

**Dispensa del Corso di Formazione
"Il D.Lgs.81/08 e la Vigilanza
negli ambienti di lavoro"**

**Guida alla
Valutazione del
rischio chimico
(titolo IX D.Lgs. 81/08 e s.m.)**

Napoli, 22-26 marzo 2010

Premessa

Il titolo IX del D.Lgs. 81/08 come modificato dal D.Lgs. 106/09 richiede di effettuare la valutazione del rischio chimico in ogni attività che utilizzi sostanze o preparati pericolosi per la salute e per la sicurezza. La valutazione è un obbligo del datore di lavoro nella cui attività vengono utilizzati agenti chimici pericolosi a qualunque scopo. Il datore di lavoro deve effettuare la valutazione del rischio chimico in modo preventivo all'inizio dell'attività che comportino l'uso di agenti chimici pericolosi. Secondo quanto disposto dalla norma la valutazione del rischio chimico deve essere effettuata secondo i criteri dell'art.223 del D.Lgs. 81/08 e successive modifiche (D.Lgs. 106/09) e può essere effettuata con strumenti diversi. Il legislatore stesso fornisce indicazioni circa gli strumenti che possono essere utilizzati per effettuare la valutazione del rischio chimico. E' infatti possibile utilizzare stime grossolane di rischio, modelli di calcolo o misurazioni ambientali e/o personali. Le stime qualitative sono possibili nelle situazioni ben definite sia come livelli di rischio che come caratteristiche del rischio. I modelli di calcolo sono da utilizzarsi nei casi in cui non sono noti a priori i livelli di rischio e servono quindi a quantificarli. Le misure degli inquinanti invece possono essere utilizzate per verificare il superamento dei valori limite, per verificare l'efficacia delle misure di prevenzione e protezione messe in atto o per approfondire l'analisi del rischio di situazioni rimaste nell'incertezza.

1. Definizioni

a) *agenti chimici*: tutti gli elementi o composti chimici, sia da soli sia nei loro miscugli, allo stato naturale o ottenuti, utilizzati o smaltiti, compreso lo smaltimento come rifiuti, mediante qualsiasi attività lavorativa, siano essi prodotti intenzionalmente o no e siano immessi o no sul mercato;

b) *agenti chimici pericolosi*:

1) agenti chimici classificati come sostanze pericolose ai sensi del decreto legislativo 3 febbraio 1997, n. 52, e successive modificazioni, nonché gli agenti che corrispondono ai criteri di classificazione come sostanze pericolose di cui al predetto decreto. Sono escluse le sostanze pericolose solo per l'ambiente;

2) agenti chimici classificati come preparati pericolosi ai sensi del decreto legislativo 14 marzo 2003, n. 65, e successive modificazioni, nonché gli agenti che rispondono ai criteri di classificazione come preparati pericolosi di cui al predetto decreto. Sono esclusi i preparati pericolosi solo per l'ambiente;

3) agenti chimici che, pur non essendo classificabili come pericolosi, in base ai numeri 1) e 2), possono comportare un rischio per la sicurezza e la salute dei lavoratori a causa di loro proprietà chimico-fisiche, chimiche o tossicologiche e del modo in cui sono utilizzati o presenti sul luogo di lavoro, compresi gli agenti chimici cui è stato assegnato un valore limite di esposizione professionale;

c) *attività che comporta la presenza di agenti chimici*: ogni attività lavorativa in cui sono utilizzati agenti chimici, o se ne prevede l'utilizzo, in ogni tipo di procedimento, compresi la produzione, la manipolazione, l'immagazzinamento, il trasporto o l'eliminazione e il trattamento dei rifiuti, o che risultino da tale attività lavorativa;

d) *valore limite di esposizione professionale*: se non diversamente specificato, il limite della concentrazione media ponderata nel tempo di un agente chimico nell'aria all'interno della zona di respirazione di un lavoratore in relazione ad un determinato periodo di riferimento; un primo elenco di tali valori è riportato nell'*ALLEGATO XXXVIII*;

e) *valore limite biologico*: il limite della concentrazione del relativo agente, di un suo metabolita, o di un indicatore di effetto, nell'appropriato mezzo biologico; un primo elenco di tali valori è riportato nell'*ALLEGATO XXXIX*;

f) *sorveglianza sanitaria*: la valutazione dello stato di salute del singolo lavoratore in funzione dell'esposizione ad agenti chimici sul luogo di lavoro;

g) *pericolo*: la proprietà intrinseca di un agente chimico di poter produrre effetti nocivi;

h) *rischio*: la probabilità che si raggiunga il potenziale nocivo nelle condizioni di utilizzazione o esposizione.

2. Criteri per la valutazione del rischio

La definizione del livello di rischio da agenti chimici pericolosi deve avvenire per ogni sostanza utilizzata nell'ambiente di lavoro, e la definizione di tale giudizio può avvenire utilizzando o meno modelli matematici. In ogni caso il datore di lavoro deve poter fornire una giustificazione convincente e razionale di come è pervenuto a tale risultato.

Nel caso di attività in cui l'esposizione di un lavoratore ad una sostanza pericolosa proviene da più sorgenti (es. da prodotti diversi) sarà necessario considerare l'esposizione totale.

Nel caso di attività lavorative che espongono uno stesso lavoratore a più agenti chimici pericolosi la valutazione del rischio dovrà tenere conto anche degli effetti sinergici e combinatori, se necessario verranno utilizzate concentrazioni miscela .

Nei casi in cui è prevedibile una notevole esposizione ad agenti chimici pericolosi, come la manutenzione o le operazioni di bonifica di siti inquinati, il datore di lavoro considera gli effetti sulla salute e la sicurezza anche se le condizioni di pericolo permangono dopo aver adottato tutte le misure tecniche possibili

2.1 Valutazione del rischio da agenti chimici pericolosi.

La valutazione del rischio chimico deve essere effettuata preliminarmente all'inizio dell'attività in cui vi è eventuale presenza di agenti chimici pericolosi per la salute e per la sicurezza ed ha inizio con il censimento di tutte le sostanze e preparati presenti nel ciclo lavorativo. Il documento di valutazione del rischio deve contenere le seguenti informazioni (art. 223 D.Lgs. n. 81 del 9 aprile 2008):

1. analisi del processo lavorativo e classificazione delle mansioni;
2. identificazione degli agenti chimici pericolosi;
3. proprietà pericolose degli agenti chimici identificati;
4. le informazioni sulla salute e sicurezza comunicate dal produttore o dal fornitore tramite la relativa scheda di sicurezza predisposta ai sensi dei decreti legislativi 3 febbraio 1997, n. 52 e 16 luglio 1998, n. 285 e successive modifiche; oppure, in alternativa, le informazioni ricavate dalla letteratura scientifica;
5. il livello, il tipo e la durata dell'esposizione;
6. le circostanze in cui viene svolto il lavoro in presenza di tali agenti, compresa la quantità degli stessi;
7. i valori limite di esposizione professionale o i valori limite biologici;
8. gli effetti delle misure preventive e protettive adottate o da adottare;
9. le eventuali azioni di sorveglianza sanitaria già intraprese;

10. la definizione del livello di rischio per ogni sostanza "irrilevante per la salute e basso per la sicurezza" o meno secondo l'art.224 del Nuovo Testo unico D.L.gs. n. 81 del 9 aprile 2008 (che nel D.Lgs. 626/1994 veniva definito con il termine "moderato") anche attraverso l'utilizzo di modelli e/o algoritmi.

