

INAIL



CRITERI DI VALIDAZIONE DEL SOFTWARE “RISK-NET”

Ricerca

Simona Berardi (INAIL)

Corso di formazione:
“Il software di analisi di rischio sanitario-
ambientale RISK-NET [D.Lgs. 152/2006]”

Roma, 27 gennaio 2012

“RISK-NET”: Software di AdR [D.Lgs. 152/06] predisposto dall’Università di Roma “Tor Vergata”, nell’ambito delle attività della rete “Reconnet”.

Gruppo di lavoro RECONnet:

Simona Berardi (INAIL)

Igor Villani (Provincia di Ferrara)

Andrea Sconocchia (ARPA Umbria)

Antonio Traversa (ARPA Lazio)

Andrea Forni (SGM Ingegneria s.r.l.)

Iason Verginelli (Univ. Tor Vergata)

- ✓ VALIDAZIONE: Complesso di procedure necessarie per individuare le carenze di correttezza, completezza e affidabilità di un software, e può essere condotta seguendo diversi approcci e metodologie.
- ✓ Nella applicazione della procedura di ANALISI DI RISCHIO [D.Lgs. 152/06 e s.m.i.] si utilizzano modelli matematici estremamente semplificati (modelli analitici), tale aspetto è comunque compensato dalla conservatività che caratterizza i gli output delle simulazioni.
- ✓ LA VALIDAZIONE DEL SOFTWARE “RISK-NET” è stata condotta applicando metodologie selezionate in funzione della semplicità che caratterizza la procedura di analisi di rischio.

1. VERIFICA DEL MODELLO: Verifica dell'adeguatezza del modello a rappresentare il sistema reale che deve essere simulato.
2. VERIFICA DELLE EQUAZIONI GOVERNANTI: Verifica che le equazioni governanti prescelte descrivano i processi in modo adeguato.
3. INDIVIDUAZIONE DEGLI ERRORI DI IMPLEMENTAZIONE: Verifica che tutte le equazioni siano state correttamente implementate nel codice di calcolo.

4. VERIFICA DELLA FUNZIONALITA' DEL SISTEMA:

Verifica del corretto funzionamento del software. Le tecniche utilizzate per effettuare tale verifica sono state:

- ✓ Controllo con altre soluzioni
- ✓ Controllo dell'usabilità
- ✓ Controllo dell'efficienza
- ✓ Controllo dell'affidabilità

CONTROLLO CON
ALTRE SOLUZIONI



$$Risultato = \frac{Output_ "Risk - net"}{Altro_ Output}$$

Limite di accettabilità per la differenza tra i due risultati:

$$1,10 \leq "Risultato" \leq 0,90$$

1. VERIFICA DEL MODELLO

Verifica dell'adeguatezza del modello a rappresentare il sistema reale che deve essere simulato.

Il modello implementato nel software “Risk-net” ricalca il modello concettuale del sito descritto nel documento [ISPRA, 2008] e per tale ragione non necessita di verifica.

2. VERIFICA DELLE EQUAZIONI GOVERNANTI



Verifica che le equazioni governanti prescelte descrivano i processi in modo adeguato.

Nell'analisi di rischio sanitario-ambientale, le equazioni governanti riguardano essenzialmente la stima di:

- ✓ fattori di trasporto,
- ✓ portata effettiva di esposizione
- ✓ rischio e/o indice di pericolo.

Le equazioni di governo contenute nel software “Risk-net” ricalcano quelle contenute nel documento [ISPRA, 2008] e per tale ragione non si pone dubbio alla loro validità.

2. VERIFICA DELLE EQUAZIONI GOVERNANTI



Unica eccezione riguarda l'introduzione di alcune opzioni di calcolo, selezionabili a discrezione dell'utente, che riguardano:

- ✓ L'introduzione di formule analitiche in grado di tener conto dell'esaurimento della sorgente di contaminazione anche in caso di lisciviazione.
- ✓ Nel trasporto in falda, l'implementazione dell'equazione di Domenico anche in condizione non stazionaria.
- ✓ La possibilità di limitare la Concentrazione Rappresentativa alla Sorgente (CRS) alla concentrazione di saturazione (Csat) per volatilizzazione e lisciviazione nei casi in cui risulti $CRS > Csat$.

2. VERIFICA DELLE EQUAZIONI GOVERNANTI



- ✓ L'implementazione delle equazioni previste nel documento ASTM-E2081 (2000) che permettono di effettuare delle verifiche sulla mobilità del prodotto libero in zona satura ed insatura.
- ✓ Per volatilizzazione in ambienti confinati, l'implementazione del modello di Johnson-Ettinger che tiene conto anche del contributo convettivo, oltre che diffusivo.
- ✓ La possibilità di inserire concentrazioni in sorgente come soil-gas, nel caso di volatilizzazione outdoor ed indoor.

3. INDIVIDUAZIONE DEGLI ERRORI DI IMPLEMENTAZIONE



Verifica che tutte le equazioni siano state correttamente implementate nel codice di calcolo.

A tal fine è stato effettuato un controllo interno, ossia proveniente dallo stesso soggetto impegnato nel processo di sviluppo del software.

Il controllo è stato condotto a mezzo di un'esecuzione manuale delle equazioni implementate nel software, i cui risultati sono stati posti a confronto con gli output intermedi e finali del software stesso.

3. INDIVIDUAZIONE DEGLI ERRORI DI IMPLEMENTAZIONE

Un ulteriore controllo è stato condotto a mezzo di un confronto con i valori di CSR esplicitati dallo standard ASTM-RBCA E2081-00 per un uso del suolo industriale.

