



Dipartimento Ambiente e
Connessa Prevenzione
Primaria

INAIL

ISTITUTO NAZIONALE PER L'ASSICURAZIONE
CONTRO GLI INFORTUNI SUL LAVORO

Dipartimento Innovazioni Tecnologiche e
Sicurezza degli Impianti, Prodotti e
Insediamenti Antropici

“Banca dati ISS-INAIL”

DOCUMENTO DI SUPPORTO

Marzo 2015

Elaborato da:

Dott.ssa Loredana Musmeci (ISS)

Dott.ssa Eleonora Beccaloni (ISS)

Dott.ssa Federica Scaini (ISS)

Ing. Simona Berardi (INAIL)

Ing. Elisabetta Bemporad (INAIL)

INDICE

INTRODUZIONE.....	1
1. ASPETTI DI CARATTERE GENERALE.....	1
1.1 Proprietà chimico-fisiche	1
1.2 Proprietà tossicologiche	3
1.3 Classificazione di cancerogenicità	6
2. ASPETTI SPECIFICI	9
2.1 Specie chimiche inorganiche	11
2.2 Specie chimiche organiche	14
BIBLIOGRAFIA	21

INTRODUZIONE

Nel presente documento sono riportati i criteri per la predisposizione della banca dati relativa alle proprietà chimico-fisiche e tossicologiche delle specie chimiche inquinanti elencate in Tabella 1 dell'Allegato 5 al Titolo V Parte Quarta del D.Lgs. 152/06 e s.m.i., utile per l'applicazione della procedura di analisi di rischio sanitario-ambientale (AdR), di cui al citato decreto. A tale elenco sono state aggiunte le sostanze ETBE, MTBE, Piombo tetraetile, Acenaftene, Acenaftilene, Antracene, Benzo(e)pirene, Fenantrene, Fluorantene, Fluorene, Naftalene e Perilene essendo contaminanti facilmente rinvenibili. Inoltre, in accordo con la modifica apportata con Legge 116/2014, di conversione del D.L. 91/2014, allo Stagno sono stati sostituiti i Composti organostannici.

La banca dati è stata elaborata dall'Istituto Superiore di Sanità (ISS) e dall'Istituto Nazionale per la Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro (INAIL) e rappresenta un aggiornamento sostanziale della banca dati ISS-ISPEL, sviluppata per la prima volta, in regime di D.M. 471/99 e s.m.i., secondo cui la procedura di AdR veniva applicata solo qualora il progetto preliminare avesse dimostrato che i valori di concentrazione limite accettabili, non potessero essere raggiunti nonostante l'applicazione delle migliori tecnologie disponibili a costi sopportabili. Inoltre tale stesura è stata elaborata anche per adeguare la classificazione delle sostanze al nuovo Regolamento 1272/2008 (CLP).

Nel seguito sono descritti i criteri seguiti per la predisposizione della banca dati, e sono fornite le indicazioni utili per un corretto utilizzo della stessa.

1. ASPETTI DI CARATTERE GENERALE

Per l'individuazione delle proprietà chimico-fisiche e tossicologiche sono stati presi, quali riferimenti principali, i valori proposti da due banche dati internazionali, ed in particolare:

- I valori utilizzati dalla Region 9 dell'EPA, armonizzati con quelli della Region 3 e della Region 6, per la individuazione delle concentrazioni soglia di contaminazione ("Regional Screening Levels - RSLs"), definite nell'ambito del programma Superfund ed aggiornati a gennaio 2015 [EPA - Region 9, 2015].
- I valori utilizzati dal Texas per la individuazione delle concentrazioni soglia di contaminazione ("Protective Concentration Levels – PCLs"), definite nell'ambito del proprio programma di riduzione del rischio ("Texas Risk Reduction Program – TRRP"), aggiornati a novembre 2014 [Texas, 2014].

Nella banca dati ISS-INAIL sono stati inseriti i valori proposti dalla Region 9, e quindi della Region 3 e 6, dell'EPA. In assenza di tali dati, sono stati utilizzati i valori proposti dal Texas. Nel caso di assenza del dato nelle suddette banche dati, si è fatto riferimento ad altre banche dati accreditate a livello internazionale, i cui riferimenti sono riportati in bibliografia.

1.1 Proprietà chimico-fisiche

Le proprietà chimico fisiche contenute nella banca dati sono:

- Peso Molecolare (PM) [g/mole];
- Solubilità (S) [mg/litro];
- Pressione di vapore (P_v) [mm Hg];
- Costante di Henry (H) [adim.];

- Coefficiente di partizione suolo/acqua (Kd) [ml/g], per le specie chimiche inorganiche;
- Coefficienti di ripartizione del carbonio organico (Koc) [ml/g], per le specie chimiche organiche;
- Coefficiente di partizione ottanolo-acqua (log Kow) [adim.];
- Coefficiente di diffusione in aria e Acqua (D_a e D_w) [cm²/sec];
- Coefficiente di assorbimento dermico (ABS) [adim.].

Il valore del Coefficiente di assorbimento dermico (ABS) è stato assunto per a 0,01 per gli inorganici e 0,1 per gli organici, ad eccezione dei casi in cui sono indicati valori diversi nelle banche dati prese quali principale riferimento [EPA - Region 9, 2012] [Texas, 2012].

Nella banca dati sono inoltre riportate indicazioni su:

- Volatilità della specie chimica: Tale indicazione è stata individuata sulla base di:
 - o Art. 268, Titolo I, Parte V del D.Lgs. 152/06 e s.m.i., secondo cui viene definito “Composto Organico Volatile (COV): qualsiasi composto organico che abbia a 293,15 K una pressione di vapore di 0,01 kPa (= 0,075 mm Hg) o superiore, oppure che abbia una volatilità corrispondente in condizioni particolari di uso”.
 - o Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS), che classifica i composti organici [OMS, 1989], considerando i punti di ebollizione, in quattro gruppi, come riportato in Tabella 1. La classificazione OMS è stata estesa anche ai composti inorganici, come evidenziato nella terza colonna della tabella 1.
- Punto di ebollizione a pressione atmosferica.

Tabella 1 – Classificazione dei composti organici secondo l’OMS

Descrizione	Abbreviazione	Abbreviazione utilizzata per i composti inorganici	Intervallo di ebollizione	Intervallo utilizzato per classificare
			(°C)	(°C)
Composti organici molto volatili (gassosi)	VVOC	VVC	da <0 a 50-100	<75
Composti organici volatili	VOC	VC	da 50-100 a 240-260	≤75 - <250
Composti organici semivolatili	SVOC	SVC	da 240-260 a 380-400	≤250 - ≤380
Composti organici associati al particolato	POM	PM	>380	>380

- Stato fisico della specie chimica: In particolare sono stati utilizzati i seguenti simboli:
 - o “s”, se il composto si trova allo stato solido alla temperatura di 20 °C;
 - o “l”, se il composto si trova allo stato liquido alla temperatura di 20 °C;
 - o “g”, se il composto si trova allo stato gassoso alla temperatura di 20 °C.

Per le specie chimiche organiche e inorganiche associate al particolato (POM, PM), quindi non volatili, nella applicazione della procedura di AdR è possibile escludere, tra le possibili vie di migrazione, la volatilizzazione da suolo superficiale, da suolo profondo e da falda. É

evidente che si debba invece valutare il rischio associato alla inalazione di polvere in caso di contaminazione presente nel suolo superficiale.

Nella maggior parte dei casi i valori della Pressione di vapore (PV) sono stati ricavati in funzione della Costante di Henry (H) e della Solubilità (S) secondo la relazione definita dalla "Legge di Henry" (1903) secondo cui, a temperatura costante, la quantità di un gas poco solubile disciolta in un dato volume di liquido è proporzionale alla pressione del gas nella fase gassosa sovrastante la soluzione:

$$H = \frac{PV \times M}{S}$$

Dove:

H: Costante di Henry [atm × m³ / mol]

PV: Pressione di vapore [atm]

M: Peso molecolare [g/mol]

S: Solubilità [g/m³]

1.2 Proprietà tossicologiche

Nella presente banca dati, per quanto attiene alle proprietà tossicologiche, ad ogni sostanza è stata associata la classificazione del Regolamento (CE) n. 1272/2008 e s.m.i., relativo alla classificazione, all'etichettatura e all'imballaggio delle sostanze e delle miscele (cosiddetto CLP), che pone le basi e detta le regole per uniformare la classificazione europea a quella armonizzata e riconosciuta nell'ambito delle Nazioni Unite (Globally Harmonised System of Classification and Labelling of Chemicals o GHS).