La valutazione dei rischi per la salute segue il modello universale della curva dose-risposta (fig. 1). Su questa curva possono essere stabiliti 2 livelli di soglia: il valore limite ed il livello di azione. Il primo indica il livello di esposizione che non deve essere superato; il secondo il livello a cui scatta l'obbligo di adottare misure di prevenzione specifiche (sorveglianza sanitaria, formazione, DPI, sistemi di prevenzione collettiva, ecc.), si tratta cioè di un livello a cui il lavoratore può essere esposto a condizione che vengano adottate le misure preventive.

Generalmente al di sopra del valore limite la maggior parte dei lavoratori corre il rischio di ammalarsi, mentre tra il livello di azione ed il valore limite verosimilmente si possono ammalare solo i soggetti ipersuscettibili. Al di sotto del livello di azione, infine, l'esposizione è talmente bassa che nessun lavoratore (nemmeno un ipersuscettibile) può ragionevolmente ammalarsi.

Nel caso del rischio chimico il valore limite corrisponde ai valori limite ponderati per le singole sostanze, indicati dalle norme di legge o, in assenza di norme, dagli organismi scientifici, mentre il livello di azione corrisponde ad un livello genericamente definito irrilevante per la salute dal D.Lgs. 81 del 2008 come aggiornato dal D.Lgs. 106/09.

In ogni caso:

- il livello di azione corrisponde per definizione alla soglia al di sotto della quale non sono necessarie le misure di prevenzione specifiche;
- non è ammissibile classificare una lavorazione al di sotto del livello di azione per effetto dell'abbattimento dell'esposizione ottenuto adottando le misure specifiche.

In base a criteri, metodi e finalità della valutazione si distinguono tre situazioni molto diverse (fig. 2).

- A) Valutazione preliminare del rischio. Costituisce il primo approccio ad una situazione in cui sono presenti agenti chimici pericolosi. Si basa su dati informativi (documentali e di osservazione) come le schede di sicurezza delle sostanze o dei preparati usati, i quantitativi, i tempi di esposizione, le caratteristiche del lavoro, ecc. In base all'esito della valutazione preliminare si può procedere ad una valutazione approfondita ovvero si può concludere che non è necessario procedere ulteriormente. In quest'ultimo caso presumibilmente, dalle informazioni preliminari è stato possibile concludere che l'esposizione è inequivocabilmente al di sotto del livello di azione (rischio irrilevante).

- B) Valutazione approfondita del rischio. In tutti i casi in cui la valutazione preliminare non consente di giungere ad una definizione di rischio certa, si rende necessario una valutazione più approfondita qualitativa e quantitativa che prevede l'utilizzo di algoritmi o misure ambientali. In questo caso in base all'esito della valutazione si può concludere sia che l'esposizione sia sopra il livello di azione, sia che sia al di sotto (rischio irrilevante).
- C) Verifica del rispetto del valore limite di esposizione. Prevede obbligatoriamente il ricorso a misure ambientali e si riferisca a tutte quelle situazioni che non solo superano il livello di azione, ma che potrebbero superare anche il valore limite. Quindi le misure ambientali non sono sempre necessarie, ma solo quando non vi è altro modo di verificare il rispetto del valore limite di esposizione.

Se analizziamo poi le azioni che devono essere intraprese in caso di superamento dei valori limite, vediamo che esse devono essere tutte estremamente tempestive. Quindi il monitoraggio ambientale non può essere sporadico, il riscontro di un eventuale superamento dei valori limiti ponderati non può essere occasionale, ma occorre stabilire una funzione di probabilità di superamento di tali limiti in base alla quale pianificare anche la frequenza dei controlli (rappresentatività spazio-temporale del dato secondo la norma UNI EN 689:1997).

Fig. 1: curva dose/risposta, misure da attuare

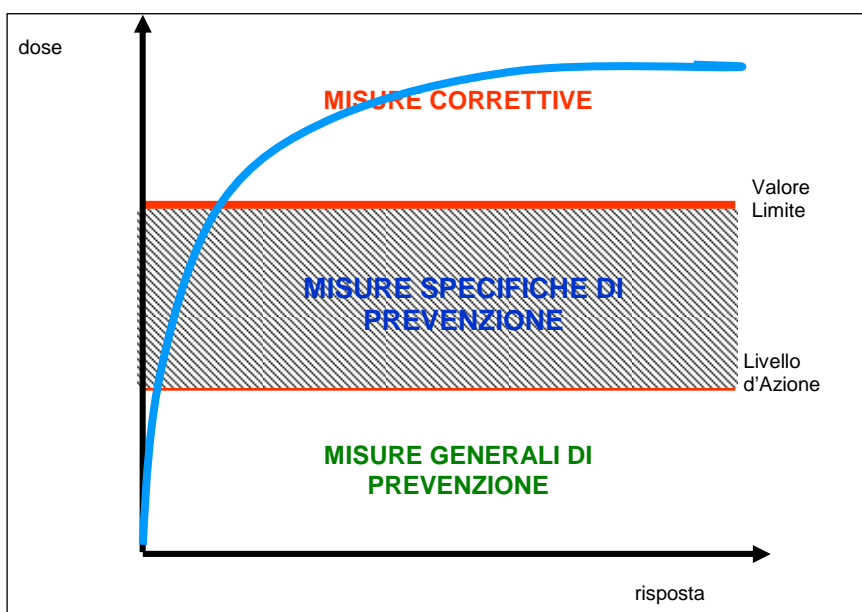
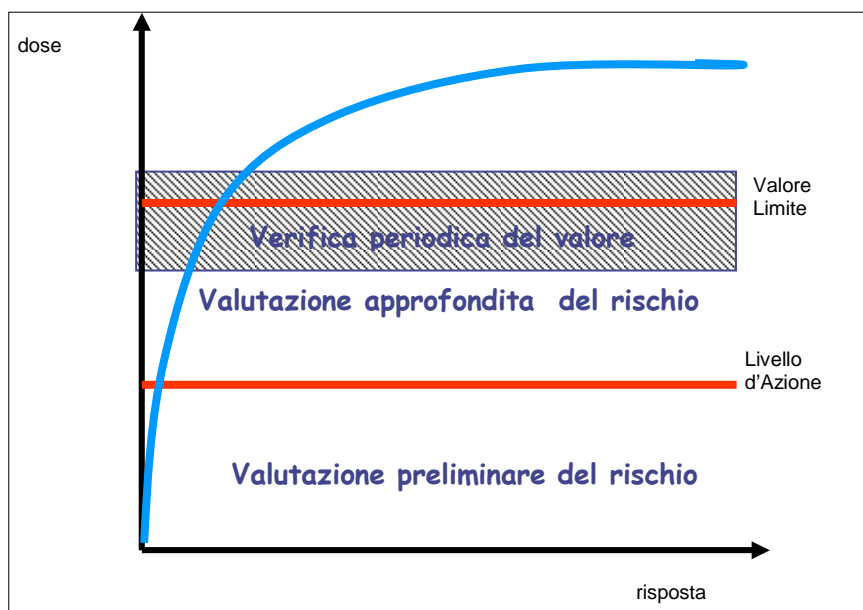


Fig. 2 curva dose/risposta, confronto con i livelli di rischio



2.2 Il livello di rischio.

La definizione del livello di rischio da agenti chimici pericolosi deve avvenire per ogni sostanza utilizzata nell'ambiente di lavoro, e la definizione di tale giudizio può avvenire utilizzando o meno modelli matematici. In ogni caso il datore di lavoro deve poter fornire una giustificazione convincente e razionale di come è pervenuto a tale risultato.

