

**I** CONSIGLIO NAZIONALE  
DEGLI INGEGNERI



**ATE** ASSOCIAZIONE  
TECNOLOGI  
PER L'EDILIZIA



**CONVEGNO ON LINE**  
**MERCOLEDÌ 8 FEBBRAIO 2023, ORE 13.45 - 18.30**

**COSTRUZIONI IN CALCESTRUZZO E RADON**  
PROBLEMI E SOLUZIONI IN ACCORDO AL D. Leg. 101/2020

Soluzioni per la prevenzione del rischio Radon nei pavimenti industriali

Evento organizzato con la collaborazione della:

**I** FONDAZIONE  
CONSIGLIO NAZIONALE INGEGNERI



# SIKA ITALIA TM WATERPROOFING

## SOLUZIONI PER LA PREVENZIONE DEL RISCHIO RADON NEI PAVIMENTI INDUSTRIALI

8 FEBBRAIO 2023, ARCH. CRISTIANO BUGNO – BDM WATERPROOFING SIKA ITALIA

### RIFERIMENTI:

ARCH. ALESSANDRO CORNAGGIA, ASSORADON

PROF. MARCO CARESANA, POLIMI

PROF. ILARIA OBERTI, POLIMI

PROF. ENRICO CHIABERTO, ARPA PIEMONTE

BUILDING TRUST



# SIKA: ONE STRONG BRAND

PRESENTE IN **101**  
IN PAESI

PIU' DI **300**  
SITI PRODUTTIVI IN  
TUTTO IL MONDO



Concrete



Waterproofing



Roofing



Building Finishing



Flooring & Coating



Sealing & Bonding



Refurbishment



Industry





## COSA E' IL GAS RADON

Il gas **Radon**  $^{222}\text{Rn}$  è un gas nobile, radioattivo, incolore e inodore derivante dal decadimento radioattivo dell' $^{238}\text{U}$  (Uranio) presente naturalmente nelle rocce e nei suoli quasi ovunque, con concentrazioni variabili a seconda della tipologia di roccia. La fonte principale è ovviamente il suolo, ma anche materiali da costruzione e, in minima parte, l'acqua, possono contenere il gas.

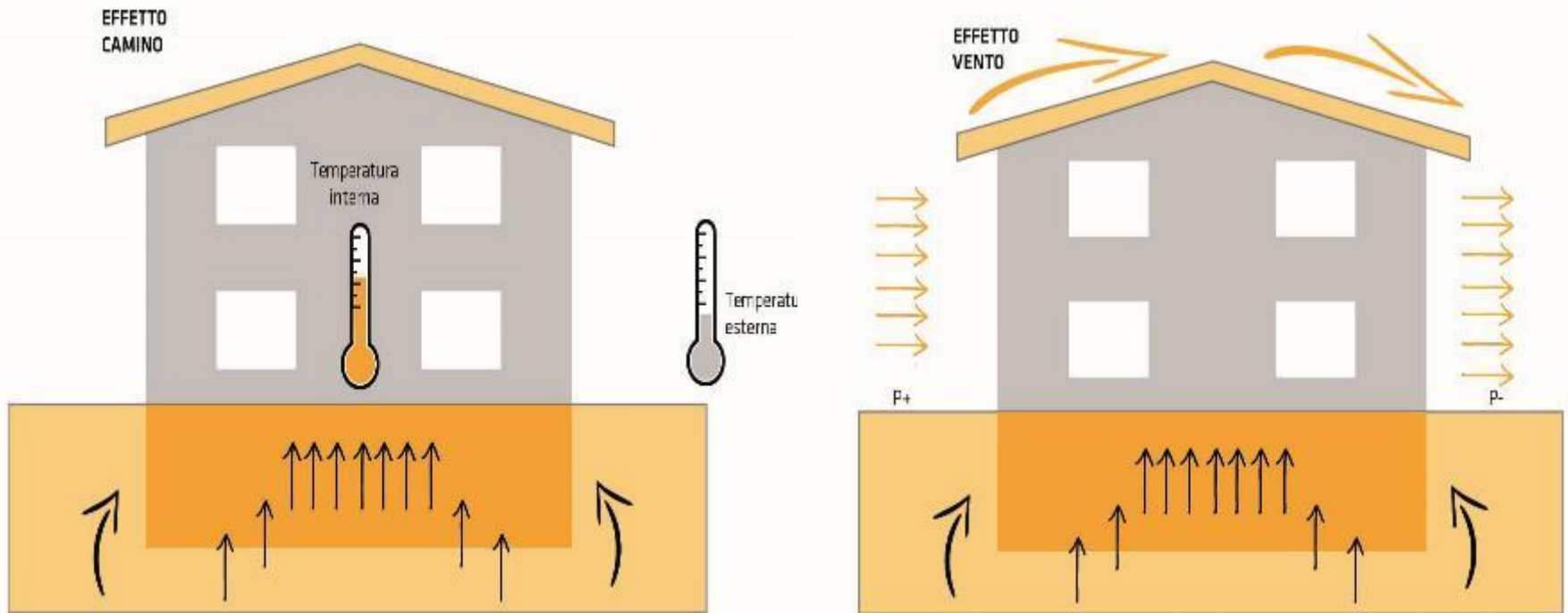
Il tempo di decadimento del Radon, 3,82 giorni, è sufficiente per uscire dal suolo e trovare una facile via di accesso alle costruzioni attraverso crepe, fessure, imperfezioni delle solette, tubazioni o cavidotti.

Per brevità si parla di “**rischio Rn**”, ma la dose (energia per unità di massa rilasciata dalla radiazione) è data in larga parte dai suoi figli cioè i prodotti del decadimento del RN steso.

**Tempo di decadimento o emivita:** viene definito come il periodo di tempo occorrente affinché una frazione particolare degli atomi di un campione puro dell'isotopo cessino di esistere.

