AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL
**29. Landesagentur für Umwelt und Klimaschutz**
29.8. Labor für Luftanalysen und Strahlenschutz

PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE
**29. Agenzia provinciale per l'ambiente e la tutela del clima**
29.8. Laboratorio Analisi aria e radioprotezione

# Interazione del rischio radon con le tecniche di contenimento energetico

12.04.2024

Luca Verdi, Clara Peretti

# Laboratorio analisi aria e radioprotezione

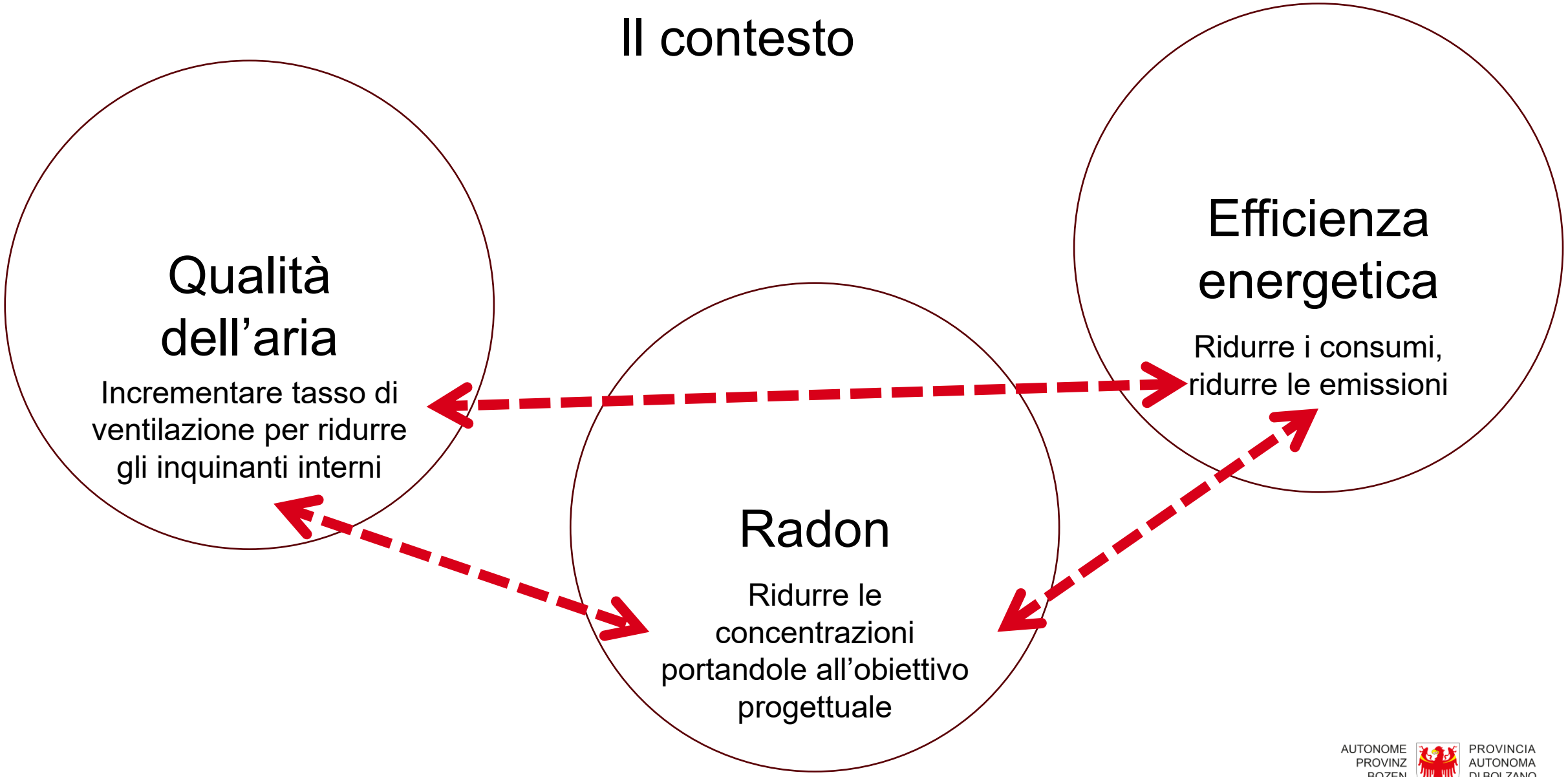
- **Qualità dell´aria**: outdoor e indoor

  outdoor: $PM_{10}$, $NO_2$, Ozono, A22, effetto Canyon

  indoor: scuole (formaldeide - 2012 accreditamento ISO 17025, radon, $CO_2$, VOC)

  emissioni: misure su punti di emissione (inceneritore, industria, …)
- **acustica**: tempo di riverberazione nelle scuole, determinante per l'apprendimento, soprattutto nel caso di inclusione (dal 2010)
- **Radiazioni ionizzanti**: radioattività (sistema di allarme), alimenti e ambiente, radon (dal 1990)
- **Rete UV**
- **Radiazioni non ionizzanti**: elettrosmog, telefonia cellulare, antenne, …

# Il contesto






AUTONOME PROVINZ BOZEN SÜDTIROL
PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO ALTO ADIGE
PROVINZIA AUTONOMA DE BULSAN SÜDTIROL

| **Inquinante** | **Causa/sorgente** |
|---|---|
| Radon | Terreno |
| CO2 | Uomo |
| formaldeide | Materiali |

3 inquinanti – 3 cause – 1 soluzione?

| Inquinante | Causa/sorgente |
| --- | --- |
| Radon | Terreno |
| CO2 | Uomo |
| formaldeide | Materiali |

Efficientamento energetico

3 inquinanti – 3 cause – 1 soluzione?

| Inquinante | Causa/sorgente |
| --- | --- |
| Radon | Terreno |
| CO2 | Uomo |
| formaldeide | Materiali |

COVID!

Efficientamento energetico

3 inquinanti – 3 cause – 1 soluzione?

| Inquinante | Causa/sorgente |
| --- | --- |
| Radon | Terreno |
| $CO_2$ | Uomo |
| Formaldeide | Materiali |

Efficientamento energetico!

Efficientamento energetico

COVID!

3 inquinanti – 3 cause – 1 soluzione?

# La letteratura scientifica su radon ed efficienza energetica (1/2)

- I principali studi sono stati condotti in **Svizzera**, in **Germania**, nel **Regno Unito** e in **Russia**.
- Un recente studio **italiano** (Portaro et al., 2024) conferma i risultati ottenuti negli altri studi
- Negli edifici riqualificati si possono rilevare concentrazioni di radon elevate a causa dell'**ermeticità dell'involucro** quando questi non vengano correttamente progettati.

