

# **ANALISI DI RISCHIO RELATIVA CASI STUDIO**

**Maria Gabriella Andrisani**

ISPRA

## ARGIA (VERS. 1.2) (I CASO STUDIO)

Trattasi di un sito industriale di superficie pari a 300.000 m<sup>2</sup> contaminato da benzene e da 2-4-6 Triclorofenolo, entrambi cancerogeni.

# APPLICAZIONE

Primo step: Selezione dei “**Contaminanti Rilevanti**” ([Scheda A](#))

### Sorgente di inquinamento Suolo

- indicare fra tutti i contaminanti riscontrati nel suolo, ai sensi del D.M. 471/99), quelli con concentrazione rappresentativa (CR) ([scheda 1](#)). Nella sorgente di inquinamento suolo, la concentrazione da inserire è quella sul tal quale, possibilmente riportata al volume o almeno al peso iniziale, comprendendo lo scheletro;

- selezionare le “**Sostanze Rilevanti**” (indici) su cui si baserà l’applicazione del metodo. Di ognuno si devono calcolare i seguenti parametri: Coefficiente di pericolosità intrinseca e Carico Inquinante, per la determinazione del relativo Coefficiente di Pericolosità Specifica (CPS)  $\longrightarrow$  **CPS = CPI\*CI**

CPI = da individuare nella [scheda 3a](#) o [scheda 3b](#), nella colonna della categoria di appartenenza del contaminante (categoria dei cancerogeni o dei non cancerogeni);

$$CI = CR * \text{Estensione} \text{ ⓘ}$$

Massa di cont. riferita al volume vero del sito contaminato

Ciascun contaminante, presente nello stesso sito, può occupare estensioni differenti



### SCHEDA PER LA SELEZIONE DEI CONTAMINANTI RILEVANTI (sorgente: suolo contaminato)



Identificativo (opzionale)	Contaminante	scheda 1	scheda 2	calcola il Carico inquinante (CI = CR * E)	scheda 3a, 3b	calcola il Coeff. pericolosità specifica (CPS = CPI * CI)
		Concentrazione rappresentativa nel sito (CR)	Punteggio Estensione della zona contaminata (E) **		Coeff. pericolosità intrinseca (CPI)	
1997/a	Benzene	62	1.50E-03	9.30E-02	5,3E+03	4.90E+02
1997/b	2,4,6 Triclorofenolo	5	1.50E-03	7.50E-03	1,9E+03	1.40E+01
<p>Scheda punteggi in cui cercare il dato o le informazioni</p> <p>Da scartare perché inferiore al 10% del CPS del Benzene</p>						

\* la scheda è da completare anche nel caso in cui una sorgente primaria di contaminazione, rappresentata da serbatoi, bidoni e contenitori, sia stata rimossa, ma il suolo sia rimasto contaminato.

\*\* estensione della contaminazione: inserire il punteggio come rilevato dalla scheda 1/27 - NON Punteggio



- La selezione avviene escludendo dai successivi calcoli quelle sostanze con CPS < al 10% della CPS max nella rispettiva categoria (canc. o non canc.).
- Riguardo alla sorgente di inquinamento, in ARGIA sono state previste, oltre al Suolo, già illustrato, ulteriori possibili sorgenti, quali:
  1. Acque contaminate (di falda e/o sup.)  $\Rightarrow$  [\(Scheda A1\)](#)
  2. Serbatoi-contenitori-bidoni  $\Rightarrow$  [\(Scheda A2\)](#)

Tale distinzione ha la finalità di discriminare gli inquinanti in esse presenti (es. anche lo stesso parametro riscontrato nel suolo ma con differente concentrazione e diffusione).

- Se il sito presenta più contaminanti rilevanti, nella stessa sorgente o per più sorgenti, la compilazione delle successive schede operative (da B a E) deve essere ripetuta per ciascuno di essi. Nella scheda riepilogativa F, si devono sommare i contributi di ognuno.

In caso di presenza di rifiuti interrati o in cumuli, si può applicare ARGIA solo se non sono rimovibili e, quindi, non è possibile differenziarli dal terreno con cui sono a contatto (es. liquidi inquinanti sversati nel terreno). In tal caso, infatti, vanno considerati come suolo inquinato.

- L'applicazione di ARGIA alle discariche è esclusa.



SCHEDA PER LA SELEZIONE DEI CONTAMINANTI RILEVANTI (sorgenti: acque contaminate)



Identificativo (opzionale)	Contaminante	scheda 1	scheda 2	calcola il Carico inquinante (CI = CR * E)	scheda 3a, 3b	calcola il Coeff. pericolosità specifica (CPS = CPI * CI)
		Concentrazione rappresentativa nel sito (CR)	Punteggio Estensione della zona contaminata (E) **		Coeff. pericolosità intrinseca (CPI)	

\* estensione della contaminazione: inserire il punteggio come ricavato dalla scheda 1/27, NON l'estensione.





SCHEDA PER LA SELEZIONE DEI CONTAMINANTI RILEVANTI (Sorgente: Serbatoi, Contenitori, Bidoni)



Identificativo	Contaminante	scheda 1	scheda 2	calcola il Carico inquinante (CI = CR * E)	scheda 3a, 3b	calcola il Coeff. pericolosità specifica (CPS = CPI * CI)
		Concentrazione rappresentativa (CR) nei bidoni, contenitori, serbatoi (mg/kg)**	Punteggio Estensione della zona contaminata (m <sup>3</sup> ) (E) ***		Coeff. pericolosità intrinseca (CPI)	

\* scheda da compilare solo nel caso in cui serbatoi, contenitori e bidoni non siano stati rimossi dal sito  
 \*\* concentrazione rappresentativa: nel caso di serbatoi, considerare per ogni serbatoio una concentrazione rappresentativa di 10<sup>3</sup> mg/kg del prodotto contenuto, da cui estrarre le eventuali frazioni di interesse. Nel caso di bidoni e contenitori considerare la concentrazione di ogni contaminante indice ricavata dalle analisi chimiche.  
 \*\*\* estensione della contaminazione: indicare il contenuto in m<sup>3</sup>



## Secondo step: descrizione e parametrizzazione della sorgente (Scheda B)

- In questa scheda si valuta l'impatto che la sorgente avrà **sulle** diverse vie di trasporto. Si deve compilare una colonna per ciascuna di esse (Acque Sotterranee, Acque Superficiali, Aria Indoor, Aria Outdoor, Suolo), **anche se la via di trasporto non risulta ancora contaminata**. Se invece una via di trasporto non sussiste (es. Acque Superficiali nel sito contaminato in cui non esistono corpi idrici superficiali), lasciare vuote le caselle ed immettere zero nella casella del rispettivo Punteggio totale. Le caselle non utilizzabili sono colorate in grigio scuro.
- Le colonne Suolo ed Acque sotterranee richiedono l'immissione delle rispettive CR, se disponibili, ed i rispettivi punteggi di Estensione.
- Nelle colonne **Aria indoor e outdoor immettere il valore di CR nel suolo (se disponibile)**, ed il punteggio Estensione corrispondente.
- In quella **Acque superficiali, immettere la CR maggiore tra quella nel suolo e quella in falda** (se disponibili entrambe), con il punteggio di Estensione rispettivo.



**SCHEDA DI CALCOLO DEL CONTRIBUTO DELLA SORGENTE, corretto per le diverse vie impattate.**


Vie di trasporto su cui impatta ->	Punteggio Acque Sotterranee	Punteggio Acque Superficiali		Punteggio Aria Indoor	Punteggio Aria Outdoor	Punteggio Suolo	
<b>scheda 1</b>							
concentrazione (*)							
<b>scheda 2</b>							
estensione contaminazione							
<b>scheda 3a, 3b</b>							
coeff. di pericolosità intrinseca							
<b>scheda 4</b>							
coefficienti di ripartizione (**)							
<b>scheda 5a, 5b</b>							
modalità di contenimento							
<b>scheda 6</b>		Residenti	Lavoratori			Residenti	Lavoratori
condizioni di accessibilità del sito							
<b>Punteggio totale</b> (prodotto valori soprastanti)		Residenti	Lavoratori			Residenti	Lavoratori
nome del risultato	<b>B1</b>	<b>B2a</b>	<b>B2b</b>	<b>B3</b>	<b>B4</b>	<b>B5a</b>	<b>B5b</b>

(\*) Inserire, se è disponibile, il dato analitico sulle vie di trasporto coinvolte, altrimenti utilizzare il dato sulla sorgente primaria, trattato come previsto dalla Scheda 1 (massimo o 95° percentile).

(\*\*) Da inserire solamente se non si hanno a disposizione i dati analitici sulle vie di trasporto coinvolte; altrimenti mettere 1

**ATTENZIONE! Trattandosi di prodotti, le celle non utilizzate vanno riempite con 1, non con 0.**

**SCHEDA DI CALCOLO DEL CONTRIBUTO DELLA SORGENTE, corretto per le diverse vie impattate.**



Vie di trasporto su cui impatta ->	Punteggio Acque Sotterranee	Punteggio Acque Superficiali		Punteggio Aria Indoor	Punteggio Aria Outdoor	Punteggio Suolo	
<b>scheda 1</b>	3.30E+00	6.20E+01		6.20E+01	6.20E+01	6.20E+01	
concentrazione (*)							
<b>scheda 2</b>	1.50E-03	1.50E-03		1.50E-03	1.50E-03	1.50E-03	
estensione contaminazione							
<b>scheda 3a, 3b</b>	5.30E+03	5.30E+03		5.30E+03	5.30E+03	5.30E+03	
coeff. di pericolosità intrinseca							
<b>scheda 4</b>	1.00E+00	1.40E-01		2.20E-02	8.10E-05	1.00E+00	
coefficienti di ripartizione (**)							
<b>scheda 5a, 5b</b>	1	1		1	1	1	
modalità di contenimento							
<b>scheda 6</b>		Residenti	Lavoratori			Residenti	Lavoratori
condizioni di accessibilità del sito		0.5	1			0.5	1
<b>Punteggio totale</b> <i>(prodotto valori soprastanti)</i>	2.60E+01	Residenti	Lavoratori	1.10E+01	4.00E-02	Residenti	Lavoratori
nome del risultato		3.40E+01	6.90E+01			2.50E+02	4.90E+02
	B1	B2a	B2b	B3	B4	B5a	B5b

Dato disponibile (suolo)

Dato disponibile (falda)

Non utilizzati perché esistono i dati analitici specifici su quelle vie

già inseriti nella scheda A

(\*) Inserire, se è disponibile, il dato analitico sulle vie di trasporto coinvolte, altrimenti utilizzare il dato sulla sorgente primaria, trattato come previsto dalla Scheda 1 (massimo o 95° percentile).

(\*\*) Da inserire solamente se non si hanno a disposizione i dati analitici sulle vie di trasporto coinvolte; altrimenti mettere 1

ATTENZIONE! Trattandosi di prodotti, le celle non utilizzate vanno riempite con 1, non con 0.

## Terzo step: descrizione e parametrizzazione delle Vie di Trasporto (Scheda C)

- In questa scheda, che va compilata per ciascun inquinante, si individuano quelli aspetti critici delle matrici ambientali coinvolte che contribuiscono a determinare il rischio del sito, in quanto regolano la migrazione dei contaminanti dalla sorgente al bersaglio. Mentre nella precedente scheda si calcola quanto la sorgente impatta sulle Vie, **in questa scheda si valuta quanto le vie impattate possono amplificare o tamponare la contaminazione** attraverso i fenomeni di trasporto e diffusione della contaminazione.
- Anche in questo caso la compilazione viene guidata dalle Schede punteggi (da 7 a 19), che forniscono anche il valore di default in mancanza di informativa.

