

# **Valutazione del rischio chimico**

CdL Magistrale Interateneo in  
Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e il Territorio  
Università di Udine e Università di Trieste

CdL Magistrale in Chimica  
Università di Trieste

Docente  
Pierluigi Barbieri

**SSD Chimica dell'ambiente e dei beni culturali, CHIM/12**

# *Valutazione del rischio chimico*

Processo chimico



(Emissioni)



(Dispersione  
Trasferimenti di fase  
trasformazioni ambientali)



**Esposizione** / PEC



**Valutazione  
del rischio**



Valutazione degli **effetti** dell'esposizione  
a sostanze singole e a miscele /  
NOAEC /tossicologia

## Valutazioni quantitative

- Definizione di livelli di rischio inaccettabili o accettabili definiti nell'ambito di disposizioni comunitarie o di "documenti guida" TGD europei

- **Rischio** ambientale da valutare è quello **derivante dall'uso di prodotti nelle normali condizioni di impiego** (diffusione ambientale di sostanze e/o prodotti di degradazione che possono compromettere lo stato di qualità delle risorse naturali)
- Valutazioni di preparati chimici quali fitosanitari, biocidi, farmaci, additivi, **non riguarda rischi connessi alle fasi di produzione, movimentazione, stoccaggio e smaltimento a fine ciclo** che si possono presentare nei luoghi di produzione

Per queste fasi sono previste **altre norme** per garantire raggiungimento di adeguati livelli di sicurezza ambientale

- **Sicurezza sul lavoro** (direttiva 89/391/CEE e successive modifiche) (Testo unico sulla salute e sicurezza dei lavoratori.(D.Lgs 9 aprile 2008 n. 81 (già DLgs 626/1994))
- **Attività a rischio di incidente rilevante** (direttiva 96/82/CE e successive modifiche) D.Lgs. 17 agosto 1999, n. 334, D.Lgs. 21 settembre 2005, n. 238
- **Prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento** (direttiva 96/61/CE e successive modifiche) (IPPC Integrated Pollution Prevention and Control) D.Lgs 372/99, "Direttiva IPPC" (Integrated Pollution Prevention and Control), D.Lgs 59/05, D.Lgs 152/2006 D.Lgs 4/2008
- **Rifuti pericolosi** (direttiva 91/689/CE e successive modifiche; Direttiva 2008-98-CE del 19 novembre 2008)

Vanno distinte:

procedure di **valutazione di rischio ambientale**

svolte nell'ambito di processi decisionali anche prima dell'immissione in commercio di sostanze chimiche (molteplicità di scenari possibili, considerazioni su scenari teorici) e

procedure di **valutazione di impatto ambientale**

(si applicano a opere e attività destinate ad essere realizzate in uno specifico contesto territoriale)



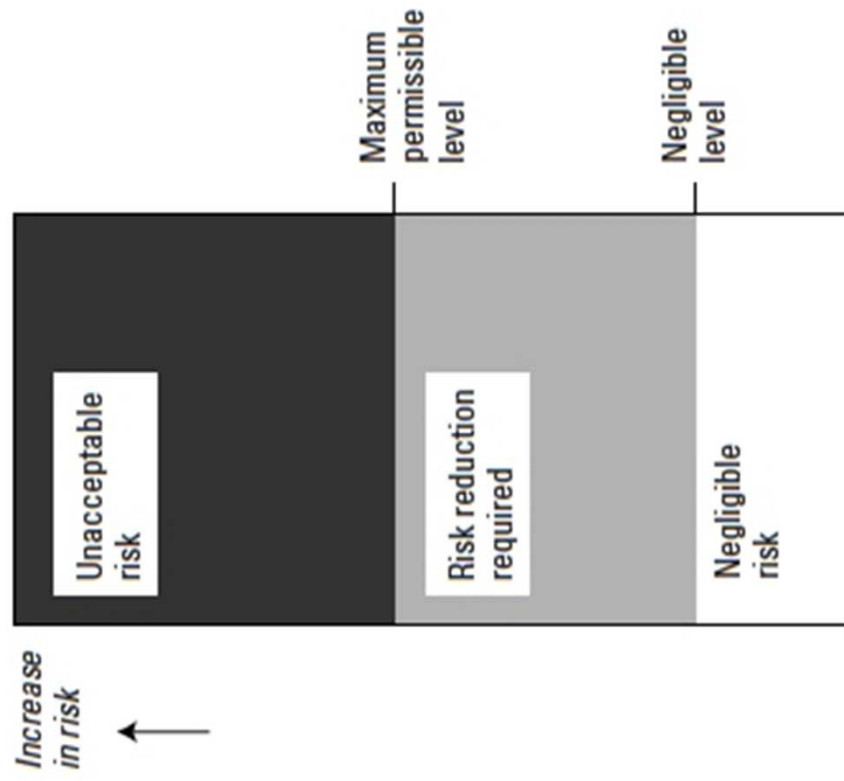


Figure 1.5. Risk limits and risk reduction.

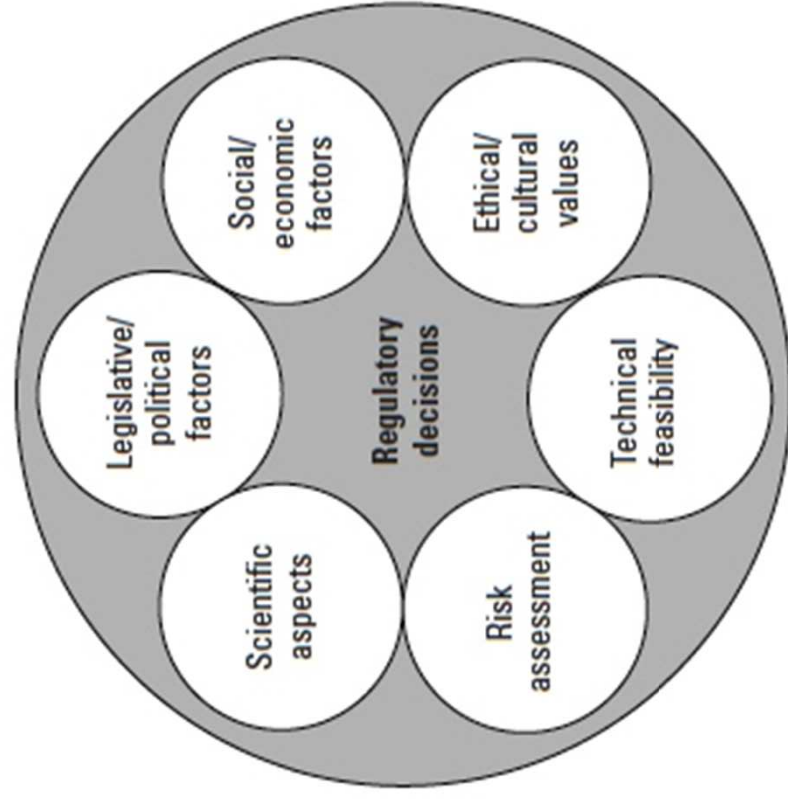


Figure 1.6. Elements in risk management. Modified from the U.S. Congress, Office of Technology Assessment [27].