Confronto output "Risk-net" e "ASTM-RBCA E2081-00"							
Contaminanti	Suolo Superficiale	Suolo Profondo			Falda		
	Inalazione di vapori e polveri outdoor	Ingestione di acqua	Inalazione Vapori Outdoor	Inalazione Vapori Indoor	Ingestione di acqua	Inalazione Vapori Outdoor	Inalazione Vapori Indoor
Benzene	1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00	9,88E-01	1,00E+00	9,98E-01	9,97E-01
Benzo(a)pirene	1,00E+00	9,95E-01	1,00E+00 (*)	9,81E-01	1,00E+00	1,00E+00 (*)	1,00E+00 (*)
Cadmio	9,72E-01	9,90E-01	NV	NV	1,00E+00	NV	NV
Clorofenolo, 2-	9,95E-01	9,98E-01	9,70E-01	9,62E-01	1,00E+00	9,84E-01	9,73E-01
DDT	1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00 (*)	9,87E-01	1,00E+00	1,00E+00 (*)	1,00E+00 (*)

NV = Non volatile

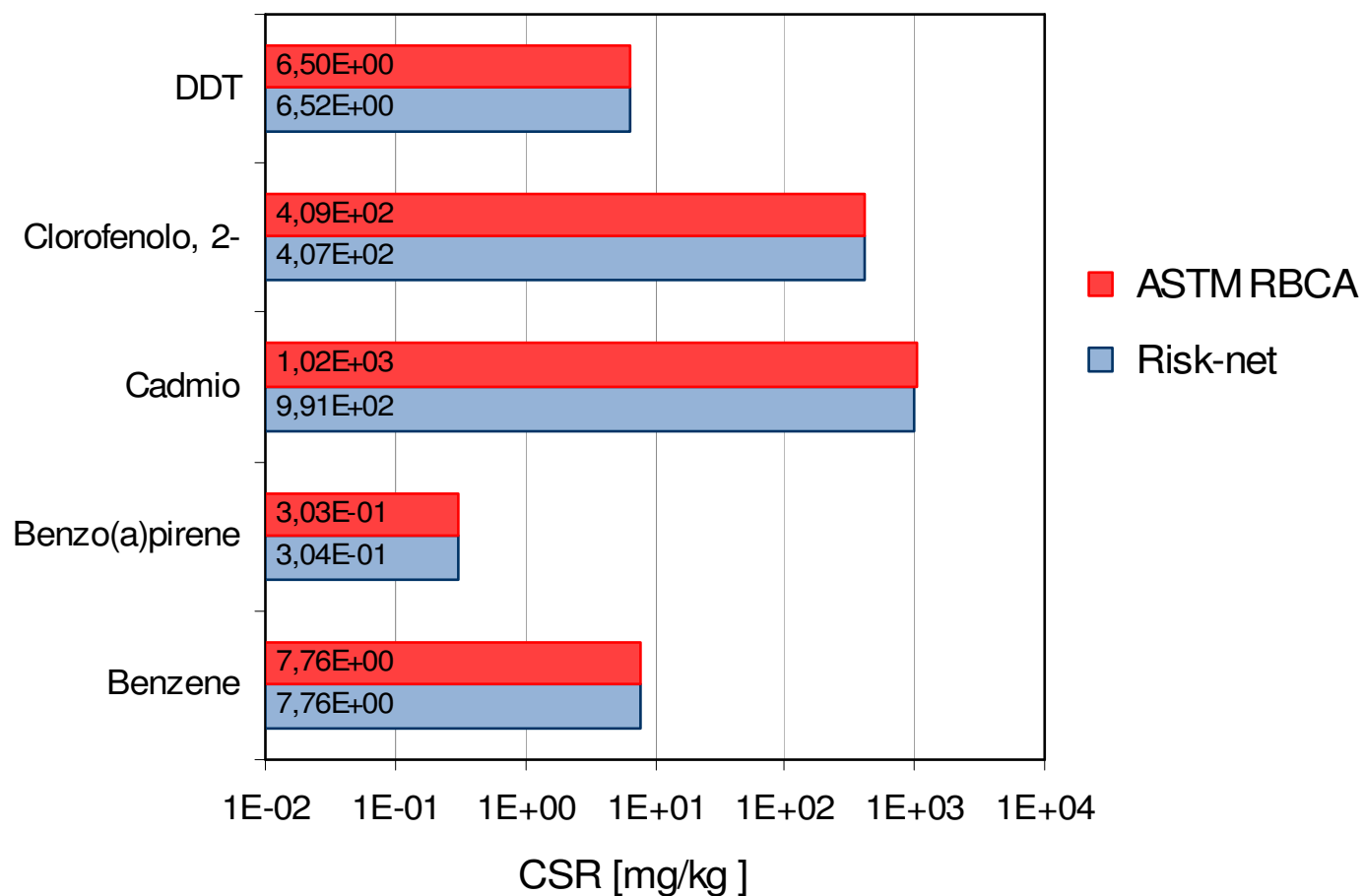
(*) CSR > Concentrazione di saturazione (Csat)

Le differenze tra i due risultati risultano essere tutte comprese tra 1,10 e 0,90 e quindi si possono ritenere trascurabili.

3. INDIVIDUAZIONE DEGLI ERRORI DI IMPLEMENTAZIONE

Confronto output "Risk-net" e "ASTM-E2081-00"

(Sorgente: SS; Esposizione: Inalazione di vapori e polveri outdoor)



4. VERIFICA DELLA FUNZIONALITA' DEL SISTEMA



A tal fine è stato effettuato un controllo esterno, ossia condotto da personale diverso rispetto al soggetto che si è occupato della realizzazione del software.