# COME ENTRA NEGLI EDIFICI ?

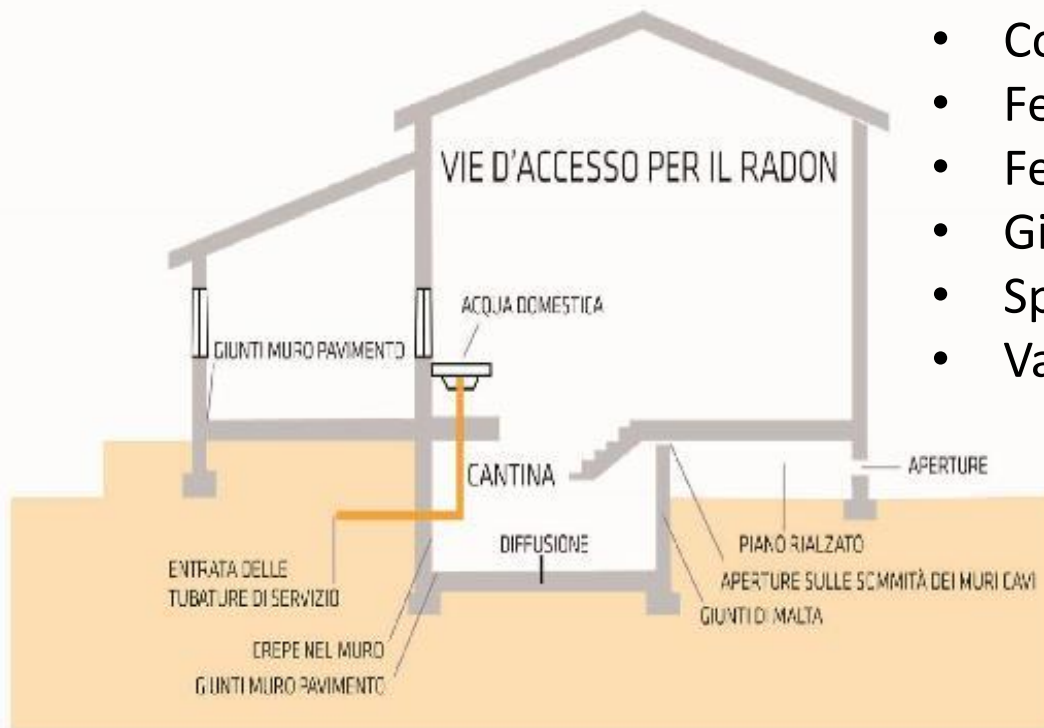
I gas tendono all'equilibrio nei volumi in cui sono contenuti (Legge di Fick), per questo dal terreno il gas tende a spostarsi verso l'interno dell'edificio dove vi è una minore concentrazione



**Piccole differenze di pressione tra terreno e interno del fabbricato sono responsabili dell'ingresso del gas Radon**

# COME ENTRA NEGLI EDIFICI ?

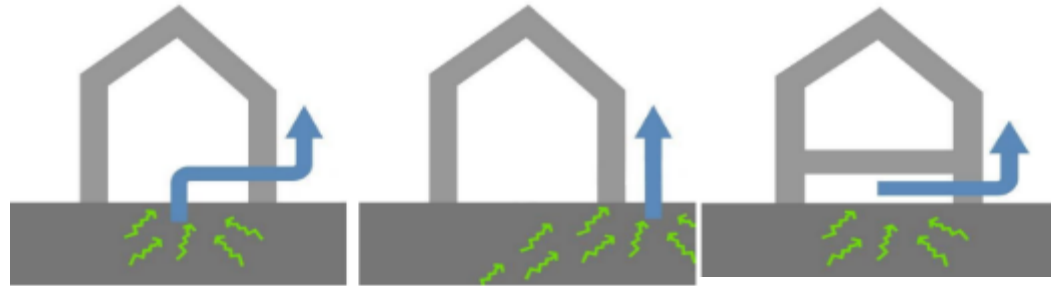
La sua concentrazione viene misurata in **Becquerel/mc (Bq/m<sup>3</sup>)** e rappresenta l'effettiva esposizione all'agente inquinante



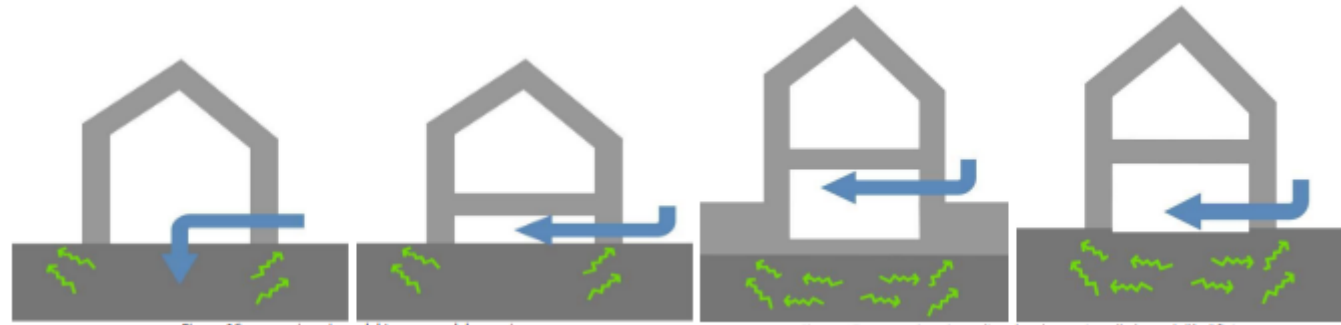
- Fondazioni su roccia o terreni permeabili
- Mancanza di vespaio aerato
- Contatto diretto del primo solaio
- Fessure nei pavimenti
- Fessure nelle pareti e nei muri interrati
- Giunti nell'edificio
- Spazi intorno alle tubature
- Vani interrati abitabili

