

# **Valutazione del rischio chimico**

CdL Magistrale Interateneo in  
Analisi e Gestione dell'Ambiente  
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



(Dispersione  
Trasferimenti di fase  
trasformazioni ambientali)

Esposizione / PEC

Valutazione  
del rischio

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

# Sostanze diverse

Le **sostanze chimiche emesse nell'ambiente posson provenire da:**

- (a) **materiali inanimati** (es. rocce, sali, azoto e gas inerti; estratti, utilizzati, trasformati (HM));
- (b) **combustibili fossili** (trasformazione di sostanza organica -> forme stabili e ricche di carbonio);
- (c) organismi (**biomassa** - carboidrati, gliceridi, proteine; impiego diretto o modificazioni chimiche; degradabilità)
- (d) **sintesi chimica** (anche xenobiotici)

La classificazione non è univoca, es. Cd

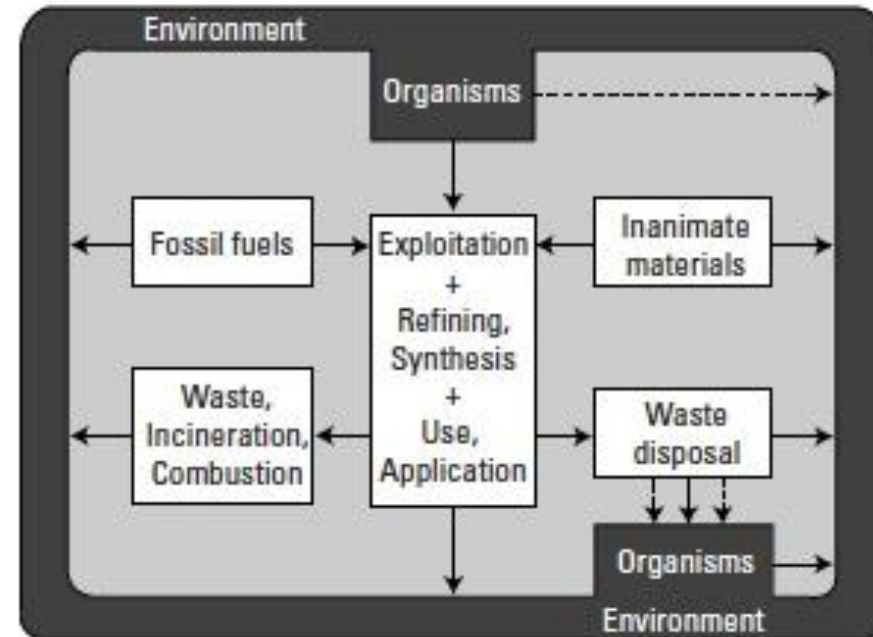
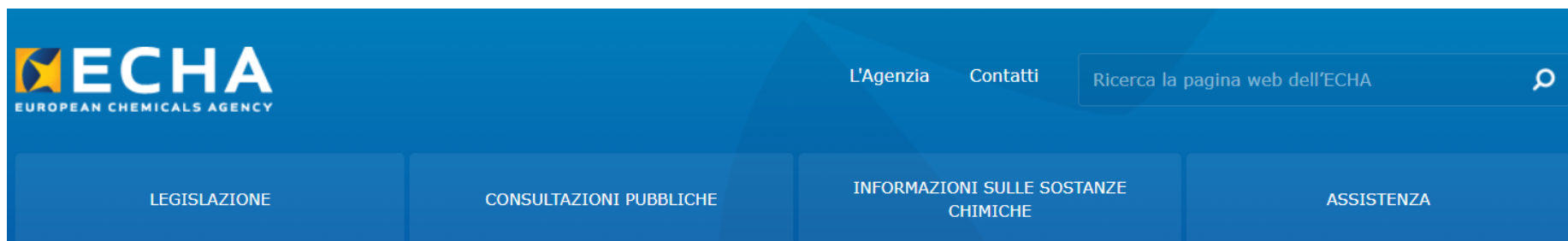


Figure 2.1 Simplified diagram showing possible origin of substances and pathways into the environment. Original substances from biomass, fossil fuels or lifeless materials, by-products in chemical synthesis, synthesized substances and combustion or degradation products.

# Regolamento europeo CE n. 1907/2006

## EU “No data, no market”



[ECHA](#) > [Stampa](#) > [Archivio](#) > [All news](#)

[REACH 2018 Communicators' Network](#)

[Materiale di stampa](#)

[Galleria di immagini](#)

[Corporate and visual Identity](#)

[Video](#)

[Temi scientifici critici](#)

### 21 551 chemicals on EU market now registered

ECHA/PR/18/10

**The 10-year registration period for existing chemicals is now complete following the last REACH registration deadline on 31 May 2018. 13 620 European companies have submitted information to ECHA in nearly 90 000 registrations for chemicals manufactured in or imported to the EU and EEA at above one tonne a year.**

**Helsinki, 1 June 2018** – Today we know more about the chemicals used in Europe than ever before. This knowledge, generated by industry, is stored and published by ECHA in the world's largest public regulatory database on chemicals and forms the basis for protecting citizens and the environment from the risks posed by chemicals. ECHA, the EU Member States and the European Commission will use the increased knowledge to take action where necessary, for example, by restricting or authorising certain uses of chemicals.

Over the first 10 years of the REACH Regulation, the EU has established a fair and transparent internal market for chemicals with strict safety rules. This promotes innovation towards safer substances and strengthens EU competitiveness.

<https://echa.europa.eu/it/registration-statistics>

[https://echa.europa.eu/documents/10162/23557847/registration\\_statistics](https://echa.europa.eu/documents/10162/23557847/registration_statistics)

## REACH Registration statistics

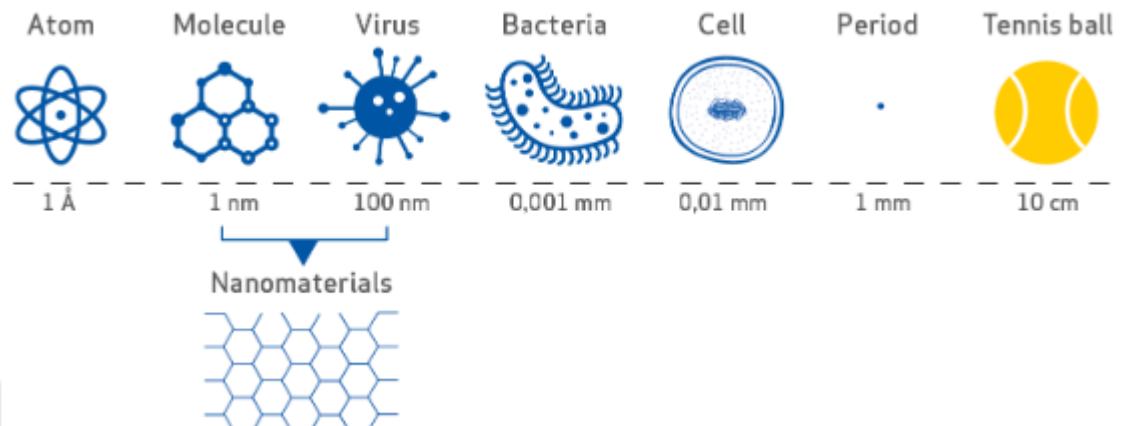


### All Countries \*

EEA (EU27, Norway, Iceland and Liechtenstein) + UK(NI)

The following table is based on currently valid registrations under REACH. Unclaimed NONS are not included.