# La letteratura scientifica su radon ed efficienza energetica (2/2)

- **Correlazione** tra alcuni interventi di efficientamento energetico e l'aumento della concentrazioni di radon
- Alcune misure di efficientamento energetico sono responsabili della **riduzione del tasso di ventilazione** negli edifici e dell'aumento del radon indoor. Tale aspetto è anche legato alla modifica del differenziale di pressione interno/esterno causata dalla riduzione del tasso di ventilazione.
- La **sostituzione delle finestre** è l'intervento che è correlato al maggior aumento delle concentrazioni di radon, se non abbinato ad un sistema di ventilazione adeguato
- I seminterrati abitabili presentano potenziale di rischio radon maggiore
- È necessario affrontare il tema del radon **congiuntamente** con quello del risanamento energetico
- Le **abitudini abitative** incidono nelle concentrazioni di radon.

# Radon vs efficientamento energetico

Molta letteratura, fra cui:



Sustainable Cities and Society 42 (2018) 100–106

Contents lists available at ScienceDirect

Sustainable Cities and Society

journal homepage: www.elsevier.com/locate/scs

Effects of buildings' refurbishment on indoor air quality. Results of a wide survey on radon concentrations before and after energy retrofit interventions

Luca Pampuri[a], Paola Caputo[b,*], Claudio Valsangiacomo[a]

[a] Radon Competence Centre, University of Applied Sciences and Arts of Southern Switzerland (SUPSI), Campus Trevano, CH-6952 Canobbio, Switzerland
[b] Architecture, Built Environment and Construction Engineering Department, Politecnico di Milano, Via Bonardi 9, 20133 Milano, Italy

154 edifici con risanamento energetico

| | prima | dopo |
|---|---|---|
| media | 156 Bq/m3 | 190 Bq/m3 |
| 75° percentile | 190 Bq/m3 | 238 Bq/m3 |



AUTONOME PROVINZ BOZEN SÜDTIROL
PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO ALTO ADIGE
PROVINZIA AUTONOMA DE BULSAN SÜDTIROL

# Effetto della sostituzione degli infissi

*atmosphere*

MDPI

*Article*

**Indoor Radon Surveying and Mitigation in the Case-Study of Celleno Town (Central Italy) Located in a Medium Geogenic Radon Potential Area**

Manuela Portaro [1], Ilaria Rocchetti [1], Paola Tuccimei [1,*], Gianfranco Galli [2], Michele Soligo [1], Giancarlo Ciotoli [3], Cristina Longoni [4], Dino Vasquez [4] and Federica Sola [1]

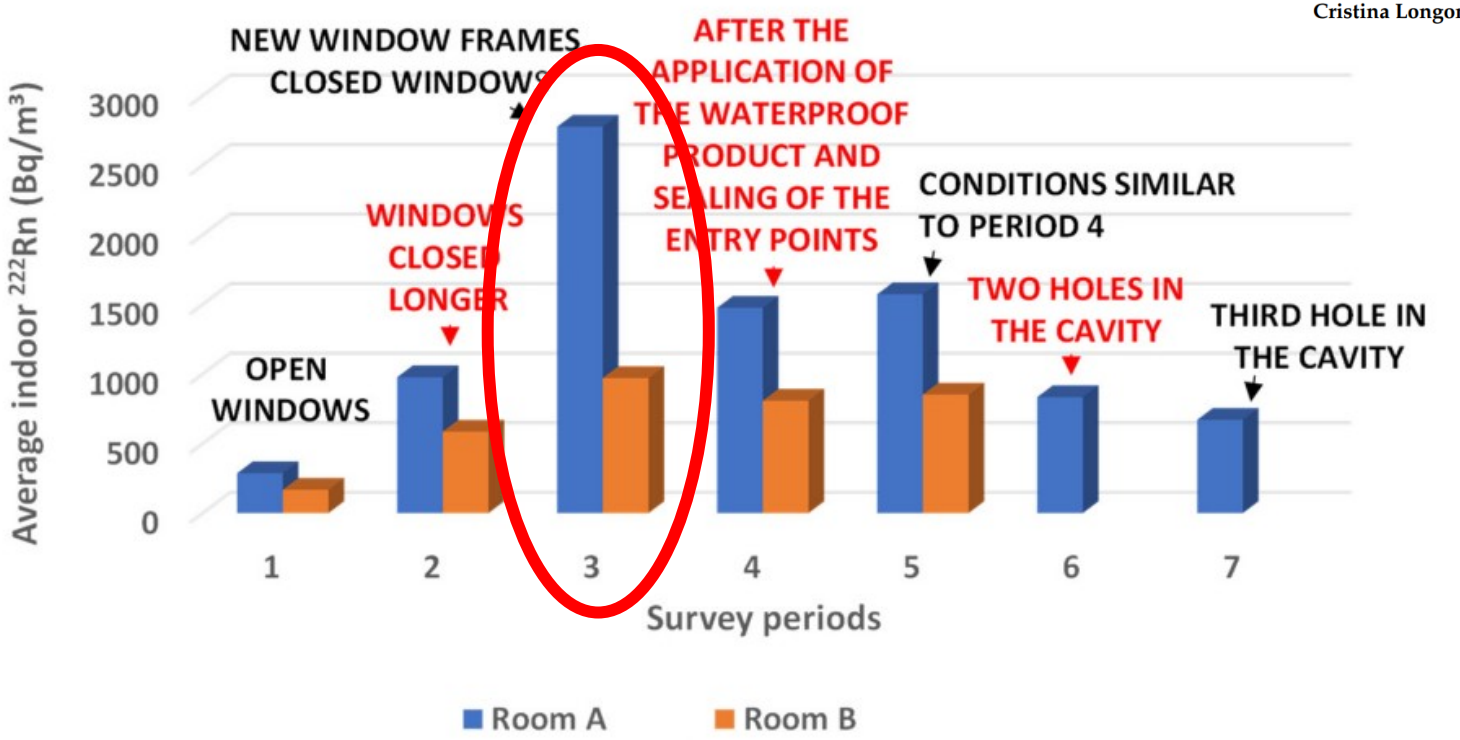



**Figure 2.** Average radon data in rooms A and B during seven segments of the survey period from 12 October 2022 to 13 April 2023. See Table 2.

# PNAR (Piano Nazionale d'Azione per il Radon)

Nella Gazzetta Ufficiale n. 43 del 21 febbraio 2024 è stato pubblicato il DPCM 11 gennaio 2024 recante '**Adozione del piano nazionale d'azione per il radon 2023-2032'**

La tematica del radon e dell'efficienza energetica viene approfondita nel PNAR:

- Premessa
- Azione 2.7
- Obiettivi

# PNAR - Premessa

Per quanto riguarda il risparmio o efficientamento energetico, sono disponibili vari incentivi economici che hanno recentemente dato un notevole impulso agli interventi sugli edifici. Come è dimostrato da numerosi studi, tali interventi possono produrre un aumento della concentrazione di radon indoor specialmente se realizzati con modalità che non tengono conto del loro impatto sulla concentrazione di radon e se non vengono contemporaneamente abbinati interventi di risanamento da radon. Questo può rappresentare un problema rilevante per il raggiungimento degli obiettivi di riduzione dell'esposizione al radon e dei casi di tumore polmonare associati. Gli interventi riguardanti l'efficientamento energetico degli edifici devono quindi tenere conto del radon affinché nell'ambito del medesimo intervento edilizio si abbia un risanamento dal punto di vista sia energetico sia del radon. Va assolutamente evitato che un intervento di risparmio energetico causi un peggioramento della esposizione al radon.