# TECNICHE DI PREVENZIONE E CONTROLLO

Depressurizzazione  
del sottosuolo



Pressurizzazione  
del sottosuolo



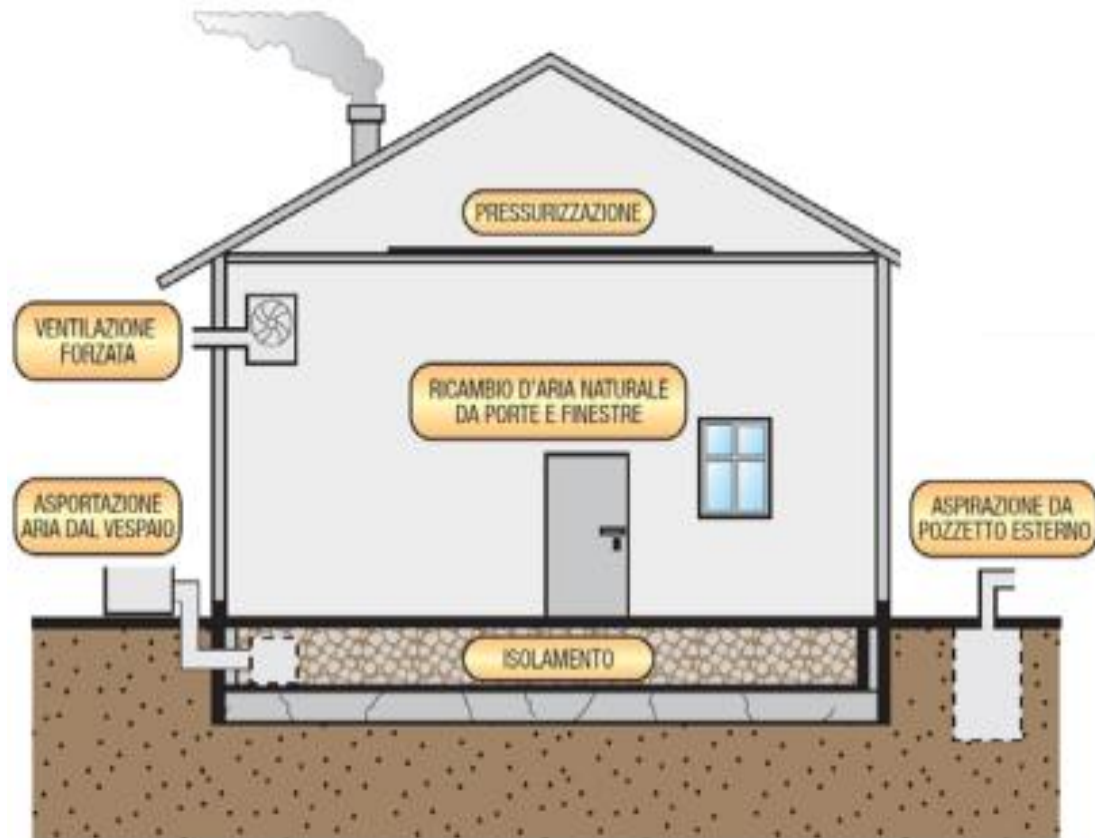
"Barriera"  
impermeabili



**La "barriera" impermeabile risulta efficace se applicata su tutta la superficie del fabbricato e se abbinata alla depressione o pressurizzazione del suolo**

# LE PIU' DIFFUSE TIPOLOGIE DI RISANAMENTO

- Aumento del ricambio d'aria naturale
- Imposizione di un sistema di aerazione forzata
- Pressurizzazione interna (immissione forzata di aria dall'esterno all'interno)
- Depressurizzazione del suolo sottostante l'edificio (aspirazione del Radon)
- Sigillatura di tutti i cavidotti o impianti comunicanti con il terreno
- Posa in nelle solette di apposite barriere Radon impermeabili





