



Dipartimento Ambiente e  
Connessa Prevenzione  
Primaria



Dipartimento Installazioni di Produzione  
e Insediamenti Antropici

# **Documento di supporto alla Banca dati “ISS-INAIL”**

**2014**

*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)

Ing. Alessandro Ledda (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 ..... | 5  |
| 2. ASPETTI SPECIFICI.....                    | 9  |
| 2.1 Specie chimiche inorganiche .....        | 9  |
| 2.2 Specie chimiche organiche .....          | 13 |
| BIBLIOGRAFIA.....                            | 19 |

## 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.

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 Maggio 2012 [EPA - Region 9, 2012].
- 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 giugno 2012 [Texas, 2012].

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  $D_w$ ) [ $\text{cm}^2/\text{sec}$ ];
- 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.

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 x m<sup>3</sup> / mol]

PV: Pressione di vapore [atm]

M: Peso molecolare [g/mol]

S: Solubilità [g/m<sup>3</sup>]

## 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). Al codice di base, per le indicazioni di pericolo supplementari, possono essere presenti lettere aggiuntive (esempio H331: Tossico se inalato o H350i: Può provocare il cancro se inalato). 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 allinea il CLP alla IV edizione del GHS ed entrerà in vigore per le sostanze il 1 dicembre 2014.
- Il "V ATP" (Regolamento UE n.944/2013) che modifica le classificazioni di Triclorometano e Nitrobenzene. Le nuove classificazioni entreranno in vigore il 1 dicembre 2014.
- Il "VI ATP" (Regolamento UE n.605/2014) che modifica le classificazioni di Etilbenzene e Stirene. Le nuove classificazioni entreranno in vigore anch'esse il 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                | H281: Contiene gas refrigerato: può provocare ustioni o lesioni criogeniche           |
|   | Gas liquefatto refrigerato    |   |
| 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  |
| 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<br>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   |
|   | 2                             | H361de: Sospettato di nuocere al feto   |
|   |                               | H361fd: Sospettato di nuocere alla fertilità Sospettato di nuocere al feto            |
|   | (*)                           | H362: Può essere nocivo per i lattanti allattati al seno                              |
| Tossicità specifica per organi bersaglio (esposizione singola)              | 3                             | H335: Può irritare le vie respiratorie  |
|   |                               | H336: Può provocare sonnolenza o vertigini  |

\* 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 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                               | -         | EUH059: Pericoloso per lo strato di ozono  |

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]<sup>-1</sup> ;
- Slope Factor per inalazione (SF Inal.) [mg/kg-giorno]<sup>-1</sup> e Inhalation Unit Risk (IUR) [µg/m<sup>3</sup>]<sup>-1</sup>;
- Reference Dose per ingestione (RfD Ing.) [mg/kg-giorno];
- Reference Dose per inalazione (RfD Inal.) [mg/kg-giorno] e Reference Concentration (RfCi) [mg/m<sup>3</sup>].

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:

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

### 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 1272/2008<sup>1</sup> (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, che per la classificazione delle sostanze è caratterizzato dai seguenti passaggi:

- dal 20.1.2009 sino al 1.12.2010: è obbligatorio adottare il vecchio sistema (Direttiva 67/548/CEE) e, in aggiunta, è facoltativo adottare il nuovo sistema di cui al Regolamento CLP;
- dal 1.12.2010 al 1.6.2015 sarà 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 1272/2008 (CLP), che si applicherà alle sostanze dal 1.12.2012 ed alle miscele dal 1.6.2015 (II ATP).

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

---

<sup>1</sup> 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

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 dello 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)  |  |  |
|--|--|--|
| <b>Categoria 1</b>   | 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.   |
| <b>Categoria 2</b>   | 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:<br>- adeguati studi a lungo termine effettuati su animali;<br>- altre informazioni specifiche. |
| <b>Categoria 3</b>   | 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) |  |   |
|---|--|---|
| <b>Categoria 1</b>                              | 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.   |
| <b>Categoria 1A</b>                             | 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.   |
| <b>Categoria 1B</b>                             | 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. |   |
| <b>Categoria 2</b>                              | 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 lo IARC**

