

# **PROCEDURA PER LA VALUTAZIONE E L'UTILIZZO DEI DATI DI SOIL GAS (LG SNPA 17/2018)**

*Antonella Vecchio*

*Dipartimento per il Servizio Geologico d'Italia*

*Area per la caratterizzazione e la protezione dei suoli e per i siti contaminati*

*ISPRA*

*Corso di formazione ARPA Marche*

*«Monitoraggio dei gas interstiziali e utilizzo dei dati nelle procedure di Analisi di Rischio dei siti  
contaminati»*

*Ancona – 5 settembre 2019*

---

# Perché un GdL sugli aeriformi?

## Criteria Metodologici del 2008

I modelli analitici (es. Johnson & Ettinger) e le assunzioni proposte dal manuale sono spesso conservativi e poco realistici

Utilizzo crescente delle misure di campo (soil gas survey, misure di flusso, misure in aria) per superare i limiti dei modelli analitici



## Da cosa siamo partiti...

---

- Le LG nazionali sull'AdR («Criteri Metodologici», Appendice V, Linee Guida MATTM) fornivano poche indicazioni operative per la progettazione e l'utilizzo dei dati di monitoraggio dei vapori.
  - Numerose Agenzie avevano predisposto proprie Linee Guida focalizzate in particolare sulle procedure di campionamento.
  - Le campagne di monitoraggio condotte senza gli opportuni accorgimenti tecnici erano scarsamente significative ai fini dell'utilizzo dei dati nell'AdR (potenziale sottostima del problema).
  - Nella stragrande maggioranza dei casi gli esiti dell'AdR mostravano che:
    - L'AdR da suoli e acque di falda **dà in generale quasi sempre un «rischio non accettabile» per lievi superamenti delle CSC.**
    - L'AdR da misure di aeriformi **dava raramente un «rischio non accettabile»** anche per valori nei terreni e/o acque notevolmente superiori alle CSC (**oltre 3-4 ordini di grandezza** in alcuni casi) e per valori nei gas dell'ordine di **decine di g/m<sup>3</sup>**
-

## Le soluzioni possibili...

### Eliminazione del percorso di inalazione vapori

Risultati delle AdR condotte sui dati di monitoraggio dei vapori

Il percorso risulterebbe raramente critico anche nel caso indoor



### Approfondimento delle dinamiche di migrazione dei vapori

Esperienze maturate all'interno di SNPA

Nuove attività di sperimentazione

Verifica della affidabilità delle assunzioni modellistiche in uso



## Il Gruppo di Lavoro 9 bis

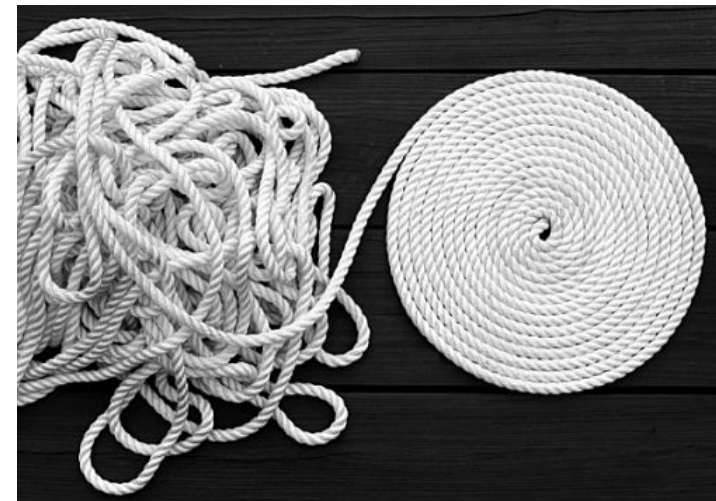


ISPRA e 13 Agenzie Regionali

Partecipazione di ISS e INAIL

Collaborazione con università e soggetti privati titolari di brevetti su specifiche metodologie di monitoraggio di aeriformi

Gruppo di Lavoro 9 bis  
Definire una procedura condivisa  
per il monitoraggio degli aeriformi  
e per l'utilizzo dei dati all'interno  
dei procedimenti di bonifica



## Il Gruppo di Lavoro 9 bis



In collaborazione con gli Istituti Nazionali ISS e INAIL nuova classificazione delle sostanze volatili e riduzione analiti da ricercare per la valutazione del percorso inalazione vapori

**Attività di Laboratorio:** Applicazione di metodi analitici comuni a differenti tipologie di sostanze e a differenti supporti di campionamento (fiale, canisters, etc.)

**Attività di Campo:**

- Confronto tra differenti tipologie di monitoraggio (soil gas survey, misure di flusso, monitoraggio in aria), differenti metodologie e differenti supporti di campionamento
- Valutazione dell'influenza delle condizioni meteorologiche
- Valutazione della variabilità spaziale e temporale del fenomeno

**Definizione della procedura per l'utilizzo dei dati di campo:** approccio graduale risk-based, utilizzo di fattori di attenuazione sperimentali, semplificazione



## Analizziamo alcuni miti...

---

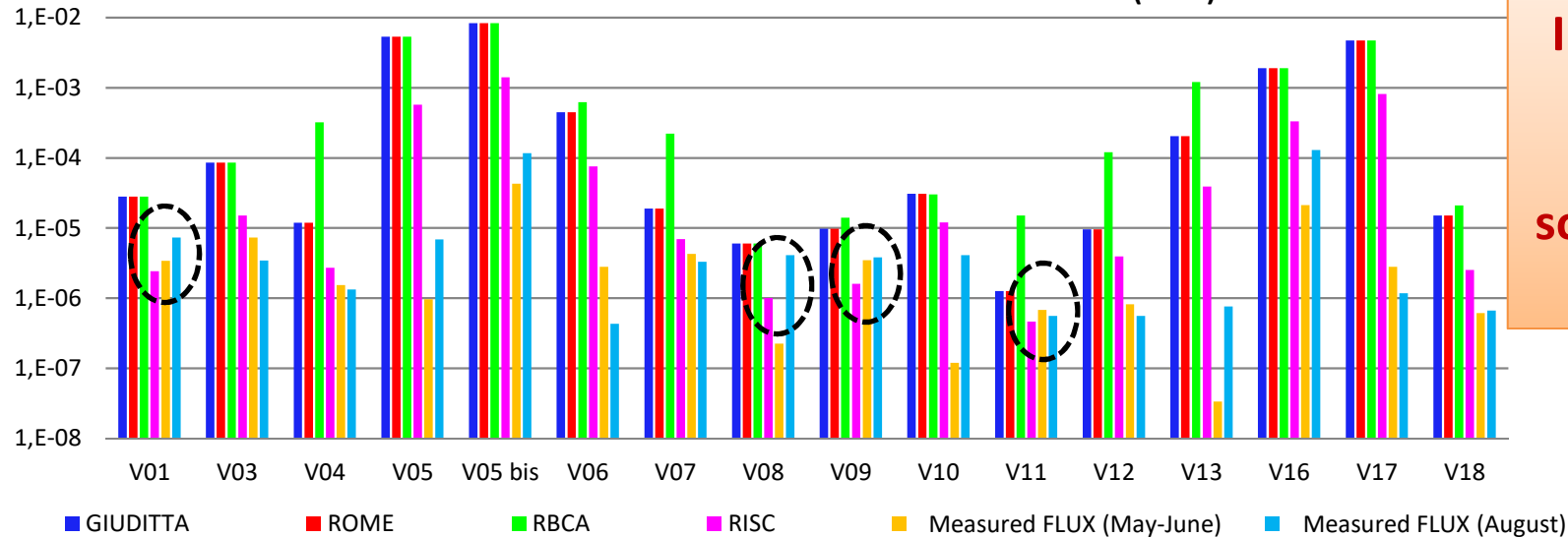
- I modelli da suolo/falda **sovrastimano** davvero?
- C'è davvero **relazione lineare** (fattore «beta») tra valori nei suoli/acque, valori nei gas interstiziali, flussi misurati con camera (dinamica/accumulo) all'interfaccia suolo-aria?
- L'indoor è **sempre il percorso più critico** rispetto all'outdoor?
- La zona di accumulo o di emissione dei gas è sempre **in corrispondenza dei punti in cui sono stati registrati i valori massimi di concentrazione** nei suoli/acque?

**ISPRA e le ARPA negli anni hanno maturato qualche esperienza...**

---

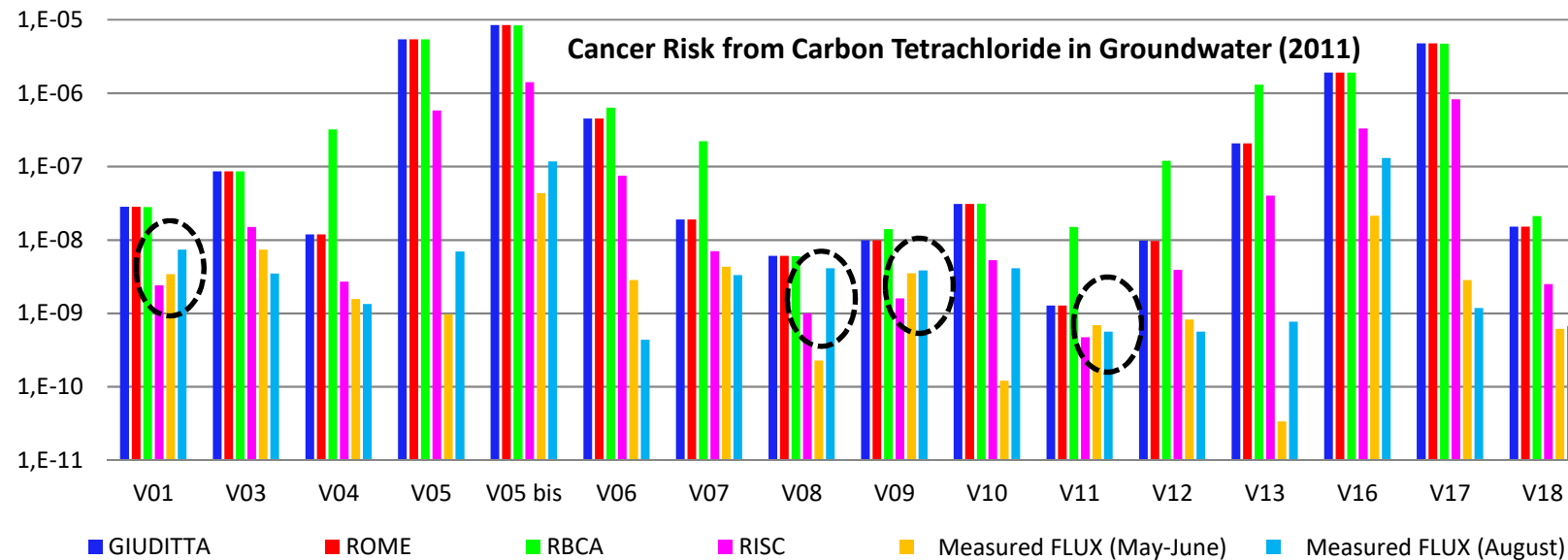
# I modelli sovrastimano davvero???

Hazard Index from Carbon Tetrachloride in Groundwater (2011)



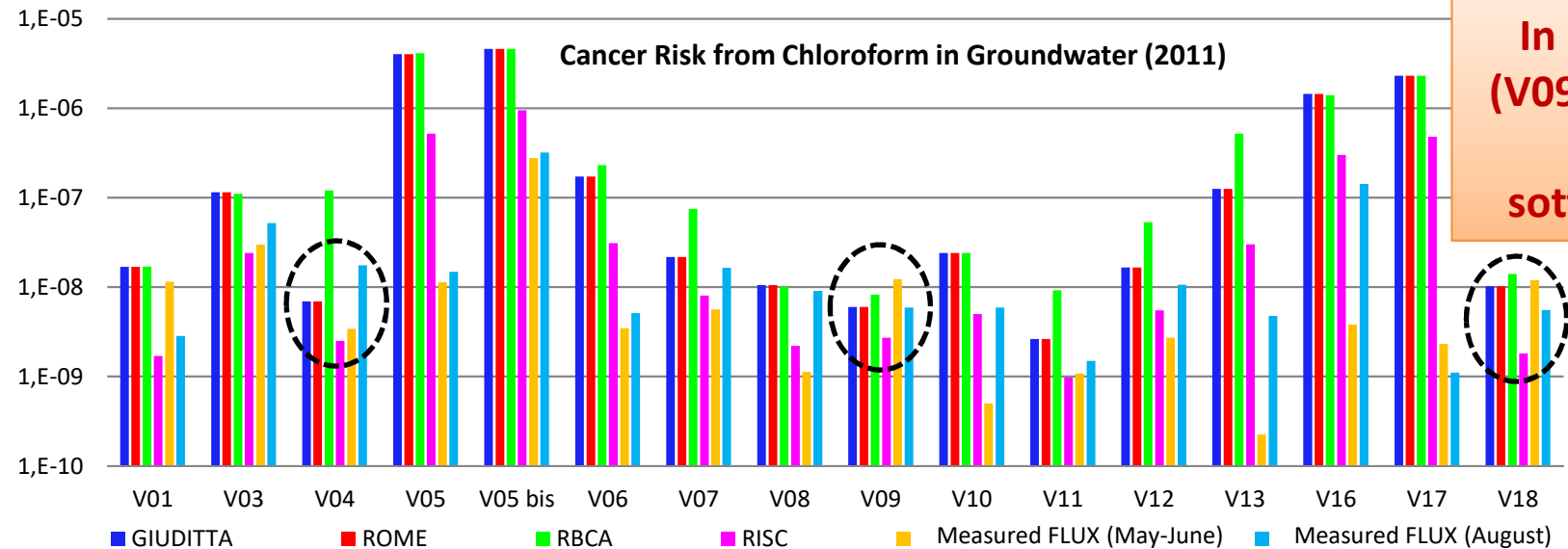
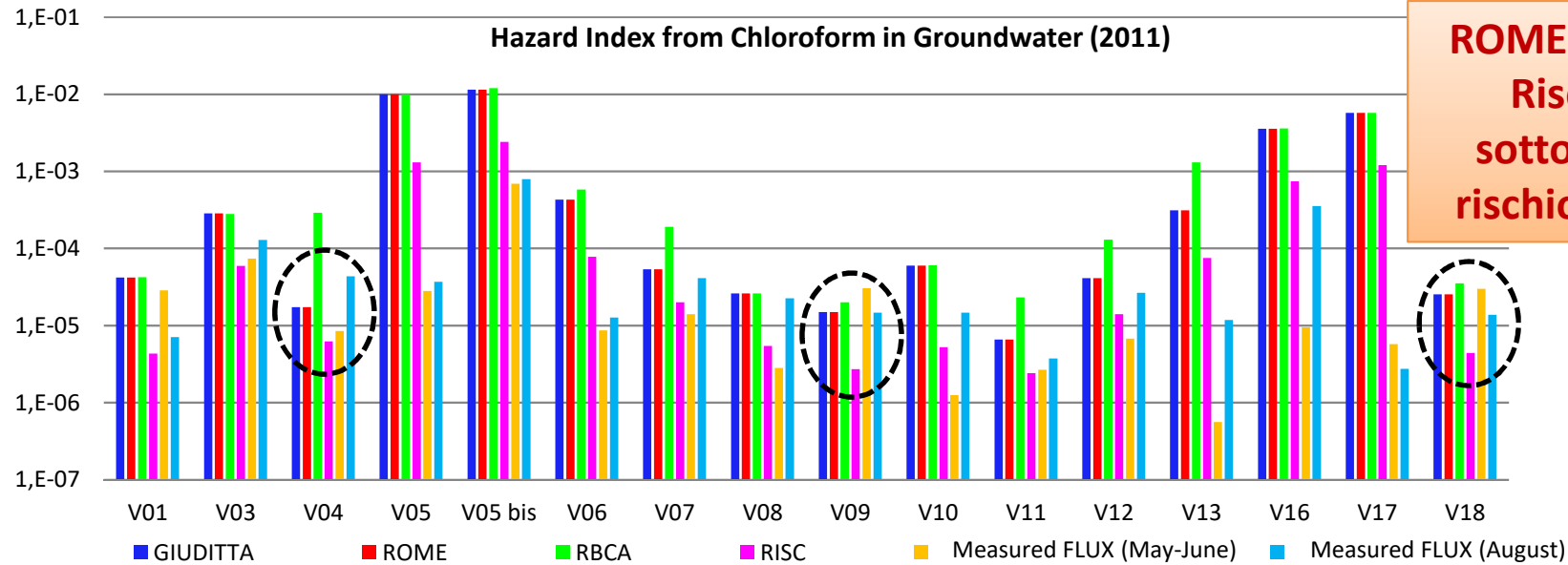
In 4 punti il software RISC ha sottostimato il rischio

