

Mo_{DELLO DI} **Va**_{LUTAZIONE DEL} **Ris**_{CHIO}

DA AGENTI **Ch**_{IMICI PERICOLOSI} **PER LA SALUTE**

AD USO DELLE PICCOLE E MEDIE IMPRESE (PMI)

REGIONE
TOSCANA



Regione Emilia-Romagna

ASSESSORATO ALLA SANITA'



Regione Lombardia

Sanità

**Adriano Albonetti, Claudio Arcari, Eugenio Ariano, Anna Bosi,
Susanna Cantoni, Francesco Carnevale, Claudia Cassinelli,
Silvana Di Stefano, Patrizia Ferdenzi, Marta Ferrari,
Angela Ganzi, Celsino Govoni, Bruno Marchesini,
Marco Migliorini, Lucia Miligi, Giorgio Passera, Lamberto Veneri**

Perche' si sta destinando risorse a questo progetto rivolto prevalentemente alle PMI ?

OBIETTIVO 1: è quello di individuare un percorso, il più semplice possibile, per effettuare la **valutazione del rischio chimico per la SALUTE** da parte delle imprese Artigiane, Industriali, del Commercio e dei Servizi senza dover procedere, almeno nella fase preliminare, a misurazioni degli agenti chimici.

OBIETTIVO 2: è quello di costruire un modello inteso come un percorso di “**facilitazione**” atto a consentire, alle piccole e medie imprese, la **classificazione al di sopra o al di sotto della soglia del rischio IRRILEVANTE PER SALUTE.**

Qual è la finalità della costruzione di un modello per la facilitazione del percorso di valutazione del rischio ?

E' noto che in alternativa alla misurazione dell'agente chimico è possibile, e largamente praticato, l'uso di sistemi di valutazione del rischio basati su relazioni matematiche (o su modelli grafici) denominati algoritmi (letteralmente: procedure di calcolo).

COS'E' UN MODELLO/ALGORITMO ?

Gli algoritmi (o i modelli o modelli indicizzati) 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.

Quand'è che un algoritmo è efficace?

Quando l'Individuazione e il Peso dei suoi Fattori sono pertinenti alla tipologia del rischio.

I fattori individuati vengono inseriti in una relazione matematica semplice (o in un modello grafico) la quale fornisce un indice numerico che assegna, non tanto un valore assoluto del rischio, quanto permette di inserire il valore trovato in una "scala numerica del rischio" individuando, per la situazione analizzata una graduazione dell'importanza del valore dell'indice calcolato.

Com'è stato costruito MoVaRisCh?

MoVaRisCh ha previsto l'individuazione:

- 1. dei parametri che determinano il rischio;**
- 2. del “peso” dei fattori di compensazione nei confronti del rischio;**
- 3. della relazione numerica che lega i parametri fra di loro;**
- 4. della scala dei valori dell'indice in relazione al rischio (per esempio: molto basso, basso, medio, medio-alto, alto).**

**La costruzione di MoVaRisCh è stata
compiuta nell'assoluta conformità
e in seguito alla predisposizione delle
Linee Guida Interregionali
applicative della direttiva 98/24/CE**

**Infatti le misure di prevenzione e protezione di
carattere generale, quali quelle previste
dall'ALLEGATO IV Punto 2., 3., 4. D.Lgs.81/08
devono essere adottate prima di
eseguire la valutazione del rischio.**

La costruzione di MoVaRisCh è stata compiuta nell'assoluta conformità e in seguito alla predisposizione delle Linee Guida Interregionali applicative della direttiva 98/24/CE

L'applicazione del Titolo IX Capo I D.Lgs.81/08 non può in alcun modo provocare un'attenuazione delle misure generali di tutela dei lavoratori durante il lavoro, né prescindere dall'applicazione della Normativa previgente e pertanto le misure di prevenzione e protezione di carattere generale devono essere applicate ancor prima di valutare il rischio da agenti chimici.

In altre parole qualsiasi valutazione approfondita del rischio chimico non può prescindere dall'attuazione preliminare e prioritaria dei principi e delle misure generali di tutela dei lavoratori.

Qual'è il significato di MoVaRisCh?

Il modello proposto è una modalità di analisi che consente di effettuare la valutazione del rischio secondo quanto previsto dall'articolo 223 comma 1 del D.Lgs. 81/08: nel modello è infatti prevista l'identificazione e il peso da assegnare ai parametri indicati dall'articolo di legge e dai quali non è possibile prescindere.

**Il Modello per la Valutazione del
Rischio per la SALUTE
derivante da esposizione ad
agenti Chimici pericolosi**
MoVaRisCh

$$\mathbf{R} = \mathbf{P}_{(\text{HAZARD})} \mathbf{X} \mathbf{E}_{(\text{EXPOSURE})}$$

PERICOLO

Il pericolo P rappresenta l'indice di pericolosità intrinseca di una sostanza o di un preparato che nell'applicazione di questo modello viene identificato con le frasi di rischio R che sono utilizzate nella classificazione secondo la Direttiva Europea 67/548/CEE e successive modifiche.

Ad ogni frase R è stato assegnato un punteggio (score da 1 a 10) tenendo conto dei criteri di classificazione delle sostanze e dei preparati pericolosi, indicati nel Decreto Legislativo 28 luglio 2008, n.145 (D.Lgs. 52/97 e succ. mod.)

Il pericolo P rappresenta quindi la potenziale pericolosità di una sostanza indipendentemente dai livelli a cui le persone sono esposte (pericolosità intrinseca).

ESPOSIZIONE

L'esposizione E rappresenta il livello di esposizione dei soggetti (singoli lavoratori esposti o potenzialmente esposti) nella specifica attività lavorativa.