# PNAR

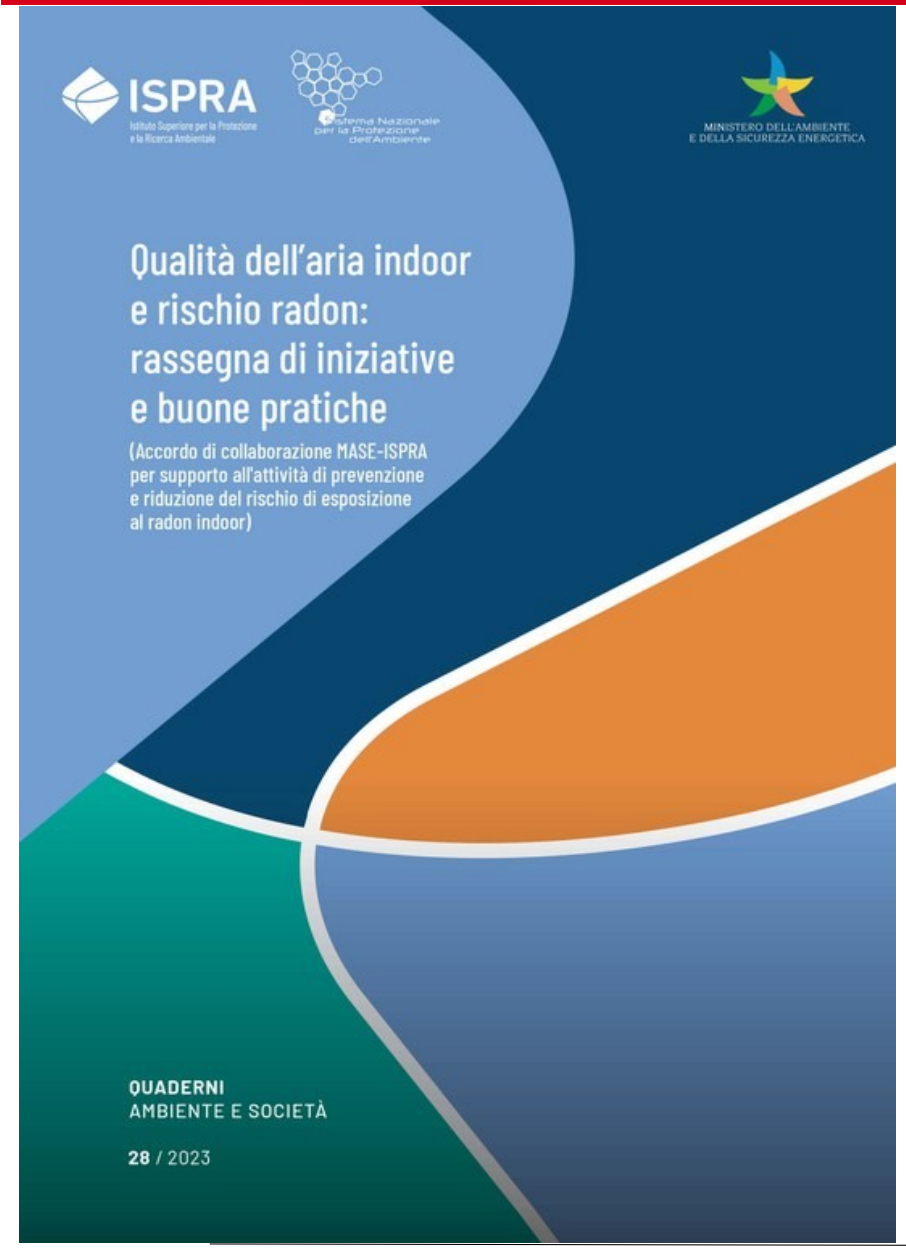
- **Azione 2.7 Connessioni con programmi di qualità dell'aria indoor ed efficientamento energetico**

L'obiettivo da perseguire nell'ambito di questa Azione è armonizzare e coordinare gli interventi e le politiche legati al radon con quelli finalizzati all'efficientamento energetico degli edifici e al miglioramento della qualità dell'aria indoor.

La strategia deve individuare come priorità iniziale gli edifici scolastici senza tralasciare gli ambienti di lavoro e le abitazioni. I regolamenti edilizi comunali dovranno tenerne conto.

# PNAR, Obiettivi - Inserimento del radon nell’attestato di prestazione energetica e/o incentivi

A tal fine, oltre alle azioni di promozione e sensibilizzazione di nuovo poste principalmente in carico alle Regioni e Province autonome, sarebbe certamente utile l'introduzione di specifici incentivi economici statali o regionali, o anche l'introduzione di una voce specifica sul valore di concentrazione del radon nell'ambito della certificazione energetica già obbligatoria ex lege nei contratti di compravendita e locazione, almeno dal 1 gennaio 2025 quando ci si aspetta che in tutti gli edifici di nuova costruzione sia rispettato il valore di 200 Bq/m3 , anche a fini di equità del mercato immobiliare. Per quanto riguarda il risparmio o efficientamento energetico, sono disponibili vari incentivi economici che hanno recentemente dato un notevole impulso agli interventi sugli edifici. Come è stato dimostrato da diversi studi [47,48,49], tali interventi possono produrre un aumento della concentrazione di radon se realizzati con modalità che non tengono conto del loro impatto sulla concentrazione di radon indoor e se non vengono contemporaneamente abbinati interventi di risanamento da radon. Questo può rappresentare un problema rilevante per il raggiungimento degli obiettivi di riduzione dell’esposizione al radon e dei casi di tumore polmonare associati. Gli interventi riguardanti l’efficientamento energetico degli edifici devono quindi tenere conto del radon affinché nell’ambito del medesimo intervento edilizio si abbia un miglioramento dal punto di vista sia energetico sia dell’esposizione al radon.


ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente
MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA SICUREZZA ENERGETICA
Qualità dell'aria indoor e rischio radon: rassegna di iniziative e buone pratiche
(Accordo di collaborazione MASE-ISPRA per supporto all'attività di prevenzione e riduzione del rischio di esposizione al radon indoor)
QUADERNI
AMBIENTE E SOCIETÀ
28 / 2023


ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente
MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA SICUREZZA ENERGETICA
Qualità dell'aria indoor e rischio radon in Italia e realtà confrontabili:
la normativa, la letteratura scientifica, le certificazioni energetiche
(Accordo di collaborazione MASE-ISPRA per supporto all'attività di prevenzione e riduzione del rischio di esposizione al radon indoor)
QUADERNI
AMBIENTE E SOCIETÀ
27 / 2023