Nel caso di attività in cui l'esposizione di un lavoratore ad una sostanza pericolosa proviene da più sorgenti (es. da prodotti diversi) sarà necessario considerare l'esposizione totale.

Nel caso di attività lavorative che espongono uno stesso lavoratore a più agenti chimici pericolosi la valutazione del rischio dovrà tenere conto anche degli effetti sinergici e combinatori, se necessario verranno utilizzate concentrazioni miscela .

Nei casi in cui è prevedibile una notevole esposizione ad agenti chimici pericolosi, come la manutenzione o le operazioni di bonifica di siti inquinati, il datore di lavoro considera gli effetti sulla salute e la sicurezza anche se le condizioni di pericolo permangono dopo aver adottato tutte le misure tecniche possibili.

3. Contenuti della valutazione del rischio:

1. *Analisi del processo lavorativo e classificazione delle mansioni.*

Si analizza tutto il ciclo produttivo e i processi lavorativi distinguendo le mansioni, le fasi di lavoro e tutte le operazioni che vengono effettuate in ogni laboratorio

2. *Identificazione degli agenti chimici pericolosi.*

In questa prima fase il datore di lavoro deve censire tutti gli agenti chimici pericolosi utilizzabili a qualunque titolo sul posto di lavoro, siano essi sostanze e preparati (etichettati o meno), materie prime o prodotti di processo con lo scopo di ottenere l'elenco di tutte le sostanze presenti nel ciclo produttivo in entrata e in uscita durante le attività. Nel campo di applicazione della norma sono considerati agenti chimici qualunque sostanza o preparato di qualunque specie anche di origine naturale purché abbia caratteristiche di pericolosità per la salute e per la sicurezza (es. aromi, antibiotici). E' opportuno effettuare la valutazione del rischio chimico basandosi sulle sostanze pericolose piuttosto che sui preparati per evitare molti errori che sottostimano il rischio.

Riportiamo di seguito le motivazioni principali per le quali è necessario effettuare la valutazione del rischio chimico partendo dalle sostanze:

- la classificazione di pericolosità determinata dall'etichettatura assegnata ai preparati dalla scheda di sicurezza è spesso imprecisa (le schede di sicurezza vengono infatti in molti casi redatte da software e non controllate da personale qualificato), mentre la classificazione delle singole sostanze è certa perché indicata direttamente dalla comunità europea;
- una stessa sostanza può essere presente in più preparati o in più fasi di lavoro utilizzati da un unico gruppo omogeneo di lavoratori nella stessa giornata, per cui la dose reale di inquinante a cui è esposto il lavoratore è la somma delle singole quantità presenti nei vari preparati;
- i dati scientifici di tossicità e quelli chimico-fisici sono noti per le singole sostanze e non per i preparati per i quali sarebbe necessario effettuare una misura;
- quando si sceglie di effettuare misure di inquinanti in ambiente di lavoro con lo scopo di valutare le esposizioni si determinano le singole sostanze e di esse si confronta il livello di concentrazione rilevata con il valore limite;
- il giudizio di rischio per la salute (irrilevante/non irrilevante) e per la sicurezza (basso/non basso) deve essere definito per ogni sostanza.

Conoscendo il giudizio di rischio per ogni sostanza diventa estremamente facile identificare le sostanze di cui è necessaria la sostituzione, definire il protocollo sanitario e scegliere le necessarie misure di prevenzione e protezione specifiche quali i dispositivi di protezione individuali e i sistemi di abbattimento degli inquinanti.

Nei luoghi di lavoro spesso si effettuano reazioni chimiche che portano alla formazione di nuove sostanze chiamate prodotti di processo di cui non sempre esiste un'etichettatura. Tuttavia la norma richiede comunque di effettuare la valutazione del rischio chimico che può essere fatta associando ad ogni sostanza non classificata la classificazione corrispondente ai rischi che la caratterizzano.

3. Proprietà pericolose degli agenti chimici identificati

Per ogni agente chimico pericoloso è necessario identificare la classificazione, se essa esiste, o le caratteristiche di pericolosità per la salute e la sicurezza dei lavoratori ricavate dalle schede di sicurezza o dai dati di letteratura. In altre parole vengono identificati tutti i pericoli correlati ad ogni sostanza o preparato. Nell'identificare sia gli agenti chimici che i pericoli, il datore di lavoro deve valutare tutti i processi e le lavorazioni che possono dare origine ad agenti chimici pericolosi e le caratteristiche di questi ultimi (ad es. nei processi di saldatura, trattamento rifiuti, fusione e tempra dei metalli, combustioni, lavorazioni a caldo vengono prodotte sostanze pericolose). Inoltre è necessario considerare anche le sostanze pericolose non ancora classificate o che vanno fuori del campo di applicazione delle norme di classificazione come ad esempio i medicinali, i cosmetici (tinture per capelli) ecc

4. Informazioni sulla salute e sicurezza comunicate dal produttore e fornitore tramite la scheda di sicurezza.

Per le sostanze e i preparati etichettati pericolosi il distributore o il produttore forniscono una scheda di sicurezza secondo le indicazioni descritte dal Regolamento Europeo REACH, nel quale sono riportate tutte le informazioni sui pericoli per la salute e la sicurezza dei lavoratori. E' importante saper valutare la correttezza dei dati presenti nella scheda di sicurezza, la loro completezza e l'affidabilità, in quanto i dati che provengono dalla scheda di sicurezza costituiscono le fondamenta per una corretta valutazione del rischio chimico. Nei casi in cui ci si trovi di fronte a sostanze o preparati di cui non è disponibile la scheda di sicurezza (ad es. preparati non etichettati pericolosi o prodotti di processo), ma che comunque per le loro caratteristiche chimico-fisiche e tossicologiche, possono essere considerati tali, sarà necessario attingere ai

dati di letteratura di fonti autorevoli (enti pubblici nazionali ed internazionali che pubblicano lavori scientifici del settore) sia in forma di pubblicazioni scientifiche che come banche nazionali ed internazionali (vedi elenco siti web). D'altra parte se il datore di lavoro non riesce a reperire informazioni convincenti e soddisfacenti su una sostanza o preparato presente nel proprio ciclo lavorativo, ha l'obbligo di sostituire il prodotto con uno di cui possieda sufficienti informazioni per poter garantire i requisiti di sicurezza necessari ai propri lavoratori.

