

CONFRONTO TRA I SOFTWARE

Criteri di calcolo del rischio e criticità

Antonella Vecchio

ISPRA

Combinazione degli effetti

- Per il calcolo dell'esposizione e del rischio:
 - per valutare gli effetti di **più vie di esposizione** (es. ingestione, contatto dermico, inalazione):
 - § possono essere sommati (“rischio additivo”) i rischi relativi alla stessa matrice ambientale (suolo superficiale, suolo profondo, falda); in alternativa
 - § può essere considerata la via di esposizione che determina l'effetto (rischio) maggiore
 - per valutare l'esposizione a **più contaminanti**:
 - § possono essere sommati (“rischio cumulato”) i rischi determinati da più sostanze
 - § può essere considerato il rischio (maggiore) associato alla sostanza più critica
- Sia gli Standard di riferimento che i software comunemente utilizzati, utilizzano procedure differenti per la combinazione degli effetti. Ad esempio per la stima del rischio cumulato USEPA prevede la possibilità di sommare i rischi delle sostanze cancerogene (R), mentre per quelle non cancerogene prevede di sommare solo gli effetti sullo stesso organo bersaglio

- Per valutare gli effetti di **più vie di esposizione** (es. ingestione, contatto dermico, inalazione) e la relativa CSR:
 - si effettua la “somma armonica” delle CSR relative alla stessa matrice ambientale (suolo superficiale, suolo profondo, falda)

Es. Suolo Superficiale

$$\frac{1}{CSR_{SS,Add}} = \frac{1}{CSR_{SS,ing}} + \frac{1}{CSR_{SS,derm}} + \frac{1}{CSR_{SS,inal_vap}} + \frac{1}{CSR_{SS,inal_pol}}$$

- alternativamente può essere considerata la CSR (più bassa) associata alla via di esposizione che determina l'effetto (rischio) maggiore

Es. Suolo Superficiale

$$CSR_{SS} = \min (CSR_{SS,ing}; CSR_{SS,derm}; CSR_{SS,inal_vap}; CSR_{SS,inal_pol})$$

CSR relative a più sostanze

- Le CSR relative alla singola sostanza possono non rispettare la condizione di **rischio cumulato tollerabile**.
- Ad esempio, la presenza di più contaminanti ciascuno caratterizzato da una CSR individuale calcolata a partire da un un $THI = 1$, determinerebbe un indice di pericolo cumulato non accettabile ($HI_{CUM} > 1$):
- In questi casi occorre ridurre le CSR individuali tenendo conto degli effetti prodotti da **più contaminanti**:
 - Si possono ridurre le CSR nella stessa misura per tutte le sostanze oppure in misura *proporzionale al rischio associato a ciascuna sostanza*

$$CSR_{CUM} = CSR_{SING} \times \frac{TR_{CUM,acc}}{n_{sostanze}}$$

$$CSR_{CUM} = CSR_{SING} \times \frac{TR_{CUM,acc}}{\sum R_{SING}}$$

Criteria Metodologici

- Può essere ridotta solo la CSR associata alla sostanza *più critica* (rischio maggiore) o *più facile da eliminare* (agevolare la bonifica)



Rome 2.1 – Calcolo del Rischio e criteri di cumulo

- Il calcolo del rischio per il recettore uomo avviene per matrice ambientale sommando tutti i percorsi attivati dalla matrice:
 - suolo superficiale: ingestione+contatto dermico +inalazione indoor e outdoor di vapori e polveri;
 - suolo profondo: inalazione indoor e outdoor di vapori;
 - falda: inalazione di vapori indoor e outdoor di vapori;
 - prodotto libero: inalazione di vapori indoor e outdoor di vapori;
- Il calcolo del rischio da sostanze cancerogene per lo scenario residenziale viene effettuato sulla base di un'esposizione mediata sul corso della vita (AT=70 anni) tenendo conto delle durate di esposizione da bambino (ED=6 anni) e da adulto (ED=24 anni).
- Il calcolo del rischio da sostanze tossiche per lo scenario residenziale viene effettuato separatamente tra adulto e bambino. Viene selezionato il valore più cautelativo ('recettore critico').

Rome 2.1 – Calcolo del Rischio e criteri di cumulo

- Gli obiettivi di bonifica (LAS) vengono calcolati cumulando tutti i percorsi attivi dalle varie “matrici sorgenti” (SS, SP, GW).
- I LAS possono essere calcolati considerando l’additività delle sostanze. Si sommano gli effetti dovuti alle sostanze cancerogene, mentre per le sostanze tossiche si sommano gli effetti solo se hanno lo stesso organo bersaglio (approccio USEPA).

Rome 2.1 – Criticità

- Maggiore onere computazionale nel modificare il database ACCESS esterno (datato 2001).
- Poca chiarezza nel manuale su alcune scelte effettuate e su alcuni parametri di input.
- Modelli di F&T vincolati, occorrerebbe maggiore flessibilità/opzioni.
- Modello di volatilizzazione outdoor di vapori da suolo superficiale giudicato troppo cautelativo.
- Non considera recettori off-site per l’inalazione di vapori



Giuditta 3.1 – Calcolo del Rischio e criteri di cumulo

- Il calcolo del rischio per il recettore uomo avviene per matrice ambientale sommando tutti i percorsi attivati dalla matrice:
 - suolo superficiale: ingestione+contatto dermico +inalazione indoor e outdoor di vapori e polveri;
 - suolo profondo: inalazione indoor e outdoor di vapori;
 - falda: inalazione di vapori indoor e outdoor di vapori;
 - prodotto libero: inalazione di vapori indoor e outdoor di vapori;
- Il calcolo del rischio da sostanze cancerogene per lo scenario residenziale viene effettuato sulla base di un'esposizione mediata sul corso della vita (AT=70 anni) tenendo conto delle durate di esposizione da bambino (ED=6 anni) e da adulto (ED=24 anni).
- Il calcolo del rischio da sostanze tossiche per lo scenario residenziale viene effettuato separatamente tra adulto e bambino. Viene selezionato il valore più cautelativo ('recettore critico').
- Vengono determinati anche i rischi cumulativi su più sostanze sommando rispettivamente i rischi cancerogeni e gli indici di pericolo determinati per la singola sostanza.
- Nel caso in cui per il frazionamento degli idrocarburi si utilizzino i due approcci (MADEP e TPHWG) viene selezionato dal software il più cautelativo.

