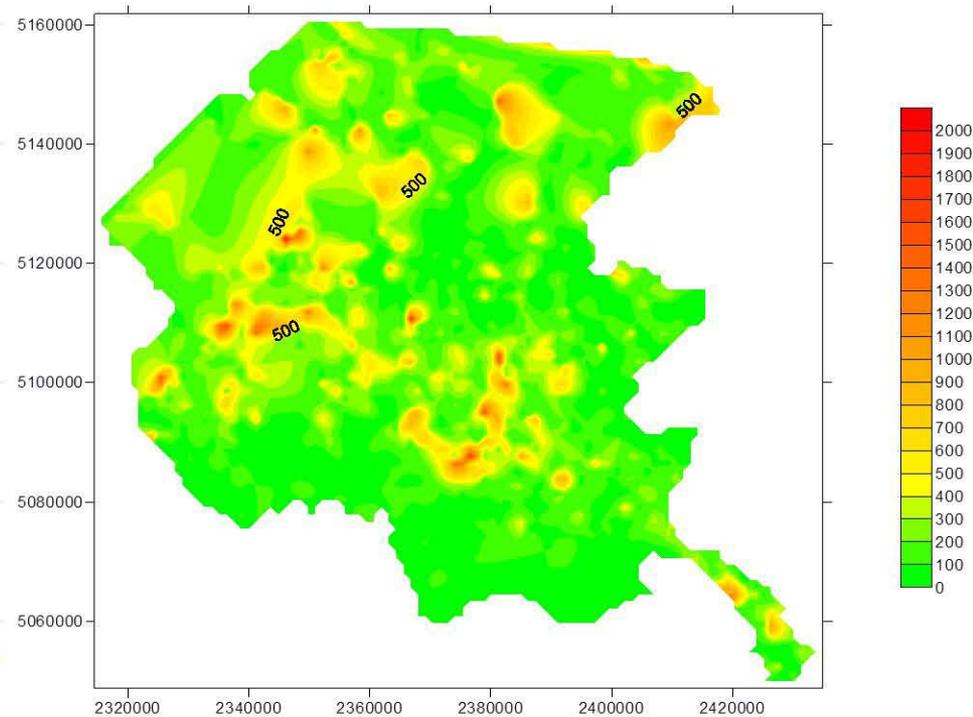
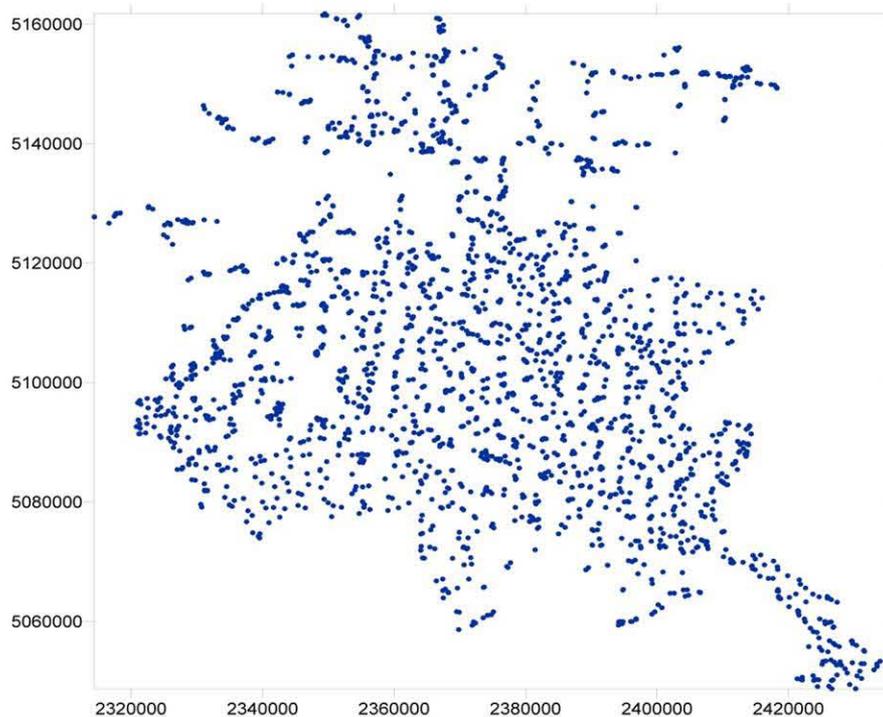
- oltre 200 misure
- 4 campagne di misura
- acquedotti, pozzi, sorgenti e fontane

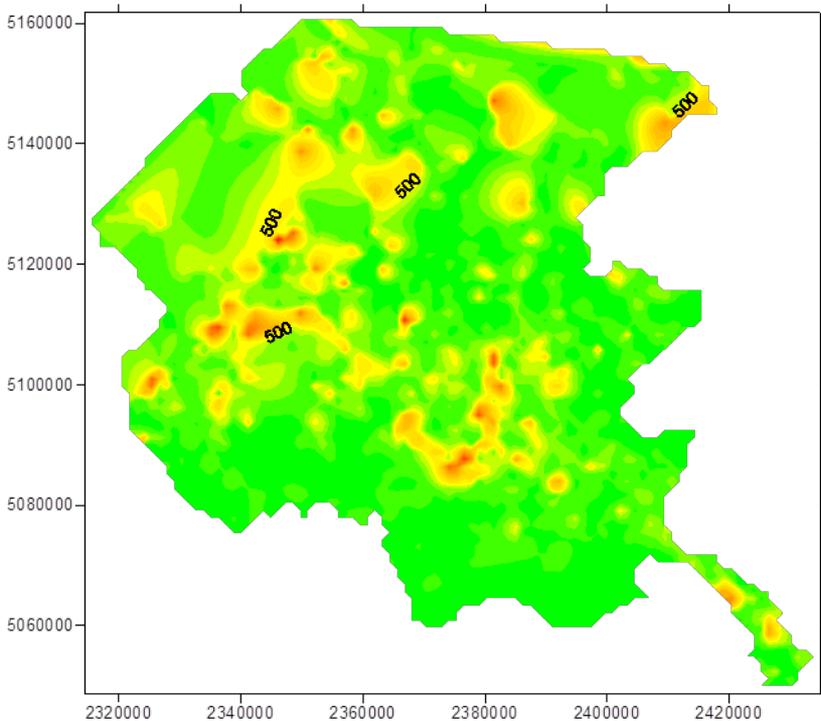
- **valori massimi < 20 Bq/l**
- ✓ livello di attenzione: 100 Bq/l
- ✓ livello di azione: 1000 Bq/l



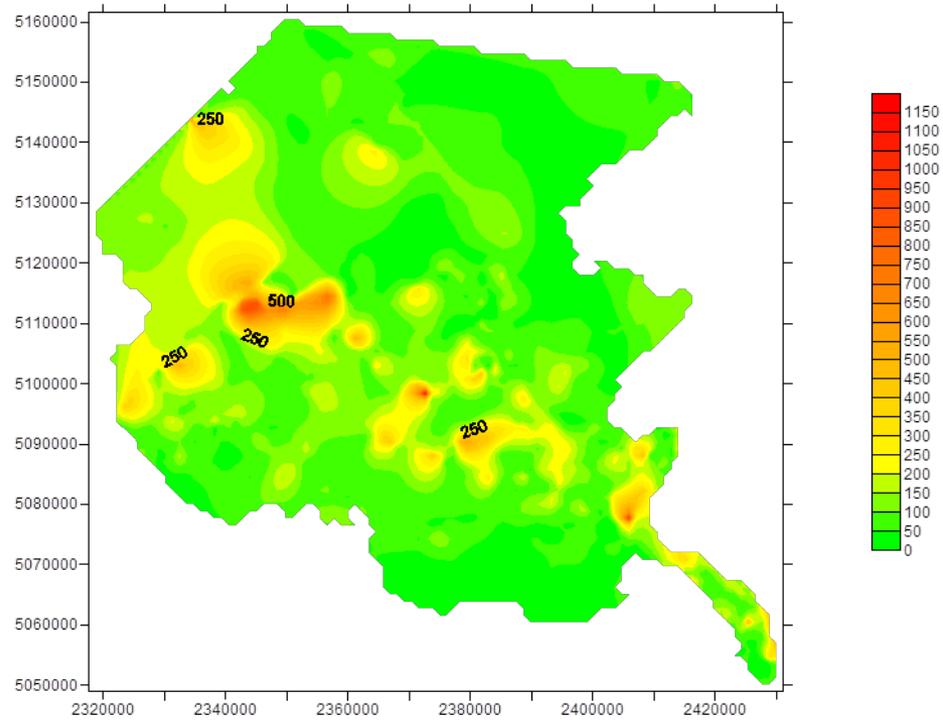
Radon nel suolo – provincia di Udine
(Bq/m³)





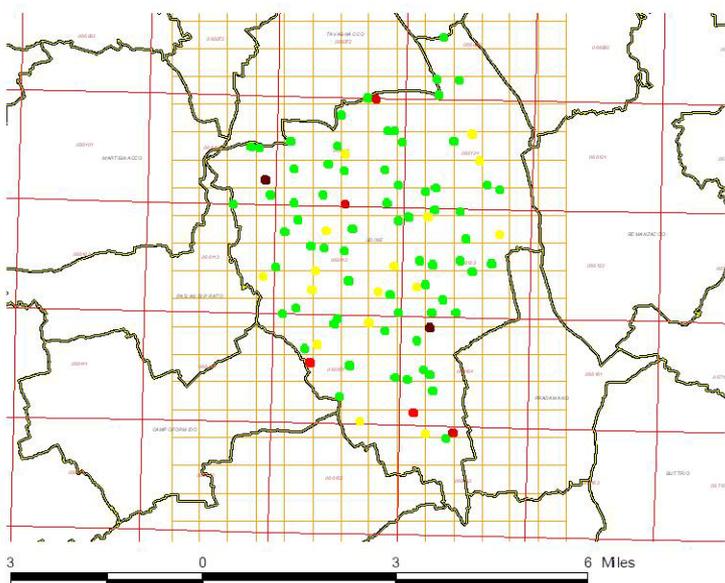


Abitazioni (Bq/m³)