5. Livello, modo e durata dell'esposizione

Il datore di lavoro deve valutare le quantità dei prodotti utilizzati nel proprio ciclo produttivo e dai propri lavoratori. Sarà opportuno, quindi, suddividere il personale per classi omogenee in funzione delle mansioni e per ognuna di esse definire i prodotti utilizzati. Dal momento che la valutazione del rischio chimico è preventiva rispetto all'inizio dell'attività, la definizione delle quantità degli agenti chimici utilizzati, sarà dapprima una stima di previsione e successivamente verrà aggiornata in funzione degli effettivi consumi. Per poter valutare il tipo di esposizione sarà necessario prendere in esame le caratteristiche di tutte le sostanze contenute nei vari prodotti, le procedure di lavoro, le modalità di utilizzo dei prodotti e dei processi e verificare se esiste la possibilità di un'esposizione per ingestione o per via inalatoria o cutanea, e determinare anche i tempi di esposizione. Per valutare la quantità reale di sostanza a cui è esposto un gruppo omogeneo di lavoratori si deve considerare la somma delle quantità della sostanza contenuta in tutti i preparati utilizzati nella stessa giornata nelle condizioni peggiorative. I gruppi omogenei di lavoratori devono essere definiti per ogni laboratorio o reparto e se operano su più reparti sarà necessario ricostruire la dose reale di ogni sostanza pericolosa con cui vengono a contatto.

6. Circostanze in cui viene svolto il lavoro in presenza di tali agenti tenuto conto della quantità delle sostanze e dei preparati che li contengono o li possono generare.

Nella valutazione del rischio di ogni prodotto utilizzato, è necessario definire le modalità con cui viene effettuata la lavorazione. Infatti se in una fase lavorativa viene utilizzato, ad esempio, 1 kg di solvente molto volatile ed etichettato Xn, la situazione sarà diversa se questo viene utilizzato in un ciclo chiuso ove non vi è esposizione per i lavoratori, o se esso viene ad esempio evaporato in sistemi aperti facendo in modo che l'esposizione professionale che ne deriva risulti maggiore. Modificando le circostanze di una lavorazione, l'esposizione può variare in modo significativo. Le buone prassi prevedono di effettuare operazioni adottando misure di prevenzione e protezione specifiche. Tali modalità di operare derivano dall'esperienza nel settore e

devono essere conservate e coerenti con i giudizi di rischio ottenuti dalla valutazione del rischio chimico per le varie sostanze. In altre parole se l'impiego di una sostanza deve avvenire necessariamente sotto cappa perché la sua lavorazione è pericolosa non è possibile che la valutazione del rischio chimico ne associ un livello di rischio irrilevante o basso dovendo certamente adottare misure specifiche di prevenzione e protezione.

7. Valori limite di esposizione e valori limite biologici

Nella valutazione del rischio è necessario tenere conto dell'esistenza dei valori limite di esposizione con i quali saranno poi confrontati i livelli di esposizione dei lavoratori. Nel caso di esposizione inalatoria la norma UNI EN 689:1997 (Atmosfera nell'ambiente di lavoro. Guida alla valutazione dell'esposizione per inalazione a composti chimici ai fini del confronto con i valori limite e strategia di misurazione) definisce i requisiti per tale confronto. I valori limite di esposizione sono normalmente:

- Riferiti a un'esposizione di otto ore lavorative (TLV-TWA) che rappresentano l'intera giornata lavorativa per cinque giorni settimanali.
- Riferiti ad un'esposizione di 15 minuti (TLV-STEL) rappresentano le esposizioni elevate che non possono però superare un periodo di 15 minuti e sono indicati come STEL.
- Riferiti a livelli che non devono mai essere superati (TLV CEILING).

Valori limite di esposizione professionale

EINECS (1)	CAS (2)	NOME DELL'AGENTE CHIMICO	VALORE LIMITE				NOTAZIONE (3)
			8 ore (4)		Breve Termine (5)		
			mg/m3 (6)	ppm (7)	mg/m3 (6)	ppm (7)	
200-467-2	60-29	Dietiletere	308	100	616	200	
200-662-2	67-64-1	Acetone	1210	500	-	-	-
200-663-8	67-66-3	Cloroformio	10	2	-	-	Pelle
200-756-3	71-55-6	Tricloroetano, 1,1,1-	555	100	1110	200	-
200-834-7	75-04-7	Etilammina	9,4	5	-	-	-
200-863-5	75-34-3	Dicloroetano, 1,1-	412	100	-	-	Pelle
200-870-3	75-44-5	Fosgene	0,08	0,02	0,4	0,1	-
200-871-9	75-45-6	Clorodifluorometano	3600	1000	-	-	-
201-159-0	78-93-3	Butanone	600	200	900	300	-
201-176-3	79-09-4	Acido propionico	31	10	62	20	-
202-422-2	95-47-6	o-Xilene	221	50	442	100	Pelle
202-425-9	95-50-1	Diclorobenzene, 1, 2-	122	20	306	50	Pelle
202-436-9	95-63-6 1,2,4-	Trimetilbenzene	100	20	-	-	-
202-704-5	98-82-8	Cumene	100	20	250	50	Pelle
202-705-0	98-83-9	Fenilpropene, 2-	246	50	492	100	-
202-849-4	100-41-4	Etilbenzene	442	100	884	200	Pelle
203-313-2	105-60-2	e-Caprolattame (polveri e vapori) 8)	10	-	40	-	-
203-388-1	106-35-4	Eptan-3-one	95	20	-	-	-
203-396-5	106-42-3	p-Xilene	221	50	442	100	Pelle
203-400-5	106-46-7	Diclorobenzene, 1,4-	122	20	306	50	-
203-470-7	107-18-6	Alcole alilico	4,8	2	12,1	5	Pelle
203-473-3	107-21-1	Etilen glicol	52	20	104	40	Pelle
203-539-1	107-98-2	Metossipropanolo-2,1-	375	100	568	150	Pelle
203-550-1	108-10-1	Metilpentan-2-one,4-	83	20	208	50	-
203-576-3	108-38-3	m-Xilene	221	50	442	100	Pelle
203-603-9	108-65-6	2-Metossi-1-metilacetato	275	50	550	100	Pelle
203-604-4	108-67-8	Mesitilene (1,3,5-trimetilbenzene)	100	20	-	-	-
203-628-5	108-90-7	Clorobenzene	47	10	94	20	-
203-631-1	108-94-1	Cicloesanone	40,8	10	81,6	20	Pelle
203-632-7	108-95-2	Fenolo	7,8	2	-	-	Pelle
203-726-8	109-99-9	Tetraidrofurano	150	50	300	100	Pelle
203-737-8	110-12-3	5-metilesan-2-one	95	20	-	-	-
203-767-1	110-43-0	eptano-2-one	238	50	475	100	Pelle
203-808-3	110-85-0	Piperazina (polvere e vapore) 8)	0,1	-	0,3	-	-
203-905-0	111-76-2	Butossietanolo-2	98	20	246	50	Pelle
203-933-3	112-07-2	2-Butossietilacetato	133	20	333	50	Pelle
204-065-8	115-10-6	Etile dimetilico	1920	1000	-	-	-
204-428-0	120-82-1	1,2,4-Triclorobenzene	15,1	2	37,8	5	Pelle
204-469-4	121-44-8	Trietilammina	8,4	2	12,6	3	Pelle
204-662-3	123-92-2	Acetato di isoamile	270	50	540	100	-
204-697-4	124-40-3	Dimetilammina	3,8	2	9,4	5	
204-826-4	127-19-5	N,N-Dimetilacetammide	36	10	72	20	Pelle
205-480-7	141-32-2	Acrilato di n-butile	11	2	53	10	-
205-563-8	142-82-5	Eptano, n-	2085	500	-	-	-
208-394-8	526-73-8	1,2,3-Trimetilbenzene	100	20	-	-	-
208-793-7	541-85-5	5-Metileptano-3-one	53	10	107	20	-
210-946-8	626-38-0	Acetato di 1-metilbutile	270	50	540	100	-
211-047-3	628-63-7	Acetato di pentile	270	50	540	100	-
	620-11-1	Acetato di 3-amile	270	50	540	100	-
	625-16-1	Acetato di terz-amile	270	50	540	100	-