**SCHEDA DI CALCOLO DEL CONTRIBUTO DELLE VIE DI TRASPORTO**






Può essere diverso da 1 solo se l'inquinante è un fitofarmaco o una sostanza organica complessa

Parametro	Trasporto con Acque Sotterranee	Parametro	Trasporto con Acque Superficiali	Parametro	Trasporto con Aria Indoor	Parametro	Trasporto con Aria Outdoor	Parametro	Trasporto con Suolo
<b>①</b> scheda 7		scheda 10		scheda 10		scheda 10		scheda 10	
soggiacenza della falda	0.8	prominenzia del top della zona contaminata	0.5	prominenzia del top della zona contaminata	0.5	prominenzia del top della zona contaminata	0.5	prominenzia del top della zona contaminata	0.5
scheda 8		scheda 11		<b>①</b> scheda 11		scheda 11		scheda 11	
tipologia dell'acquifero	0.4	localizzazione del sito	0.3	indice sinottico	0.7	indice sinottico	0.7	Rotipo della zona vulnerabile	0.9
scheda 9		scheda 12							
litotipo dell'acquifero	0.5	classi di portata	0.6						
scheda 10		scheda 13							
distanza della zona contaminata dal top della falda	1	precipitazione media annuale	0.8						
		scheda 14							
		densità idrogrefica	1						
		scheda 15							
		ruscellamento	0.3						
		<b>①</b> scheda 16							
		frazione di carbonio organico	1						
<b>Punteggio totale (prodotto valori esposti)</b>	<b>0.16</b>		<b>0.03</b>		<b>0.36</b>		<b>0.36</b>		<b>0.45</b>
nome del risultato	C1		C2		C3		C4		C5

Ricordare di immettere punteggi ricevuti dalle schede, non misure.



## Quarto step: descrizione e parametrizzazione dei Recettori (Scheda D)

- Questa scheda valuta l'impatto della contaminazione sui recettori, umani e naturali, considerando, nel primo caso, il **numero N dei recettori** in 4 distinte aree concentriche (corone circolari); nel secondo caso, la presenza di zone di particolare interesse paesaggistico-ambientale, di tutela naturalistica, di particolare interesse storico-archeologico o artistico, nel raggio di 5 km dal centro del sito.
- I **recettori umani** sono distinti in:
  - Residenti on site  (0-100 m)
  - Residenti off site  (101-1000 m; 1001-3000 m; 3001-5000 m)
  - Lavoratori on site  (0-100 m)
  - Lavoratori off site  (101-1000 m; 1001-3000 m; 3001-5000 m)
- Per i **recettori naturali**, le zone sensibili devono essere definite da una specifica normativa in materia di pianificazione territoriale, sia a livello nazionale che a livello regionale.
- ARGIA è molto sensibile a questi fattori: essi **vanno calcolati con la massima precisione!**
- Il manuale fornisce dei criteri per stimare tali fattori, di non facile acquisizione.



## Caso studio

### Recettori umani:

Si sono assunti 400 residenti che abitano esclusivamente nella fascia da 1001 a 3000 metri dal centro del sito

**Residenti off site<sup>2</sup> N = 400**

e 30 lavoratori dello stabilimento in esame,

**Lavoratori on site N = 30**

### Recettori naturali:

Non presenti entro 5 km

**SCHEDA DI CALCOLO DEL CONTRIBUTO DEI RECCETTORI**
**SCHEDA OPERATIVE**
**D**

SORGENTI  
 $PI_{1,2,3}$   
 $PI_{1,2,3}$

→

VE DI TRASPORTO PI<sub>1,2,3</sub>  
 $PI_{1,2,3}$

→

RECCETTORI  
 $PI_{1,2,3}$

N = 400

Via di esposizione →	RECCETTORI URBANI					RECCETTORE NATURALISTICO-ARTISTICO
	Esposiz. ad Acque Sotterranee / ingestione	Esposiz. ad Acque Superficiali / contatti dermico	Esposiz. ad Aria Indoor/ inalazione	Esposiz. ad Aria outdoor/ inalazione	Esposiz. ad Suolo/ contatto dermico o ingestione	Punteggio
<i>Ricavare tutti da scheda 20</i>						
residenti on site (0-100 m)	-	-	-	-	-	
residenti off site 1 (101-3000 m)	-	-		-		
residenti off site 2 (1001-3000 m)	<b>0,01*N</b>	<b>0,05*N</b>		<b>0,13*N</b>		
residenti off site 3 (3001-5000 m)	-	-		-		
<i>Punteggio totale residenti (somma valori appropriati)</i>	<b>4</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>52</b>	<b>0</b>	
lavoratori on site (0-100 m)	<b>M</b>	<b>5*M</b>	<b>30.*M</b>	<b>30*M</b>	<b>M*E-03</b>	
lavoratori off site 1 (100-1000 m)	-	-		-		
lavoratori off site 2 (1001-3000 m)	-	-		-		
lavoratori off site 3 (3001-5000 m)	-	-		-		
<i>Punteggio totale lavoratori (somma valori appropriati)</i>	<b>30</b>	<b>150</b>	<b>900</b>	<b>900</b>	<b>3.00E-02</b>	
<i>Ricavare da scheda 21</i>						
zone sensibili *						<b>0</b>
<i>Punteggio totale recettori (SOMMA valori per i residenti e per i lavoratori appropriati)</i>	<b>3.40E+01</b>	<b>1.70E+02</b>	<b>9.00E+02</b>	<b>9.52E+02</b>	<b>3.00E-02</b>	<b>0</b>
nome del risultato	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>D4</b>	<b>D5</b>	<b>D nat</b>

\* copiare il punteggio anche nella casella sottostante

N = 30

Non considerati

## Quinto step: calcolo del punteggio di rischio del singolo contaminante (Scheda E)

- Questa scheda va compilata per ogni Contaminante Rilevante e riassume, nelle prime tre tabelle, tutti i contributi calcolati nelle precedenti schede operative (B, C e D), riportando le stesse denominazioni dei risultati ottenuti (da B1 a D5, Dnat).
- Nelle due ultime tabelle si calcola, rispettivamente:

4 tab) l'indice di rischio del contaminante m per i recettori umani

$$IRIm \text{ umani} = (B1 \times C1 \times D1) + (B2 \times C2 \times D2) + \dots + (B5 \times C5 \times D5);$$

5 tab) l'indice di rischio del contaminante m per i recettori naturalistici-artistici

$$IRIm \text{ naturali} = (B1 \times C1 \times D1) + (B2 \times C2 \times D2) + \dots + (B5 \times C5 \times D5)$$

I.R. acque sub



**SCHEDA DI CALCOLO DEL RISCHIO DEL SINGOLO CONTAMINANTE:** benzene

CONTRIBUTO DELLA SORGENTE (dalla Scheda B)		Punteggio
sulla via Acque Sotterranee	B1	2.6E+01
sulla via Acque Superficiali	B2a + B2b	1.0E+02
via Aria Indoor	B3	1.1E+01
sulla via Aria Outdoor	B4	4.0E-02
sulla via Suolo	B5a + B5b	7.4E+02

CONTRIBUTO DELLE VIE DI TRASPORTO (dalla Scheda C)		Punteggio
sulla via Acque Sotterranee	C1	1.6E-01
sulla via Acque Superficiali	C2	3.0E-02
via Aria Indoor	C3	3.5E-01
sulla via Aria Outdoor	C4	3.5E-01
sulla via Suolo	C5	4.5E+01

CONTRIBUTO DEI RECETTORI (dalla Scheda D)		Punteggio
sulla via Acque Sotterranee	D1	3.4E+01
sulla via Acque Superficiali	D2	1.7E+02
via Aria Indoor	D3	9.0E+02
sulla via Aria Outdoor	D4	9.5E+02
sulla via Suolo	D5	3.0E-02
recettore naturalistico	D nat	0.0E+00

QUI SOPRA VENGONO TRASCRITTI I PUNTEGGI RISULTATI DELLE SCHEDA OPERATIVE B, C, D.

**Indice di rischio del contaminante  $m$  per recettori umani:**

IVT		Punteggio
indice di rischio acque sotterranee	$B1 \times C1 \times D1$	1.40E+02
indice di rischio acque superficiali	$B2 \times C2 \times D2$	5.10E+02
indice di rischio aria indoor	$B3 \times C3 \times D3$	3.40E+03
indice di rischio aria outdoor	$B4 \times C4 \times D4$	1.30E+01
indice di rischio suolo	$B5 \times C5 \times D5$	1.00E+01
<b>IRI<sub>m</sub> umani</b>	somma valori soprastanti	<b>4.70E+03</b>

**Indice di rischio del contaminante  $m$  per recettori naturalistici-artistici:**

IVT		Punteggio
indice di rischio acque sotterranee	$B1 \times C1 \times Dnat$	0.00E+00
indice di rischio acque superficiali	$B2 \times C2 \times Dnat$	0.00E+00
indice di rischio aria indoor	$B4 \times C4 \times Dnat$	0.00E+00
indice di rischio suolo	$B5 \times C5 \times Dnat$	0.00E+00
<b>IRI<sub>m</sub> naturali</b>	somma valori soprastanti	<b>0.00E+00</b>

## Calcolo del punteggio finale del sito (**scheda F**)

- Compilate tutte le **schede E** dei diversi Contaminanti Rilevanti si copiano i rispettivi IRIm nelle due colonne della **scheda F**, dalla cui somma si ottiene, rispettivamente, l'Indice di Rischio complessivo per i recettori umani e quello per le Zone sensibili/recettori naturali.
- La **scheda F** presenta la casella per annotare il contaminante a cui ciascun IRIm si riferisce ed, in basso, **uno spazio per segnalare le criticità osservate** ed i dati affetti da particolare imprecisione.
- Le schede operative sono assistite da Excel che esegue automaticamente la compilazione ed i calcoli di ciascuna **scheda E**. Resta, così, da trascrivere solo gli IRIm nella scheda finale **F**.



### SCHEDE RIASSUNTIVE COMPLESSIVE

SORGENTI  
 $PK_{S_{ij}} =$   
 $\sum PK_{S_{ij}}$



VIE DI TRASPORTO  
 $PK_{T_i} = \sum PK_{T_i}$



RECCITORI  
 $PK_R = \sum PK_R$

SCHEDE OPERATIVE

# F

SITO:  CONTAMINANTI	Indice di rischio per recettori umani:		Indice di rischio per recettori naturalistici-artistici:	
		PUNTEGGIO		PUNTEGGIO
BENZENE	IR <sub>Im</sub>	4.70E+03	IR <sub>Im</sub>	0.00E+00
	IR <sub>Im</sub>		IR <sub>Im</sub>	
	IR <sub>Im</sub>		IR <sub>Im</sub>	
	IR <sub>Im</sub>		IR <sub>Im</sub>	
	IR <sub>Im</sub>		IR <sub>Im</sub>	
	IR <sub>Im</sub>		IR <sub>Im</sub>	
	IR <sub>Im</sub>		IR <sub>Im</sub>	
	IR <sub>Im</sub>		IR <sub>Im</sub>	
	IR <sub>Im</sub>		IR <sub>Im</sub>	
	IR <sub>Im</sub>		IR <sub>Im</sub>	
	<b>IRcomplessivo</b> (somma valori soprastanti)	<b>4.70E+03</b>	<b>IRcomplessivo</b> (somma valori soprastanti)	<b>0.00E+00</b>

**CRITICITA' RILEVATE.** (Riportare l'indicazione degli eventuali parametri che, nell'analisi, hanno presentato maggiori criticità nella determinazione e che sono affetti da maggior imprecisione):



## Scheda “informatività”

ARGIA offre la possibilità di introdurre nel calcolo **valori di default** in mancanza di informazioni necessarie. Tali valori, anche se forniti sulla base della maggior prudenza (sono sempre assimilati ai punteggi più conservativi), **sono pur sempre “approssimazioni” che introducono elementi di incertezza**, che questa metodologia vuole tener conto, attraverso un calcolo apposito.