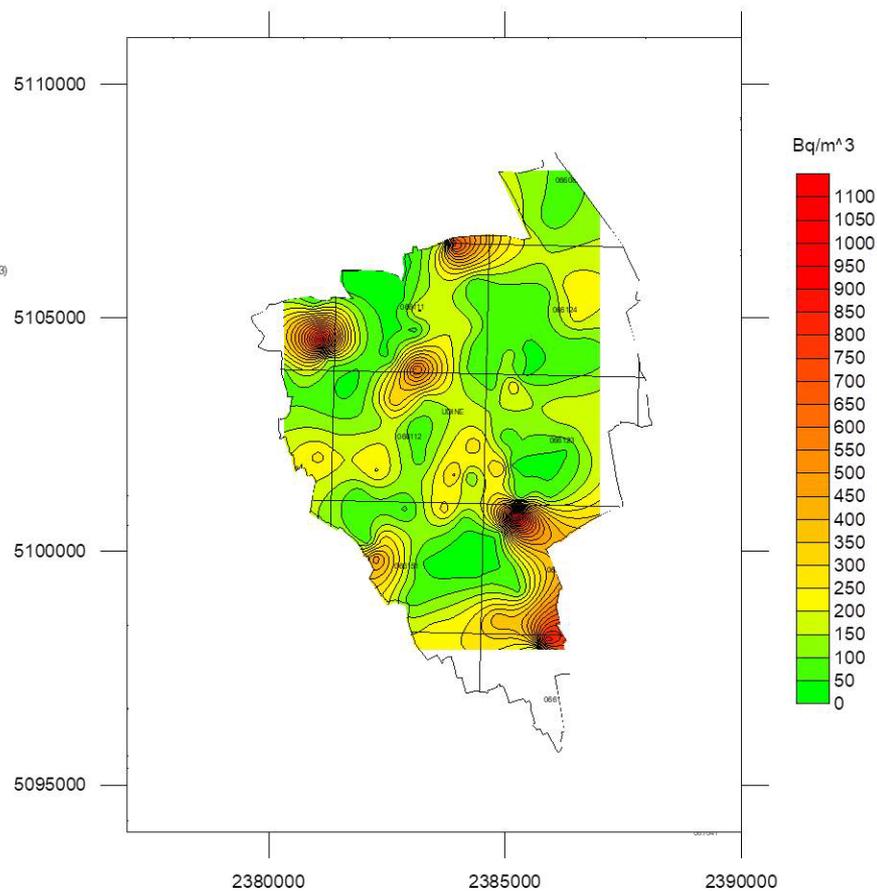
Scuole (Bq/m³)

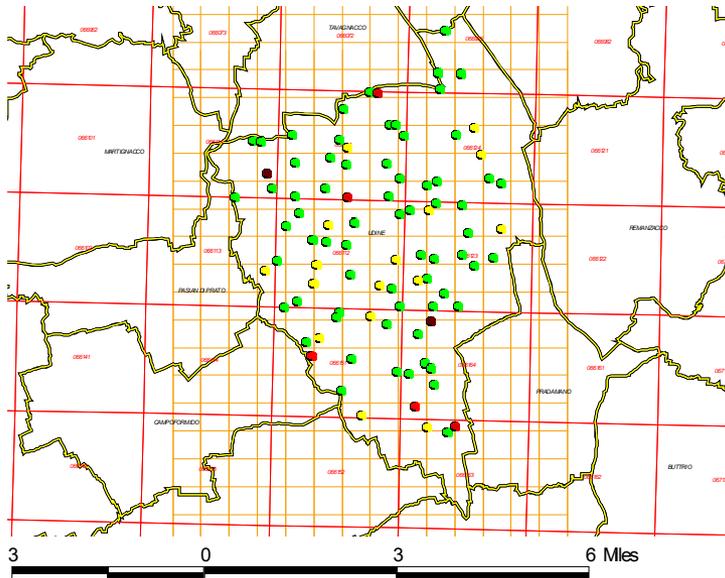
FVG: edifici scolastici	n.
misurati	1391
valori nella norma	1287
valori nella norma (struttura risanata)	56
in fase di adeguamento	11
con superamenti (alcuni già in via di soluzione)	37



Concentrazione media annua (Bq/m³)

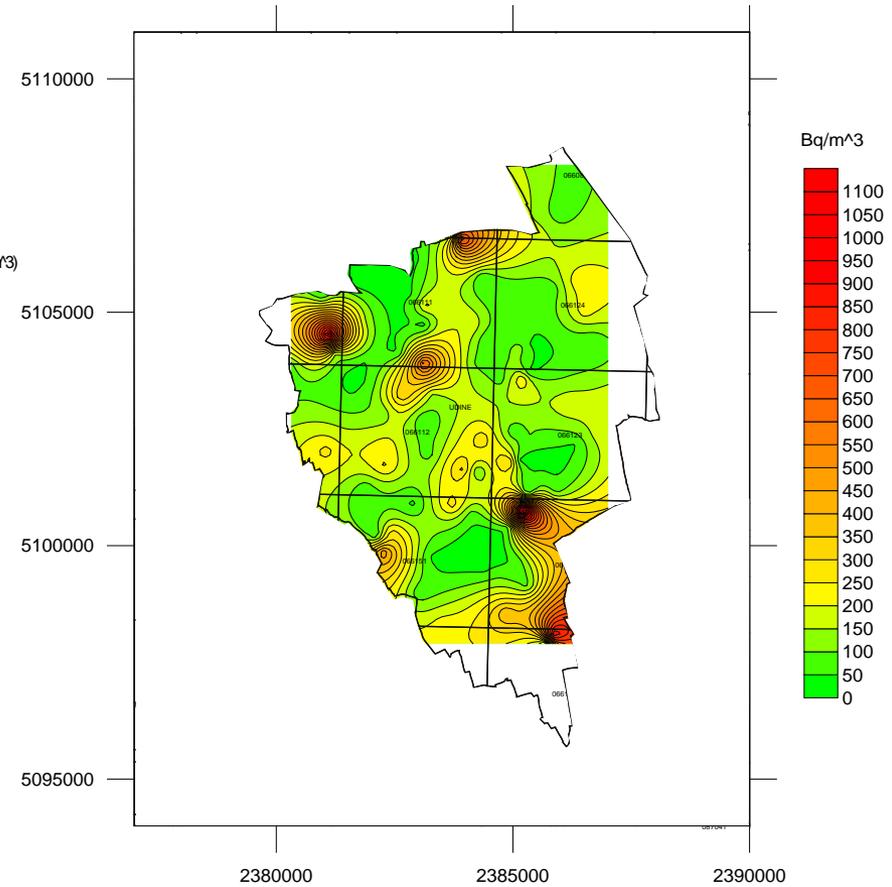
- 0 - 200
- 200 - 400
- 400 - 600
- 600 - 1000
- 1000 - 1220





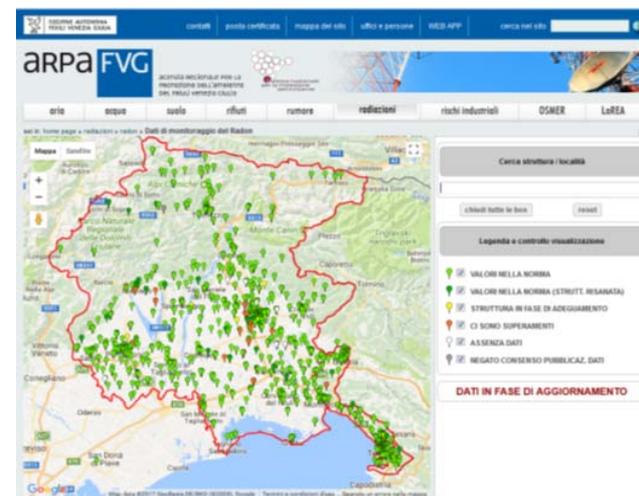
Concentrazione media annua (Bq/m³)