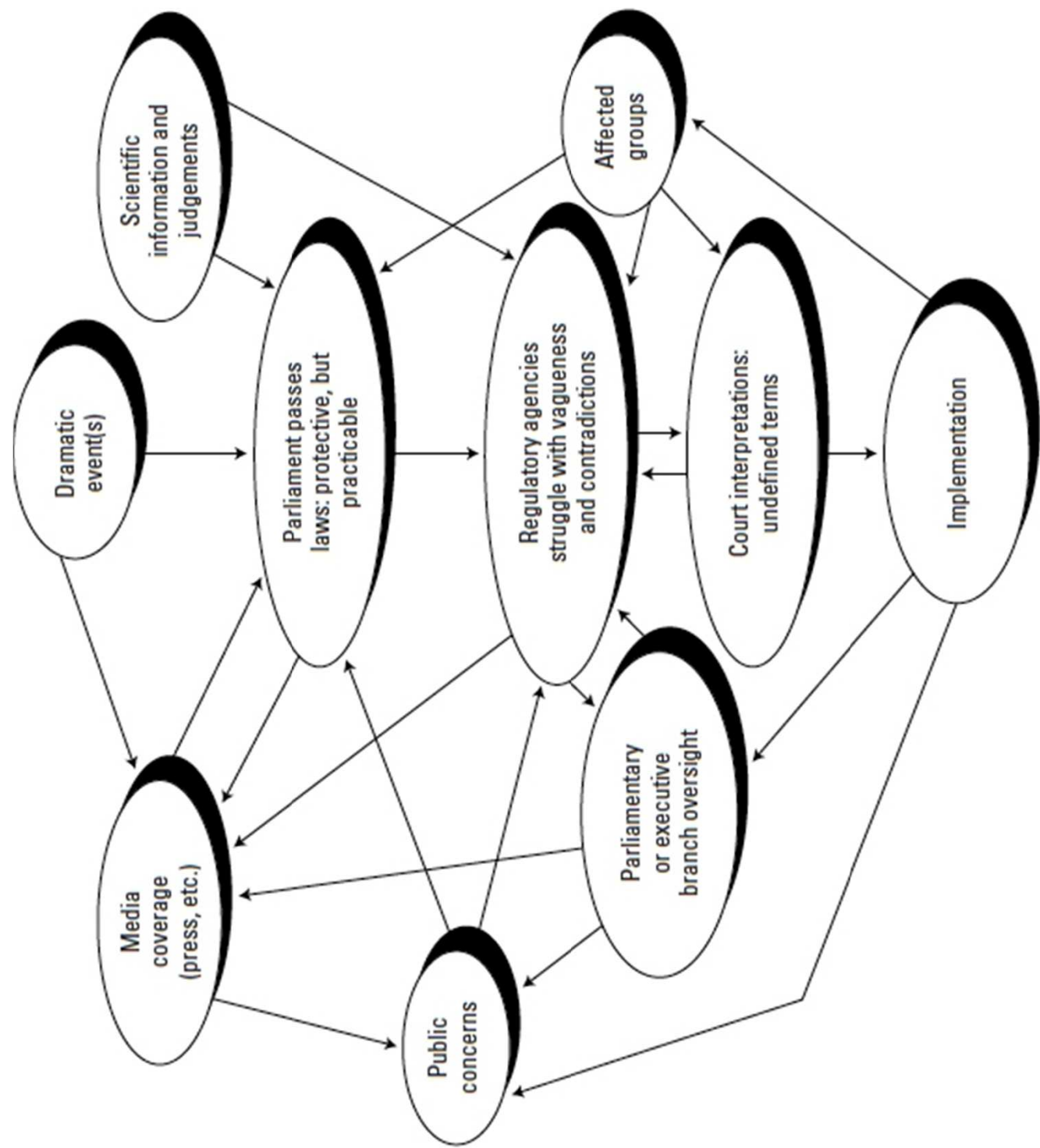


Figure 1.7. Forces in health and environmental policy-making. Modified from Lave and Malès [28]. With permission. Copyright 1989 American Chemical Society.

Un altro aspetto rilevante, condizionante la disponibilità di risorse e il supporto dei decisori:

## **LA COMUNICAZIONE DEL RISCHIO**

Che è il flusso di informazioni tra valutatori, decisori, attori della filiera produttiva, consumatori finali e cittadini

# Objectives of Risk Communication

- ***Enlightenment:*** Making people able to understand risks and become “*risk-literate*”
- ***Behavioral changes:*** Making people aware of potential risks and help them to *take protective actions*
- ***Trust building:*** Assisting risk management agencies to *generate and sustain trust*
- ***Conflict resolution:*** Assisting risk managers to involve major stakeholders and affected parties to take part in the risk management process

# Relevance of Risk Communication

- *Health and Safety* are top concerns of people in industrial countries
- People demand more information and transparency on decisions that affect their welfare
- Trust in traditional decision makers is low and replaced by demand of participation
- Risk communication is legally demanded in many countries

# Important Contextual Aspects

## – ***Types of audiences:***

- Peripheral versus central
- Cultural subgroups: entrepreneurial, egalitarian, bureaucratic, individualistic

## – ***Sociopolitical climate and style***

- Adversarial, consensual, corporatist and fiduciary

## – ***Levels of risk debates***

- simple routine, complex, uncertain but uncontested risks, uncertain and ambiguous risks

## Per approfondire

March 5-6, 2002 Environmental Risk Communication Summit  
Proceedings August 2002

<http://www.gdrc.org/uem/disasters/disenvi/ercwhitepaper.pdf>

O.M.S. sulla qualità delle acque:

[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/iwachap14.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/iwachap14.pdf)

# ***Valutazione del rischio chimico (attività scientifico - tecnica)***

Valutare il rischio significa valutare

**Emissioni/rilasci di *chemicals***

**Esposizione** di gruppi di individui

**Effetti dei *chemicals* (*Hazard assessment*)**

Serve conoscere:

