



MOVARISCH 2007

ALGORITMO PROPOSTO DALLE REGIONI EMILIA ROMAGNA, TOSCANA E LOMBARDIA PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO CHIMICO



Dott. Ing. Domenico Cazzato
sicurezza@remarksrl.it

Nella valutazione del rischio chimico si possono identificare 2 fasi:

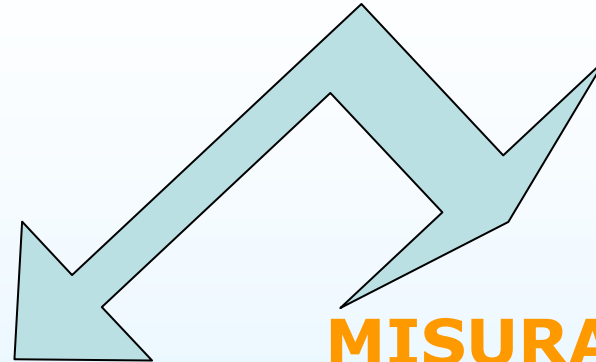
-1° Fase- Identificazione dei PERICOLI



-2° Fase- Valutazione dei RISCHI

- a. preliminare**
- b. approfondita**

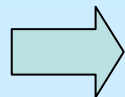
**Nella Valutazione dei rischi APPROFONDATA
si devono usare:**



MISURAZIONI AMBIENTALI
ALGORITMI (MODELLI DI CALCOLO)

**In alternativa alla misurazione dell'agente chimico
è possibile l'uso di algoritmi, sistemi di
valutazione del rischio basati su relazioni
matematiche (o modelli grafici).**

**Identificazione
Dei pericoli**



IDENTIFICAZIONE PERICOLI
Liste sostanze e preparati

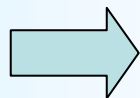


NO

Revisione misure di
prevenzione
e protezione.
Riprendere valutazione

SI

**Valutazione dei
RISCHI
preliminare**



VALUTAZIONE PRELIMINARE RISCHIO

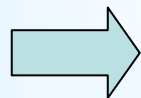


NO

**GIUSTIFICAZIONE
RISCHIO MODERATO**

SI

**Valutazione dei
RISCHI
approfondita**



VALUTAZIONE APPROFONDIRA RISCHIO



NO

**RISCHIO
NON MODERATO**

SI

RISCHIO MODERATO

**MISURAZIONI
AMBIENTALI
ALGORITMI / MODELLI DI
CALCOLO**

Cosa sono i **MODELLI** o **ALGORITMI** per la valutazione del rischio chimico?

- sono procedure che assegnano un valore numerico ad una serie di fattori o parametri che intervengono nella determinazione del rischio pesando, per ognuno di essi in modo diverso, l'importanza assoluta e reciproca sul risultato valutativo finale.
- l'**ALGORITMO** risulta tanto più efficiente quanto più i fattori individuati ed il loro peso sono strettamente correlati alla tipologia del rischio in esame.

I fattori individuati sono inseriti in una

**RELAZIONE MATEMATICA SEMPLICE
(o modello GRAFICO)
che fornisce un**

INDICE NUMERICO

che si inserisce in una

SCALA NUMERICA DEL RISCHIO

**individuando per la situazione analizzata la
gradazione relativa dell'indice calcolato**

MovaRisCh 2007

Il **RISCHIO R** per le valutazioni del rischio derivanti dall'esposizione ad agenti chimici pericolosi è il prodotto:

$$R = P \times E$$

- P** = Indice di pericolosità intrinseca di una sostanza o di un preparato (identificato con le frasi di rischio R)
- E** = Livello di esposizione (cutanea e/o inalatoria) dei soggetti nella specifica attività lavorativa.

MovaRisCh

È possibile calcolare un rischio R per esposizione:

inalatoria $R_{\text{inal}} = P \times E_{\text{inal}}$
cutanea $R_{\text{cute}} = P \times E_{\text{cute}}$

cumulativa $R_{\text{cum}} = \sqrt{(R_{\text{inal}}^2 + R_{\text{cute}}^2)}$

Gli intervalli di variazione di R sono:

$$0.1 \leq R_{\text{inal}} \leq 100$$

$$1 \leq R_{\text{cute}} \leq 100$$

$$1 \leq R_{\text{cum}} \leq 141$$

	Valori di Rischio (R)	Classificazione
RISCHIO MODERATO	$0,1 \leq R < 15$	Rischio moderato
	$15 \leq R < 21$	Intervallo di incertezza. E' necessario, prima della classificazione in <u>rischio moderato</u> , rivedere con scrupolo l'assegnazione dei vari punteggi e rivedere le misure di prevenzione e protezione adottate
RISCHIO SUPERIORE AL MODERATO	$21 \leq R \leq 40$	Rischio superiore al moderato. Applicare gli articoli 72-sexies, septies, decies e undecies.
	$40 < R \leq 80$	Zona di rischio elevato.
	$R > 80$	Zona di grave rischio. Riconsiderare il percorso dell'identificazione delle misure di prevenzione e protezione ai fini di una loro eventuale implementazione. Intensificare i controlli quali la sorveglianza sanitaria, la misurazione degli agenti chimici e la periodicità della manutenzione.

Identificazione dell'indice di Pericolosità P

Il metodo per l'individuazione **dell'indice di pericolo P** si basa sulla classificazione delle sostanze e dei preparati pericolosi (**Frase R**).

Ad ogni **Frase di rischio R** (singola o combinata) è stato attribuito un punteggio (**score**) da **1 a 10** che tiene conto dei criteri di classificazione delle sostanze e dei preparati pericolosi. Si ottiene così un **indice numerico di pericolo** per ogni agente chimico pericoloso impiegato.

Fra le proprietà tossicologiche valutate non vi sono le **proprietà cancerogene e/o mutagene.**

Giuridicamente per tali agenti non è possibile individuare una soglia di rischio al di sotto della quale il rischio risulta moderato.

Per gli agenti cancerogeni e/o mutageni, quando si parla di valutazione del rischio in realtà ci si riferisce ad una **valutazione dell'esposizione.**



Come si valuta la Pericolosità P

1°

La determinazione dello score di pericolo è effettuata in base sia alle **caratteristiche intrinseche** di pericolosità degli agenti chimici (Frase R), sia alle **vie d'esposizione** più rilevanti:

VIA INALATORIA > VIA CUTANEA > VIA INGESTIVA

Come si valuta la Pericolosità P

2°

Un altro aspetto da considerare per la corretta graduazione del pericolo è relativo ai criteri di classificazione ed etichettatura di sostanze e preparati pericolosi in base ai quali gli **effetti a lungo termine** (es. Tossici per il ciclo riproduttivo), **allergenici subacuti o cronici** (es. Sensibilizzanti) sono più importanti rispetto agli **effetti acuti**.

EFFETTI A LUNGO TERMINE > EFFETTI ACUTI

Come si valuta la Pericolosità P

3°

Considerando invece solo gli effetti acuti, la categoria del **Molto Tossico** risulta più pericolosa rispetto a quella del **Tossico**, a sua volta più pericolosa di quella del **Nocivo**:

MOLTO TOSSICO > TOSSICO > NOCIVO

Come si valuta la Pericolosità P

4°

E' stato attribuito un punteggio anche ai preparati non classificati pericolosi, ma che contengono almeno una sostanza pericolosa in conc. $\geq 1\%$ in peso, o $\geq 0,2\%$ in volume.

5°

E' stato attribuito un punteggio minore anche alle sostanze non classificate pericolose, ma per le quali esiste un **valore limite di esposizione professionale.**

Come si valuta la Pericolosità P

6°

E' stato attribuito un punteggio anche a sostanze e preparati non classificati pericolosi, ma che nel processo di lavorazione si **trasformano rilasciando agenti chimici pericolosi.**

7°

Il punteggio minimo non nullo è stato attribuito a sostanze e preparati non classificati e non classificabili come pericolosi, e non contenenti alcuna sostanza pericolosa, neanche come impurezza.

Come si valuta la Pericolosità P

TABELLA DEI COEFFICIENTI P (SCORE)

FRASI R	testo	Score
20	Nocivo per inalazione	4,00
20/21	Nocivo per inalazione e contatto con la pelle	4,35
20/21/22	Nocivo per inalazione, contatto con la pelle e per ingestione	4,50
20/22	Nocivo per inalazione e ingestione	4,15
21	Nocivo a contatto con la pelle	3,25
21/22	Nocivo a contatto con la pelle e per ingestione	3,40
22	Nocivo per ingestione	1,75
23	Tossico per inalazione	7,00
23/24	Tossico per inalazione e contatto con la pelle	7,75
23/24/25	Tossico per inalazione, contatto con la pelle e per ingestione	8,00
23/25	Tossico per inalazione e ingestione	7,25
24	Tossico a contatto con la pelle	6,00
24/25	Tossico a contatto con la pelle e per ingestione	6,25
25	Tossico per ingestione	2,50
26	Molto tossico per inalazione	8,50
26/27	Molto tossico per inalazione e contatto con la pelle	9,25
26/27/28	Molto tossico per inalazione, contatto con la pelle e per ingestione	9,50
26/28	Molto tossico per inalazione e per ingestione	8,75
27	Molto tossico a contatto con la pelle	7,00
27/28	Molto tossico a contatto con la pelle e per ingestione	7,25
28	Molto tossico per ingestione	3,00