In tale Regolamento ogni sostanza è classificata secondo codici di classe e di categoria di pericolo ed indicazioni di pericolo identificate con la lettera H seguita da tre cifre, di cui la prima indica la natura del pericolo (2 pericoli fisici, 3 pericoli per la salute, 4 pericoli per l'ambiente e pericoli supplementari). Per talune indicazioni di pericolo, al codice a tre cifre sono aggiunte lettere (esempio H350i: Può provocare il cancro se inalato o H360D: Può nuocere al feto) oppure, per la tossicità specifica per organi bersaglio (esposizione singola o esposizione ripetuta, (STOT SE o STOT RE) l'indicazione dell'organo bersaglio (es H372 (organi. uditivi)). Per alcune sostanze e miscele già classificate per pericoli fisici, pericoli per la salute o pericoli per l'ambiente possono inoltre essere attribuite informazioni supplementari sui pericoli relativi a proprietà fisiche o a proprietà pericolose per la salute (indicazioni caratterizzate dal codice EUH seguito da un numero a 3 cifre). Nelle tabelle 1a e 1b sono riportati i codici e le categorie di pericolo che compaiono nella banca dati e per gli inquinanti inorganici riportati nelle tabelle 8 e 9 del presente documento.

In particolare la classificazione è aggiornata agli ultimi Adeguamenti al Progresso Tecnico (ATP) pubblicati, ovvero:

- Il "III ATP" (Regolamento UE n.618/2012), in vigore dal 1 dicembre 2013 ed il "IV ATP" (Regolamento UE n. 487/2013) che ha allineato il CLP alla IV edizione del GHS per le sostanze a partire dal 1 dicembre 2014.

Tabella 1a – Codici e categorie di pericolo secondo il Regolamento (CE) n. 1272/2008

Classe	Categoria	Indicazione di pericolo
Gas Infiammabili	1	H220: Gas altamente infiammabile
Liquidi infiammabili	1	H224: Liquido e vapori altamente infiammabili
	2	H225: Liquido e vapori facilmente infiammabili
	3	H226: Liquido e vapori infiammabili
Solidi piroforici	1	H250: Spontaneamente infiammabile all'aria
Sostanze o miscele che, a contatto con l'acqua, sviluppano gas infiammabili	2	H261: A contatto con l'acqua libera gas infiammabili
Gas comburenti	1	H270: Può provocare o aggravare un incendio; comburente
Solidi infiammabili	1 o 2	H228: Solido infiammabile
Gas sotto pressione	Gas sotto pressione	H280: Contiene gas sotto pressione: può esplodere se riscaldato
	Gas compresso	
	Gas liquefatto	
	Gas liquefatto refrigerato	H281: Contiene gas refrigerato: può provocare ustioni o lesioni criogeniche
Tossicità Acuta	1 o 2	H300: Letale se ingerito
		H310: Letale a contatto con la pelle
		H330: Letale se inalato
	3	H301: Tossico se ingerito
		H311: Tossico per contatto con la pelle
		H331: Tossico se inalato
	4	H302: Nocivo se ingerito
		H312: Nocivo per contatto con la pelle
		H332: Nocivo se inalato
Corrosione/ Irritazione pelle	1A/1B/1C	H314: Provoca gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari
	2	H315: Provoca irritazione cutanea
Gravi lesioni oculari/ Irritazione oculare	1	H318: Provoca gravi lesioni oculari
	2	H319: Provoca grave irritazione oculare
Sensibilizzazione vie respiratorie	1	H334: Può provocare sintomi allergici o asmatici o difficoltà respiratorie se inalato
Sensibilizzazione pelle	1	H317: Può provocare una reazione allergica cutanea
Mutagenicità sulle cellule germinali	1A o 1B	H340: Può provocare alterazioni genetiche
	2	H341: Sospettato di provocare alterazioni genetiche
Cancerogenicità	1A o 1B	H350: Può provocare il cancro
		H350i: Può provocare il cancro se inalato
	2	H351: Sospettato di provocare il cancro
Tossicità per la riproduzione	1A o 1B	H360D: Può nuocere al feto
		H360F: Può nuocere alla fertilità
		H360FD: Può nuocere alla fertilità. Può nuocere al feto
		H360Df: Può nuocere al feto. Sospettato di nuocere alla fertilità
	2	H361d: Sospettato di nuocere al feto
		H361f: Sospettato di nuocere alla fertilità
		H361fd: Sospettato di nuocere alla fertilità Sospettato di nuocere al feto
	(*)	H362: Può essere nocivo per i lattanti allattati al seno

* Avente effetti sull'allattamento o attraverso l'allattamento (categoria supplementare)

Tabella 1b – Codici e categorie di pericolo secondo il Regolamento (CE) n. 1272/2008

Classe	Categoria	Indicazione di pericolo
Tossicità specifica per organi bersaglio (esposizione singola)	3	H335: Può irritare le vie respiratorie
		H336: Può provocare sonnolenza o vertigini
Tossicità specifica per organi bersaglio (esposizione ripetuta)	1	H372: Provoca danni agli organi in caso di esposizione prolungata o ripetuta
	2	H373: Può provocare danni agli organi in caso di esposizione prolungata o ripetuta
Tossicità in caso di aspirazione	1	H304: Può essere letale in caso di ingestione e di penetrazione nelle vie respiratorie
Pericoloso per l'ambiente acquatico – Tossicità acuta	1	H400: Molto tossico per gli organismi acquatici
Pericoloso per l'ambiente acquatico – Tossicità cronica	1	H410: Molto tossico per gli organismi acquatici con effetti di lunga durata
	2	H411: Tossico per gli organismi acquatici con effetti di lunga durata
	3	H412: Nocivo per gli organismi acquatici con effetti di lunga durata
	4	H413: Può essere nocivo per gli organismi acquatici con effetti di lunga durata
Pericoloso per lo strato di ozono	-	H420: Nuoce alla salute pubblica e all'ambiente distruggendo l'ozono dello strato superiore dell'atmosfera
Informazione supplementare sui pericoli – proprietà pericolose per la salute		EUH066: L'esposizione ripetuta può causare secchezza e screpolature della pelle

- Il “V ATP” (Regolamento UE n.944/2013) che modifica le classificazioni di Triclorometano e Nitrobenzene. Le nuove classificazioni sono in vigore dal 1 dicembre 2014.
- Il “VI ATP” (Regolamento UE n.605/2014) che modifica le classificazioni di Etilbenzene e Stirene. Le nuove classificazioni sono in vigore anch'esse dal 1 dicembre 2014.

Gli agenti chimici possono comportare sulla salute umana effetti cancerogeni e/o tossici in relazione alle modalità espositive inalazione, ingestione e contatto dermico.

Le proprietà tossicologiche contenute nella banca dati sono: Slope Factor per ingestione (SF Ing.) [mg/kg-giorno]⁻¹ ;

- Slope Factor per inalazione (SF Inal.) [mg/kg-giorno]⁻¹ e Inhalation Unit Risk (IUR) [µg/m³]⁻¹;
- Reference Dose per ingestione (RfD Ing.) [mg/kg-giorno];
- Reference Dose per inalazione (RfD Inal.) [mg/kg-giorno] e Reference Concentration (RfCi) [mg/m³].

I valori dello Slope Factor e della Reference Dose per contatto dermico si assumono corrispondenti rispettivamente allo Slope Factor e alla Reference Dose per ingestione.

A mezzo delle equazioni di seguito riportate è possibile derivare lo SF Inal. e la RfD Inal. rispettivamente dall'IUR e dalla RfCi, e viceversa:

$$SF_{Inal.} = IUR \left(\frac{70kg}{20m^3 / giorno} \right) 1000 \frac{\mu g}{mg}$$

$$RfD_{Inal.} = RfCi \left(\frac{20m^3 / giorno}{70kg} \right)$$

1.3 Classificazione di cancerogenicità

Per i contaminanti potenzialmente cancerogeni, alla classificazione Europea (Direttiva 67/548/CEE e Regolamento (CE) 1272/2008) è stata associata la classificazione definita dall'International Agency for Research on Cancer [IARC], che si basa sull'evidenza di cancerogenicità sull'uomo (ove siano disponibili dati epidemiologici), e sugli animali da esperimento, valutati in modo separato.

La Direttiva 67/548/CEE è la prima normativa europea relativa alla classificazione ed etichettatura delle sostanze e preparati pericolosi. Tale Direttiva era originata dalla necessità di uniformare la legislazione dei vari Paesi tutelando in modo omogeneo i cittadini dei vari Stati e di togliere impedimenti alla libera circolazione delle sostanze se etichettate in modo conforme. L'allegato I della Direttiva riporta anche i criteri relativi alla classificazione delle sostanze cancerogene (Tabella 2).

Il 20.01.2009 è entrato in vigore negli Stati membri il Regolamento 1272/2008¹ (noto anche come "Regolamento CLP"- Classification, Labelling and Packaging), che detta i nuovi parametri per la classificazione, l'etichettatura e l'imballaggio delle sostanze e delle miscele chimiche. Il Regolamento riprende i principi del Globally Harmonized System (GHS), elaborato dall'ONU e finalizzato all'unificazione a livello mondiale della descrizione dei rischi connessi alla gestione delle sostanze chimiche.

Il Regolamento CLP ha modificato la Direttiva 67/548/CEE, sopprimendone l'Allegato I contenente l'elenco delle sostanze classificate ufficialmente, e trasferendone il contenuto nel proprio Allegato VI.

In tale modo, l'Allegato VI contiene una doppia classificazione delle sostanze: una che segue il vecchio sistema di classificazione dettato dalla Direttiva 67/548/CEE (Tabella 2), e una che adotta i criteri del "sistema GHS" (Globally Harmonized System) (Tabella 3).