- 0 - 200
- 200 - 400
- 400 - 500
- 500 - 1000
- 1000 - 1220

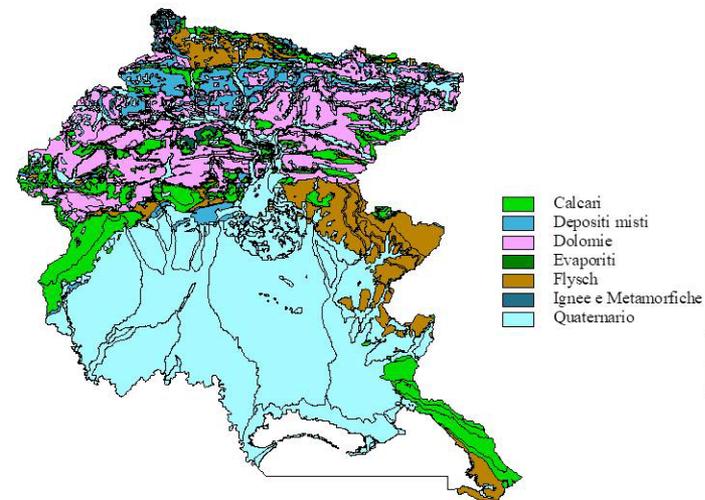
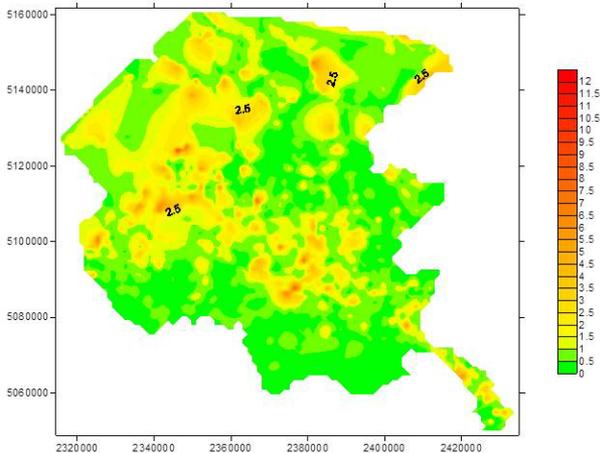
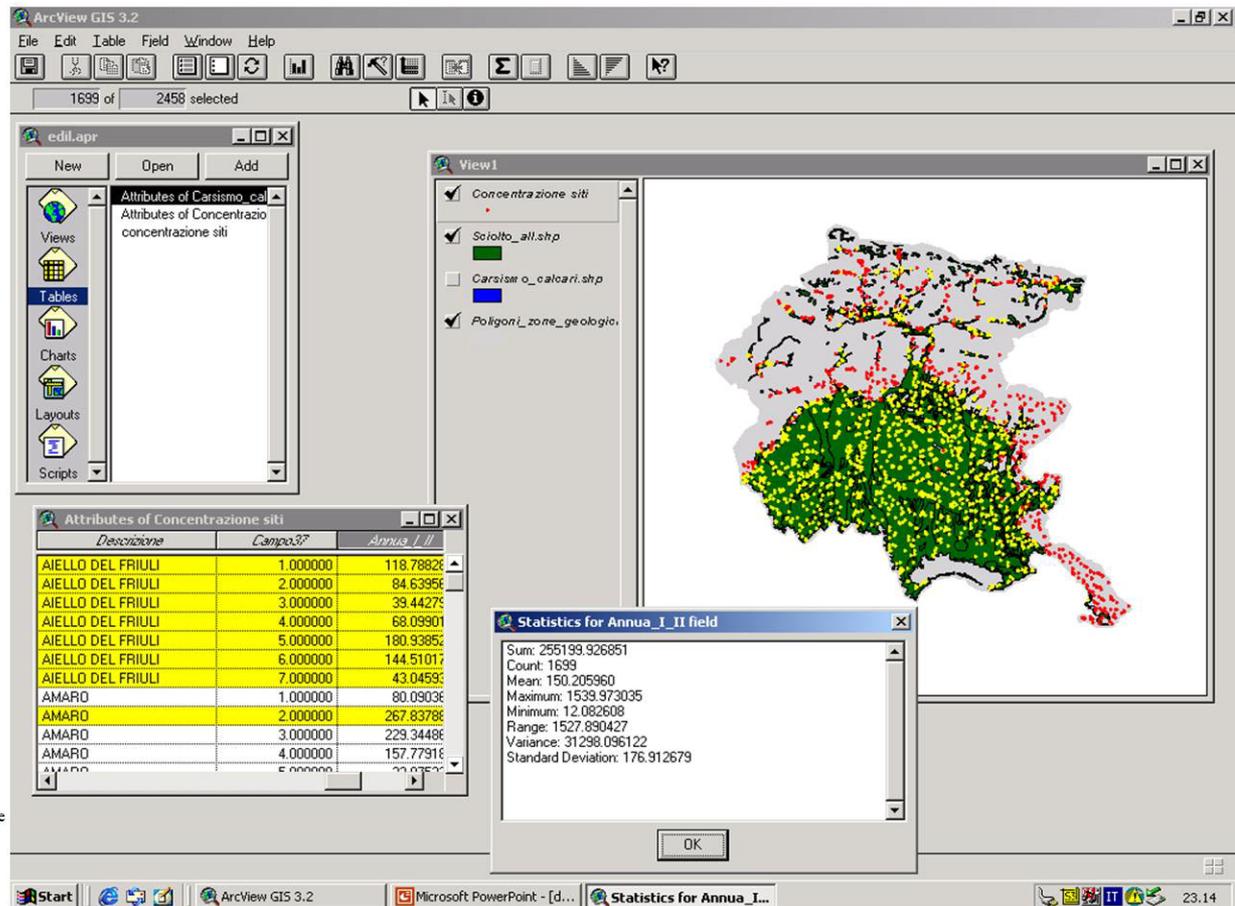


TRIESTE: edifici scolastici		GORIZIA: edifici scolastici		FVG: edifici scolastici	
	n.		n.		n.
misurati	278	misurati	167	misurati	1391
valori nella norma	262	valori nella norma	158	valori nella norma	1287
valori nella norma (struttura risanata)	13	valori nella norma (struttura risanata)	1	valori nella norma (struttura risanata)	56
in fase di adeguamento	1	in fase di adeguamento	-	in fase di adeguamento	11
con superamenti	2	con superamenti	8	con superamenti	37

UDINE: edifici scolastici		PORDENONE: edifici scolastici	
	n.		n.
misurati	639	misurati	307
valori nella norma	586	valori nella norma	281
valori nella norma (struttura risanata)	26	valori nella norma (struttura risanata)	16
in fase di adeguamento	8	in fase di adeguamento	2
con superamenti	19	con superamenti	8



- ✓ In fase di adeguamento: già effettuata verifica di breve periodo da ARPA FVG
- ✓ Con superamenti: in alcuni casi già in avanzato stato di risanamento)

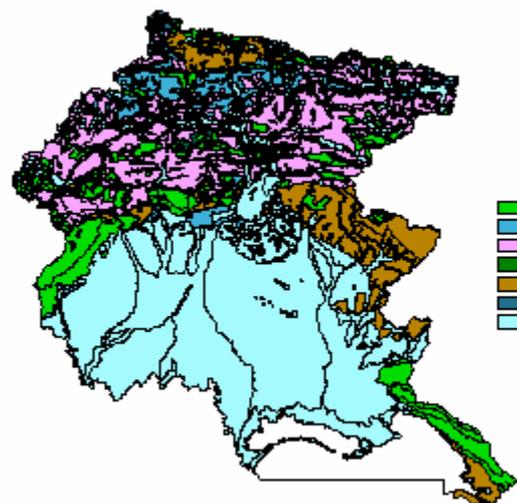



Attributes of Concentrazione siti

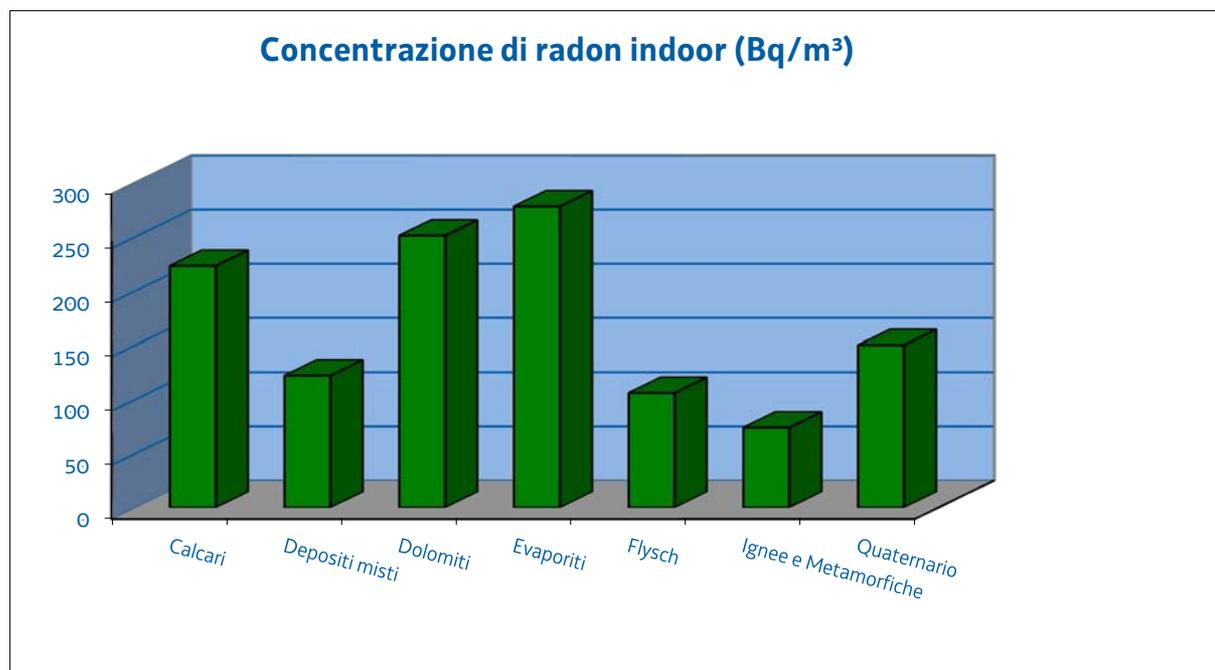
Descrizione	Campo.37	Annua_I_II
AIELLO DEL FRIULI	1.000000	118.78828
AIELLO DEL FRIULI	2.000000	84.63956
AIELLO DEL FRIULI	3.000000	39.44275
AIELLO DEL FRIULI	4.000000	68.09901
AIELLO DEL FRIULI	5.000000	180.93852
AIELLO DEL FRIULI	6.000000	144.51017
AIELLO DEL FRIULI	7.000000	43.04593
AMARO	1.000000	80.09036
AMARO	2.000000	267.83788
AMARO	3.000000	229.34488
AMARO	4.000000	157.77918
AMARO	5.000000	20.03200