Determinazione dell'indice di esposizione E_{inal}

L'indice di **esposizione** per via **inalatoria** (E_{inal}) viene determinato attraverso il prodotto

$$E_{inal} = I \times d$$

I = Intensità dell'esposizione

d = **Distanza** del lavoratore dalla sorgente di intensità **I**

Indice di esposizione E_{inal}

Determinazione del Sub-indice I (intensità di esposizione)

Comporta l'analisi delle seguenti variabili:

- 1. Proprietà chimico-fisiche**
- 2. Quantità in uso**
- 3. Tipologia d'uso**
- 4. Tipologia di controllo**
- 5. Tempo di esposizione**

1. Proprietà chimico-fisiche

4 Livelli in ordine crescente di **disponibilità in aria**, in funzione della volatilità del liquido e della granulometria delle polveri:

- ❖ Stato solido/nebbie
- ❖ Liquidi a bassa volatilità
- ❖ Liquidi ad alta e media volatilità o polveri fini
- ❖ Stato gassoso

2. Quantità in uso

- ❖ < 0,1 Kg
- ❖ 0,1 – 1 Kg
- ❖ 1 – 10 Kg
- ❖ 10 – 100 Kg
- ❖ > 100 Kg

Proprietà chimico-fisiche	Quantità in uso				
	< 0,1 Kg	0,1 – 1 Kg	1 - 10 Kg	10 – 100 Kg	> 100 Kg
Solido/nebbia	Bassa	Bassa	Bassa	Medio/ Bassa	Medio/ Bassa
Bassa volatilità	Bassa	Medio/ Bassa	Medio/ Alta	Medio/ Alta	Alta
Media/Alta volatilità e Polveri fini	Bassa	Medio/ Alta	Medio/ Alta	Alta	Alta
Stato gassoso	Medio/ Bassa	Medio/ Alta	Alta	Alta	Alta

Valori dell'indicatore di Disponibilità (D)		
Bassa	D	= 1
Medio/Bassa	D	= 2
Medio/Alta	D	= 3
Alta	D	= 4

3. Tipologia d'uso

- ❖ **Usò in sistema chiuso:** sostanza usata in reattori o contenitori a tenuta stagna. Trasferimenti con tubazioni stagne.
- ❖ **Usò in inclusione in matrice:** sostanze incluse in materiali che ne limitano o impediscono la dispersione nell'ambiente (es. pellet, dispersione di solidi in acqua, ecc.).
- ❖ **Usò controllato e non dispersivo:** lavorazioni che coinvolgono gruppi limitati di lavoratori; adeguati sistemi di controllo.
- ❖ **Usò con dispersione significativa:** esposizione incontrollata anche per altri lavoratori e per la popolazione in generale (es. irrorazione fitosanitari, vernici, ecc.).

	Tipologia d'uso			
	Sistema chiuso	Inclusione in matrice	Uso controllato	Uso dispersivo
D 1	Basso	Basso	Basso	Medio
D 2	Basso	Medio	Medio	Alto
D 3	Basso	Medio	Alto	Alto
D 4	Medio	Alto	Alto	Alto

Valori dell'Indicatore d'uso (U)			
Basso	U	=	1
Medio	U	=	2
Alto	U	=	3

4. Tipologia di controllo

- ❖ **Contenimento completo:** ciclo chiuso, esposizione trascurabile.
- ❖ **Ventilazione – aspirazione locale:** rimozione del contaminante alla sorgente, impedendone la dispersione.
- ❖ **Segregazione - separazione:** adozione di metodi e comportamenti adeguati.
- ❖ **Diluizione - ventilazione:** naturale o meccanica, richiede monitoraggio continuativo.
- ❖ **Manipolazione diretta:** lavoratore opera con DPI a diretto contatto con il materiale pericoloso. Esposizioni possono essere elevate.

