



## LEZIONE 4

# ANALISI DI RISCHIO SANITARIA AMBIENTALE SITO SPECIFICA

Definizione di rischio e riferimenti normativi

Procedura RBCA

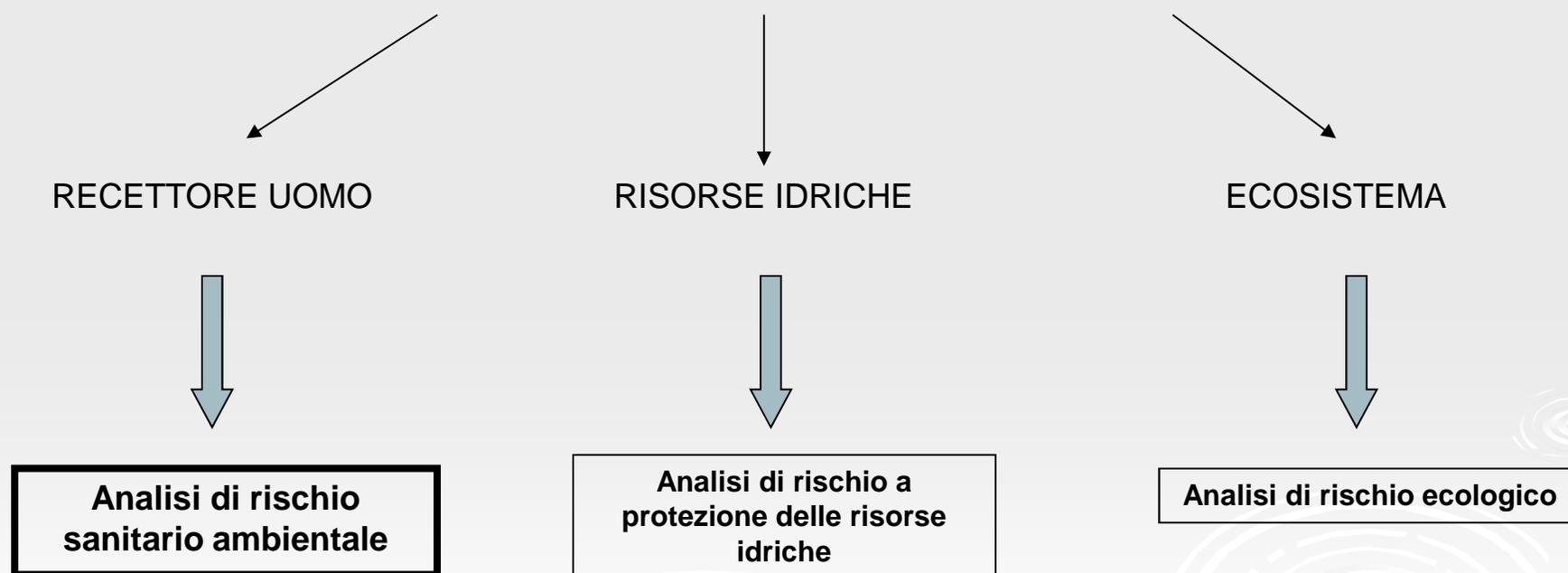
Modello concettuale del sito (MCS)

RBCA, RiskNet e Rachel



# ANALISI DI RISCHIO

Analisi di Rischio = metodologia scientifica e sistematica per valutare lo stato di contaminazione delle matrici ambientali in termini di quantificazione dei rischi attuali e/o potenziali per l'uomo e per l'ambiente



*Ing. Claudio Mattalia*



# ANALISI DI RISCHIO

## RIFERIMENTO NORMATIVO E DOCUMENTI

### ➤ **D.Lgs 152/2006 - Testo unico in materia ambientale**

Parte IV - "Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinati"

Titolo V - "Bonifica di siti contaminati"

Art. 242 - "Procedure operative ed amministrative"

Allegato 1 - "Criteri generali per l'analisi di rischio sanitario ambientale"

### ➤ **D.Lgs 4/2008**

Integra ed aggiorna il precedente decreto.

### ➤ **"Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati", revisione 2, marzo 2008**

elaborato dal Gruppo di Lavoro "Analisi di Rischio" istituito e coordinato dall' Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi Tecnici (APAT) e costituito da rappresentanti dell'Istituto Superiore di Sanità (ISS), dell'Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro (ISPESL) e del Sistema delle Agenzie per l'Ambiente (ARPA/APPA)

*Ing. Claudio Mattalia*



# ANALISI DI RISCHIO

## COS'È IL RISCHIO?

il rischio (R) derivante da un sito contaminato è dato da:

$$R = E \times T$$

dove E [mg/kg d]= l'assunzione cronica giornaliera del contaminante e T [mg/kg d]<sup>-1</sup> la sua tossicità

## SOSTANZE CANCEROGENE

$$R = E \times SF$$

- R** (Rischio [adim]) rappresenta la probabilità di casi incrementali di tumore nel corso della vita, causati dall'esposizione alla sostanza, rispetto alle condizioni di vita usuali
- SF** (Slope Factor [mg/kg d]<sup>-1</sup>) indica la probabilità di casi incrementali di tumore nella vita per unità di dose.