La scheda del calcolo “Informatività” è aggiunta in coda alle Schede Operative, ma è compilabile solo nella versione in Excel delle stesse.

Il calcolo assegna un peso unitario di “carenza informativa” a ciascun valore di default (peso doppio per Concentrazioni su S.S. , e per stime grossolane).

La somma dei pesi di “carenza informativa” è **convertita** in **pseudo-informatività relativa (%)**, per la descrizione della S/Vie di trasporto/Recettori (Umani e naturali). Vengono calcolate analogamente anche due **pseudoinformatività complessive** dal calcolo complessivo delle singole carenze di informazione.

Un basso valore di “Informatività” segnala solamente che molta dell’informazione necessaria per un’applicazione ottimale del metodo è mancante, e che il punteggio finale di conseguenza è probabilmente sovrastimato. In questi casi, ARGIA fornisce risultati ugualmente validi e plausibili.

Tuttavia, il basso livello di informatività di un sito costringe a valutare tutti gli altri siti con lo stesso numero di default, anche se l’informativa è nota, per avere lo stesso livello di approssimazione ed una graduatoria di siti non distorta.

**Scheda "Informatività"**

QUESTA SCHEDA E' COMPILABILE SOLAMENTE NELLA VERSIONE EXCEL.

Scheda punteggi	Parametro	peso assegnato all'approssimazione	utilizzato default?	
1	conc. dell'inquinante espressa sul T.O. ma ignorando scheletro	1	SI	
1'	conc. dell'inquinante espressa su Bostanza Secca	2		
2	estensione della contaminazione			
3	tossicità/cancerogenicità			
4	coeff. di ripartizione tra fasi	1		
5	modalità di contenimento dell'inquinante	1		
6	accessibilità del sito	1		
	<b>informatività % minima della stima della Sorgente per un contaminante</b>		100,0	informatività % minima della stima della Sorgente per un contaminante
7	soggecenza della falda	1		
8	tipologia dell'acquifero	1		
9	litologia dell'acquifero	1		
10	distanza del contaminante dalla falda	1		
11	rischio idrologico del sito (scondabilità)	1		
12	portata dei corsi d'acqua	1		
13	piovosità	1		
14	densità idrografica	1		
15	ruscellamento	1		
16	percentuale di carbonio organico	1		
17	indice sinottico dell'atmosfera	1		
18	prof. del top della zona contaminata	1		
19	litologia della zona vadosa	1		
	<b>informatività minima % della stima delle Vie di T. per ciascun contaminante</b>		100,0	informatività minima % della stima delle Vie di Trasporto per ciascun contaminante
20	numero di umani entro 5 km: stima mediore	1		
20'	numero di umani entro 5 km: stima grossolana	2		100,0
21	densità di zone sensibili: stima mediore	1		
21'	densità di zone sensibili: stima grossolana	2		100,0

Si può inserire il SI nei casi di stima imprecisa

informatività minima % complessiva della stima di Rischio su Recettori Umani	100,0
informatività minima % complessiva della stima di Rischio su Recettori Naturali	100,0

NELLE CELLE GIALLE E' POSSIBILE IMMETERE "SI" O LASCIARLE VUOTE. NELLE CELLE VERDI VENGONO RIPORTATI I RISULTATI CALCOLATI.

Valuta l'entità dell'inf. residua rispetto a quella persa

95,5



Format per i dati

ARGIA 1.2	Inquinante:	Sito:					Default? Sì/No
Scala pericoli	Parametro						
1	concentrazione dell'inquinante						
2	estensione della contaminazione						
3	tossicità/cancerogenicità						
4	coeff. di ripartizione tra fasi						
5	modalità di contenimento dell'inquinante						
6	accessibilità del sito						
7	sovrapposizione della falda						
8	tipologia dell'acquifero						
9	litologia dell'acquifero						
10	distanza del contaminante dalla falda						
11	rischio idrologico del sito (esondabilità)						
12	portata dei corsi d'acqua						
13	piovosità						
14	densità idrografica						
15	ruscellamento						
16	percentuale di carbonio organico						
17	indice sinodico dell'atmosfera						
18	prof. del top della zona contaminata						
19	litologia della zona vadosa						
20	numero di recettori umani entro 100 m						
20	numero di recettori umani tra 100 m e 3 km						
20	numero di recettori umani tra 3 km e 5 km						
21	densità di zone sensibili entro 100 m						
21	densità di zone sensibili tra 100 m e 3 km						
21	densità di zone sensibili tra 3 km e 5 km						
	altro 1						
	altro 2						
	altro 3						

Nelle celle gialle si possono immettere dati e/o note

Celle bloccate per prevenire errori

Questo format può essere compilato e stampato per tenere memoria dei dati utilizzati per i calcoli





**ARGIA: Analisi del Rischio per la  
Gerarchizzazione dei siti Inquinati presenti  
nell'Anagrafe.  
MANUALE OPERATIVO  
Versione 1.2**

Agosto 2004

[http://www.apat.gov.it/site/\\_files/Suolo\\_Territorio/TEC\\_analisi\\_rischio\\_relativa\\_ARGIA\\_1\\_2.pdf](http://www.apat.gov.it/site/_files/Suolo_Territorio/TEC_analisi_rischio_relativa_ARGIA_1_2.pdf)

## APPLICAZIONE DI A.R.G.I.A. PER DEFINIRE LA GERARCHIA DEI SITI MINERARI DISMESSI.

- Lavoro condotto in ISPRA “Individuazione dei criteri per la gerarchizzazione dei siti minerari dismessi tramite analisi di rischio”.  
[http://www.formeducambiente.isprambiente.it/site/it-IT/Stage\\_e\\_tirocini/RicercaStage.html](http://www.formeducambiente.isprambiente.it/site/it-IT/Stage_e_tirocini/RicercaStage.html)
- In Italia sono presenti oltre 1500 siti minerari abbandonati, il cui censimento nazionale è previsto dalla L. 179 del 31/07/02.
- Si è applicato A.R.G.I.A per ottenere un punteggio di rischio relativo di tipo sanitario, a cui si dovrà affiancare il rischio legato al fattore statico-strutturale e all’impatto paesaggistico per definire un indice di rischio complessivo per questa tipologia di siti.

### VALUTAZIONI:

- Per i siti fortemente inquinati, ARGIA è risultato molto sensibile alla sorgente di inquinamento, il cui peso ha determinato il rischio e quindi la posizione relativa dei siti in classifica.
- Per i siti mediamente inquinati, invece, è il peso dei recettori a determinare il punteggio finale. Tale contributo è notevolmente amplificato per i siti debolmente inquinati.
- Nell’elenco finale ottenuto, costituito da 417 siti, le miniere in cui è presente l’amianto sono risultate quelle con il più alto rischio relativo.



## II CASO STUDIO

L'area è situata circa 500 m a sud-ovest di un abitato posto su un altopiano a quota 390m s.l.m., ed è compresa tra fabbricati industriali a sud e la forra del Rio Paralupo fino alla confluenza con il T. Stura (a quota media 265 m s.l.m.) a nord.

L'area fu utilizzata da una Società che rigenerava olii lubrificanti usati mediante trattamento con acido solforico, fino al 1982, anno del suo fallimento.

Nella seconda metà degli anni '80 è stata scoperta nell'area la **presenza di tre bacini colmi di melme oleose acide quali residui di lavorazione stoccati dalla stessa Società.**

Le indagini preliminari hanno subito **accertato infiltrazioni, nel terreno circostante e sottostante**, delle melme stoccate all'interno dei tre bacini e fenomeni di tracimazione della frazione più leggera delle melme con contaminazione dell'argine prospiciente il Rio Paralupo e l'alveo del Rio lungo quasi tutto il suo corso.

Nell'area è stato condotto un **primo intervento di bonifica** (1994/1995) che ha visto lo **svuotamento dei bacini, l'inertizzazione in situ delle melme ed il loro parziale conferimento in discarica.** Tale intervento non è stato completato per esaurimento dei finanziamenti previsti.

Al momento dell'analisi, lo scenario che si configurava era il seguente:

- **presenza di materiale inertizzato in attesa di conferimento in discarica;**
- **il terreno delle pareti e del fondo dei tre bacini, non conforme analiticamente ai Limiti di Restitutuz. Ambientale (L.R.A.) stabiliti dalla Regione Piemonte;**
- **presunta contaminazione di tutta l'area fluviale a partire dall'argine che separava i tre bacini dal versante del Rio.**

## Modello piemontese

### A - CARATTERISTICHE ANAGRAFICHE

A1 - Condizioni del sito (**peso 1**): Bonifica effettuata parzialmente  
(val. 4) = 4

### B - CARATTERISTICHE DEL SITO

B1 - Morfologia prevalente (**peso 1**): Area fluviale (val. 10) = 10

B2 - Superficie (**peso 1**): da 2001 a 20.000 m<sup>2</sup> (val. 4) = 4


B3 - Litologia prevalente (**peso 2**): Ghiaia-sabbia, sb (val. 7) = 14

B4 - Presenza di strati impermeabili (**peso 2**): No (val. 7) = 14


B5 - Profondità della prima falda dal piano di campagna (**peso 2**):  
oltre 19 m (val. 4) = 8

B6 - Uso prevalente del terreno circostante (**peso 1**): Agricolo e  
assim. (val. 8) = 8

**B - CARATTERISTICHE DEL SITO**
**B1 - Morfologia prevalente: peso 1**

<b>Fattori di analisi</b>	<b>Valori</b>
 Area fluviale	10
Area paludosa	7
Scarpata	6
Versante montano o collinare	6
Area pianeggiante	5
Ex cava	5
Rilevato artificiale	3

**B2 - Superficie: peso 1**

<b>Fattori di analisi</b>	<b>Valori</b>
oltre 100 000 m <sup>2</sup>	8
da 20 001 a 100 000 m <sup>2</sup>	6
 da 2001 a 20 000 m <sup>2</sup>	4
fino a 2000 m <sup>2</sup>	3

**C - CARATTERISTICHE DEI RIFIUTI PRESENTI NEL SITO**

- C1 - Tipo di abbandono dei rifiuti (peso 1): Sversamento accidentale o doloso (val. 8) = **8**
- C2 - Tipo di stoccaggio dei rifiuti (peso 2): Scoperto su terreno (val. 8) = **16**
- C3 - Stato di conservaz. dei contenitori dei rifiuti (peso 2): Deteriorati (val. 7) = **14**
- C4 - Classificazione dei rifiuti (peso 3): T/N (Speciali pericolosi certi) (val. 8) = **24**
- C5 - Volume totale dei rifiuti (peso 1): fino a 1000 m<sup>3</sup> (val. 3) = **3**
- C6 - Stato fisico dei rifiuti (peso 1): Fangoso palabile (val. 6) = **6**