Giuditta 3.1 – Criticità

- Maggiore onere computazionale nel modificare il database Access esterno. Problematica aperta con gli Idrocarburi.
- Maggiore onere computazionale nella preparazione dell'input.
- Lo spessore del suolo superficiale è posto di default pari ad 1,5 m e non può essere modificato.
- Le valutazioni statistiche effettuate sono molto utili, sebbene poco collegate alla costruzione del modello concettuale e alla definizione delle caratteristiche della sorgente.
- Le CSR determinate in modalità inversa sembrano non tener conto dei rischi cumulativi valutati in modalità diretta.
- Incongruenza tra i modelli di volatilizzazione da suolo superficiale e da suolo profondo (rischio maggiore da suolo profondo?).
- Conversione secco-tal quale e input dell'umidità.

RBCA Tool Kit 1.3/2.0 – Calcolo del Rischio e criteri di cumulo

- Il calcolo del rischio (individuale o cumulato su più sostanze) avviene per singola via di esposizione:
 - percorsi diretti: ingestione+contatto dermico col suolo
 - inalazione outdoor: inalazione di vapori (da suolo+falda) e inalazione polveri outdoor (da suolo)
 - inalazione indoor: inalazione di vapori indoor (da suolo+falda)
 - ingestione di acqua di falda: contaminazione lisciviata dal suolo o già presente in falda
 - ingestione e contatto dermico (nuotando) con acque superficiali: contaminate dalla falda
 - consumo di pesci: presenti in acque superficiali contaminate
 - consumo di vegetali: coltivati on-site
- Il valore di rischio selezionato è quello più elevato tra le vie di esposizione attivate.
- L'obiettivo di bonifica per le diverse matrici (suolo, acque sotterranee) viene calcolato sulla base del percorso di esposizione più critico (es. inalazione vapori indoor).
- Ha una procedura interna che consente di rimodulare le CSR delle singole sostanze sulla base dei valori di rischio cumulato su più sostanze.

RBCA Tool Kit 1.3/2.0 – Criticità

- Nel caso di uso residenziale considera l'esposizione mediata (age adjusted) anche per le sostanze tossiche. Può portare a risultati non cautelativi per i recettori sensibili.
- Non distingue tra suolo superficiale e profondo per il calcolo dell'obiettivo di bonifica.
- I modelli di volatilizzazione outdoor da suolo superficiale e profondo presentano delle incongruenze (es. sostanze volatili: maggiore volatilizzazione dal suolo profondo rispetto al suolo superficiale).

Risc 4.0 – Calcolo del Rischio e criteri di cumulo

- Il calcolo del rischio avviene per singola via di esposizione:
 - percorsi diretti: ingestione di suolo o contatto dermico col suolo
 - inalazione outdoor: inalazione di vapori (da suolo o da falda)
 - inalazione indoor: inalazione di vapori (da suolo o da falda)
 - ingestione o contatto dermico o inalazione (durante la doccia) di acqua di falda: contaminazione lisciviata dal suolo o già presente in falda
 - ingestione o contatto dermico o inalazione (durante la doccia) di acque di falda usate per irrigazione: contaminazione lisciviata dal suolo o già presente in falda
 - ingestione contatto dermico (nuotando) con acque superficiali: contaminate dalla falda
 - consumo di vegetali: contaminati dal suolo o da acque di irrigazione
- Il valore di rischio selezionato è quello più elevato tra le vie di esposizione indicate.
- L'obiettivo di bonifica per le diverse matrici (suolo, acque sotterranee) viene calcolato sulla base del percorso di esposizione più critico (es. inalazione vapori indoor). Vengono calcolati anche gli obiettivi di bonifica da rischi cumulati su più sostanze sommando rispettivamente i rischi cancerogeni e gli indici di pericolo determinati per la singola sostanza.

Risc 4.0 – Criticità

- La formulazione del modello concettuale e l'attivazione dei percorsi presenta alcune difficoltà in quanto in alcuni casi non è possibile selezionare contemporaneamente più sorgenti di contaminazione e più percorsi di esposizione (es. per la matrice aria contaminata per volatilizzazione da suolo o da falda occorre scegliere tra esposizione indoor o outdoor).
- Non è possibile simulare più scenari di esposizione (es. residenziale e commerciale/industriale) in quanto i recettori selezionabili sono al massimo due.
- Tutto questo comporta un maggior onere computazionale in quanto occorre, in determinati casi, effettuare più run del software.
- I modelli di destino e trasporto simulati in transitorio (es. trasporto in falda) potrebbero comportare una sottostima delle concentrazioni al punto di esposizione.
- I modelli di destino e trasporto nell'insaturo simulano non solo l'attenuazione per biodegradazione delle sostanze, ma anche la riduzione nel tempo della massa dell'inquinante dovuta appunto ai fenomeni di attenuazione naturale.
- I modelli di destino e trasporto risultano quindi poco congruenti con gli standard di riferimento ASTM.