4. Tipologia di controllo

Tipologia di controllo					
	Contenimento completo	Aspirazione localizzata	Segregazione/ Separazione	Ventilazione generale	Manipolazione diretta
U 1	Basso	Basso	Basso	Medio	Medio
U 2	Basso	Medio	Medio	Alto	Alto
U 3	Basso	Medio	Alto	Alto	Alto

Valori dell'Indicatore di Compensazione (C)	
Basso	C = 1
Medio	C = 2
Alto	C = 3

5. Tempo di esposizione

- ❖ Inferiore a 15 minuti
- ❖ Tra 15 minuti e 2 ore
- ❖ Tra 2 ore e 4 ore
- ❖ Tra 4 ore e 6 ore
- ❖ Più di 6 ore



Il tempo di esposizione si identifica a livello giornaliero, indipendentemente dalla frequenza d'uso. Se la lavorazione comporta l'uso di più agenti chimici, si considera il tempo complessivo che espone a tutti gli agenti chimici pericolosi.

	Tempo di esposizione				
	< 15 minuti	15 minuti – 2 ore	2 ore – 4 ore	4 ore – 6 ore	> 6 ore
C 1	Bassa	Bassa	Medio/ Bassa	Medio/ Bassa	Medio/ Alta
C 2	Bassa	Medio/ Bassa	Medio/ Alta	Medio/ Alta	Alta
C 3	Medio/ Bassa	Medio/ Alta	Alta	Alta	Alta

Valori del Sub-Indice di Intensità (I)	
Bassa	I = 1
Medio/Bassa	I = 3
Medio/Alta	I = 7
Alta	I = 10

Determinazione del **Sub-indice d** (distanza degli esposti dalla sorgente)

Tiene conto della distanza fra una sorgente di intensità **I** e il/i lavoratore/i esposto/i:
se sono prossimi alla sorgente (< 1 metro) il sub-
indice **I** resta invariato, mano a mano che aumenta il
valore di **I** deve essere ridotto proporzionalmente.

Distanza	d
Inferiore ad 1 m	1
Da 1 m a 3 m	0,75
Da 3 m a 5 m	0,50
Da 5 m a 10 m	0,25
Maggiore o uguale a 10 m	0,10

Schema per la determinazione dell'indice di esposizione E_{inal}

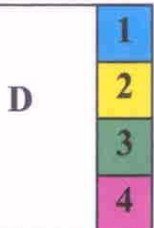
Proprietà chimico-fisiche
 Solido-nebbie
 Bassa volatilità
 Media e alta volatilità e
 Polveri fini
 Stato gassoso

Quantità in uso
 < 0,1 Kg
 0,1 - 1 Kg
 1 - 10 Kg
 10 - 100 Kg
 >100 Kg

Tipologia d'uso
 Sistema chiuso
 Inclusioni in matrice
 Uso controllato
 Uso dispersivo

Tipologia di controllo
 Contenimeto completo
 Aspirazione localizzata
 Segregazione/Separazione
 Ventilazione generale
 Manipolazione diretta

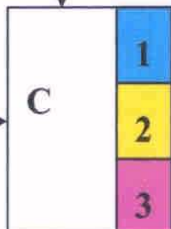
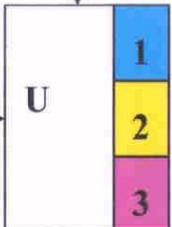
Tempo di esposizione
 < 15 minuti
 15 min - 2 ore
 2 ore - 4 ore
 4 ore - 6 ore
 > 6 ore



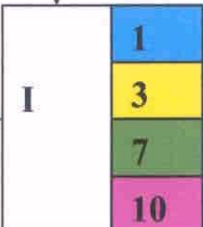
Posto di lavoro _____
 Sostanza o preparato _____
 Data di compilazione _____

Valori di d

Inferiore a 1 metro = 1
 Da 1 a inferiore a 3 metri = 0,75
 Da 3 a inferiore a 5 metri = 0,50
 Da 5 a inferiore a 10 metri = 0,25
 Maggiore o uguale a 10 metri = 0,1



$R = P \times E_{inal}$



$E_{inal} = I \times d$

Determinazione dell'indice di esposizione cutanea E_{cute}

1. Tipologia d'uso

2. Livelli di contatto cutaneo

- ❖ Nessun contatto.
- ❖ Contatto accidentale (non più di 1 volta/giorno).
- ❖ Contatto discontinuo (da 2 a 10 contatti/giorno).
- ❖ Contatto esteso (più di 10 contatti/giorno).