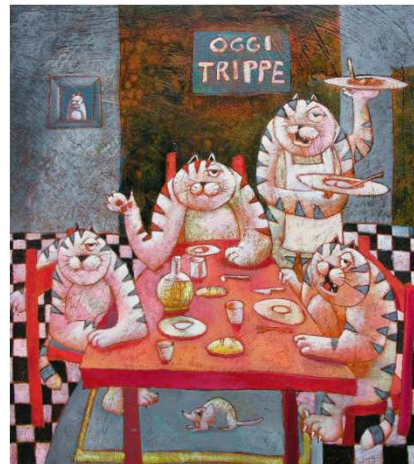
Tecnologie chimiche

Chimica

Scienze computazionali

Biochimica

Ecotossicologia



È “Trippa per gatti”  
per ricercatori e  
professionisti

# Valutazione del rischio chimico

## Ecotossicologia: scienza delle tre S

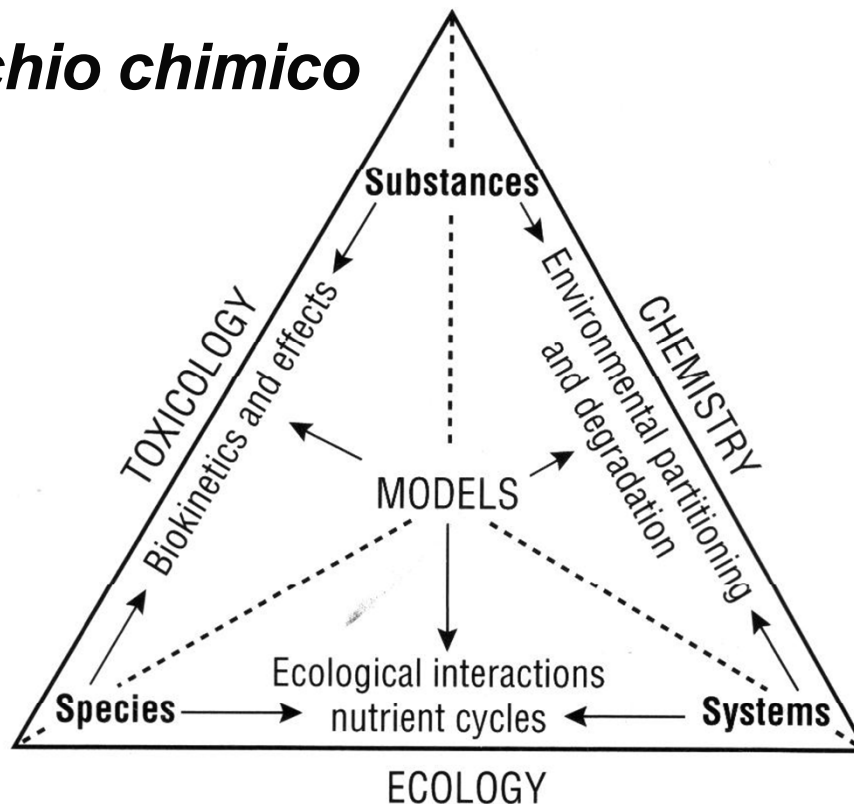


Figure 6.1. Ecotoxicology is a multi-disciplinary study into the toxic effects of substances on species in complex systems [1].

Table 6.1. “Disciplines” of ecotoxicology and some of their research topics

Chemistry	Toxicology	Ecology	Mathematics
Exposure assessment	effects assessment	community structure	environmental fate models
Transport	modes of toxic action	community functions	pharmacokinetic models
Partitioning	bioaccumulation	population dynamics	LC50 and NOEC statistics
Transformation	biotransformation	nutrient/energy cycling	species-species extrapolation
SARs/QSARs	extrapolation	various interactions	population and ecosystem models



## Applicazioni: valutazioni di pericolosità per sostanze chimiche

Il regolamento REACH: servono “dossier” sulle sostanze chimiche

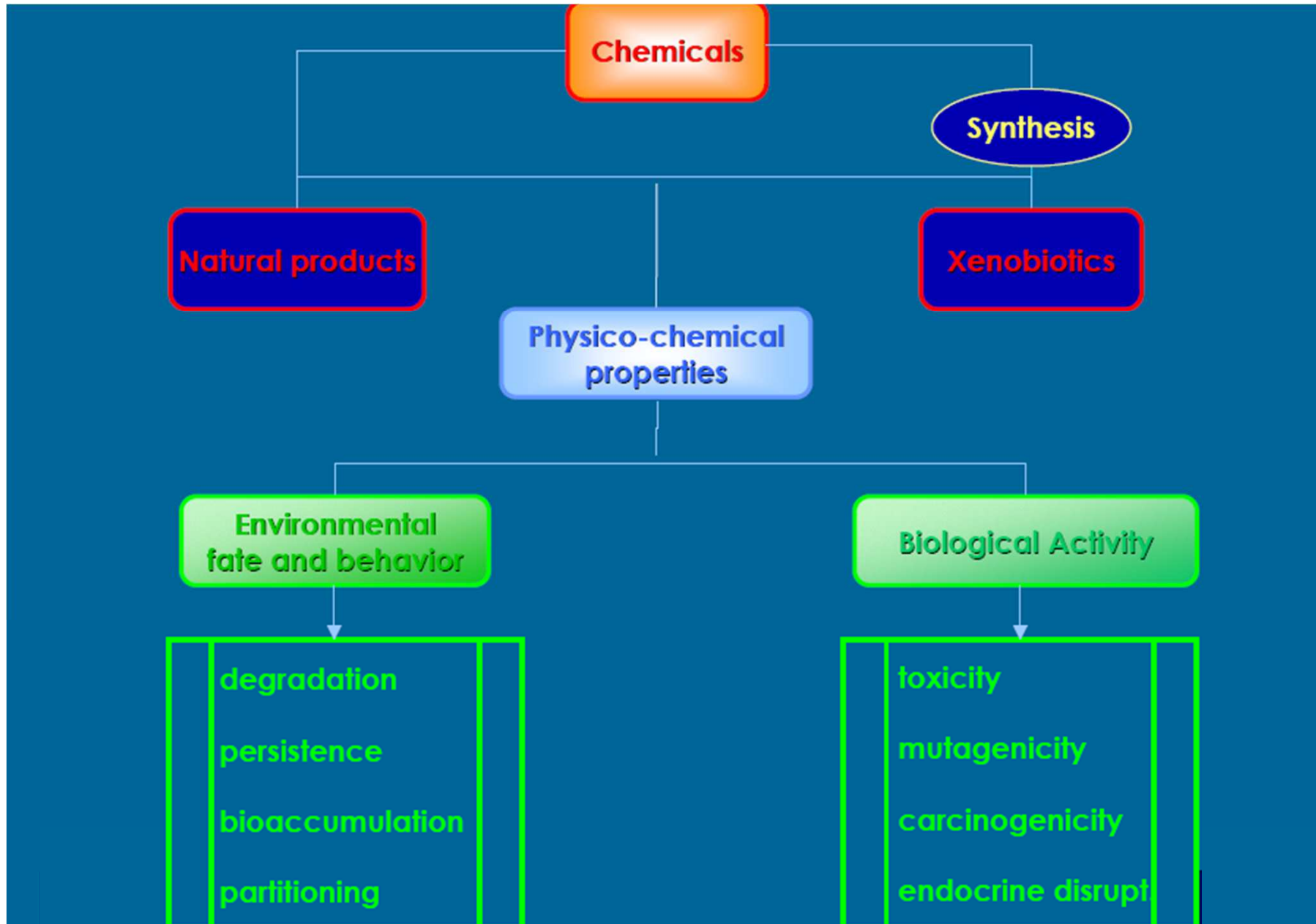
**REACH** è l'acronimo di **Registration Evaluation Authorization of Chemicals**. E' un nuovo sistema teso a raccogliere tutte le informazioni sulle proprietà chimico-fisiche, tossicologiche ed ecotossicologiche delle sostanze chimiche nonché sui diversi utilizzi che comportino l'esposizione alle stesse dei lavoratori, dei consumatori e dell'ambiente.

Il **Regolamento REACH** riguarda, a vario titolo, tutti i settori che utilizzano dei "chemicals" ovvero: Produttori, Importatori, Formulatori ed Utilizzatori a Valle di sostanze e preparati chimici indipendentemente dal fatto che siano pericolosi o meno.