**D - PERICOLOSITA' AMBIENTALE E SANITARIA DEL SITO**

- D1 - Distanza da pozzo o sorgente più vicino: peso 2 (peso 3 se per uso potabile): da 101 a 500 m (val. 7) = **14**
- D2 - Distanza dal corso d'acqua più vicino (peso 1): da 101 a 500 m (val. 6) = **6**
- D3 - Distanza dal centro abitato più vicino (peso 1): da 501 a 1000 m (val. 3) = **3**
- D4 - Distanza dalla via di comunicazione più vicina (peso 1): da 501 a 1000 m (val. 2) = **2**
- D5 - Esistenza di vincoli sull'area del sito (peso 1): Sì (val. 4) = **4**

## E - SITUAZIONE IGIENICO-SANITARIA DEL SITO

- E1 - Contaminazione del suolo prossimo al sito (peso 2): Accertata (val. 8) = **16**
- E2 - Contaminazione delle acque sotterranee prossime al sito (peso 2): Presunta (val. 4) = **8**
- E3 - Contaminazione delle acque superficiali prossime al sito (peso 2): Presunta (val. 3) = **6**
- E4 - Presenza di percolato nel sito: (peso 2): No (val. 0) = **0**
- E5 - Presenza di emissioni gassose nel sito: (peso 2): No (val. 0) = **0**
- E6 - Presenza di odori nel sito: (peso 2): No (val. 0) = **0**

$$P(\text{tot}) = \sum P(i) * \text{Peso}(i) = 196$$

$$P_{\text{Norm}} = I.R. = \{(P_{\text{tot}} - P_{\text{min}}) / (P_{\text{max}} - P_{\text{min}})\} \times 100$$

$$I.R. = \frac{196 - 50}{230 - 50} \times 100 = \boxed{81}$$

## MODELLO SICILIANO (CSSM)

### Fattore : ACQUE SOTTERRANEE (ASO)

#### 1. Categoria : SORGENTE (Saso)

- - Volume rifiuti:  $V_r T/N = < 1000 \text{ m}^3$  **S aso vol = 8**
- - Tossicità/idrosolubilità : **S aso tos = 64**  
 (in presenza di più composti chimici a differente solubilità si considera la classe di solubilità a più alto rischio)
- - Stato fisico dei rifiuti: Stato fangoso (=60) **S aso stat = 60**
- - Modalità di contenimento: Sversamento sul suolo (64) **S aso mod = 64**

$$\mathbf{S\ aso} = \mathbf{S\ aso\ vol} + \mathbf{S\ aso\ tos} + \mathbf{S\ aso\ stat} + \mathbf{S\ aso\ mod} = \mathbf{8 + 64 + 60 + 64 = 196}$$

### Fattore : ACQUE SOTTERRANEE (ASO)

#### 2. Categoria : VETTORE DI TRASTORTO (Vaso)

- - Soggiacenza: **V aso sog = 5**  
 La profondità della falda dal p.c. si suppone superiore ai 30 m.

Elenco di composti chimici, con la codifica di opportune frasi di rischio, dei Decreti del Ministero della Sanità (1985-1987)

Tab. 3 - Matrice di valutazione del parametro combinato tossicità/idrosolubilità (ASO, ASU)

CLASSI DI TOSSICITA'	CLASSI DI SOLUBILITA'			
	1-Insolubile	2-Poco solubile	3-Solubile	4-Molto solubile
Xi	0	16	24	32
Xn	0	32	48	64
Xn - R33; Xn - R40; Xn - R45	0	40	60	80
T	0	48	72	96
T - R33; T - R45	0	56	84	112
T - R45 - R48; T - R33 - R40	0	64	96	128
T - R45 - R46 - R48	0	72	108	144
AT	0	64	96	128
AT - R33; AT - R40; AT - R45; AT - R48	0	72	108	144
AT - R33 - R40; AT - R45 - R48	0	80	120	160
R45; R39	0	8	12	16

Fattore moltiplicativo (F.M.) = 16

Tab. 4 - Punteggi relativi al volume rifiuti (ASO, ASU)

CLASSI DI VOLUME (m <sup>3</sup> )	PUNTEGGI
≤ 1000	8
(1000-2000]	16
(2000-4000]	24
(4000-8000]	32
(8000-16000]	40
(16000-32000]	48
(32000-64000]	56
(64000-128000]	64
(128000-256000]	72
> 256000	80

Fattore Moltiplicativo (F.M.) = 8

- Ricarica netta:

**V aso ric = 36**

I dati meteoroclimatici sono stati estrapolati da studi relativi a siti limitrofi.

$P = R + E_r + I$  Equazione del bilancio idrologico medio annuo.

$P$  = precipitazione media annua = 800 mm.

$T$  = temp. media annua = 12. °C

$E_r$  = evapotraspirazione reale annua = 500 mm.

**applicando la formula di Turc :**

$$E_r = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \frac{P' P}{L' L}}} = \frac{800}{\sqrt{0.9 + \frac{(800)^2}{(607.2)^2}}} = 500$$

$L = 300 + 25 T + 0.05 T^2 = 607.2$

$R$  = ruscellamento di superficie = 0

Il sito è in pianura

$I$  = precipitazione efficace =  $P - E = 300$  mm.

- Acquifero:

**V aso acq = 20**

L'acquifero profondo è di tipo multifalda ed è ospitato nei livelli sabbiosi dell'Astiano. Rientra quindi nel range di valori ( 18-27 )



- - Suolo (*Suolo sup*): **V aso suo = 20**  
Si considera ghiaiosa la porzione superficiale della zona non satura
- - Topografia: Vasotop = 1  
L'area presenta una notevole pendenza: si considera quindi la classe >18%
- - Zona non satura (*suolo prof.*): **V aso nos = 30**  
Lo strato litologico compreso tra suolo e falda è costituito da: sabbie e ghiaie con silt e argilla
- - Conducibilità idraulica: **V aso cid = 3**  
Dagli studi idrogeologici effettuati in località vicine, si evince che la velocità effettiva di un contaminante che si muove per la sola avvezione all'interno dell'acquifero, risulta uguale a  $8-9 * 10^{-6}$  cm/s.

$$\begin{aligned}
 \text{Vaso} &= \text{V aso sog} + \text{V aso ric} + \text{V aso acq} + \text{V aso suo} + \text{V aso nos} + \\
 &\quad \text{V aso top} + \text{Vasocid} - 26 = \\
 &= 5 + 36 + 20 + 20 + 30 + 1 + 3 - 26 \text{ (a)} = 89
 \end{aligned}$$

(a) L'introduzione del valore minimo 26 nasce dall'esigenza del modello per l'utilizzo della metodologia DRASTIC nella valutazione della vulnerabilità della falda.

## Fattore : ACQUE SOTTERRANEE (ASO)

### 3. Categoria: BERSAGLI (Baso)

- - Usa delle acque:

**B aso = 200**

Entro un raggio di 5000 m. dal sito, così come indicato dal metodo, si ipotizzano anche pozzi ad uso idropotabile. Tra i diversi potenziali utilizzi presenti nell'area: industriale/irriguo - potabile/civile si considera quest'ultimo a maggior punteggio (= 200).

### Punteggio ACQUE SOTTERRANEE

**Paso = Saso \* Vaso \* Baso \* 100/16.000.000 (b)**

$$196 * 89 * 200/160\ 000 * = 21.8$$

- (b) Il fattore 100/16.000.000 consente di normalizzare Paso ad una scala 0-100. La stessa struttura riguarderà il calcolo di Pasu e Pcod.

**Fattore: ACQUE SUPERFICIALI (ASU)****1. Categoria: SORGENTE (S asu)**

Per alcuni parametri di questo fattore, valgono le stesse considerazioni fatte in precedenza.

- - Tossicità/idrosolubilità: **S asu tos = 64**  
Identificate le sostanze chimiche che caratterizzano il rifiuto, si considera la combinazione dei parametri: **nocivo-solubile**, come nel fattore Acque Sotterranee.
- - Volume rifiuti:  $V_r T/N = 400 \text{ m}^3$  **S asu vol = 8**
- - Stato fisico dei rifiuti: **S asu stat = 60**
- - Modalità di contenimento: Sversamento sul suolo ( 80 ) **-27 (c)** = 53  
**Sasumod = 53**

$$\begin{aligned} \mathbf{Sasu} &= \mathbf{Sasutos} + \mathbf{Sasuvol} + \mathbf{Sasustat} + \mathbf{Sasumod} = \\ &\mathbf{64} \quad + \mathbf{8} \quad + \mathbf{60} \quad + \mathbf{53} \quad = \mathbf{185} \end{aligned}$$

(c) Il punteggio va diminuito di una quantità pari a **27** se i rifiuti sono collocati al di sotto del p.c.

## Fattore: ACQUE SUPERFICIALI (ASU)

### 2. Categoria: VETTORE DI TRASPORTO (V asu)

- -Distanza da recapito superficiale: **V asu rec = 80**  
L'area di indagine comprende il recapito superficiale.
- - Massima altezza di pioggia di durata 24 h e T = 1 anno: **V asu api = 20**  
Dai dati relativi alla serie storica delle precipitazioni di Torino ( dal 1921 al 1970 ), si approssima un valore compreso nel range ( 30-40 ).
- - Pendenza sito/pendenza percorso di ruscellamento: **V asu pen = 40**  
Si considera la combinazione: pendenza sito ( >18 % ) e pendenza percorso di ruscellamento ( >18 % ).
- - Instabilità/inondazione: **V asu ins = 33**  
Nella matrice di valutazione si considera il valore corrispondente al parametro "sito instabile" combinato con "rifiuti instabili", nell'ambito dei terreni poco favorevoli alla stabilità.

$$\begin{array}{rcccccc}
 \text{Vasu} & = & \text{Vasurec} & + & \text{Vasuapi} & + & \text{Vasupen} & + & \text{Vasuins} & = \\
 & & \mathbf{80} & & \mathbf{+ 20} & & \mathbf{+40} & & \mathbf{+ 33} & = \mathbf{173}
 \end{array}$$

**Fattore : ACQUE SUPERFICIALI (ASU)**

**3. Categoria : BERSAGLIO (B asu)**

- - Uso delle acque: **B asu uso = 70**  
 In riferimento alle acque superficiali, si considera un uso irriguo-industriale alimentare.
- - Distanza da area protetta: **B asu prot = 60**  
 Questo parametro indaga il rischio di contaminazione di aree ambientali protette, poste nelle vicinanze del sito, da parte delle acque ruscellanti ; ma la stessa area di indagine è soggetta a diversi vincoli: idrogeologico, Legge Galasso, paesaggistico, da tutela naturalistica di Parchi, Riserve, aree protette.

$$\text{Basu} = \text{Basuuso} + \text{Basuprot} = 70 + 60 = 130$$

**Punteggio ACQUE SUPERFICIALI**

$$\text{Pasu} = \text{Sasu} * \text{Vasu} * \text{Basu} * 100/16.000.000$$

$$185 * 173 * 130/160\ 000 = 26$$

Punteggio SITO

$$P_{\text{sito}} = \sqrt{\frac{(P_{\text{aso}}^2 + P_{\text{asu}}^2)}{2}} = \boxed{24}$$

$$\sqrt{\frac{(21.8)^2 + (26)^2}{2}}$$

**Fattore: CONTATTO DIRETTO (COD)**

**1. Categoria : SORGENTE ( Scod )**

- Tossicità : Per aver considerato solo sostanze nocive **S cod tos = 102**  
 (stessa procedura delle acque sub e sup., con riguardo però alle sostanze con proprietà corrosive. Perde di significato il parametro "idrosolubilità").