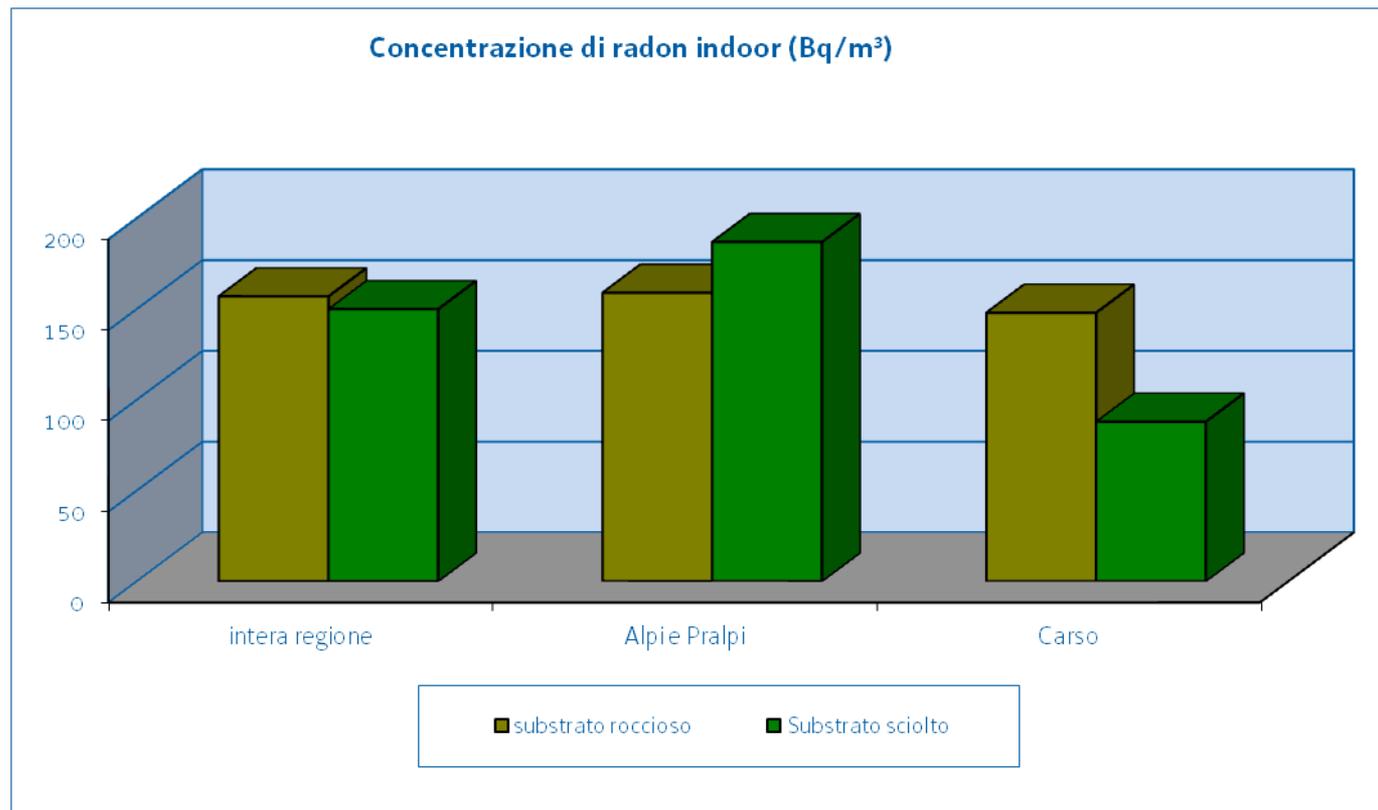
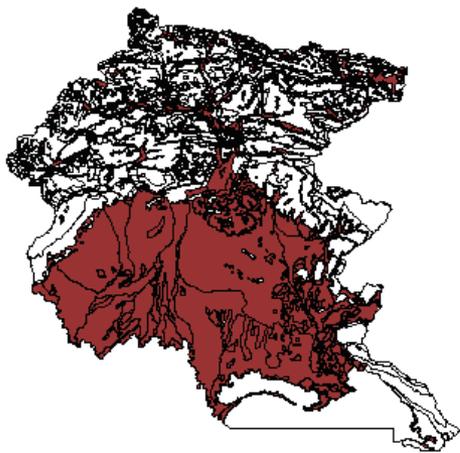
Statistics for Annua_I_II field

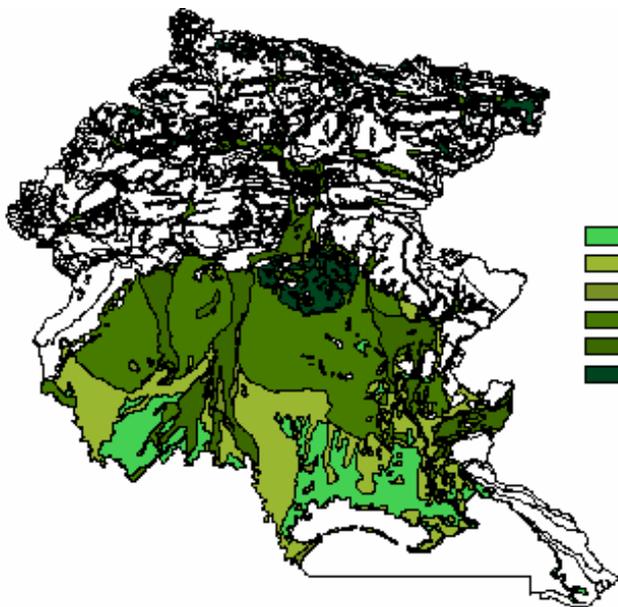
Sum: 255199.926851
 Count: 1699
 Mean: 150.205960
 Maximum: 1539.973035
 Minimum: 12.082608
 Range: 1527.890427
 Variance: 31298.096122
 Standard Deviation: 176.912679



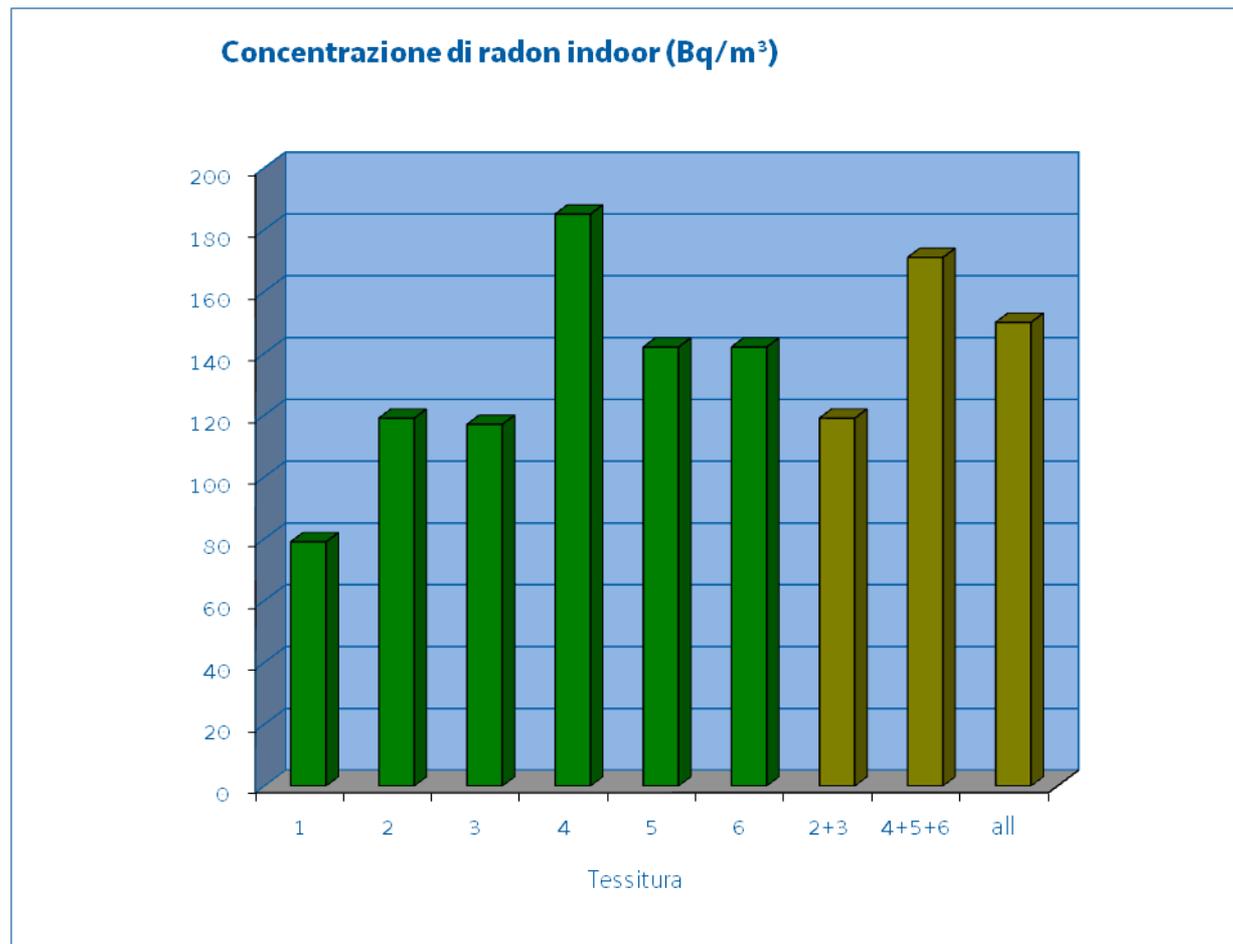
- Calcarei
- Depositi misti
- Dolomiti
- Evaporiti
- Flysch
- Ignee e Metamorfiche
- Quaternario

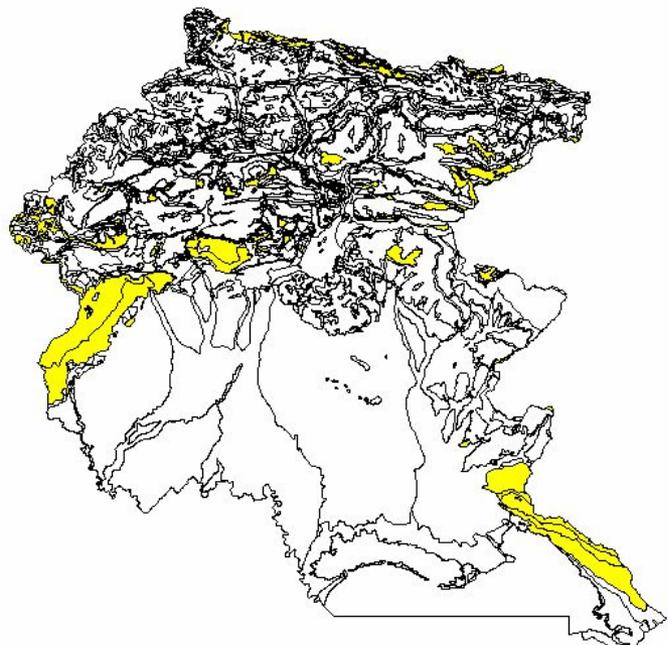




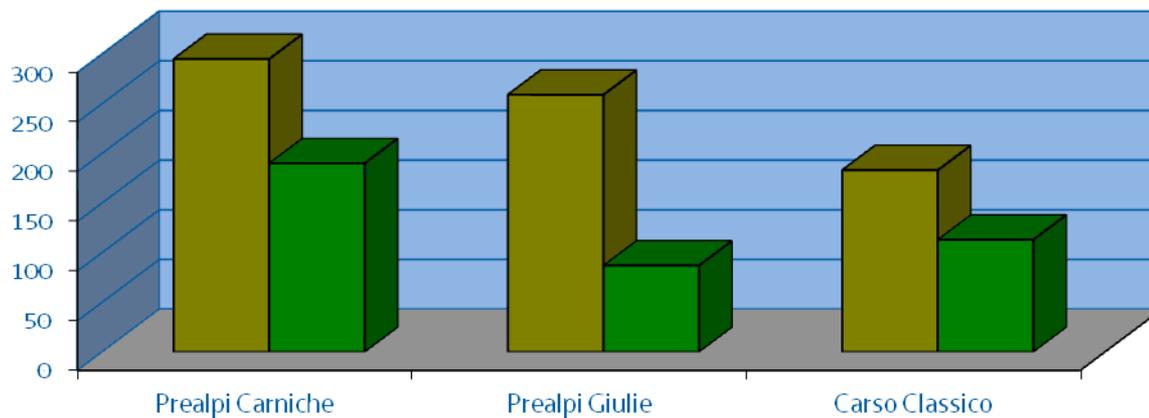


- 1. Limoso-argillosi
- 2. Sabbioso-limosi
- 3. Sabbiosi
- 4. Ghiaioso-sabbiosi
- 5. Ghiaiosi
- 6. Ghiaiosi + blocchi