RISCHIO

Il rischio R per la SALUTE, determinato secondo questo modello, tiene conto dei parametri di cui all'articolo 223 comma 1. del D.Lgs. 81/08:

- **Per il pericolo P sono tenuti in considerazione le proprietà pericolose per la SALUTE e l'assegnazione di un valore limite professionale, mediante il punteggio assegnato.**
- **Per l'esposizione E si sono presi in considerazione: tipo, durata dell'esposizione, le modalità con cui avviene l'esposizione, le quantità in uso, gli effetti delle misure preventive e protettive adottate.**

RISCHIO

Il rischio R per la SALUTE, in questo modello, può essere calcolato separatamente per esposizioni inalatorie e per esposizioni cutanee:

$$\mathbf{R_{inal} = P \times E_{inal}}$$

$$\mathbf{R_{cute} = P \times E_{cute}}$$

RISCHIO

Nel caso in cui per un agente chimico pericoloso siano previste contemporaneamente entrambe le vie di assorbimento il rischio R cumulativo (R_{cum}) è ottenuto tramite il seguente calcolo:

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

Gli intervalli di variazione di R per la SALUTE sono:

$$0,1 \leq R_{\text{inal}} \leq 100$$

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

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

**Significato, importanza
e utilità
dell'identificazione
corretta dell'indice di
pericolosità P**

Significato di Valutazione approfondita del rischio chimico con Modelli/Algoritmi

La valutazione del rischio chimico per la salute si effettua per ogni lavoratore in relazione alle sue specifiche mansioni, le quali devono essere individuate con precisione dal datore di lavoro e rese note allo stesso lavoratore.

Significato di Valutazione approfondita del rischio chimico con Modelli/Algoritmi

La valutazione del rischio chimico per la salute si effettua sulla base della conoscenza delle proprietà tossicologiche intrinseche a breve, a medio e a lungo termine degli agenti chimici pericolosi impiegati o che si liberano nel luogo di lavoro in funzione dell'esposizione dei lavoratori, la quale a sua volta dipenderà dalle quantità dell'agente chimico impiegato o prodotto, dalle modalità d'impiego e dalla frequenza dell'esposizione.

Misure e principi generali per la prevenzione dei rischi
Art. 224 comma 2.

Se i risultati della valutazione dei rischi dimostrano che, in relazione al tipo e alle quantità di un agente chimico pericoloso e alle modalità e frequenza di esposizione a tale agente presente sul luogo di lavoro, vi è solo un **RISCHIO BASSO PER LA SICUREZZA ed IRRILEVANTE PER LA SALUTE dei lavoratori** e che le misure generali di tutela sono sufficienti a ridurre il rischio, non si applicano:
le Misure specifiche di protezione e di prevenzione,
le Disposizioni in caso di incidenti e di emergenze,
la Sorveglianza Sanitaria e
le Cartelle Sanitarie e di Rischio.

Significato di Valutazione approfondita del rischio chimico con Modelli/Algoritmi

- 1. Fra le proprietà tossicologiche valutate non vi sono le proprietà cancerogene e/o mutagene, le quali vengono considerate esclusivamente nel Titolo IX Capo II D.Lgs.81/08.**
- 2. Per gli agenti cancerogeni e/o mutageni non è giuridicamente possibile individuare una soglia del rischio al di sotto della quale il rischio risulta moderato.**
- 3. Per gli agenti cancerogeni e/o mutageni, quando si parla di valutazione del rischio in realtà ci si riferisce sempre ad una valutazione dell'esposizione.**

Modalità per la valutazione della pericolosità intrinseca per la salute di un agente chimico.

Criteri per l'identificazione dell'indice P

Il metodo per l'individuazione di un indice di pericolo P si basa sulla classificazione delle sostanze e dei preparati pericolosi stabilita dalla normativa italiana vigente che, com'è noto, proviene da direttive e regolamenti della CE (Direttiva 67/548/CEE e successive integrazioni e modifiche).

L'individuazione dell'indice di pericolo P per la salute di un agente chimico segue una modalità convenzionale e cautelativa/conservativa in conformità ai criteri UE

Mediante l'assegnazione di un valore alla frase di rischio (Frase R) singola o combinata attribuito alla proprietà più pericolosa e di conseguenza alla classificazione più pericolosa è possibile avere a disposizione un indice numerico (score) di pericolo per ogni agente chimico pericoloso impiegato.

La scelta dello score più elevato dell'agente chimico pericoloso impiegato moltiplicato per l'indice d'esposizione fornisce la possibilità di valutare il rischio chimico per ogni lavoratore esposto ad agenti chimici pericolosi in qualsiasi circostanza lavorativa.

Il risultato dell'applicazione risente dei limiti propri dei criteri di classificazione.

L'individuazione dell'indice di pericolo P per la salute di un agente chimico segue una modalità convenzionale e cautelativa/conservativa in conformità ai criteri UE

In assenza di classificazione ufficiale, poiché coloro che immettono sul mercato sostanze non classificate, da sole o contenute in preparati, è possibile che procedano a classificazioni provvisorie differenti, è necessario utilizzare la classificazione provvisoria adottata da fabbricanti, importatori o distributori di prodotti chimici che prevede lo score P più alto.

Nell'attribuzione dei punteggi alle frasi di rischio riferite alle proprietà tossicologiche si è valutato essenzialmente l'entità delle manifestazioni cliniche indicate come criteri nel D.Lgs.145/08

I criteri per la determinazione dello SCORE di P

La determinazione dello score di pericolo è effettuata in maniera pesata in funzione della graduatoria di pericolosità assegnata alle singole categorie di pericolo ed ai criteri per la scelta dei simboli, dell'indicazione del pericolo e della scelta delle frasi indicanti i rischi relativi alle proprietà tossicologiche degli agenti chimici pericolosi in relazione alle vie d'esposizioni più rilevanti per il lavoratore sul luogo di lavoro:

**Via d'assorbimento per via inalatoria >
Via d'assorbimento per via cutanea/mucose
> Via d'assorbimento per via ingestiva).**

I criteri per la determinazione dello SCORE di P

Esempio di graduazione del pericolo solo per gli effetti acuti:

la categoria del **Molto Tossico** risulta più pericolosa

rispetto a quella del **Tossico**, la quale risulta più pericolosa

rispetto a quella del **Nocivo**

sulla base dei risultati di tossicità acuta espressa attraverso le DL_{50} per via orale e cutanea e CL_{50} per via inalatoria.

I criteri per la determinazione dello SCORE di P

Un altro aspetto di estrema rilevanza per una corretta graduazione del pericolo è relativo al fatto che i criteri di classificazione ed etichettatura delle sostanze e dei preparati pericolosi secondo la direttiva 67/548/CEE e successive modifiche ed integrazioni si basano sul principio che gli effetti a lungo termine (ad es. categoria di pericolo del Tossico per il ciclo riproduttivo), allergenici subacuti o cronici (ad es. categoria di pericolo dei Sensibilizzanti) siano più rigorosi ed importanti rispetto agli effetti acuti.