# LE TECNICHE DI RISANAMENTO

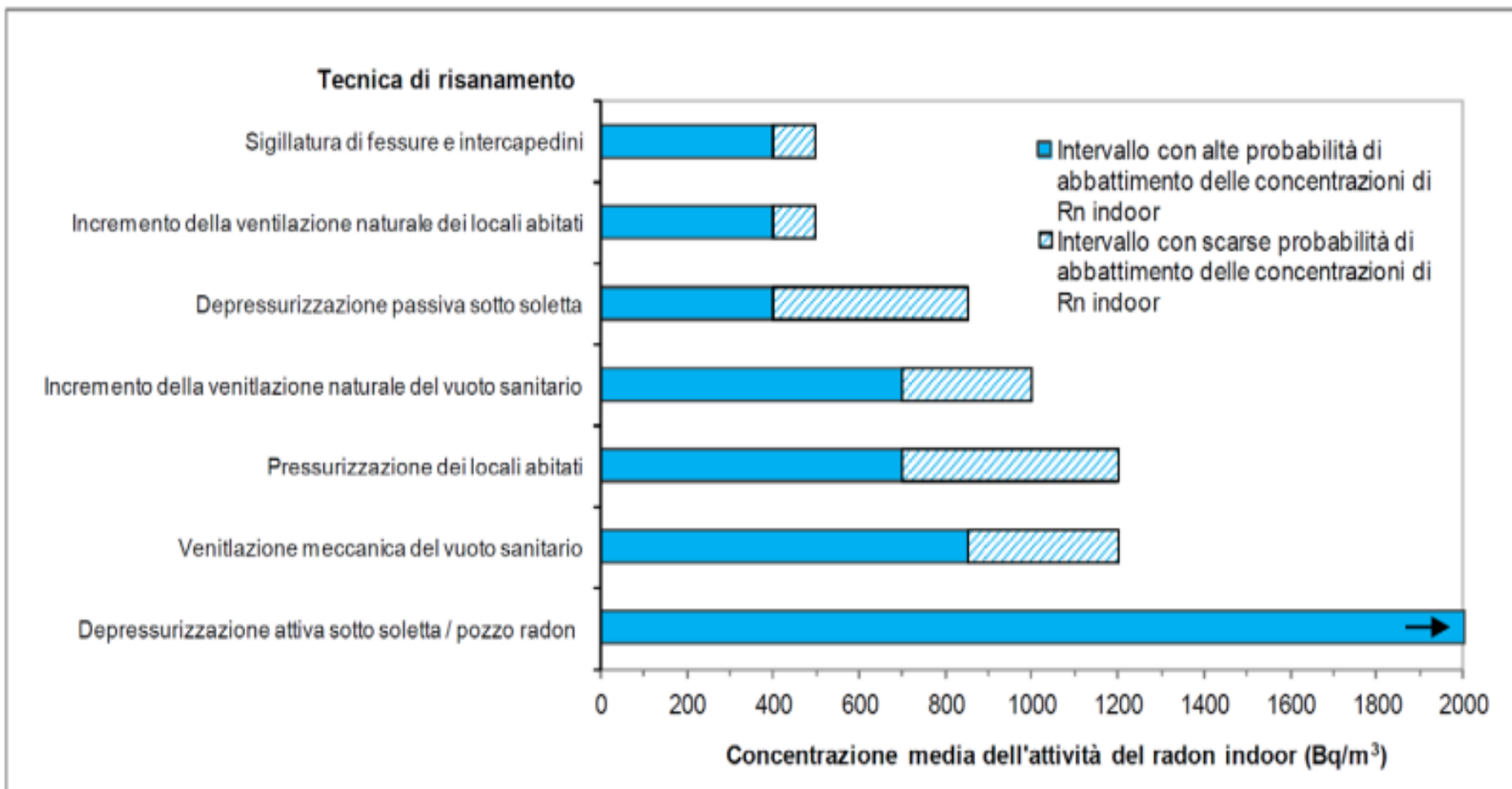


Figura 1: probabilità di efficacia delle tecniche di risanamento di edifici esistenti.

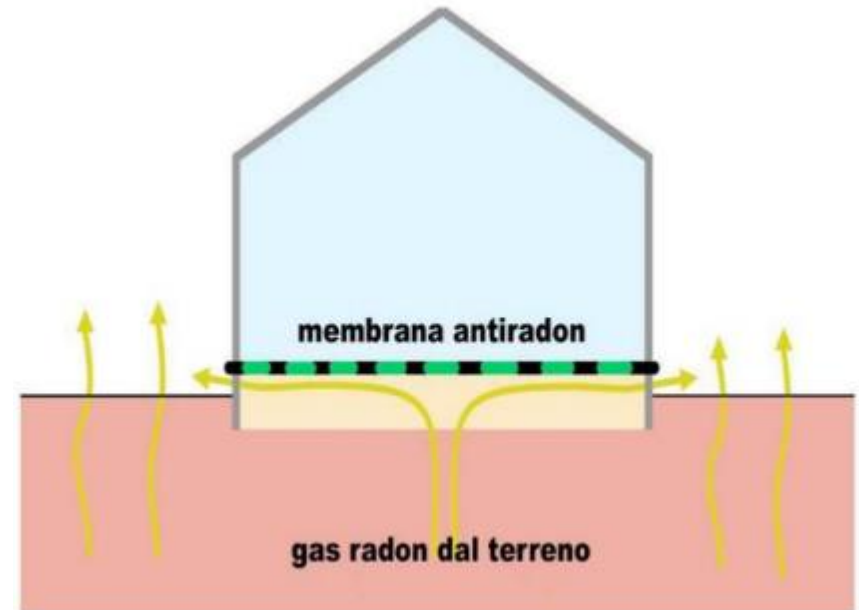
(Fonti: Radiation and Nuclear Safety Authority (STUK) "Assessment of current techniques used for reduction of indoor radon concentration in existing and new houses in European countries" O. Holmgren and H. Arvela – 2012)

# CRITERI DI PROGETTAZIONE

1. Scelta di suoli con bassa concentrazione di Radon e ridotta permeabilità ai gas
2. Miglioramento della tenuta all'aria nella zona di attacco a terra
3. Depressurizzazione del suolo sottostante la pianta dell'edificio
4. Aumento del tasso di ventilazione dell'edificio
5. Utilizzo di materiali a basso contenuto e bassa emanazione di Radon

**Separare la struttura dal terreno rappresenta il sistema più semplice ed economico**

- A. Spazio (vespaio) frapposto tra terreno e struttura in cui l'aria possa circolare
- B. Membrana "antiradon" continua su tutta la superficie
- C. **A + B è sempre preferibile**



# MANTI E MEMBRANE ANTI-RADON

## CARATTERISTICHE NORMATIVE

- **Il coefficiente di diffusione D (o permeabilità)** al Radon riguarda la caratteristica del materiale di base di opporsi al passaggio del gas e si misura in  $m^2/s$

**Più basso è il coefficiente più alta è la resistenza** al passaggio del gas

- **La trasmissibilità (o trasmittanza)** al Radon riguarda lo specifico prodotto e si ottiene moltiplicando il valore della permeabilità per lo spessore del prodotto e si misura in  $m/s$

**Per quanto buono possa essere il coefficiente, nessun materiale può definirsi completa barriera al gas**

# LA NORMATIVA DI RIFERIMENTO

L'attuale norma di riferimento è il D.Lgs 101/2020, entrato in vigore il 27 Agosto 2020



Direttiva UE 1996/29/EURATOM  
Direttiva UE 2013/59/EURATOM



D. Lgs. 230/1995 del 17.03.1995 attu.ne direttive EURATOM  
D. Lgs. 241/2000 del 26.05.2000 attu.ne direttiva EURATOM 1996/29  
**D. Lgs. 101/2020 del 31.07.2020 attu.ne direttiva EURATOM 2013/59**

Piano Nazionale d'Azione per il Radon (PNAR)  
2021



L.R. di Veneto, Lazio, Friuli Venezia Giulia, Lombardia, Puglia  
Campania, Toscana

# LA NORMATIVA REGIONALE

## Veneto

- L.R. n° 20 del 23.07.2013: Piano regionale di prevenzione e riduzione dei rischi connessi all'esposizione al gas Radon; individuazione delle zone e dei luoghi di lavoro ad elevata probabilità di alte concentrazioni di attività Radon

## Lazio

- L.R. n° 31 Marzo 2005: Prevenzione e salvaguardia dal rischio Radon

## Lombardia

- Decreto n° 12678 del 21.12.2011: Adozione delle Linee guida per la prevenzione delle esposizioni al gas Radon in ambienti indoor
- Legge Regionale n° 3 del 3 Marzo 2022 che riporta modifiche alle leggi in attuazione della n° 101/2020

## Puglia

- L.R. n° 30 del 03.11.2016: Norme in materia di riduzione dalle esposizioni alla radioattività naturale derivante dal gas Radon in ambiente confinato

## Campania

- L.R. n° 13 del 08.07.2019: Norme in materia di riduzione dalle esposizioni alla radioattività naturale derivante dal gas Radon in ambiente confinato chiuso