| Classificazione IARC (International Agency for Research on Cancer) |   |  |
|--|---|--|
| <b>Gruppo 1</b>  | Cancerogeni umani   | Questa categoria è riservata alle sostanze con sufficiente evidenza di cancerogenicità per l'uomo.   |
| <b>Gruppo 2<br/>Sottogruppo 2A</b>                                 | 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.   |
| <b>Gruppo 2<br/>Sottogruppo 2B</b>                                 | 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. |
| <b>Gruppo 3</b>  | Sostanze non classificabili per la cancerogenicità per l'uomo | In questo gruppo vengono inserite le sostanze che non rientrano in nessun'altra categoria prevista   |
| <b>Gruppo 4</b>  | 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<br>93/21/CEE | Regolamento<br>1272/2008/CEE | Classificazione<br>IARC    |
|------------------------|------------------------------|----------------------------|
| Categoria 1            | Categoria 1A                 | Gruppo 1                   |
| Categoria 2            | Categoria 1B                 | Gruppo 2<br>Sottogruppo 2A |
| Categoria 3            | Categoria 2                  | Gruppo 2<br>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 dallo IARC (indipendentemente dalla classificazione del Regolamento (CE)1272/2008).

L'unica eccezione a tale criterio risulta essere l'1,1-Dicloroetilene per il quale, pur essendo classificato secondo il Regolamento 1272/2008/CE in categoria 2 e dallo IARC in categoria 3, non è stato possibile reperire valori attendibili nelle banche dati prese a riferimento.

## 2. ASPETTI SPECIFICI

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 6 sono riportati a titolo indicativo per ogni metallo i valori di solubilità del sale più solubile, tra quelli più comunemente riscontrabili.

**Tabella 6 – 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    |
| Mercurio                   | 7439-97-6  | Cloruro di Mercurio     | 7487-94-7          | 6,90E+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    |
| Piombo Tetraetile          | 78-00-2    | Piombo Tetraetile       | 78-00-2            | 2,90E-01          | 1    |
| 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 7, 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 7 - 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 8 e 9 si riportano le corrispondenti proprietà chimico/fisiche e tossicologiche.

Tabella 8 – Proprietà chimico/fisiche per Alluminio, Argento, Boro, Ferro, Manganese, Nitriti, e Solfati

|           | 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    |
| Solfati   | 14808-79-8 | 98,07              | 1,00E+06              | 11   |                        |                     |      | 5,93E-05                    | 11   | 3,13E-10                  | 11** |                 |                | 0,01        | ---  | ---          | 2    |

**Tabella 9 – Proprietà tossicologiche per Alluminio, Argento, Boro, Ferro, Manganese, Nitriti, e Solfati**

|           | Numero CAS | Class. UE                             | Class. IARC | Rif. | SF Ing. [mg/kg-giorno] <sup>1</sup> | Rif. | SF Inal. [mg/kg-giorno] <sup>1</sup> | IUR [µg/m <sup>3</sup> ] <sup>1</sup> | Rif. | RfD Ing. [mg/kg-giorno] | Rif. | RfD Inal. [mg/kg-giorno] | RfC <sub>i</sub> [mg/m <sup>3</sup> ] | Rif. |
|-----------|------------|---------------------------------------|-------------|------|-------------------------------------|------|--------------------------------------|---------------------------------------|------|-------------------------|------|--------------------------|---------------------------------------|------|
| Alluminio | 7429-90-5  | Water-react. 2 H261<br>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    |                          |                                       |      |
| Solfati   | 14808-79-8 |                                       |             |      |                                     |      |                                      |                                       |      |                         |      |                          |                                       |      |

### **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.

Il Cromo VI è classificato cancerogeno per inalazione (Carc.1B con indicazione di pericolo H350i – Può provocare il cancro se inalato), non essendo una sostanza volatile, la via di esposizione da attivare per l'elaborazione dell'analisi di rischio è il percorso di risollevarimento polveri.

### **Berillio**

Il Berillio è classificato cancerogeno per inalazione (Carc.1B con indicazione di pericolo H350i – Può provocare il cancro se inalato), non essendo una sostanza volatile, la via di esposizione da attivare per l'elaborazione dell'analisi di rischio è il percorso di risollevarimento polveri.