# Certificazioni di sostenibilità e di efficienza energetica

**CasaClima School R**

Linee guida

edifici scolastici da riqualificare

KlimaHaus CasaClima® School

**Direttiva Tecnica CasaClima Nature**

**Settembre 2017**

# Il tema del radon

## Edifici nuovi

| V2 Qualità dell'ambiente interno | |
|---|---|
| **REQUISITO** V2a: | Verifica del pericolo da gas radon e adozione di eventuali misure preventive: limite di concentrazione media annua di riferimento ≤ 200 Bq/m³ |
| **REQUISITO** V2b: | Requisiti minimi per la qualità dell'aria interna (aule): |
| 1. | Obbligo di ventilazione meccanica controllata con recupero di calore |
| 2. | Utilizzo di prodotti/materiali per l'interno e per gli arredi a basse emissioni di sostanze inquinanti |
| 3. | Misurazione della qualità dell'aria interna a lavori conclusi (richiesta solo nel caso non siano ottemperati i precedenti criteri) |

## Edifici da riqualificare

**AMBIENTE**

| V2 Qualità dell'ambiente interno | |
|---|---|
| **REQUISITO** V2a: | Verifica del pericolo da gas radon e adozione delle eventuali precauzioni progettuali: concentrazione media annua ≤ 300 Bq/m³ |
| **REQUISITO** V2b: | Requisiti minimi per la qualità dell'aria interna (aule): |
| 1. | Obbligo di ventilazione meccanica controllata con recupero di calore<br>Dove tecnicamente non fattibile: ventilazione naturale o ibrida con rilevatori/segnalatori di $CO_2$ |
| 2. | Utilizzo di prodotti/materiali per l'interno (di nuova installazione) a basse emissioni di sostanze inquinanti |
| 3. | Misurazione della qualità dell'aria interna a lavori conclusi (requisito non richiesto se è presente una ventilazione meccanica controllata) |

**Possibili contromisure per la riduzione del rischio radon**

I possibili provvedimenti da adottare in fase di progettazione/costruzione dell'edificio vanno modulati in funzione della zona di rischio o di rischio localizzato e della destinazione d'uso dei locali (completamente o parzialmente interrati o contro terreno).

Come classe di rischio bassa (≤ 200 Bq/m³) va intesa la classe più bassa definita nelle mappe regionali/provinciali oppure negli elenchi regionali/provinciali o le aree non definite come prioritarie secondo D.Lgs 101/2020.

# Edifici esistenti, da riqualificare, CasaClima School

**Requisiti per la protezione dal gas radon**

Gli interventi di riqualificazione energetica possono influire negativamente sulla problematica radon in quanto essi modificano la tenuta all'aria dell'involucro dell'edificio con conseguenti variazioni delle condizioni di pressione e del tasso di ricambio dell'aria all'interno dell'edificio e possibile aumento del tasso di ingresso del radon nell'edificio.

Inoltre, se un sistema di isolamento termico non è installato correttamente, l'aria proveniente dal sottosuolo contenente radon può infiltrarsi nell'edificio attraverso le fessure tra l'isolamento termico e le pareti a contatto con il terreno ed entrare poi all'interno dell'edificio attraverso punti non a tenuta.

Per questo, prima di procedere con una riqualificazione energetica dell'involucro edilizio, è sempre importante conoscere l'effettiva concentrazione di radon presente negli ambienti, soprattutto nel caso di ambienti riscaldati e occupati a diretto contatto con il terreno o nel caso di edifici collocati in zone a elevato rischio radon in modo da poter intervenire con misure appropriate.

| **Valutazione della presenza di una problematica radon nell'edificio esistente** | **Livello di riferimento oltre cui adottare obbligatoriamente provvedimenti di risanamento** |
|---|---|
| Valutazione mediante mappa del radon + misurazione prima della riqualificazione energetica nel caso la zona sia a rischio (> 300 Bq/m³) o ci siano locali regolarmente occupati a contatto diretto con il terreno | 300 Bq/m³ (concentrazione media annua) |

Le **misurazioni di concentrazione di gas radon** da effettuarsi prima dell'avvio dei lavori di riqualificazione possono essere sia di lungo periodo, oppure nel caso questo non sia fattibile, possono essere anche di breve durata.

**Misurazione di lungo periodo con dosimetro passivo**: si tratta di un contenitore di materiale plastico di piccole dimensioni che ospita un elemento sensibile al radon. Esso non necessita di alimentazione elettrica, non emette alcuna sostanza o radiazione e fornisce un valore medio della concentrazione di radon in aria nel periodo di esposizione

# Edifici esistenti, da riqualificare, CasaClima School

**Misurazione di breve periodo con strumentazione attiva:** in casi particolari, laddove una misura di lungo periodo non sia disponibile o non sia fattibile, si può utilizzare anche strumentazione attiva alimentata elettricamente (batteria o rete). La misura è più complessa soprattutto per quanto riguarda la corretta lettura dei risultati e per questo si richiede sia eseguita da personale esperto (esperto di radioprotezione). Il principale vantaggio della strumentazione attiva è quello di visualizzare in tempo reale la concentrazione di gas radon negli ambienti e permettere un'analisi del suo andamento nel tempo. La misura attiva di breve durata non si sostituisce alla misura della durata di un anno, come prevista dalla legge, ma può essere indicata per la pianificazione di interventi di bonifica in previsione di una riqualificazione.

Nel caso in cui non fosse rispettato il limite di concentrazione richiesto o fossero identificate situazioni di rischio è necessario intervenire con **provvedimenti di risanamento radon**. In questi casi è sempre richiesto un piano di risanamento radon con relative misure di intervento redatto da un esperto in intervento di risanamento radon ai sensi dell'articolo 15 del D.Lgs 101/2020.

# Divulgazione

## Radon

Effetti del risanamento energetico





Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Dipartimento federale dell'interno DFI
**Ufficio federale della sanità pubblica UFSP**

Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL
Landesagentur für Umwelt
PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE
Agenzia provinciale per l'ambiente

Bayerisches Landesamt für Umwelt

LAND OBERÖSTERREICH

AGES

## Effetti dei risanamenti energetici

I risanamenti energetici (come p. es. il montaggio di finestre e porte d'entrata a maggiore tenuta stagna o di barriere-vapore sul tetto) modificano la permeabilità dell'involucro dell'edificio. In tal modo vengono influenzati i rapporti di pressione, nonché gli indici di ricambio d'aria e gli indici di infiltrazione del radon.

In modo analogo, nel caso in cui una parete non sia stata costruita secondo lo stato attuale della tecnica, è possibile che l'applicazione di un'isolazione termica permetta la risalita di aria del suolo ricca di radon attraverso le intercapedini formatesi tra l'isolazione e la muratura e che il gas si diffonda all'interno dell'edificio attraverso i punti non stagni.

Tali effetti possono provocare un notevole aumento della concentrazione di radon nei locali interni.



La prevenzione delle infiltrazioni di radon è solo possibile mediante un risanamento eseguito a regola d'arte.



I risanamenti hanno un influsso sull'ermeticità dell'involucro dell'edificio.