215-535-7	1330-20-7	Xilene, isomeri misti, puro	221	50	442	100	Pelle
222-995-2	3689-24-5	Sulfotep	0,1	-	-	-	Pelle
231-634-8	7664-39-3	Acido fluoridrico	1,5	1,8	2,5	3	-
231-131-3	7440-22-4	Argento, metallico	0,1	-	-	-	-
231-595-7	7647-01-0	Acido cloridrico	8	5	15	10	-
231-633-2	7664-38-2	Acido ortofosforico	1	-	2	-	-
231-635-3	7664-41-7	Ammoniaca anidra	14	20	36	50	-
231-945-8	7782-41-4	Fluoro	1,58	1	3,16	2	-
231-978-9	7782-41-4	Seleniuro di idrogeno	0,07	0,02	0,17	0,05	-
233-113-0	10035-10-6	Acido bromidrico	-	-	6,7	2	-
247-852-1	26628-22-8	Azoturo di sodio	0,1	-	0,3	-	Pelle
		Fluoruri inorganici (espressi come F)	2,5	-	-	-	-
		Piombo inorganico e suoi composti	0,15	-	-	-	-
200-193-3	54-11-5	Nicotina	0,5	--	--	--	Pelle
200-579-1	64-18-6	Acido formico	9	5	--	--	--
200-659-6	67-56-1	Metanolo	260	200	--	--	Pelle
200-830-5	75-00-3	Cloroetano	268	100	--	--	Pelle
200-835-2	75-05-8	Acetonitrile	35	20	--	--	Pelle
201-142-8	78-78-4	Isopentano	2 000	667	--	--	--
202-716-0	98-95-3	Nitrobenzene	1	0,2	--	--	Pelle
203-585-2	108-46-3	Resorcinolo	45	10	--	--	Pelle
203-625-9	108-88-3	Toluene	192	50	--	--	Pelle
203-628-5	108-90-7	Monoclorobenzene	23	5	70	15	--
203-692-4	109-66-0	Pentano	2 000	667	--	--	--
203-716-3	109-89-7	Dietilammina	15	5	30	10	--
203-777-6	110-54-3	n-Esano	72	20	--	--	--
203-806-2	110-82-7	Cicloesano	350	100	--	--	--
203-815-1	110-91-8	Morfolina	36	10	72	20	Pelle
203-906-6	111-77-3	2-(2-Metossietossi)etanolo	50,1	10	--	--	Pelle
203-961-6	112-34-5	2-(2-Butossietossi)etanolo	67,5	10	101,2	15	--
204-696-9	124-38-9	Anidride carbonica	9 000	5 000	--	--	--
205-483-3	141-43-5	2-Amminoetanolo	2,5	1	7,6	3	Pelle
205-634-3	144-62-7	Acido ossalico	1	--	--	--	--
206-992-3	420-04-2	Cianammide	1	--	--	--	Pelle
207-343-7	463-82-1	Neopentano	3000	1000	--	--	--
215-236-1	1314-56-3	Pentaossido di fosforo	1	--	--	--	--
215-242-4	1314-80-3	Pentasolfuro di difosforo	1	--	--	--	--
231-131-3		Argento (composti solubili come Ag)	0,01	--	--	--	--
		Bario (composti solubili come Ba)	0,5	--	--	--	--
		Cromo metallico, composti di cromo inorganico (II) e composti di cromo inorganico (III) (non solubili)	0,5	--	--	--	--
231-714-2	7697-37-2	Acido nitrico	--	--	2,6	1	--
231-778-1	7726-95-6	Bromo	0,7	0,1	--	--	--
231-959-5	7782-50-5	Cloro	--	--	1,5	0,5	--
232-260-8	7803-51-2	Fosfina	0,14	0,1	0,28	0,2	--
	8003-34-7	Piretro (depurato dai lattoni sensibilizzanti)	1	--	--	--	--
233-060-3	10026-13-8	Pentacloruro di fosforo	1	--	--	--	--

(1) EINECS: Inventario europeo delle sostanze chimiche esistenti a carattere commerciale.

(2) CAS: Chemical Abstract Service Registry Number (Numero del registro del Chemical Abstract Service).

(3) Notazione cutanea attribuita ai LEP che identifica la possibilità di un assorbimento significativo attraverso la Pelle.

(4) Misurato o calcolato in relazione ad un periodo di riferimento di otto ore, come media ponderata.

(5) Un valore limite al di sopra del quale l'esposizione non deve avvenire e si riferisce ad un periodo di 15 minuti, salvo indicazione contraria.

(6) mg/m³: milligrammi per metro cubo di aria a 20 °C e 101,3 kPa.

(7) ppm: parti per milione nell'aria (ml/m³).

8. *Le misure preventive e protettive adottate o da adottare.*

Ci si riferisce a:

- una progettazione di adeguati processi lavorativi e controlli tecnici, nonché l'uso di attrezzature e materiali adeguati, al fine di evitare o ridurre al minimo il rilascio di agenti chimici pericolosi che possano presentare un rischio per la sicurezza e la salute dei lavoratori sul luogo di lavoro;
- l'applicazione di misure di protezione collettive alla fonte del rischio, quali un'adeguata ventilazione e appropriate misure organizzative;
- l'applicazione di misure di protezione individuali, comprese le attrezzature di protezione individuali, qualora non si riesca a prevenire con altri mezzi l'esposizione;
- ai corsi e attività di formazione e informazione effettuati (che devono essere registrati e verificati).

Nella valutazione del rischio il datore di lavoro indica tutte le misure preventive e protettive che intende adottare per ridurre il rischio di esposizione dei lavoratori ad agenti chimici pericolosi, e ne valuta l'efficacia.

Esistono misure generali di tutela quali:

- la sostituzione di ciò che è pericoloso con ciò che non lo è, o è meno pericoloso. E' opportuno adottare questa misura già in fase di progettazione di una nuova attività lavorativa privilegiando ove possibile processi e sostanze meno pericolose.
- la progettazione e l'organizzazione dei sistemi di lavorazione sul luogo di lavoro;
- la fornitura di attrezzature idonee per il lavoro specifico e le relative procedure di manutenzione;
- la riduzione al minimo del numero di lavoratori che sono o potrebbero essere esposti;
- la riduzione al minimo della durata e dell'intensità dell'esposizione;
- le misure igieniche adeguate;
- la riduzione al minimo della quantità di agenti presenti sul luogo di lavoro in funzione delle necessità della lavorazione;
- i metodi di lavoro appropriati comprese le disposizioni che garantiscono la sicurezza nella manipolazione, nell'immagazzinamento e nel trasporto sul luogo di lavoro di agenti chimici pericolosi nonché dei rifiuti che contengono tali agenti chimici.