- Modalità di contenimento : **S cod mod = 120**  
 Si considera la modalità di contenimento sversamento sul suolo ( = 120 )

$$S \text{ cod} = S \text{ cod tos} + S \text{ cod mod} = 102 + 120 = 222$$

**Fattore: CONTATTO DIRETTO (COD)**

**2. Categoria : VETTORE DI TRASPORTO (Vcod)**

Per la categoria **Vcod** si considera il parametro combinato:  
 strato superficiale (= a giorno )/ sup. rifiuti (1600-3200 mq )

$$V \text{ cod} = 100$$

## Fattore: **CONTATTO DIRETTO (COD)**

### 3. Categoria: **BERSAGLIO (Bcod)**

- Uso del suolo: **B cod uso = 40**

Nelle aree limitrofe al sito si prevedono più usi: agricolo (= 60); bosco-aree naturali (=20); incolto (= 0). Il modello prevede l'attribuzione di un punteggio medio tra quelli citati.

- Distanza da centro abitato: **B cod cen = 50**

Il centro abitato più vicino è a circa 500 m. di distanza dal sito.

- Rapporti con la viabilità pubblica: **B cod via = 12**

Questo parametro intende fornire un'indicazione indiretta del volume di traffico veicolare gravante sull'area di impianto del sito. Nel caso in questione si fa riferimento alla strada comunale a circa 300 m dal sito.

- Distanza da area protetta: **B cod prot = 30**

Tale fattore si riferisce a specie animali protette che potrebbero venir a contatto con le sostanze contaminanti. Il sito in esame rientra in un'area protetta.

$$\mathbf{Bcod} = \text{Bcoduso} + \text{Bcodcen} + \text{Bcodvia} + \text{Bcodprot} = 40 + 50 + 12 + 30 = \mathbf{132}$$

$$\mathbf{\underline{Punteggio CONTATTO DIRETTO}} \quad \mathbf{Pcod} = \text{Scod} * \text{Vcod} * \text{Bcod} * 100 / 16000000$$

$$222 * 100 * 132 / 160000 = \mathbf{18.3}$$

## MODELLO LOMBARDO

### Vie di contaminazione : ACQUE SOTTERRANEE

#### 1. Categoria : SORGENTE

- Volume rifiuti contenenti sostanze T/N: **V-vol = 3**

**Affidabilità = 0.3** ( fonte = stima della superficie: sopralluogo in condizioni sfavorevoli )

- Tossicità e solubilità sost. presenti: **V-rf-h<sub>2</sub>O = ( tos.\*sol. ) = 2\*1.5 = 3**

**Affidabilità = 1** ( fonte = analisi chimico-fisiche sul rifiuto )

- Modalità di scarico/contenimento: **V-s-hsub = 5**

Si considera quindi come modalità di scarico lo sversamento (= 5).

**Affidabilità = 1 (sopralluogo del rilevatore)**

$$\mathbf{V-sohsub = V-vol + V-rf-h_{20} + V-s-hsub = 3 + 3 + 5 = 11}$$

$$\mathbf{Affidabilità -sorg. = (0.3 + 1 + 1 )/3 = 0.76}$$



## 2. Categoria : VEICOLI

- Litologia predominante:  
(ghiaia e sabbia)

$$V-ltl = 4$$

**Affidabilità = 0.5** (fonte = stratigrafie nelle vicinanze del sito)

- Percentuale limo + argilla <sup>(a)</sup>:

$$V-l-arg = 1$$

Presenza di materiale impermeabile nell'insaturo. Nel caso in esame, in termini percentuali, rientra nel range (20 - 60 %).

**Affidabilità = 0.8** (fonte = stratigrafie sul sito)

- Soggiacenza falda : **V-s-fal = 2**

classe di soggiacenza (10-50).

**Affidabilità = 0.8** (fonte = sopralluogo in condizioni favorevoli)

$$V-vehsub = V-ltl + V-l-arg + V-s-fal = 4 + 1 + 2 = 7$$

$$Affidabilità-veic. = (0.5 + 0.8 + 0.8) / 3 = 0.7$$

<sup>(a)</sup> E' bene sottolineare che il modello assegna, per questo parametro, punteggi invertiti, considerando come situazione ottimale (voto = 0) l'assenza di materiale impermeabile

### 3 Categoria : RICETTORI

#### - Fonti di approvvigionamento idrico : **V-poz = 0**

Nel raggio di 1000 m. a partire dal corpo rifiuto, così come richiesto dal modello, non si riscontra presenza di pozzi a valle del sito. Esiste un pozzo potabile dell'acquedotto comunale a circa 500 m. dal sito, ma è idraulicamente a monte dello stesso.

Affidabilità censimento pozzi = 0.5 (fonte = studi professionali)

Affidabilità direzione di flusso = 0.1 (fonte = andamento sup. topografica)

**V-rihsub = V-poz = 0**

Affidabilità-ricet. = 0.3

#### Punteggio ACQUE SOTTERRANEE

**V-hsub = <sup>(b)</sup>(V-sohsub \* V-vehsub \* V-rihsub) \* 100/2348 <sup>(a)</sup> = (11\*7\*0) \* 100/2348 = 0**

Affidabilità = media (Af.-sorg + Af.-veic. + Af.-ric.) = (0,76 + 0,7 + 0,3) / 3 = **0.59**

(a) Il rapporto 100/2348 è stato utilizzato per normalizzare a 100 il punteggio delle acque sotterranee, ove 2348 è il prodotto dei valori massimi che possono assumere V-sohsub, V-vehsub, V-rihsub.

(b) Il meccanismo di moltiplicazione tra i punteggi parziali relativi alle tre categorie, S/V/R, per ciascuna via di contaminazione, fa sì che una via, per dar luogo ad un punteggio non nullo, deve risultare completa. Nel caso specifico, la mancanza di fonti di approvvigionamento idrico entro la distanza richiesta, porta ad annullare il punteggio relativo alle acque sotterranee.

## Vie di contaminazione: ACQUE SUPERFICIALI

### Categoria: SORGENTE

- Volume rifiuti contenenti sostanze tossiche e nocive: **V-vol = 3**  
(stesse considerazioni e stessi punteggi per le acque sotterranee)  
**Affidabilità = 0.3** (fonte = stima della superficie: sopralluogo in condizioni sfavorevoli)
- Tossicità e solubilità sostanze presenti: **V-rf-h20 = ( t\*s ) = 3**  
(stesse considerazioni e stessi punteggi per le acque sotterranee)  
**Affidabilità = 1** (fonte = analisi chimico-fisiche sul rifiuto)
- Modalità di scarico/contenimento: **V-s-hsup = 1**  
sversamento (= 1)  
**Affidabilità = 1** (sopralluogo del rilevatore)  
**V-sohsup = V-vol + V-rf-h20 + V-s-hsup = 3 + 3 + 1 = 7**  
**Affidabilità -sorg. = 0.76**

## 2. Categoria: VEICOLI

- Distanza da corso d'acqua: **V-dhsup = 5**  
 L'area di indagine riguarda proprio il corso d'acqua prospiciente i bacini, sorgente di contaminazione. La classe di appartenenza è < di 10 m  
**Affidabilità = 0.8** (fonte = sopralluogo del rilevatore)
  
- Andamento della superficie topografica: **V-pen = 0.5**  
 Esiste un dislivello fra il sito e l'alveo del Rio Paralupo di circa 30-40 m: si considera quindi la classe di pendenza, verso il corso d'acqua, > 5 %  
**Affidabilità = 0.8** (fonte = sopralluogo del rilevatore)
  
- Rischio di erosione e/o esondazione: **V-rhsup = 1.5**  
 Si considerano sia fenomeni di erosione in atto (= 0.5) che la possibilità di esondazioni (=1).  
**Affidabilità-eros. = 0.7** (fonte = sopralluogo del rilevatore)  
**Affidabilità-esond. = 0.7** (fonte = analisi su dati storici)
  
- V-vehsup = V-dhsup + V-pen + V-rhsup = 5 + 0.5 + 1.5 = 7**  
**Affidabilità-veic. = (0.8 + 0.8 + 0.7)/3 = 0.76**

### 3. Categoria: RICETTORI

- Uso delle acque:

**V-uhsup = 1.5**

Si considera un uso per lo più irriguo (= 1.5)

Affidabilità = 0.2 (fonte orale tecnica)

**V-rihsup = V-poz = 1.5**

Affidabilità-ricet. = 0.2

#### Punteggio ACQUE SUPERFICIALI

$$\begin{aligned} V\text{-hsup} &= (V\text{-sohsup} * V\text{-vehsup} * V\text{-rihsup}) * 100/542 \text{ (a)} \\ &= ( 7 * 7 * 1.5 ) * 100/542 = \mathbf{13.56} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Affidabilità hsup} &= \text{media (Af.-sorg + Af.-veic. + Af.-ric.)} = \\ &= ( 0.76 + 0.76 + 0.2 ) / 3 = \mathbf{0.57} \end{aligned}$$

(a) Il rapporto 100/542 viene utilizzato per normalizzare a 100 il punteggio delle acque superficiali, dove 542 è il prodotto dei valori massimi che possono assumere V-sohsup, V-vehsup, V-rihsup.



### Vie di contaminazione: **CONTATTO DIRETTO**

#### 1. **Categoria: SORGENTE**

- - Tossicità: **V-rf-dir = 2**  
Si considera la sostanza più tossica che caratterizza le tipologie di rifiuto presenti.
- - Modalità di scarico/contenimento: **V-s-dir = 0**  
sversamento (= 0)

$$\mathbf{V-sodi} = V\text{-rf-dir} + V\text{-s-dir} = 2 + 0 = \mathbf{2}$$

#### 2. **Categoria: VEICOLI**

- - Superficie di rifiuti affioranti: **V-ra-sup = 2**  
La classe di appartenenza è 1000-10000 mq.
- - Recinzione: **V-rec = 2**  
L'area di indagine (zona golenale) non presenta recinzione.
- - Sorveglianza:  
Assente\*

$$\mathbf{V-vedi} = V\text{-ra-sup} + V\text{-rec} + V\text{-sor} = 3 + 2 + 0 = \mathbf{5}$$

\* La presenza di una sorveglianza sul sito, diminuisce di 1 voto il punteggio della categoria veicoli.

### 3. Categoria: RICETTORI

- Uso del suolo:

$$V\text{-usuo} = 3 + 2 + 2 / 100 = \mathbf{0.07}$$

L'uso del suolo nelle vicinanze del sito, per un'ampiezza di 500 m. a partire dal perimetro del corpo rifiuti, rientra nelle classi:

coltivato (\*3)

bosco (\*2)

incolto (\*2)

- Viabilità d'accesso:

$$V\text{-via} = 1$$

Si accede al sito attraverso la strada Comunale

$$V\text{-ridi} = V\text{-usuo} + V\text{-via} = 0.07 + 1 = \mathbf{1.07}$$

#### Punteggio CONTATTO DIRETTO:

$$V\text{-dir} = (V\text{-sodi} * V\text{-vedi} * V\text{-ridi}) * 100/216 \text{ (a)} = 2 * 5 * 1.07 * 100/216 =$$

4.95

$$\text{Punteggio SITO: } 1 * \sqrt{\frac{(V\text{-hsub}^2 + V\text{-hsup}^2)}{1.4142}} = 1 * \sqrt{\frac{13,56^2}{1,4142}} =$$

9.6

$$\text{Affidabilità-sito} = (\text{affidab. hsub} + \text{affidab. hsup})/2 = (0.59+0.57)/2 = \mathbf{0.58}$$

(a) Il rapporto 100/216 è stato utilizzato per normalizzare a 100 il punteggio del contatto diretto, ove 216 è il prodotto dei valori massimi che possono assumere V-sodi, V-vedi, V-ridi.