# Quali strategie?

**Quali strategie per ridurre il radon?**

1. realizzazione di sistemi di depressurizzazione attiva del suolo, interni o esterni all'edificio (rimozione)
2. ventilazione naturale o forzata del vespaio (rimozione)
3. ventilazione meccanica degli ambienti interni (diluzione)
4. *sigillatura di crepe, canali, impianti e/o installazione di membrane antiradon (integrativa rispetto a 3.)*

**Quali strategie per la qualità dell'aria?**

- Rimozione inquinanti prodotti da arredi, fonti interne e esterne, ..
- Ricambio dell'aria
  - Aerazione con misuratori di $CO_2$ oppure temporizzata
  - ventilazione meccanica degli ambienti interni (diluzione)

# Quali strategie?

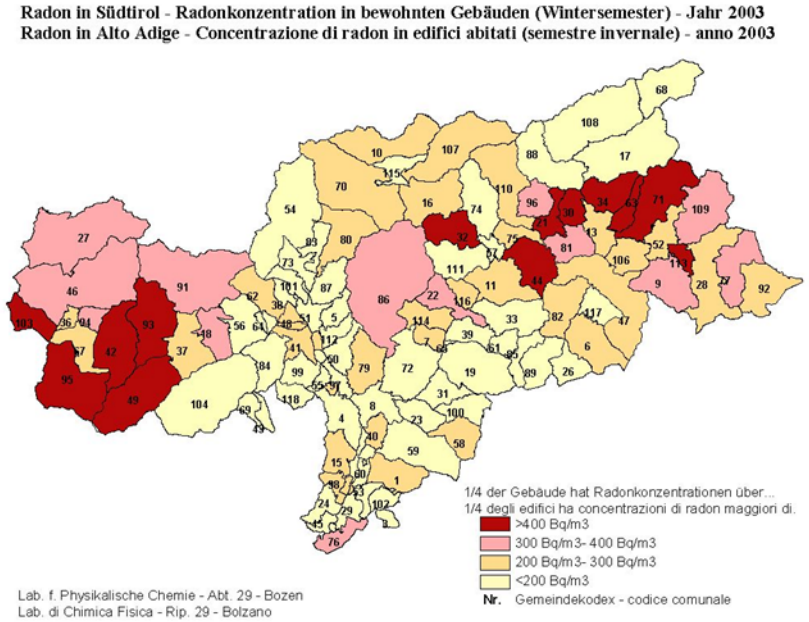
**Quali strategie per ridurre il radon?**

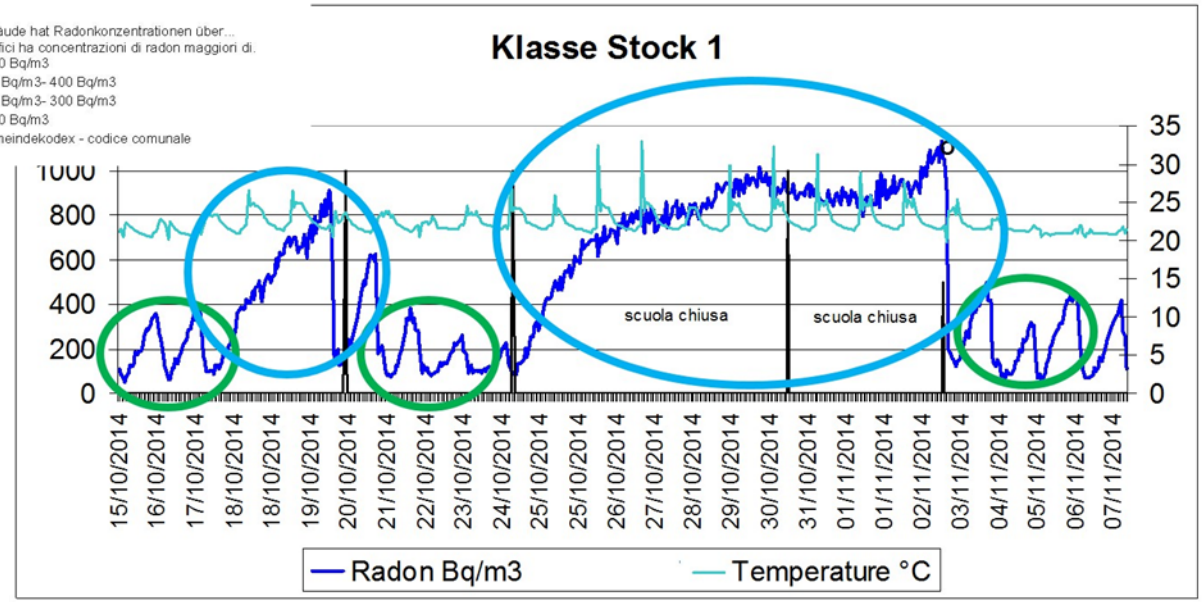
1. realizzazione di sistemi di depressurizzazione attiva del suolo, interni o esterni all'edificio (rimozione)
2. ventilazione naturale o forzata del vespaio (rimozione)
3. ventilazione meccanica degli ambienti interni (diluzione)
4. *sigillatura di crepe, canali, impianti e/o installazione di membrane antiradon (integrativa rispetto a 3.)*

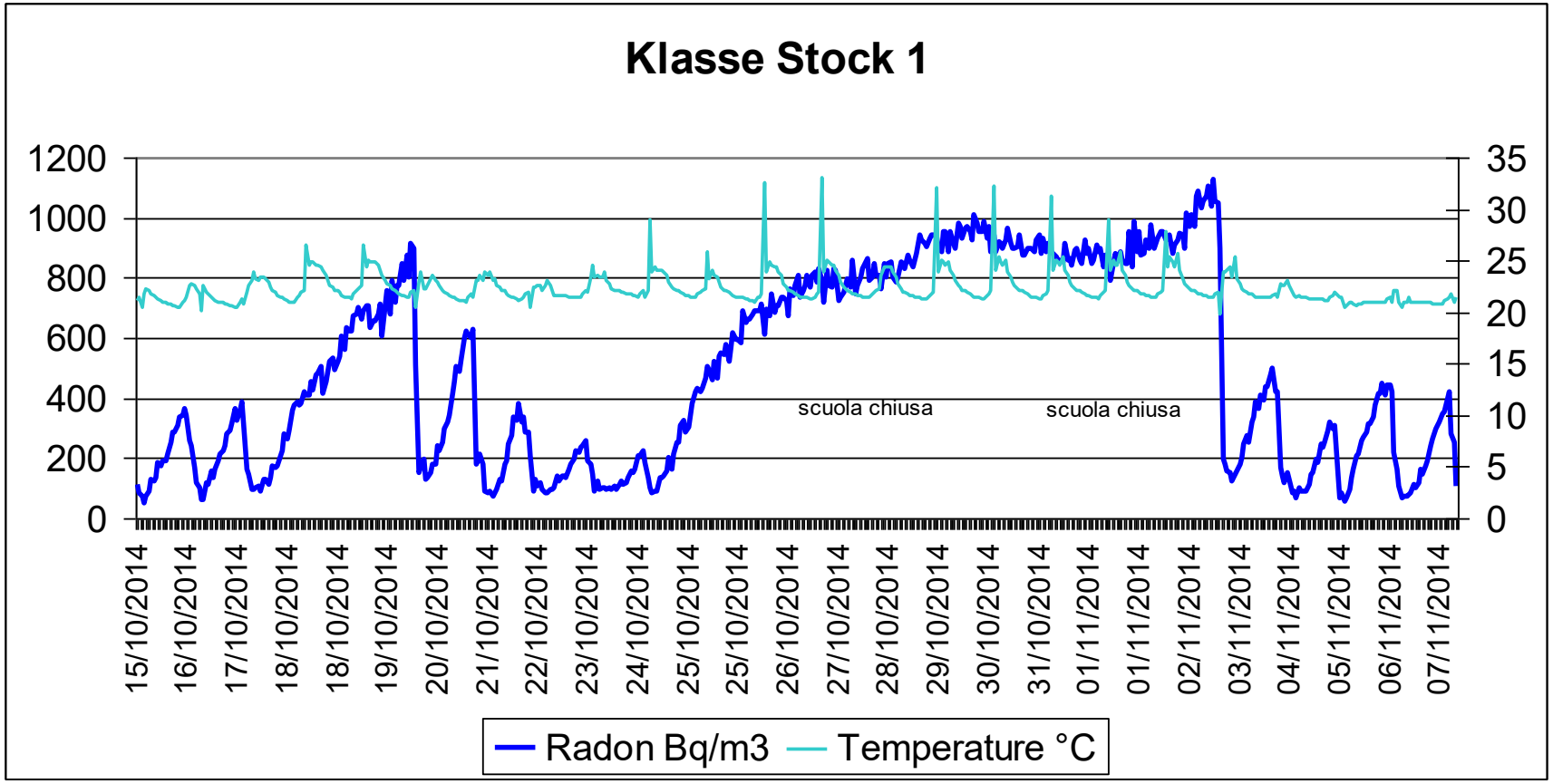
**Quali strategie per la qualità dell'aria?**