Cancer Risk from Carbon Tetrachloride in Groundwater (2011)

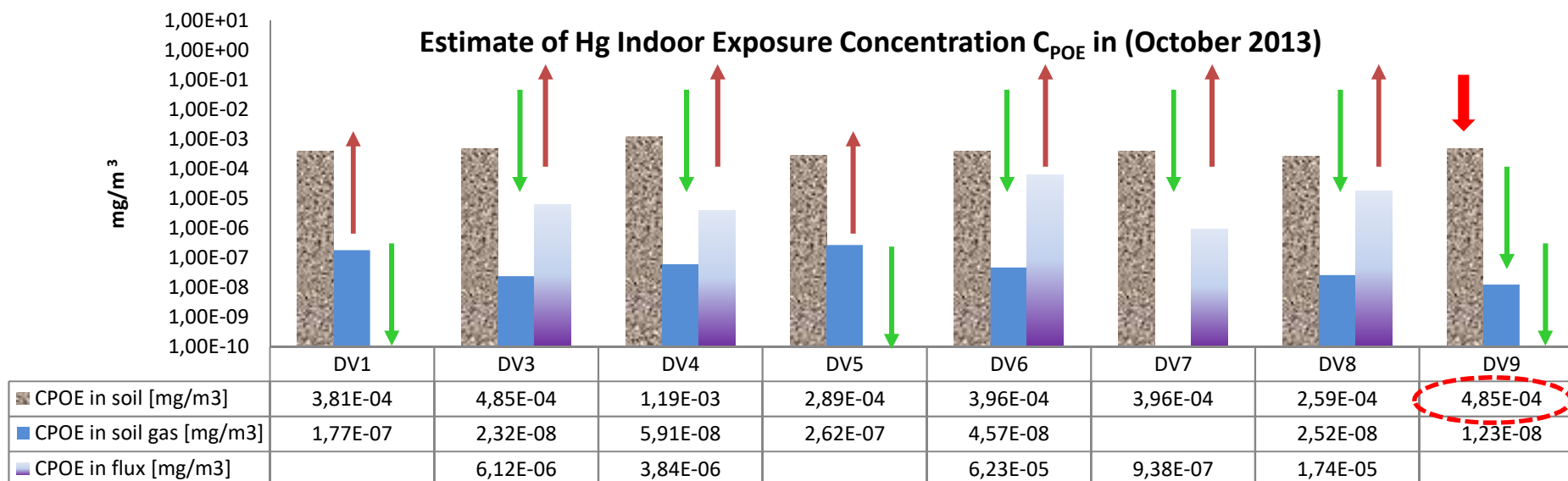
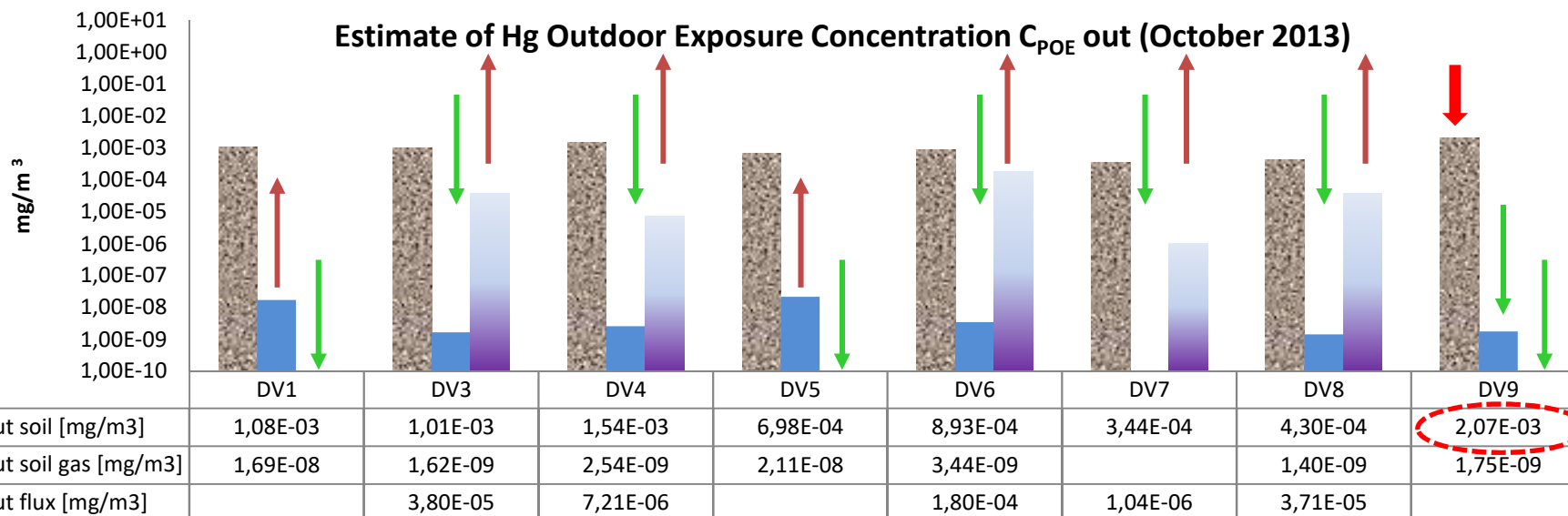




# I modelli sovrastimano davvero???

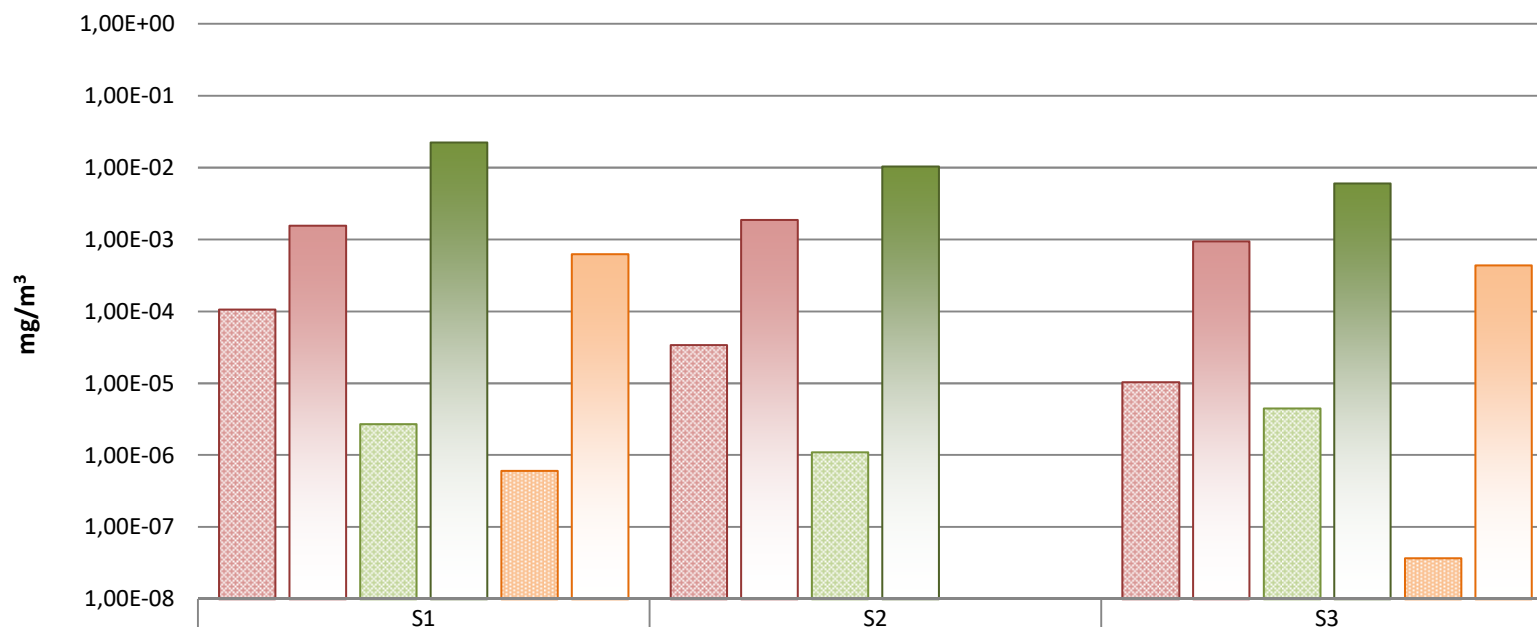


# Fattori di trasporto costanti???



# E gli idrocarburi???

Estimate of PHC Outdoor Exposure Concentrations  $C_{POE}$  out (February 2017)

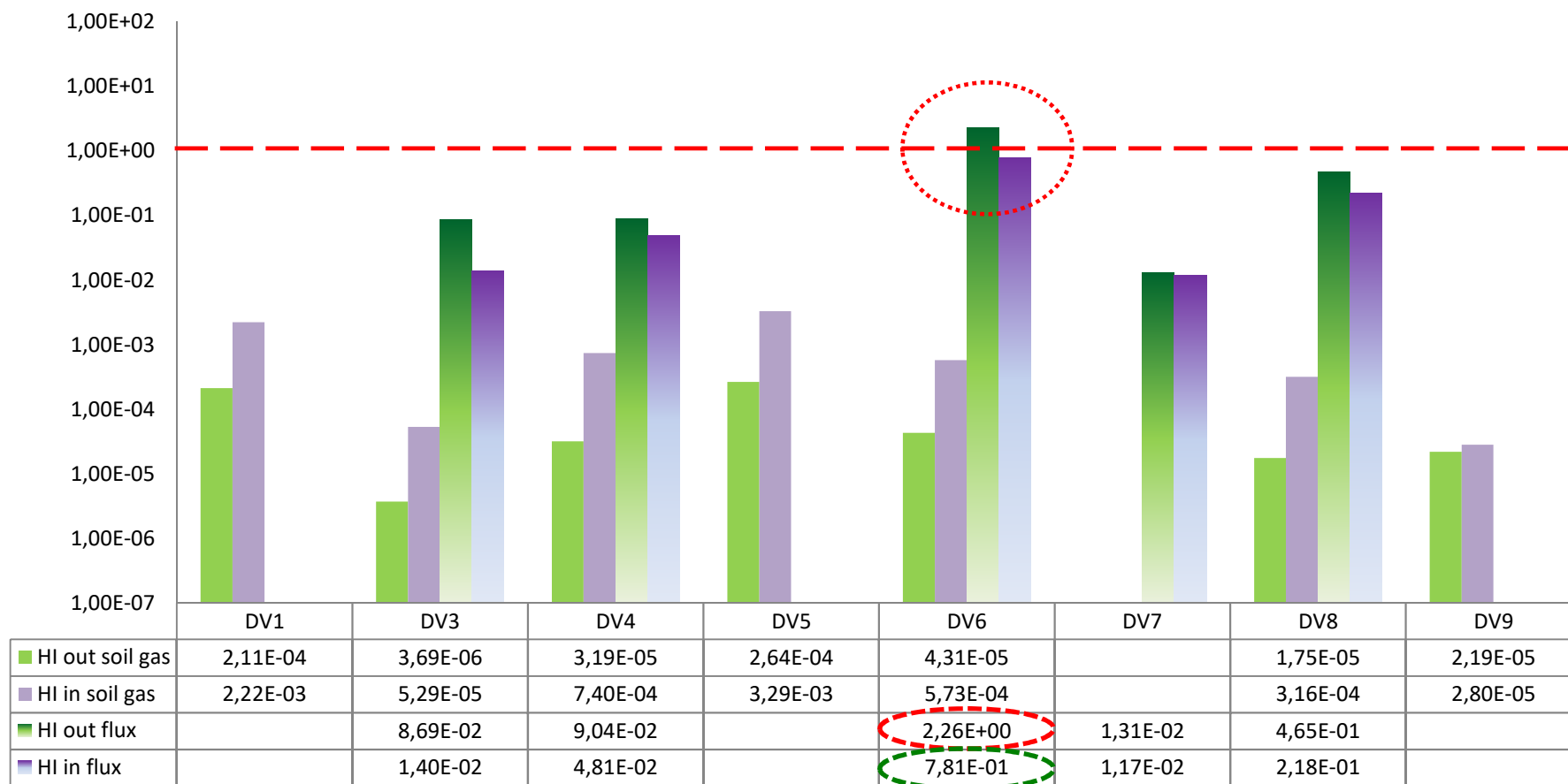


|                                       | S1       | S2       | S3       |
|---------------------------------------|----------|----------|----------|
| CPOE out soil gas [mg/m³] C5-C8       | 1,07E-04 | 3,41E-05 | 1,04E-05 |
| CPOE out flux [mg/m³] C5-C8           | 1,56E-03 | 1,88E-03 | 9,40E-04 |
| CPOE out soil gas [mg/m³] C9-C12      | 2,72E-06 | 1,11E-06 | 4,46E-06 |
| CPOE out flux [mg/m³] C9-C12          | 2,27E-02 | 1,04E-02 | 6,05E-03 |
| CPOE out soil gas [mg/m³] C9-C10 arom | 6,11E-07 |          | 3,69E-08 |
| CPOE out flux [mg/m³] C9-C10 arom     | 6,23E-04 |          | 4,40E-04 |