# I LIVELLI DI RIFERIMENTO

I livelli massimi di riferimento (art.12 D.Lgs 101) per le abitazioni e i luoghi di lavoro sono espressi in termini di valore medio annuo della concentrazione di attività di Radon in aria

Ambienti di  
vita

**300 Bq/m<sup>3</sup>** per le abitazioni  
esistenti

**200 Bq/m<sup>3</sup>** per abitazioni  
costruite dopo il 31.12.2024

Ambienti di  
lavoro

**300 Bq/m<sup>3</sup>** per i luoghi di lavoro

**LdR di 6mSv** di dose efficace  
annua (pari a 895 kBq h/m<sup>3</sup> di  
esposizione integrata)

# LE PAVIMENTAZIONI : NORMATIVA

## CNR- DT 211/2014

## Istruzioni per la Progettazione , l'Esecuzione ed il Controllo delle Pavimentazioni di Calcestruzzo

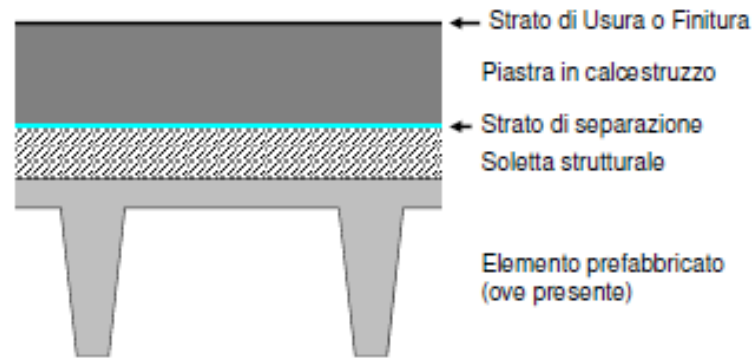
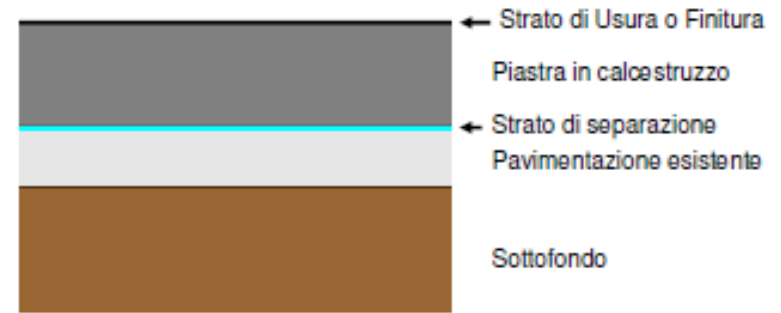
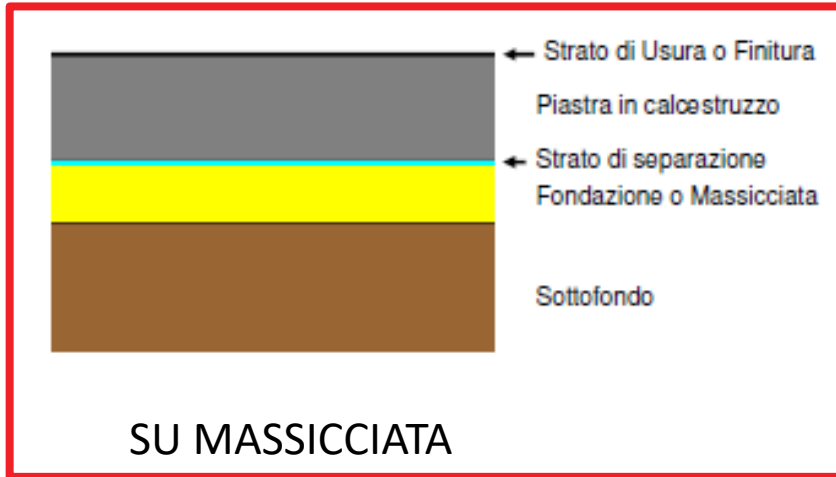
### INDICE

- 1 - PREMESSA
- 2 - CLASSIFICAZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI
- 3 - MASSICCIAIA E SOTTOFONDO
- 4 - MATERIALI
- 5 - **CRITERI DI PROGETTAZIONE, AZIONI E PROBLEMATICHE SPECIALI**
- 6 - PROGETTAZIONE DEI GIUNTI NELLE PAVIMENTAZIONI
- 7 - VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI
- 8 - VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO
- 9 - **PRESCRIZIONI RELATIVE ALL'ESECUZIONE**
- 10 - INDAGINI PRELIMINARI, CONTROLLI E PROVE IN SITU
- 11 - CRITERI PER LA VALUTAZIONE DELLE DIFETTOSITÀ
- 12 - PIANO DI USO E MANUTENZIONE
- 13 - RUOLI DEGLI ATTORI NELLA PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE DELLA PAVIMENTAZIONE