- Rimozione inquinanti prodotti da arredi, fonti interne e esterne, ..
- Ricambio dell'aria
  - Aerazione con misuratori di $CO_2$ oppure temporizzata
  - ventilazione meccanica degli ambienti interni (diluzione)

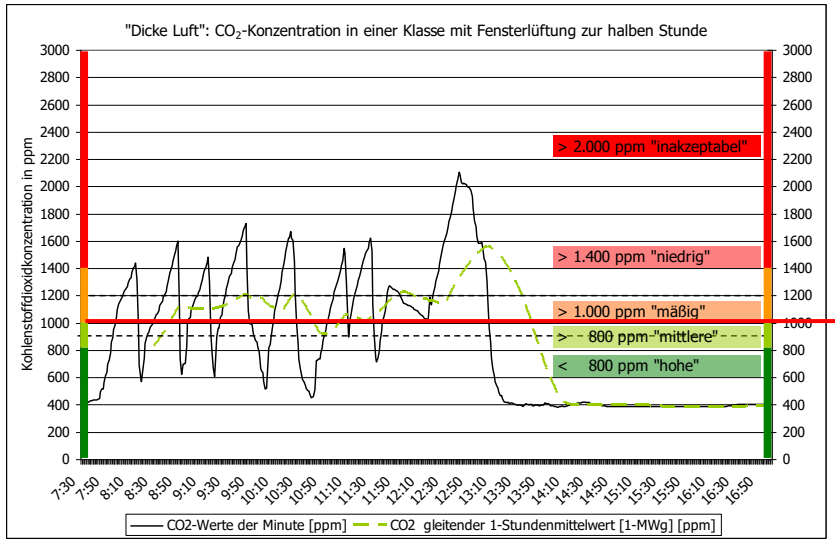
# Radon

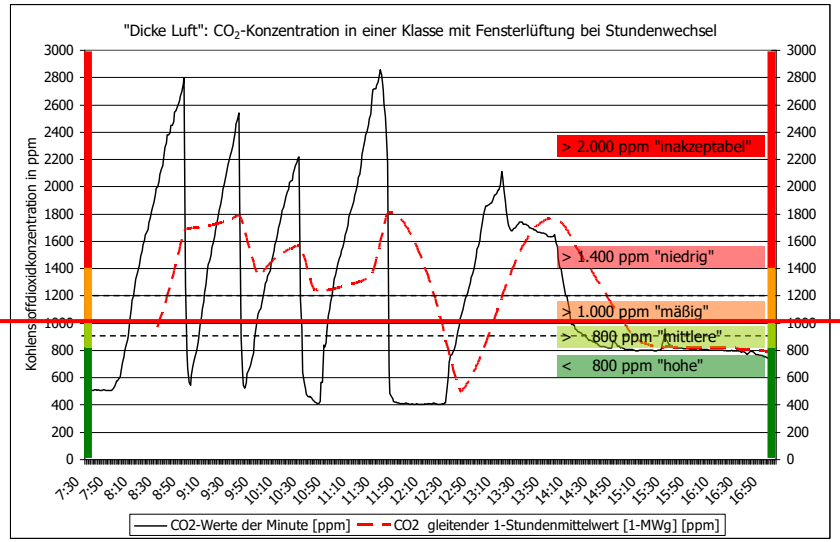

Radon in Südtirol - Radonkonzentration in bewohnten Gebäuden (Wintersemester) - Jahr 2003
Radon in Alto Adige - Concentrazione di radon in edifici abitati (semestre invernale) - anno 2003
1/4 der Gebäude hat Radonkonzentrationen über...
1/4 degli edifici ha concentrazioni di radon maggiori di.
>400 Bq/m3
300 Bq/m3- 400 Bq/m3
200 Bq/m3- 300 Bq/m3
<200 Bq/m3
Nr. Gemeindekodex - codice comunale
Lab. f. Physikalische Chemie - Abt. 29 - Bozen
Lab. di Chimica Fisica - Rip. 29 - Bolzano

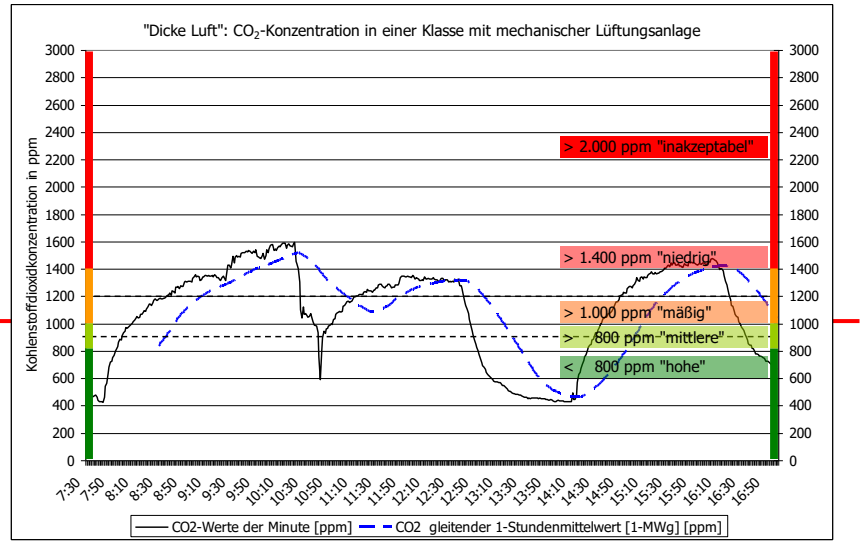

Klasse Stock 1
scuola chiusa
scuola chiusa
Radon Bq/m3
Temperature °C


Klasse Stock 1
1200
1000
800
600
400
200
0
35
30
25
20
15
10
5
0
scuola chiusa
scuola chiusa
15/10/2014
16/10/2014
17/10/2014
18/10/2014
18/10/2014
19/10/2014
20/10/2014
21/10/2014
22/10/2014
23/10/2014
24/10/2014
25/10/2014
25/10/2014
26/10/2014
27/10/2014
28/10/2014
29/10/2014
30/10/2014
31/10/2014
01/11/2014
01/11/2014
02/11/2014
03/11/2014
04/11/2014
05/11/2014
06/11/2014
07/11/2014
Radon Bq/m3
Temperature °C