I criteri per la determinazione dello SCORE di P

Secondo questo modello gli effetti dovuti all' **ingestione corrispondono ad una valutazione della pericolosità intrinseca non nulla.**

Se un agente chimico esplica la sua pericolosità esclusivamente per ingestione si ritiene che negli ambienti di lavoro il rischio legato a questa via di assorbimento possa essere eliminato alla radice, adottando corrette misure igieniche e comportamentali; quindi si è ritenuto di non considerare in questo modello il rischio per ingestione, pur mantenendo i relativi valori degli score all'interno della tabella.

I criteri per la determinazione dello SCORE di P

Si è poi assunto una disuguaglianza tra le altre vie di introduzione **(cutanea e inalatoria)** attribuendo un “peso” maggiore alla via inalatoria e si è fatto in modo che per ciascun effetto (nocivo, tossico o molto tossico) il punteggio attribuito ad ogni singola via di introduzione fosse rispettivamente superiore a quello attribuito alla categoria precedente per tutte le vie, ma inferiore a quello attribuito alla categoria propria per tutte le vie (es. Tossico per via inalatoria superiore rispetto al Nocivo per tutte le vie, ma inferiore al valore del Tossico per tutte le vie).

I criteri per la determinazione dello SCORE di P

Nella tabella allegata è stato attribuito un punteggio anche ai preparati non classificati pericolosi per la salute, ma che contengono almeno una sostanza pericolosa in concentrazione individuale \geq all'1% in peso rispetto al peso del preparato non gassoso, o \geq allo 0,2 % in volume rispetto al volume del preparato gassoso o contenenti una sostanza per la quale esistono valori limite di espressione comunitari sul luogo di lavoro, cioè in riferimento a quei preparati di cui è possibile accedere alla scheda informativa in materia di sicurezza ai sensi del D.M. 07/09/2002 per la conoscenza della composizione degli ingredienti del Preparato (Allegato II del REACH).

I criteri per la determinazione dello SCORE di P

E' stato attribuito un punteggio anche per quelle sostanze non classificate ufficialmente come pericolose per la SALUTE (per via inalatoria e/o per contatto con la pelle/mucose e/o per ingestione), ma alle quali è stato assegnato un valore limite d'esposizione professionale (ad esempio l'etere dimetilico, il clorodifluorometano, l'1-metossi-2-propanolo, il 1,2,3 trimetilbenzene, l'acetato di 1-metilbutile, l'acetato di 3-amile, il seleniuro di idrogeno, il 2-metossimetiletossi-propanolo, l'acetato di terz-amile ecc...).

I criteri per la determinazione dello SCORE di P

E' stato inoltre attribuito un punteggio minore a quelle sostanze non classificabili come pericolose per la SALUTE (per via inalatoria e/o per contatto con la pelle/mucose e/o per ingestione), ma in possesso di un valore limite d'esposizione professionale (ad esempio biossido di carbonio).

I criteri per la determinazione dello SCORE di P

Infine, è stato attribuito un punteggio anche per le sostanze e i preparati non classificati come pericolosi, ma che nel

processo di lavorazione si trasformano o si decompongono emettendo tipicamente degli agenti chimici pericolosi (ad es. nelle lavorazioni metalmeccaniche, nelle saldature, nelle lavorazioni con materie plastiche, ecc...).

I criteri per la determinazione dello SCORE di P

Questa modalità di attribuzione di un punteggio a sostanze o preparati inseriti in un **PROCESSO** risulta chiaramente più complessa ed indeterminata. Questo è un caso in cui non è possibile dare un peso certo alle proprietà tossicologiche di queste sostanze e preparati, (polimeri, elastomeri, leghe, ecc..) i quali non presentano un pericolo all'atto della normale manipolazione o utilizzazione.

La difficoltà di attribuzione di un punteggio a questi impieghi è dovuto all'impossibilità di prevedere con certezza quali agenti chimici pericolosi si sviluppino durante il processo, per il fatto che la termodinamica e le cinetiche di reazione relative alla trasformazione siano poco conosciute o le reazioni non siano facilmente controllabili.

I criteri per la determinazione dello SCORE di P

Tuttavia è stato deciso di attribuire comunque un punteggio anche nei PROCESSI, diversificandolo in funzione della conoscenza degli agenti chimici che si prevede possano svilupparsi, dando ovviamente un punteggio più elevato per quelli pericolosi per via inalatoria rispetto alle altre vie d'assorbimento.

E' stato fornito un punteggio maggiore per i processi ad elevata emissione di agenti chimici rispetto a quelli a bassa emissione.

Infatti la saldatura è caratterizzata da una emissione di agenti chimici pericolosi presenti nei fumi molto più elevata rispetto allo stampaggio delle materie plastiche; a sua volta lo stampaggio delle materie plastiche può avvenire sia ad alte temperature (260° C) che a basse temperature (80°C) con diverse velocità d'emissione.

I criteri per la determinazione dello SCORE di P

Il punteggio minimo non nullo è stato attribuito alle sostanze e ai preparati non classificati e non classificabili in alcun modo come pericolosi e non contenenti nessuna sostanza pericolosa neanche come impurezza.

Determinazione dell'indice di esposizione per via inalatoria (E_{inal})

L'indice di esposizione per via inalatoria E_{inal} viene determinato attraverso il prodotto di un Sub-indice I (Intensità dell'esposizione) per un Sub-indice d (distanza del lavoratore dalla sorgente di intensità I):

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

Determinazione del Sub-indice I dell'intensità di esposizione

Determinazione dell'indice di esposizione per via inalatoria (E_{inal})

**Il calcolo del Sub-indice I comporta l'uso delle
seguenti 5 variabili :**

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

Determinazione dell'indice di esposizione per via inalatoria (E_{inal})

1. *Proprietà chimico-fisiche.* Vengono individuati quattro livelli, in ordine crescente relativamente alla possibilità della sostanza di rendersi disponibile in aria, in funzione della volatilità del liquido e della ipotizzabile o conosciuta granulometria delle polveri:

- stato solido/nebbie (largo spettro granulometrico),
- liquidi a bassa volatilità [bassa tensione di vapore]
- liquidi a alta e media volatilità [alta tensione di vapore] o polveri fini,
- stato gassoso.