Nei casi in cui l'esito della valutazione preliminare, dimostri inequivocabilmente il livello di **rischio irrilevante per la salute e basso per la sicurezza** (dandone una giustificazione che tenga conto del tipo, quantità dell'agente chimico pericoloso, modalità e frequenza di esposizione) e che le misure generali di tutela sono sufficienti a ridurre il rischio, non sarà necessaria una valutazione più dettagliata.

Quando la natura dell'attività non consente di eliminare il rischio attraverso la sostituzione dell'agente chimico pericoloso il datore di lavoro garantisce che il rischio sia ridotto mediante l'applicazione delle seguenti misure da adottarsi nel seguente ordine di priorità:

- progettazione di appropriati processi lavorativi e controlli tecnici, nonché uso di attrezzature e materiali adeguati;
- appropriate misure organizzative e di protezione collettive alla fonte del rischio;
- misure di protezione individuali, compresi i dispositivi di protezione individuali, qualora non si riesca a prevenire con altri mezzi l'esposizione;
- sorveglianza sanitaria dei lavoratori;

La norma prevede la possibilità di dimostrare il conseguimento di un adeguato livello di prevenzione e protezione anche con strumenti diversi da quello delle misurazioni, purché si rivelino soddisfacenti e di attribuzione certa. Nei casi in cui il datore di lavoro debba valutare l'efficacia delle misure messe in atto attraverso la misurazione degli agenti chimici pericolosi che possono presentare un rischio per la salute dovrà utilizzare metodiche standardizzate di cui è riportato un elenco non esaustivo nell'allegato XLI del D.Lgs.81/08 o in loro assenza metodiche appropriate e con particolare riferimento ai valori limite di esposizione professionale e per periodi rappresentativi dell'esposizione in termini spazio-temporali.

Sulla base della valutazione del rischio e dei principi generali di prevenzione e protezione, il datore di lavoro adotta le misure tecniche organizzative adeguate alla natura delle operazioni, compresi l'immagazzinamento, la manipolazione e l'isolamento di agenti chimici incompatibili fra di loro, in particolare il datore di lavoro previene sul luogo di lavoro la presenza di concentrazioni pericolose di sostanze infiammabili o quantità pericolose di sostanze chimicamente instabili. Laddove ciò non sia possibile per la natura dell'attività lavorativa il datore di lavoro deve:

- evitare la presenza di fonti di accensione che potrebbero dar luogo a incendi ed esplosioni, o l'esistenza di condizioni avverse che potrebbero provocare effetti fisici dannosi ad opera di sostanze o miscele di sostanze chimicamente instabili;
- limitare, anche attraverso misure procedurali ed organizzative previste dalla normativa vigente, gli effetti pregiudizievoli sulla salute e la sicurezza dei lavoratori in caso di incendio o di esplosione dovuti all'accensione di sostanze infiammabili, o gli effetti dannosi derivanti da sostanze o miscele di sostanze chimicamente instabili.

9. *Le eventuali azioni di sorveglianza sanitaria già intraprese.*

Il datore di lavoro conserva e prende in considerazione i risultati della sorveglianza sanitaria già intraprese in azienda (quando disponibili) allo scopo di integrare la valutazione del rischio e di utilizzare l'esito di tali accertamento per definire correttamente i livelli di rischio.

10. Il livello di rischio.

Definizione del livello di rischio per ogni sostanza (irrilevante/basso o meno) anche attraverso l'utilizzo di modelli e/o algoritmi (tenendo in tal caso conto delle condizioni di applicabilità degli algoritmo). La definizione del livello di rischio da agenti chimici pericolosi deve avvenire per ogni sostanza utilizzata nell'ambiente di lavoro, e la definizione di tale giudizio può avvenire utilizzando o meno modelli matematici. In ogni caso il datore di lavoro deve poter fornire una giustificazione convincente e razionale di come è pervenuto a tale risultato.

Nel caso di attività in cui l'esposizione di un lavoratore ad una sostanza pericolosa proviene da più sorgenti (es. da prodotti diversi) sarà necessario considerare l'esposizione totale. La definizione del livello di rischio non deve tenere conto delle misure specifiche di prevenzione e protezione quali i DPI, la sorveglianza sanitaria, la formazione) in quanto queste vengono adottate solo quando esiste già un livello di rischio non irrilevante.

Nel caso di attività lavorative che espongono uno stesso lavoratore a più agenti chimici pericolosi la valutazione del rischio dovrà tenere conto anche degli effetti sinergici e combinatori. E' possibile calcolare gli effetti combinatori dovuti all'esposizione a più agenti chimici pericolosi. Tale valutazione viene effettuata identificando l'organo bersaglio che è esposto a più di un inquinante. In tal modo per ogni gruppo omogeneo di lavoratori verrà definito per ogni sostanza il livello di rischio per la salute, per la sicurezza e gli effetti cumulativi o combinatori dei diversi agenti chimici (sostanze) pericolosi. La valutazione degli effetti combinati serve per adeguare il protocollo sanitario e per identificare condizioni di sofferenza di taluni organi anche in condizioni di molte esposizioni a basse dosi come accade ad esempio nei laboratori chimici.

La valutazione degli effetti combinatori richiesta dal legislatore è estremamente importante, in realtà come i laboratori di ricerca ove ci sono molte esposizioni professionali di inquinanti a basse dosi, e gli effetti combinatori possono nel tempo avere effetti sulla salute. Il livello di rischio irrilevante per la salute corrisponde alla dose di inquinante a cui la maggior parte della popolazione esposta non evidenzia effetti sulla salute. Il livello di rischio basso per la sicurezza corrisponde secondo le indicazioni delle regioni al livello basso per la classificazione antincendio.

11. Caratteristiche dei modelli di calcolo del rischio

Per avere risultati accettabili dai modelli è necessario che:

1. La valutazione sia effettuata per sostanza e per mansione
2. Deve tenere conto dei requisiti minimi previsti dall'art. 224
3. Nel calcolo del livello di rischio IRRILEVANTE non si deve tenere conto delle misure specifiche previste dall'art.225
4. Devono essere calcolati gli effetti di coesposizione e quelli cumulativi
5. Si devono poter valutare tutte le sostanze pericolose
6. I criteri di valutazione devono essere coerenti con quelli adottati per le misure degli inquinanti (sostanza e non preparato)
7. Devono essere note le caratteristiche di ogni modello utilizzato
8. I risultati offerti dal modello devono essere più protettivi di quelli ottenuti con le misure

Anche nel caso delle autocertificazione deve essere chiaro ed esplicito il metodo di valutazione utilizzato indipendentemente dall'esistenza o meno del documento

4. Requisiti dei modelli matematici e delle stime del rischio chimico per la struttura dei modelli e la progettazione delle misure

Ogni strumento di valutazione del rischio chimico (algoritmi, misure e stime del rischio) deve essere conforme a quanto previsto dalla norma e soddisfare tutti i requisiti minimi:

a) Requisiti minimi previsti dalla norma:

- a.1 la valutazione dei rischi deve essere effettuata per ogni agente chimico pericoloso sia per la Salute che per la Sicurezza;
- a.2 deve considerare le proprietà pericolose;
- a.3 deve considerare il livello, il tipo e la durata dell'esposizione;
- a.4 deve considerare le circostanze in cui viene svolto il lavoro in presenza di tali agenti, compresa la quantità degli stessi;
- a.5 deve riferirsi ai TLV agli VLB;