Country name	# Registrations	# Substances	# Companies
Germany	26 290	11 074	3 035
France	10 625	5 441	1 438
Netherlands	10 053	4 277	1 132
Italy	8 503	4 528	1 207
Belgium	7 688	3 736	855
Spain	7 614	4 086	1 156
Ireland	7 022	3 086	2 334
Sweden	2 712	1 805	464
Poland	1 975	949	643
Finland	1 842	1 026	432
Hungary	1 619	1 161	175



#### 4.1.5 Nanomaterials

The use of nanotechnology is rapidly expanding in health care, cosmetics, electronics, energy technologies, food and agriculture. A nanomaterial is defined as being approximately 1–100 nm in at least one dimension. Its nanosize may result in different specific physico-chemical properties from those of particles of a larger size.

There are currently no explicit requirements for nanomaterials (Classification, Labelling and Packaging) other than required for a substance. However, this may change in future legislation, as, in 2011, the European Commission released a specific recommendation on a nanomaterials definition that is used in different European

#### 4.1.6 Articles

An article is an object composed of one or more substances or mixtures given a specific shape, surface or design. It may be produced from natural materials (e.g. wood or wool) or synthetic materials (e.g. polyvinyl chloride (PVC)). Most of the commonly used objects in private households and industries are articles, for example furniture, clothes, vehicles, books, toys, kitchen equipment, and electronic equipment. Buildings are not considered to be articles, so long as they remain fixed to the land on which they stand.



A RISK IS ONLY RELEVANT IF THERE IS  
A LIKELIHOOD FOR EXPOSURE

# Risk assessment of nanomaterials – further considerations

The risks of nanomaterials and how to assess them has been given a lot of attention over the past years. Efforts by scientists, regulators and industry have been devoted to understand if the current methods and tools used to assess the risks of chemicals in general can also be used for these materials. The reason behind the concerns is that some nanomaterials have shown different effects and properties compared to those with bigger particle sizes.

Nanomaterials are able to move into the body through the lungs, gastro-intestinal tract or skin into circulatory and lymphatic systems and from there to other tissues and organs. This ability to move depends mostly on their composition and size. Due to their decreased size, nanomaterials have a greater surface area which enhances their chemical reactivity. This can result in increased production of reactive oxygen species (ROS), including free radicals, which is one of the main causes of symptoms such as inflammation.

It has been confirmed that the main concepts of chemicals risk assessment also apply to nanomaterials; the risk is the result of hazardous properties of the substance combined with the exposure to it. At technical level though some testing and assessment methods need adaptations due to the specific properties on nanomaterials. Over the past decade knowledge is increasing about these materials, which has generated several important guidance documents at international level (e.g. OECD and EU).

...it is challenging to assess fate and behaviour of nanomaterials in the environment and in particular on how these aspects potentially effects the toxicity. The methods to measure and evaluate the fate of the nanoparticles in the environment is still under development in several research projects at EU level

# Per la stima delle concentrazioni d'esposizione

1. Dati di concentrazione disponibili in tutti i comparti ambientali? \$ £ €
2. *Dati su **emissioni reali** (non sempre disponibili) + dispersione e reattività nell'ambiente*
3. *Dati su **emissioni stimate** + dispersione e reattività nell'ambiente -> modelli/scenari di emissione*

Emissione = risultato di attività umana che genera il rilascio di sostanze dalla tecnosfera all'ambiente; correlata a come risorse vengono gestite



## QUANTITA'

Il primo fattore è la **quantità prodotta, utilizzata, formata o trasportata**, compresa la frazione di sostanza chimica che può essere scaricata nell'ambiente durante l'uso.

**Alcuni prodotti chimici**, come il benzene, sono **usati in quantità molto grandi** di combustibili, **ma solo una piccola frazione** (possibilmente meno di una frazione di un percento) **viene emessa nell'ambiente** attraverso combustione incompleta o perdite durante la conservazione. **Altre sostanze chimiche**, come pesticidi, sono **usate in quantità molto minori ma sono scaricate completamente e direttamente nell'ambiente**, cioè 100% viene emesso.

All'altro estremo, ci sono **intermedi chimici** che possono essere **prodotti in grandi quantità, ma sono emessi solo in quantità minuscole** (a meno che non si verifichi un incidente industriale).

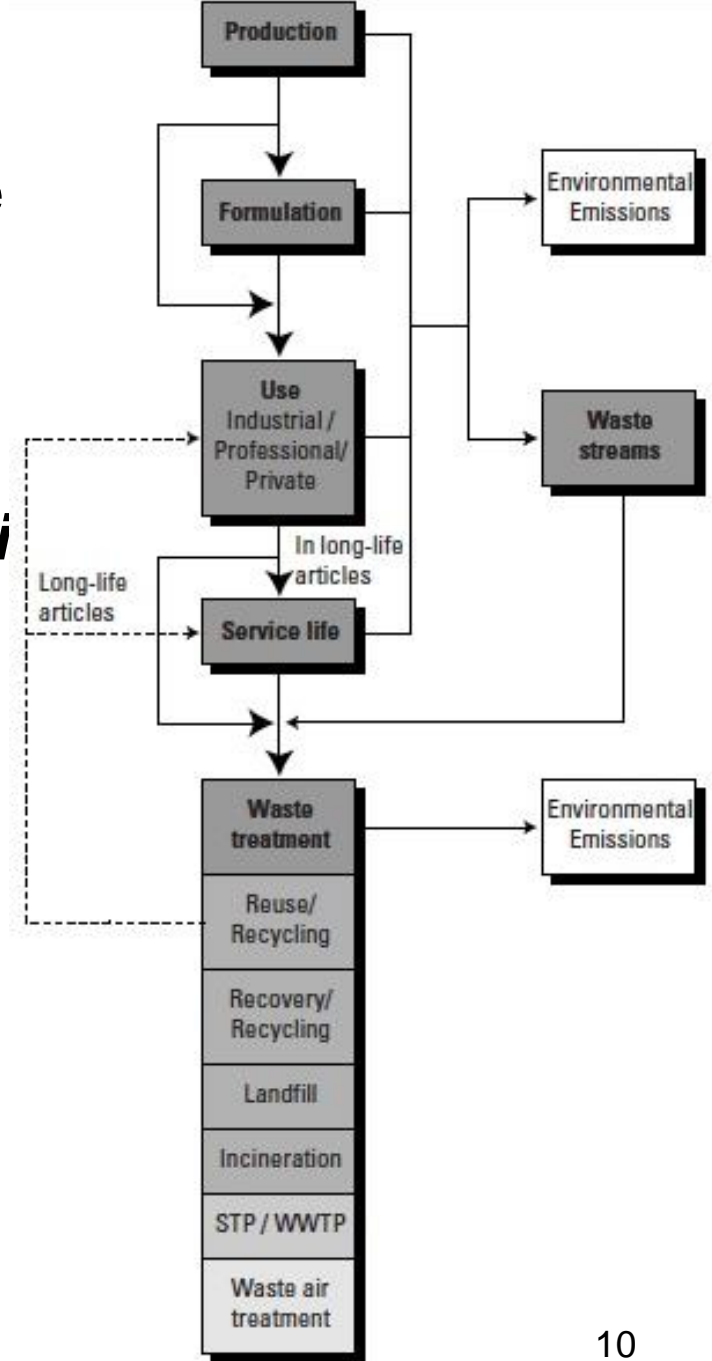
E 'difficile confrontare i quantitativi emessi da queste diverse categorie, perché sono molto variabili e episodici. E 'essenziale, però, di prendere in considerazione questo fattore, **molte sostanze chimiche tossiche non hanno impatti negativi rilevabili, entrando nell'ambiente in quantità molto basse.**