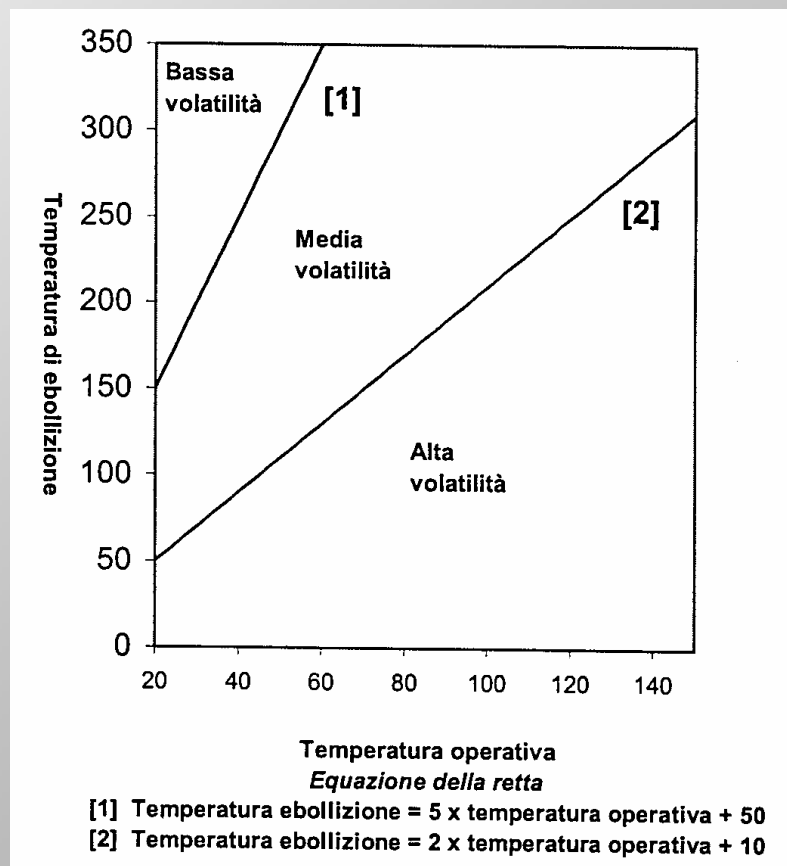
Determinazione dell'indice di esposizione per via inalatoria (E_{inal})

Tabella 1: Livelli di disponibilità - Polveri

LIVELLI DI DISPONIBILITÀ - POLVERI			
- Stato solido / nebbie - largo spettro granulometrico			
	Basso	:	pellet e similari, solidi non friabili, bassa evidenza di polverosità osservata durante l'uso. Per esempio: pellets di PVC cere e paraffine.
	Medio	:	solidi granulari o cristallini. Durante l'impiego la polverosità è visibile, ma la polvere si deposita rapidamente. Dopo l'uso la polvere è visibile sulle superfici. Per esempio: sapone in polvere, zucchero granulare.
- Polveri fini			
	Alto	:	polvere fine e leggera. Durante l'impiego si può vedere formarsi una nuvola di polvere che rimane aerosospesa per diversi minuti. Per esempio: cemento, Diossido di Titanio, toner di fotocopiatrice.

Determinazione dell'indice di esposizione per via inalatoria (E_{inal})

Figura 1: Livelli di disponibilità – Sostanze organiche liquide



Determinazione dell'indice di esposizione per via inalatoria (E_{inal})

2. *Quantità in uso.* Per quantità in uso si intende la quantità di agente chimico o del preparato effettivamente presente e destinato, con qualunque modalità, all'uso nell'ambiente di lavoro su base giornaliera.

0,1 Kg

0,1 – 1 Kg

1 – 10 Kg

10 – 100 Kg

> 100 Kg

Determinazione dell'indice di esposizione per via inalatoria (E_{inal})

3. *Tipologia d'uso.* Vengono individuati quattro livelli, sempre in ordine crescente relativamente alla possibilità di dispersione in aria, della tipologia d'uso della sostanza, che identificano la sorgente della esposizione.

Uso in sistema chiuso: la sostanza è usata e/o conservata in reattori o contenitori a tenuta stagna e trasferita da un contenitore all'altro attraverso tubazioni stagne. Questa categoria non può essere applicata a situazioni in cui, in una qualsiasi sezione del processo produttivo, possano aversi rilasci nell'ambiente. In altre parole il sistema chiuso deve essere tale in tutte le sue parti.

Determinazione dell'indice di esposizione per via inalatoria (E_{inal})

3. *Tipologia d'uso.* Vengono individuati quattro livelli, sempre in ordine crescente relativamente alla possibilità di dispersione in aria, della tipologia d'uso della sostanza, che identificano la sorgente della esposizione.

Uso in inclusione in matrice: la sostanza viene incorporata in materiali o prodotti da cui è impedita o limitata la dispersione nell'ambiente. Questa categoria include l'uso di materiali in “pellet”, la dispersione di solidi in acqua con limitazione del rilascio di polveri e in genere l'inglobamento della sostanza in esame in matrici che tendano a trattenerla.

Determinazione dell'indice di esposizione per via inalatoria (E_{inal})

3. *Tipologia d'uso.* Vengono individuati quattro livelli, sempre in ordine crescente relativamente alla possibilità di dispersione in aria, della tipologia d'uso della sostanza, che identificano la sorgente della esposizione.

Uso controllato e non dispersivo: questa categoria include le lavorazioni in cui sono coinvolti solo limitati gruppi selezionati di lavoratori, adeguatamente esperti dello specifico processo, e in cui sono disponibili sistemi di controllo adeguati a controllare e contenere l'esposizione.

Determinazione dell'indice di esposizione per via inalatoria (E_{inal})

3. Tipologia d'uso. Vengono individuati quattro livelli, sempre in ordine crescente relativamente alla possibilità di dispersione in aria, della tipologia d'uso della sostanza, che identificano la sorgente della esposizione.

Uso con dispersione significativa: questa categoria include lavorazioni ed attività che possono comportare un'esposizione sostanzialmente incontrollata non solo degli addetti, ma anche di altri lavoratori ed eventualmente della popolazione generale. Possono essere classificati in questa categoria processi come l'irrorazione di prodotti fitosanitari, l'uso di vernici ed altre analoghe attività.

Determinazione dell'indice di esposizione per via inalatoria (E_{inal})

4. *Tipologia di controllo.* Vengono individuate, per grandi categorie, le misure che possono essere previste e predisposte per evitare che il lavoratore sia esposto alla sostanza; l'ordine è decrescente per efficacia di controllo.