Nel Regolamento CLP è previsto un lungo periodo transitorio, ormai giunto quasi a conclusione, che per la classificazione delle sostanze è caratterizzato dai seguenti passaggi:

- dal 20.1.2009 sino al 1.12.2010: era obbligatorio adottare il vecchio sistema (Direttiva 67/548/CEE) e, in aggiunta, facoltativo adottare il nuovo sistema di cui al Regolamento CLP;
- dal 1.12.2010 al 1.6.2015 è obbligatorio utilizzare contestualmente sia il vecchio sistema sia il nuovo sistema di cui al Regolamento CLP;
- dopo il 1.6.2015 sarà obbligatorio adottare solo il nuovo sistema di cui al Regolamento CLP.

Successivamente sono stati pubblicati:

- Nella G.U. Europea n. L 235 del 5.9.2009, il Regolamento CE n. 790/2009, che modifica, ai fini dell'adeguamento al progresso tecnico e scientifico, il Regolamento 1272/2008 (CLP) che si applica dal 1.12.2010 (I ATP);
- Nella G.U. Europea n. L 83 del 30.3.2011 il Regolamento CE n. 286/2011 che modifica, ai fini dell'adeguamento al progresso tecnico e scientifico, il Regolamento

¹ Regolamento (CE) n. 1272/2008 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 16 dicembre 2008, relativo alla classificazione, all'etichettatura e all'imballaggio delle sostanze e delle miscele che modifica e abroga le direttive 67/548/CEE e 1999/45/CE e che reca modifica al Regolamento (CE) n. 1907/2006

1272/2008 (CLP), che si applica alle sostanze dal 1.12.2012 e si applicherà alle miscele dal 1.6.2015 (II ATP);

- Il III, IV, V e VI ATP già specificati, con riferimento al loro impatto sulle sostanze presenti nella Banca dati, al paragrafo precedente (1.2)

La IARC, acronimo di International Agency for Research on Cancer, è un organismo internazionale, con sede a Lione, in Francia, che tra i vari compiti svolti, detta le linee guida sulla classificazione del rischio relativo ai tumori di agenti chimici e fisici. L'agenzia intergovernativa IARC è parte dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS), delle Nazioni Unite.

Secondo questa agenzia, la valutazione relativa alla classificazione delle sostanze cancerogene si articola in due fasi. La prima fase è quella della valutazione del grado di evidenza di cancerogenicità risultante da dati sull'uomo e da dati sugli animali da esperimento. Questi due gruppi vengono dapprima classificati separatamente e poi si effettua una valutazione globale sui dati combinati con l'inserimento della sostanza in uno specifico gruppo. Le valutazioni della IARC sono descritte nelle "Monographs on the evaluation of the carcinogenic risks to human" [IARC].

La IARC definisce cinque categorie di cancerogenicità, che sono riportate in Tabella 4.

In sintesi, nelle tabelle 2, 3 e 4 si riportano i criteri per la classificazione di una sostanza come cancerogena rispettivamente secondo la Direttiva 67/548/CEE, il Regolamento 1272/2008/CEE e la IARC, mentre in Tabella 5 si riporta l'equiparazione tra i tre criteri di classificazione di cui sopra.

Tabella 2 - Classificazione delle sostanze cancerogene secondo la Direttiva 67/548/CEE

Classificazione CEE (Direttiva 93/21/CEE)		
Categoria 1	Sostanze note per gli effetti cancerogeni sull'uomo	Esistono prove sufficienti per stabilire un nesso casuale tra l'esposizione dell'uomo ad una sostanza e lo sviluppo di tumori.
Categoria 2	Sostanze che dovrebbero considerarsi cancerogene per l'uomo.	Esistono elementi sufficienti per ritenere verosimile che l'esposizione dell'uomo ad una sostanza possa provocare lo sviluppo di tumori, in generale sulla base di: - adeguati studi a lungo termine effettuati su animali; - altre informazioni specifiche.
Categoria 3	Sostanze da considerarsi con sospetto per i possibili effetti cancerogeni sull'uomo per le quali tuttavia le informazioni disponibili sono sufficienti per procedere ad una valutazione soddisfacente.	Esistono alcune prove ottenute da adeguati studi sugli animali che non bastano tuttavia per classificare la sostanza nella categoria 2.
<p>Per le sostanze classificate come cancerogene in categoria 1 e 2 si usa il simbolo T e la frase R45 che indica "può provocare il cancro". Tuttavia per sostanze che presentino un rischio cancerogeno soltanto per inalazione, ad esempio sotto forma di polveri, vapori o fumi, (altre vie di esposizione, quali ingestione o contatto con la pelle, non presentano alcun rischio cancerogeno) vanno utilizzati il simbolo T e la frase R49 "Può provocare il cancro per inalazione".</p> <p>Per le sostanze classificate nella categoria 3 si usa il simbolo Xn e la frase R40 che indica "Possibilità di effetti cancerogeni - prove insufficienti".</p>		

Tabella 3 - Classificazione delle sostanze cancerogene secondo il Regolamento 1272/2008/CEE

Classificazione CEE (Regolamento 1272/2008/CEE)		
Categoria 1	Sostanze cancerogene per l'uomo accertate o presunte	La classificazione di una sostanza come cancerogena di categoria 1 avviene sulla base di dati epidemiologici e/o di dati ottenuti con sperimentazioni su animali.
Categoria 1A	La classificazione di una sostanza come cancerogena di Categoria 1A può avvenire ove ne siano noti effetti cancerogeni per l'uomo sulla base di studi sull'uomo.	La classificazione di una sostanza nelle categorie 1A e 1B si basa sulla forza probante dei dati e su altre considerazioni.
Categoria 1B	La classificazione di una sostanza come cancerogena di categoria 1B può avvenire per le sostanze di cui si presumono effetti cancerogeni per l'uomo, prevalentemente sulla base di studi su animali.	
Categoria 2	Sostanze di cui si sospettano effetti cancerogeni per l'uomo.	La classificazione di una sostanza nella categoria 2 si basa sui risultati di studi sull'uomo e/o su animali non sufficientemente convincenti per giustificare la classificazione nelle categorie 1A e 1B, tenendo conto della forza probante dei dati.

Tabella 4 - Classificazione delle sostanze cancerogene secondo la IARC

Classificazione IARC (International Agency for Research on Cancer)		
Gruppo 1	Cancerogeni umani	Questa categoria è riservata alle sostanze con sufficiente evidenza di cancerogenicità per l'uomo.
Gruppo 2 Sottogruppo 2A	Probabili cancerogeni umani	Questa categoria è riservata alle sostanze con limitata evidenza di cancerogenicità per l'uomo e sufficiente evidenza per gli animali. In via eccezionale anche sostanze per le quali sussiste o solo limitata evidenza per l'uomo o solo sufficiente evidenza per gli animali purché supportata da altri dati di rilievo.
Gruppo 2 Sottogruppo 2B	Sospetti cancerogeni umani	Questo sottogruppo è usato per le sostanze con limitata evidenza per l'uomo in assenza di sufficiente evidenza per gli animali o per quelle con sufficiente evidenza per gli animali ed inadeguata evidenza o mancanza di dati per l'uomo. In alcuni casi possono essere inserite in questo gruppo anche le sostanze con solo limitata evidenza per gli animali purché questa sia saldamente supportata da altri dati rilevanti.
Gruppo 3	Sostanze non classificabili per la cancerogenicità per l'uomo	In questo gruppo vengono inserite le sostanze che non rientrano in nessun'altra categoria prevista
Gruppo 4	Non cancerogeni per l'uomo	A tale gruppo vengono assegnate le sostanze con evidenza di non cancerogenicità sia per l'uomo che per gli animali. In alcuni casi, possono essere inserite in questa categoria le sostanze con inadeguata evidenza o assenza di dati per l'uomo ma con provata mancanza di cancerogenicità per gli animali, saldamente supportata da altri dati di rilievo.

Tabella 5 – Equiparazione tra le classificazioni di cancerogenicità

Direttiva 93/21/CEE	Regolamento 1272/2008/CEE	Classificazione IARC
Categoria 1	Categoria 1A	Gruppo 1
Categoria 2	Categoria 1B	Gruppo 2 Sottogruppo 2A
Categoria 3	Categoria 2	Gruppo 2 Sottogruppo 2B
---	---	Gruppo 3
---	---	Gruppo 4

Per la predisposizione della presente banca dati, è stato elaborato un criterio finalizzato alla attribuzione delle proprietà cancerogene delle sostanze (SF Ing., SF Inal., IUR) in funzione della loro classificazione CEE e IARC. In particolare, sono state ritenute cancerogene, ed è quindi stato attribuito loro lo SF e/o lo IUR, le sostanze classificate:

- 1A, 1B o 2 dal Regolamento (CE)1272/2008 (indipendentemente dalla classificazione IARC);
- 1, 2A o 2B dalla IARC (indipendentemente dalla classificazione del Regolamento (CE)1272/2008).