## 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 e l'Indenopirene;
- Gruppo 3 (non classificabili come cancerogeni per l'uomo) con il Benzo(g,h,i)perilene, il Dibenzo(a,e)pirene e il Pirene per quali non è riportato il valore di SF.

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

Poiché il Dibenzo(a,l)pirene è assente nelle banche dati prese come riferimento, a tale sostanza sono state attribuite le proprietà chimico fisiche e tossicologiche del Dibenzo(a,h)antracene, poiché classificato 2A dalla IARC.

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=194584](http://cfpub.epa.gov/ncea/iris_drafts/recordisplay.cfm?deid=194584)]. 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". Una volta resi pubblici i risultati della review, di cui è prevista la pubblicazione sul database IRIS, si provvederà ad aggiornare i parametri tossicologici.

### ***Alifatici clorurati non cancerogeni***

Riguardo il 1,2-Dicloroetilene, poiché il D.Lgs. 152/06 non specifica l'isomero di riferimento (cis o trans), a tale specie chimica sono stati attribuiti i valori delle proprietà chimico-fisiche e



tossicologiche del trans-1,2-Dicloroetilene. Si evidenzia che per il cis-1,2-Dicloroetilene non risultano attualmente disponibili valori consolidati delle proprietà chimico-fisiche e tossicologiche.

### **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 10 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 10 - Dati di K<sub>oc</sub> dei fenoli clorurati in funzione del pH [EPA – SSG, 1996]**

| <b>pH</b> | <b>2-Clorofenolo</b> | <b>2,4-Diclorofenolo</b> | <b>Penta clorofenolo</b> | <b>2,4,6-Triclorofenolo</b> |
|-----------|----------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| 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,o-Anisidina, poiché in letteratura non sono reperibili valori ad oggi scientificamente consolidati, in particolare per le proprietà tossicologiche e per alcune proprietà chimico-fisiche (in particolare per i coefficienti di diffusione in aria e in acqua), la procedura di analisi di rischio risulta inapplicabile.

### **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:  $\alpha$ -esaclorocicloesano,  $\beta$ -esaclorocicloesano e  $\gamma$ -esaclorocicloesano. Secondo la Classificazione Europea, soltanto gli isomeri  $\alpha$  e  $\beta$  sono classificati cancerogeni di Categoria 2 (sostanza di cui si sospettano effetti cancerogeni) mentre l'isomero  $\gamma$  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 11 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 11 – Fattori di tossicità equivalente (TEF) per diossine secondo WHO 2005 (Van der Berg et al., 2006)**

| DIOSINE E FURANI                     | TEF<br>[WHO, 2005] |
|--------------------------------------|--------------------|
| <b>Chlorinated dibenzo-p-dioxins</b> |                    |
| 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             |
| <b>Chlorinated dibenzofurans</b>     |                    |
| 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, 101, 138, 153, 180

Tale selezione considera, in via cautelativa, i 12 congeneri dei PCB dl e i 6 PCB individuati quali “indicatori” in varie normative di settore ambientali e/o sanitaria (discariche, alimenti,

ecc.). I PCB totali, espressi come sommatoria di quelli sopraelencati, 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 (maggio 2014).

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.

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].

### **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, 2012]** 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/> , 2012/11/1
- **[Texas, 2012]** 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> , 2012/11/1
- **[GSI, 2012]** GSI Environmental Chem/Tox Database, <http://www.gsi-net.com/en/software/rbca-for-chemical-releases-v25.html> , 2012/11/1
- **[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> , 2012/11/1
- **[PERRY, 2007]** B. E. Poling, G. H. Thomson, D. G. Friend, R. L. Rowley, W. V. Wilding, *Perry's Chemical Engineers' Handbook 8<sup>th</sup> edition*, McGraw-Hill, 2008, ISBN 0071511253
- **[MADEP, 2002]** Massachussets 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/>, 2013/09/01
- **[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>, 2012/11/1

- **[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, 2012/11/1
- **[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, 2005]** Supplemental Guidance for Assessing Susceptibility from Early-Life Exposure to Carcinogens