4.1 CONTROLLO CON ALTRE SOLUZIONI

Verifica della correttezza funzionale del sistema.
Confronto degli output di “Risk-net” con quelli dei software:

- RBCA Tool Kit ver. 2.5
- Giuditta ver. 3.1

su 9 casi studio, estrapolati da casi reali.

Per permettere il confronto sono stati resi omogenei, quanto più possibile, tutti i **parametri** ed i criteri di calcolo.

4.1 CONTROLLO CON ALTRE SOLUZIONI

Nel documento di validazione sono esplicitati:

- Gli scenari di calcolo dei 9 casi studio
- I valori di Concentrazione Rappresentativa alla Sorgente (CRS)
- I valori dei parametri sito-specifici
- I valori dei fattori di esposizione

Riguardo le proprietà chimico-fisiche e tossicologiche degli inquinanti indicatori sono stati utilizzati i valori contenuti nella Banca dati ISS-ISPEL (Maggio 2009).

In allegato al documento di validazione sono riportati i file delle simulazioni, relativi ai tre software, elaborati per il controllo con altre soluzioni.

4.1 CONTROLLO CON ALTRE SOLUZIONI

Nel documento di validazione sono esplicitati:

- Gli scenari di calcolo dei 9 casi studio
- I valori di Concentrazione Rappresentativa alla Sorgente (CRS)
- I valori dei parametri sito-specifici
- I valori dei fattori di esposizione

Riguardo le proprietà chimico-fisiche e tossicologiche degli inquinanti indicatori sono stati utilizzati i valori contenuti nella Banca dati ISS-ISPEL (Maggio 2009).

In allegato al documento di validazione sono riportati i file delle simulazioni, relativi ai tre software, elaborati per il controllo con altre soluzioni.

4.1 CONTROLLO CON ALTRE SOLUZIONI

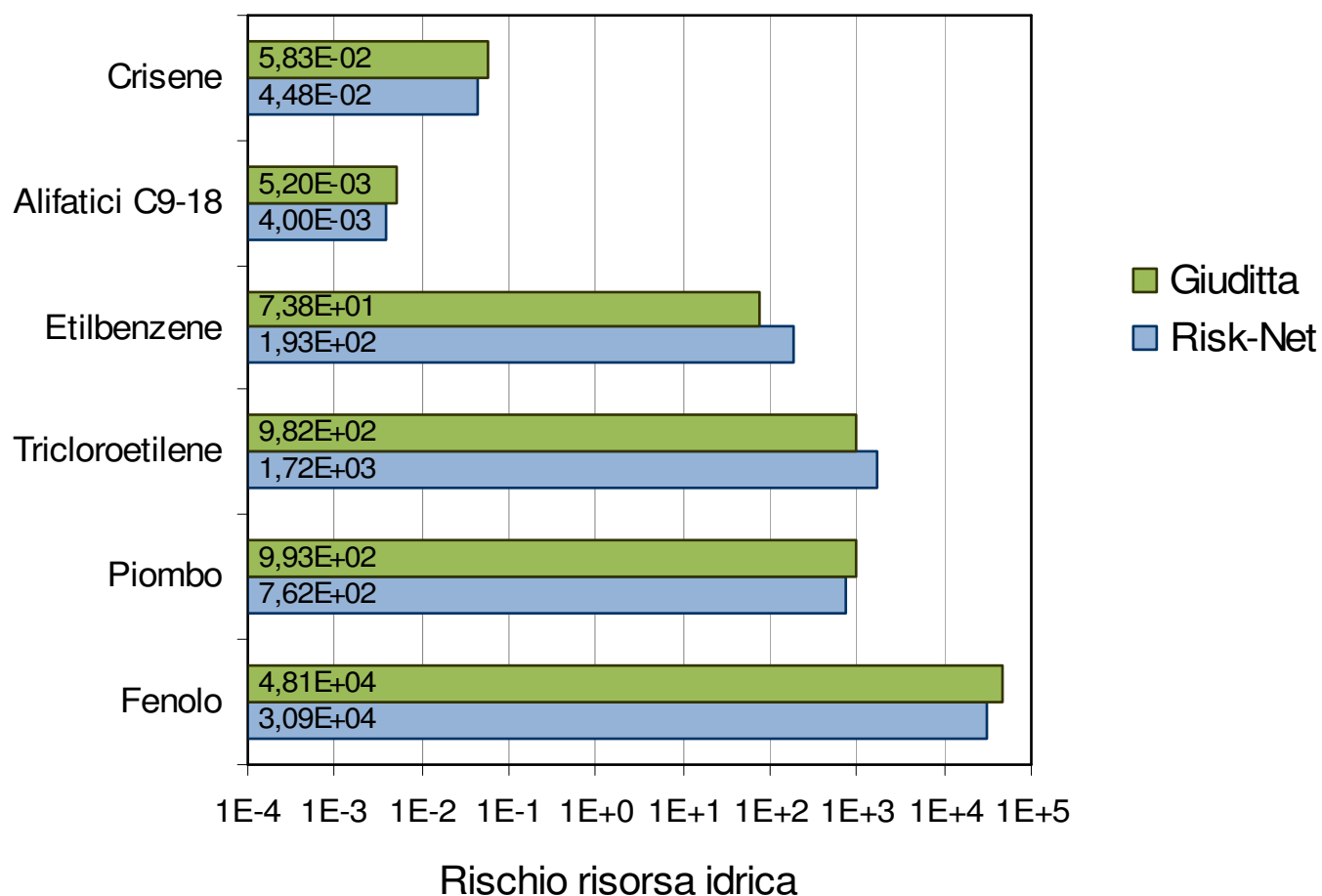
Caso studio 1: Uso del suolo Industriale, Sorgente di contaminazione Suolo Superficiale