## SOSTANZE NON CANCEROGENE

$$HQ = E / RfD$$

- HQ** (Hazard Quotient [adim]) è un Indice di Pericolo che esprime di quanto l'esposizione alla sostanza supera la dose tollerabile o di riferimento
- RfD** (Reference Dose [mg/kg d]) è la stima dell'esposizione media giornaliera che non produce effetti avversi apprezzabili sull'organismo umano durante il corso della vita.

*Ing. Claudio Mattalia*



# ANALISI DI RISCHIO

La procedura di analisi di rischio può essere condotta in modalità diretta (forward mode) o inversa (backward mode).

## MODALITA' DIRETTA

Si stima il rischio sanitario per il recettore esposto, sia posto in prossimità del sito (on-site) che ad una certa distanza (off-site), conoscendo la concentrazione in corrispondenza della sorgente di contaminazione.

## MODALITA' INVERSA

Si calcola la massima concentrazione in sorgente compatibile con la condizione di accettabilità del rischio, avendo fissato il livello di rischio per la salute ritenuto accettabile per il recettore esposto.



# ANALISI DI RISCHIO

## PROCEDURA RBCA (Risk-Based Corrective Action)

Di derivazione ASTM (American Society for Testing and Materials) ed è stata pubblicata nel 1995 con il riferimento E1739-95 per guidare gli interventi di risanamento sui siti contaminati da idrocarburi.

Nel 1998 la norma è stata aggiornata ed integrata dalla guida PS104, che riguarda più in generale i rilasci di sostanze chimiche (ASTM, 1995; ASTM, 1998).

## TRE LIVELLI DI VALUTAZIONE

### Livello 1

Fa riferimento a condizioni sito-generiche e rappresenta una valutazione di screening. Prende in considerazione percorsi di esposizione diretti o indiretti, fattori di esposizione conservativi ed equazioni di trasporto di tipo prettamente analitico. Si derivano i Risk Based Screening Levels (RBSL), ossia dei livelli di screening delle concentrazioni nelle matrici ambientali.

### Livello 2

Fa riferimento a condizioni sito-specifiche ed è quindi una valutazione di maggiore dettaglio. Prevede l'utilizzo di modelli analitici per la stima della concentrazione al punto di esposizione considerando un mezzo omogeneo e isotropo. Si derivano i Site Specific Target Levels (SSTL), valori di concentrazione nelle matrici ambientali suolo insaturo e saturo che possono essere considerati quali obiettivi di bonifica. Necessita di una quantità maggiore di dati rispetto all'analisi di livello 1, e vengono considerati più scenari e parametri di esposizione sito-specifici.

### Livello 3

Permette una valutazione sito-specifica di maggiore dettaglio.

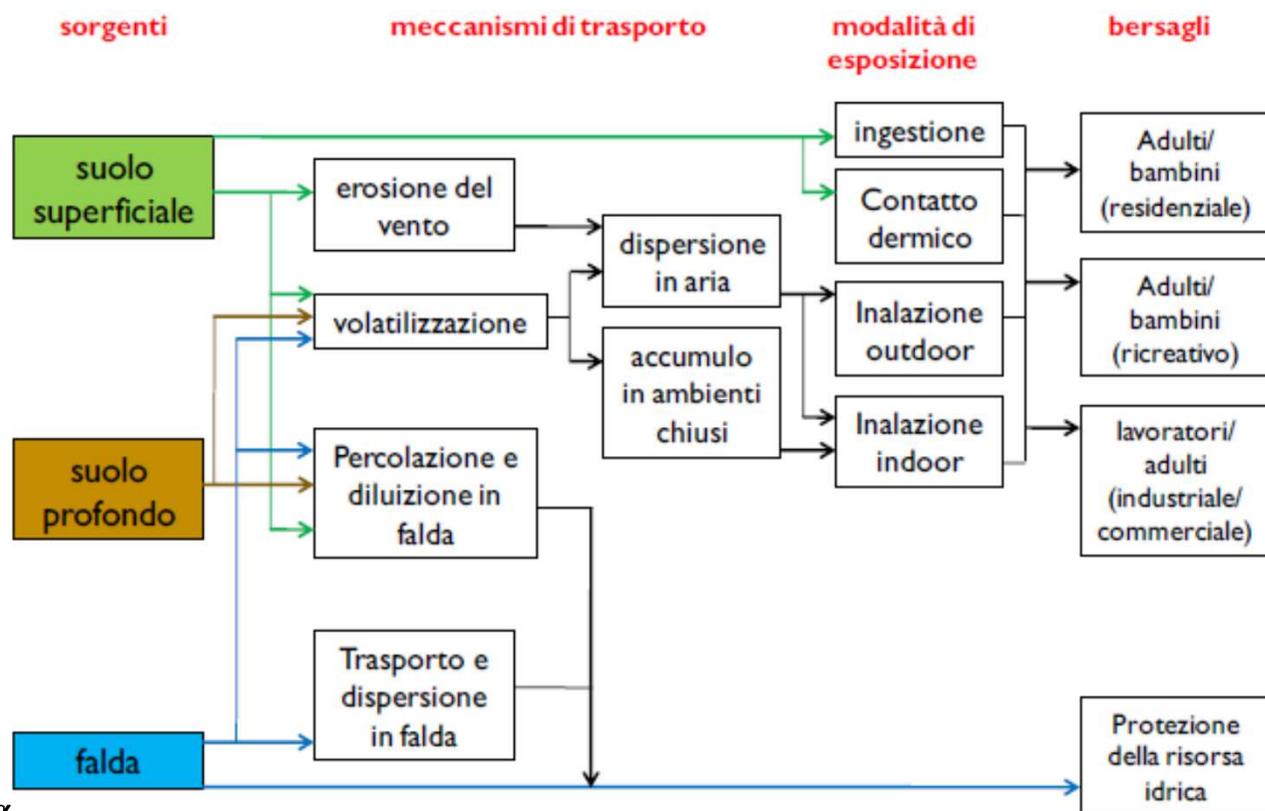
Utilizza modelli numerici e analisi probabilistiche che consentono di poter considerare l'eterogeneità del sistema e di generalizzare la geometria della sorgente inquinante e delle condizioni al contorno.