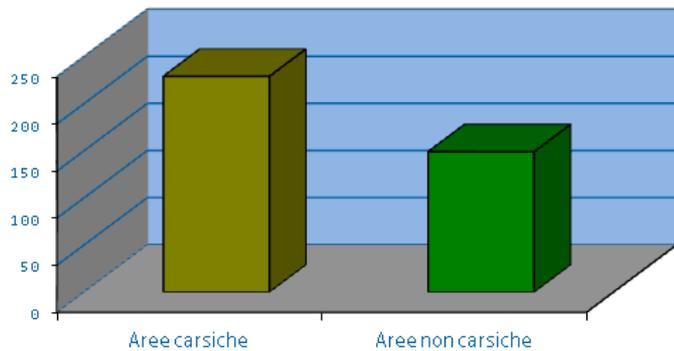




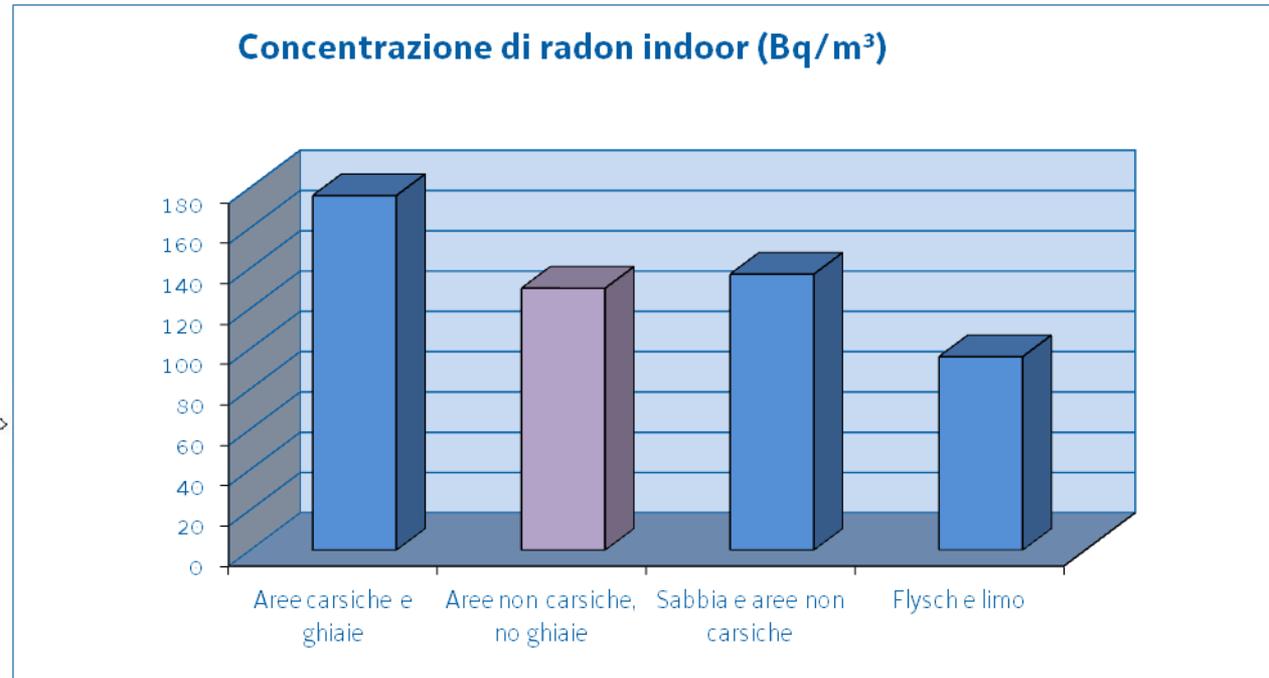
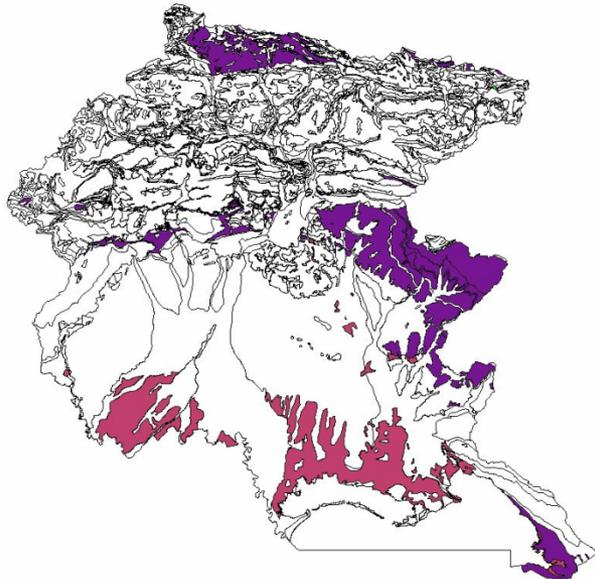
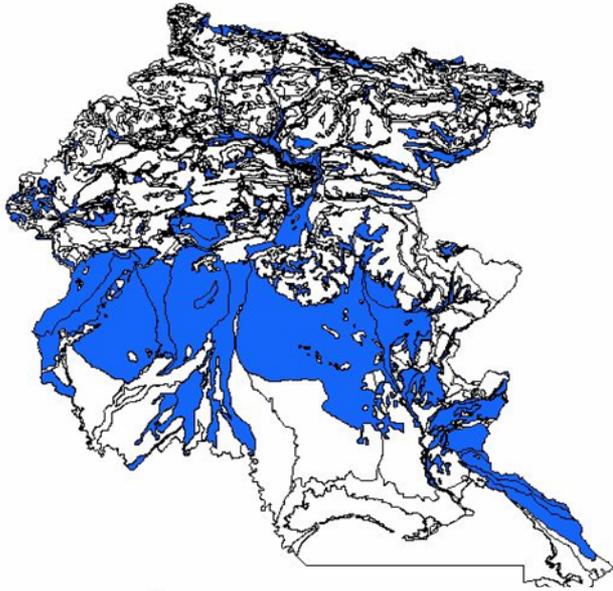
Concentrazione di radon indoor (Bq/m³)

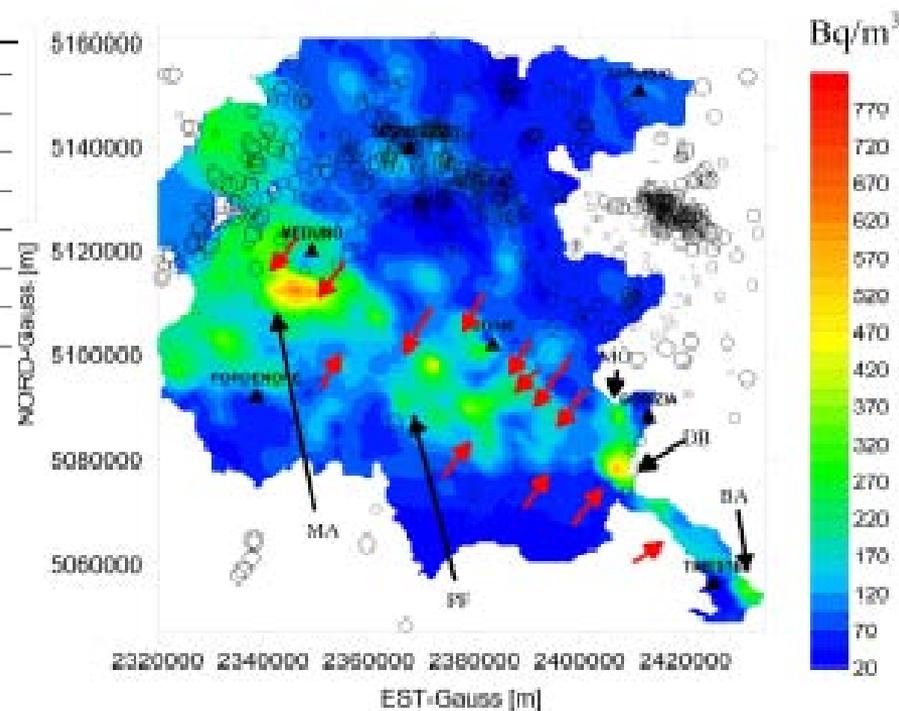
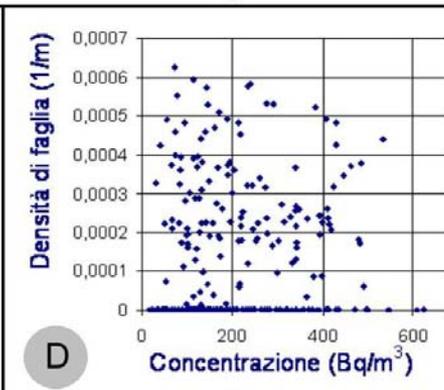
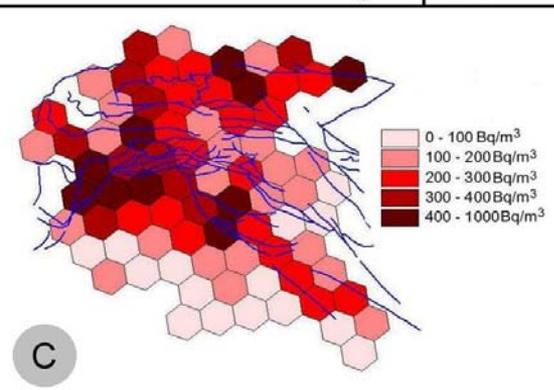
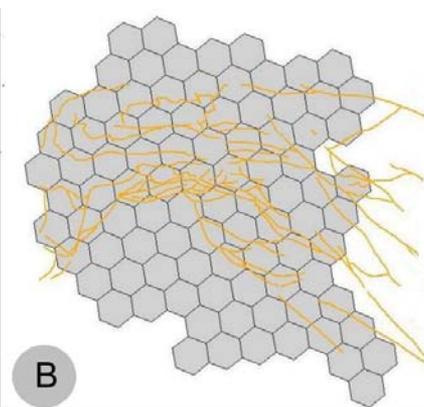
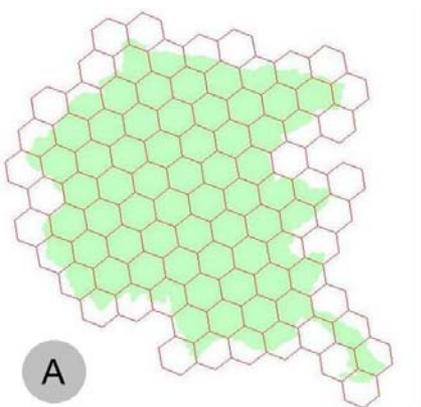