Contenimento completo: corrisponde ad una situazione a ciclo chiuso. Dovrebbe, almeno teoricamente, rendere trascurabile l'esposizione, ove si escluda il caso di anomalie, incidenti, errori.

Determinazione dell'indice di esposizione per via inalatoria (E_{inal})

- 4. *Tipologia di controllo.*** Vengono individuate, per grandi categorie, le misure che possono essere previste e predisposte per evitare che il lavoratore sia esposto alla sostanza; l'ordine è decrescente per efficacia di controllo.

Ventilazione - aspirazione locale degli scarichi e delle emissioni (LEV): questo sistema rimuove il contaminante alla sua sorgente di rilascio, impedendone la dispersione nelle aree con presenza umana, dove potrebbe essere inalato.

Determinazione dell'indice di esposizione per via inalatoria (E_{inal})

4. *Tipologia di controllo.* Vengono individuate, per grandi categorie, le misure che possono essere previste e predisposte per evitare che il lavoratore sia esposto alla sostanza; l'ordine è decrescente per efficacia di controllo.

Segregazione - separazione: il lavoratore è separato dalla sorgente di rilascio del contaminante da un appropriato spazio di sicurezza, o vi sono adeguati intervalli di tempo fra la presenza del contaminante nell'ambiente e la presenza del personale nella stessa area. Questa procedura si riferisce soprattutto all'adozione di metodi e comportamenti appropriati, controllati in modo adeguato, piuttosto che ad una separazione fisica effettiva (come nel caso del contenimento completo). Il fattore dominante diviene quindi il comportamento finalizzato alla prevenzione dell'esposizione. L'adeguato controllo di questo comportamento è di primaria importanza.

Determinazione dell'indice di esposizione per via inalatoria (E_{inal})

4. *Tipologia di controllo.* Vengono individuate, per grandi categorie, le misure che possono essere previste e predisposte per evitare che il lavoratore sia esposto alla sostanza; l'ordine è decrescente per efficacia di controllo.

Diluizione - ventilazione: questa può essere naturale o meccanica. Questo metodo è applicabile nei casi in cui esso consenta di minimizzare l'esposizione e renderla trascurabile in rapporto alla pericolosità intrinseca del fattore di rischio. Richiede generalmente un adeguato monitoraggio continuativo.

Determinazione dell'indice di esposizione per via inalatoria (E_{inal})

4. *Tipologia di controllo.* Vengono individuate, per grandi categorie, le misure che possono essere previste e predisposte per evitare che il lavoratore sia esposto alla sostanza; l'ordine è decrescente per efficacia di controllo.

Manipolazione diretta (con sistemi di protezione individuale): in questo caso il lavoratore opera a diretto contatto con il materiale pericoloso, adottando unicamente maschera, guanti o altre analoghe attrezzature. Si può assumere che in queste condizioni le esposizioni possano essere anche relativamente elevate.

Determinazione dell'indice di esposizione per via inalatoria (E_{inal})

5. *Tempo di esposizione.* Vengono individuati cinque intervalli per definire il tempo di esposizione alla sostanza o al preparato:

L'identificazione del tempo di esposizione deve essere effettuata su base giornaliera, indipendentemente dalla frequenza d'uso dell'agente su basi temporali più ampie, quali la settimana, il mese o l'anno. Se la lavorazione interessa l'uso di diversi agenti chimici pericolosi al fine dell'individuazione del tempo d'esposizione dei lavoratori si considera il tempo che complessivamente espone a tutti gli agenti chimici pericolosi.

Determinazione dell'indice di esposizione per via inalatoria (E_{inal})

b) Identificazione del Sub-indice d della distanza degli esposti dalla sorgente

Il sub-indice d tiene conto della distanza fra una sorgente di intensità I e il lavoratore/i esposto/i :

nel caso che questi siano prossimi alla sorgente (< 1 metro) il sub-indice I rimane inalterato ($d = 1$); via via che il lavoratore risulta lontano dalla sorgente il sub-indice di intensità di esposizione I deve essere ridotto proporzionalmente fino ad arrivare ad un valore di 1/10 di I per distanze maggiori di 10 metri.

Matrice 1

Determinazione dell'indice di esposizione per via inalatoria (E_{inal})

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

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

Matrice 2

Determinazione dell'indice di esposizione per via inalatoria (E_{inal})

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

	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

Matrice 3

Determinazione dell'indice di esposizione per via inalatoria (E_{inal})