Contaminanti	Confronto "Risk-net" e "RBCA ToolKit"				
	RISCHIO (Ingestione di suolo)	INDICE DI PERICOLO (Ingestione di suolo)	RISCHIO (Contatto dermico)	INDICE DI PERICOLO (Contatto dermico)	Rischio risorsa idrica
Fenolo	---	1,00E+00	---	1,00E+00	1,00E+00
Piombo	---	1,00E+00	---	1,00E+00	1,00E+00
Tricloroetilene	1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00
Etilbenzene	---	1,00E+00	---	1,00E+00	1,00E+00
Alifatici C9-18	---	1,00E+00	---	1,00E+00	1,00E+00
Crisene	1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00
Contaminanti	Confronto "Risk-net" e "Giuditta"				
	RISCHIO (Ingestione di suolo)	INDICE DI PERICOLO (Ingestione di suolo)	RISCHIO (Contatto dermico)	INDICE DI PERICOLO (Contatto dermico)	Rischio risorsa idrica
Fenolo	---	1,00E+00	---	1,00E+00	6,43E-01
Piombo	---	1,00E+00	---	1,00E+00	7,68E-01
Tricloroetilene	1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00	1,75E+00
Etilbenzene	---	1,00E+00	---	1,00E+00	2,61E+00
Alifatici C9-18	---	1,00E+00	---	1,00E+00	7,70E-01
Crisene	1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00	7,69E-01

4.1 CONTROLLO CON ALTRE SOLUZIONI

Fig. 2.b - Caso studio 1: Confronto output "Risk-net" e "Giuditta"

(Sorgente: SS; Rischio per la risorsa idrica)