**Approccio progressivo basato sui volumi di produzione e sulla pericolosità delle sostanze**

- ❖ **Registration per tutte le sostanze (>1ton/anno)**
- ❖ **Evaluation per tutte le sostanze**
- ❖ **Authorization for Chemicals (sostanze che destano preoccupazione)**

### 3) Applicazioni: valutazioni di pericolosità per sostanze chimiche



### 3) Applicazioni: valutazioni di pericolosità per sostanze chimiche

## Classical Hansch equation:

$$\text{"Toxicity"} = a + b \log P + c E + d S$$

**logP**

or **log K<sub>ow</sub>**, partition coefficient  
between octanol and water:  
hydrophobicity term



The probability or ability of the  
chemical to reach the target site

**E**

electronic term



The possibility of the chemical to interact  
with the target and to be active

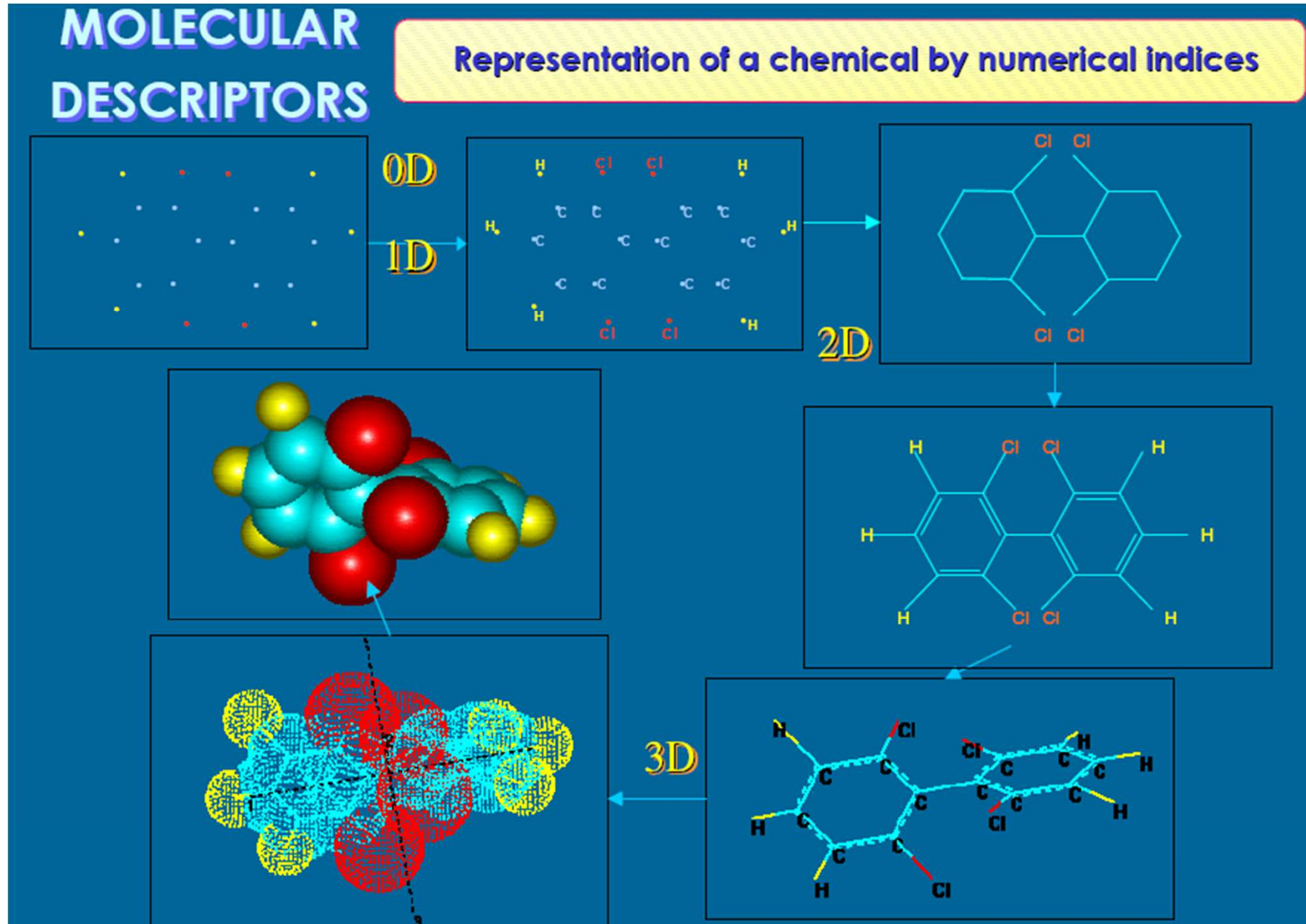
**S**

steric term related  
to bulk and shape

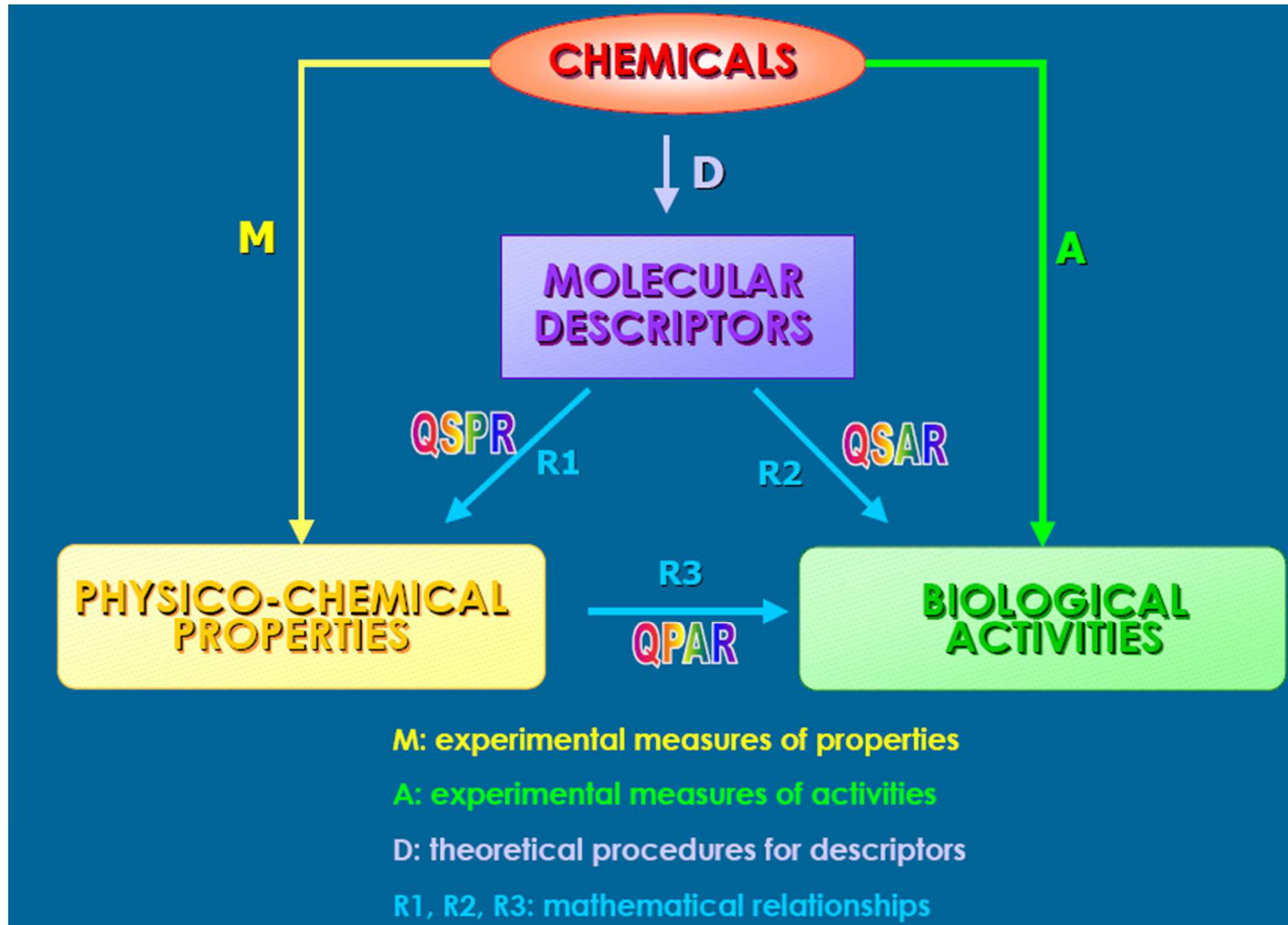


Congenericity principle

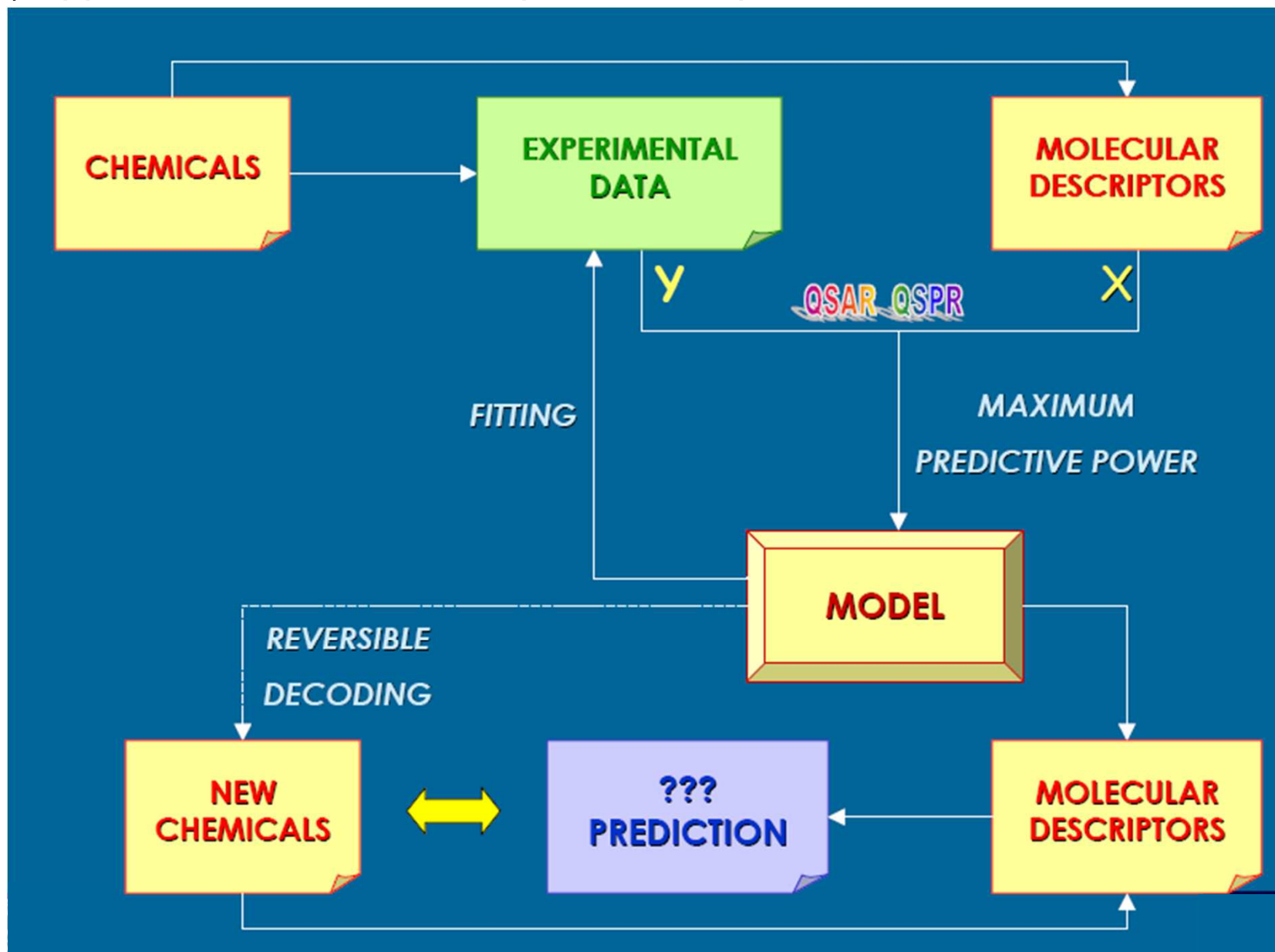
### 3) Applicazioni: valutazioni di pericolosità per sostanze chimiche



### 3) Applicazioni: valutazioni di pericolosità per sostanze chimiche



### 3) Applicazioni: valutazioni di pericolosità per sostanze chimiche



### 3) Applicazioni DLgs 152/2006: AR in SITI CONTAMINATI

ISPRA: Siti contaminati - Mozilla Firefox

File Modifica Visualizza Cronologia Segnalibri Yahoo! Strumenti ?

http://www.apat.gov.it/site/it-IT/Servizi\_per\_l'Ambiente/Siti\_contaminati/

powered by YAHOO! SEARCH Search Active Surf-Shield Search-Shield AVG Info Get More

Y! Search Web Mail Shopping Personals My Yahoo! News Games Travel Finance