2. ASPETTI SPECIFICI

Nella elaborazione della banca dati sono emerse delle problematiche in relazione ad alcune specie chimiche, in particolare non è stato possibile individuare dei valori sufficientemente attendibili per:

- i parametri tossicologici inalatori sia per effetti cancerogeni (IUR) che per effetti tossici non cancerogeni (RfC) per l'Alaclor;
- i parametri tossicologici inalatori e orali per effetti cancerogeni (IUR e SF Ing.) per l'1,1-Dicloroetilene, classificato cancerogeno;
- i parametri tossicologici inalatori per effetti cancerogeni (IUR) per due composti classificati cancerogeni (1,2,3-Tricloropropano e Cloronitrobenzeni);
- i parametri tossicologici inalatori per effetti tossici non cancerogeni (RfC) per circa 30 composti classificati non cancerogeni o non classificati.

E' stata quindi adottata la seguente procedura: per le specie chimiche per le quali è stato possibile accertare una affinità chimica con un'altra specie chimica della stessa classe è stata individuata una RfD e/o uno SF "surrogato" (Tabella 6); in caso contrario, allineandosi a quanto riportato nei doc. [RIVM, 2001], [RIVM, 2009] e [EPA, 2013] i valori dei parametri tossicologici (RfCi e/o IUR) per l'esposizione inalatoria sono stati estrapolati sulla base di quelli relativi all'esposizione orale. E' evidente che tali valori, poiché ottenuti a mezzo di una

estrapolazione “route-to-route”, sono da considerarsi provvisori, in attesa di poter disporre di dati maggiormente attendibili.

Tabella 6 – Specie chimiche e loro surrogati

Specie chimica	Numero CAS	Specie chimica surrogata	Numero CAS - Specie chimica surrogata	Riferimento bibliografico
Microinquinanti inorganici				
Antimonio	7440-36-0	Antimonio triossido	1309-64-4	[MPCA, 2005]
Aromatici policiclici				
Acenaftene	83-32-9	Naftalene	91-20-3	[NDEP, 2011]
Acenaftilene	208-96-8	Naftalene	91-20-3	[NDEP, 2011]
Antracene	120-12-7	Naftalene	91-20-3	[NDEP, 2011]
Benzo(g,h,i)perilene	191-24-2	Pirene (Naftalene)	129-00-00 (91-20-3)	[Teri Copeland at al., 2006]
Dibenzo(a,e)pirene	192-65-4	Pirene (Naftalene)	129-00-00 (91-20-3)	[Teri Copeland at al., 2006]
Fenantrene	85-01-8	Naftalene	91-20-3	[NDEP, 2011]
Fluorantene	206-44-0	Pirene (Naftalene)	129-00-00 (91-20-3)	[Teri Copeland at al., 2006]
Fluorene	86-73-7	Naftalene	91-20-3	[NDEP, 2011]
Perilene	198-55-0	Pirene (Naftalene)	129-00-00 (91-20-3)	[Teri Copeland at al., 2006]
Pirene	129-00-00	Naftalene	91-20-3	[NDEP, 2011]
Alifatici clorurati				
1,1-Dicloroetano	75-34-3	1,2-Dicloroetano	107-06-2	[CENOVUS, 2011]
Fenoli clorurati				
2-Clorofenolo	95-57-8	Monoclorobenzene	108-90-7	[NDEP, 2011]

La suddetta procedura non è stata applicata a:

- 1,1-Dicloroetilene, in quanto non è stato possibile individuare un “surrogato” o effettuare una estrapolazione “route-to-route”, poiché attualmente non si dispone del parametro tossicologico orale per effetti cancerogeni;
- 1,2,3-Tricloropropano e Cloronitrobenzeni, in quanto ad oggi risultano disponibili valori attendibili per effetti cancerogeni orali e per effetti tossici non cancerogeni inalatori e orali.

Nel seguito vengono riportati, per alcune sostanze, approfondimenti e indicazioni che possono essere di supporto per un corretto utilizzo della presente banca dati.

2.1 Specie chimiche inorganiche

La maggior parte dei contaminanti inorganici in forma elementare, non presentano tra le caratteristiche chimico-fisiche un valore di solubilità e di volatilità, mentre per i loro composti la solubilità assume valori estremamente variabili, a seconda del sale che si prende in considerazione. Nei casi in cui per il dato metallo non sia possibile determinarne le diverse frazioni (es. lisciviabile, biodisponibile, bioaccessibile, ecc), o comunque non risulti possibile effettuare una speciazione chimica, si ritiene opportuno utilizzare per la solubilità il valore del sale più solubile. Nella Tabella 7 sono riportati a titolo indicativo per ogni metallo i valori di solubilità del sale più solubile, tra quelli più comunemente riscontrabili.

Tabella 7 – Composti dei Microinquinanti Inorganici per individuazione della solubilità

Microinquinante inorganico	N CAS	Composto di riferimento	N CAS del composto	Solubilità [mg/L]	Rif.
Antimonio	7440-36-0	Fluoruro di Antimonio	7783-56-4	4,45E+06	7
Arsenico metallico	7440-38-0	Arsenico metallico	7440-38-2	0,00E+00	2
Acido Arsenico	7778-39-4	Acido Arsenico	7778-39-4	3,02E+06	6
Berillio	7440-41-7	Solfato di Berillio	13510-49-1	4,25E+05	6
Cadmio	7440-43-9	Cloruro di Cadmio	10108-64-2	1,35E+06	7
Cianuri	57-12-5	Cianuro di Potassio	151-50-8	7,00E+05	7
Cobalto	7440-48-4	Solfato di Cobalto	10124-43-3	3,30E+05	6
Cromo totale	16065-83-1	Solfato di Cromo III	10101-53-8	1,20E+06	7
Cromo VI	18540-29-9	Cromo VI	18540-29-9	1,69E+06	1
Fluoruri	7782-41-4	Fluoruro di Sodio	7681-49-4	4,22E+04	1
Nichel	7440-02-0	Nitrato di Nichel	13138-45-9	4,85E+05	6
Piombo	7439-92-1	Nitrato di Piombo	10099-74-8	5,65E+05	7
Rame	7440-50-8	Nitrato di Rame	3251-23-8	1,25E+06	7
Selenio	7782-49-2	Selenito di Sodio	10102-18-8	8,50E+05	7
Stagno	7440-31-5	Cloruro di Stagno	7772-99-8	2,70E+06	7
Tributil stagno	56-35-9	Tributil stagno	56-35-9	1,95E+01	1
Tallio	7440-28-0	Solfato di Tallio	10031-59-1	4,87E+04	7
Vanadio	7440-62-2	Pentossido di Vanadio	1314-62-1	8,00E+03	7
Zinco	7440-66-6	Clorato di Zinco	10361-95-2	2,00E+06	7

Nell'applicazione della AdR è opportuno utilizzare valori del coefficiente di partizione suolo/acqua (K_d) sito specifici (seguendo la procedura analitica riportata nel sito <http://www.isprambiente.gov.it/it/temi/siti-contaminati/analisi-di-rischio>). Altrimenti è possibile far riferimento alla Tabella 8, dove sono riportati per alcuni metalli i valori del K_d teorico in un intervallo di valori di pH compreso tra 4,9 e 8. Nel caso in cui non sia noto il valore del pH, è uso comune riferirsi ai valori corrispondenti a pH = 6,8.

Tabella 8 - Dati di Kd dei metalli in funzione del pH [SSG, USEPA 1996]