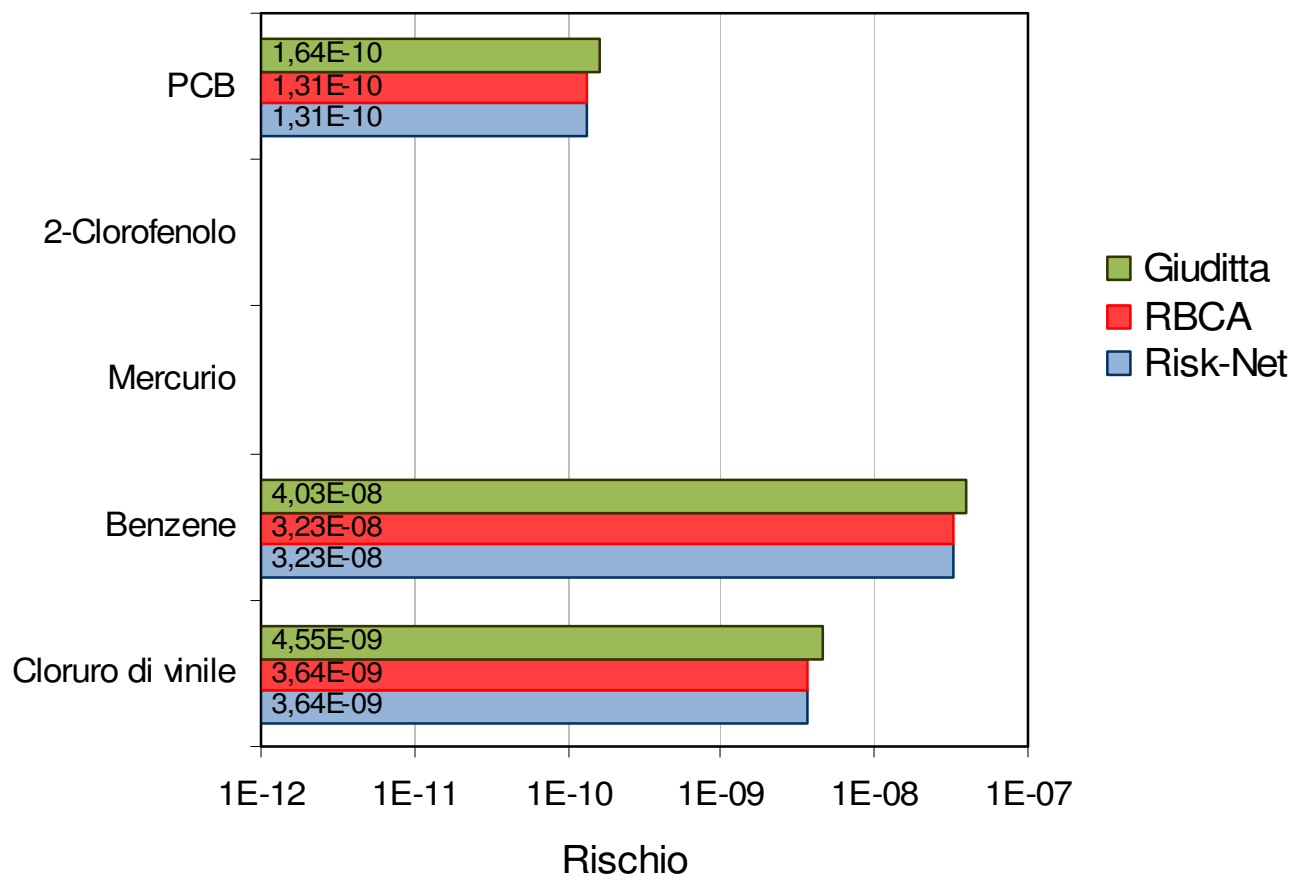


4.1 CONTROLLO CON ALTRE SOLUZIONI

Fig. 3.a - Caso studio 2: Confronto RISCHIO

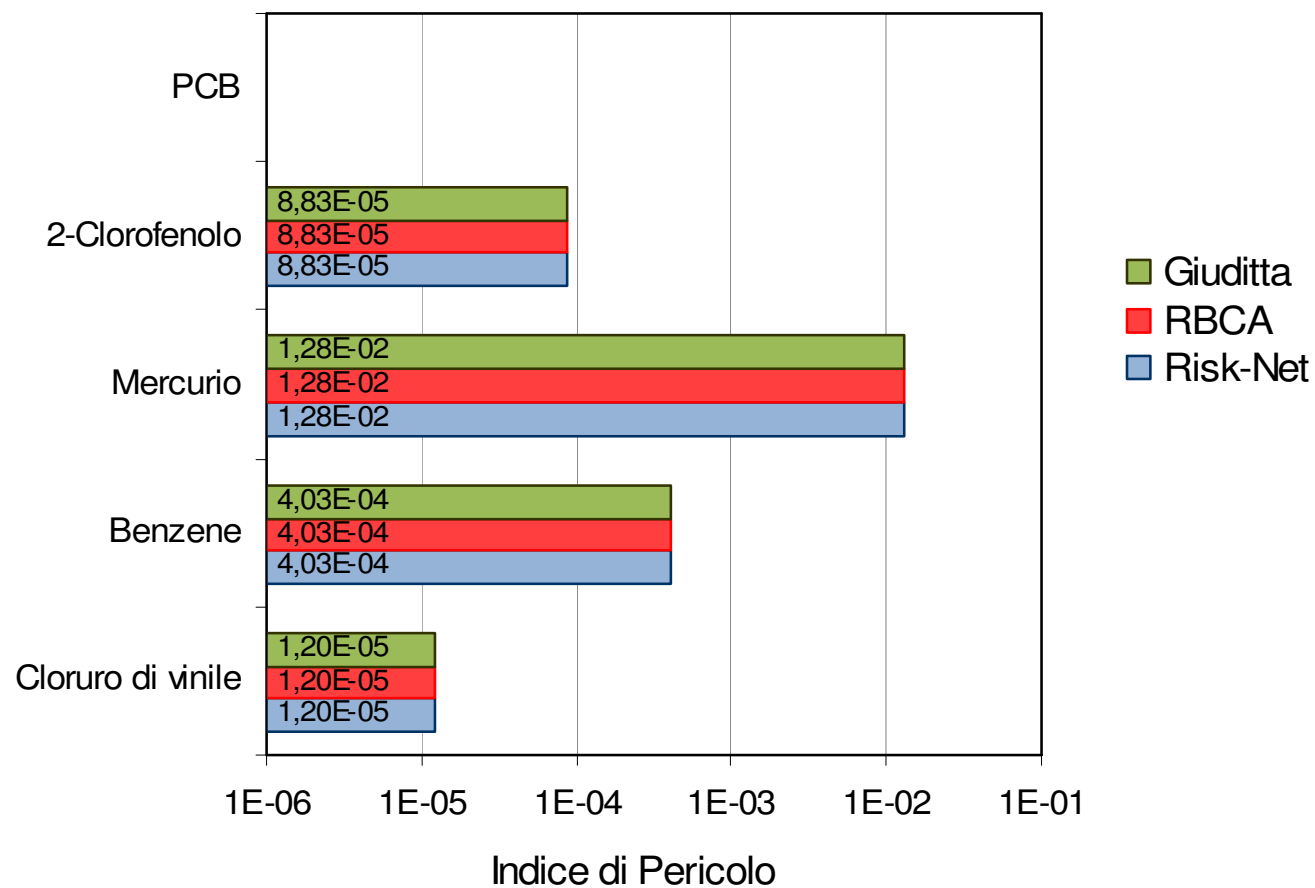
Uso del suolo Residenziale

Sorgente di contaminazione: Suolo Profondo, Inalazione Outdoor



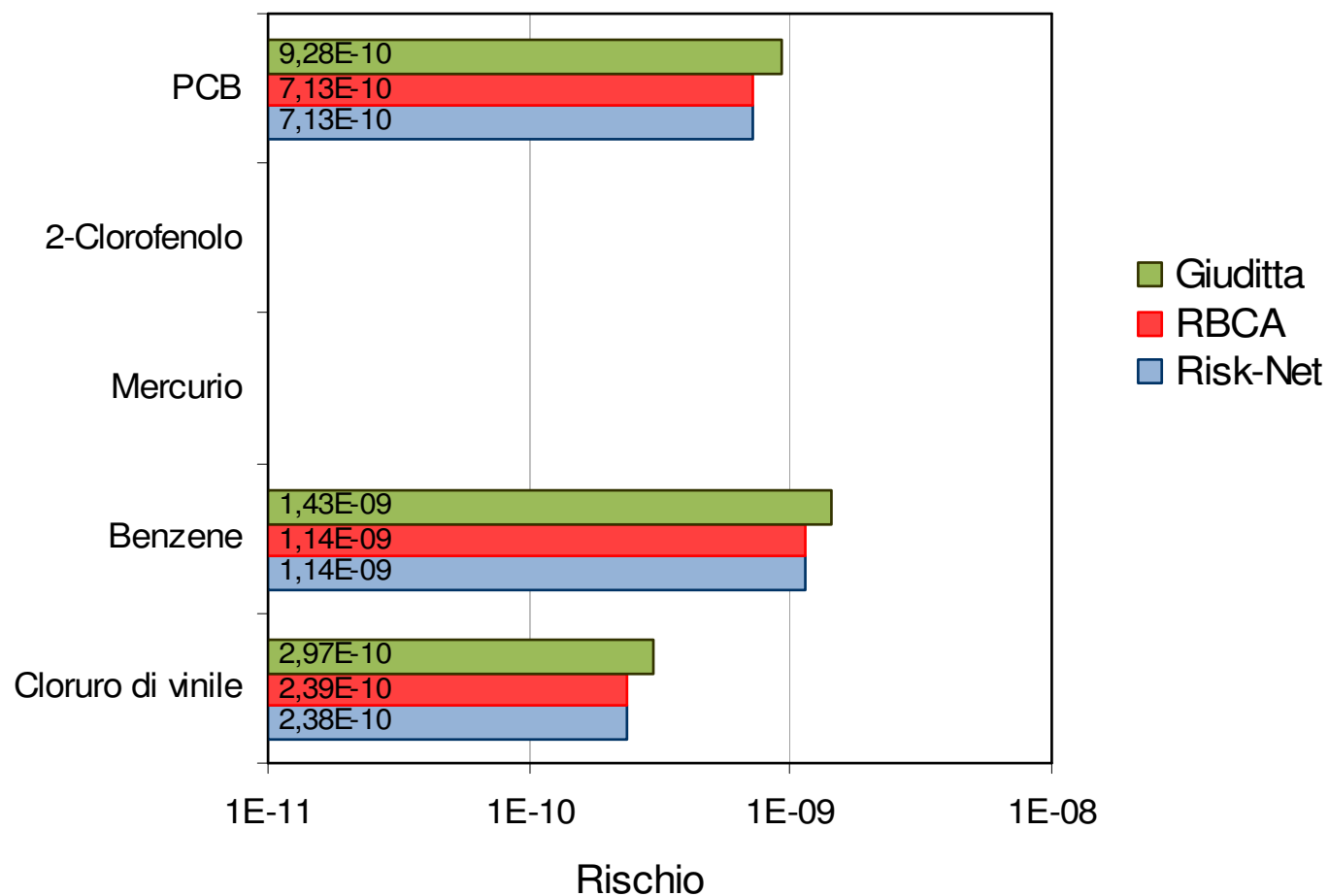
4.1 CONTROLLO CON ALTRE SOLUZIONI

Fig. 3.b - Caso studio 2: Confronto INDICE DI PERICOLO
Uso del suolo Residenziale
Sorgente di contaminazione: Suolo Profondo, Inalazione Outdoor



4.1 CONTROLLO CON ALTRE SOLUZIONI

Fig. 4.a - Caso studio 3: Confronto RISCHIO
Uso del suolo Residenziale
Sorgente di contaminazione: Falda, Inalazione Indoor