**Evidentemente non siamo in presenza di biodegradazione....**

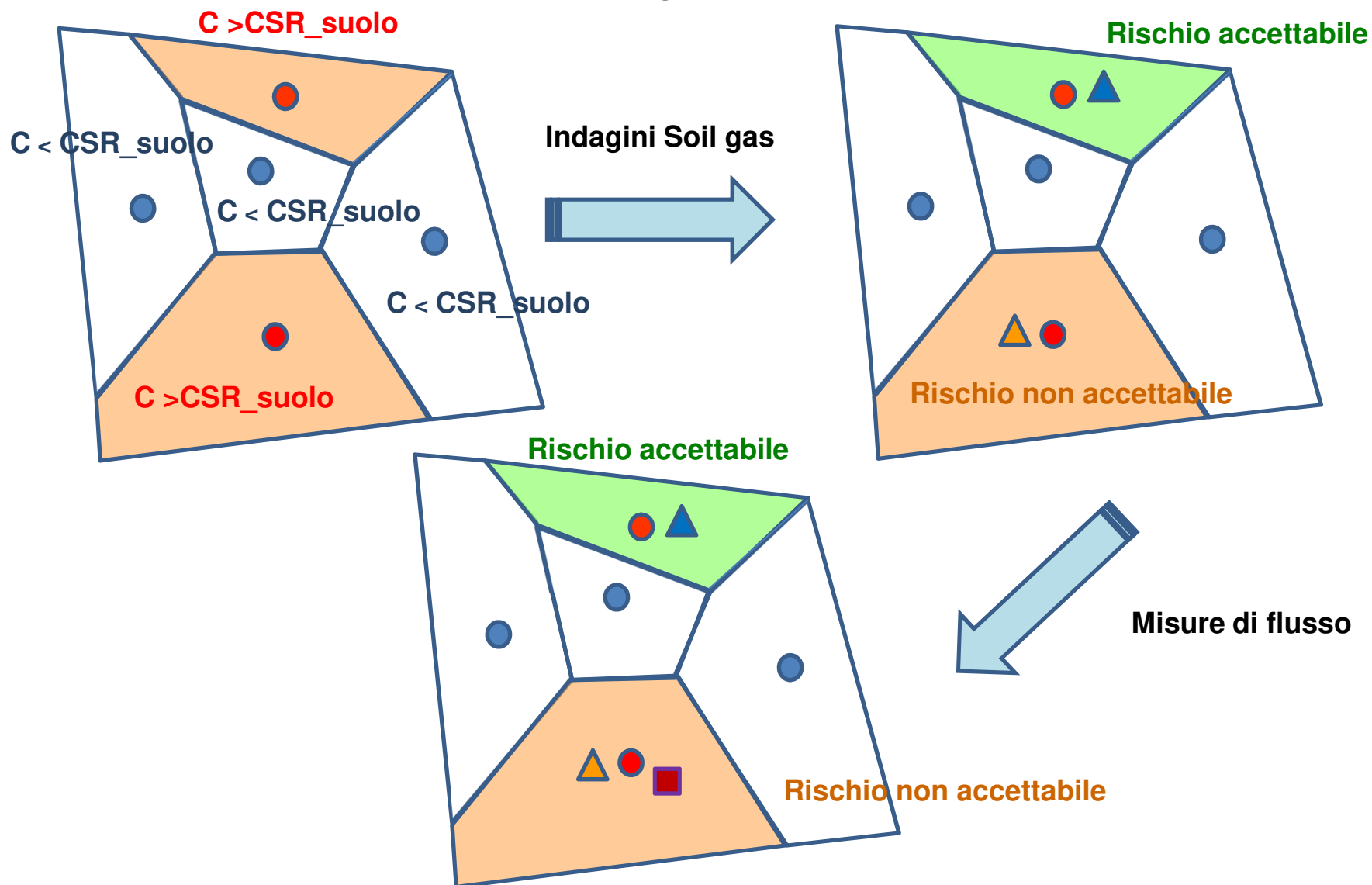
# L'indoor è sempre il più critico?

Hazard Index for Hg outdoor/indoor vapour inhalation (October 2013)



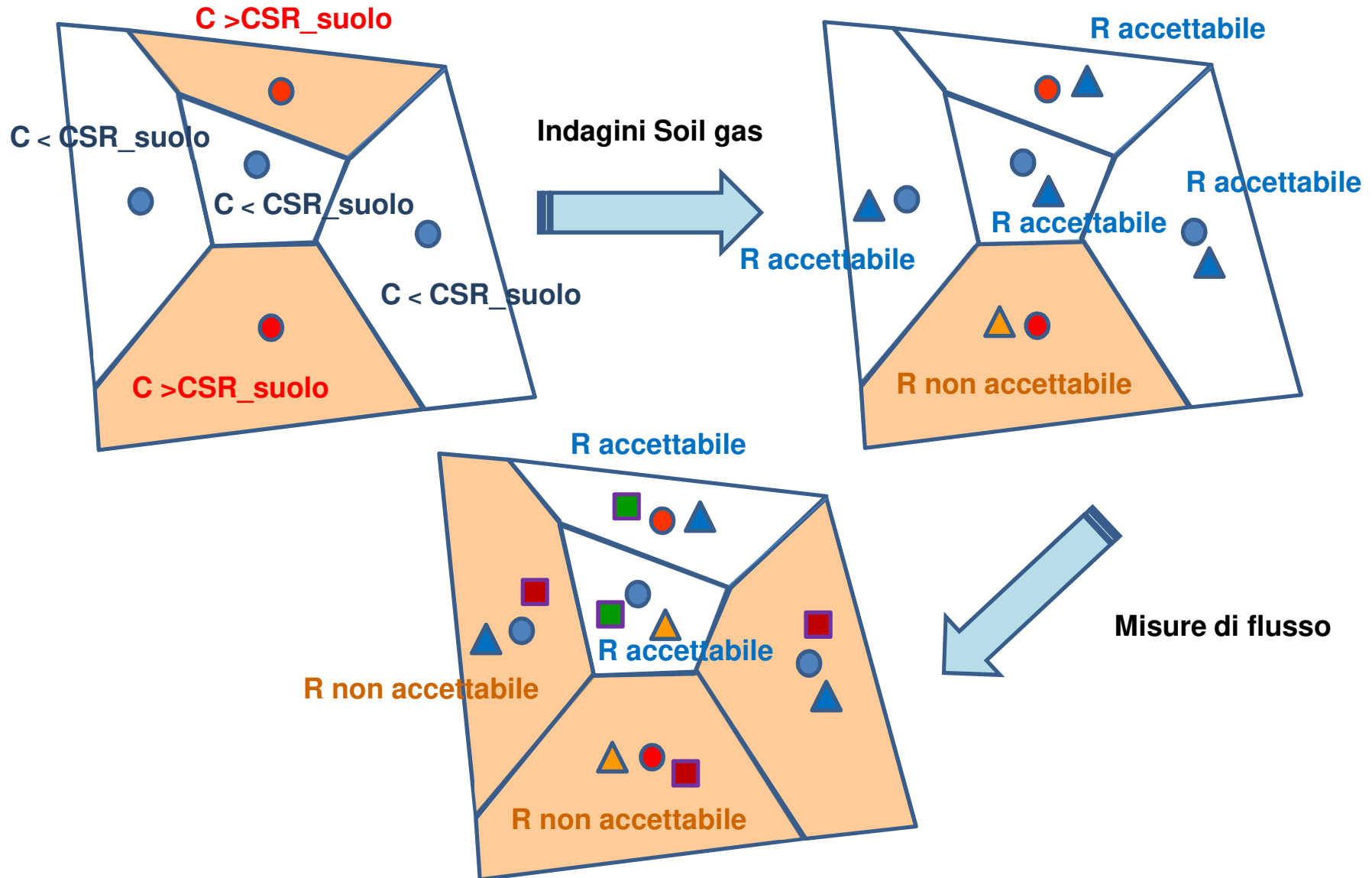
# Il criterio di prossimità è valido?

Cosa si fa generalmente ...



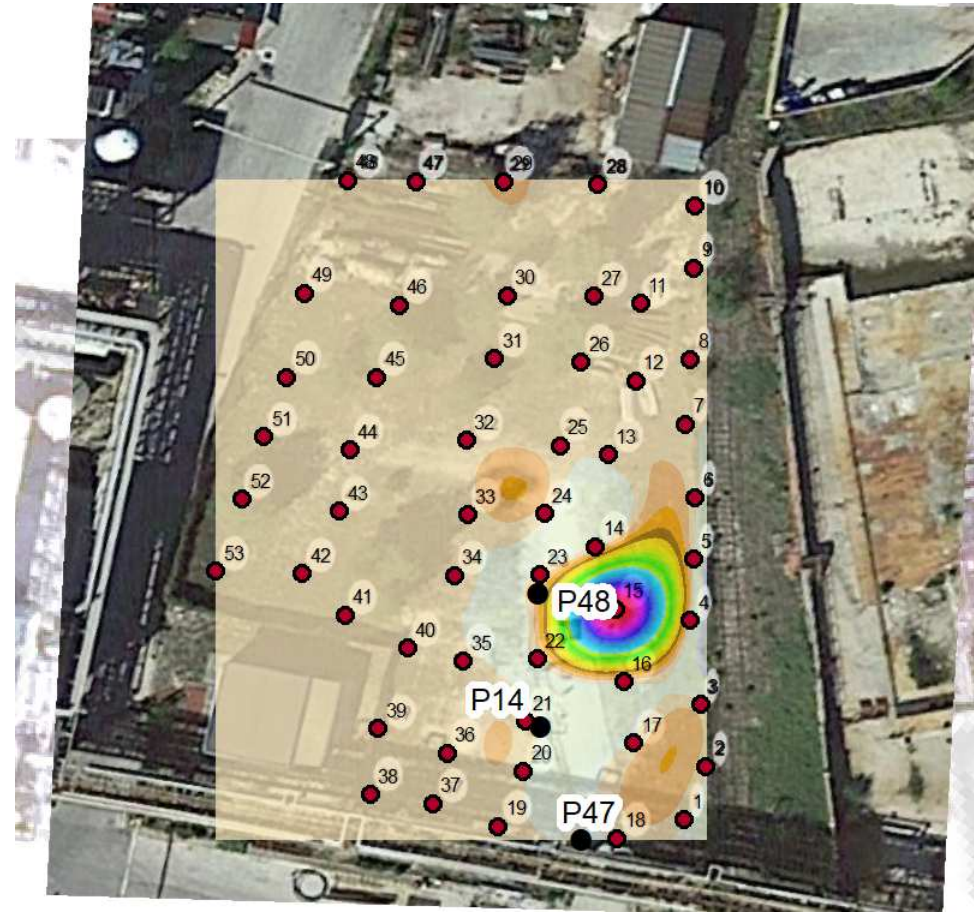
# Il criterio di prossimità è valido?

Ma in realtà ...



## Un caso reale...

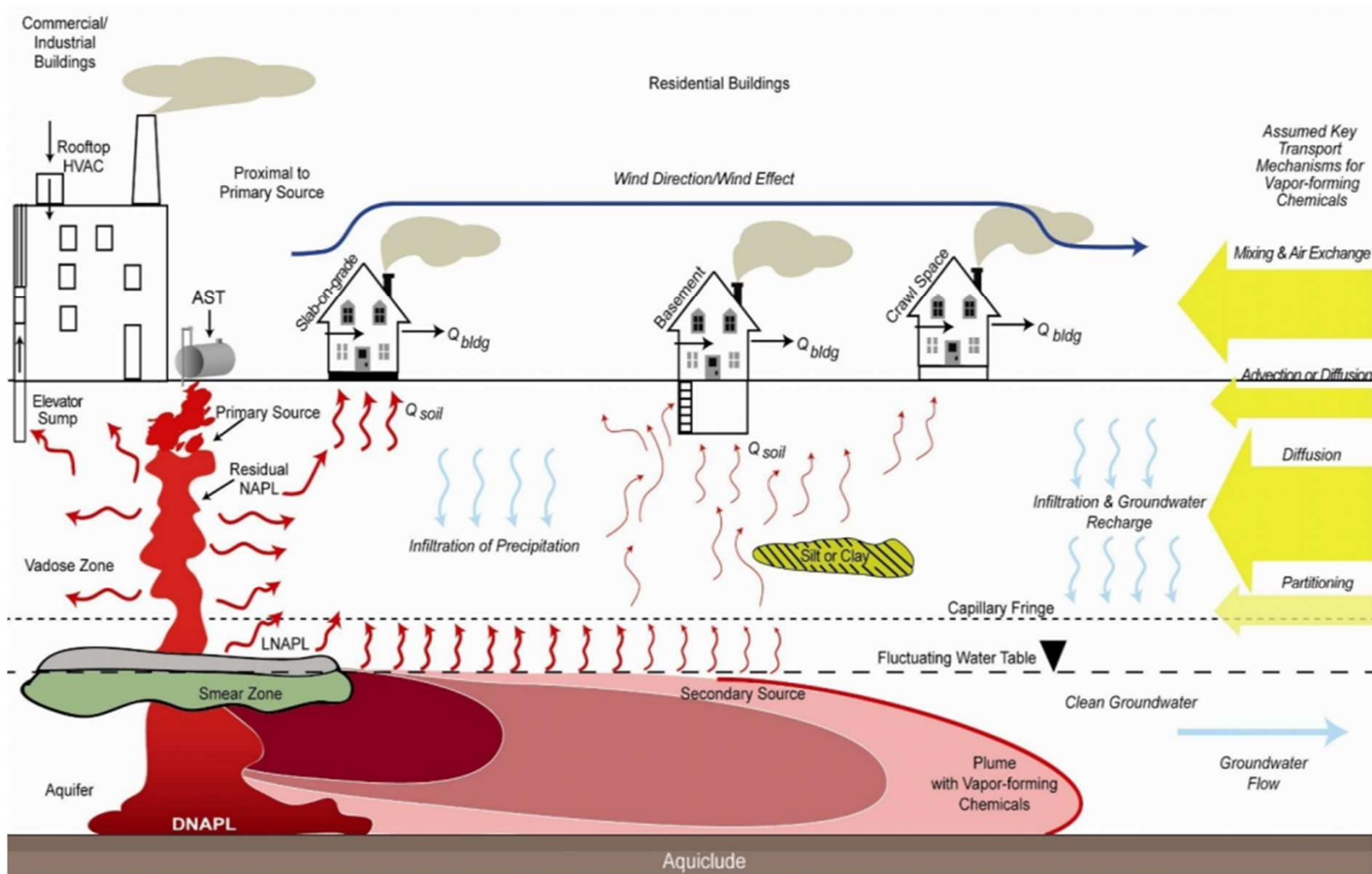
- Screening con camera di accumulo:
  - I punti 18, 20, 21, 23 prossimi ai piezometri contaminati (P48, P14, P47) non hanno registrato flusso;
  - viceversa il punto 15 che non è prossimo ai piezometri ha registrato il picco di emissione.