pH	Ag	As	Be	Cd	Cr [+3]	Cr [+6]	Hg	Ni	Se	Tl	Zn
4,9	1,00E-01	2,50E+01	2,30E+01	1,50E+01	1,20E+03	3,10E+01	4,00E-02	1,60E+01	1,80E+01	4,40E+01	1,60E+01
5	1,30E-01	2,50E+01	2,60E+01	1,70E+01	1,90E+03	3,10E+01	6,00E-02	1,80E+01	1,70E+01	4,50E+01	1,80E+01
5,1	1,60E-01	2,50E+01	2,80E+01	1,90E+01	3,00E+03	3,00E+01	9,00E-02	2,00E+01	1,60E+01	4,60E+01	1,90E+01
5,2	2,10E-01	2,60E+01	3,10E+01	2,10E+01	4,90E+03	2,90E+01	1,40E-01	2,20E+01	1,50E+01	4,70E+01	2,10E+01
5,3	2,60E-01	2,60E+01	3,50E+01	2,30E+01	8,10E+03	2,80E+01	2,00E-01	2,40E+01	1,40E+01	4,80E+01	2,30E+01
5,4	3,30E-01	2,60E+01	3,80E+01	2,50E+01	1,30E+04	2,70E+01	3,00E-01	2,60E+01	1,30E+01	5,00E+01	2,50E+01
5,5	4,20E-01	2,60E+01	4,20E+01	2,70E+01	2,10E+04	2,70E+01	4,60E-01	2,80E+01	1,20E+01	5,10E+01	2,60E+01
5,6	5,30E-01	2,60E+01	4,70E+01	2,90E+01	3,50E+04	2,60E+01	6,90E-01	3,00E+01	1,10E+01	5,20E+01	2,80E+01
5,7	6,70E-01	2,70E+01	5,30E+01	3,10E+01	5,50E+04	2,50E+01	1,00E+00	3,20E+01	1,10E+01	5,40E+01	3,00E+01
5,8	8,40E-01	2,70E+01	6,00E+01	3,30E+01	8,70E+04	2,50E+01	1,60E+00	3,40E+01	9,80E+00	5,50E+01	3,20E+01
5,9	1,10E+00	2,70E+01	6,90E+01	3,50E+01	1,30E+05	2,40E+01	2,30E+00	3,60E+01	9,20E+00	5,60E+01	3,40E+01
6	1,30E+00	2,70E+01	8,20E+01	3,70E+01	2,00E+05	2,30E+01	3,50E+00	3,80E+01	8,60E+00	5,80E+01	3,60E+01
6,1	1,70E+00	2,70E+01	9,90E+01	4,00E+01	3,00E+05	2,30E+01	5,10E+00	4,00E+01	8,00E+00	5,90E+01	3,90E+01
6,2	2,10E+00	2,80E+01	1,20E+02	4,20E+01	4,20E+05	2,20E+01	7,50E+00	4,20E+01	7,50E+00	6,10E+01	4,20E+01
6,3	2,70E+00	2,80E+01	1,60E+02	4,40E+01	5,80E+05	2,20E+01	1,10E+01	4,50E+01	7,00E+00	6,20E+01	4,40E+01
6,4	3,40E+00	2,80E+01	2,10E+02	4,80E+01	7,70E+05	2,10E+01	1,60E+01	4,70E+01	6,50E+00	6,40E+01	4,70E+01
6,5	4,20E+00	2,80E+01	2,80E+02	5,20E+01	9,90E+05	2,00E+01	2,20E+01	5,00E+01	6,10E+00	6,60E+01	5,10E+01
6,6	5,30E+00	2,80E+01	3,90E+02	5,70E+01	1,20E+06	2,00E+01	3,00E+01	5,40E+01	5,70E+00	6,70E+01	5,40E+01
6,7	6,60E+00	2,90E+01	5,50E+02	6,40E+01	1,50E+06	1,90E+01	4,00E+01	5,80E+01	5,30E+00	6,90E+01	5,80E+01
6,8	8,30E+00	2,90E+01	7,90E+02	7,50E+01	1,80E+06	1,90E+01	5,20E+01	6,50E+01	5,00E+00	7,10E+01	6,20E+01
6,9	1,00E+01	2,90E+01	1,10E+03	9,10E+01	2,10E+06	1,80E+01	6,60E+01	7,40E+01	4,70E+00	7,30E+01	6,80E+01
7	1,30E+01	2,90E+01	1,70E+03	1,10E+02	2,50E+06	1,80E+01	8,20E+01	8,80E+01	4,30E+00	7,40E+01	7,50E+01
7,1	1,60E+01	2,90E+01	2,50E+03	1,50E+02	2,80E+06	1,70E+01	9,90E+01	9,90E+01	4,10E+00	7,60E+01	8,30E+01
7,2	2,00E+01	3,00E+01	3,80E+03	2,00E+02	3,10E+06	1,70E+01	1,20E+02	1,40E+02	3,80E+00	7,80E+01	9,50E+01
7,3	2,50E+01	3,00E+01	5,70E+03	2,80E+02	3,40E+06	1,60E+01	1,30E+02	1,80E+02	3,50E+00	8,00E+01	1,10E+02
7,4	3,10E+01	3,00E+01	8,60E+03	4,00E+02	3,70E+06	1,60E+01	1,50E+02	2,50E+02	3,30E+00	8,20E+01	1,30E+02
7,5	3,90E+01	3,00E+01	1,30E+04	5,90E+02	3,90E+06	1,60E+01	1,60E+02	3,50E+02	3,10E+00	8,50E+01	1,60E+02
7,6	4,80E+01	3,10E+01	2,00E+04	8,70E+02	4,10E+06	1,50E+01	1,70E+02	4,90E+02	2,90E+00	8,70E+01	1,90E+02
7,7	5,90E+01	3,10E+01	3,00E+04	1,30E+03	4,20E+06	1,50E+01	1,80E+02	7,00E+02	2,70E+00	8,90E+01	2,40E+02
7,8	7,30E+01	3,10E+01	4,60E+04	1,90E+03	4,30E+06	1,40E+01	1,90E+02	9,90E+02	2,50E+00	9,10E+01	3,10E+02
7,9	8,90E+01	3,10E+01	6,90E+04	2,90E+03	4,30E+06	1,40E+01	1,90E+02	1,40E+03	2,40E+00	9,40E+01	4,00E+02
8	1,10E+02	3,10E+01	1,00E+05	4,30E+03	4,30E+06	1,40E+01	2,00E+02	1,90E+03	2,20E+00	9,60E+01	5,30E+02

Gli inquinanti inorganici, quali Alluminio, Argento, Boro, Ferro, Manganese, Nitriti, e Solfati, non sono stati inseriti nella banca dati. Questo perché le Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) sono definite solo in corrispondenza al comparto ambientale acqua di falda (Tabella 2 Allegato 5 al Titolo V Parte Quarta del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.) e gli stessi non sono volatili. Comunque, per completezza, nelle tabelle 9 e 10 si riportano le corrispondenti proprietà chimico/fisiche e tossicologiche.

Tabella 9 – Proprietà chimico/fisiche per Alluminio, Argento, Boro, Ferro, Manganese e Nitriti

Microinquinanti inorganici																	
	Numero CAS	Peso Mol. [g/mole]	Solubilità [mg/litro]	Rif.	Volatilità (OMS, 1989)	Punto Ebolliz. [°C]	Rif.	Pressione di vapore [mm Hg]	Rif.	Costante di Henry [adim.]	Rif.	Koc o Kd [ml/g]	Rif.	ABS [adim.]	Rif.	Stato fisico	Rif.
Alluminio	7429-90-5	26,98		1	PM	2237	6					1,50E+03	1	0,01	2	s	2
Argento	7440-22-4	107,87		1	PM	2000	6					f(pH)	Vedi tabella 7	0,01	2	s	2
Boro	7440-42-8	13,84		1	PM	4000	6					3,00E+00	1	0,01	2	s	2
Ferro	7439-89-6	55,85		1	PM	2861	6					2,50E+01	1	0,01	—	s	2
Manganese	7439-96-5	54,94		1	PM	2061	6					6,50E+01	1	0,01	2	s	2
Nitriti	14797-65-0	47,01												0,01	2	—	2

Tabella 10 – Proprietà tossicologiche per Alluminio, Argento, Boro, Ferro, Manganese e Nitriti

Microinquinanti inorganici														
	Numero CAS	Class. UE	Class. IARC	Rif.	SF Ing. [mg/kg-giorno] ¹	Rif.	SF Inal. [mg/kg-giorno] ¹	IUR [µg/m ³] ¹	Rif.	RfD Ing. [mg/kg-giorno]	Rif.	RfD Inal. [mg/kg-giorno]	RfC _i [mg/m ³]	Rif.
Alluminio	7429-90-5	Water-react. 2 H261 Pyr.Sol.1 H250								1,00E+00	1	1,43E-03	5,00E-03	1
Argento	7440-22-4									5,00E-03	1			
Boro	7440-42-8									2,00E-01	1	5,71E-03	2,00E-02	1
Ferro	7439-89-6									7,00E-01	1			
Manganese	7439-96-5									1,40E-01	1	1,43E-05	5,00E-05	1
Nitriti	14797-65-0									1,00E-01	1			

Cromo

Per il Cromo totale sono stati assegnati il numero CAS, i parametri chimico-fisici e tossicologici del Cromo III. Quindi, nel caso in cui si possa escludere la presenza del Cromo VI, fornendo prove e documentazione, si assegnerà al Cromo totale i valori propri (chimico-fisici e tossicologici) del Cromo III; altrimenti:

- se è stata identificata quantitativamente la frazione di Cromo VI contenuta nel Cromo totale si assegneranno al Cromo VI i valori del Cromo VI e al Cromo totale i valori del Cromo III;
- se non è stata identificata quantitativamente la frazione di Cromo VI contenuta nel Cromo totale si assegneranno al Cromo totale i valori relativi al Cromo VI.

In considerazione di quanto sopra, si ritiene più opportuno, ai fini della applicazione dell'AdR, utilizzare valori di concentrazione derivanti da studi di speciazione piuttosto che valori di concentrazione totale.

Mercurio

Per il Mercurio, al fine di adottare un approccio a favore di cautela e che permetta di garantire coerenza tra i parametri chimico-fisici utilizzati nell'applicazione della procedura di AdR, si ritiene opportuno utilizzare il composto o la forma più cautelativa in funzione della via di migrazione:

- Cloruro di mercurio (e altri Sali del mercurio) per la lisciviazione e il trasporto in falda, in quanto rappresenta la forma più solubile;
- Mercurio elementare per la volatilizzazione, in quanto rappresenta la forma più volatile;
- Metilmercurio per i contatti diretti (ingestione e contatto dermico di suolo), essendo la forma più tossica per ingestione.