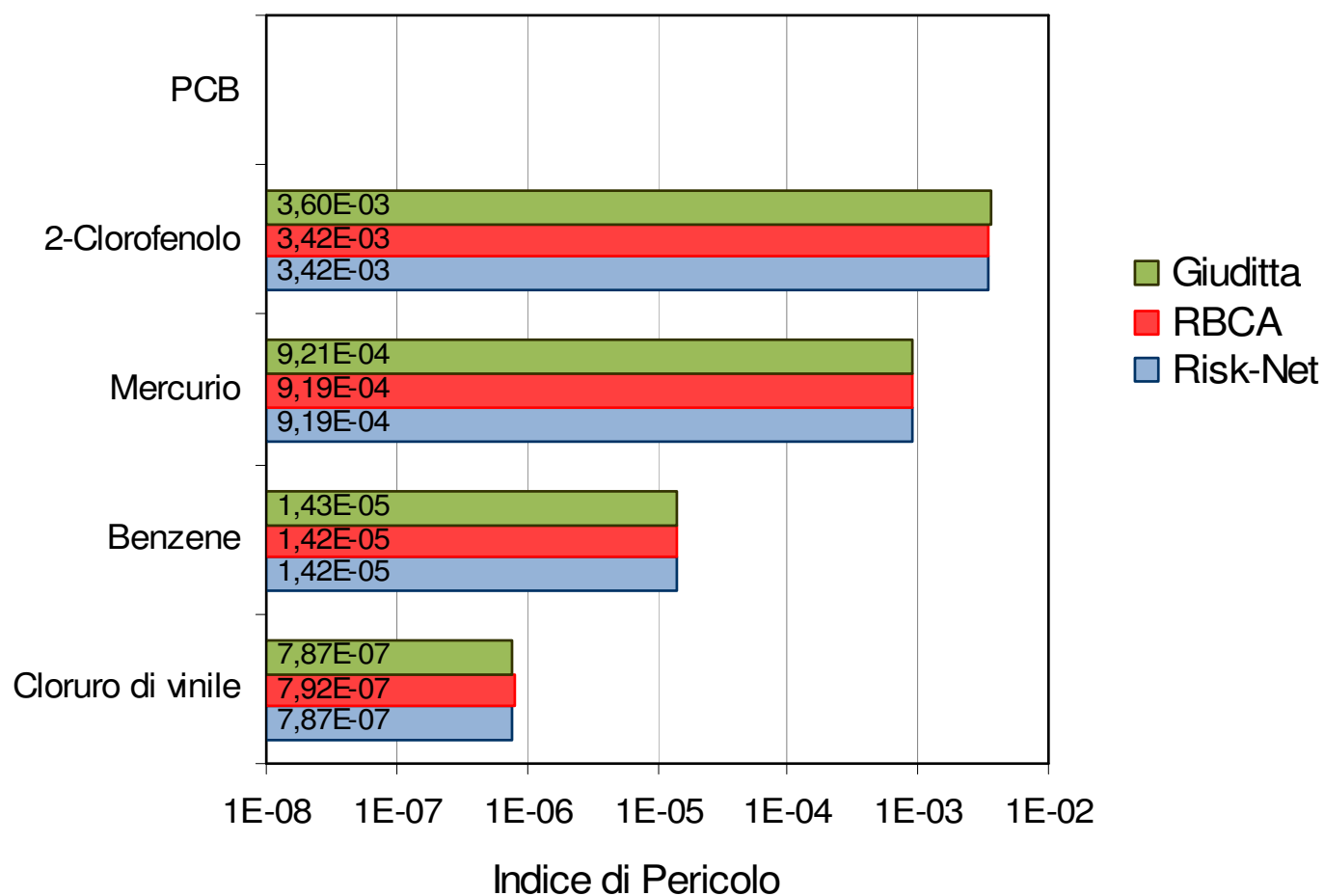


4.1 CONTROLLO CON ALTRE SOLUZIONI

Fig. 4.b - Caso studio 3: Confronto INDICE DI PERICOLO

Uso del suolo Residenziale

Sorgente di contaminazione Falda, Inalazione Indoor



4.1 CONTROLLO CON ALTRE SOLUZIONI

.... In conclusione (1/2):

- *Riguardo le modalità di esposizione “**contatto dermico**” e “**ingestione di suolo**” i risultati dei tre software sono perfettamente coincidenti .*
- *Riguardo il “**rischio per la risorsa idrica sotterranea**”, risulta che:*
 - ✓ *I risultati di Risk-net e RBCA Tool Kit sono perfettamente coincidenti*
 - ✓ *I risultati di Risk-net e Giuditta evidenziano delle differenze che oscillano tra 0,6 e 2,5. La ragione di tali differenze non sono risultate facilmente identificabili, principalmente a causa dell'impossibilità di visionare gli output intermedi di Giuditta.*

4.1 CONTROLLO CON ALTRE SOLUZIONI

.... In conclusione (2/2):

- *Riguardo le modalità di esposizione **“inalazione outdoor”** e **“inalazione indoor”**:*
 - ✓ *I risultati di Risk-net e RBCA Tool Kit sono perfettamente coincidenti*
 - ✓ *I risultati di Risk-net e Giuditta invece evidenziano delle differenze comprese tra 0,8 e 1*

4.2 CONTROLLO DELL'USABILITA'

È una valutazione sulla facilità d'uso del prodotto da parte dell'utente finale.

Il controllo ha preso in esame:

- ✓ La tipologia di documentazione di supporto
- ✓ La qualità dell'interfaccia utente

4.2 CONTROLLO DELL'USABILITA'

Tipologia di documentazione di supporto		
Presenza del "Manuale d'uso"	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
Presenza della funzione di supporto "Help"	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
Qualità dell'interfaccia utente		
Qualità e chiarezza nel processo di inserimento dati	Il software risulta di immediata interpretazione. Il processo di inserimento dei dati per la ricostruzione del modello concettuale e per la definizione dei contaminanti indicatori e dei parametri del sito e di esposizione, appare lineare.	
Possibilità di inserimento automatico dei parametri stimabili con metodi indiretti, in funzione della granulometria del suolo (Spessore della frangia capillare; Contenuto volumetrico d'acqua e di aria nel suolo insauro, saturo e nella frangia capillare; Dispersività longitudinale, trasversale e verticale in suolo saturo)	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
Possibilità di selezione automatica del valore di K_d in funzione del pH, secondo documento [APAT, 2008]	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
Possibilità di calcolo automatico dello spessore della zona di miscelazione in falda (δ_{GW})	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
Possibilità di eseguire analisi statistiche dei dati di concentrazione o sito specifici, per identificazione del valore rappresentativo.	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO
Possibilità di passaggio da concentrazioni sul secco a concentrazioni sul tal quale.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO

4.2 CONTROLLO DELL'USABILITA'

Numero e tipologia di scenari di esposizione attivabili.	<p>Il numero di scenari attivabili è pari a 21:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Suolo Superficiale: 7 on-site + 3 off-site; - Suolo Profondo: 3 on-site+ 2 off-site; - Falda: 3 on-site + 3 off-site). <p>La tipologia di scenari risulta conforme con quanto contenuto nel doc. [ISPRA, 2008].</p>	
Destinazione d'uso del suolo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Industriale/Commerciale ▪ Residenziale ▪ Ricreativo 	
Recettori	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Adulto ▪ Bambino ▪ Adjusted (Adulto + Bambino) ▪ Risorsa Idrica (Rispetto CSC falda) 	
Possibilità di modificare i parametri chimico/fisici e tossicologici degli inquinanti rispetto a quelli della banca dati di default.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
Possibilità di salvataggio delle modifiche della banca dati dei parametri chimico/fisici e tossicologici su file.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
Possibilità di sostituire la banca dati di default dei parametri chimico/fisici e tossicologici.	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO

4.2 CONTROLLO DELL'USABILITA'

Qualità e trasparenza delle uscite	<p>Il software in oggetto permette la visualizzazione di tutte le uscite utili a verificare la corretta procedura di analisi. In particolare da Risknet è possibile ricavare:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ I fattori di trasporto ▪ Le concentrazioni ai punti di esposizione ▪ La portata di esposizione ▪ Il rischio e l'indice di pericolo, individuale (anche per singola modalità di esposizione) e cumulativo ▪ Gli obiettivi di bonifica (CSR)
Possibilità di esportazione degli output	<p>■ SI <input type="checkbox"/> NO</p> <p>E' possibile stampare o esportare i diversi input inseriti ed i diversi output calcolati dal software.</p>
Possibilità di inserire in input, come concentrazione rappresentativa alla sorgente, la concentrazione nel soil-gas.	<p>■ SI <input type="checkbox"/> NO</p> <p>Nel caso in cui sia attiva la volatilizzazione outdoor o indoor è possibile inserire le concentrazioni espresse sul soil-gas.</p>

4.2 CONTROLLO DELL'USABILITA'

Possibilità di calcolo delle CSR oltre la concentrazione di saturazione (C_{sat})	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO Per i contatti non diretti, nel caso in cui la CSR(teorica) risulti maggiore della saturazione, la concentrazione massima (alla saturazione) che può volatilizzare o lisciviare garantisce rischi accettabili e pertanto non esiste un valore soglia di rischio (CSR). In questi casi il rischio calcolato dal software si riferisce alla saturazione (C_{sat}). Al fine di valutare quanto la CSR risulti superiore alla saturazione viene data la possibilità di visualizzare la CSR(teorica).
Possibilità di cambiare le unità di misura dei parametri di input	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
Presenza di un sistema che evidenzia le variazioni effettuate dall'utente sui valori di default dei parametri di input.	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO Nel riepilogo degli input vengono evidenziati i parametri del sito che risultano pari al valore di default definito nel documento ISPRA (2008).
Possibilità di funzionare in contemporanea con altri programmi di calcolo (software).	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
Possibilità di utilizzare il modello di Domenico, per il trasporto in falda, anche in condizioni non stazionarie.	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
Riguardo il modello di Domenico in condizioni non stazionarie, possibilità di rappresentare graficamente l'andamento spaziale e temporale della concentrazione.	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
Per contaminanti liquidi, possibilità di stimare la capacità residua del suolo (saturato ed insaturo), nei casi in cui risulta $CSR > C_{sat}$ (così come definito nell'ASTM-E2081).	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
Per contaminanti solidi (es. IPA o Fitofarmaci), possibilità di stimare la capacità residua del suolo (saturato ed insaturo), nei casi in cui risulta $CSR > C_{sat}$ o $CSR > Solubilità$ (trasporto in fase colloidale).	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO

4.3 CONTROLLO DELL'EFFICIENZA

Tale controllo è mirato a valutare l'efficienza del sistema rispetto a:

- ✓ Tempi di elaborazione e di risposta
- ✓ Richiesta di risorse e di memoria, in particolare durante il funzionamento
- ✓ Ambiente operativo richiesto per l'installazione del software
- ✓ Gestione degli errori

4.3 CONTROLLO DELL'EFFICIENZA

Tempi di elaborazione (*)	< 5 sec (con 100 contaminanti inseriti)
Tempi di risposta (*)	< 5 sec (con 100 contaminanti inseriti)
Richiesta di risorse (memoria) per istallazione	Il software è sviluppato per lavorare in ambiente Excel con le equazioni e le automazioni sviluppate in Visual Basic (VBA). Il software non richiede quindi installazione ma è sufficiente attivare il contenuto ActiveX del file.
Richiesta di risorse (memoria) per funzionamento	5-10 MB di spazio su Hard disk
Ambiente operativo richiesto per l'istallazione	Windows XP / Vista / Seven
Gestione degli errori	E' previsto un controllo sugli errori sia di tipo numerico (ad es. se vengono inseriti valori in un formato non corretto) che concettuale (ad es. se spessore suolo insaturo > del piano di falda).

(*) Testato su Windows 7 (Intel Core i3-330M (2.13 GHz); RAM: 4GB)

4.4 CONTROLLO DELL’AFFIDABILITA’

Tale controllo è stato condotto effettuando:

- ✓ **Test di carico**, ossia sottoponendo il sistema ad un carico di lavoro massimo. Lo scopo quello di valutare il comportamento del sistema in condizioni limite.
- ✓ **Test di sicurezza**, cercando di accedere a dati o a funzionalità che dovrebbero essere riservate, per controllare l’efficacia dei meccanismi di sicurezza del sistema.

4.4 CONTROLLO DELL'AFFIDABILITA'



Test di carico	Note
Inserimento come inquinanti indicatori di tutti i contaminati presenti nel data-base	Comportamento regolare conforme al normale funzionamento
Inserimento come inquinanti indicatori di tutti i contaminati presenti nel data-base, più dei contaminati aggiuntivi	Comportamento regolare conforme al normale funzionamento
Attivazione di tutte le modalità di esposizione	Comportamento regolare conforme al normale funzionamento
Attivazione di tutti i possibili bersagli di esposizione	Comportamento regolare conforme al normale funzionamento
Attivazione contemporanea di tutte le condizioni sopra riportate	Comportamento regolare conforme al normale funzionamento
Test di sicurezza	Note
Tentativo di accesso a dati o a funzionalità che dovrebbero essere riservate	Sistematico impedimento a procedere

**GRAZIE PER
L'ATTENZIONE !!!**