# CO2 nelle scuole come indicatore della qualità dell'aria




Apertura finestre ogni mezz'ora

Apertura finestre ogni ora

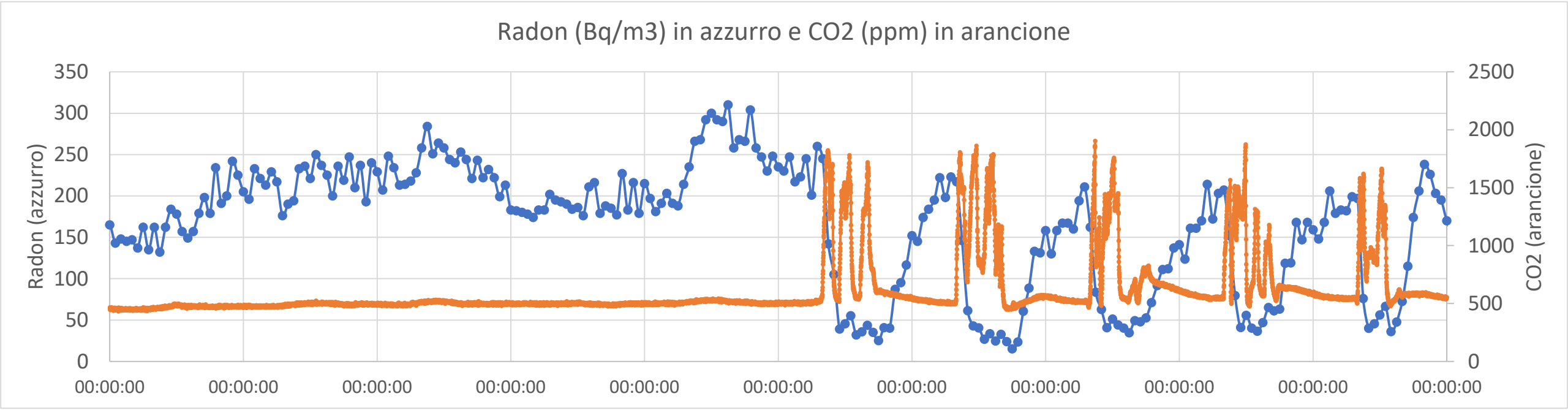
VMC ventilazione meccanica controllata

A Bolzano: Misure in oltre 600 classi, con oltre 10.000 occupanti



AUTONOME PROVINZ BOZEN SÜDTIROL
PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO ALTO ADIGE
PROVINZIA AUTONOMA DE BULSAN SÜDTIROL

# edificio scolastico

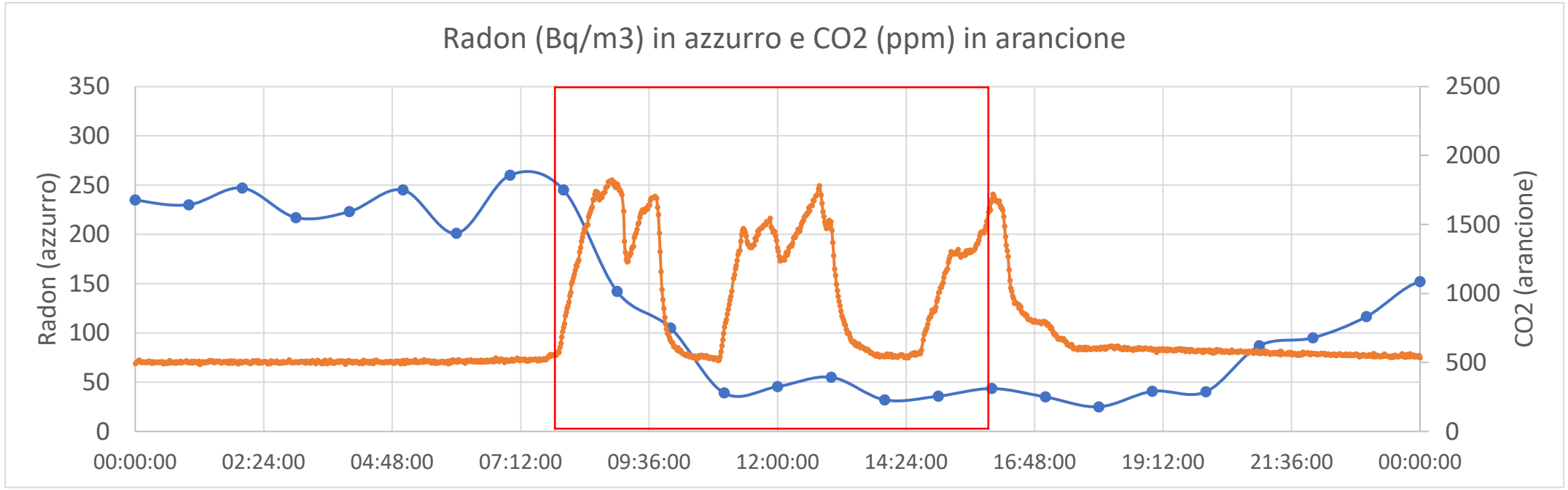



Settimana di vacanza lunedì martedì mercoledì giovedì venerdì



AUTONOME PROVINZ BOZEN SÜDTIROL
PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO ALTO ADIGE
PROVINZIA AUTONOMA DE BULSAN SÜDTIROL

# edificio scolastico




Intervallo di permanenza
degli occupanti
(8.00 – 16.00)

- Concentrazione media nella settimana di vacanza + due fine settimana:
  191 Bq/m$^3$

- Concentrazione media nei giorni di scuola orario 8.00-16.00:
  75 Bq/m$^3$

**Ricambiare l'aria**

- aprire le finestre regolarmente
- aprire le finestre seguendo le indicazioni di un misuratore di $CO_2$
- installare un sistema di ventilazione meccanica

**Ricambiare l'aria**

# Risparmio energetico

- aprire le finestre regolarmente
- aprire le finestre seguendo le indicazioni di un misuratore di $CO_2$
- installare un sistema di ventilazione meccanica