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

	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

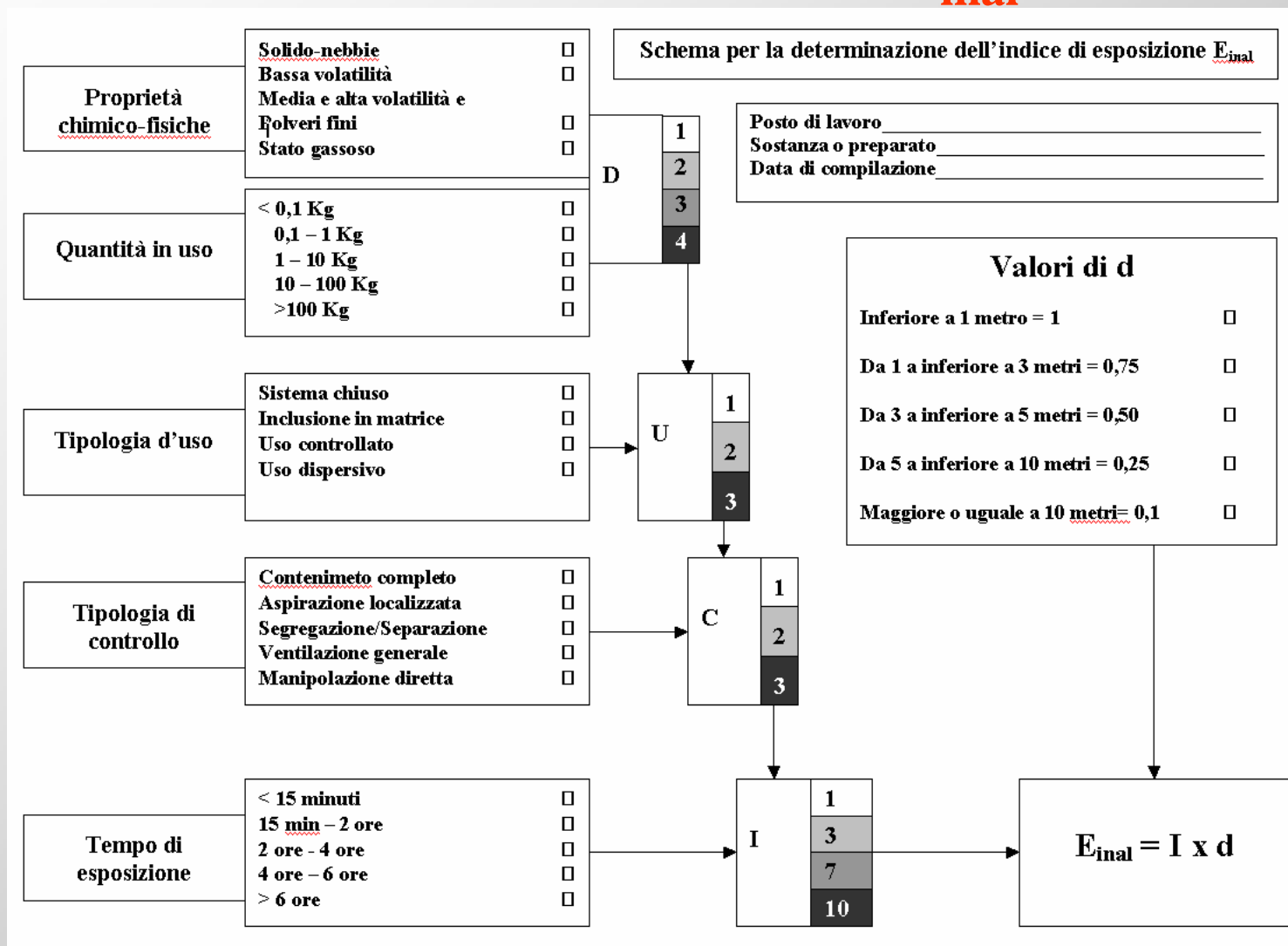
Matrice 4

Determinazione dell'indice di esposizione per via inalatoria (E_{inal})

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

	Tempo di Esposizione				
	< 15 minuti	Da 15 minuti a 2 ore	Da 2 ore a 4 ore	Da 4 ore a 6 ore	> 6 ore
C 1	BASSO	BASSO	MEDIO BASSO	MEDIO BASSO	MEDIO ALTO
C 2	BASSO	MEDIO BASSO	MEDIO ALTO	MEDIO ALTO	ALTO
C 3	MEDIO BASSO	MEDIO ALTO	ALTO	ALTO	ALTO

Schema per la determinazione dell'indice di esposizione per via inalatoria (E_{inal})



Determinazione dell'indice di esposizione per via cutanea (E_{cute})

MoVaRisCh considera esclusivamente il contatto diretto con solidi o liquidi, mentre l'esposizione cutanea per gas e vapori viene considerata in generale bassa e soprattutto in relazione ai valori di esposizione per via inalatoria: in tale contesto il modello considera esclusivamente la variabile “livelli di contatto cutaneo”.

L'indice di esposizione per via cutanea E_{cute} viene determinato attraverso una semplice matrice che tiene conto di due variabili:

1. *Tipologia d'uso.*
2. *I livelli di contatto cutaneo.*

Determinazione dell'indice di esposizione per via cutanea (E_{cute})

1 . Tipologia d'uso. Vengono individuati quattro livelli, sempre in ordine crescente relativamente alla possibilità di dispersione in aria, della tipologia d'uso della sostanza, che identificano la sorgente della esposizione.

Uso in sistema chiuso: la sostanza è usata e/o conservata in reattori o contenitori a tenuta stagna e trasferita da un contenitore all'altro attraverso tubazioni stagne. Questa categoria non può essere applicata a situazioni in cui, in una qualsiasi sezione del processo produttivo, possano aversi rilasci nell'ambiente. In altre parole il sistema chiuso deve essere tale in tutte le sue parti.

Determinazione dell'indice di esposizione per via cutanea (E_{cute})

1 . Tipologia d'uso. Vengono individuati quattro livelli, sempre in ordine crescente relativamente alla possibilità di dispersione in aria, della tipologia d'uso della sostanza, che identificano la sorgente della esposizione.

Uso in inclusione in matrice: la sostanza viene incorporata in materiali o prodotti da cui è impedita o limitata la dispersione nell'ambiente. Questa categoria include l'uso di materiali in “pellet”, la dispersione di solidi in acqua con limitazione del rilascio di polveri e in genere l'inglobamento della sostanza in esame in matrici che tendano a trattenerla.

Determinazione dell'indice di esposizione per via cutanea (E_{cute})

1 . Tipologia d'uso. Vengono individuati quattro livelli, sempre in ordine crescente relativamente alla possibilità di dispersione in aria, della tipologia d'uso della sostanza, che identificano la sorgente della esposizione.

Uso controllato e non dispersivo: questa categoria include le lavorazioni in cui sono coinvolti solo limitati gruppi selezionati di lavoratori, adeguatamente esperti dello specifico processo, e in cui sono disponibili sistemi di controllo adeguati a controllare e contenere l'esposizione.

Determinazione dell'indice di esposizione per via cutanea (E_{cute})

1 . Tipologia d'uso. Vengono individuati quattro livelli, sempre in ordine crescente relativamente alla possibilità di dispersione in aria, della tipologia d'uso della sostanza, che identificano la sorgente della esposizione.

Uso con dispersione significativa: questa categoria include lavorazioni ed attività che possono comportare un'esposizione sostanzialmente incontrollata non solo degli addetti, ma anche di altri lavoratori ed eventualmente della popolazione generale. Possono essere classificati in questa categoria processi come l'irrorazione di prodotti fitosanitari, l'uso di vernici ed altre analoghe attività.

Determinazione dell'indice di esposizione per via cutanea (E_{cute})

2 . I livelli di contatto cutaneo, individuati con una scala di quattro gradi in ordine crescente:

- **Nessun contatto.**
- **Contatto accidentale; non più di un evento al giorno, dovuto a spruzzi o rilasci occasionali (come per esempio nel caso della preparazione di una vernice).**
- **Contatto discontinuo; da due a dieci eventi al giorno, dovuti alle caratteristiche proprie del processo.**
- **Contatto esteso; il numero di eventi giornalieri è superiore a dieci.**

Dopo aver attribuito le ipotesi relative alle due variabili sopra indicate e con l'ausilio della matrice per la valutazione cutanea è possibile assegnare il valore dell'indice E_{cute} .