- La camera dinamica posizionata **in prossimità dei piezometri non ha registrato alcun flusso significativo.**



# La migrazione dei vapori è complessa...



Fonte: USEPA, 2015 - OSWER Technical guide for assessing and mitigating the vapor intrusion pathway from subsurface vapor sources to indoor air

# La migrazione dei vapori è complessa...

Occorre garantire che le misure siano affidabili e rappresentative del fenomeno



## Sperimentazione



# La migrazione dei vapori è complessa...

---

- Le attività di sperimentazione condotte hanno individuato le possibili criticità legate ai monitoraggi fornendo indicazioni tecniche:
  - per rendere più affidabili e rappresentative le misure
  - per ridefinire gli approcci (anche modellistici) per la valutazione dei dati
- In particolare è stato confermato che non sempre vi è correlazione tra le diverse linee di evidenza (misure effettuate nei terreni/acque e le misure nei gas del suolo, misure di flusso)
- Inoltre la forte influenza dei parametri meteorologici (temperatura, umidità e pressione atmosferica) sui risultati dei monitoraggi evidenzia come i fenomeni di migrazione dei vapori siano fortemente dipendenti dall'interazione suolo/atmosfera.

**Occorre bilanciare due aspetti contrapposti:**

**Necessità di semplificazione**

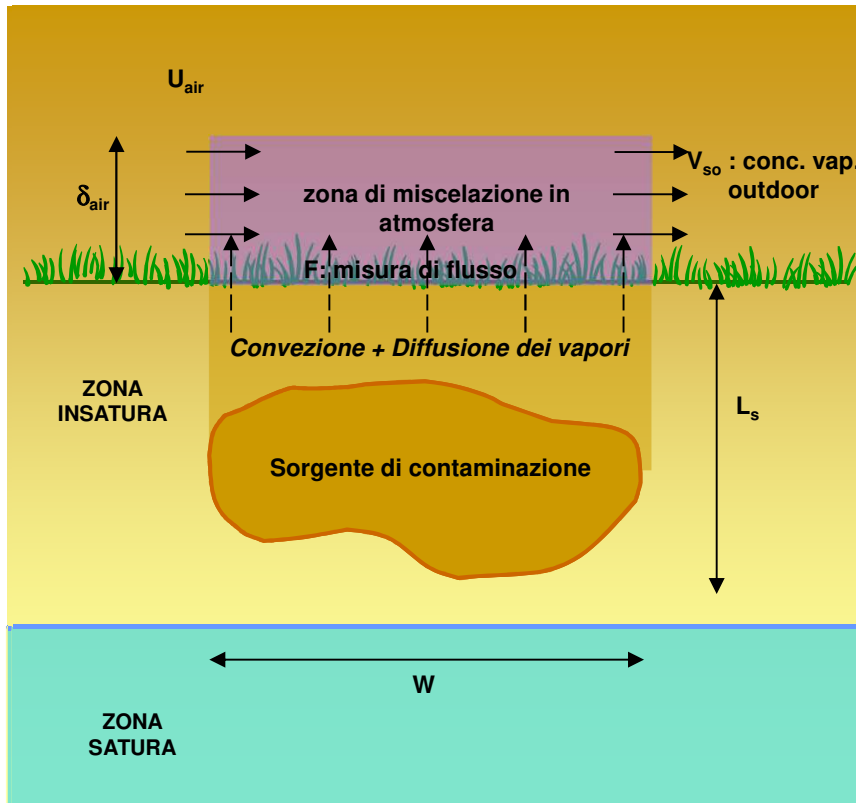
**Robustezza ed affidabilità della valutazione**

---



# Quanto sono cautelativi i modelli???

## Volatilizzazione outdoor



Il dato in aria outdoor risente molto della variabilità atmosferica e del background da altre fonti di emissione e ai fini ambientali può essere scarsamente significativo

### Suolo - Aria outdoor



- Si trascura la componente convettiva (rilevante) del trasporto
- Il modello di ripartizione sovrastima le concentrazioni nei gas interstiziali

### Soil gas - Aria outdoor



- Si trascura la componente convettiva (rilevante) del trasporto
- Il dato di soil gas potrebbe sottostimare la reale migrazione dei vapori (concentrazioni nei soil gas basse potrebbero corrispondere a flussi elevati)

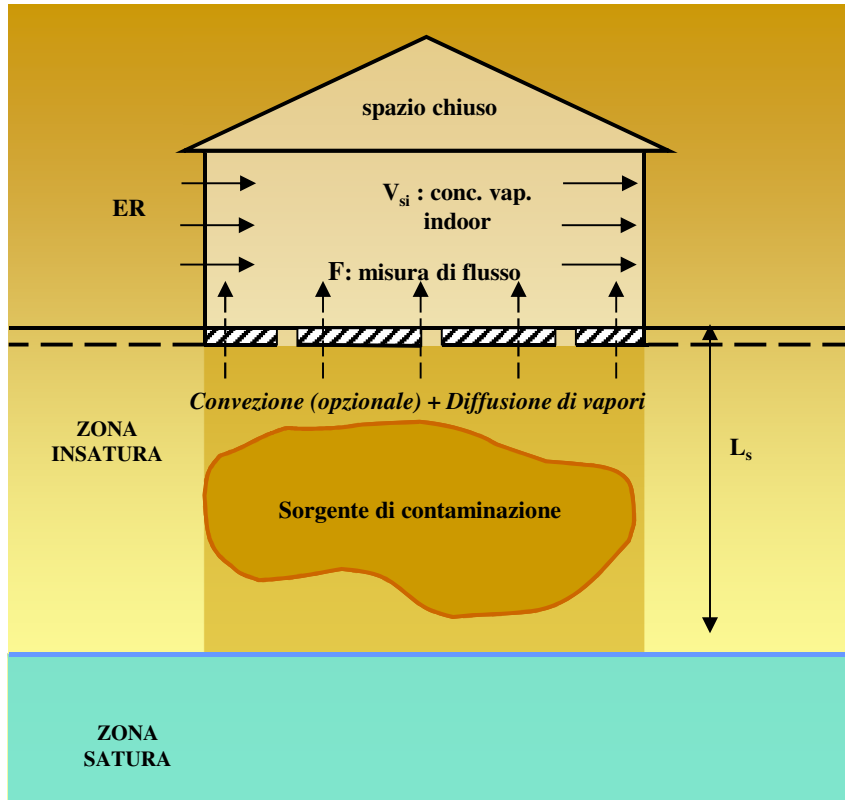
### Flusso - Aria outdoor



- Considera tutte le componenti di trasporto
- Considera tutti i contributi dal sottosuolo (suolo sup. prof. e falda)

# Quanto sono cautelativi i modelli???

## Volatilizzazione indoor



Il dato in aria indoor è sicuramente più significativo per la stima dell'esposizione e del rischio

### Suolo - Aria indoor



- Si può considerare la componente avvertiva (meno rilevante) del trasporto
- Il modello di ripartizione sovrastima le concentrazioni nei gas interstiziali
- Se non si considera la componente avvertiva si può sottostimare il rischio (modelli attuali)

### Soil gas - Aria indoor



- Si può considerare la componente avvertiva (meno rilevante) del trasporto
- Se non si considera la componente avvertiva si sottostima il rischio (modelli attuali)
- Il dato di soil gas potrebbe sottostimare la reale migrazione dei vapori (concentrazioni nei soil gas basse potrebbero corrispondere a flussi elevati)

### Flusso - Aria indoor



- E' difficile intercettare le vie preferenziali di flusso in ambiente indoor
- Se si estrapola il dato outdoor è possibile una sovrastima del flusso
- Considera tutti i contributi dal sottosuolo (suolo sup. prof. e falda)

# Come utilizzare i dati di soil gas?

  
**Sistema Nazionale  
per la Protezione  
dell'Ambiente**

**PROCEDURA OPERATIVA  
PER LA VALUTAZIONE E L'UTILIZZO  
DEI DATI DERIVANTI DA MISURE  
DI GAS INTERSTIZIALI NELL'ANALISI  
DI RISCHIO DEI SITI CONTAMINATI**

Delibera del Consiglio SNPA. Seduta del 03.10.18. Doc. n. 41/18





LINEE GUIDA  
SNPA 17/2018

- La Linea Guida SNPA 17/2018 risponde alle necessità di definire un approccio omogeneo per l'utilizzo dei dati derivanti da misure di soil gas all'interno dell'Analisi di Rischio dei siti contaminati.
- Avendo definito, tra l'altro, procedure specifiche per la contaminazione da idrocarburi, risponde anche ai requisiti tecnici richiesti dal DM 31/2015

# Procedura per l'utilizzo dei dati di soil gas



Definire una procedura operativa omogenea a livello nazionale per l'utilizzo dei dati derivanti da misure di soil gas all'interno dell'Analisi di Rischio dei siti contaminati

La procedura operativa si basa su un **approccio graduale** di valutazione dei dati nei gas interstiziali

(in analogia a quanto indicato dai documenti USEPA (USEPA, 1996) e ASTM (ASTM, 2001), nonché dalla normativa di riferimento, D.Lgs. 152/06, Parte IV, Titolo V e s.m.i.)

La procedura operativa si applica esclusivamente alla valutazione del **percorso di "volatilizzazione"** all'interno dell'AdR dei siti contaminati



## Finalità perseguite

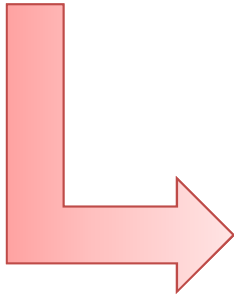
---



- **rivedere i parametri di esposizione** per il percorso di “inalazione di vapori” sulla base di studi più recenti disponibili a **livello nazionale**;
  - includere gli aggiornamenti della Banca Dati ISS-INAIL di marzo 2018, con particolare riferimento alla **classificazione delle sostanze volatili e ai parametri tossicologici relativi alla via di esposizione inalatoria**;
  - facilitare la gestione dei dati di campo, fissando **criteri semplificati per l'esclusione del percorso di volatilizzazione**;
  - superare alcune criticità applicative degli attuali software di AdR applicata ai dati di gas del suolo.
-

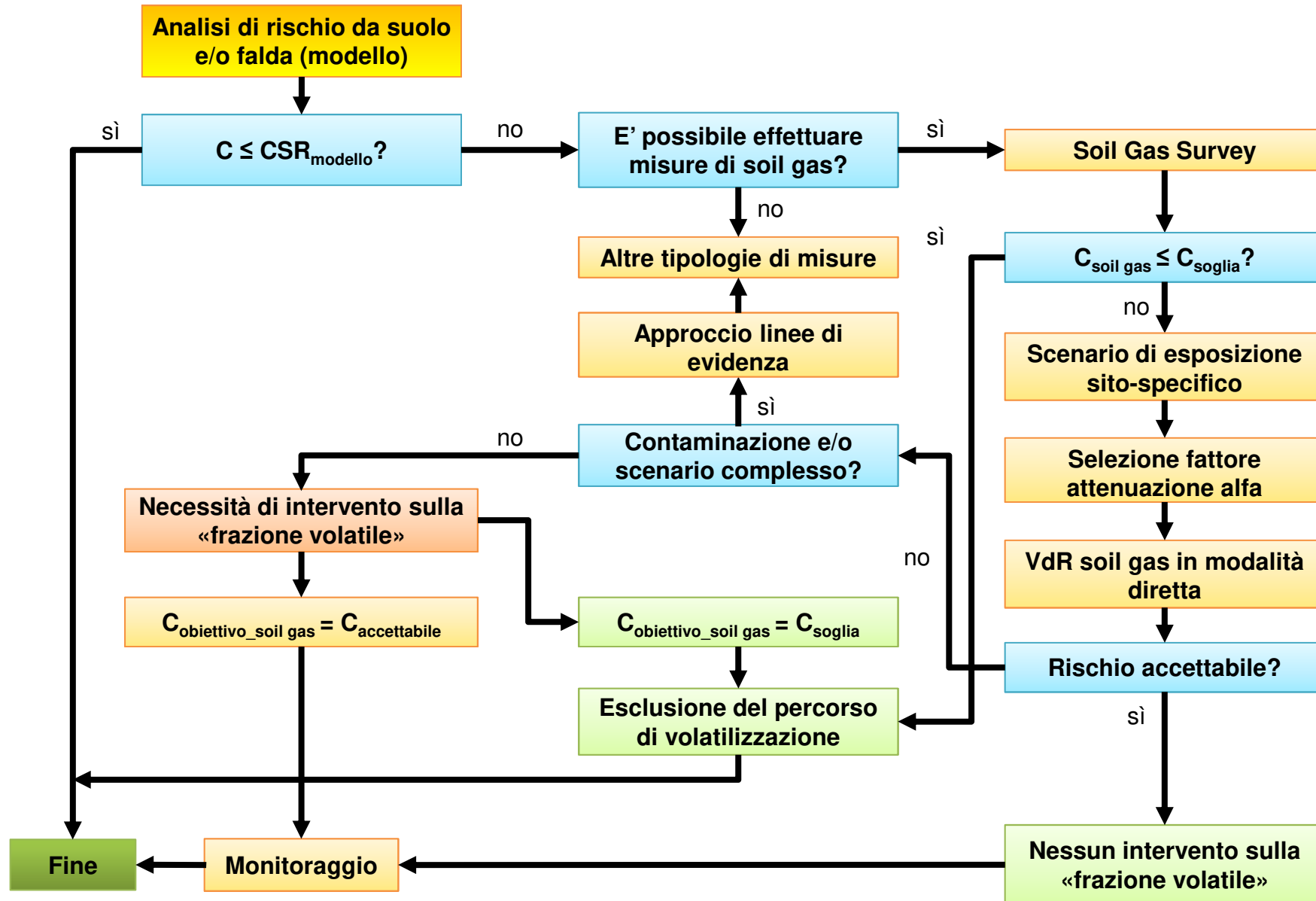
## Il soil gas survey

- E' la metodica di campionamento più utilizzata per la valutazione della presenza di composti volatili
- Vi è una esperienza consolidata da parte di molte Agenzie nella valutazione dei monitoraggi mediante soil gas survey



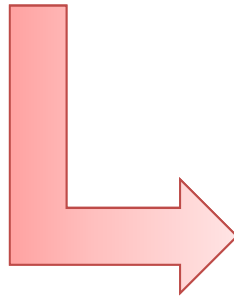
**Privilegiare l'utilizzo di misure di soil gas rispetto alle altre tipologie di monitoraggio**

# Schema generale della procedura



# Semplificazione

- Definizione delle sostanze effettivamente interessate dal percorso di volatilizzazione
- Criterio per l'esclusione del percorso di volatilizzazione



definizione dei valori di riferimento di tipo "sito generico" ( $C_{soglia}$ ) tali da escludere la presenza di un percorso attivo di volatilizzazione con effetti significativi verso gli ambienti indoor/outdoor

Caso A

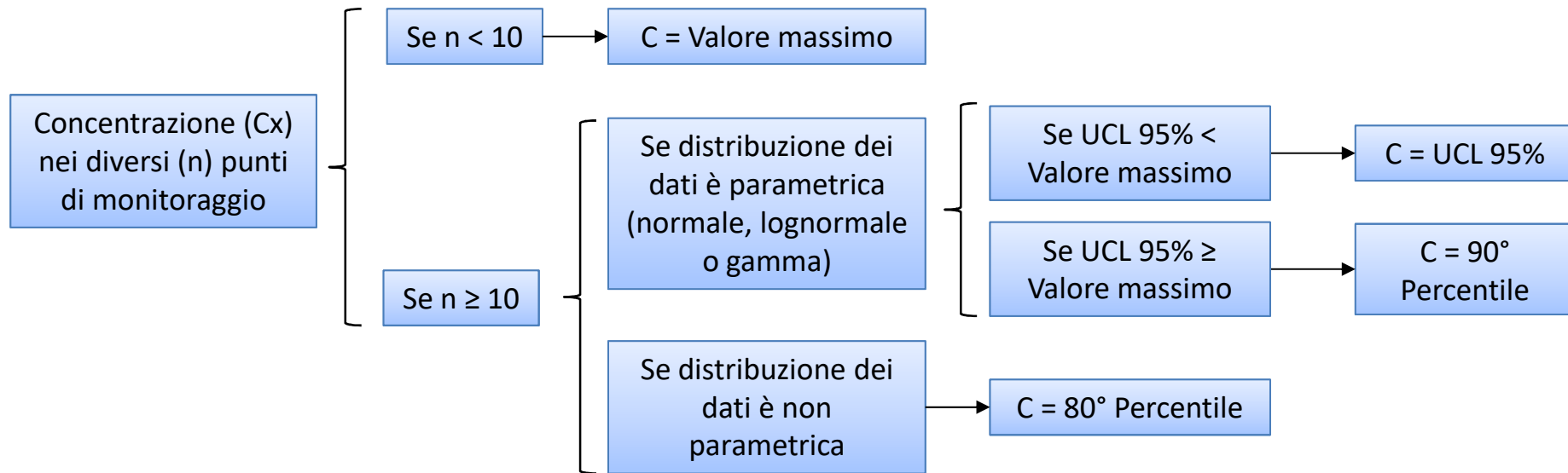
Se  $C \leq C_{soglia}$  in tutte le campagne di monitoraggio



**Esclusione del percorso**  
No intervento  
No monitoraggio

C = concentrazione rappresentativa nel soil gas per la singola campagna di monitoraggio.