**ISPRA**  
Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

URP - Contatti - Mappa - Ricerca - Guida - Area Riservata - English - Français - Español

Home :: Siti contaminati ::

ISPRA - ex APAT

- L'Istituto - ex APAT
- Struttura e Attività
- Altro

ISPRA - ex ICRAM

- L'Istituto - ex ICRAM

ISPRA - ex INFS

- L'Istituto - ex INFS

Temi

- Elenco temi

Servizi per l'Ambiente

- Banca dati indicatori ambientali - Annuario
- Biblioteca
- Carte geologiche
- Coste, Laguna di Venezia, Acque interne

Servizi per l'Ambiente

### Siti contaminati



Con il termine "sito contaminato" ci si riferisce a tutte quelle aree nelle quali, in seguito ad attività umane svolte o in corso, è stata accertata un'alterazione delle caratteristiche qualitative dei terreni, delle acque superficiali e sotterranee, le cui concentrazioni superano quelle imposte dalla normativa.

La legislazione relativa ai siti contaminati è in fase di modifica: il D.M. 471/99 "Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati", è stato sostituito dal Titolo V "Bonifica di siti contaminati" della Parte Quarta del D.Lgs 152/06, anch'esso in corso di riformulazione.

All'interno di questo quadro normativo in evoluzione l'APAT ha, tra le sue attività istituzionali, il compito di formulare e aggiornare le linee guida per le attività di caratterizzazione e bonifica dei siti contaminati. Alcuni di questi documenti sono stati preparati in collaborazione con il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e con altri enti coinvolti in questo tema.