Centrale per l'importanza della quantità è l'adagio ha dichiarato anzitutto da Paracelso, quasi cinque secoli fa, che è la **dose a fare il veleno**. Questo può essere rideterminato nella forma che **tutte le sostanze chimiche sono tossiche se somministrato alla "vittima" in quantità sufficienti.**

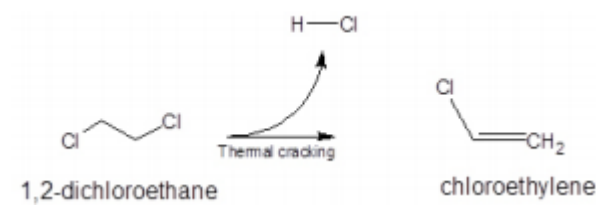
Un corollario è che, **in dosi sufficientemente piccole, tutte sostanze chimiche sono sicure.**

# Ingresso nell'ambiente

- Il focus è sugli xenobiotici e sostanze naturali prodotte o rilasciate a causa di attività umane. Con sostanze prodotte intenzionalmente - e loro sottoprodotti - le emissioni possono avvenire in qualsiasi fase del **ciclo di vita** della sostanza. La vita di ogni sostanza inizia con la fase di produzione o di formazione.
- Una distinzione può essere fatta tra sostanze prodotte come materia prima per la sintesi di altre sostanze (**intermedi**) e tutte le altre sostanze.
- Il ciclo di vita inizia dall'industria chimica o petrolchimica o dall'estrazione e dalla raffinazione di minerali.



Un esempio di intermedio è l'1,2 cicloroetano, che non entra in prodotti



# Produzione di intermedi e potenziali emissioni

- a. Intermedio trasformato nel reattore, senza esser preventivamente isolato
- b. Intermedio preventivamente isolato e trasformato nello stesso sito (*on site treatment*)
- c. Intermedio isolato e trasportato in un altro sito per il *processing (off site treatment)*

Differenze nei livelli di emissione ( $c > b > a$ )

# Potenziali emissioni e:

- **Formulazione:** Sostanze miscelate per ottenere dei preparati (es: pitture; anche due stadi: sostanza formulata per ottenere un pigmento, che viene poi aggiunta ad una vernice)
- **Uso:** la sostanza (come tale o in un preparato/formulato) è usata o applicata per un certo scopo. Si può avere un **uso privato**, **professionale** o **industriale**. L'uso privato ha maggior diffusione spaziale e le modalità/efficacia di riduzione delle emissioni son diverse.
- La vita di servizio di un articolo che contiene la sostanza può esser lunga e i rilasci possono avvenire in maniera diffusa anche per deterioramento dei manufatti

# potenziali emissioni e:

- **Trattamento dei rifiuti** (fine vita): rifiuti (wastes) liquidi, solidi o gassosi.

Impianti di trattamento delle acque di scarico (WWTP, STP), che raccolgono emissioni da abitazioni civili, attività professionali ed industriali: sorgente puntuale per l'ambiente acquatico

## ANCHE TRIESTE E CERVIGNANO SONO FRA LE CITTÀ BOCCIAE DALL'EUROPA IN TEMA DI ACQUE E DEPURAZIONE

DICEMBRE 28, 2012, 5:34 PM ADMIN1



Like 0

Tweet

+1

Share

[Download this page in PDF format](#)

Ci sono anche zone del Fvg fra le oltre 100 le aree del nostro Paese bocciate dall'Europa per via di una procedura di infrazione sulla depurazione, aperta dal 2009, sugli agglomerati superiori ai 15.000 abitanti, che scaricano in aree 'normali'. Il 19 luglio di quest'anno la Corte di Giustizia Ue ha infatti condannato l'Italia. La sanzione rischia di essere pesante, se non ci si adegua al più presto: la penalità di mora potrà andare da un minimo di circa 12.000 euro a un massimo di 715.000 euro per ogni giorno di ritardo nell'adeguamento; oltre a una somma forfettaria calcolata sulla base del Pil, e alla possibile sospensione di finanziamenti europei, fino all'attuazione della sentenza.

# Es. farmaci nelle acque

Tabella 4.9: Efficacia di rimozione delle diverse tipologie di trattamento.

	Composti farmaceutici acidi				Estrogeni			Antibiotici		Farmaci neutri		Mezzi di contrasto iodati		
	Ibu	Dicl	Bez	Clof	E1	E2	EE2	SMX	Rox	Carb	Diaz	Iopr	Diatr	Iopam
Trattamento di acque reflue														
Trattamento primario	--	--	--	--	+	+	+	--	--	--	--	--	--	--
Nitrificazione	+++	+	+++	--	+++	+++	+++	+++	+	--	--	++	--	--
Fanghi attivi	+++	+	+++	--	+++	+++	+++	++	++	--	--	++	--	--
Membrane bioreattori	+++	+	+++	--	+++	+++	+++	nd	++	--	nd	++	--	--
Biofiltri	nd	+	nd	--	+++	+++	++	nd	+	--	nd	++	--	--
Ozonazione per scarichi	+ / ++	+++	++		+++	+++	+++	+++	+++	+++	+	+	--	+
Trattamento per la potabilizzazione														
Bank filtration	+++	+++	++	(--)	+++	+++	+++	++	+++	--		++	--	--
Flocculazione	--	--	--	--	nd	nd	nd	--	--	--	--	--	--	--
Ozonazione	+	+++	++	+	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+	+	--	+
AOPs	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	+	++
GAC	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	+++	+++	+++	++	+	++
Ultrafiltrazione/PAC	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	+++	+++	+++	++	(+)	(++)
Nanofiltrazione	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	(+++)	(+++)
Clorazione	--	++	--	--	(++)	(++)	(++)	(+++)	(++)	--	--	(--)	(--)	(--)
ClO <sub>2</sub>	--	+++	--	--	+++	+++	+++	+++	++	--	--	--	--	--

Legenda: Ibu: Ibuprofene; Dicl: Diclofenac; Bez: Bezafibrato; Clof: acido clofibrico; E1: estrone; E2: 17β-Estradiolo; EE2: 17α-Etinilestradiolo; SMX: Sulfametoxazolo; Rox: Roxitromicina; Carb: Carbamazepina; Diaz: Diazepam; Iopr: Iopromide; Diatr: Diatrizoato; Iopam: Iopamidolo.  
 -- : < 10%; + : da 10 a 50%; ++ : da 50 a 90 %; +++ : > 90%; nd: nessun dato. I valori fra parentesi sono predetti



(Una volta <http://www.eper.ec.europa.eu>)

15



(Una volta <http://www.eper.ec.europa.eu>)

16

***Emissione*** = risultato di attività umana che genera il *rilascio di sostanze* dalla tecnosfera all'ambiente;  
*correlata a come risorse vengono gestite*

- Scenari di esposizione

Necessità di conoscere il processo che genera il rilascio della sostanza chimica nell'ambiente o nel luogo di lavoro