# Concentrazione rappresentativa nei gas interstiziali



Cx = concentrazione rappresentativa del singolo punto di monitoraggio

C = concentrazione rappresentativa della campagna di monitoraggio

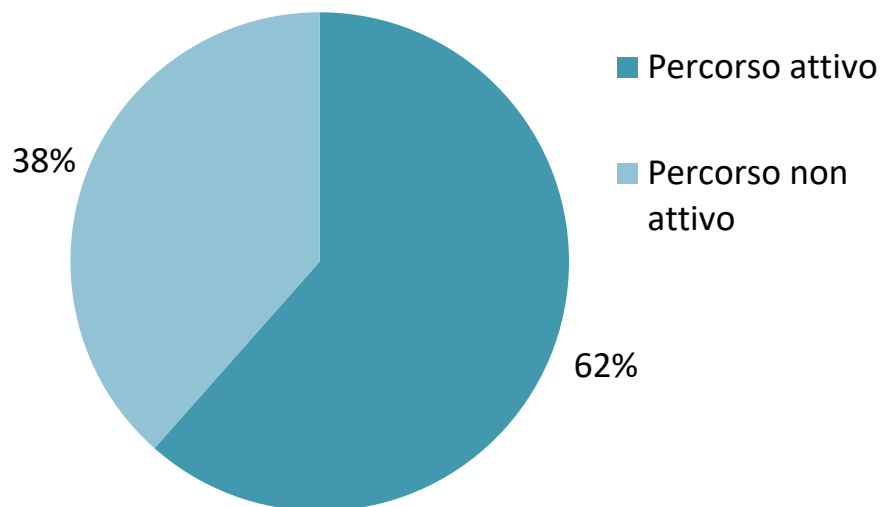
n = numero dei punti di monitoraggio

In caso di l'UCL 95% superiore al valore massimo o di distribuzione "non parametrica" è necessario valutare criticamente i dati in termini di disomogeneità, presenza di trend, ecc. con eventuale modifica del modello concettuale.

Per l'indoor sono considerati i dati di sonde rappresentative di un medesimo edificio.

# Verifica esclusione percorso

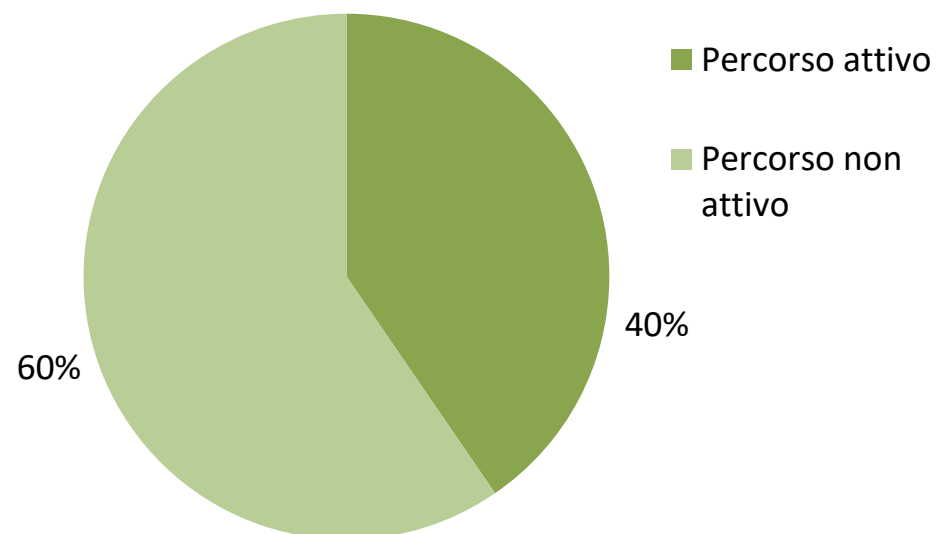
## Indoor - Confronto con i valori soglia



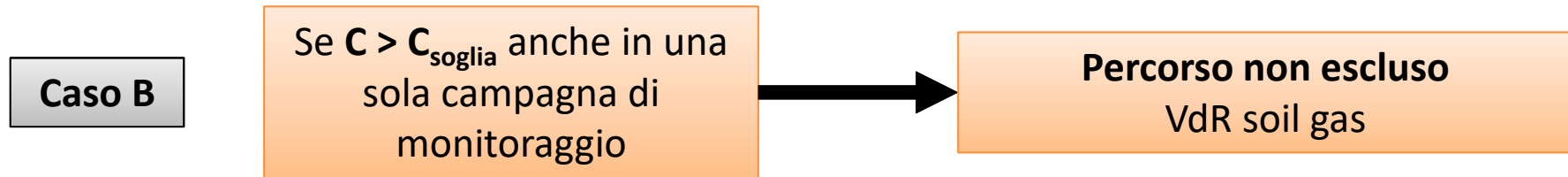
Test della procedura su 12 siti

65 campionamenti indoor  
47 campionamenti outdoor  
Analiti: BTEX, Idrocarburi,  
Clorurati, Naftalene, ecc.

## Outdoor - Confronto con i valori soglia



# Se il percorso non può essere escluso



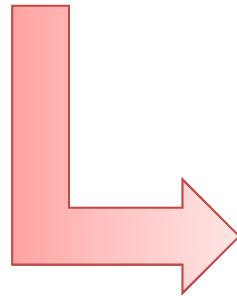
C = concentrazione rappresentativa nel soil gas per la singola campagna di monitoraggio

- Determinazione delle necessità di intervento
- Definizione delle CSR nel suolo e nelle acque sotterranee



## Valutazione di Rischio (VdR) soil gas

Valutazione in modalità diretta del rischio associato alle concentrazioni di inquinanti volatili ritrovate nei gas interstiziali



- Aggiornamento dei parametri di esposizione inalatoria
- Fattori di attenuazione «alfa» derivati da dati sperimentali
- Utilizzo dei parametri di tossicità inalatoria in termini di «concentrazione» (Banca Dati ISS-INAIL 2018)
- Semplificazione delle modalità di calcolo

# Aggiornamento dei parametri di esposizione

## Parametri di esposizione – Uso Residenziale/Ricreativo

| Parametri di Esposizione  | Residenziale          |                            |                           |                  | Ricreativo            |                            |                           |                  |
|---|-----------------------|----------------------------|---------------------------|------------------|-----------------------|----------------------------|---------------------------|------------------|
|   | Bambino<br>(0-6 anni) | Adolescente<br>(7-16 anni) | Adulto<br>(17-65<br>anni) | Anziano<br>(>65) | Bambino<br>(0-6 anni) | Adolescente<br>(7-16 anni) | Adulto<br>(17-65<br>anni) | Anziano<br>(>65) |
| Frequenza di Esposizione<br>(giorni/anno) – EF  | 350                   | 350                        | 350                       | 350              | 350                   | 350                        | 350                       | 350              |
| Frequenza giornaliera di<br>Esposizione Indoor<br>(ore/giorno) – EF <sub>g_indoor</sub>   | 19,8                  | 19,6                       | 18,0                      | 22,4             | 0,4                   | 0,6                        | 1,4                       | 1,4              |
| Frequenza giornaliera di<br>Esposizione Outdoor<br>(ore/giorno) – EF <sub>g_outdoor</sub> | 0,7                   | 0,5                        | 0,9                       | 1,9              | 0,6                   | 0,9                        | 0,8                       | 0,6              |
| Durata di Esposizione<br>(anni) – ED  | 6                     | 10                         | 14                        | 5                | 6                     | 10                         | 14                        | 5                |
| Tempo di mediazione<br>sostanze non cancerogene<br>(anni) – AT <sub>non_canc</sub>        | 6                     | 10                         | 14                        | 5                | 6                     | 10                         | 14                        | 5                |
| Tempo di mediazione<br>sostanze cancerogene<br>(anni) – AT <sub>canc</sub>                | 70                    | 70                         | 70                        | 70               | 70                    | 70                         | 70                        | 70               |
| ADAF (adim)   | 5                     | 3                          | 1                         | 1                | 5                     | 3                          | 1                         | 1                |

- Scenario residenziale/ricreativo – Studio ISTAT del 2012 «Uso del tempo» sulle abitudini di vita di 18.250 famiglie

# Aggiornamento dei parametri di esposizione

---

| Frequenza giornaliera in funzione dell'ambiente di lavoro   |   |         |
|---|---|---------|
| Attività indoor/outdoor   | Frequenza giornaliera di Esposizione (ore/giorno) |         |
|   | Indoor  | Outdoor |
| (a) Attività che in genere si svolgono in ambienti chiusi (indoor)                                  | 8   | 1,5     |
| (b) Attività che possono essere svolte in ambienti aperti (outdoor) e/o in ambienti chiusi (indoor) | 8   | 8       |
| (c) Attività che in genere si svolgono in ambienti aperti (outdoor)                                 | 1,5   | 8       |

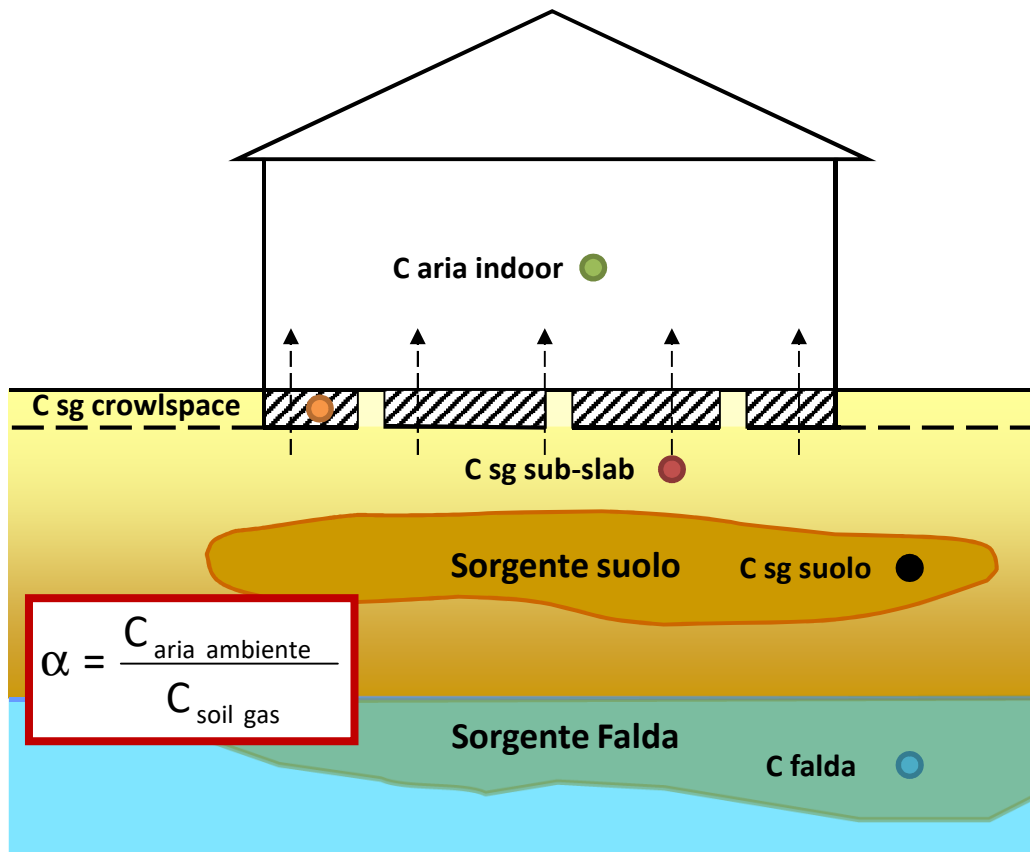
- Scenario commerciale/industriale – Tipologia di attività lavorativa: corrispondenza con le classi di professione ISTAT 2017
-

## Cumulo delle sostanze

---

- In analogia con gli approcci europei ed internazionali di derivazione di valori guida o di “screening” (JRC, 2007, USEPA, 1996) **non si è tenuto conto degli effetti cumulati di più sostanze per la determinazione dei valori soglia.**
  - Anche per la VdR soil gas non è prevista per la modalità di esposizione “inalazione vapori” la valutazione degli effetti cumulati di più sostanze stimate in aria ambiente.
  - Questa scelta è in linea con la normativa relativa alla qualità dell’aria (D.Lgs. 155/2010) e con quanto previsto nelle Linee Guida OMS (WHO 2000, WHO 2010) che non prevedono questo tipo di valutazione per l’esposizione ad inquinanti in aria.
  - Tale scelta è anche giustificata dal fatto che si fa riferimento ad un singolo percorso di esposizione e che l’approccio selezionato include già numerosi elementi di cautela.
-

# Il Vapour Intrusion Database di USEPA



- Il Vapour Intrusion Database di USEPA contiene **misure di COV in aria indoor** eseguite in contemporanea a:
  - misure di soil gas nel vespaio (crowlspace), sotto soletta (sub-slab) e nel suolo;
  - misure nelle acque sotterranee.