Matrice per la valutazione dell'esposizione cutanea (E_{cute})

Valori da assegnare ad E_{cute}				
	Bassa	E_{cute}	=	1
	Medio	E_{cute}	=	3
	Alto	E_{cute}	=	7
	Molto Alto	E_{cute}	=	10

	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

Modello per la valutazione del rischio da agenti chimici pericolosi derivanti da attività lavorative

MoVaRisCh può essere applicato anche alle esposizione di agenti chimici pericolosi che derivano da un'attività lavorativa. In tal caso occorre una grande cautela nel utilizzare l'algoritmo sia per la scelta del punteggio P sia nel calcolo dell'esposizione E, inoltre bisogna anche tenere in considerazione che non sempre il modello può essere specifico per tutte le attività in cui si possono sviluppare agenti chimici.

In particolare, nell'applicazione del modello per poter scegliere il punteggio P è assolutamente importante conoscere se l'entità dello sviluppo degli inquinanti dall'attività lavorativa sia elevato o basso e quale classificazione possa essere attribuita agli agenti chimici che si sviluppino.

Modello per la valutazione del rischio da agenti chimici pericolosi derivanti da attività lavorative

Per esempio, in linea generale le saldatura ad arco sono attività lavorative ad elevata emissione, mentre la saldatura TIG o alcuni tipi di saldobrasatura possono essere considerati a bassa emissione, invece nel caso delle materie plastiche risulta molto importante valutare la temperatura operativa a cui queste sono sottoposte durante la lavorazione.

Dopo aver scelto l'entità dell'emissione, per attribuire il punteggio P è necessario identificare gli agenti chimici che si sviluppano, assegnare la rispettiva classificazione (molto tossico, tossico, nocivo per l'inalazione, ecc.....) ed utilizzare, per il calcolo di R, il valore di P più elevato.

Modello per la valutazione del rischio da agenti chimici pericolosi derivanti da attività lavorative

Per l'attribuzione del valore di E_{inal} occorre utilizzare un sistema di matrici modificato:

nella matrice 1/bis si utilizzano le quantità in uso, giornaliera e complessiva, del materiale di partenza dal quale si possono sviluppare gli agenti chimici pericolosi, per esempio: Kg di materia plastica utilizzata, Kg di materiale utilizzato per la saldatura (elettrodo, filo continuo od altro), materiale in uso in cui avvenga una degradazione termica; l'altra variabile che si utilizza nella matrice è costituita dalla “tipologia di controllo” , precedentemente definita ma con l'esclusione della “manipolazione diretta”.

Modello per la valutazione del rischio da agenti chimici pericolosi derivanti da attività lavorative

Per l'attribuzione del valore di E_{inal} occorre utilizzare un sistema di matrici modificato:

Nella matrice 2/bis viene utilizzato il valore dell'indice ricavato dalla matrice 1/bis e il tempo di esposizione, secondo i criteri precedentemente definiti, ricavando il valore del sub-indice di intensità I da moltiplicare per la distanza d che, come nel modello precedente, segnala la distanza del lavoratore esposto dalla sorgente di emissione.

Modello per la valutazione del rischio da agenti chimici pericolosi derivanti da attività lavorative

**Il rischio R per inalazione di agenti chimici pericolosi
sviluppati da attività lavorative (PROCESSI)
è da considerarsi ancora una volta una valutazione
conservativa e si calcola :**

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

Matrice 1/bis per la valutazione del rischio da agenti chimici pericolosi derivanti da attività lavorative

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

	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

Matrice 2/bis per la valutazione del rischio da agenti chimici pericolosi derivanti da attività lavorative

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

	Tempo di Esposizione				
	< 15 minuti	Da 15 minuti a 2 ore	Da 2 ore a 4 ore	Da 4 ore a 6 ore	> 6 ore
C 1	BASSO	BASSO	MEDIO BASSO	MEDIO BASSO	MEDIO ALTO
C 2	BASSO	MEDIO BASSO	MEDIO ALTO	MEDIO ALTO	ALTO
C 3	MEDIO BASSO	MEDIO ALTO	ALTO	ALTO	ALTO

CRITERIO PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO DA AGENTI CHIMICI PERICOLOSI

	Valori di Rischio (R)	Classificazione
RISCHIO IRRILEVANTE PER LA SALUTE	$0,1 \leq R < 15$	Rischio irrilevante per la salute
	$15 \leq R < 21$	Intervallo di incertezza. E' necessario, prima della classificazione in <u>rischio irrilevante per la salute</u> , rivedere con scrupolo l'assegnazione dei vari punteggi e rivedere le misure di prevenzione e protezione adottate
RISCHIO SUPERIORE ALLO IRRILEVANTE PER LA SALUTE	$21 \leq R \leq 40$	Rischio superiore al <u>rischio irrilevante per la salute</u>. Applicare gli articoli 225, 226, 229 e 230.
	$40 < R \leq 80$	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.

Indicazioni per l'uso del modello

Il rischio R deve essere calcolato per ogni posto di lavoro e per ogni sostanza e preparato pericoloso utilizzato.

La classificazione in rischio irrilevante per la salute ovvero in superiore a rischio irrilevante per la salute deve essere effettuata tramite il valore del rischio R che è risultato più elevato.

Quando una sostanza o preparato presentano più frasi R per l'individuazione del punteggio P da introdurre nella formula deve essere utilizzato il valore più elevato fra quelli identificati.

Indicazioni per l'uso del modello

Per esempio per un posto di lavoro di verniciatura vengono usati più prodotti vernicianti (Preparati) per ognuno di essi deve essere applicato il modello di calcolo individuando quantità utilizzate e tempi di esposizione relativi.

Ad ognuno dei prodotti vernicianti deve essere assegnato il proprio maggior punteggio di P e quindi calcolato il rischio R per ognuno dei prodotti vernicianti.

La classificazione del posto di lavoro avverrà mediante il confronto del rischio R risultato più alto, con il criterio proposto da questo modello, se questo supera la soglia del rischio irrilevante per la salute.