# Guida alle disposizioni in materia d'informazione e valutazione della sicurezza chimica

— Guida in sintesi —

— La guida in dettaglio —

A: Introduzione

B: Valutazione dei pericoli

C: Valutazione PBT e vPvB

D: Valutazione dell'esposizione

E: Caratterizzazione dei rischi

F: Relazione sulla sicurezza chimica

G: Estensione dell'SDS

R.2-R.7: Requisiti informativi

R.8-R.10: Caratterizzazione del rapporto dose-risposta o concentrazione-risposta

R.11: Valutazione PBT/vPvB

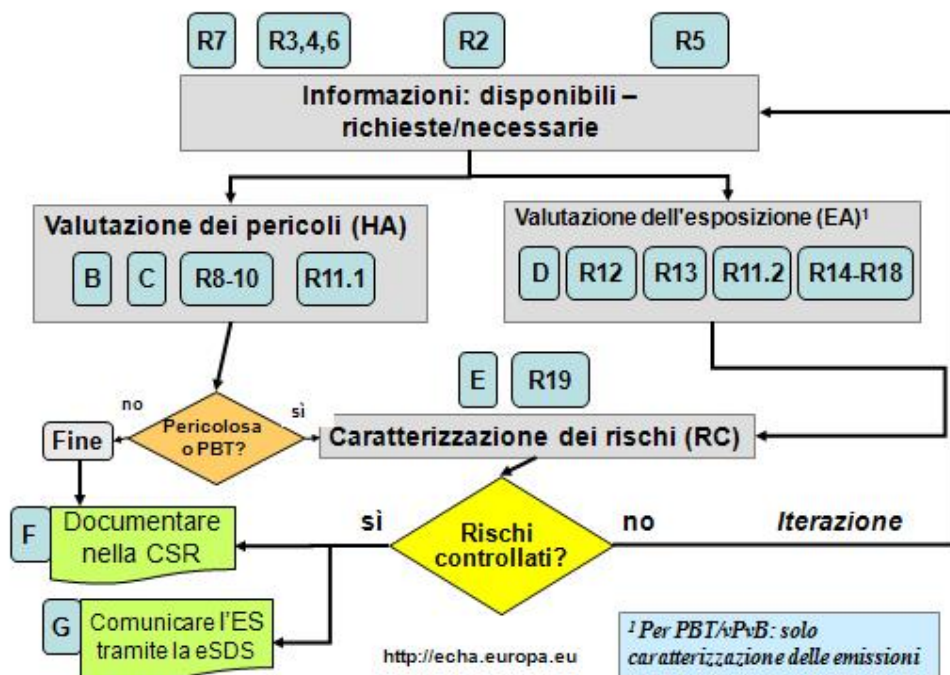
R.12: Descrizione degli usi

R.13: Condizioni d'uso (RMM, OC)

R.14-18: Stima dell'esposizione

R.19: Valutazione dell'incertezza

R.20: Spiegazione dei termini utilizzati



- <http://echa.europa.eu/it/web/guest/guidance-documents/guidance-on-information-requirements-and-chemical-safety-assessment>

# Tipi e sorgenti di emissioni

In dipendenza dalle finalità della VR  
 Attenzione a concentrazioni di picco  
 per valutare effetti acuti, o  
 a emissioni totali che  
 danno concentrazioni medie  
 (conc. di background)

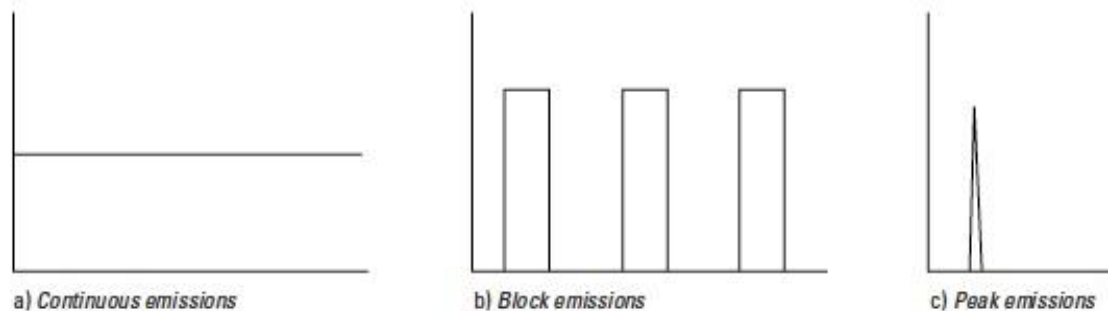


Figure 2.5. Types of emission.

Type	Definition and example
Continuous emission	emissions with an almost constant emission flow rate over a prolonged period. <i>Example:</i> the emission of a substance from a continuous production process such as an oil refinery.
Block emissions	emissions with a flow rate which is reasonably constant over certain time periods with regular intervals with a low or even zero background emission. <i>Example:</i> the emissions from traffic; emissions are high during rush hours and low at night.
Peak emissions	emissions where a relatively large amount is discharged in a short time; the time intervals between peaks and the peak height can vary greatly. <i>Example:</i> the discharge of spent liquid (reaction mixture) after isolation of a synthesized substance in a batch process, or a discharge after a process failure.
Point sources	sources, either single or multiple, which can be quantified by means of location and the amount of substance emitted per source and emission unit (e.g. amount per time unit). <i>Example:</i> a chemical plant or a power plant (usually a factory with several plants is considered a single point source).
Diffuse sources	large numbers of small point sources of the same type. <i>Example:</i> emission of solvents from painted objects (maintenance of buildings, boats, vehicle, fence etc.).

s. Puntuali  
 s. Mobili




# Tipi e sorgenti di emissioni

Esempio  
s. Mobili

<http://climate.nasa.gov/news/860>

Tropospheric NO<sub>2</sub> Column Density ( $\times 10^{15}$  m<sup>2</sup>)



0.0 0.1 0.2 0.5 1.0

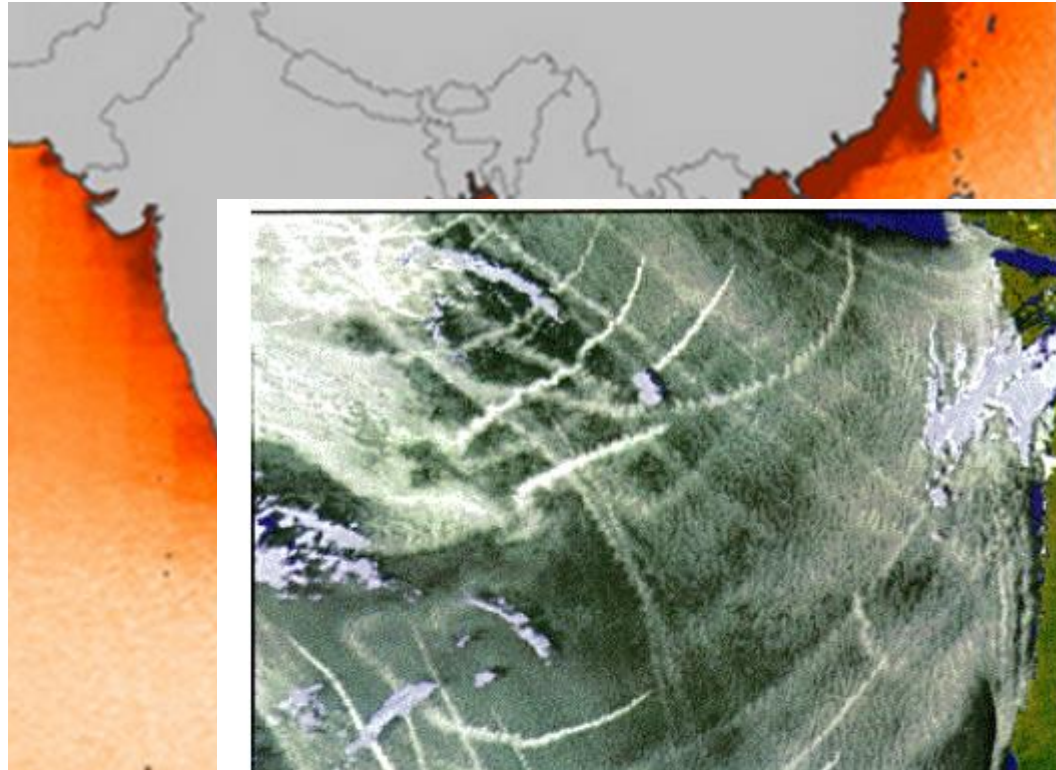


Figure 1: Ship tracks off the coast of Washington

[http://geo.arc.nasa.gov/sge/jskiles/fliers/all\\_flier\\_prose/aerosols\\_ackerman/aerosols\\_ackerman.html](http://geo.arc.nasa.gov/sge/jskiles/fliers/all_flier_prose/aerosols_ackerman/aerosols_ackerman.html)