- Il database include **2929 coppie di dati** relativi a **913 edifici** sia in contesto **residenziale** che in contesto **non residenziale**.
- Le sostanze monitorate sono **prevalentemente composti clorurati** presenti nei suoli insaturi e/o nelle acque sotterranee, anche se il database contiene **diversi casi di contaminazione da idrocarburi**.

# Stima dei fattori di attenuazione

| Statistiche          | alfa                                 |                                |
|----------------------|--------------------------------------|--------------------------------|
|                      | soil gas suolo<br>(esterno edificio) | soil gas sub-<br>slab (indoor) |
| Min                  | 1,32E-06                             | 1,97E-04                       |
| 5 percentile         | 9,29E-06                             | 6,38E-04                       |
| 25 percentile        | 3,83E-04                             | 1,58E-03                       |
| 50 percentile        | 2,15E-03                             | 2,94E-03                       |
| 75 percentile        | 8,57E-03                             | 6,38E-03                       |
| <b>95 percentile</b> | <b>1,25E-01</b>                      | 2,75E-02                       |
| Max                  | 4,10E-01                             | 8,82E-02                       |
| Media                | 2,38E-02                             | 7,13E-03                       |
| StdDev               | 6,08E-02                             | 1,42E-02                       |
| UCL95 media          | 3,45E-02                             | 1,12E-02                       |

Derivazione valori soglia  
 $\alpha_c = 0,1$

**I fattori di attenuazione  
si applicano all'indoor e  
all'outdoor**

- Valutazione di Rischio soil gas

## Correlazione profondità

| Profondità      | alfa (suolo) |
|-----------------|--------------|
| < 2,5m da p.c.  | 5,93E-02     |
| 2,5-4 m da p.c. | 3,11E-03     |
| 4-9 m da p.c.   | 1,97E-03     |
| ≥ 9 m da p.c    | 1,89E-03     |

## Correlazione tipo suolo

| Tipo di suolo    | alfa (sub-slab indoor) | alfa (suolo) |
|------------------|------------------------|--------------|
| Molto grossolano | 1,53E-02               | 5,31E-02     |
| Grossolano       | 1,25E-02               | 1,23E-02     |
| Fine             | 1,02E-02               | 2,86E-03     |

La profondità e il tipo di suolo si riferiscono alle sonde gas posizionate in corrispondenza della sorgente

## Stima dei fattori di attenuazione

- Criteri di massima per la selezione del tipo di correlazione

| Tessitura insaturo<br>Profondità | Molto Grossolano | Grossolano | Fine       |
|----------------------------------|------------------|------------|------------|
| < 2,5 m da p.c.                  | Tessitura        | Tessitura  | Tessitura  |
| 2,5-4 m da p.c.                  | Tessitura        | Tessitura  | Tessitura  |
| 4-9 m da p.c.                    | Profondità       | Profondità | Profondità |
| ≥ 9 m da p.c.                    | Profondità       | Profondità | Profondità |

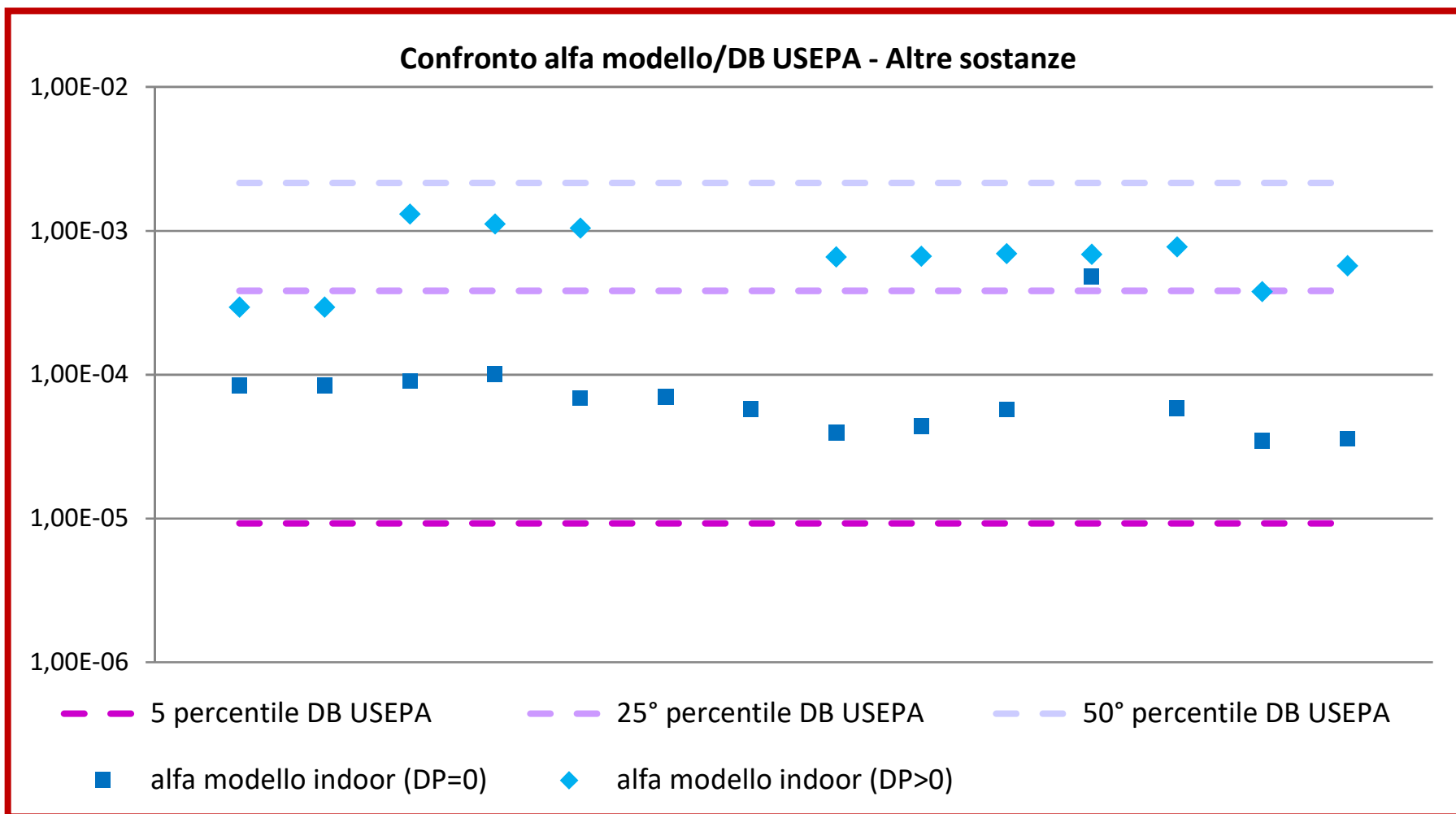
I criteri proposti sono puramente indicativi e, qualora le condizioni sito-specifiche non siano aderenti a quanto proposto (es. disomogeneità nella tessitura dell'insaturo, presenza di lenti di materiale fine tra la sorgente e il p.c.) se ne dovrà tener conto ai fini di una idonea valutazione del fattore di attenuazione.

- Criteri di massima per la selezione del tipo di correlazione

| Tipo di suolo USEPA | Classi USDA   | Note  |
|---------------------|---|---|
| Molto grossolano    | Sand (*), Loamy Sand (*)  | Le classi Sand e Loamy Sand sono incluse in questa classificazione se la % ghiaia è superiore al 10%                    |
| Grossolano          | Sand (*), Loamy Sand (*), Sandy Loam, Sandy Clay Loam, Sandy Clay   | Le classi Sand e Loamy Sand sono incluse in questa classificazione se la % ghiaia è inferiore al 10%                    |
| Fine                | Loam, Silt Loam, Silt, Clay Loam, Silty Clay Loam, Silty Clay, Clay | Qualora vi siano percentuali di ghiaia superiori al 25% dovrà essere adottata la classificazione superiore (grossolano) |



# Confronto modelli/DB USEPA



Test della procedura su 12 siti (65 campionamenti indoor)

# Valutazione degli effetti della biodegradazione

- Per gli idrocarburi, i documenti di riferimento indicano che occorre tener conto di eventuali fenomeni di biodegradazione.

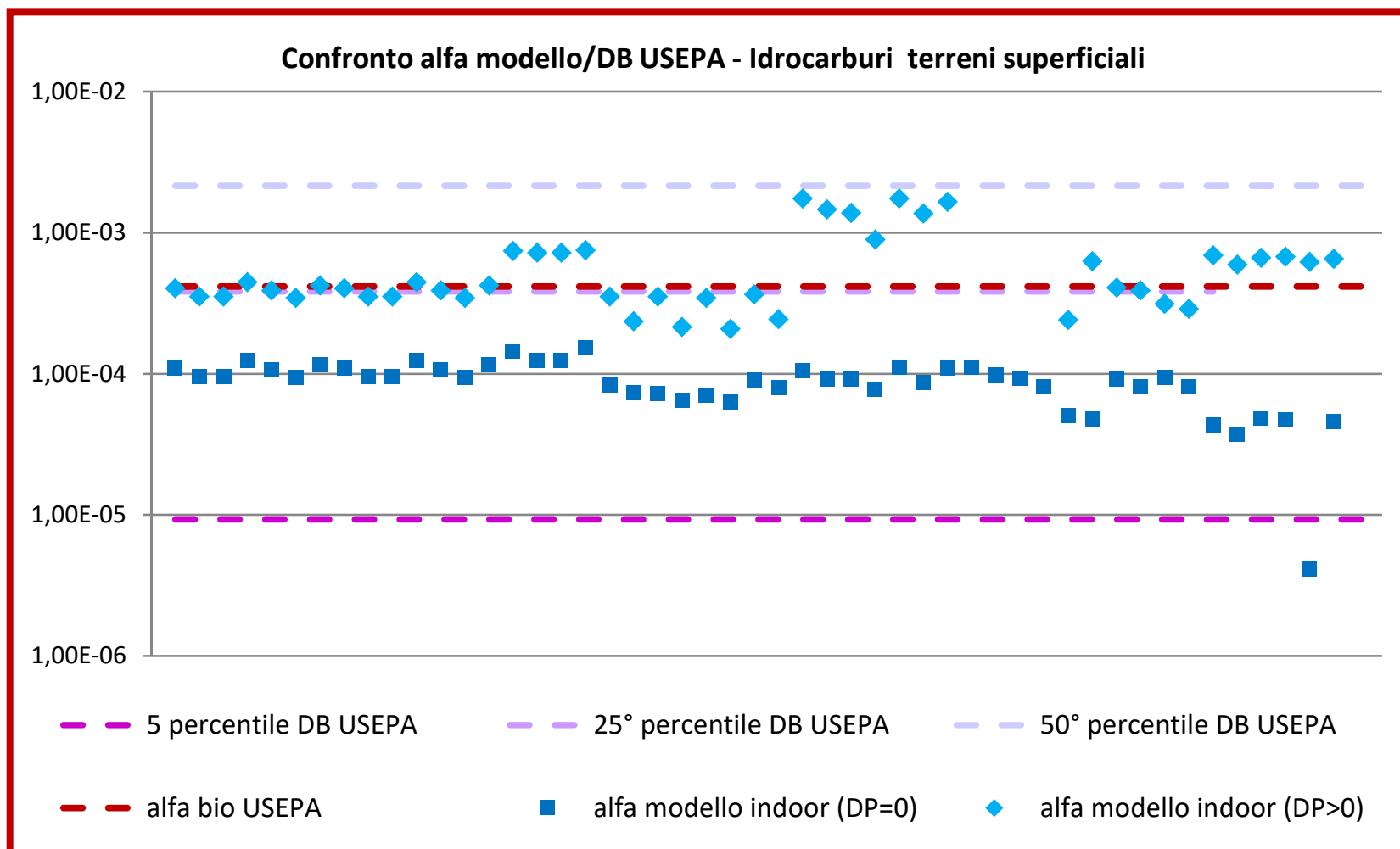
| Profondità      | alfa (suolo)<br>con biodegr. | alfa (sub-slab)<br>con biodegr. |
|-----------------|------------------------------|---------------------------------|
| < 2,5m da p.c.  | 1,68E-02                     | 3,17E-03                        |
| 2,5-4 m da p.c. | 3,56E-05                     | -                               |
| 4-9 m da p.c.   | 2,25E-05                     | -                               |
| ≥ 9 m da p.c.   | 2,16E-05                     | -                               |

- Si è tenuto conto dei risultati dei modelli tridimensionali disponibili in letteratura (Abreu and Johnson, 2005) e presi a riferimento da USEPA (USEPA, 2013)

Possono essere applicati a:

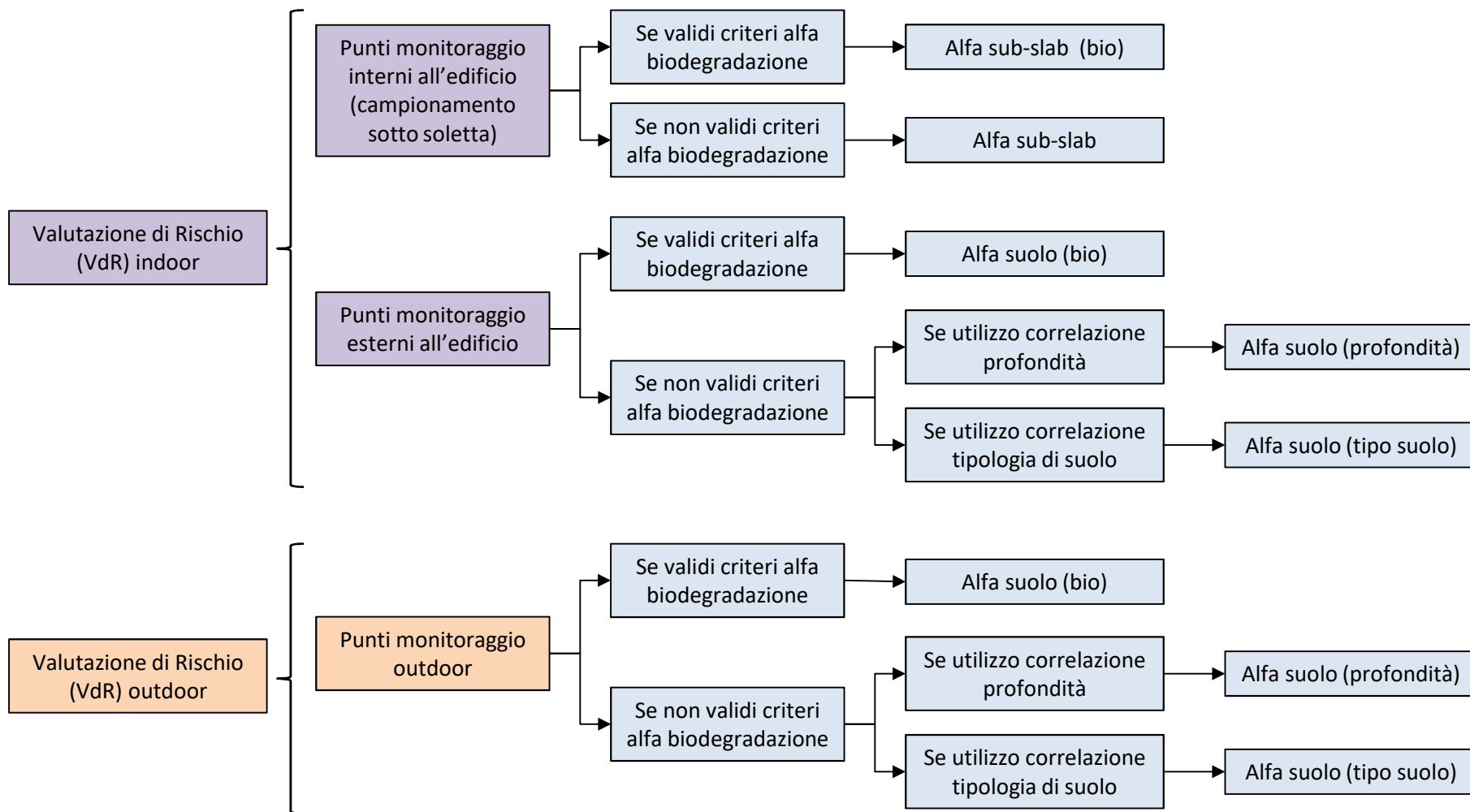
- contaminazione da **BTEXS** ed Idrocarburi  **$C \leq 12$** ;
- **percentuali di ossigeno misurate nei gas superiori al 4%**; in presenza di pavimentazione e nell'intorno dell'edificio dovrà essere valutata la presenza di ossigeno anche al di sotto della pavimentazione;
- **edifici con superficie inferiore a 140 m<sup>2</sup>**; per edifici di superficie superiore occorrerà effettuare campionamenti all'interno degli edifici (sub-slab samples) per verificarne l'applicabilità.