Concentrazione di radon indoor (Bq/m³)



■ Aree carsiche ■ Aree non carsiche





ArcView GIS 3.2

File Edit Table Field Window Help

942 of 2458 selected

Attributes of Concentrazione siti

Campo37	Annua_I_II	Annua_II_III
6.000000	437.291819	
1.000000	216.722397	
2.000000	54.043118	
3.000000	87.602310	
4.000000	767.444934	
5.000000	40.485341	
6.000000	86.025467	
7.000000	253.752215	
8.000000	69.451456	
9.000000	193.308020	
10.000000	204.028243	
11.000000	524.721437	

Attributes of Concentrazione siti

Fields: [E7_NumeroPianiA], [E8_PeriodoCostruz], [E9_ModificheCont], [E10_Impermeabiliz], [E11_PresenzaPiet], [E12_TipoRiscaldat], [E13_TipoCamino]

Values: "", "Nessuna risposta", "No", "Non si sa", "Parzialmente", "Si"

[E11_PresenzaPietra] = "Si"

Statistics for Annua_I_II field

Sum: 180016.121245
 Count: 942
 Mean: 191.099916
 Maximum: 2000.335507
 Minimum: 19.034565
 Range: 1981.300942
 Variance: 43207.776457
 Standard Deviation: 207.864803

OK

Start ArcView GIS 3.2 Microsoft PowerPoint - [d... Statistics for Annua_I_II ... 22.38

Piano del Locale	Media Aritmetica (Bq/m³)	Media Geometrica (Bq/m³)	Numero dosimetri
Piano terra	225 ± 5	137 ± 3	1484
Piano rialzato	139 ± 5	87 ± 3	572
Primo piano	128 ± 14	86 ± 9	75
Tipo di separazione tra suolo e locale	Media Aritmetica (Bq/m³)	Media Geometrica (Bq/m³)	Numero dosimetri
Soletta controterra	237 ± 7	139 ± 4	1102
Intercapedine locale	187 ± 11	114 ± 6	275
locale	138 ± 6	89 ± 3	515
Presenza pietra nei muri portanti	Media Aritmetica (Bq/m³)	Media Geometrica (Bq/m³)	Numero dosimetri
Sì	250 ± 8	153 ± 5	804
No	170 ± 4	102 ± 3	1256
Anno di costruzione	Media Aritmetica (Bq/m³)	Media Geometrica (Bq/m³)	Numero dosimetri
Prima del 1976	233 ± 6	138 ± 4	1326
Dopo il 1976	140 ± 5	90 ± 3	711

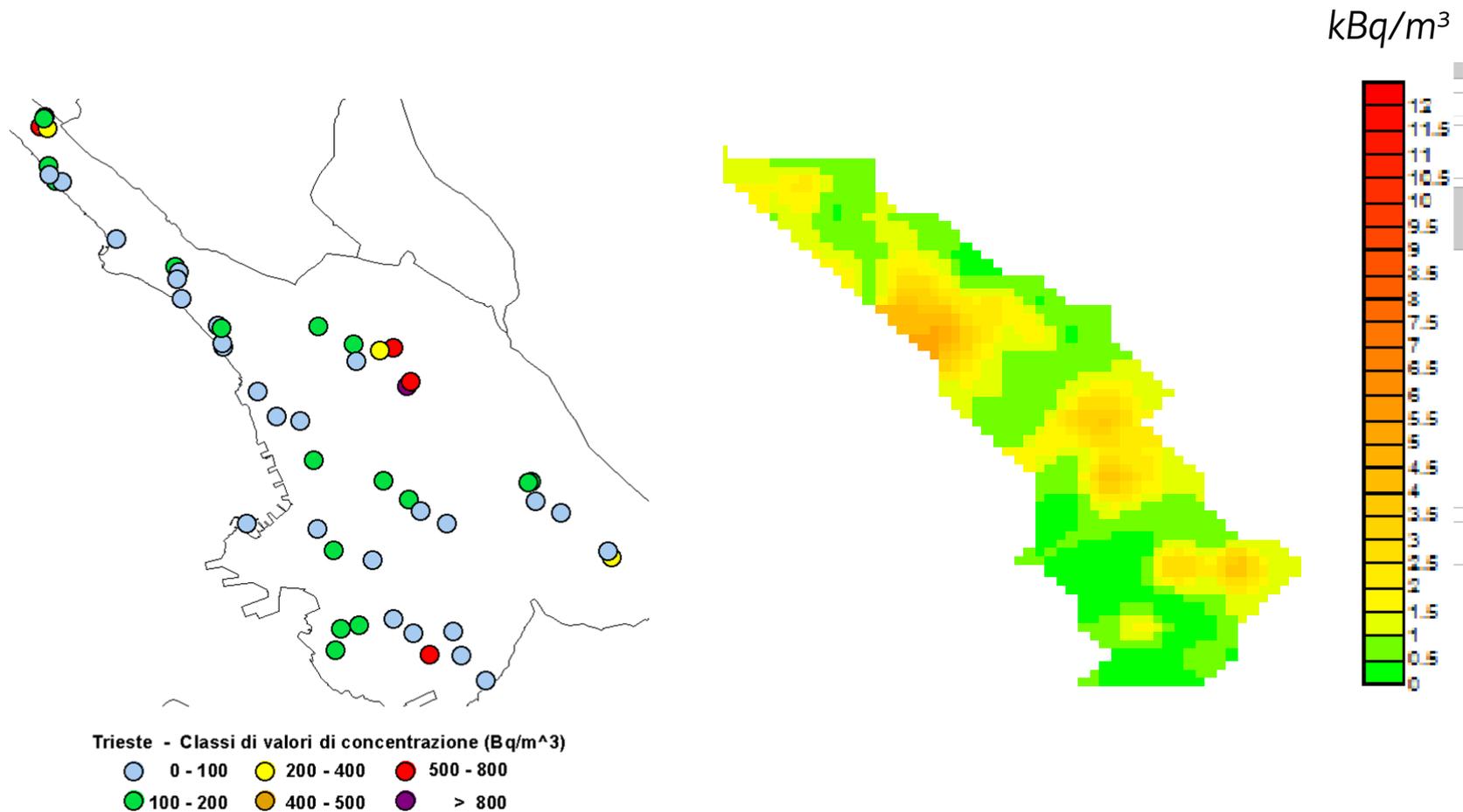
➤ Maggiore possibilità di trovare alte concentrazioni di radon indoor in locali situati al piano terra piuttosto che ai piani superiori.

➤ Analisi dei dati relativi al tipo di separazione suolo-locale: la presenza di soletta controterra determina la situazione più a rischio.

➤ Medie più elevate in edifici costruiti prima del 1976 e in abitazioni con i muri portanti formati anche da pietra

Dati relativi al semestre di misura invernale della campagna radon prone areas

- Popolazione
 - ✓ Serate informative con eventuali specificità su problemi locali o campagne di misura
 - ✓ Partecipazione ad eventi vari per la prevenzione del rischio (conferenze, fiere ecc.)
 - ✓ Pubblicazione di opuscoli informativi e dati
- Università
 - ✓ Seminari specifici
 - ✓ Corsi scuole superiori dell'università
 - ✓ Corsi specifici tecnici della prevenzione e dell'ambiente
 - ✓ Corsi in alcuni master
 - ✓ Tirocini e tesi di laurea e dottorato
- Professionisti
 - ✓ Corsi specifici e seminari presso gli ordini professionali
 - ✓ Corsi specifici all'interno dei corsi di formazione
- Pubblicazioni e restituzione dei dati



REGIONE AUTONOMA
FRIULI VENEZIA GIULIA

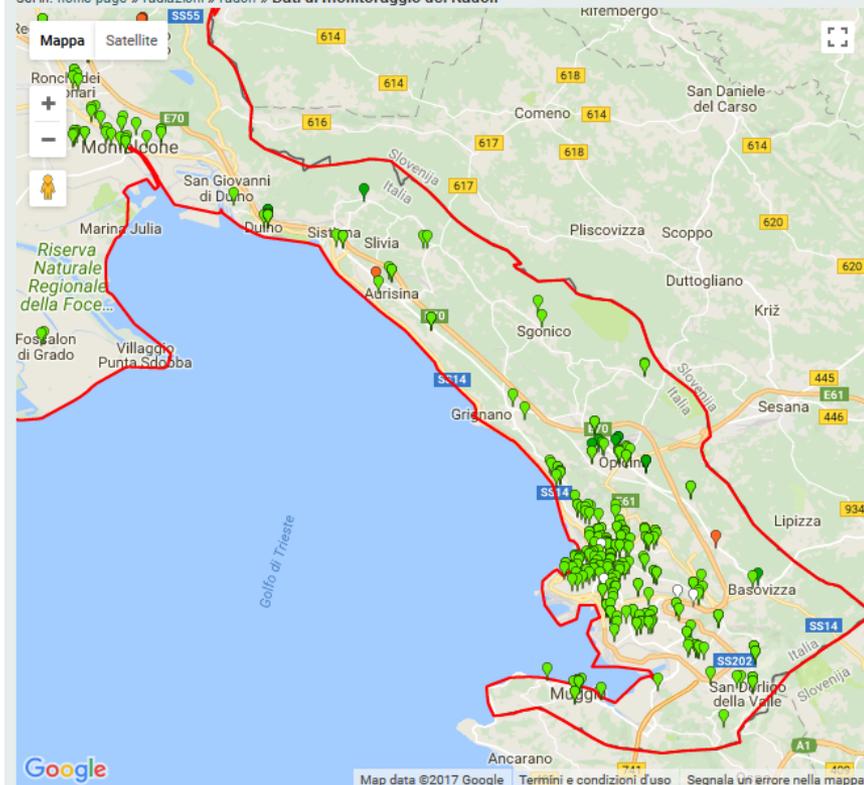
contatti | posta certificata | mappa del sito | uffici e persone | WEB APP | cerca nel sito