# Es. Costruzione di *Backward Trajectories* con HYSPLIT

## Caso studio di Udine:

**Dataset** (As, Cd, Cr, Fe, Mn, Ni, Pb, V, Zn, Sb e Cu) relativo al periodo temporale compreso tra il 2006 e il 2017

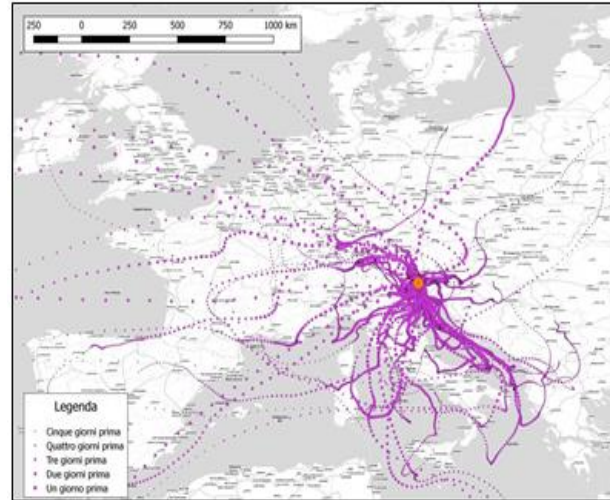


## *Backward Trajectories*

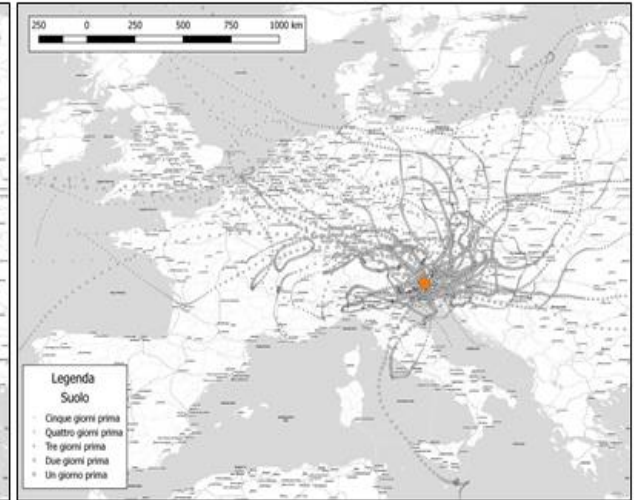
V, Fe e Mn

TESI AGA  
Zvezdana Ignjatovic

**Vanadio**



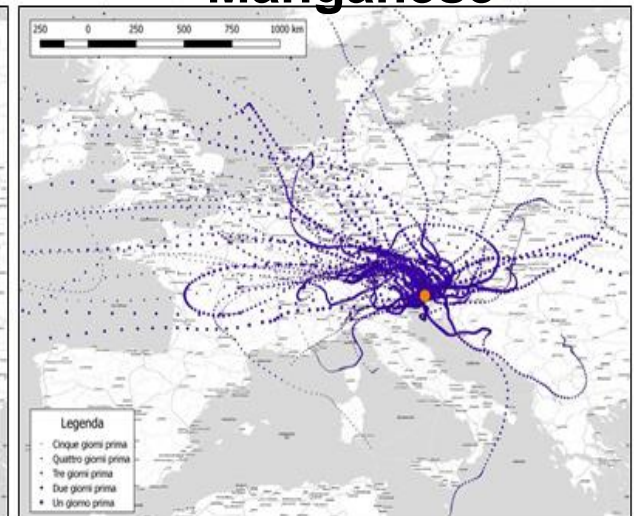
**Bianco**



**Ferro**



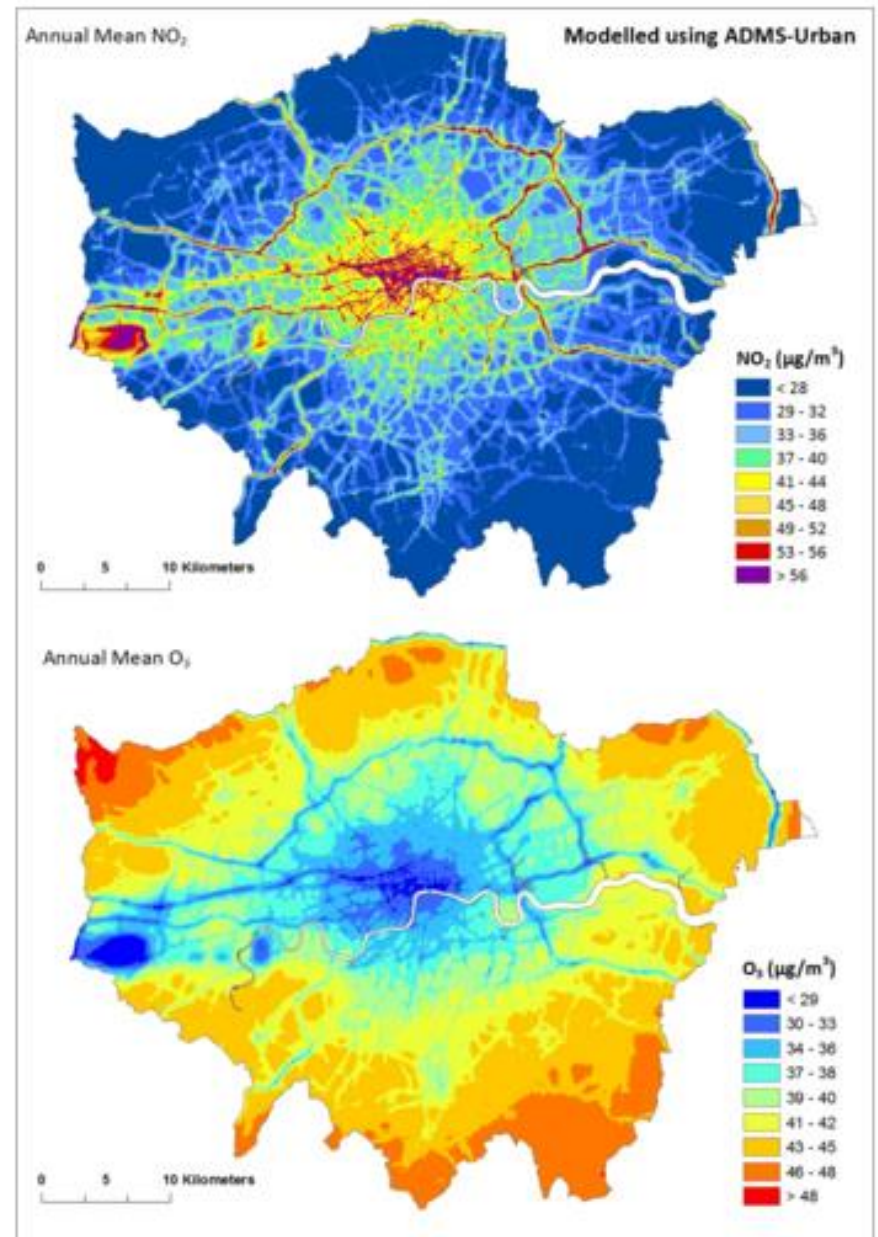
**Manganese**





# Tipi e sorgenti di emissioni

Esempio  
s. Mobili



Contour plot of London showing the annual average NO<sub>2</sub> and O<sub>3</sub> concentrations predicted by ADMS-Urban for 2010. Areas shown in yellow, orange or red are predicted to exceed the UK NAQS targets.