# Idrocarburi - Confronto modelli/DB USEPA



Test della procedura su 12 siti (65 campionamenti indoor)  
Ai fini del confronto si ricorda che i modelli attuali non tengono conto della biodegradazione

# Selezione del fattore di attenuazione

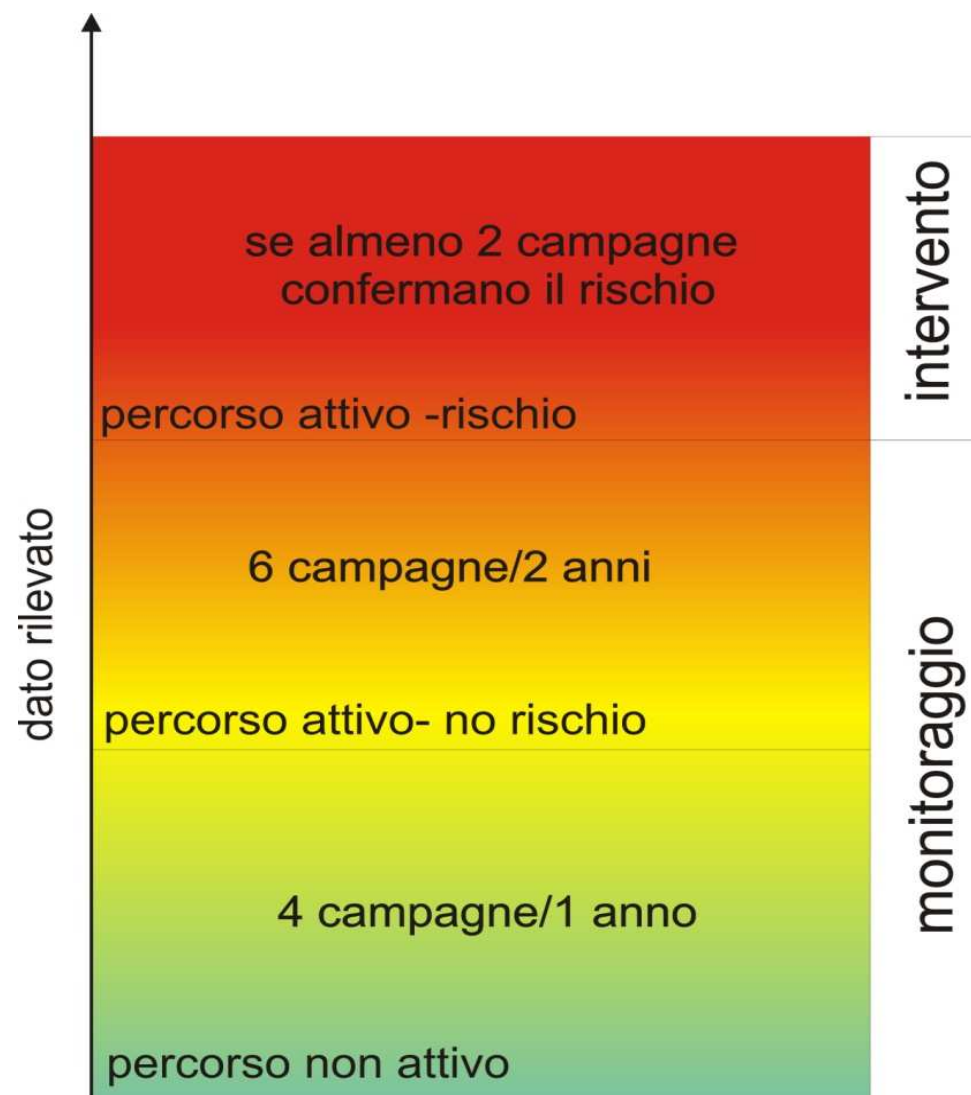


# Gestione della variabilità spaziale e temporale dei dati



## Definizione del numero di campagne

- almeno 4 campagne (rappresentative delle stagionalità di un anno) per l'esclusione del percorso di volatilizzazione (cfr. valori soglia);
- da 4 a 6 campagne (rappresentative delle stagionalità di uno o due anni) per la verifica di accettabilità del rischio (VdR soil gas);



## Valutazione degli esiti delle campagne

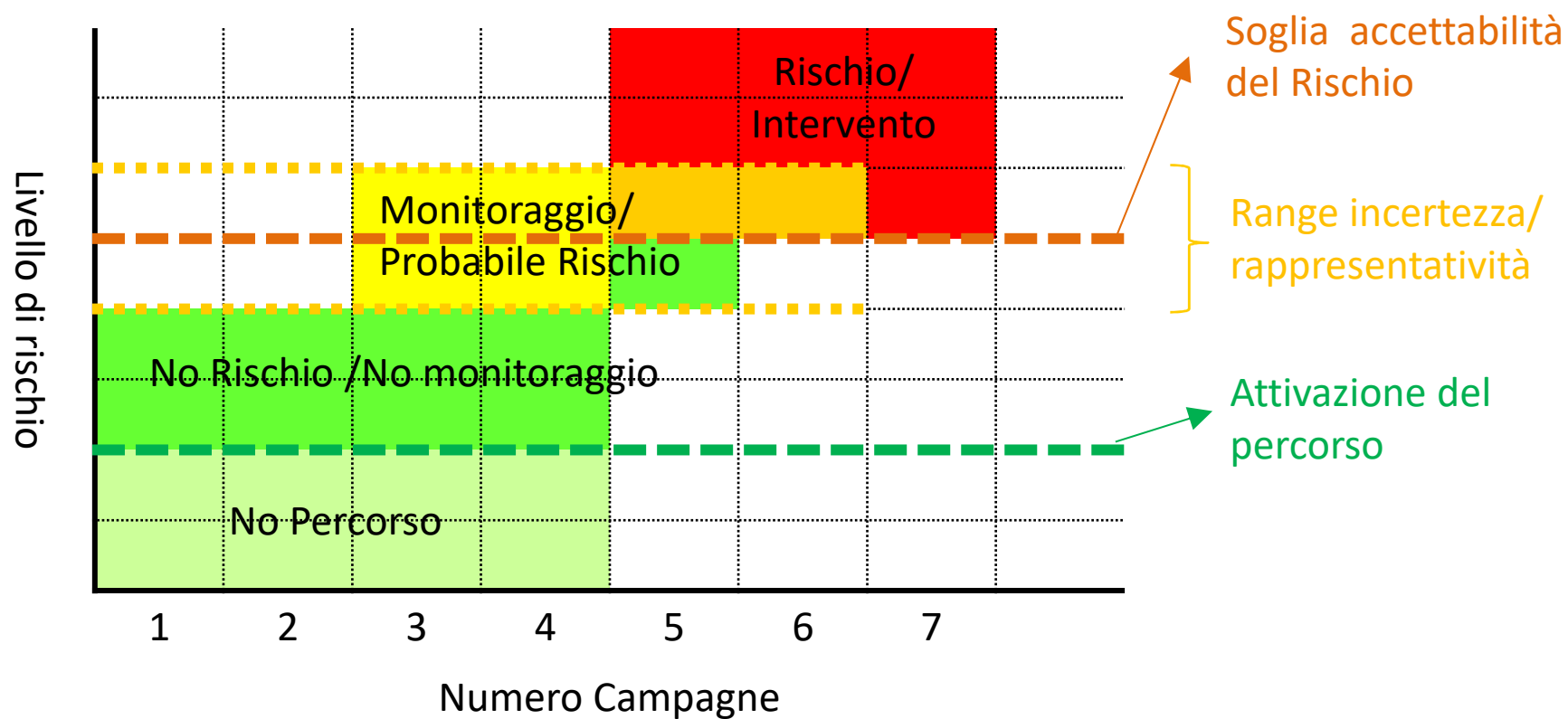
---



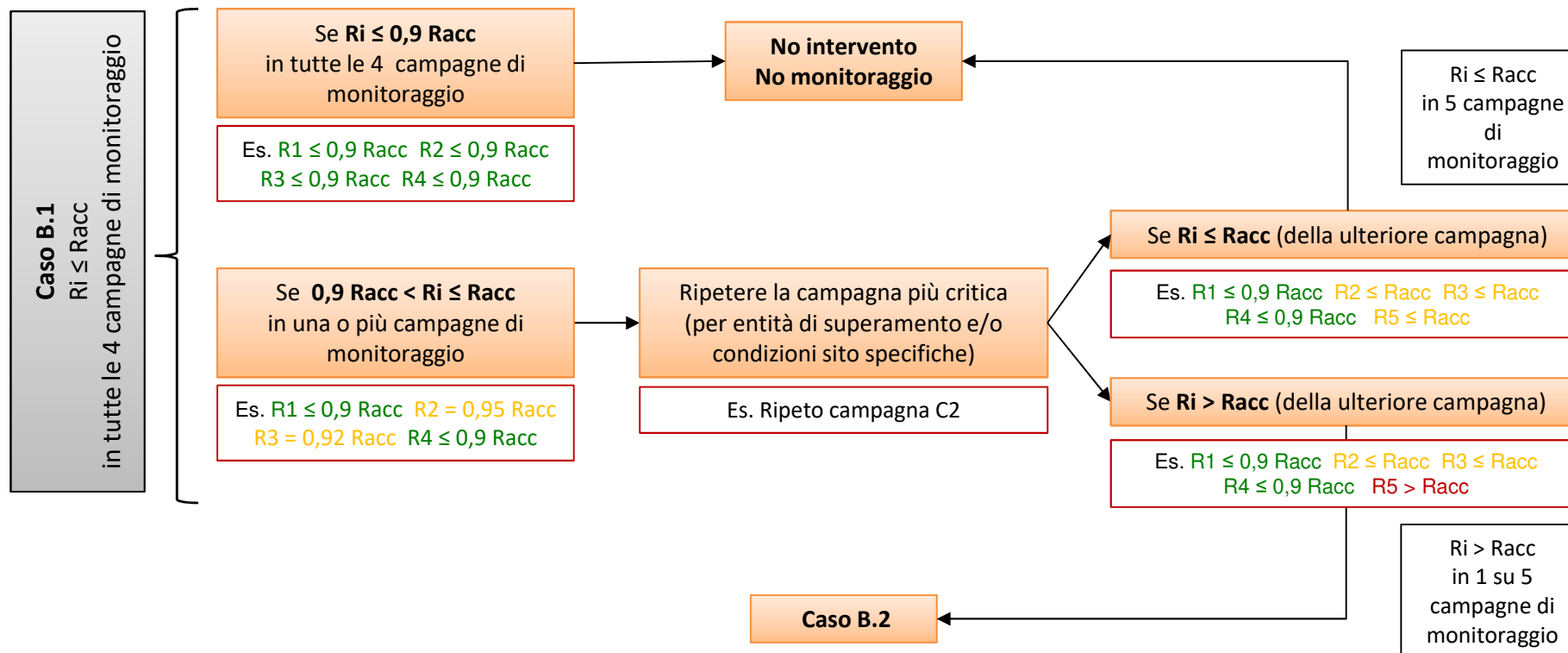
- Per la valutazione delle campagne si è fissata per il primo anno di monitoraggio (4 campagne) una **incertezza del 10% legata alla rappresentatività stagionale della singola campagna.**
  - Qualora nel **primo anno di monitoraggio** si registrino **situazioni anomale** (es. rischio non accettabile) esse **andranno rivalutate** al fine di verificare se tali anomalie siano dovute ad una reale situazione di criticità ambientale, oppure possano essere gestite nell'ambito della variabilità del dato.
  - Per i monitoraggi successivi al primo anno si ritiene che **la ripetizione di uno o più campagne nella stessa stagione** sia sufficientemente rappresentativa da non richiedere più l'adozione di range di incertezza.
-