Pur essendo il Metilmercurio classificato cancerogeno di gruppo 2B dalla IARC, secondo quanto riportato sul database IRIS in relazione alla stima quantitativa del rischio cancerogeno da esposizione orale, i dati di genotossicità non supportano l'ipotesi che sia un cancerogeno genotossico, ma sembra piuttosto che espliciti i suoi effetti cancerogeni soltanto a dosi elevate, pari o superiori alla Maximum Tolerable Dose (MTD). Considerando che la procedura multistadio linearizzato è basata sull'assunzione di linearità a basse dosi, il significato della derivazione di uno Slope Factor fondato su dati per cui potrebbe esistere una

soglia, è discutibile. Infatti non risulta disponibile alcun valore scientificamente consolidato per il relativo parametro tossicologico. Pertanto nel database è riportato soltanto il parametro tossicologico da esposizione orale per effetti non cancerogeni.

2.2 Specie chimiche organiche

Per gli Xileni e i Metilfenoli nella banca dati sono riportate le proprietà chimico-fisiche e tossicologiche sia dei singoli congeneri che della classe. Si sottolinea che in Tabella 1 Allegato 5 al Titolo V Parte Quarta del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. vengono forniti i valori di CSC per le classi di composti, quindi non per singoli congeneri.

Idrocarburi policiclici Aromatici

Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici sono una famiglia di composti presenti nella banca dati, di questi non tutti sono classificati dall'Unione Europea e non tutti possiedono dei riferimenti tossicologici utilizzabili per poter elaborare un'AdR. Per poter ovviare a queste lacune, si è effettuato uno studio approfondito, andando a considerare tutta la bibliografia attinente agli IPA, in particolare si è fatto riferimento alla monografia "Polycyclic Aromatic Hydrocarbons" "Some Non-heterocyclic Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Some Related Exposures"-volume 92 (2010) della IARC dove è discussa in dettaglio la nuova classificazione degli idrocarburi policiclici partendo dal:

- Gruppo 1 (cancerogeni per l'uomo) dove si colloca il Benzo(a)pirene;
- Gruppo 2A (probabili cancerogeni per l'uomo) con il Dibenzo(a,h)antracene e il Dibenzo(a,l)pirene;
- Gruppo 2B (possibili cancerogeni per l'uomo) con il Benzo(a)antracene, il Benzo(b)fluorantene, il Benzo(k)fluorantene, il Crisene, il Dibenzo(a,i)pirene, il Dibenzo(a,h)pirene, l'Indenopirene e il Naftalene;
- Gruppo 3 (non classificabili come cancerogeni per l'uomo) con l'Acenaftene, l'Antracene, il Benzo(e)pirene, il Fenantrene, il Fluorantene, il Fluorene, il Benzo(g,h,i)perilene, il Dibenzo(a,e)pirene, il Perilene e il Pirene.

Nella presente banca dati sono stati adottati i criteri di classificazione riportati nella monografia della IARC di cui sopra.

Al Dibenzo(a,l)pirene, assente nelle banche dati prese come riferimento, sono state attribuite le proprietà chimico fisiche e tossicologiche del Dibenzo(a,h)antracene, poiché sono entrambi classificati 2A dalla IARC.

Per il Benzo(e)pirene, classificato cancerogeno dalla UE e non cancerogeno dalla IARC, in letteratura ad oggi non sono reperibili valori scientificamente consolidati per i parametri tossicologici relativi agli effetti cancerogeni (SF Ing. e SF Inal.). Ad esso sono stati quindi attribuiti quelli del Benzo(b)fluorantene.

Con riferimento alle proprietà tossicologiche si segnala che l'EPA sta conducendo una "peer review" ed una consultazione pubblica su base scientifica da diverso tempo proprio al fine di supportare l'analisi del rischio per la salute umana con valutazione dose-risposta per gli IPA [http://cfpub.epa.gov/ncea/iris_drafts/recordisplay.cfm?deid=280022]. In tale ambito è stato confermato, seppure evidenziandone i limiti ed effettuandone una revisione, l'approccio del fattore di potenza relativo o RPF. Tale approccio considera un componente indice (Benzo(a)pirene o BaP) cui riferire la potenza cancerogena di IPA selezionati ed assume che

il rischio della miscela nel suo complesso possa essere stimato come somma del rischio dei singoli componenti ed è stato giudicato “pragmaticamente necessario e unico supportabile allo stato attuale dei dati disponibili”. Attualmente è disponibile una bozza sottoposta a revisione esterna [USEPA, 2014] ed è consultabile on-line lo stato della review. Una volta terminato il processo e pubblicati gli esiti sul database IRIS, si provvederà ad aggiornare i parametri tossicologici.

Alifatici clorurati

Per l'1,1-Dicloroetilene, pur essendo classificato cancerogeno (cat. 2) dalla UE e non cancerogeno dalla IARC, in letteratura ad oggi non sono reperibili valori scientificamente consolidati per i parametri tossicologici relativi agli effetti cancerogeni (SF Ing. e SF Inal.).

Riguardo il 1,2-Dicloroetilene, il D.Lgs. 152/06 non specifica l'isomero di riferimento (cis o trans). Nella banca dati sono disponibili le proprietà chimico-fisiche e tossicologiche di entrambi gli isomeri. Nel caso non si identifichi per via analitica il quantitativo di ciascuna forma isomerica, ci si dovrà riferire a quella più conservativa, da individuarsi in relazione alla specificità del caso.

Nitrobenzeni

Per il 1,2-Dinitrobenzene, poiché nelle banche dati prese come riferimento sono assenti i valori della pressione di vapore e del log Kow, per tali proprietà chimico-fisiche sono stati attribuiti i valori del 1,3-Dinitrobenzene.

Fenoli clorurati

Poiché il valore del coefficiente di partizione suolo/acqua del carbonio organico (Koc) per i fenoli clorurati varia a seconda del pH del terreno, in Tabella 11 sono riportati i valori del Koc in un intervallo di valori di pH compreso tra 4,9 e 8. Nel caso in cui non sia noto il valore del pH, è uso comune riferirsi ai valori corrispondenti a pH = 6,8.

Tabella 11 - Dati di K_{oc} dei fenoli clorurati in funzione del pH [EPA – SSG, 1996]

pH	2-Clorofenolo	2,4-Diclorofenolo	Penta clorofenolo	2,4,6-Triclorofenolo
4,9	3,98E+02	1,59E+02	9,05E+03	1,04E+03
5	3,98E+02	1,59E+02	7,96E+03	1,03E+03
5,1	3,98E+02	1,59E+02	6,93E+03	1,02E+03
5,2	3,98E+02	1,59E+02	5,97E+03	1,01E+03
5,3	3,98E+02	1,59E+02	5,10E+03	9,99E+02
5,4	3,98E+02	1,58E+02	4,32E+03	9,82E+02
5,5	3,97E+02	1,58E+02	3,65E+03	9,62E+02
5,6	3,97E+02	1,58E+02	3,07E+03	9,38E+02
5,7	3,97E+02	1,58E+02	2,58E+03	9,10E+02
5,8	3,97E+02	1,58E+02	2,18E+03	8,77E+02
5,9	3,97E+02	1,57E+02	1,84E+03	8,39E+02
6	3,96E+02	1,57E+02	1,56E+03	7,96E+02
6,1	3,96E+02	1,57E+02	1,33E+03	7,48E+02
6,2	3,96E+02	1,56E+02	1,15E+03	6,97E+02
6,3	3,95E+02	1,55E+02	9,98E+02	6,44E+02
6,4	3,94E+02	1,54E+02	8,77E+02	5,89E+02
6,5	3,93E+02	1,53E+02	7,81E+02	5,33E+02
6,6	3,92E+02	1,52E+02	7,03E+02	4,80E+02
6,7	3,90E+02	1,50E+02	6,40E+02	4,29E+02
6,8	3,88E+02	1,47E+02	5,92E+02	3,81E+02
6,9	3,86E+02	1,45E+02	5,52E+02	3,38E+02
7	3,83E+02	1,41E+02	5,21E+02	3,00E+02
7,1	3,79E+02	1,38E+02	4,96E+02	2,67E+02
7,2	3,75E+02	1,33E+02	4,76E+02	2,39E+02
7,3	3,69E+02	1,28E+02	4,61E+02	2,15E+02
7,4	3,62E+02	1,21E+02	4,47E+02	1,95E+02
7,5	3,54E+02	1,14E+02	4,37E+02	1,78E+02
7,6	3,44E+02	1,07E+02	4,29E+02	1,64E+02
7,7	3,33E+02	9,84E+01	4,23E+02	1,53E+02
7,8	3,19E+02	8,97E+01	4,18E+02	1,44E+02
7,9	3,04E+02	8,07E+01	4,14E+02	1,37E+02
8	2,86E+02	7,17E+01	4,10E+02	1,31E+02

Ammine aromatiche

Per l' m,p-Anisidina in letteratura non sono reperibili valori scientificamente consolidati sia delle proprietà chimico-fisiche che di quelle tossicologiche, quindi in attesa di poter disporre di dati maggiormente attendibili, sono state attribuite le proprietà chimico fisiche e tossicologiche dell'o-Anisidina.