# Emissioni in relazione alla valutazione del rischio

## Emissioni

Son cosa diversa dal **Carico** (*load*) in un comparto ambientale in cui si manifesta il rischio

Il carico nell'aria, acqua o suolo è dovuto **non solo** alle **emissioni**, ma **anche** a **processi di trasporto e distribuzione nell'ambiente**

Emissioni **in aria** posson avvenir per vie diverse:

evaporazioni (anche da STP),  
spolvero durante trasferimenti di  
materiale, rilascio dai camini  
(emissioni convogliate),  
da sorgenti areali (emissioni  
diffuse), da sorgenti incontrollate  
(emissioni fuggitive/perdite)

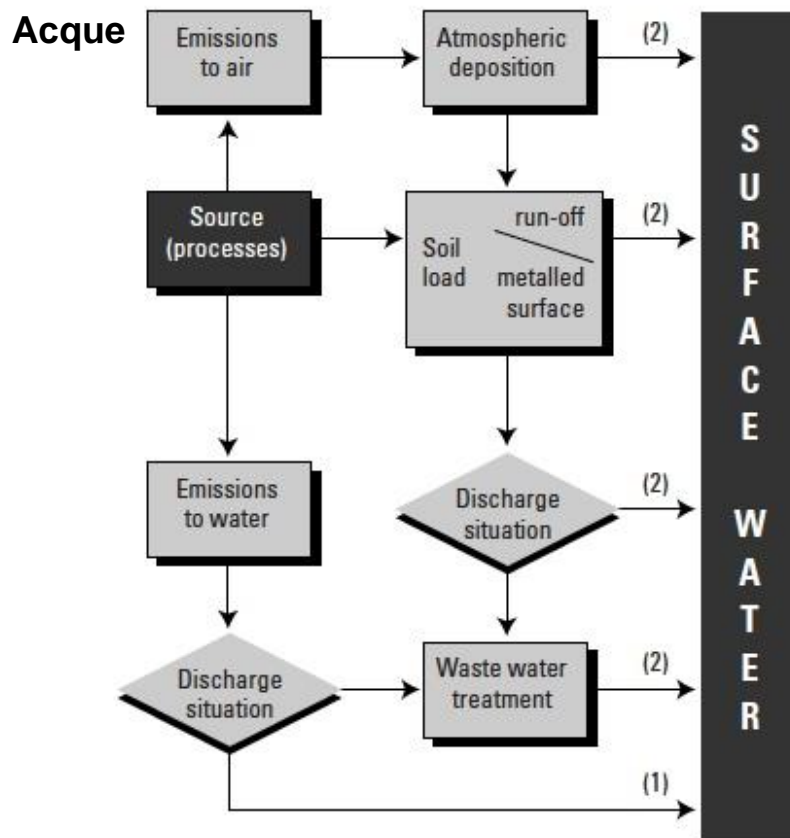


Figure 2.6. Direct (1) and indirect (2) emissions to surface water from processes.

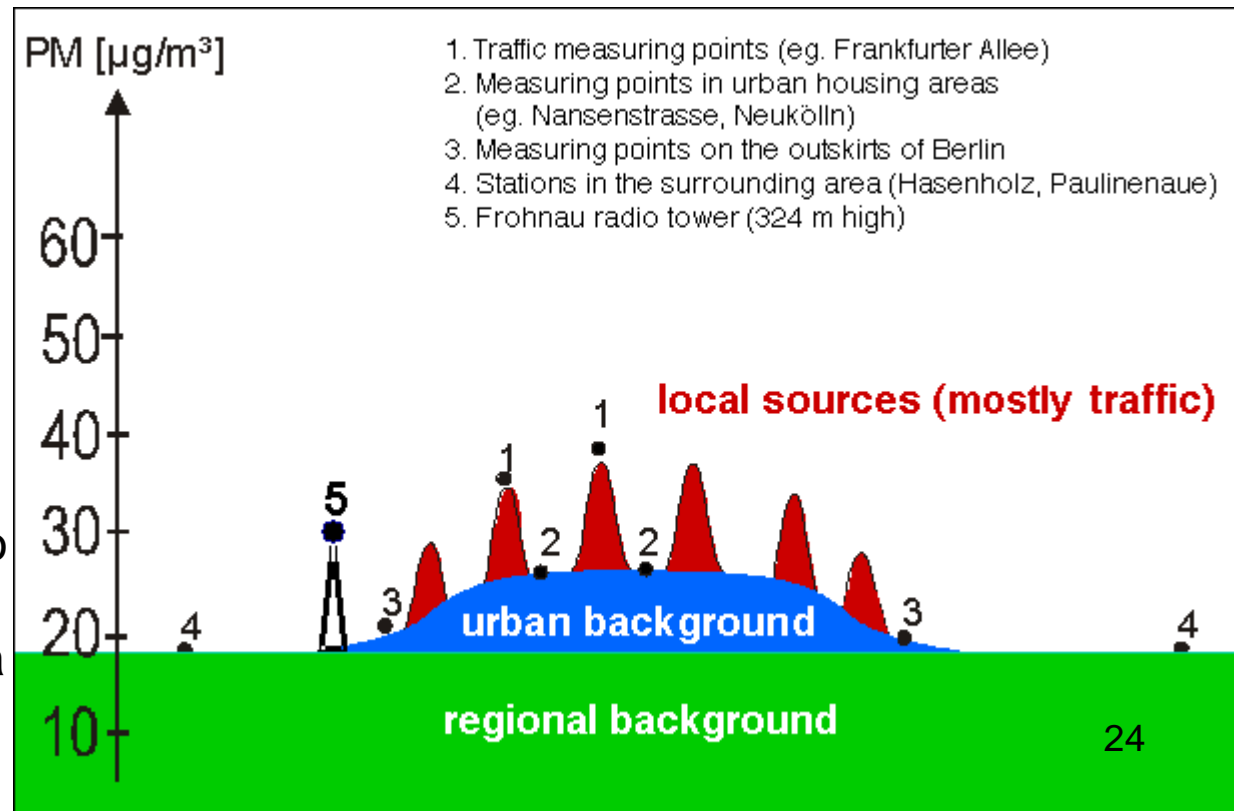
Sostanze raggiungono il **suolo** con deposizioni  
Secche o umide dall'aria (risultato indiretto da  
emissioni in aria). Rilasci diretti associati a perdite da  
siti industriali o serbatoi interrati, o ad applicazioni di  
pesticidi/biocidi, fertilizzanti su suoli agricoli. Modo  
indiretto attraverso acque reflue impiegate come  
fertilizzanti

Nel paragone tra concentrazioni di esposizione e di effetti, in molti casi bisogna Definire “**luogo**”(dove?) e “**periodo**” (quando?)