# Valutazione/Gestione delle campagne

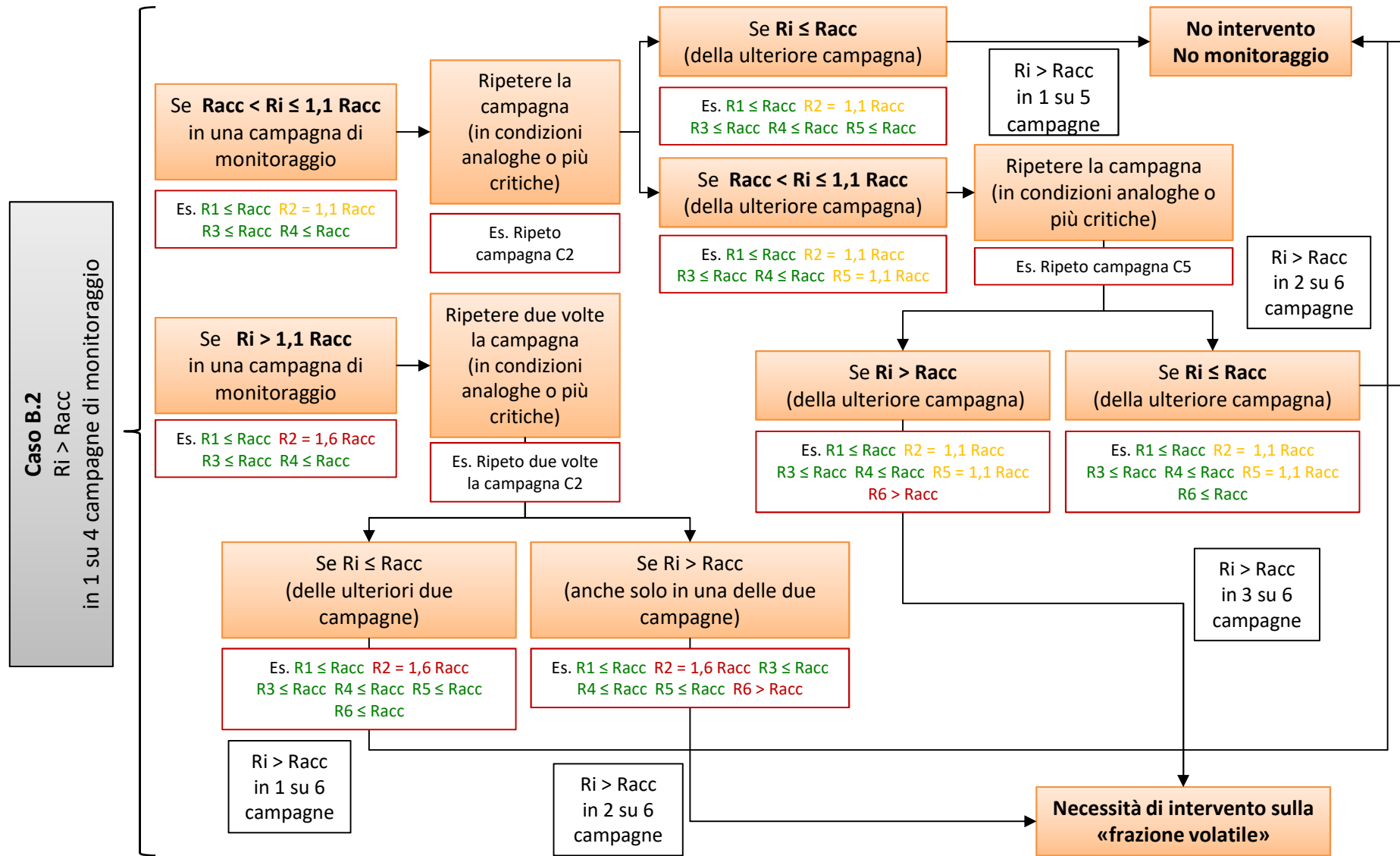


# Valutazione degli esiti delle campagne



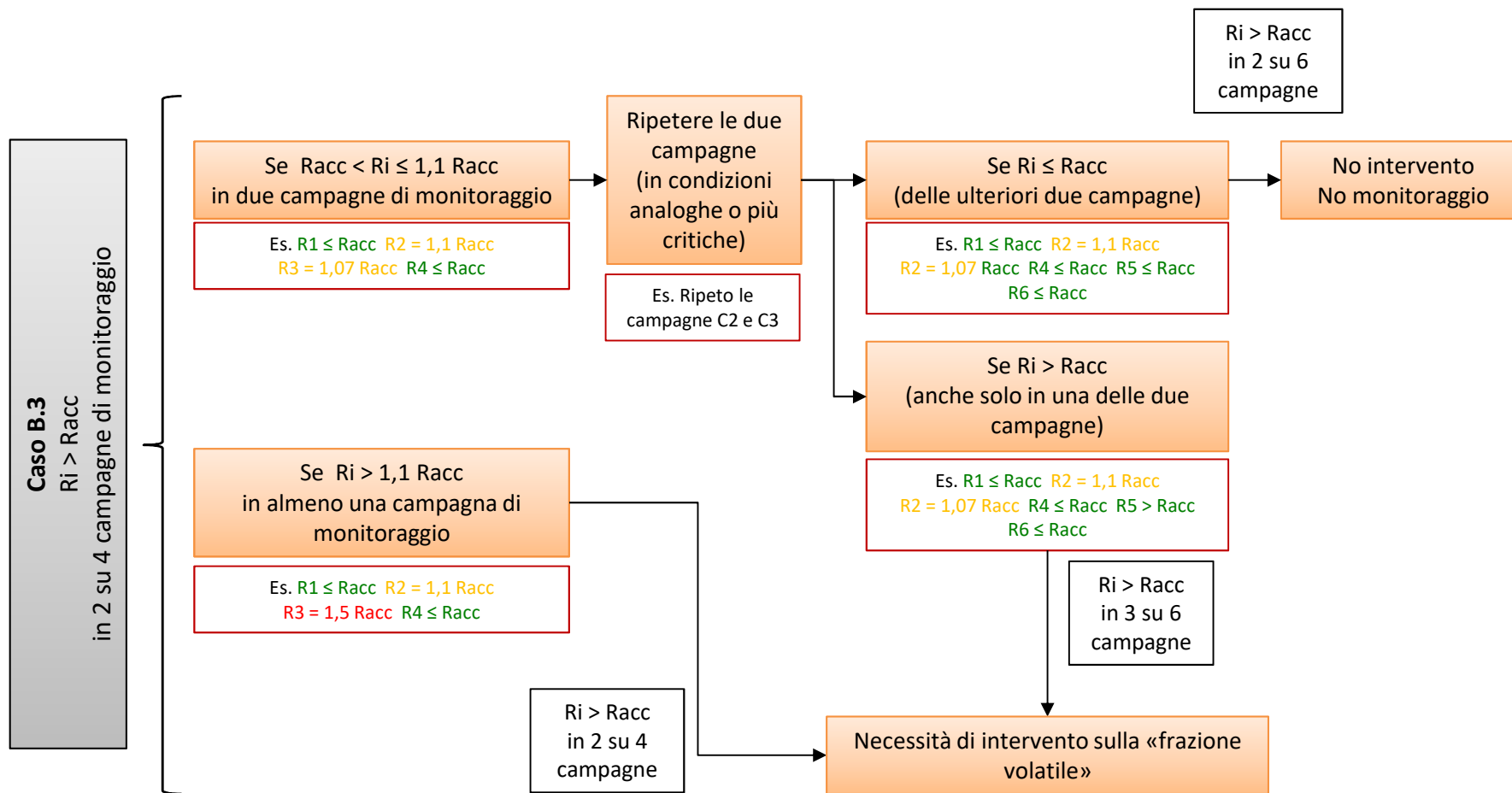
Ri = Rischio da VdR soil gas riferito all' i-esima campagna di monitoraggio

# Valutazione degli esiti delle campagne



$R_i$  = Rischio da VdR soil gas riferito all' i-esima campagna di monitoraggio

# Valutazione degli esiti delle campagne



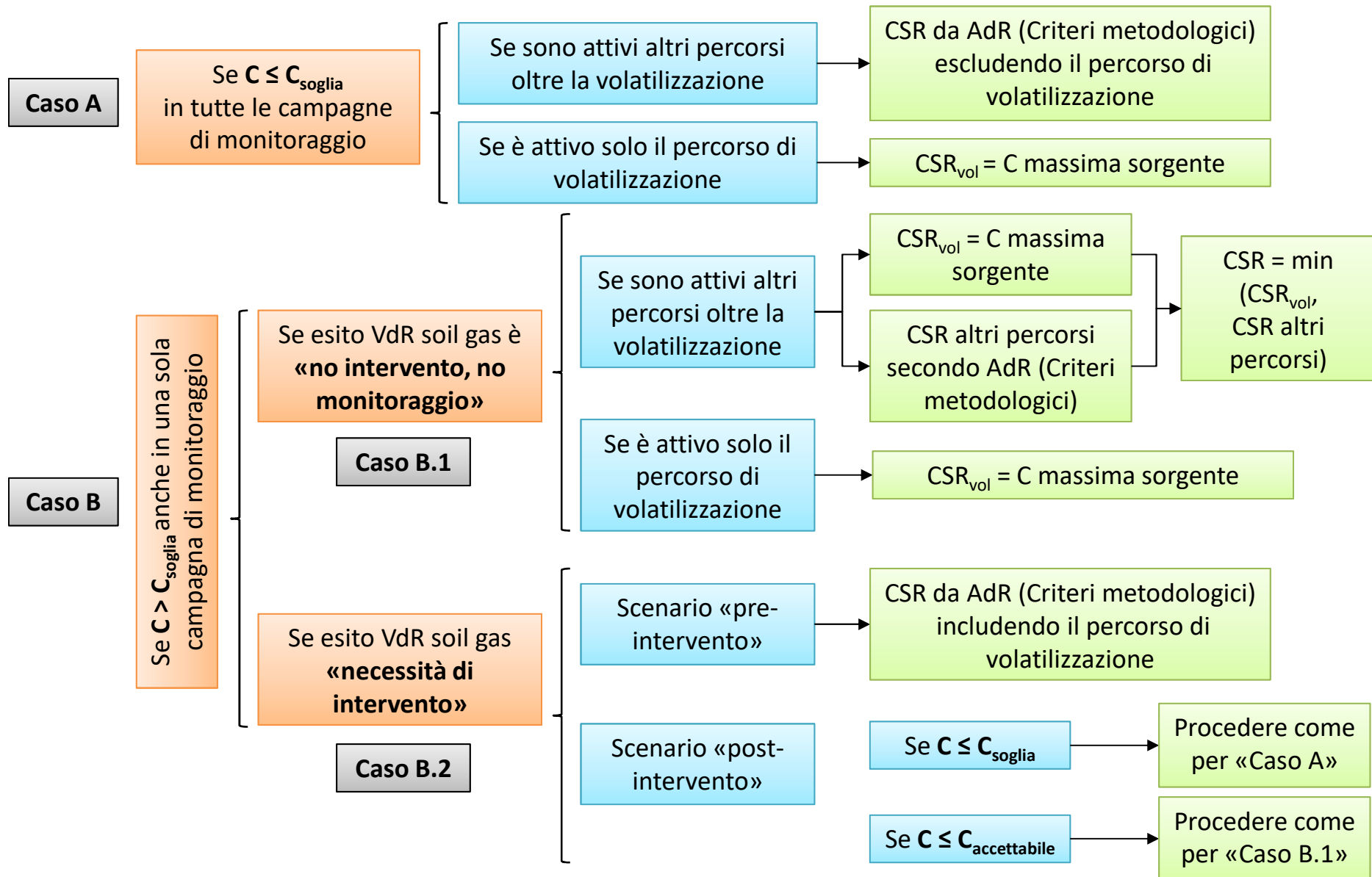
Ri = Rischio da VdR soil gas riferito all' i-esima campagna di monitoraggio

## Flessibilità nella decisione

---

- Si può decidere in caso di esiti negativi della prima campagna (assenza del percorso o assenza di rischio) di procedere subito ad interventi di ripristino/riqualificazione del sito purché si effettuino le campagne successive.
  - Gli interventi previsti dalla procedura riguardano esclusivamente la «frazione volatile» (vapori).
  - Può essere valutata la possibilità di mettere in atto misure di mitigazione a protezione dei bersagli (gestione del rischio).
  - Le verifiche di raggiungimento degli obiettivi degli interventi andranno effettuate attraverso la stessa tipologia di monitoraggio di vapori utilizzata per la VdR.
  - **Non è richiesto necessariamente il campionamento di terreni e/o acque e le CSR post-intervento potranno essere poste uguali ai valori massimi di concentrazione per le sorgenti identificate in fase di caratterizzazione.**
-

# Determinazione delle CSR nei suoli e nelle acque sotterranee



## Semplificazione modalità di calcolo

- La definizione dei fattori di trasporto «alfa» semplifica le modalità di calcolo e riduce i parametri di input necessari.
- L'utilizzo dei parametri di tossicità inalatoria in termini di concentrazione (Reference Concentration e Unit Risk Factor) riduce i parametri di input per la valutazione dell'esposizione.



Software Rome Plus  
Valutazione del Rischio soil gas  
Calcolo del Rischio da misure di flusso



## Considerazioni finali

---

- I documenti prodotti dal GdL 9 bis consentono di superare molte criticità nella progettazione delle campagne e nella gestione dei risultati dei monitoraggi dei gas interstiziali all'interno dell'AdR dei siti contaminati, delineando un approccio omogeneo a livello nazionale.
- Le attività di sperimentazione condotte hanno individuato le possibili criticità legate ai monitoraggi e all'utilizzo dei modelli fornendo indicazioni tecniche per rendere più affidabili e rappresentative le misure.
- In particolare è stato confermato che non vi è correlazione tra le diverse linee di evidenza (misure effettuate nei terreni/acque e le misure nei gas del suolo, misure di flusso)
- Inoltre la forte influenza dei parametri meteorologici (temperatura, umidità e pressione atmosferica) sui risultati dei monitoraggi evidenzia come i fenomeni di migrazione dei vapori siano fortemente dipendenti dall'interazione suolo/atmosfera.
- L'utilizzo di fattori di trasporto derivati da dati «sperimentali» ha permesso di superare le possibili criticità associate ai modelli di trasporto applicati ai gas interstiziali.

**Infine occorre rimarcare che tutte le indicazioni inserite nelle Linee Guida derivano da sperimentazioni e test sulle procedure proposte**

---

# Ringraziamenti

---

- Eleonora Beccaloni, Federica Scaini (ISS)
- Simona Berardi, Elisabetta Bemporad (INAIL)

## ***Gruppo di Lavoro 9 Bis – Sottogruppo 4 “Utilizzo del dato”***

- Marco Fontana (ARPA Piemonte - Coordinatore del Gruppo di Lavoro 9 bis)
  - Marco Falconi (ISPRA)
  - Lucina Luchetti (ARTA Abruzzo)
  - Gianluca Ragone, Valentina Sammartino (ARPA Campania)
  - Laura Schiozzi (ARPA Friuli Venezia Giulia)
  - Fabrizio Cacciari, Adele Lo Monaco, Maria Grazia Scialoja (ARPAE Emilia Romagna)
  - Elisa Colangeli, Alessandro Grillo (ARPA Lazio)
  - Lucrezia Belsanti, Daniela Fanutza, Maurizio Garbarino, Chiara Olivieri (ARPA Liguria)
  - Sara Puricelli, Madela Torretta (ARPA Lombardia)
  - Elisabetta Ballarini (ARPA Marche)
  - Chiara Ariotti, Paola Boschetti, Maurizio Di Tonno (ARPA Piemonte)
  - Fulvio Simonetto (ARPA Valle D'Aosta)
  - Federico Fuin (ARPA Veneto)
-

## Per chi si affida di più ai modelli

*“Tutti i modelli sono sbagliati, qualcuno è utile”  
(George Box)*

## Per chi si affida di più ai dati di campo

*“La scienza è fatta di dati come una casa è fatta di  
pietre.  
Ma un ammasso di dati non è scienza più di quanto un  
mucchio di pietre sia una vera casa”  
(Jules-Henri Poincaré)*

---

**Grazie dell'attenzione!!!**

---



*Antonella Vecchio* [antonella.vecchio@isprambiente.it](mailto:antonella.vecchio@isprambiente.it)

---