Indicazioni per l'uso del modello

Tuttavia nel caso di attività lavorative che comportano l'esposizione a più agenti chimici pericolosi, il rischio R per ogni lavoratore esposto ai singoli agenti chimici pericolosi è comunque valutato in base al rischio che comporta la combinazione di tutti gli agenti chimici secondo il criterio proposto dal modello e nel rispetto dell'art.223 comma 3. D.Lgs.81/08.

VALUTAZIONE DEI RISCHI

Art. 223 comma 3. (4-8 MESI – 4000-12000 €)

Nel caso di attività lavorative che comportano l'esposizione a più agenti chimici pericolosi, i rischi sono valutati in base al rischio che comporta la combinazione di tutti i suddetti agenti chimici.

Indicazioni per l'uso del modello

La valutazione dell'esposizione cutanea è obbligatoria quando:

- **La frase R prevede espressamente un pericolo per la via di assorbimento cutaneo.**
- **La scheda di sicurezza della sostanza o del preparato indica il pericolo di assorbimento per via cutanea.**
- **Una sostanza contenuta nel preparato presenti, congiuntamente ad un valore limite di esposizione professionale, la nota che è possibile l'assorbimento cutaneo.**
- **Sia individuata nell'attività lavorativa, la possibilità di contatto diretto con la sostanza o il preparato.**

Il modello nel caso di contemporanea presenza della possibilità di assorbimento per le vie inalatoria e cutanea prevede una penalizzazione del calcolo del rischio R.

Indicazioni per l'uso del modello

Nella valutazione del sub-indice esposizione E è implicito che nella valutazione delle variabili deve essere usata una accurata analisi del ciclo tecnologico e dell'attività lavorativa, in particolare:

Nella variabile “tipologia di controllo” è evidente che l'esistenza di un'aspirazione localizzata non è di per se' sufficiente ad identificare quella casella, ma è necessario che tale presidio obbedisca alle caratteristiche tecniche che ne garantiscano efficienza ed efficacia.

Indicazioni per l'uso del modello

Nella valutazione del sub-indice esposizione E è implicito che nella valutazione delle variabili deve essere usata una accurata analisi del ciclo tecnologico e dell'attività lavorativa, in particolare:

Sempre nella “tipologia di controllo” l'individuazione della manipolazione diretta presuppone che l'analisi relativa alle misure di prevenzione e protezione sia stata compiuta e che non esistono altre possibilità che non la manipolazione diretta della sostanza con le opportune protezioni individuali e misure procedurali (per es. certe lavorazioni in edilizia o in agricoltura).

Indicazioni per l'uso del modello

Nella valutazione del sub-indice esposizione E è implicito che nella valutazione delle variabili deve essere usata una accurata analisi del ciclo tecnologico e dell'attività lavorativa, in particolare:

Nelle variabili quantitative, quali “la quantità in uso” e “i 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 alla sostanza o al preparato: in ogni caso deve guidare un'analisi di tipo cosiddetto conservativo, che nell'incertezza del dato privilegia le condizioni che portano alla situazione peggiore per l'esposizione dei lavoratori.

Indicazioni per l'uso del modello

Nella valutazione del sub-indice esposizione E è implicito che nella valutazione delle variabili deve essere usata una accurata analisi del ciclo tecnologico e dell'attività lavorativa, in particolare:

Nel caso specifico dell'attribuzione del tempo di esposizione, questo è indipendente dalla frequenza d'uso, con ciò si intende che anche per agenti chimici utilizzati per periodi temporali limitati nel corso dell'anno (per esempio due mesi all'anno o un giorno alla settimana) devono essere prese in considerazione, relativamente al periodo temporale pari ad una giornata lavorativa (otto ore), le condizioni di maggiore esposizione.

Con queste modalità l'uso dell'algoritmo valuta il rischio nella situazione peggiore, in analogia con la misurazione dell'agente chimico per la determinazione dell'esposizione giornaliera e confronto con il relativo valore limite, calcolato sull'esposizione giornaliera (convenzionalmente di otto ore).

Indicazioni per l'uso del modello

Nella valutazione del sub-indice esposizione E è implicito che nella valutazione delle variabili deve essere usata una accurata analisi del ciclo tecnologico e dell'attività lavorativa, in particolare:

Il sub-indice d consente di valutare le esposizioni anche per lavoratori che pur non essendo direttamente a contatto con la sostanza o preparato permangono nello stesso ambiente di lavoro e possono risultare potenzialmente esposti. In ogni caso oltre i 10 metri di distanza il valore di d uguale a 0,1 classifica il lavoratore nel rischio moderato:

$$\mathbf{R_{max} = 100 \times 0,1 = 10}$$

Indicazioni per l'uso del modello

Nella valutazione del sub-indice esposizione E è implicito che nella valutazione delle variabili deve essere usata una accurata analisi del ciclo tecnologico e dell'attività lavorativa, in particolare:

Qualora il lavoratore svolga la sua attività alla distanza d da una sorgente, in cui vengono utilizzati agenti chimici pericolosi, che contemporaneamente, a sua volta, utilizzi una sostanza o preparato pericoloso, nella valutazione del rischio attinente a quel posto di lavoro si dovrà tenere conto, in termini additivi, del rischio derivante da entrambe le sorgenti. In altri termini, per il lavoratore sottoposto durante la propria attività lavorativa all'influenza di una esposizione diretta e di un'esposizione di una sorgente ad una distanza d si dovrà, nella valutazione del rischio, sommare i due risultati R ottenuti.

Indicazioni per l'uso del modello

Nella valutazione del sub-indice esposizione E è implicito che nella valutazione delle variabili deve essere usata una accurata analisi del ciclo tecnologico e dell'attività lavorativa, in particolare:

Una raccomandazione generale per l'utilizzo del modello riguarda la sua facilità di applicazione: lo sforzo compiuto per semplificare il processo di valutazione consente di calcolare velocemente il rischio R per un numero anche alto di posti di lavoro e di sostanze e preparati.

Questa possibilità non deve far cadere in un'applicazione meccanica del modello, ma si devono sempre e comunque, dietro al calcolo del rischio R, effettuare un'attenta analisi dei cicli e delle attività lavorative, una valutazione dei tempi di esposizione legati alle attività svolte dagli esposti, all'uso e alla classificazione di pericolo delle sostanze, in modo tale da far corrispondere, ad ogni rischio R calcolato, un preciso ed effettivo processo di valutazione del rischio.