I documenti sono raccolti in tre sezioni:

- attività di caratterizzazione dei siti:** norme di riferimento per i siti d'interesse nazionale, documentazione inerente i limiti di concentrazione e le procedure analitiche, anagrafe dei siti contaminati;

Siti contaminati

- Caratterizzazione e documentazione
- Tecnologie di bonifica
- Analisi di rischio

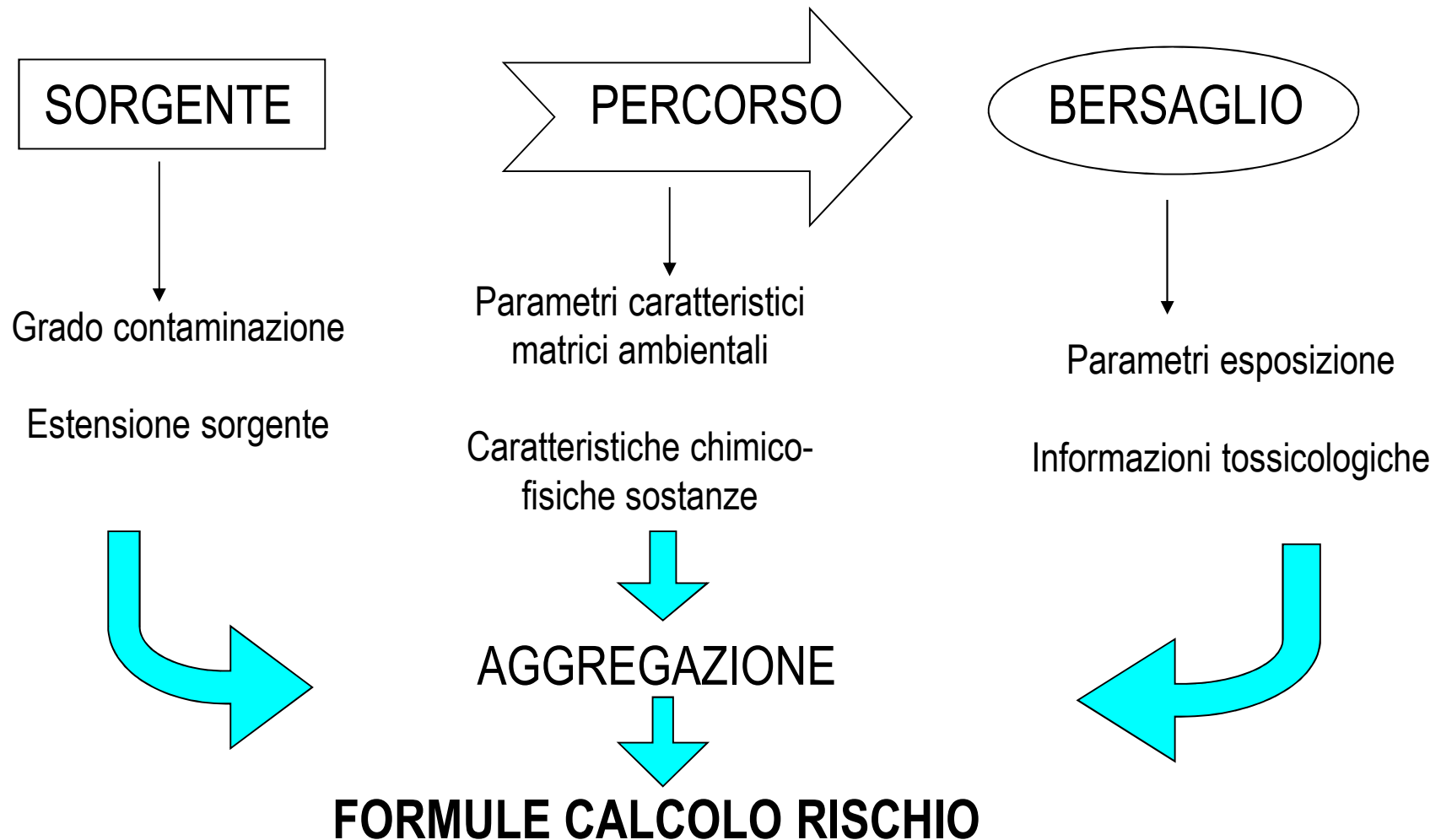
15000 siti Contaminati In Italia

Completato

zotero

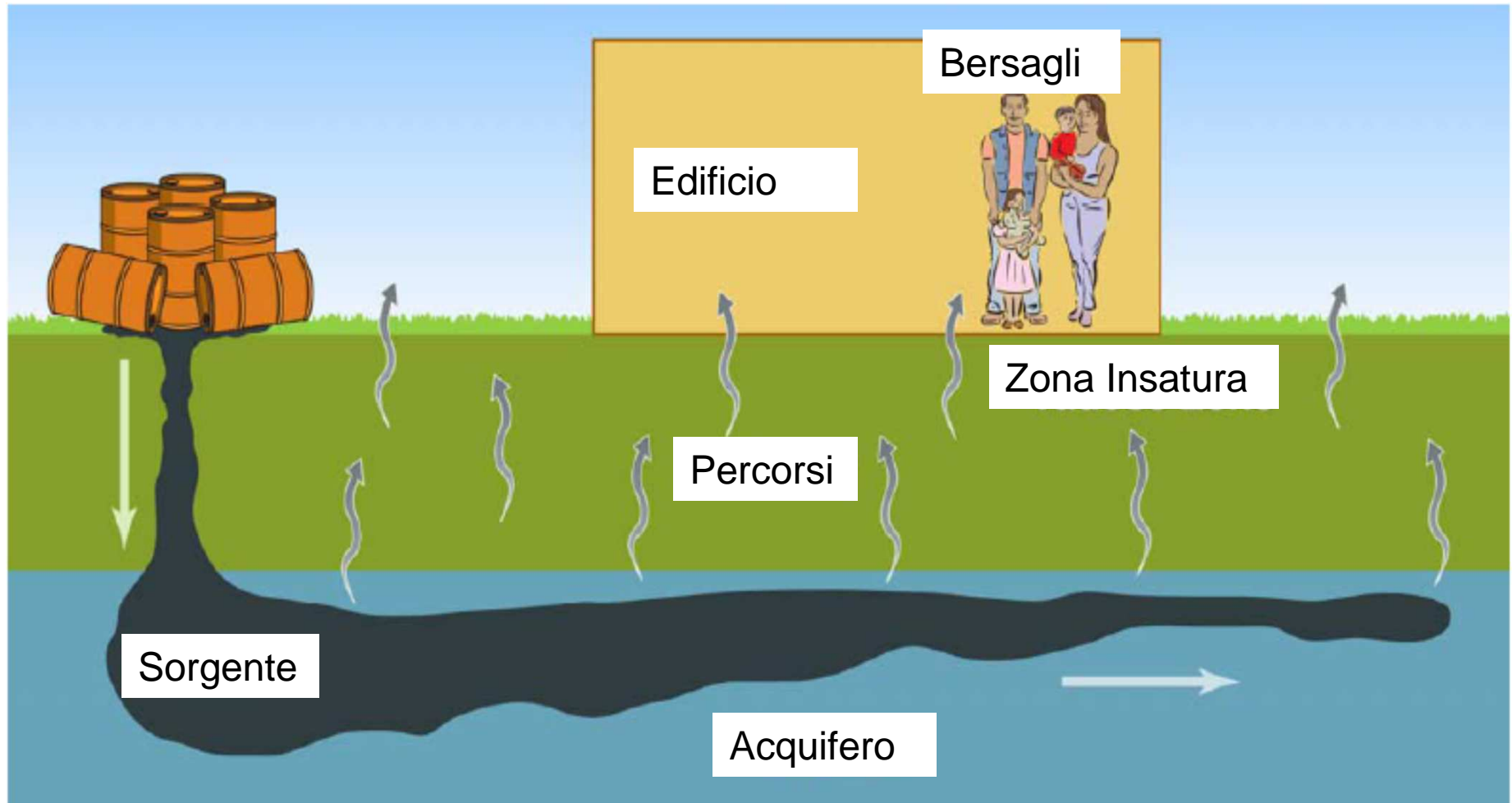
### 3) Applicazioni DLgs 152/2006: AR in **SITI CONTAMINATI**