*Ing. Claudio Mattalia*



# ANALISI DI RISCHIO

La ricostruzione del mondo reale (naturale e antropico), dei suoi elementi e delle interazioni tra di essi, tramite strumenti matematici prende il nome di “**modellizzazione**”. E’ necessario, quindi, individuare il ‘**Modello Concettuale del Sito**’ (MCS)





# ANALISI DI RISCHIO

		RBCA	RiskNet	Rachel
<b>SORGENTI DI CONTAMINAZIONE</b>	Suolo superficiale (SS)	X	X	X
	Suolo profondo (SP)	X	X	X
	Falda (GW)	X	X	X
	Soil gas	-	X	-
	Eluato	-	-	-
<b>VIE DI ESPOSIZIONE (MECCANISMI DI TRASPORTO)</b>	Suolo superficiale	X	X	X
	Aria outdoor on-site	X	X	X
	Aria outdoor off-site	X	X	X
	Aria indoor on-site	X	X	X
	Aria indoor off-site	X	X	X
	Falda	X	X	X
	Acqua superficiale	X	-	-
	Catena alimentare	X	-	-

*Ing. Claudio Mattalia*



# ANALISI DI RISCHIO

			RBCA	RiskNet	Rachel
<b>MODALITA' DI ESPOSIZIONE (1)</b>	Contatto diretto con suolo	Ingestione di suolo	X	X	X
		Contatto dermico	X	X	X
	Esposizione Outdoor	Inalazione di polveri da SS	X	X	X
		Inalazione di vapori da SS	X	X	X
		Inalazione di vapori da SP	X	X	X
		Inalazione di vapori da GW	X	X	X
		Confronto con valore limite di riferimento	X	-	-
	Esposizione Indoor	Inalazione di polveri da SS	-	X	X
		Inalazione di vapori da SS	X	X	X
		Inalazione di vapori da SP	X	X	X
		Inalazione di vapori da GW	X	X	X
		Confronto con valore limite di riferimento	X	-	-
	Acqua di falda ad uso umano	Ingestione	X	X	X
		Rischio per la falda al punto di conformità	X	X	X
		Contatto dermico durante la doccia	-	-	-
		Inalazione durante la doccia	-	-	-

*Ing. Claudio Mattalia*



# ANALISI DI RISCHIO

			RBCA	RiskNet	Rachel
<b>MODALITA' DI ESPOSIZIONE (2)</b>	Acqua superficiale ad uso ricreazionale	Ingestione durante il bagno	X	-	X
		Contatto dermico durante il bagno	X	-	X
		Confronto con valore limite di riferimento	X	-	-
	Acqua ad uso irrigazione (da falda sotterranea)	Ingestione accidentale	-	-	-
		Contatto dermico	-	-	-
		Inalazione di vapori	-	-	-
	Catena alimentare	Consumo di pesce	X	-	-
		Ingestione di vegetali di terreno contaminato	X	-	-
		Ingestione di vegetali irrigati con acque contaminate	-	-	-

*Ing. Claudio Mattalia*



# ANALISI DI RISCHIO

		RBCA	RiskNet	Rachel
<b>BERSAGLI</b>	Residenziale Bambino	X	X	X
	Residenziale Adolescente	X	-	-
	Residenziale Adulto	X	X	X
	Industriale/Commerciale Adulto	X	X	X
	Operaio edile	X	-	-
	Risorsa idrica al puntio di conformità	X	X	X

*Ing. Claudio Mattalia*