Es.  
acque superficiali vs acque profonde (*groundwaters*)  
Suoli agricoli, industriali, altri (urbani / rurali)  
Aria outdoor usualmente facilmente rinnovata ma possono verificarsi anomalie locali (es. street canyons) anche in dipendenza di momenti della giornata o stagioni (rischi maggiori)

Il problema della corretta  
**Definizione della scala**  
**Spaziale e temporale**  
nella valutazione del rischio

Es. studio benzene Servola

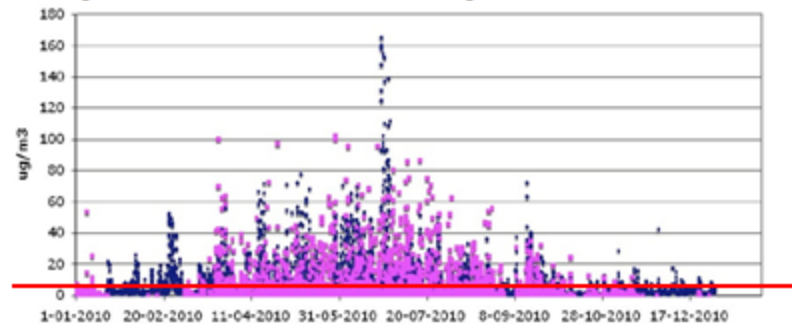


Es. di variabilità temporale e spaziale di concentrazioni ambientali (misurate)

Sono stati rilevati **episodi di significativa contaminazione dell'aria** (2010 benzene, 2012 ammoniacca) **a seguito di segnalazioni della popolazione**

BENZENE  
VALORE DI RIFERIMENTO:  
MEDIA ANNUA 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

**Concentrazioni orarie di benzene  
in prossimità di un impianto industriale**



**MEDIA MASSIMA PER BENZENE**  
(campionatori passivi esposti per  
5 giorni/settimana, in 4 settimane di  
campionamento successive, 2012)

- <http://www.regione.fvg.it/rafvvg/comunicati/comunicato.act?dir=/rafvvg/cms/RAFVG/notiziedallagiunta&nm=20140214135452011>


**REGIONE AUTONOMA  
FRIULI VENEZIA GIULIA**

[mappa](#) | [rss](#) | [login](#) | [versione stampabile](#)

[la Regione dalla A alla Z](#)

[english](#) | [furlan](#) | [slovensko](#) | [deutsch](#)

**ISTRUZIONE  
RICERCA**

**FORMAZIONE  
LAVORO**

**ECONOMIA  
IMPRESE**

**FAMIGLIA  
CASA**

**SALUTE  
SOCIALE**

**CULTURA  
SPORT**

**FONDI EUROPEI  
FVG INTERNAZIONALE**

**AMBIENTE  
TERRITORIO**

**INFRASTRUTTURE  
LAVORI PUBBLICI**

[presidente](#)

[giunta](#)

[consiglio](#)

**ente**

[amministrazione  
trasparente](#)

[organigramma](#)

[bilancio](#)

[programmazione](#)

[statistica](#)

# Notizie dalla Giunta

sei in: [home](#) > **notizie dalla Giunta**

**14.02.2014 13:54**

**SANITÀ: ANALISI DEGLI EFFETTI SULLA SALUTE DELLE EMISSIONI DELLA FERRIERA DI SERVOLA (TS)**


 Osservatorio Ambiente e Salute Friuli Venezia Giulia. Stato di salute della popolazione residente nei pressi del SIN-Sito di Interesse Nazionale "FERRIERA DI SERVOLA (TS)": valutazione della mortalità e della frequenza dei tumori nei territori comunali di Trieste e Muggia - Formato PDF

Trieste, 14 feb - La popolazione che risiede nelle vicinanze dello stabilimento della Ferriera di Servola (TS) ha le stesse probabilità di ammalarsi di tumore ai polmoni di tutti gli altri abitanti della città di Trieste e di Muggia. Lo rileva L'Osservatorio Ambiente e Salute FVG che ha svolto una accurata indagine epidemiologica sulle problematiche legate alla presenza del polo siderurgico a ridosso delle abitazioni e sugli effetti sulla popolazione delle emissioni nell'aria.

# Prevenzione e misure di riduzione delle emissioni per la riduzione del rischio

*Interventi sui flussi di materia*

*Ottimizzazione di processo*

*Trattamento alla fine del tubo  
(end of pipe)*

## Box 2.1. Examples of risk reduction measures (RRMs)

### *Substance flow measures:*

- recycling of waste
- substitution of substances in products
- quality of raw materials and products

### *Process optimization:*

- good housekeeping
- process-internal recycling
- substitution of processing aids
- process optimization

### *End-of-pipe treatment*

- waste-water treatment
- gas-flow treatment
- waste destruction and disposal

(6CFU Impianti di trattamento degli effluenti inquinanti)

<https://corsi.units.it/in11/modulo/impianti-trattamento-effluenti-inquinanti-052mi-2019-in111-ord-2016-ambientale>

Table 2.5. Some options for reducing or preventing emissions for a number of example substances.

Substance	Process (chain leakage)	Substance flow measures	Process optimization	End-of-pipe measures
Cadmium	waste incineration	substitution of Cd in products		electrostatic filtration
	agriculture	reduction of Cd-content in phosphate products		
	metal plating		electrolysis	precipitation
2,3,7,8-TCDD	waste incineration	avoidance of strong variation in waste composition	temperature control in process	scrubbing and adsorption
Dieldrin	agriculture	substitution by less harmful pesticides		
Chloroform	pharmaceutical industry	solvent substitution	improvement process control (closed equipment, vapour return)	adsorption, incineration
2-Propanol	chemical industry			scrubbing and treatment in STP
PCB 153	(all processes)	substitution by other substances		



# Disponibilità e produzione di dati

## Misure

Per ottenere informazioni sulle emissioni il modo più diretto è effettuare **misure negli effluenti liquidi e nei flussi di gas** emessi.

Una **misura però si riferisce soltanto ad un campione** preso in un particolare momento da un flusso che può variare nel tempo anche per quel che riguarda le concentrazioni dei composti d'interesse.

Il risultato deve quindi essere trasformato in **dati di emissione più generalmente applicabili**, sulla base delle conoscenze del processo o attività durante il campionamento ed in generale nel tempo (specie per emissioni a blocchi o di picco).

**Informazioni sulle condizioni di processo**, spesso più difficili da ottenere di uno o più campioni. Posson esser utili informazioni su qualità e quantità di materie prime e prodotti e sulle emissioni in impianti pilota o su piccola scala.

Per molte sostanze non ci sono dati di emissione misurati.



- **Calcoli specifici**

## 1) Calcoli di bilancio di massa

Se in un sistema sono misurati tutti i flussi eccetto uno, questo può esser calcolato. Per un certo processo o attività e per un certo periodo vale:

$$I = E_w + E_a + E_s + W + P + dS + D \quad (2.1)$$

where

$I$	=	input (amount produced, purchased, etc.)
$E_w$	=	amount discharged with wastewater
$E_a$	=	amount emitted into the air
$E_s$	=	amount released to the soil
$W$	=	amount in outgoing waste
$P$	=	amount in outgoing product
$dS$	=	difference in amount in storage at start and end of period
$D$	=	amount degraded (thermally, biologically and chemically).