## INFORMAZIONI ACQUISITE PER IL CALCOLO DEL RISCHIO





# Rappresentazione del Modello Concettuale del Sito



Modificato da ITRC (Gennaio 2007)

# Rappresentazione del Modello Concettuale del Sito

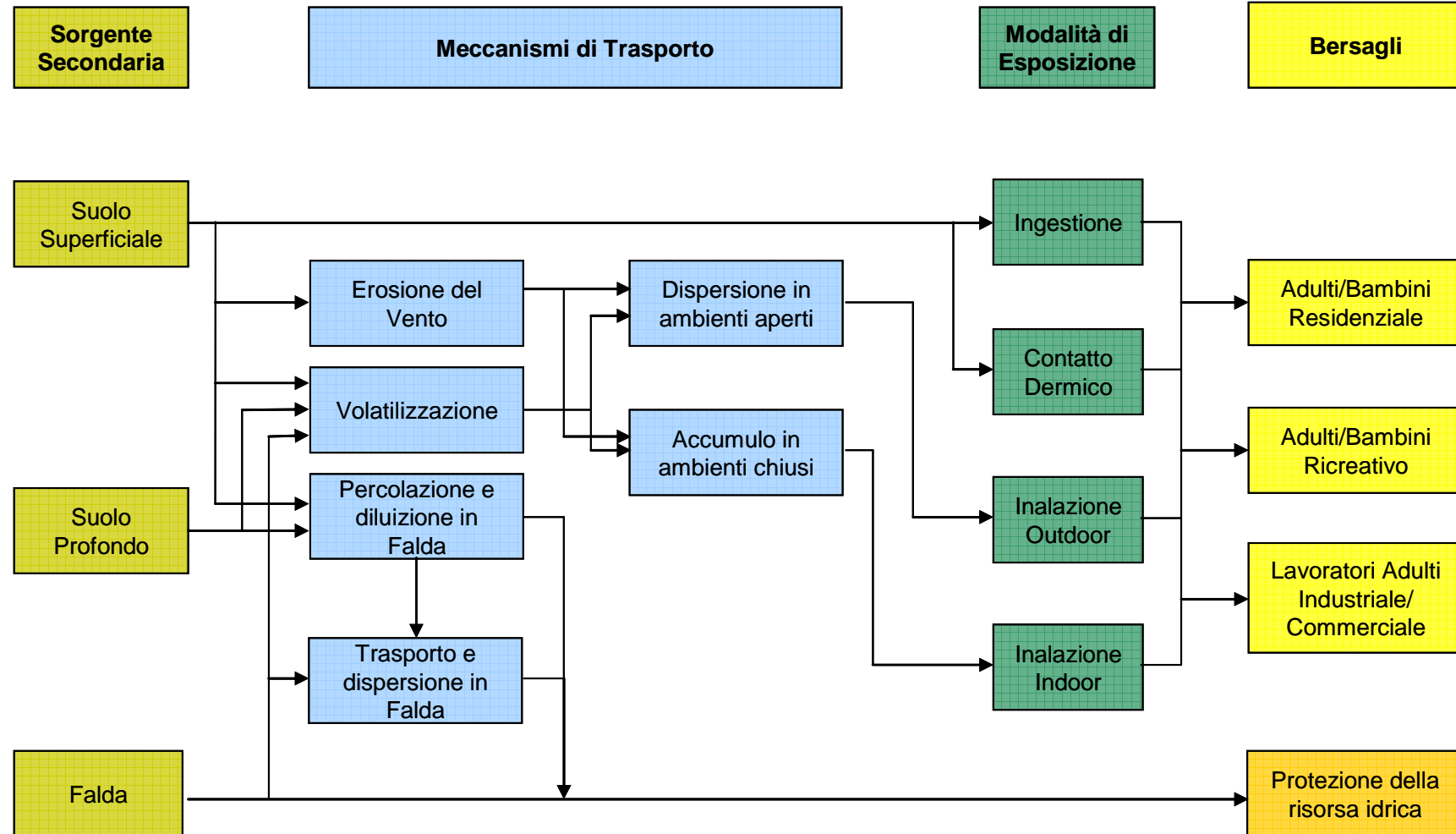


Diagramma di flusso [APAT rev. 2, 2008]

# Che cos'è il rischio?

- DEFINIZIONE ADOTTATA NELLE PROCEDURE DI SICUREZZA INDUSTRIALE:

$$R = P \times D = P \times Fp \times Fe$$

R: rischio associato ad un dato evento

P: probabilità di accadimento

D: danno provocato dall'evento

Fp: fattore di pericolosità (entità del possibile danno - morte, lesioni, intossicazione)

Fe: fattore di contatto (funzione della durata di esposizione)

- DEFINIZIONE ADOTTATA NEL CASO DI SITI CONTAMINATI:

$$R = E \times T$$

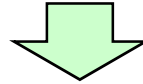
P = probabilità accadimento del danno conclamata (P = 1)

Fp = T [mg/kg d]<sup>-1</sup> (Tossicità dell'inquinante)

Fe = E [mg/kg d] (Portata effettiva di Esposizione)

# Rischio Sanitario-Ambientale

RISCHIO = ESPOSIZIONE x TOSSICITA'



Per le sostanze tossiche:

$$HI = \frac{E}{TDI}$$

*E = Esposizione cronica effettiva [mg/kg-giorno]*

*TDI (o RfD) = Dose di riferimento [mg/kg-giorno]*

Per le sostanze cancerogene:

$$R = E \times SF$$

*E = Esposizione cronica effettiva*

*SF = Grado di cancerogenicit *

# Formule applicative

$$E = C_{poe} \cdot EM$$

$$C_{poe} = C_s \cdot FT$$

$$EM = \frac{CR \cdot EF \cdot ED}{BW \cdot AT}$$

$$E = C_s \cdot FT \cdot \frac{CR \cdot EF \cdot ED}{BW \cdot AT}$$

$C_{poe}$  = concentrazione al punto di esposizione

$C_s$  = concentrazione in sorgente

$FT$  = fattore di trasporto

$EM$  = Portata effettiva di esposizione

$CR$  = Tasso di contatto

$EF$  = Frequenza dell'esposizione

$ED$  = Durata dell'esposizione

$BW$  = Peso corporeo

$AT$  = Tempo di mediazione

Effetti cancerogeni

$$R = C_s \cdot FT \cdot \frac{CR \cdot EF \cdot ED}{BW \cdot AT} \cdot SF$$

Effetti tossici

$$R = C_s \cdot FT \cdot \frac{CR \cdot EF \cdot ED}{BW \cdot AT} \cdot \frac{1}{RfD}$$

$$EM \left[ \frac{mg}{Kg \times giorno} \right] = \frac{SA \times AF \times ABS \times EF \times ED}{BW \times AT \times 365 \frac{giorni}{anno}}$$

- **Contatto dermico**

$$EM \left[ \frac{mg}{Kg \times giorno} \right] = \frac{IR \times FI \times EF \times ED}{BW \times AT \times 365 \frac{giorni}{anno}}$$