$$R = P \times E_{\text{cute}}$$

	Nessun contatto	Contatto accidentale	Contatto discontinuo	Contatto esteso
Sistema chiuso	Basso	Basso	Medio	Alto
Inclusione in matrice	Basso	Medio	Medio	Alto
Uso controllato	Basso	Medio	Alto	Molto Alto
Uso dispersivo	Basso	Alto	Alto	Molto Alto

Valori da assegnare ad E_{cute}	
Basso	$E_{\text{cute}} = 1$
Medio	$E_{\text{cute}} = 3$
Alto	$E_{\text{cute}} = 7$
Molto Alto	$E_{\text{cute}} = 10$

Valutazione del rischio da agenti chimici derivanti da attività lavorative

$$R = P \times E_{inal}$$

Per calcolare E_{inal} si utilizzano due matrici modificate:

Matrice 1/bis: tipologia di controllo (escluso manipolazione diretta) in funzione di quantità giornaliera in uso del materiale di partenza.

→ Si ottiene in sub-indice C.

Matrice 2/bis: sub-indice C in funzione del tempo di esposizione.

→ Si ottiene il sub-indice I.

		Tipologia di controllo			
Quantità in uso	Contenimento completo	Aspirazione localizzata	Segregazione/ Separazione	Ventilazione generale	
< 10 Kg	Basso	Basso	Basso	Medio	
10-100 Kg	Basso	Medio	Medio	Alto	
> 100 Kg	Basso	Medio	Alto	Alto	

Valori dell'Indicatore di Compensazione (C)	
Basso	C = 1
Medio	C = 2
Alto	C = 3

$$R = P \times E_{inal}$$

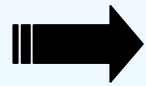
$$E_{inal} = I \times d$$

	Tempo di esposizione				
	< 15 minuti	15 minuti – 2 ore	2 ore – 4 ore	4 ore – 6 ore	> 6 ore
C 1	Bassa	Bassa	Medio/ Bassa	Medio/ Bassa	Medio/ Alta
C 2	Bassa	Medio/ Bassa	Medio/ Alta	Medio/ Alta	Alta
C 3	Medio/ Bassa	Medio/ Alta	Alta	Alta	Alta

Valori del Sub-Indice di Intensità (I)	
Bassa	I = 1
Medio/Bassa	I = 3
Medio/Alta	I = 7
Alta	I = 10

Ora è possibile calcolare il rischio R di esposizione ad agenti chimici pericolosi:

$$**R = P \times E**$$



Il calcolo deve essere fatto per ogni posto di lavoro e per ogni sostanza o preparato pericoloso utilizzato!



La classificazione in rischio moderato o "superiore a moderato" deve essere effettuata tramite il valore del rischio R che è risultato più elevato.

- ★ Quando una sostanza o un preparato presentano più **frasi di rischio**, per l'individuazione dello **score P** da introdurre nella formula deve essere utilizzato il **valore più elevato** fra quelli ottenuti.
- ★ Per un lavoratore sottoposto ad una **esposizione diretta** ed all'esposizione ad una sorgente ad una **distanza d**, nella valutazione del rischio si dovranno **sommare i 2 risultati di R** ottenuti.

Limiti di utilizzo dell'algoritmo

- ➔ Nella valutazione dell'esposizione, per le variabili quantitative (**quantità in uso e tempi di esposizione**) è indispensabile compiere un'attenta analisi dell'attività lavorativa per individuare le reali quantità su base giornaliera e gli effettivi tempi in cui i lavoratori risultano esposti.
- ➔ Il tempo di esposizione è indipendente dalla **frequenza d'uso**. Anche nel caso dell'utilizzo di agenti chimici per periodi temporali limitati (es. 2 mesi/anno o 1 gg/settimana) devono essere prese in considerazione, relativamente al periodo temporale pari ad una giornata lavorativa (8 ore), le condizioni di maggiore esposizione.

CONSIDERAZIONI

Nel caso del rischio da agenti chimici, la tutela della salute dei lavoratori è sempre più legata alla ricerca ed allo sviluppo di **prodotti meno pericolosi per prevenire, ridurre ed eliminare, per quanto possibile, il pericolo in via prioritaria alla fonte.**

L'uso di modelli/algoritmi consente di operare delle scelte fra agenti chimici con diversa pericolosità ma uguale funzione d'uso. **Riuscire a discriminare fra vari agenti chimici vuol dire sostituire ciò che è pericoloso con ciò che non lo è, o lo è meno.**

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Dott. Ing. Domenico Cazzato
sicurezza@remarksrl.it