# LE PAVIMENTAZIONI : CLASSIFICAZIONE

**CNR- DT 211/2014**

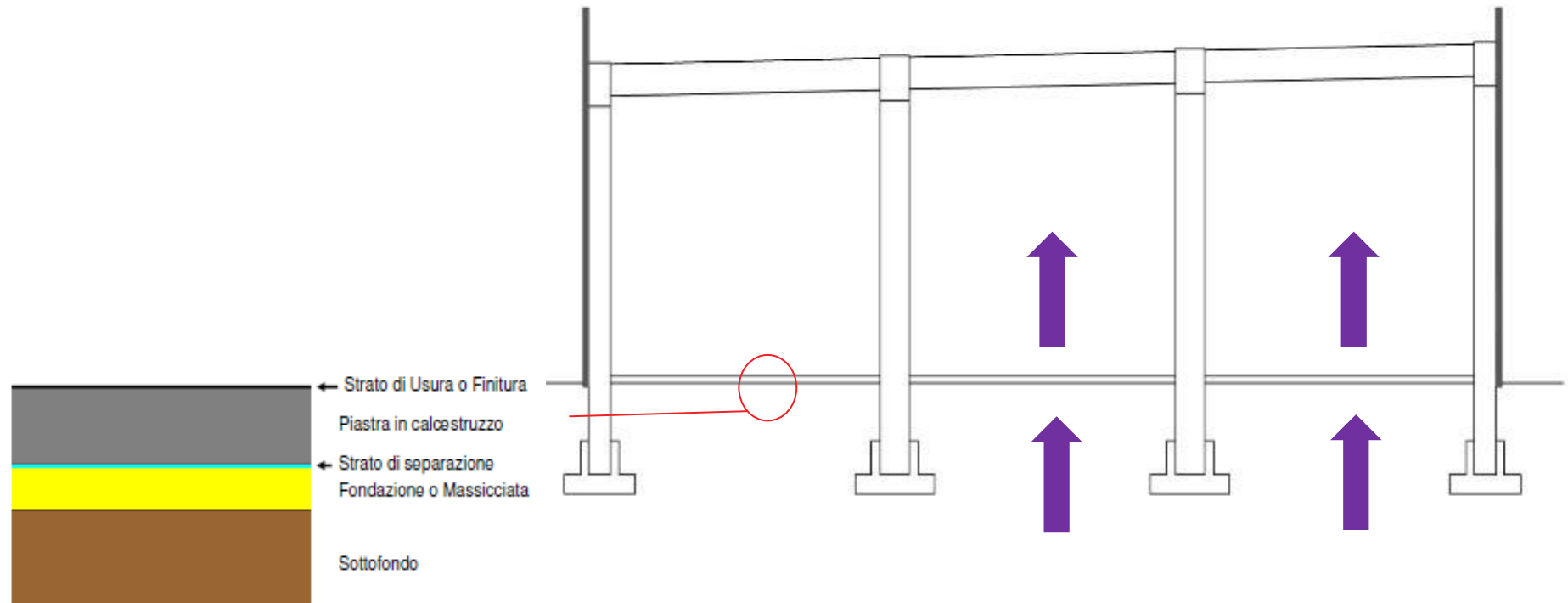
**Istruzioni per la Progettazione , l'Esecuzione ed il Controllo delle Pavimentazioni di Calcestruzzo**



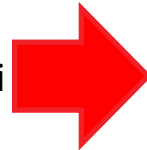
SU SOLETTA O SOLAIO



# COME ENTRA NEGLI EDIFICI

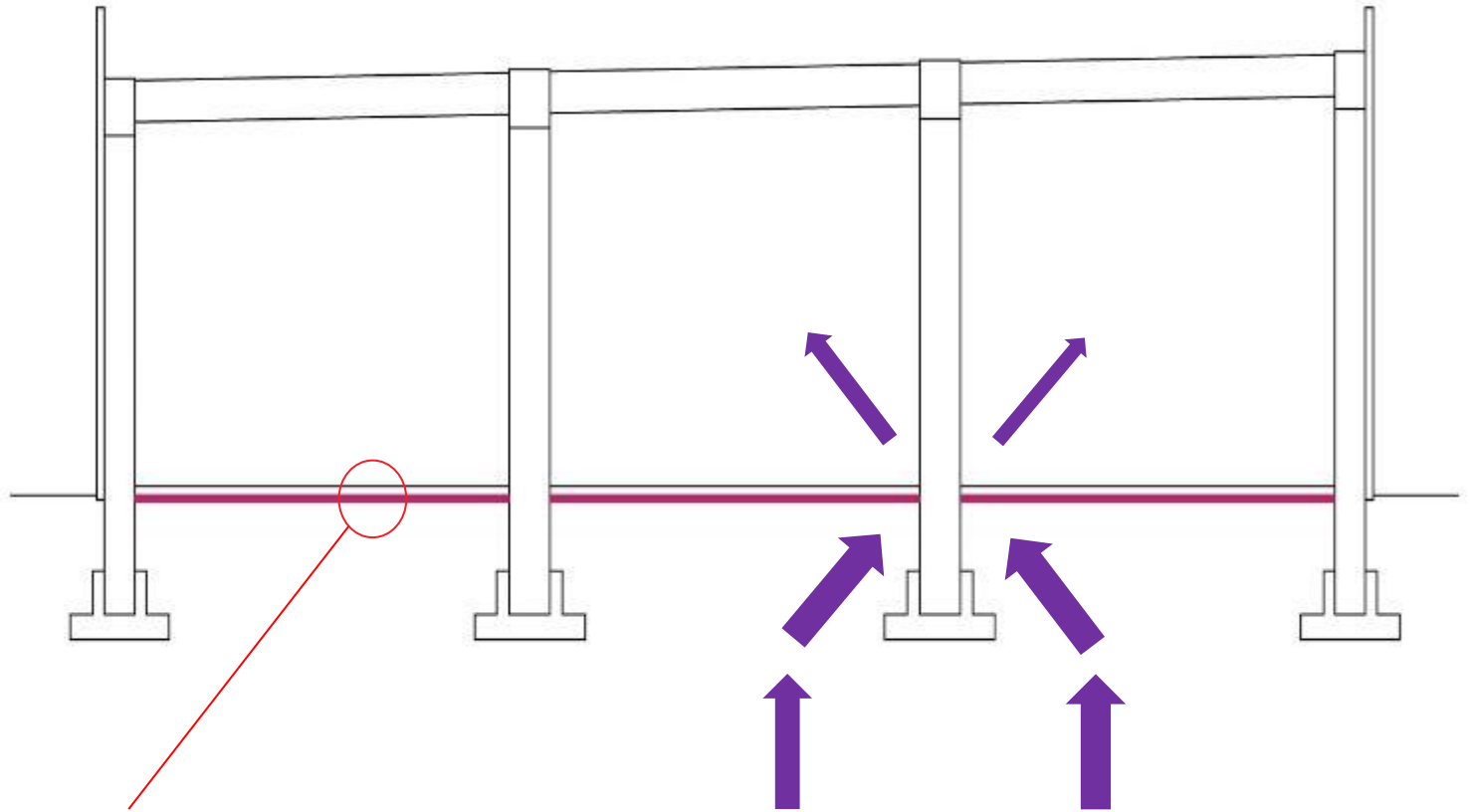


Radioattività e durabilità dei pavimenti industriali in cls poggianti su terreno  
M.Collepari – R.Troli