Il processo di valutazione del rischio chimico si può schematizzare come segue secondo quanto previsto dalla norma:

a.1. Analisi del ciclo produttivo: viene studiato l'intero ciclo di lavoro, alla luce degli agenti chimici utilizzati dai vari gruppi omogenei di lavoratori. Identificazione degli agenti chimici pericolosi: si deve tenere conto di sostanze e preparati classificati pericolosi dalle norme di etichettatura; di prodotti di processo (esempio i fumi di saldatura), di sostanze e preparati non classificati ancora pericolosi, ma che per loro proprietà chimico-fisiche o tossicologiche possono essere considerati tali. Considerare le proprietà pericolose per la Salute e la Sicurezza.

a.2. Le proprietà pericolose possono essere ricavate per le sostanze con una certa precisione dalla classificazione e dalle proprietà chimico-fisiche e tossicologiche anche tramite le banche-dati. Quando si ha invece un preparato l'onere della definizione delle proprietà di pericolo è a carico del fornitore/produttore/distributore che deve, darne indicazione sulla scheda di sicurezza. La prassi dimostra che i dati sono spesso contraddittori e inaffidabili e inducono a valutazioni del rischio chimico errate, per questo è preferibile prendere in considerazione le singole sostanze presenti nel preparato e non il preparato nel suo insieme, anche perché mentre esistono regole per classificare il preparato, non esistono regole per ricavare facilmente i dati chimico fisici del preparato dalle singole sostanze se non in caso molto semplici.

a.3 Come fase successiva del processo di valutazione del rischio chimico la definizione del livello, tipo, e durata dell'esposizione ad ogni agente chimico pericoloso. Tali parametri indicano chiaramente che si

deve tenere conto della quantità di agente chimico pericoloso presente sia in massa (solido, liquido) che come vapore e della sua dispersione e delle modalità con cui viene a contatto con l'organismo del lavoratore (esposizione inalatoria, cutanea, ingestione) e la durata di tale esposizione. Ciò implica che ogni modello di calcolo deve contenere nella struttura del proprio algoritmo tutti i parametri seguenti: quantità delle sostanze pericolose, tipologia dell'esposizione e tempo di esposizione, proprietà chimico-fisiche e tossicologiche. Nei laboratori chimici ove sono utilizzate molte sostanze in piccole quantità è necessario valutare l'esposizione cumulativa oltre alle singole esposizioni.

a.4. Inoltre l'esposizione e quindi la valutazione del rischio deve essere ricondotta alla mansione o gruppo omogeneo di lavoratori, come espresso dall'insieme dei fattori espressi dalla norma in cui viene espressamente indicato di tenere conto delle circostanze lavorative. Tale concetto viene ulteriormente rafforzato dalla norma UNI 689 in cui il processo di valutazione del rischio chimico si basa proprio sulla sostanza e sulla mansione.

La maggior parte degli algoritmi di valutazione del rischio chimico in ambiente di lavoro esistenti si basa sulla relazione fondamentale $R = P \times E$ in cui il fattore P viene espresso dalle proprietà di pericolo per la salute e per la sicurezza ricavabili dalla classificazione delle sostanze pure e dei preparati. Le norme di classificazione vigenti sono per le sostanze pure il D.Lgs. 52/97 mentre per i preparati il D.Lgs. 65/03 e loro successive modifiche o adeguamenti al progresso tecnico. Attualmente è stato recepito il 30° ATP e il più recente regolamento europeo REACH. Tali classificazioni possono essere considerate caratteristiche di ogni sostanza quindi non modificabili. In particolare i dati forniti nelle schede di sicurezza (che costituiscono un elemento importante da cui partire per la valutazione del rischio, per le sostanze pure sono abbastanza certe, in quanto direttamente confrontabili anche con quelli indicati nelle norme di classificazione. Diversamente accade per le schede di sicurezza dei preparati in cui le informazioni dichiarate dai fornitori/distributori del preparato, nella filiera del mercato, spesso sono errate e inaffidabili. Ad esempio molte volte il preparato viene impropriamente classificato non pericoloso, anche se contiene quantità rilevanti di specie pericolose e vengono disattese le regole di classificazione descritte dal D.Lgs. 65/2003. Tali errori di classificazione derivano spesso dal fatto che poche volte le schede di sicurezza vengono redatte, come richiede la norma, da personale qualificato, ma si utilizzano software generici che non riescono a sostituire le competenze di un tecnico specializzato. Poiché tutto il processo di valutazione del rischio chimico parte dalla corretta definizione dei pericoli associati ad un agente chimico pericoloso è certamente più corretto incentrare la valutazione sulla sostanza piuttosto che sul preparato di cui si hanno spesso informazioni imprecise ed è certamente più complesso verificarne la classificazione e le proprietà. Le

sostanza infatti sono sempre indicate nella scheda di sicurezza con la loro indicazione n. CAS, EINECS, ELINCS, e la composizione percentuale (in peso o volume). Quindi è facile verificare la classificazione delle sostanze presenti nel preparato ricercando nei database dei siti ufficiali di classificazione o nelle banche dati in commercio la correttezza dei dati espressi nella scheda ai fini della corretta valutazione. Inoltre anche se la norma consente di valutare il rischio da agenti chimici pericolosi sia per sostanze che per preparati, focalizzando l'analisi del rischio sulle sostanze riconduciamo la valutazione agli stessi criteri che vengono poi applicati quando si effettuano misure di inquinanti in ambiente di lavoro. Le misure infatti vengono eseguite sulle singole sostanze, non sul preparato, e il campionamento tiene conto delle loro proprietà chimico-fisiche e tossicologiche. In modo analogo per poter ottenere risultati confrontabili è necessario adottare gli stessi criteri di pesatura del rischio, sia per valutare le esposizioni personali a xenobiotici attraverso lo strumento della misura e il suo confronto con i valori limite che attraverso modelli di calcolo previsionale del rischio o stime semiquantitative di esposizione secondo quanto previsto dalla norma e dalla UNI 689. I TLV sono mediamente definiti sulle sostanze, i DPI vengono scelti in funzione delle sostanze e così il protocollo sanitario è scelto sulle sostanze. I DPI potranno altresì essere scelti in modo opportuno perché qualunque scheda tecnica dei DPI di protezione dal rischio chimico è sempre riferita alle sostanze e mai ai preparati commerciali.

Criteri di rispondenza dell'esito della valutazione del rischio chimico con algoritmi e con misure

Misure	Algoritmi
Identificazione delle sostanze	Applicazione del calcolo sulla sostanza
proprietà chimico fisiche	proprietà chimico fisiche
Campionamenti personali	Riconduzione del rischio alla mansione
TLV	Classificazione Etichettatura
misure specifiche solo per verificare il controllo del rischio	misure specifiche solo per verificare il controllo del rischio

Coerentemente anche le misure di prevenzione e protezione specifiche e i campionamenti di inquinanti verranno scelti in funzione delle specie chimiche più pericolose presenti nell'ambiente di lavoro.

I modelli che si basano sulle classificazioni di pericolo per la salute e per la sicurezza devono contenere tutti i requisiti precedenti per poter essere considerati validi ed incentrare il processo di valutazione del rischio chimico sulla sostanza e sulla mansione per fornire risultati paragonabili a quelli ottenuti con le misure.