Fitofarmaci

In Europa si considera il Clordano con nomenclatura ISO (57-74-9), che rappresenta una miscela di 23 composti di cui la maggioranza isomeri cis- e trans- del Clordano più altri idrocarburi clorurati e sottoprodotti, mentre l'EPA considera un'altra formulazione isomerica (12789-03-6) con altri prodotti correlati, in tutto 147 composti diversi. Quindi nella banca dati sono state inserite entrambe le nomenclature, quella statunitense e quella europea.

Il DDT è considerato dall'Unione Europea e dall'IARC come un "possibile cancerogeno per l'uomo", mentre i suoi metaboliti, il DDD e il DDE, non vengono classificati. Nella banca dati questi sono stati assimilati per classificazione al DDT.

Gli Esaclorocicloesani (miscela di isomeri) vengono classificati dalla IARC come “*possibili cancerogeni ma con inadeguate evidenze nell’uomo*”, inserendoli nel Gruppo 2B. Nel D.Lgs. 152/06 sono presenti, invece, nelle Tabelle 1 e 2 dell’Allegato 5, tre isomeri: α -esaclorocicloesano, β -esaclorocicloesano e γ -esaclorocicloesano (o Lindano). Secondo la Classificazione Europea, soltanto gli isomeri α e β sono classificati cancerogeni di Categoria 2 (sostanza di cui si sospettano effetti cancerogeni) mentre l’isomero γ presenta caratteristiche di tossicità. Nella banca dati sono stati inseriti i tre isomeri presenti nel decreto con la relativa classificazione sia europea che della IARC, considerandoli quindi in modo distinto. In casi particolari, in cui non venga effettuata la speciazione dei diversi composti, si può prendere a riferimento quanto definito dalla IARC, che considera l’intera famiglia Esaclocicloesani cancerogena.

Diossine e Furani

Esistono complessivamente 75 congeneri di diossine e 135 di furani. Di questi solo 17 (7 PCDD e 10 PCDF) risultano critici sotto l’aspetto tossicologico. La loro tossicità è comunemente espressa attraverso il concetto di fattore di tossicità equivalente (TEF), che si basa sul fatto che i PCDD e i PCDF sono composti che hanno il medesimo meccanismo strutturale di azione (attivazione del recettore Ah) e producono effetti tossici simili.

Comparando l’affinità di legame dei vari composti organoclorurati con il recettore Ah, con quella della 2,3,7,8-TCDD, presa come valore unitario di riferimento, vengono calcolati i TEF.

Sommando i prodotti tra i TEF dei singoli congeneri e le rispettive concentrazioni si ottiene la “tossicità equivalente” (TEQ). Questo concetto è stato introdotto per rappresentare la concentrazione complessiva di diossine in una data matrice ambientale.

$$TEQ = \sum_{i=1}^y (C_i \times TEF_i)$$

Nella Tabella 12 vengono elencati i 7 PCDD ed i 10 PCDF con i loro fattori di tossicità equivalente (TEF) per l’uomo e per i mammiferi secondo il World Health Organization ricavati da [Van den Berg et al. 2006].

Tabella 12 – Fattori di tossicità equivalente (TEF) per diossine secondo WHO 2005 (Van der Berg et al., 2006)

DIOSINE E FURANI	TEF [WHO, 2005]
Chlorinated dibenzo-p-dioxins	
2,3,7,8-TCDD	1
1,2,3,7,8-PeCDD	1
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0,1
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0,1
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0,1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0,01
OCDD	0,0003
Chlorinated dibenzofurans	
2,3,7,8-TCDF	0,1
1,2,3,7,8-PeCDF	0,03
2,3,4,7,8-PeCDF	0,3
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0,1
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0,1
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0,1
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0,1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0,01
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0,01
OCDF	0,0003

(T = tetra, Pe = penta, Hx = hexa, Hp = hepta)

In conseguenza a quanto riportato sopra, nella banca dati sono state inserite le proprietà tossicologiche del congenere di riferimento, ossia il 2,3,7,8-TCDD. Per quanto riguarda la proprietà chimico-fisiche sono invece riportati i valori dei 17 congeneri.

PCB

A differenza delle diossine, i PCB sono sostanze chimiche prodotte deliberatamente tramite processi industriali. Anche questa famiglia di congeneri è stata disciplinata, in qualità di inquinante organico persistente, dal Regolamento CE n.850/2004 e s.m.i..

A livello sanitario la corretta interpretazione della concentrazione dei PCB dl prevede la somma della concentrazione stessa, espressa in tossicità equivalente (TEQ), con la concentrazione delle Diossine espressa anch'essa in TEQ. Il D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., però, non distingue i PCB dl dai PCB no dl, ed esprime in concentrazione, e non in TEQ, il livello dei PCB totali.

Il D.Lgs. 152/2006, inoltre, non definisce quali congeneri di PCB dei 209 vadano ricercati. Pertanto ai fini del confronto con le CSC e conseguentemente dello sviluppo dell'AdR, i congeneri da considerare come sommatoria per i PCB sono:

“PCB dl”: 77, 81, 105, 114, 118, 123, 126, 156, 157, 167, 169, 189

“PCB no dl”: 28, 52, 95, 99, 101, 110, 128, 138, 146, 149, 151, 153, 170, 177, 180, 183, 187

Tale selezione considera i 12 congeneri dei PCB dl e i 17 PCB no dl, che costituiscono la sommatoria dei PCB totali; comunque i PCB totali vengono considerati cancerogeni, anche in relazione alla Monografia IARC n. 107 in corso di pubblicazione.

In ogni caso, a seconda della contaminazione, l'Ente di controllo territorialmente competente potrà richiedere la ricerca di ulteriori congeneri.

Nella presente Banca Dati sono riportate le caratteristiche chimico-fisiche e tossicologiche della classe PCB dl e della classe PCB totali. I parametri tossicologici rappresentativi dei PCB dl sono relativi al PCB 126, il congenere con potenziale cancerogeno più elevato. Alla classe PCB totali (considerati comunque cancerogeni) sono stati attribuiti i parametri tossicologici dei congeneri denominati "high risk" nella banca dati USEPA Region 9.

Se, in fase di caratterizzazione, si riscontra un superamento delle CSC per i PCB tot (come da elenco sopra riportato), la procedura proposta prevede che vengano definite due CSR, una calcolata utilizzando i parametri tossicologici relativi alla classe PCB dl, e l'altra utilizzando i parametri relativi alla classe PCB tot.

Successivamente, le singole concentrazioni rilevate, in fase di caratterizzazione, per i PCB dl vengono confrontate con le CSR calcolate per i PCB dl stessi. Qualora si riscontri un superamento di qualsiasi dei dodici congeneri dl, si rende necessario un intervento apposito, ancorché limitato al/ai sondaggio/i dove sia stata effettivamente riscontrato il superamento delle CSR calcolate per i congeneri PCB dl stessi.

Nei sondaggi in cui le concentrazioni riscontrate per i PCB dl risultino tutte inferiori alla relativa CSR calcolata secondo quanto precedentemente detto, si effettua un nuovo confronto tra le concentrazioni dei PCB tot, riscontrate in fase di caratterizzazione, e la CSR, calcolata utilizzando i parametri tossicologici relativi alla classe PCB tot, che costituisce quindi l'obiettivo di una eventuale bonifica per il parametro PCB.

Idrocarburi

Per quanto attiene alle classi "Idrocarburi C <12" e "Idrocarburi C >12" (Tabella 1 Allegato 5 al Titolo V Parte Quarta del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.) nella banca dati sono riportati i valori delle proprietà chimico-fisiche e tossicologiche corrispondenti a due possibili sistemi di classificazione, [TPHCWG, 1997] e [MADEP, 2002]. L'utilizzo dell'uno o dell'altro sistema di classificazione dovrà essere concordato in fase di interconfronto proponente/ARPA, anche sulla base delle capacità operative dell'ARPA territorialmente competente.

Per le frazioni: Alifatici >C16-21, Alifatici >C21-C35, Aromatici C >16-21 e Aromatici C >21-35 (classificazione TPHCWG), e Alifatici C19-C36 (classificazione MADEP), poiché non sono reperibili in letteratura valori scientificamente consolidati della RfCi (RfD Inal.), a titolo cautelativo a tale parametro tossicologico sono stati attribuiti i valori della classe immediatamente precedente.

Quando i dati analitici si riferiscono alle due classi "Idrocarburi C <12" e "Idrocarburi C >12", e non alle singole frazioni, per ciascuna classe deve essere selezionata la frazione più conservativa da individuarsi in relazione alla specificità del caso.

Altre sostanze:

L'Amianto non è stato inserito nella banca dati poiché la procedura di analisi di rischio per tale sostanza non è applicabile.

Per la voce "Esteri dell'acido ftalico", non essendo corretto considerare la famiglia, si è fatto riferimento alle proprietà chimico-fisiche e tossicologiche del Di-2-Etilsilftalato, il più comune e rappresentativo della famiglia stessa. È infatti ormai un contaminante ambientale

ubiquitario ed è l'unico della famiglia ad essere stato valutato come possibile cancerogeno per l'uomo (Gruppo 2B) [IARC, 2012].