Data la grande differenza tra la piccola dimensione degli atomi del Radon (qualche ångström) e quella molto maggiore del diametro dei pori capillari (0,1-10 mm), la permeazione del Radon attraverso il calcestruzzo dei pavimenti industriali non può essere bloccata utilizzando calcestruzzi di maggiore prestazione in termini di bassa porosità capillare e assenza di fessure. Quindi la curva della concentrazione cumulativa del Radon in funzione del tempo non dipende dal tipo di calcestruzzo impiegato e in breve tempo può raggiungere valori pericolosi per la salute di chi lavora negli edifici industriali, indipendentemente dal conglomerato cementizio impiegato. Problemi analoghi si verificano nei pavimenti senza calcestruzzo in vista

# PROTEZIONE PARZIALE

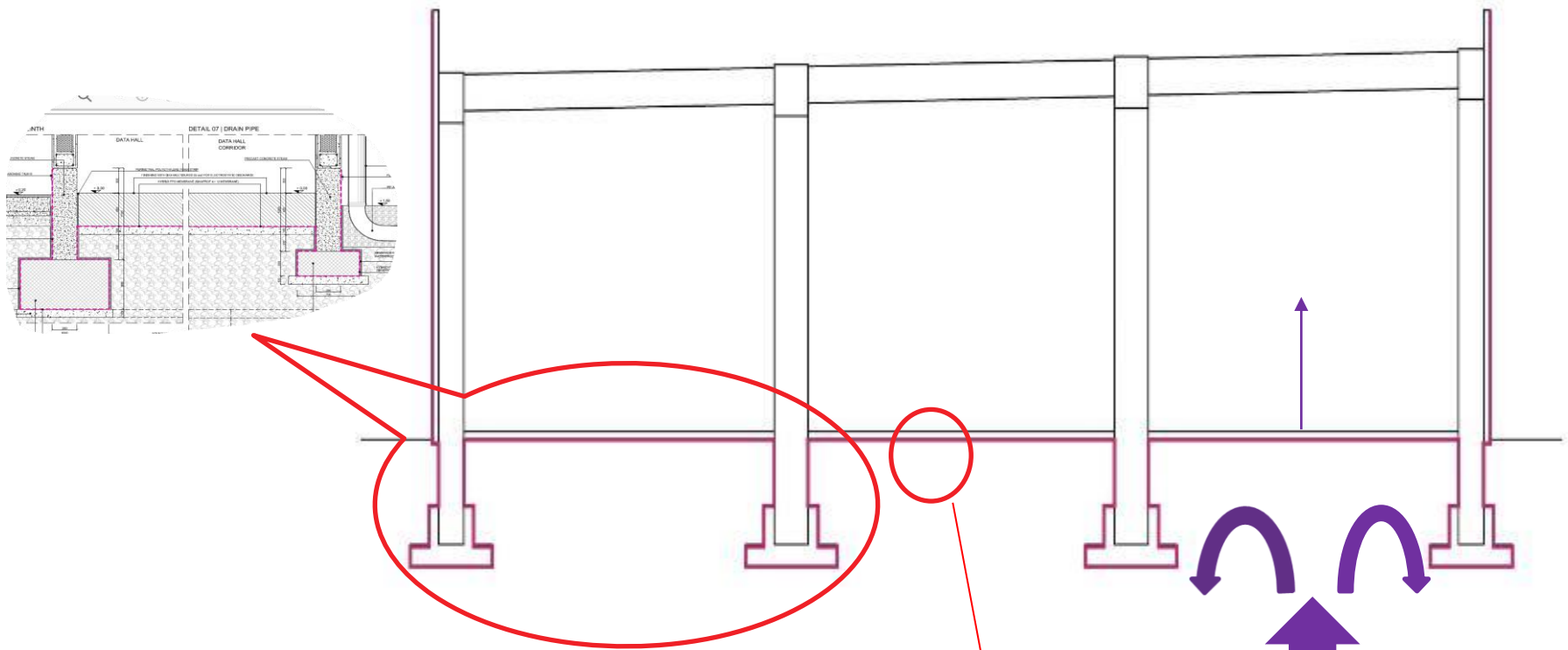


Giunto Pilastro-Pavimento



- Pavimento industriale
- **Protezione al gas Radon**
- Massetto
- Massicciata
- Terreno

# PROTEZIONE CONTINUA



- Pavimento industriale
- **Protezione al gas Radon**
- Massetto
- Massicciata
- Terreno



# LE SOLUZIONI SIKA

## Sottoquota

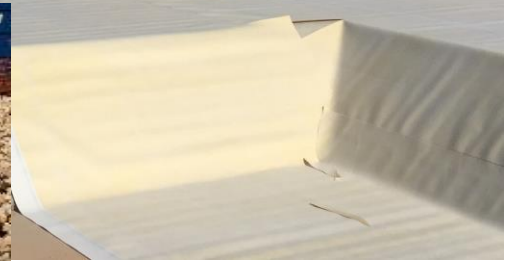
- SikaProof® A+ 12
- SikaProof® -808
- SikaProof® P-1201
- SikaShield® W-172
- Sikaplan® WP
- Sikaplan® WT

## Rivestimenti

- SikaShield® E80 HDPE
- Sikalastic® -685
- Sikalastic® -851
- Sika Igoflex® -301



# CASE HISTORY



# LA SOLUZIONE PROPOSTA

**La barriera impermeabile risulta efficace se applicata su tutta la superficie del fabbricato e se abbinata alla depressione o pressurizzazione del suolo**