ARPA FVG
agenzia regionale per la
PROTEZIONE DELL'ambiente
del FRIULI VENEZIA GIULIA

Sistema Nazionale
per la Protezione
dell'Ambiente

aria | acqua | suolo | rifiuti | rumore | **radiazioni** | rischi industriali | OSMER | LaREA

sei in: home page » radiazioni » radon » **Dati di monitoraggio del Radon**



Cerca struttura / località

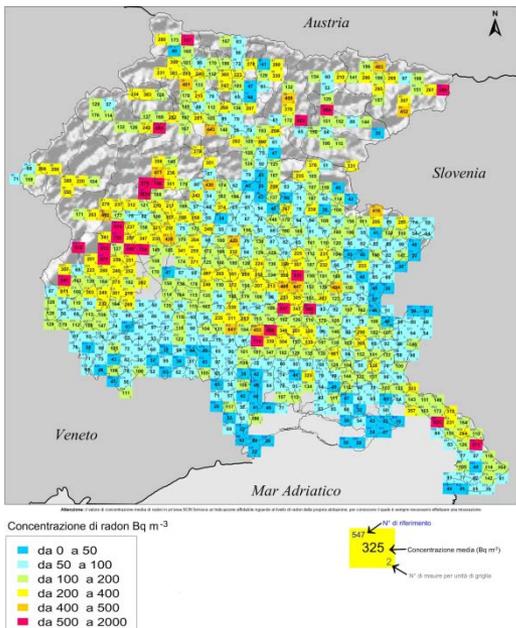
chiudi tutte le box | reset

Legenda e controllo visualizzazione

- VALORI NELLA NORMA
- VALORI NELLA NORMA (STRUTT. RISANATA)
- STRUTTURA IN FASE DI ADEGUAMENTO
- CI SONO SUPERAMENTI
- ASSENZA DATI
- NEGATO CONSENSO PUBBLICAZ. DATI

DATI IN FASE DI AGGIORNAMENTO

TRIESTE: edifici scolastici	n.
misurati	278
valori nella norma	262
valori nella norma (struttura risanata)	13
in fase di adeguamento	1
con superamenti	2



http://www.arpa.fvg.it/.../Radon/Radon_FVG_dati.xls

Concentrazione media di Radon indoor (Bq/m³) per ogni quadrante della carta tecnica regionale
Misurazioni sett. 2005 - sett. 2006. Elaborazione ARPA FVG

N quadrante	CTRN 5000	X	Y	Numero siti	Concentrazione media Radon	
4	1	30151	232679.0	5145475.0	7	128
5	2	30152	2325540.0	5145937.0	4	176
6	3	30163	2335796.0	5145595.5	4	114
7	4	30164	2335800.0	5145377.0	4	57
8	5	31021	2352345.5	5161581.0	5	173
9	6	31022	2352266.5	515803.0	1	48
10	7	31024	2349153.5	5161670.5	6	280
11	8	31033	2355462.5	5158715.5	5	168
12	9	31034	2355375.5	5161493.5	4	184
13	10	31041	2365113.5	5161240.5	1	167
14	11	31061	2352192.0	5156025.0	1	308
15	12	31062	2352114.5	5153247.0	8	381
16	13	31063	2348918.5	5153336.5	5	231
17	14	31071	2358581.5	5155951.5	4	96
18	15	31072	2358507.5	5153073.5	3	240
19	16	31073	2355311.0	5153159.5	4	295
20	17	31074	2355386.5	5155937.5	4	101
21	18	31081	2364971.5	5155584.5	4	186
22	19	31082	2364900.5	5152906.5	7	365
23	20	31083	2361704.0	5152989.0	2	112
24	21	31084	2361726.5	5155767.0	6	170
25	22	31092	2345566.5	5147972.0	4	383
26	23	31093	2342363.0	5147964.0	3	324
27	24	31103	2348764.0	5147780.5	2	128
28	25	31111	2358434.0	5155295.5	2	133
29	26	31112	2358355.5	5147517.5	3	213
30	27	31113	2355160.5	5147603.5	4	178

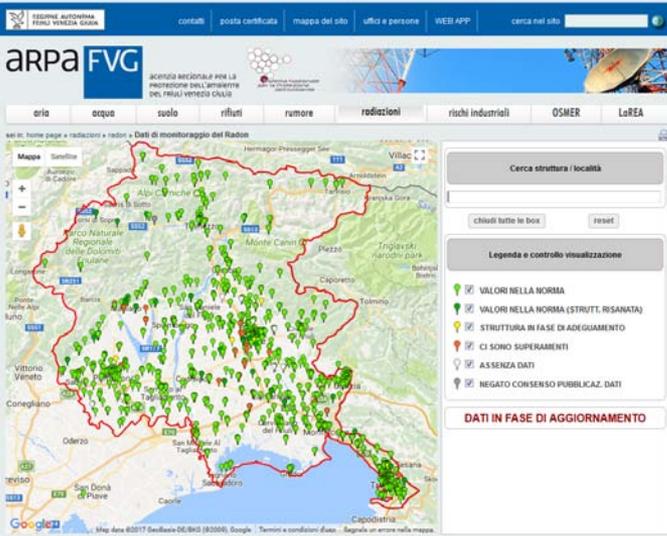


IL GAS RADON

Il radon è un gas radioattivo naturale prodotto dal decadimento radioattivo del torio, del uranio e del actinio. La fonte di radon nella casa è il terreno in cui si trova la casa. Il radon si accumula in casa e può raggiungere concentrazioni superiori a 300 Bq/m³. Il radon è un gas inodore, incolore e insapore. Il radon è un gas radioattivo che si accumula in casa e può raggiungere concentrazioni superiori a 300 Bq/m³. Il radon è un gas inodore, incolore e insapore. Il radon è un gas radioattivo che si accumula in casa e può raggiungere concentrazioni superiori a 300 Bq/m³.

LA TRISURFIZIONE

Il primo passo da attuare è sapere se il problema esiste nella propria casa. Per questo si deve prima fare una prova di radon. Esistono in commercio kit di radon che permettono di misurare la concentrazione di radon in casa. Il costo di questi kit è variabile, ma è inferiore a quello di un'indagine professionale. Una volta misurata la concentrazione di radon in casa, si può decidere se intervenire o meno. Se la concentrazione di radon è superiore a 300 Bq/m³, è necessario intervenire. Il costo di un'indagine professionale è superiore a quello di un kit di radon, ma è inferiore a quello di un'indagine professionale.



ARPA FVG

cerca nel sito

aria acqua rifiuti rumore radiazioni rischi industriali OSMER LaREA

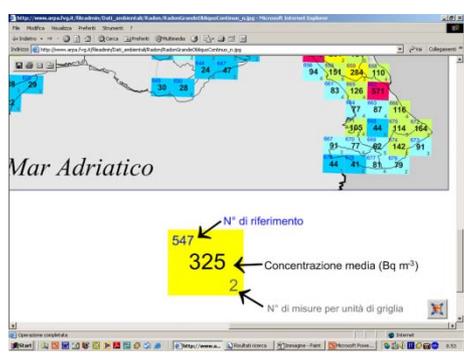
Mappe

Cerca struttura / località

Legenda e controllo visualizzazione

- VALORI NELLA NORMA
- VALORI NELLA NORMA (STRUTTI, RISANATA)
- STRUTTURA IN FASE DI ADEGUAMENTO
- CI SONO SUPERAMENTI
- ASSENZA DATI
- NEGATO CONSENSO PUBBLICAZ. DATI

DATI IN FASE DI AGGIORNAMENTO




INDICAZIONI E RACCOMANDAZIONI PER LA PROTEZIONE DEGLI EDIFICI DAL RADON

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI UDINE
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE

APAT

Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici
Dipartimento Stato dell'Ambiente e Metrologia Ambientale

**Linee guida relative ad alcune tipologie di
azioni di risanamento per la riduzione
dell'inquinamento da radon**

Autori
Luigi Minichi (ARPA Bolzano)
Concettina Giovani e Massimo Garavaglia (ARPA Friuli Venezia Giulia)

Responsabile di progetto APAT
Giancarlo Tori



Responsabile CTN_AGF
Sandro Fabbri





Agenzia Regionale per la Protezione
dell'Ambiente del Friuli Venezia Giulia



Il radon è un gas radioattivo naturale inodore ed incolore prodotto dal decadimento radioattivo dell'uranio. Il periodo di dimezzamento del radon (ovvero il tempo in cui si dimezza la sua concentrazione per decadimento naturale) è di 3,8 giorni. L'unità di misura della concentrazione è il Becquerel al metro cubo (Bq/m³) (1 Bq corrisponde ad una transizione nucleare al secondo). L'uranio è uno dei più antichi elementi naturali esistenti sulla terra ed è distribuito ubiquitariamente, ossia ovunque sulla crosta terrestre, benché la sua concentrazione vari da luogo a luogo. Anche la concentrazione nei materiali da costruzione è variabile ed è più alta nei tuffi, nelle porcellane e nei graniti, mentre risulta inferiore nei marmi e nelle anoriti. Il radon viene generato dall'uranio presente nel terreno e poi si diffonde nell'aria presente nel sottosuolo che è in costante scambio con l'aria dell'atmosfera. Da un sottosuolo poroso o fratturato si diffonde facilmente in superficie raggiungendo anche distanze considerevoli dal punto in cui è stato generato. Viceversa, un terreno compatto, per esempio con un'alta percentuale di limi o argille, può costituire una forte barriera alla sua diffusione. Nella dinamica degli spostamenti del suolo alla superficie, gli edifici svolgono un ruolo attivo: talora l'edificio penetra nello strato superiore del terreno e funziona come una pompa aspirante, mughinando l'aria dal terreno circostante. Una parte dei prodotti di decadimento del radon, anch'essi radioattivi, si attaccano a polvere, fumo e vapore e possono essere inalati. Si fissano, così, all'interno dell'apparato respiratorio (bronchi e polmoni) danneggiandone le cellule ed aumentando il rischio di possibili processi cancerogeni. Tale rischio è proporzionale alla concentrazione di radon ed al tempo trascorso in ambienti ove esso è presente. L'Organizzazione Mondiale della Sanità (O.M.S.) ha stimato che, dopo il fumo, il radon è la causa principale del tumore polmonare. In ambienti aperti la concentrazione del gas non raggiunge quasi mai livelli pericolosi (normalmente inferiore a 30 Bq/m³), mentre nei luoghi chiusi (abitazioni, scuole, ambienti di lavoro, ecc.) può raggiungere concentrazioni elevate potenzialmente dannose per la salute. Risulta quindi importante approfondire l'argomento per trovare soluzioni in grado di ridurre la presenza del radon nelle nostre abitazioni.