- **Ingestione di suolo**

$$EM \left[ \frac{L}{Kg \times giorno} \right] = \frac{IRW \times EF \times ED}{BW \times AT \times 365 \frac{giorni}{anno}}$$

- **Ingestione di acqua**

$$EM \left[ \frac{m^3}{Kg \times giorno} \right] = \frac{B_o \times EF_g \times EF \times ED}{BW \times AT \times 365 \frac{giorni}{anno}}$$

- **Inalazione di vapori e polveri outdoor**

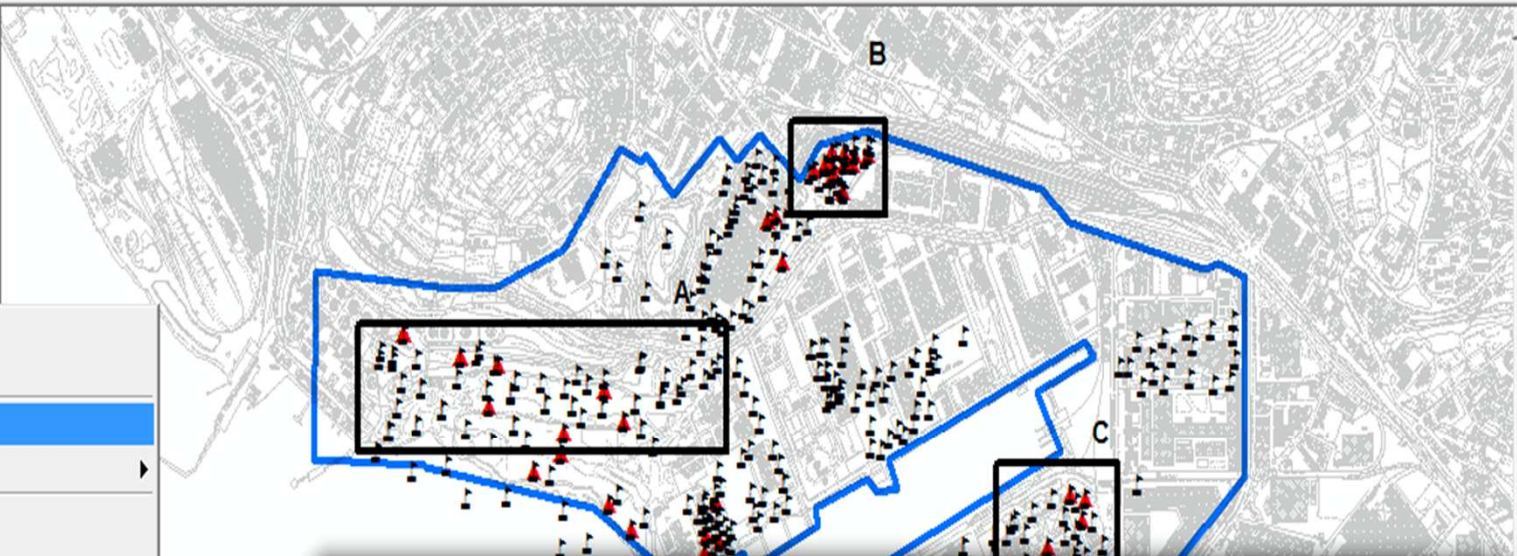
<b>FATTORI DI ESPOSIZIONE (EF)</b>	<b>Simbolo</b>	<b>Unità di Misura</b>
<b>Fattori comuni a tutte le modalità di esposizione</b>		
Peso corporeo	BW	kg
Tempo medio di esposizione per le sostanze cancerogene	ATc	anni
Tempo medio di esposizione per le sostanze non cancerogene	ATn	anni
<b>Contatto dermico con Suolo (SS)</b>		
Durata di esposizione	ED	anni
Frequenza di esposizione	EF	giorni/anno
Superficie di pelle esposta	SA	cm <sup>2</sup>
Fattore di aderenza dermica del suolo	AF	mq/(cm <sup>2</sup> giorno)
Fattore di assorbimento dermico	ABS	adim.
<b>Ingestione di Suolo (SS)</b>		
Durata di esposizione	ED	anni
Frequenza di esposizione	EF	giorni/anno
Frazione di suolo ingerita	FI	adim.
Tasso di ingestione di suolo	IR	mg/giorno
<b>Ingestione di acqua potabile (GW)</b>		
Durata di esposizione	ED	anni
Frequenza di esposizione	EF	giorni/anno
Tasso di ingestione di acqua	IR <sub>w</sub>	L/giorno
<b>Inalazione di Aria Outdoor (AO)</b>		
Durata di esposizione	ED	anni
Frequenza di esposizione	EF	giorni/anno
Frequenza giornaliera di esposizione outdoor	EFgo	ore/giorno
Inalazione outdoor	Bo	m <sup>3</sup> /ora
Frazione di particelle di suolo nella polvere	Fsd	adim.

# ES. SIN "Trieste"

Geostatistical Analyst

- superamenti terreno
  - sondaggiSIN\_TS
    - 110142\_Q.dwg Group Layer
    - 110143\_Q.dwg Group Layer
    - ezitcontorno
    - aromatici\_terreni
    - metalliterreno
    - ipate
    - ipa\_t
    - idro
    - idro
    - idro
  - profond
  - profond
  - profond
  - profond
  - profond
  - profond
  - profond
  - profond

- Copy
- Remove
- Open Attribute Table
- Joins and Relates
- Zoom To Layer
- Zoom To Make Visible
- Visible Scale Range
- Use Symbol Levels
- Selection
- Label Features
- Convert Labels to Annotation...
- Convert Features to Graphics...
- Convert Symbolology to Representation...
- Data
- Save As Layer File...
- Properties...



Attributes of metalliterreno

site name	node name	node x	node y	sample dep	parameter1	value	mu	value
Ezit	CA07_alder	2427404.68089	5051515.1002	C	Cromo totale	1700	mg/kg	
Ezit	CA07_alder	2427404.68089	5051515.1002	C	Nichel	900	mg/kg	
Ezit	F9_silone	2426386.14722	5050790.61035	A	Vanadio	655	mg/kg	
Ezit	F98_tesecco	2426782.0775	5050997.0538	B	Rame	4310	mg/kg	
Ezit	P13_pacorini	2427497.01622	5051571.89668	D	Rame	602	mg/kg	
Ezit	P14_pacorini	2427410.00365	5051306.83098	C	Antimonio	50	mg/kg	
Ezit	PM109_tesecco	2426730.4673	5051082.3772	B	Piombo	1390	mg/kg	
Ezit	PM109_tesecco	2426730.4673	5051082.3772	B	Rame	2810	mg/kg	
Ezit	PM109_tesecco	2426730.4673	5051082.3772	B	Arsenico	53,9	mg/kg	
Ezit	PZ01_italcementi	2426682.382	5052114.089	C	Rame	1300	mg/kg	
Ezit	pz2_pacorini	2427463.35382	5051622.94515	C	Rame	880	mg/kg	
Ezit	S020_italcementi	2426641.809	5052197.185	B	Cadmio	49	mg/kg	
Ezit	S020_italcementi	2426641.809	5052197.185	B	Zinco	1900	mg/kg	
Ezit	S020_italcementi	2426641.809	5052197.185	B	Dama	620	mg/kg	

Record: 1 Show: All Selected Records (0 out of 109 Selected) Options