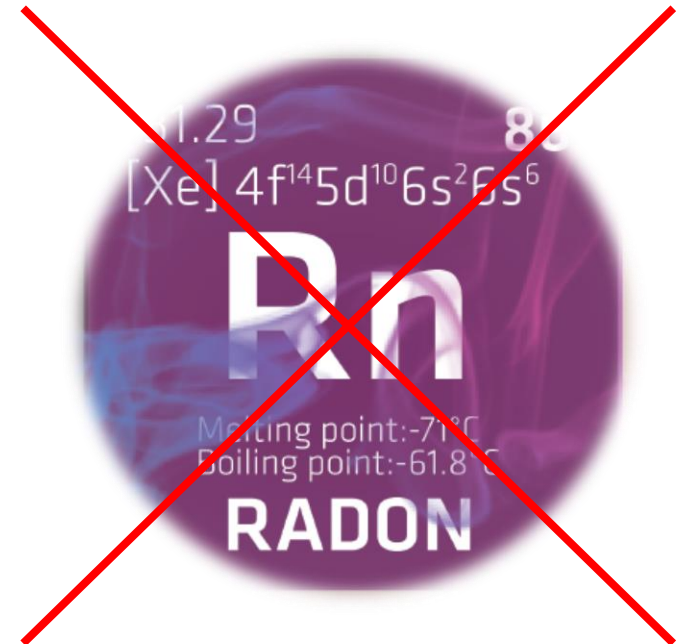
La depressurizzazione del suolo consiste in un sistema di aspirazione del Radon presente nel terreno costituente il sottosuolo dell'edificio. Un impianto di questo tipo è costituito da un pozzo di estrazione (cavità nel terreno), collegato ad una tubazione di collettamento e scarico del gas nell'ambiente esterno. L'aria all'interno del pozzo viene continuamente aspirata per mezzo di un aspiratore elettromeccanico. Il pozzo Radon rappresenta il sistema più comune e efficace per ridurre la concentrazione di radon negli edifici che non hanno il vespaio, ma fondazioni a platea o a cordoli.

# LA SOLUZIONE PROPOSTA

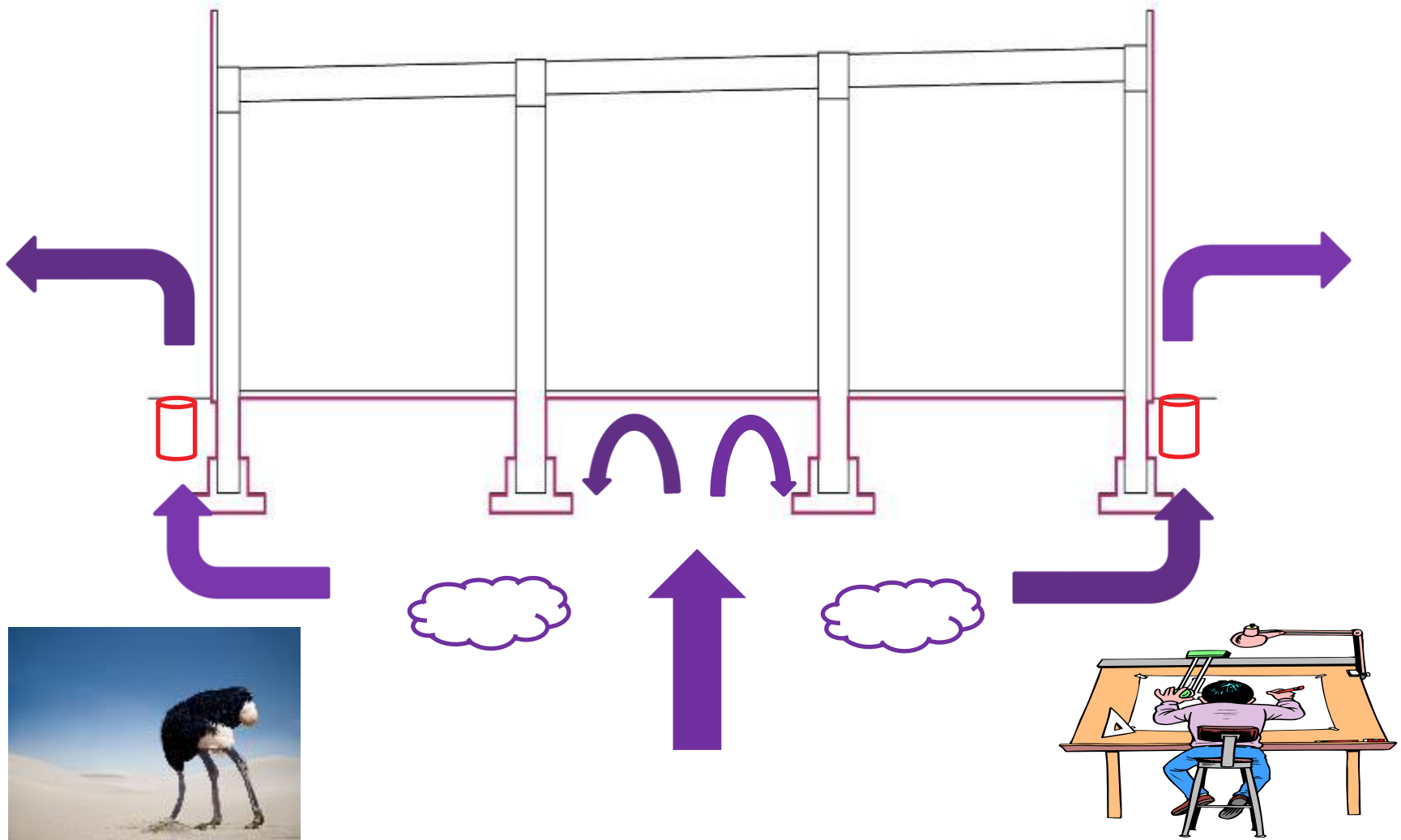
La barriera impermeabile risulta efficace se applicata su tutta la superficie del fabbricato e se abbinata alla depressurizzazione o pressurizzazione del suolo

## Pavimentazione

- Scavo
- Sottofondo
- Piano di posa regolare
- **Manto posato in continuità su tutta la superficie del fabbricato**
- **Pozzetti per depressurizzare il terreno**
- Posa dell'armatura
- Posa del calcestruzzo



# PROTEZIONE DELLA PAVIMENTAZIONE



Possiamo quindi far finta che il problema non esista, con i rischi che ne conseguono, oppure affrontarlo in modo "scientifico"





# GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Arch. Bugno Cristiano – [bugno.cristiano@it.sika.com](mailto:bugno.cristiano@it.sika.com)

Esperto in Interventi di Risanamento Radon



BUILDING TRUST