La misurazione

Il primo passo da effettuare è sapere se il problema esiste nella zona in cui si abita e, soprattutto, occorre stabilire se ed in quale quantità il radon sia presente nella propria abitazione. L'assenza o presenza di radon in edifici del proprio circondario risultano aspetti del problema, non è sufficiente a liberarci da ogni preoccupazione. Infatti il tipo di contatto fra edificio e suolo, l'uso di particolari materiali da costruzione e la tipologia edilizia sono elementi variabili e per questo motivo rendono alquanto difficile una valutazione teorica della concentrazione del radon. L'unico metodo sicuro per accertare la presenza e la quantità è effettuare la misura, tramite appositi rivelatori. Gli strumenti di misura vanno posizionati preferibilmente nei locali dove si soggiorna più a lungo (tipicamente la camera da letto). Poiché la concentrazione di gas radon nei locali abitati, in genere, diminuisce con l'aumentare della distanza dal suolo, le abitazioni ai piani superiori al primo raramente presentano concentrazioni elevate. La concentrazione di radon nella abitazione varia durante la giornata (i valori sono più elevati di notte rispetto al giorno) e nel corso dell'anno. Per questo motivo sono preferibili misure con rivelatori passivi (Fig. 1) che forniscono valori mediati su un periodo di tempo sufficientemente lungo (da 3 a 6 mesi). Inoltre è consigliabile effettuare la misura nel periodo invernale poiché in queste stagioni, anche a causa della minor ventilazione dei locali, le concentrazioni di radon in ambienti chiusi sono più elevate.



Fig. 1 - Rivelatori passivi per la misura del radon

Dal sottosuolo all'abitazione

della presenza del radon nei locali di soggiorno delle nostre abitazioni è la tendenza a creare tra i locali abitati ed il suolo. Questa depressione è indotta, in primo luogo, da differenze di temperatura tra l'edificio ed il suolo che, alle nostre latitudini, in particolare in edifici vengono riscaldati, può essere significativa. La differenza di pressione e le aperture come camini, finestre, lucernari, nonché da impianti di aspirazione delle acque che provocano un tragico aggiuntivo a quello dovuto alla semplice differenza di temperatura. Gli effetti di questa depressione si traducono nell'aspirazione dell'aria dal suolo e, per questo, il secondo fattore importante nel determinare l'ingresso del radon nelle abitazioni è la presenza di aperture nei pavimenti e pareti, fori di passaggio cavi (soprattutto in tubi vuoti), tubazioni e condotti di controllo; e aperture nelle pareti della cantina, camini, montacarichi, ecc.; e anche estensioni come pavimenti naturali in terra battuta, in ghiaia, in lastre di marmo e in altri materiali permeabili (solai in legno, a lastre forati, muri in pietra e simili).

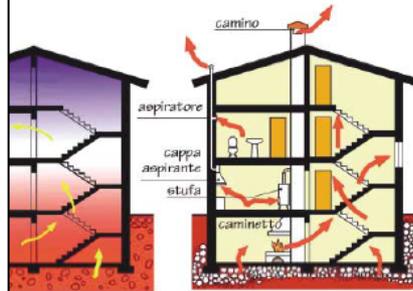


Fig. 2 - Entrata del radon in un edificio con elementi interconnessi con il suolo

Riferimenti legislativi

Il Decreto Legislativo del 26/05/00, n.241 ha stabilito un livello di riferimento per l'esposizione al radon negli ambienti di lavoro di 500 Bq/m³. Per quanto riguarda le abitazioni, non esiste in Italia una normativa specifica. Una raccomandazione della comunità Europea indica i valori (200 Bq/m³ per le nuove abitazioni e 400 Bq/m³ per quelle esistenti) oltre i quali è opportuno intraprendere azioni di rimedio.

Gli interventi di risanamento

Le misure di risanamento effettuate rivelano una concentrazione di radon superiore ai livelli di riferimento negli edifici. Esistono interventi volti a limitare o eliminare i punti di ingresso del radon, impedendone la risalita del gas. Gli interventi di risanamento hanno mostrato che i risultati degli interventi effettuati per sigillare le vie di ingresso del radon, da soli, non sono sufficienti a ridurre sensibilmente e in modo duraturo la concentrazione di radon negli edifici. L'impiego di interventi di depressurizzazione del suolo rispetto all'edificio è considerato il metodo più efficace.

con il suolo

Il metodo dell'edificio sia a diretto contatto con il terreno, l'intervento consiste nel sottosuolo tramite uno o più pozzi di raccolta ad una profondità di 0,6-1 m, raccolta in questi pozzi scavati sotto il pavimento e dispersa verso l'esterno. La posizione del pozzo di raccolta dovrebbe essere centrale rispetto alla casa e realizzabile e comunque possibile intervenire con più pozzi in posizioni diverse.

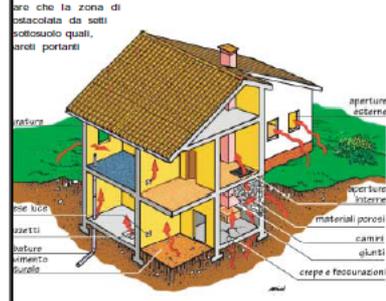


Fig. 3 - Punture di infiltrazione del radon nell'edificio

o vespaio e locali interrati o seminterrati

Le indicazioni per l'aerazione del vespaio o vuoto sanitario sopra illustrate, non risolvono il problema, per la presenza di locali interrati o seminterrati a diretto contatto con il suolo. Questi ambienti infatti potrebbero diventare zone di accumulo, o quindi di diffusione agli altri ambienti, del radon. Oltre ad una corretta aerazione degli ambienti seminterrati e ad un isolamento dalla restante parte dell'edificio, potrebbe essere necessario applicare le tecniche di depressurizzazione illustrate per gli edifici a diretto contatto con il suolo.

Protezione delle nuove costruzioni

Per la protezione dal radon delle nuove costruzioni, si stanno diffondendo tecniche che, in linea di principio, si basano sulla ventilazione ad aspirazione naturale o forzata dell'aria del suolo e sono diversificate in funzione della tipologia costruttiva e delle caratteristiche geologiche del terreno. Nell'esempio tipico di Fig. 4 è evidenziato: uno strato di ghiaia (A) permeabile al gas sotto la soletta controllera per permettere al radon di raggiungere facilmente il tubo perforato di raccolta del gas (B) che si collega al condotto di aspirazione (C) (tubo in PVC o simile da 8-10 cm di diametro) fissato lungo una parete della casa che oltrepassa il tetto e che può essere dotato di un aspiratore elettrico (D) per aumentare la depressione sotto la soletta; il sistema viene completato da una membrana impermeabile (E) disposta tra la soletta controllera e lo strato di ghiaia per impedire l'infiltrazione del calcareizzato. Nel caso di fondazioni con intercapedine, la membrana viene installata sul terreno. Tutti i giunti (F) tra muri e solette di fondazione, fori di passaggio, tubi, sigillati con appositi mastici.

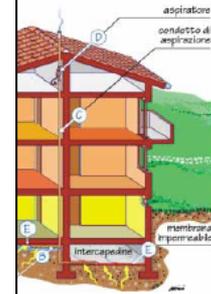


Fig. 4 - Protezione del radon in edifici nuovi

Nella nostra regione

Il Dipartimento di Sanità e l'ENEA hanno promosso una campagna nazionale per la riduzione del radon indoor in Italia, effettuata nella nostra regione dal Gruppo di lavoro per la Radioattività Ambientale (GRPA) di Udine. L'indagine ha mostrato che la concentrazione di radon in abitazioni è in generale molto elevata. Il Friuli Venezia Giulia con 96 Bq/m³ si situa tra le regioni dove è stata registrata la media di radon. Anche all'interno della nostra regione la situazione non è uniforme. Una prima completa valutazione delle aree a maggior rischio è stata effettuata dalla ARPA FVG, effettuata dall'ARPA FVG, in tutti i comuni della regione che ha interessato oltre 1200 scuole e che si concluderà nel dicembre 2001.

Interventi ed assistenza possono essere richiesti agli uffici dell'ARPA FVG, Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente del Friuli Venezia Giulia in qualità dell'ARPA, P.le Università, 10 - 33100 Udine - Tel. 0432/479291-2-3 - e-mail: arpmi@arpa.fvg.it

Via Teagorica, 91 - 33100 Udine
Telefono: 0432/479291-2-3
e-mail: arpmi@arpa.fvg.it

In collaborazione con il Dipartimento di Ingegneria Civile dell'Università di Udine



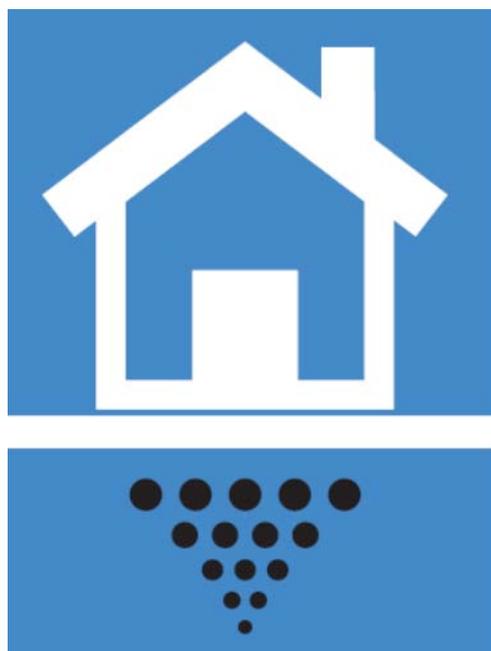
RADON

MISURE PER 1000 FAMIGLIE



ARPA FVG propone 4 incontri informativi in cui saranno distribuiti gratuitamente **1000 dosimetri** per effettuare le misure presso le abitazioni del Friuli Venezia Giulia. Ognuno potrà dare il **suo contributo** al monitoraggio della radioattività naturale nel proprio territorio.





Grazie per la vostra attenzione

Prossimo webinar:
Radon corso avanzato
giovedì 22 ottobre ore 10.00