(b) Il fattore 1.4142 è usato semplicemente per ridurre **V-sito** ad una scala 100



## MODELLO EMILIANO

### 1. LISTA DEI FATTORI DI RISCHIO

**Percolati inquinanti, rilasci per spandimenti con percolati diretti verso corpi idrici superficiali (corsi d'acqua)**

### 2. STIMA DEL RISCHIO

#### 2A IDENTIFICAZIONE DEL FATTORE DI RISCHIO:

**Percolati inquinanti, rilasci per spandimenti con percolati diretti verso corpi idrici superficiali (corsi d'acqua)**

*Bersaglio* del danno sanitario = l'utenza delle prese idropotabili ed i consumatori del pescato dai corpi idrici.

#### 2B STIMA:

##### 2B.1 STIMA AREA DI IMPATTO (Zone critiche)

$$r = L * \text{erf}(v * k * t / a) \text{ (m)}$$

Operatore matematico che riduce le distanze massime di riferimento

$L$  = dist. max di riferimento = 2000 ( m ) per zona a rischio prossima

= 4000 ( m ) " vicina

= 6000 ( m ) " distante

= 8000 ( m ) " estrema

$v$  = volume ammasso considerato = 800 ( mc )

$k$  = coeff. di permeabilità =  $10^{-5}$  ( m/sec ) (per acquiferi semiconfinati)

$t$  = tempo presunto di permanenza delle sost. contaminanti = 16 anni = 5840 gg

$a$  = fattore di difesa del sito = 1 ( m<sup>4</sup> ) (ammassi con fondo a copertura perm.)

Zona Prossima :	$r1 = 2000 * \text{erf} ( 800 * 10^{-5} * 5840 / 1 )^{(1)} =$ $= 2000 * \text{erf} ( 46.72 ) = 2000 * 1 = \mathbf{2000 (m)}$
Zona Vicina :	$r2 = 4000 * 1 = \mathbf{4000 (m)}$
Zona Lontana :	$r3 = 6000 * 1 = \mathbf{6000 (m)}$
Zona Estrema :	$r4 = 8000 * 1 = \mathbf{8000 (m)}$

E' bene sottolineare che questa formula è applicabile nella sua interezza solo nei casi di ammassi puntiformi di contaminanti e per brevi tempi di permanenza. Sono richiesti, infatti, piccoli valori di  $v$  e  $t$ , affinché l'argomento dell'operatore  $\text{erf}$  sia compreso tra i valori  $0 - 2,5$  e l'  $\text{erf} (x)$  possa restituire un valore adimensionale compreso tra 0 e 1.

Si approssima l'  $\text{erf} (x) = 1$  in tutti gli altri casi.

Sul sito in esame, caratterizzato da un cospicuo volume di sostanze contaminanti e da un lungo tempo di permanenza delle stesse, non è quindi possibile applicare il fattore di riduzione operato dall' $\text{erf}$  e pertanto le zone critiche individuate coincidono con le distanze di riferimento che individuano il max rischio.

La particolare sensibilità di questo modello porta, in questo specifico caso, a non poter stimare con esattezza il Rischio per la mancata disponibilità di studi e indagini a così ampio raggio; si considera, quindi, l'analisi di rischio nella sola zona prossima (2000 m).

(1) Nell' espressione non si considera la conversione tra giorni e secondi.



## 2B.2 STIMA MAGNITUDO DEL DANNO

$$M_{\text{sanitario}} = T * (N' + N'')$$

$$T = \text{tossicità degli inquinanti} = 0.01$$

Le sostanze più pericolose dal punto di vista tossicologico, presenti nell'area oggetto di studio, risultano essere nocive.

$$N' = \text{numero di utenti delle prese idropotabili nelle zone a rischio} = 0$$

Nell'area indagata non esistono prese idropotabili

$$N'' = \text{numero di consumatori del pescato presenti nelle zone a rischio} = 10$$

E' un'area soggetta a diversi vincoli e come tale non dovrebbe permettere la pesca. Si suppone ugualmente un valore simbolico relativo agli eventuali consumatori del pescato

$$M_{\text{sanitario}.1} = 0.01 * 10 = 0.1$$

$$M_{\text{ecologico}} = T * (1) S_{\text{zona critica}} \quad (T=0.01)$$

$$M_{\text{ec}.1} = 0.01 * ( 2000^2 * p/12 * 1.000.000 + 24^{(2)} ) = 0.24$$

(1) La superficie della zona critica, espressa per comodità in km<sup>2</sup>, è data dal settore circolare di ampiezza convenzionale  $j = 30^\circ$

(2) Per questo specifico fattore di rischio, se i corpi idrici superficiali sono drenanti, le zone critiche devono essere ricavate considerando anche le zone d'acque inquinate aventi le seguenti sup.:

24 km<sup>2</sup> : acque nella zona prossima

21 km<sup>2</sup> : acque nella zona vicina

16 km<sup>2</sup> : acque nella zona distante

9 km<sup>2</sup> : acque nella zona estrema

## 2B.3 STIMA PROBABILITA' DEL DANNO

Zona prossima alla sorgente:  $P1 = 1$  (danno altamente prob.)

Zona vicina alla sorgente:  $P2 = 0.1$

Zona distante dalla sorgente:  $P3 = 10^{-3}$

Zona estrema dalla sorgente:  $P4 = 10^{-5}$  (danno improbabile)

## 2B.4 STIMA DEL RISCHIO

$R_{\text{sanitario}} = P * M_{\text{sanitario}}$

$R_s = R_{s.1} = P1 * M_{s.1} = 1 * 0.1 = 0.1$

$R_{\text{ecologico}} = P * M_{\text{ecologico}}$

$Rec = Rec.1 = P1 * Mec.1 = 1 * 0.24 = 0.24$

Si tralascia la stima del Rischio in tutte le altre zone critiche per carenza dati.



### VARIANTE ALLE CONDIZIONI DEL SITO

2B.1 / 2 STIMA AREA DI IMPATTO (Zone critiche)

#### VARIANTE B :

Si simula un minor tempo di permanenza delle sostanze contaminanti (t=3 gg)

$$r=L * \text{erf} (v*k*t/a)^{(1)} \quad (m)$$

L = dist. max di riferimento = 2000 (m) per zona a rischio prossima

= 4000 (m) " vicina

= 6000 (m) " distante

= 8000 (m) " estrema

v = volume ammasso considerato = 800 (mc)

k = coeff. di permeabilità =  $10^{-5}$  ( m/sec ) (per acquiferi semiconfinati)

t = tempo presunto di permanenza delle sost. contaminanti = 3 gg

a = fattore di difesa del sito = 1 (m<sup>4</sup>) (ammassi con fondo a copertura perm.)

Zona Pross:  $r1 = 2000 * \text{erf} (800 * 10^{-5} * 3 / 1) = 2000 * \text{erf} (0.024) = 2000 * 0.0225 = \mathbf{45m}$

Zona Vicina :  $r2 = 4000 * 0.0225 = \mathbf{90 (m)}$

Zona Lontana :  $r3 = 6000 * 0.0225 = \mathbf{135 (m)}$

Zona Estrema :  $r4 = 8000 * 0.0225 = \mathbf{180 (m)}$

(1) Nell' espressione non si considera la conversione tra giorni e secondi.

## 2B.2 /2 STIMA MAGNITUDO DEL DANNO

$$M_{\text{sanitario}} = T * (N' + N'')$$

Nell'ambito delle zone critiche così calcolate, si può ritenere nulla la magnitudo sanitaria: l'area individuata coincide quasi completamente con la scarpata del Rio Paralupo; di conseguenza non c'è rischio sanitario.

$$M_{\text{ecologico}} = T * S_{\text{zona critica}} \quad (T = 0.01)$$

I relativi *Mecologico* delle zone critiche sono:

$$\text{Mec.1} = 0.01 * [ (452 * p/12 * 1.000.000) + 24 ] = \mathbf{0.24}$$

$$\text{Mec.2} = 0.01 * [ (902 * p/12 * 1.000.000) + 21 ] = \mathbf{0.21}$$

$$\text{Mec.3} = 0.01 * [ (1352 * p/12 * 1.000.000) + 16 ] = \mathbf{0.16}$$

$$\text{Mec.4} = 0.01 * [ (1802 * p/12 * 1.000.000) + 9 ] = \mathbf{0.09}$$

## 2B.3 STIMA PROBABILITA' DEL DANNO

$$\text{Zona prossima alla sorgente: } P1 = 1$$

$$\text{Zona vicina alla sorgente: } P2 = \mathbf{0.1}$$

$$\text{Zona distante dalla sorgente: } P3 = \mathbf{10^{-3}}$$

$$\text{Zona estrema dalla sorgente: } P4 = \mathbf{10^{-5}}$$

## 2B.4 STIMA DEL RISCHIO

$$\text{Rec} = \text{à Recologico} = \text{à} (P * \text{Mecologico}) = \mathbf{0.261}$$

$$\text{Rec.1} = 1 * 0.24 = \mathbf{0.24}$$

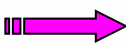


$$\text{Rec.2} = 0.1 * 0.21 = \mathbf{0.021}$$

$$\text{Rec.3} = \mathbf{0.16 * 10^{-3}}$$




$$\text{Rec.4.} = \mathbf{0.09 * 10^{-5}}$$

## II Area studio

Punteggio sito

- M. P.  81
- M. S.  24
- M. L.  9,6

Punteggio contatto diretto

- M. P.  n.d
- M. S.  18,3
- M. L.  5





# Diapositive di collegamento

**Modello di valutazione del rischio  
(Modello Lombardo)**

**Punt. Finale**

**Rischio del sito**

VIE DI CONTAMINAZIONE	ACQUE SOTTERRANEE <b>(<math>P_{acq,sub} = S \times V \times B</math>)</b>	ACQUE SUPERFICIALI	CONTATTO DIRETTO
Sorgente	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Volume rifiuti contenenti sostanze T/N</li> <li>•Tossicità e solubilità sostanze presenti</li> <li>•Modalità di scarico contenimento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Volume rifiuti contenenti sostanze tossiche o nocive</li> <li>•Tossicità e solubilità sostanze presenti</li> <li>•Modalità di scarico contenimento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Superficie rifiuti affioranti</li> <li>•Tossicità</li> <li>•Modalità di scarico contenimento</li> </ul>
Veicoli	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Litologia predominante</li> <li>•Percentuale limo + argilla</li> <li>•Soggiacenza falda</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Distanza corso d'acqua</li> <li>•Andamento topografia</li> <li>•Rischio di erosione e/o esondazione</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Recinzione</li> <li>•sorveglianza</li> </ul>
Ricettori	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Fonti di approvvigionamento idrico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Uso delle acque</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Uso del suolo</li> <li>•Viabilità d'accesso</li> </ul>

**categorie**

## Concentrazione sul tal quale

La procedura usuale di campionamento ed analisi per i suoli, ai sensi dell'ex DM 471/99 e dell'attuale normativa vigente (D.Lgs.152/2006), non è riferita al volume, ma al peso determinato su S.S.