Per il Piombo Tetraetile, a seguito di un confronto con "Texas Commission on Environmental Quality", è stato attribuito alla RfCi (RfD Inail) il valore riportato nella versione della banca dati del TEXAS del 2010.

Composti organostannici. Gli organostannici sono composti organici che contengono almeno un legame fra carbonio e stagno. Di questi composti quello più noto è il Tributilstagno (TBT), impiegato nelle vernici antivegetative usate per le navi e le barche; anche altri composti organostannici sono in uso comune, in particolare il monobutilstagno (MBT), il dibutilstagno (DBT), l'ottilstagno (MOT, DOT) e il trifenilstagno (TPT). Poiché per questi ultimi in letteratura ad oggi non sono reperibili valori scientificamente consolidati per i parametri chimico-fisici e tossicologici, si propone di attribuire alla classe dei "Composti organostannici" le proprietà chimico-fisiche e tossicologiche del Tributilstagno (TBT).

Fattore di aggiustamento - ADAF

Nei documenti "Exposure Factor Handbook" [EFH 2011] e "Supplemental Guidance for Assessing Susceptibility from Early-Life Exposure to Carcinogens" [USEPA 2005], per le sostanze cancerogene che agiscono attraverso un'azione genotossica, viene raccomandato di differenziare il valore dei parametri tossicologici cancerogeni (SF Ing., SF Inal., IUR) in funzione dell'età del bersaglio potenzialmente esposto.

In particolare i suddetti parametri tossicologici debbono essere moltiplicati per un fattore di aggiustamento "ADAF" (Age Dependent Adjustment Factor) pari a:

- "10" per un'età compresa tra 0 e 2 anni,
- "3" tra 2 e 16 anni,
- "1" per un'età maggiore dei 16 anni (adulto).

Poiché in genere, nella applicazione della procedura di analisi di rischio è prevista per il bersaglio "bambino" una durata di esposizione di 6 anni (0-6 anni) e per il bersaglio "adulto" (uso del suolo residenziale/ricreativo) una esposizione pari alla somma di 6 anni bambino e di 24 anni adulto per un totale di 30 anni, in tali casi si ritiene sufficientemente cautelativo assumere rispettivamente un ADAF pari a 3 e a 1, mentre per altri casi specifici è possibile far riferimento a quanto riportato sopra.

Le specie chimiche in questione sono: Benzo(a)pirene, Dibenzo(a,h)antracene, 1,2,3-Tricloropropano, Cloruro di vinile, Diclorometano, Tricloroetilene e Acrilamide. In particolare, per lo IUR del Cloruro di vinile i valori proposti dalla banca dati IRIS sono: $8,8E-06 [\mu\text{g}/\text{m}^3]^{-1}$ per il "bambino" e $4,4E-06 [\mu\text{g}/\text{m}^3]^{-1}$ per l' "adulto".

BIBLIOGRAFIA

- **[EPA - Region 9, 2014]** US Environmental Protection Agency, *Toxicity and chemical/physical properties for Regional Screening level (RSL) of Chemical Contaminants at Superfund Sites*, <http://www.epa.gov/region9/superfund/prg/>
- **[Texas, 2014]** Texas Commission on Environmental Quality, *Toxicity and chemical/physical properties for the protective concentration levels (PCLs) in the Texas Risk Reduction Program*, <http://www.tceq.state.tx.us/remediation/trrp/trrppcls.html>
- **[GSI, 2012]** GSI Environmental Chem/Tox Database, <http://www.gsi-net.com/en/software/rbca-for-chemical-releases-v25.html>
- **[WHO, 2012]** World Health Organization, 1987, Lead (evaluation of health risk to infants and children), Food and Series, Number 21, Ginevra,
- **[TOXNET, 2011]** Unites States National Library of Medicine, *Toxicological Data Network*, <http://toxnet.nlm.nih.gov/index.html>
- **[PERRY, 2007]** B. E. Poling, G. H. Thomson, D. G. Friend, R. L. Rowley, W. V. Wilding, *Perry's Chemical Engineers' Handbook 8th edition*, McGraw-Hill, 2008, ISBN 0071511253
- **[MADEP, 2002]** Massachusetts Department of Environmental Protection, *Characterizing Risks posed by Petroleum Contaminated Sites: Implementation of the MADEP VPH/EPH Approach Policy WSC-02-411*, 2002
- **[IARC, 2012]** International Agency for Research on Cancer, *Monographies on the Evaluation of Carcinogenic Risk to Human*, Volume 101, *Some Chemicals Present in Industrial and Consumer Products, Food and Drinking-water*
- **[TPHCWG, 1997]** Total Petroleum Hydrocarbons Criteria Working Group, *Selection of representative TPH fractions based on fate and transport considerations*, Vol. 3, Vol. 4, 1997
- **[RAIS, 2013]** The Risk Assessment Information System, <http://rais.ornl.gov/>
- **[UK EA, 2009]** Supplementary information for the derivation of SGVs for dioxins, furans and dioxin-like PCBs - Science report: SC050021/Technical Review dioxins, furans and dioxin-like PCBs
- **[EPA-IWEM, 2002]** EPA530-R-02-012 Industrial Waste Management Evaluation Model (IWEM) Technical Background Document, Appendice E
- **[WGOPAH, 2001]** Ambient Air Pollution by Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH), Position Paper, Annexes, Working Group On Polycyclic Aromatic
- **[EFSA Journal 2012]** Scientific opinion on the risk for public health related to the presence of mercury and methylmercury in food, 10(12):2985
- **[EPA – SSG, 1996]** US Environmental Protection Agency, *Soil Screening Guidance: Technical Background Document*, <http://www.epa.gov/superfund/health/conmedia/soil/introtbd.htm>
- **[OECD/SIDS]** IPCS INCHEM, *IRTCP Data Profile UNEP Publications - Screening Information Data Set - International Program on Chemical Safety, Chemical Safety Information from Intergovernmental Organizations*, www.inchem.org

- **[NTP, 2011]** National Toxicology Program - Department of Health and Human *Report on Carcinogens Twelfth Edition*, 2011
- **[OMS, 1989]** Regional Office for Europe, Indoor air quality: organic pollutants, Report on a WHO Meeting, Berlin, 23-27 August 1987. EURO Reports and Studies 111, Copenhagen.
- **[Van den Berg et al. 2006]** Van den Berg et al., *The 2005 World Health Organization Reevaluation of Human and Mammalian Toxic Equivalency Factors for Dioxins and Dioxin-Like Compounds*, Toxicological Sciences 93(2), 223–241 (2006)
- **[EFH, 2011]** Exposure Factor Handbook, EPA/600/R-09/052F, September 2011 <http://www.epa.gov/ncea/efh/pdfs/efh-complete.pdf>
- **[USEPA, 2014]** IRIS Toxicological Review of Benzo[a]pyrene (External Review Draft). U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, EPA/635/R-14/312a-b, 2014, http://cfpub.epa.gov/ncea/iris_drafts/recordisplay.cfm?deid=280022
- **[USEPA, 2005]** Supplemental Guidance for Assessing Susceptibility from Early-Life Exposure to Carcinogens
- **[NDEP, 2011]** “Identification of Surrogate Reference Chemicals for Volatile Organic Compounds Commonly Encountered at Hazardous Waste Sites” Kurt A. Fehling, Teri L. Copeland, Joanne M. Otani, Brent D. Kerger, Ph.D. - Nevada Division of Environmental Protection.
- **[NYS, 2006]** “New York State Brownfield Cleanup Program: Development of Soil Cleanup Objectives Technical Support Document – Appendix A” New York State Department of Environmental Conservation and New York State Department of Health.
- **[MPCA, 2005]** “Minnesota Statewide Air Toxics Monitoring Study (1996-2001) – Appendix C” Minnesota Pollution Control Agency.
- **[RIVM, 2001]** “Re-evaluation of human-toxicological maximum permissible risk levels” RIVM Report 711701025, National Institute for Public Health and the Environment (Netherlands).
- **[RIVM, 2009]** “Re-evaluation of some human-toxicological maximum permissible risk levels earlier evaluated in the period 1991-2001” RIVM Report 711701092/2009, National Institute for Public Health and the Environment (Netherlands).
- **[Teri Copeland et al., 2006]** “Technical Memorandum: Selection of Pyrene as a Noncarcinogenic Toxicological Surrogate for PAHs” Teri L. Copeland, M.S., DABT, Consulting Toxicologist.
- **[CENOVUS, 2011]** “Pelican Lake Grand Rapids Project: Joint Application and Environmental Impact Assessment Filed – Volume 3 (Air quality, noise and health) – Appendix X (Human and wildlife health risk assessment methods and results)” Cenovus Energy Inc. (Canada).
- **[EPA, 2013]** “EPA's Risk-Screening Environmental Indicator (RSEI) Methodology” and “User's Manual for RSEI Version 2.3.2 - Appendix A” Economics, exposure and technology division, Office of pollution prevention and toxics, United States Environmental Protection Agency.