# Esempio

Determinazione delle emissioni di  $\text{CHCl}_3$  in aria in un impianto farmaceutico che usa il cloroformio come solvente

L'input (il quantitativo comperato dalla compagnia) dovrebbe essere uguale all'output (il quantitativo - misurabile -rilasciato negli effluenti liquidi e nei rifiuti più quello emesso in aria e al suolo - difficile da misurare)

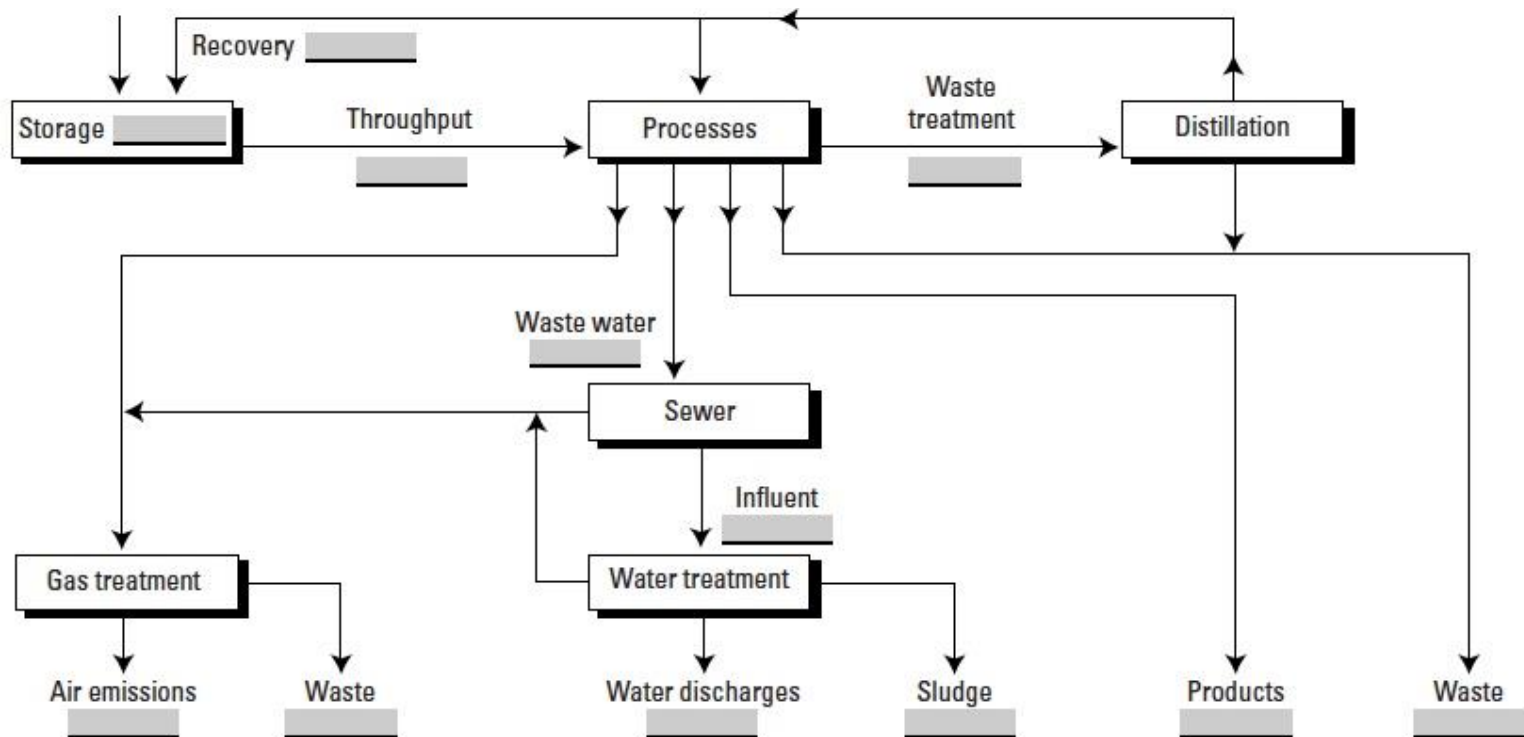


Figure 2.8. Simplified diagram of the processing and composition of mass balances of solvents. Each grey block contributes to the mass balance of the solvents [7].

## 2. Calcoli basati su caratteristiche del processo e proprietà della sostanza

Per stimare il rilascio di una sostanza in un solo comparto (es. evaporazione di solvente da un serbatoio aperto o di IPA da un legno trattato con creosoto (derivante dalla distillazione o di legna, o di catrami minerali)).

### 1.+ 2.

Si impiegano modelli che accoppiano bilanci di massa con calcoli basati su caratteristiche di processi e sostanze in particolare per composti organici; si deve tener conto di solubilità in acqua, tensione di vapore, coefficiente di partizione tra ottanolo e acqua, assieme a caratteristiche definite dei processi (T, P, flussi). Risulta non banale incorporare cinetiche di biodegradazione in considerazione delle incertezze sugli adattamenti delle popolazioni microbiche e sulle bio-cinetiche (popolazioni di microorganismi es. negli impianti di trattamento dei reflui non sono stabili nei fanghi e variano tra impianto e impianto).

Es.: <http://www.epa.gov/opptintr/exposure/pubs/episuite.htm>

- WVOLWIN™: Estimates the rate of **volatilization of a chemical from rivers and lakes; and calculates the half-life for these two processes from their rates**. The model makes certain default assumptions with respect to water body depth, wind velocity, etc.
- STPWIN™: Using several outputs from EPI Suite™, this program predicts the removal of a chemical in a typical activated sludge-based sewage treatment plant. Values are given for total removal and three processes that may contribute to removal: **biodegradation, sorption to sludge, and air stripping**. The program assumes a standard system design and set of default operating conditions.
- LEV3EPI™: This program contains a level III multimedia fugacity model and predicts **partitioning of chemicals among air, soil, sediment, and water under steady state conditions** for a default model "environment". Some (but not all) system default values can be changed by the user.

Table 2.6. Fate and behaviour of some solvents in active-sludge plants with a low load, based on model calculations<sup>a</sup> [8].

Substance	Water	Air	Sludge	Degradation
Toluene	1- 2	31 - 69	0-1	32-67
Methanol	<<1	<<1	<<1	> 99
Acetone	1 - 2	<<1	<<1	98 - 99
Dichloromethane	2- 3	20 - 56	<<1	40 - 77
Tetrachloromethane	1- 2	94 - 99	0-2	0 - 2
1,2-Dichloroethane	19 - 30	30 - 50	0 - 1	20 - 50
Trichloroethylene	1- 2	84 - 95	0-1	3-12
Monochlorobenzene	2- 4	63 - 85	1-8	6-25

<sup>a</sup> Numbers represent percentages.

## **Applicazione di fattori di emissione**

Misure e calcoli specifici vengono effettuati solo per un numero limitato di sorgenti e sostanze.

I risultati di queste misure possono essere impiegati per derivare fattori di emissione, che devono essere correlati alle dimensioni dell'attività (il volume di produzione del processo).

Questi fattori di emissione possono essere usati per calcolare le emissioni di altre sostanze trattate in modo simile per cui misure on site non siano pratiche o possibili.

I fattori di emissione possono esser usati a livello di:

- 1) Apparato o impianto
- 2) Settore industriale
- 3) Nazione

Possono essere significativamente diversi.

Vengono determinati per ben definite situazioni tecniche (tipo di pompe, bruciatori, tecnologie di abbattimento) o mediando e considerando tecnologie antiche

- <http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2013>
- <http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-b-fugitives/1-b-1-b-solid-fuel-transformation.pdf>
- [www.epa.gov/ttnchie1/ap42/ch12/bgdocs/b12s02\\_may08.pdf](http://www.epa.gov/ttnchie1/ap42/ch12/bgdocs/b12s02_may08.pdf)