Per risalire al dato volumetrico la concentrazione misurata andrebbe riportata dapprima all'umido (l'umidità percentuale è quasi sempre indicata nell'analisi), poi diluita ulteriormente considerando il materiale non filtrato (sovvallo), questo solo per analisi condotte ai sensi del D.M. 471/99, infine divisa per la densità vera del suolo. E' anche possibile, in mancanza del dato di umidità, adottare una stima applicando un grado di umidità desunto da suoli analoghi.

Generalmente, l'errore che si compie calcolando la concentrazione su S.S. è dell'ordine al massimo del 20%, ma riferire il dato al T.Q., compreso di sovvallo, è consigliabile, tranne per i materiali particolarmente solidi.



Schede punteggi

**1**
**FATTORE RILEVANTE: SORGENTE**
**PARAMETRO: CONCENTRAZIONE RAPPRESENTATIVA DELL'INQUINANTE**

CONCENTRAZIONE RAPPRESENTATIVA DELL'INQUINANTE (mg/kg per il suolo; mg/l per le acque)	PUNTEGGIO
valore massimo MAX (per un numero di dati < 20)	MAX
93° percentile (per un numero di dati >= 20)	93° PERC*

\* Per un numero di dati >20 e <= 40 prendere il penultimo valore della loro serie ordinata in ordine crescente. Per un numero di dati > 40 e <= 60 prendere il terzultimo valore e così via.

**FATTORE RILEVANTE: SORGENTE**
**PARAMETRO: ESTENSIONE ZONA CONTAMINATA**

Schede punteggi

**2**

TIPO	INFORMAZIONE DISPONIBILE	UNITA' DI MISURA	PUNTEGGIO
suolo contaminato	volume	m <sup>3</sup>	V/10 <sup>3</sup>
	area	m <sup>2</sup>	A*5/10 <sup>3</sup>
terrapieno	volume	m <sup>3</sup>	V/10 <sup>3</sup>
cumulo	volume	m <sup>3</sup>	V/10 <sup>3</sup>
bidoni, serbatoi, contenitori	volume	m <sup>3</sup>	V
falda	volume	m <sup>3</sup>	V/10 <sup>3</sup>
	area	m <sup>2</sup>	A*5/10 <sup>3</sup>
corpi idrici superficiali con acqua ferma	volume	m <sup>3</sup>	V/10 <sup>3</sup>
	area	m <sup>2</sup>	A/(2*10 <sup>3</sup> )
corpi idrici superficiali con acqua corrente	portata	m <sup>3</sup> /s	I/Q
scarichi	portata complessiva degli scarichi	m <sup>3</sup> /s	Q

E' consigliabile inserire i dato del **volume**; solo in mancanza di tale dato si può utilizzare il dato dell'area, nel cui punteggio relativo si approssima sempre al volume del MC



**FATTORE RILEVANTE: SORGENTE**
**PARAMETRO: TOSSICITA' (coeff. di pericolosità intrinseca)**

CLASSI DI SOSTANZE (DM 471/99)	TOSSICITA' EPA	PUNTEGGIO CANCEROGENI	PUNTEGGIO NON CANCEROGENI
Antimonio	D	n.a.	2.6E+01
Arsenico	A	2.6E+06	n.a.
Berillio	B1	1.5E+06	n.a.
Cadmio	B1	1.1E+06	n.a.
Cobalto	D	n.a.	3.7E-01
Cromo III	D	n.a.	8.6E-02
Cromo VI	A	7.4E+06	n.a.
Cianuro	D	n.a.	1.9E-01
Mercurio	D	n.a.	2.0E+01
Nichel	A	3.0E+05	n.a.
Piombo	B2	7.6E+03	n.a.
Tallio	D	n.a.	2.7E+01
Rame	D	n.a.	6.2E-02
Selenio	D	n.a.	6.9E-01
Stagno	D	n.a.	6.7E+00
Vanadio	D	n.a.	7.0E+00
Argento	D	n.a.	8.6E+00
Fluoruri	D	n.a.	2.6E-02
Zinco	D	n.a.	2.4E-02
Benzene	A	5.3E+03	n.a.
Embercene	D	n.a.	1.6E-02
Stirene	D	n.a.	9.8E-03
Toluene	D	n.a.	1.4E-02
Xtene	D	n.a.	8.5E-04
Benzo(a) antracene	B2	1.4E+05	n.a.
Benzo(a) pirene	B2	1.4E+05	n.a.
Benzo(b) fluorantene	B2	1.4E+05	n.a.
Benzo(k) fluorantene	B2	1.4E+04	n.a.
Benzo(g,h,i) perilene	D	n.a.	6.9E-02
Crisene	B2	2.3E+05	n.a.
Dibenzo(a,h) antracene	B2	1.4E+05	n.a.
Indenopirene	B2	7.4E+05	n.a.
Pirene	D	n.a.	5.8E-02
Clorometano	C	2.8E+03	n.a.
Diclorometano	B2	1.3E+03	n.a.
Triclorometano	B2	1.4E+04	n.a.
Vinilcloruro	A	3.3E+05	n.a.
1,2 Dicloroetano	B2	1.6E+04	n.a.
1,1 Dicloroetilene	C	6.1E+04	n.a.
1,2 Dicloropropano	D	n.a.	1.4E+00
1,1,2 Tricloroetano	C	1.2E+04	n.a.
Tricloroetilene	B2	1.3E+04	n.a.
1,2,3 Tricloropropano	D	n.a.	4.2E+00
1,1,2,2 Tetracloroetano	C	6.1E+04	n.a.
Tetracloroetilene	B2	9.1E+03	n.a.
1,1 Dicloroetano	D	n.a.	1.0E+00
1,2 Dicloroetilene	D	n.a.	1.6E-01
1,1,1 Tricloroetano	D	n.a.	7.9E-02
Tribromometano	B2	2.3E+03	n.a.
1,2 dibromoetano	B2	1.5E+07	n.a.
Dibromoclorometano	C	2.5E+04	n.a.
Bromodichlorometano	B2	1.1E+04	n.a.

segue nella scheda 3/b

Per ottenere il punteggio di tossicità/cancerogenità (normalizzato) sono stati usati gli Slope Factor e le RfD in conformità con le info. tossicologiche presenti nei maggiori data base (IRIS, RISK,..), considerando i valori più conservativi tra le vie di esposizione previste



**FATTORE RILEVANTE: SORGENTE**
**PARAMETRO: TOSSICITA' (coeff. di pericolosità intrinseca)**

segue dalla scheda 3/a

CLASSI DI SOSTANZE (DM 471/99)	TOSSICITA' EPA	PUNTEGGIO CANCEROGENI	PUNTEGGIO NON CANCEROGENI
Nitrobenzene	D	n.a.	3.4E+00
1,2 Dinitrobenzene	D	n.a.	1.9E+01
1,3 Dinitrobenzene	D	n.a.	1.9E+01
Cloronitrobenzeni	D	n.a.	1.0E+01
Clorobenzene	D	n.a.	2.8E-01
1,2 Diclorobenzene	D	n.a.	1.8E-01
1,4 Diclorobenzene	C	4.7E+03	n.a.
1,2,4 Triclorobenzene	D	n.a.	1.0E-01
1,2,4,5 Tetraclorobenzene	D	n.a.	1.6E+01
Pentaclorobenzene	D	n.a.	2.0E+00
Esaclorobenzene	B2	5.6E+05	n.a.
Fenolo	D	n.a.	3.2E-03
Metilfenolo	C	2.5E+04	n.a.
2 Clorofenolo	D	n.a.	3.90E-01
2,4 Diclorofenolo	D	n.a.	5.2E-04
2,4,6 Triclorofenolo	B2	1.9E+03	n.a.
Pentaclorofenolo	B2	2.8E+04	n.a.
Anilina	B2	1.0E+03	n.a.
o- Anisidina	B2	1.0E+03	n.a.
m,p- Anisidina	B2	1.0E+03	n.a.
Difenilamina	D	n.a.	6.9E-02
p-Toluidina	B2	1.0E+03	n.a.
Alaclor	D	n.a.	1.4E-01
Aldrin	B2	6.0E+06	n.a.
Atrazina	D	n.a.	4.1E-02
a- Esacloroesano	B2	2.3E+06	n.a.
b- Esacloroesano	B2	2.3E+06	n.a.
c- Esacloroesano	B2	2.3E+06	n.a.
Clordano	B2	6.1E+04	n.a.
DOT, DDD, DOE	B2	8.6E+04	n.a.
Dieldrin	B2	5.6E+06	n.a.
Endrin	D	n.a.	4.8E+00
PCB's	B2	3.9E+06	n.a.
2,3,7,8 TCDD	B2	2.6E+10	n.a.
Idrocarburi leggeri C<12	D	n.a.	5.0E-03
Idrocarburi pesanti C>12	D	n.a.	5.0E-03



L'amianto non è stato incluso in questa classificazione, in quanto il DM 471/99 non è la normativa preminente in presenza di questo contaminante. La priorità dal punto di vista sanitario, rispetto a quella ambientale, fa sì che, in presenza di amianto, sia opportuno procedere alla bonifica da tale inquinante prima di qualunque altro intervento che ricada nell'ambito del DM 471/99.





**FATTORE RILEVANTE: SORGENTE**

Schede punteggi

**PARAMETRO: COEFFICIENTI DI RIPARTIZIONE DELL'INQUINANTE**
**4**

Fase1( Sorg)/fase2(Via Trasp considerata)