# Il progetto necessARIA

Progetto finanziato dal Ministero della salute nell'ambito del Piano Nazionale Complementare "Salute, Ambiente, Biodiversità, Clima"

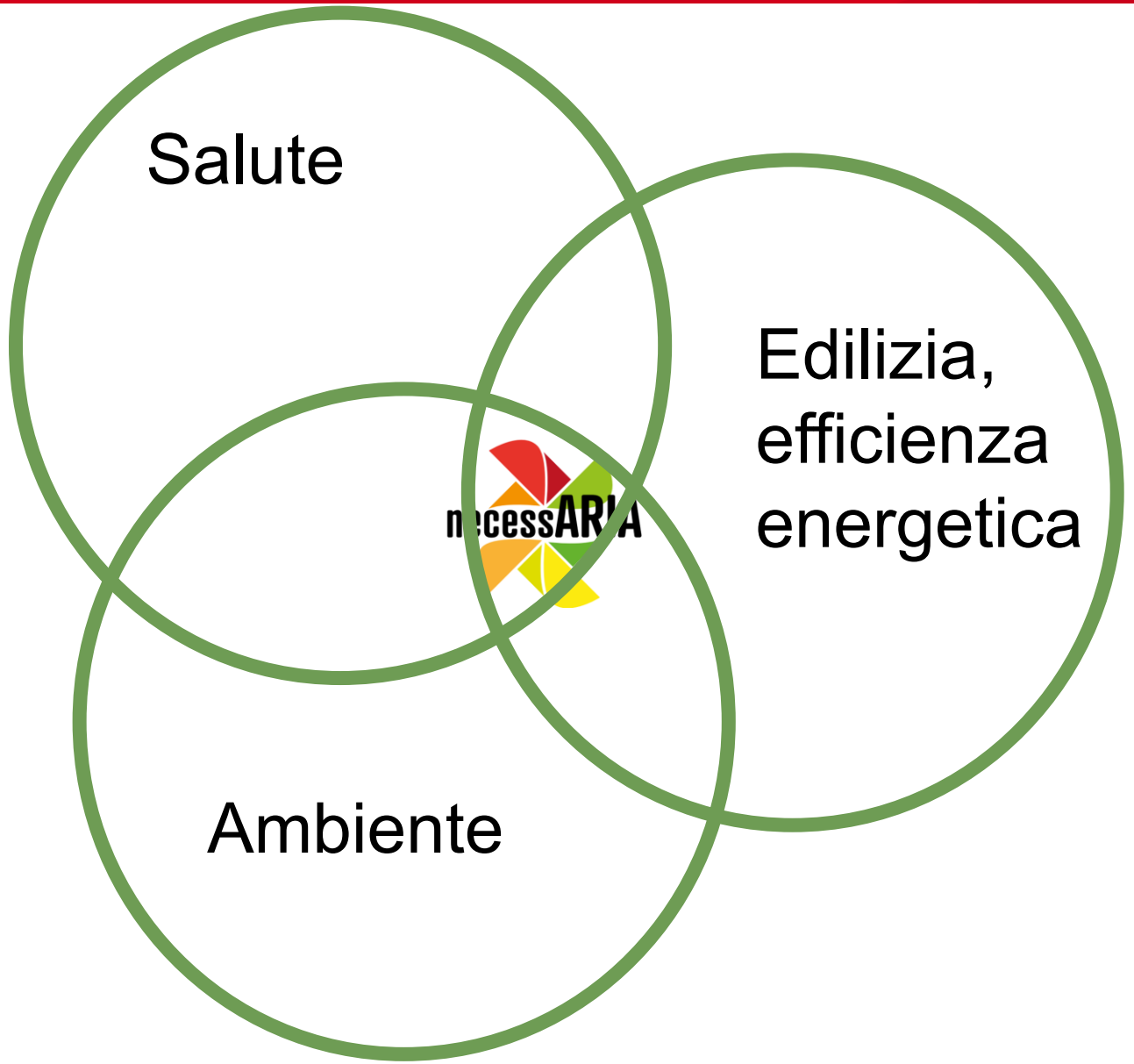
Codice progetto PREV-A-2022-12377013



| | |
|---|---|
| NORD | Provincia Autonoma di Bolzano |
| | |
| CENTRO | Università Marche |
| | Regione Marche |
| | Università Cattolica |
| | |
| SUD | Università Chieti |
| | Università Bari |
| | Regione Abruzzo |



AUTONOME PROVINZ BOZEN SÜDTIROL
PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO ALTO ADIGE
PROVINZIA AUTONOMA DE BULSAN SÜDTIROL


Salute
Edilizia,
efficienza
energetica
Ambiente

| | |
|---|---|
| Ministero della Salute<br>**DIREZIONE GENERALE DELLA PREVENZIONE SANITARIA** | **PIANO NAZIONALE PER GLI INVESTIMENTI COMPLEMENTARI (PNC)**<br>**E.1 SALUTE, AMBIENTE, BIODIVERSITA E CLIMA**<br>**1.4: Promozione e finanziamento di ricerca applicata con approcci multidisciplinari in specifiche aree di intervento salute – ambiente – biodiversita - clima** |
| **Codice progetto:** PREV-A-2022-12377013 | **Tipologia:** Area A |
| **Capofila/Proponente:** Provincia autonoma Bolzano | **Coordinatore:** Verdi Luca |

ALLEGATO 1

# Dati generali progetto

**Tipologia ricerca:** AREA A-1) Prevenzione e riduzione dei rischi per la salute legati all'inquinamento dell'aria interna

**Titolo del progetto:** necessARIA
necessità di strategie efficienti di ricambio dell'aria per la salute degli occupanti negli edifici scolastici

**Capofila/Proponente:** Provincia autonoma Bolzano

**Coordinatore:** Verdi Luca

**Durata (in mesi):** 48

**Costo totale del finanziamento: €** 1.875.680,16

**Di cui richiesto per le UO Sud: €** 796.256,16

# Proposta progettuale

# **necessARIA –** KICK-OFF meeting

## Bolzano, 10 marzo 2023 ore 9.30

presso Scuola Claudiana Via Lorenz Böhler, 13 Bolzano




https://www.necessaria.it/news-eventi/in-detaglio?tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&tx_news_pi1%5Bcontroller%5D...
PROGETTO
UNITÀ OPERATIVE
AREA TECNICA
necessARIA
PRODOTTI
NEWS & EVENTI
VIDEO
EVENTO DEL PROGETTO NECESSARIA - ONLINE E IN PRESENZA 18 APRILE 2024
Si terrà il 18 aprile il convegno del progetto necessARIA: sarà sia in presenza Aula Auditorium Ministero della Salute - Via Giorgio Ribotta, 5 Roma che online
EVENTO DI PROGETTO

# Osservazioni

- È necessario un approccio interdisciplinare
- Parliamo lingue diverse, abbiamo storicamente obiettivi diversi

- rigoroso
- pragmatico ed elastico

- coinvolgimento, informazione, comunicazione.

# Grazie dell’attenzione!

Luca.Verdi@provincia.bz.it