CLASSI DI SOSTANZE (DM 471/99)	FATTORI DI RIPARTIZIONE SUOLO/ACQUA	FATTORI DI RIPARTIZIONE SUOLO/ARIA INDOOR	FATTORI DI RIPARTIZIONE SUOLO/ARIA OUTDOOR	FATTORI DI RIPARTIZIONE ACQUA/ ARIA OUTDOOR	FATTORI DI RIPARTIZIONE ACQUA/ ARIA INDOOR
componenti inorganici	2.5E-3 cianuro: 1.2E-11, rame: 3.3E-04 tallio, argento: 2.7 E-2	0 Mercurio: 5.1E-04	6.9E-12 Mercurio: 3.1E-05	0 mercurio: 5.9 E-05	6.9E-12 Mercurio: 3.1E-05
aromatici	3.5E-02 Benzene: 1.4E-01	2.2E-02 Stirene: 1.1E-03	8.1E-05	7.9E-05	8.1E-05
aromatici policiclici	8.9E-06 Indenopirene: 2.9E-07	3.3E-10 Indenopirene: 4.6E-13	1.7E-08 Benzo(a)antracene: 5.2E-09, Indenopirene: 6.3E-10	3.2E-08 Indenopirene,benzo(a)antracene: 2.3E-09	1.7E-08 Benzo(a)antracene: 5.2E-09, Indenopirene: 6.3E-10
alifatici clorurati cancerogeni	1.3E0 vinilcloruro: 7.9E-02 clorometano: 9.4E-07 1,1,2,2 tetracloroetano: 1.3 E+00	3.2E-02 clorometano: 8.2E-07	9.0E-05 Clorometano: 1.2E-06	vinilcloruro: 1.0E-03 clorometano: 5.3E-04 1,1,2,2 tetracloroetano: 3.9E-05	9.0E-05 Clorometano: 1.2E-06
alifatici clorurati non cancerogeni	6.2E-02	3.2E-02	9.0E-05	2.9E-04	9.0E-05
clorobenzeni	4.2E-03 Clorobenzene: 4.3E-02	2.4E-03	4.6E-05	5.1E-03 Clorobenzene: 5.2E-02	4.6E-05
fenoli non clorurati	2.9E-01	1.1E-05	3.8E-06	3.5E-01	3.8E-06
fenoli clorurati	1.1E-02	1.0E-06	1.3E-06	1.3E-02	1.3E-06
fitofarmaci	DDT: 3.7E-06 Dieldrin: 2.7E-04 Aldrin: 2.4 E-02	DDT: 3.5E-10 Dieldrin: 8.2E-08 Aldrin: 1.2E-04	DDT: 2.4E-08 Dieldrin: 3.9E-07 Aldrin: 1.5E-05	DDT: 4.5E-06 Dieldrin: 3.3E-04 Aldrin: 2.9 E-02	DDT: 2.4E-08 Dieldrin: 3.9E-07 Aldrin: 1.5E-05
diossine e furani	PCB: 6.1E-05 2,3,7,8 TCDD: 1.7E-03	PCB: 1.0E-06 2,3,7,8 TCDD: 2.1E-03	PCB: 1.6E-06 2,3,7,8 TCDD: 9.0E-05	PCB: 7.4E-05 2,3,7,8 TCDD: 5.2E-01	PCB: 1.6E-06 2,3,7,8 TCDD: 9.0E-05
idrocarburi leggeri C<12	6.8E-03	3.2E-02	9.0E-05	8.3E-03	9.0E-05
idrocarburi pesanti C>12	1.9E-06	1.9E-03	5.9E-05	2.4E-06	5.9E-05

valori di default in grassetto





**FATTORE RILEVANTE: SORGENTE**
**PARAMETRO: MODALITA' DI CONTENIMENTO DELL'INQUINANTE**

(della massa inquinante)

Schede punteggi

**5/a**

	MODALITA' DI CONTENIMENTO	Punteggio ACQUE SOTTERRANEE (iniezione)	Punteggio ACQUE SUPERFICIALI (estrazione)	Punteggio ARIA (inalazione)	Punteggio SUOLO (contatto diretto ed ingestione)
SUOLO	sversamento in terra	1,5	1,5	1,5	1,5
	inquinanti sotto terra	1	1	1	1
	copertura con cemento	1	0	0	0
TERRAPIENO (*)	strato impermeabile, adeguato sistema di controllo e raccolta del percolato, presenza di materiale coprente	0,2	0,2	0,2	0,2
	strato impermeabile senza adeguato sistema di controllo e raccolta del percolato, assenza di materiale coprente	0,5	0,4	0,8	0,8
	strato impermeabile senza adeguato sistema di controllo e raccolta del percolato, presenza di materiale coprente	0,5	0,3	0,2	0,2
	strato impermeabile, adeguato sistema di controllo e raccolta del percolato, assenza di materiale coprente	0,2	0,5	0,8	0,8
	strato permeabile, adeguato sistema di controllo e raccolta del percolato, presenza di materiale coprente	0,8	0,4	0,2	0,2
	strato permeabile senza adeguato sistema di controllo e raccolta del percolato, assenza di materiale coprente	0,9	0,9	0,9	0,9
	strato permeabile senza adeguato sistema di controllo e raccolta del percolato, presenza di materiale coprente	0,9	0,7	0,2	0,2
	strato permeabile, adeguato sistema di controllo e raccolta del percolato, assenza di materiale coprente	0,8	0,8	0,8	0,8

Punteggio di default, se nn noto

segue nella tabella 5/b

\* Terrapieno: massa di terreno inumidito, pressato e spianato alla sommità, eventualmente adossato ad altre opere di arginatura.



### FATTORE RILEVANTE: SORGENTE

#### PARAMETRO: CONDIZIONI DI ACCESSIBILITA' DEL SITO

Schede punteggi

**6**

CONDIZIONI DI ACCESSIBILITA'	PUNTEGGIO LAVORATORI	PUNTEGGIO ALTRI RECETTORI
di difficile accesso per presenza di barriere controllate (*)	1	0
di difficile accesso per presenza di barriere o conformazione fisica, ma nessun controllo (**)	1	0.5
facile accesso, assenza di particolari barriere e nessun tipo di controllo	1	1

NOTA BENE: il punteggio può essere diverso da 1 solo nel caso in cui la sorgente di contaminazione sia rappresentata da suolo o da acque superficiali. In tutti gli altri casi il punteggio da riportare è sempre 1.

(\*) Si intende è di difficile accesso per ragioni fisiche (recinzioni, etc.) e ci sono guardiani, o telecamere, ...

(\*\*) Si intende che il sito è di difficile accesso per ragioni fisiche (recinzioni, etc.) ma non c'è sorveglianza





**FATTORE RILEVANTE: VIA DI TRASPORTO**

**PARAMETRO: SOGGIACENZA DELLA FALDA**

Schede punteggi

**7**

SOGGIACENZA DELLA FALDA	PUNTEGGIO
> 100 m	0.4
51- 100 m	0.5
21- 50 m	0.6
11- 20 m	0.7
6- 10 m	0.8
2-5 m	0.9
< 2 m	1

Punteggio di default



FATTORE RILEVANTE: VIA DI TRASPORTO

Schede punteggi

**16**

PARAMETRO: FRAZIONE DI CARBONIO ORGANICO

valore più conservativo

FRAZIONE DI CARBONIO ORGANICO	PUNTEGGIO *
0-1%	1
> 1-2%	06
> 2-3%	05
> 3%	03

\* Nota Bene: Applicabile con valori < 1 si usano solo nel caso in cui i contaminanti siano composti organici complessi o fitofarmaci. In tutti gli altri casi il punteggio da usare è 1.



**FATTORE RILEVANTE: VIA DI TRASPORTO**
**Subede punteggi**
**17**
**PARAMETRO: INDICE SINOTTICO**

STAZIONE METEOROLOGICA	PUNTEGGIO INDICE SINOTTICO Q
Piacenza	07
Parma	07
Monte Cimone	05
Ferrara	05
Bologna Borgo Panigale	02
Marina di Favenna	05
Forlì	07
Cerva	06
Rimini	06

**Criticità di ARGIA.** Tale parametro è stato valutato solo considerando le condizioni ambientali tipiche dell'Emilia-Romagna. Non è stato possibile estendere la valutazione all'intero territorio nazionale, e quindi, acquisire i dati meteo nazionali necessari ai calcoli, per mancanza di tempo.

Nella tabella viene comunque riportato il valore di default, da utilizzare in mancanza del dato reale

L'indice meteo-climatico sinottico fornisce un'indicazione della frequenza con cui si presentano, nella zona in esame, condizioni atmosferiche sfavorevoli alla dispersione in aria di inquinanti (vedi Glossario).

$$Q = f(E) + f(F-G) + f(b) + f(vf) - [f(E) + f(F-G) + f(b) + f(vf)] f(x) [f(E) + f(F-G) + f(vf)] f(F-G) - [f(b) + f(vf)] f(b)$$

f(x) = frequenza di accadimento annuale di x

E, F-G = classi di stabilità atmosferica

b = nebbia

vf = calma di vento (velocità del vento < 1 m/s)

f(x)[vf] = frequenza di accadimento annuale delle calme di vento in condizioni di nebbia o di classe E, o F-G

Q = fattore di dispersione, indicativo della capacità generale di dispersione dell'atmosfera per le emissioni a bassa quota. Tale parametro diminuisce all'aumentare della dispersione.



**FATTORE RILEVANTE: RECIPIENTE UMANO**
**Schede punteggi**
**PARAMETRO: NUMERO, DISTANZA, TIPO DI ESPOSIZIONE**
**20**

RECIPIENTI	TIPO E DISTANZA	PUNTEGGIO vie di esposizione				
		Acque sotterranee/ <i>Ingestione</i>	Acque superficiali/ <i>Contatto dermico</i>	Aria/ <i>Inalazione</i>		Suolo/ <i>Contatto dermico e Ingestione</i>
residenziali di numero N	on site (0-100 m)	N	5*N	indoor 87 *N	outdoor 13* N	$10^{-3} * N$
	off site 1 (101-1000) m	0.1*N	0.5*N		outdoor 1.3* N	
	off site 2 (1001-3000) m	0.01*N	0.05*N		outdoor 0.13 *	
	off site 3 (3001-5000) m	0.001*N	0.005*N		outdoor 0.013 *	
lavoratori (*) di numero N	on site (0-100 m)	N	5*N	indoor 30 *N	outdoor 30 * N	$10^{-3} * N$
	off site 1 (101-1000) m	0.1*N	0.5*N		outdoor 3 * N	
	off site 2 (1001-3000) m	0.01*N	0.05*N		outdoor 0.3 * N	
	off site 3 (3001-5000) m	0.001*N	0.005*N		outdoor 0.03 *	

(\*) Solo nel caso non siano già stati conteggiati come residenti

**Caso studio:**

Si sono assunti 400 residenti che abitano esclusivamente nella fascia da 1001 a 3000 metri dal centro del sito

**Residenti off site2 N= 400**  
 e 30 lavoratori dello stabilimento in esame,  
**Lavoratori on site N= 30**





FATTORE RILEVANTE: RECETTORE NATURALE - ARTISTICO

Schede punteggi

**21**

PARAMETRO: DENSITA' DI ZONE SENSIBILI

PRESENZA ZONE SENSIBILI	PUNTEGGIO densità zone sensibili
on site (0-100 m)	$\Sigma_i A_i$ (zone sensibili fra 0-100 m) / $(3.1 \cdot 10^4)$
off site 1 (101-1000 m)	$\Sigma_i A_i$ (zone sensibili fra 101-1000 m) / $(3.1 \cdot 10^5)$
off site 2 (1001-3000 m)	$\Sigma_i A_i$ (zone sensibili fra 1001-3000 m) / $(2.5 \cdot 10^6)$
off site 3 (3001-5000 m)	$\Sigma_i A_i$ (zone sensibili fra 3001-5000 m) / $(5.0 \cdot 10^{10})$

$D_{21} = \Sigma_i A_i$  (zone sensibili nella fascia di interesse) / area sottesa dalla fascia di interesse

**LEGENDA:**

$D_{21}$  = punteggio attribuito alla densità delle zone sensibili.

$\Sigma_i A_i$  = somma delle aree delle zone sensibili

$3.1 \cdot 10^4$  = area (in  $m^2$ ) della fascia di interesse compresa fra 0-100 m

$3.1 \cdot 10^5$  = area in  $m^2$  della corona circolare della fascia di interesse compresa fra 101- 1000 m

$2.5 \cdot 10^6$  = area in  $m^2$  della corona circolare della fascia di interesse compresa fra 1001- 3000 m

$5.0 \cdot 10^7$  = area in  $m^2$  della corona circolare della fascia di interesse compresa fra 3001- 5000 m

(gli esponenti sono ulteriormente corretti per tenere conto della dispersione dell'inquinante, che aumenta con la distanza).

$D_{21} = \Sigma_i A_i$  (zone sensibili nella fascia di interesse) / area sottesa dalla fascia di interesse