Inoltre nella struttura dell'algoritmo per la definizione del livello di rischio non possono essere considerate le misure specifiche (quali ad esempio i dispositivi di protezione individuali, la formazione, l'informazione, i sistemi di captazione alla fonte), in quanto come previsto dalla norma art 225 D.Lgs. n.81/08 e successive modifiche, esse vengono adottate quando il rischio chimico non è irrilevante. E' possibile invece tenere conto delle misure specifiche non tanto per valutare il livello di rischio irrilevante per la salute e/o basso per la sicurezza o meno, ma soprattutto per verificare l'efficacia delle misure specifiche adottate (caso in cui il rischio è sotto controllo).

Impostare la valutazione del rischio chimico sulla sostanza e sulla mansione e discriminare il rischio per la salute da quello per la sicurezza fornisce ulteriori vantaggi:

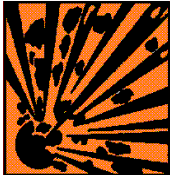



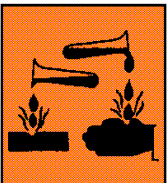

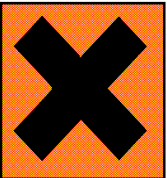
Il livello di rischio può risultare irrilevante per la salute per alcune sostanze e per altre no e il protocollo sanitario, può essere scelto in modo coerente ed appropriato. Se viceversa vi è un rischio non basso per la sicurezza non devono essere definite visite mediche sul fattore di rischio chimico, ma si dovrà verificare se esistono le condizioni per effettuare la valutazione del rischio da atmosfere esplosive.

4.1 Etichettatura e scheda di sicurezza

Chiunque immetta sul mercato prodotti pericolosi ha l'obbligo di apporvi un'etichetta e di redigere una scheda di sicurezza (SDS). Mentre l'etichetta fornisce informazioni brevi e sintetiche circa la natura dei pericoli principali intrinseci alla sostanza o al preparato, la scheda di sicurezza contiene una serie di informazioni di dettaglio circa i rischi per la salute e la sicurezza dell'utilizzatore e l'impatto che tale prodotto può avere sull'ambiente circostante.

Già, per le sostanze pure, il D.Lgs. 52/97 all'art. 25 impone: al fabbricante, all'importatore, al distributore che immetta sul mercato una sostanza pericolosa, di fornire gratuitamente su supporto cartaceo o elettronico al destinatario della sostanza la scheda di sicurezza in occasione o anteriormente alla prima fornitura, egli deve inoltre trasmettere ogni nuova informazione di cui viene a conoscenza. La compilazione di una scheda di sicurezza da parte del produttore, distributore e fornitore di un prodotto e la sua distribuzione all'utilizzatore ha come obiettivo quello di trasmettere tutte le informazioni disponibili all'utilizzatore allo scopo di consentire un adeguato impiego e di ridurre i rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori. Tale documento accompagna i prodotti, viene aggiornato periodicamente e costituisce la fonte principale dei dati tecnico-scientifici da cui attingere per una corretta valutazione e gestione del rischio chimico. Inoltre la scheda di sicurezza è anche uno strumento operativo per definire le corrette procedure di utilizzo del prodotto, per svolgere un'adeguata formazione e informazione dei lavoratori, scegliere gli opportuni DPI,

definire le corrette condizioni di stoccaggio del prodotto, la sua conservazione, in pratica assume un ruolo strategico all'interno di tutti i processi valutativi ed operativi della gestione del rischio chimico in azienda.

Pittogramma	Simbolo	Pericolo
	E	Esplosivo
	O	Comburente
	F⁺/F	Estremamente/Facilmente infiammabile
	T⁺/T	Altamente tossico/tossico
	C	Corrosivo
	X_n	Nocivo
	X_i	Irritante



N

Pericoloso per l'ambiente

Fraasi di rischio R

R1 Esplosivo allo stato secco.

R2 Rischio di esplosione per urto, sfregamento, fuoco o altre sorgenti d'ignizione.

R3 Elevato rischio di esplosione per urto, sfregamento, fuoco o altre sorgenti d'ignizione

R4 Forma composti metallici esplosivi molto sensibili.

Per sostanze e preparati che possono dare luogo alla formazione di derivati metallici esplosivi sensibili, ad esempio l'acido picrico e l'acido stfnico

R5 Pericolo di esplosione per riscaldamento.

Per sostanze e preparati instabili al calore non classificati come esplosivi, ad esempio l'acido perclorico >50 %.

R6 Esplosivo a contatto o senza contatto con l'aria.

Per sostanze e preparati instabili, ad esempio l'acetilene.

R7 Può provocare un incendio. Per sostanze e preparati reattivi, ad esempio il fluoro e l'idrosolfito di sodio.

R8 Può provocare l'accensione di materie combustibili.

R9 Esplosivo in miscela con materie combustibili.

R10 Infiammabile.

R11 Facilmente infiammabile.

R12 Estremamente infiammabile.

R14 Reagisce violentemente con l'acqua.

Per sostanze e preparati che reagiscono violentemente con l'acqua, ad esempio il cloruro di acetile, i metalli alcalini e il tetracloruro di titanio.

R15 A contatto con l'acqua libera gas estremamente infiammabili.

R16 Pericolo di esplosione se mescolato con sostanze comburenti.

Per sostanze e preparati che reagiscono in modo esplosivo in presenza di comburenti, ad esempio il fosforo rosso.

R17 Spontaneamente infiammabile all'aria.

R18 Durante l'uso può formare con aria miscele esplosive/infiammabili.

Per preparati che non sono classificati come infiammabili in quanto tali, ma che contengono componenti volatili infiammabili all'aria.

R19 Può formare perossidi esplosivi.

Per sostanze e preparati che durante l'immagazzinamento possono dar luogo alla formazione di perossidi esplosivi, ad esempio l'etere dietilico e l'1,4-diossano.

R20 Nocivo per inalazione.

R21 Nocivo a contatto con la pelle.

R22 Nocivo per ingestione.

R23 Tossico per inalazione.

R24 Tossico a contatto con la pelle.

R25 Tossico per ingestione.

R26 Molto tossico per inalazione.

R27 Molto tossico a contatto con la pelle.

R28 Molto tossico per ingestione.

R29 A contatto con l'acqua libera gas tossici.

Sostanze e preparati che a contatto con acqua o aria umida, sprigionano gas molto tossici o tossici in quantità potenzialmente pericolose, ad esempio fosfuro di alluminio e pentasolfuro di fosforo.

R30 Può divenire facilmente infiammabile durante l'uso.

Per preparati non classificati come infiammabili in quanto tali ma che possono divenire infiammabili in seguito alla perdita di componenti volatili non infiammabili.

R31 A contatto con acidi libera gas tossico.

Sostanze e preparati che reagiscono con acidi sprigionando gas tossici in quantità pericolose, ad esempio ipoclorito di sodio, polisolfuro di bario. Per le sostanze di uso corrente sarebbe più opportuno l'uso della frase S50 [non mescolare con ... (da precisare da parte del fabbricante)].

R32 A contatto con acidi libera gas molto tossico.

R33 Pericolo di effetti cumulativi.

Sostanze e preparati il cui accumulo nell'organismo umano può apparire preoccupante non di gravità tale da giustificare l'uso della frase R 48.

R34 Provoca ustioni.

Se, in caso di applicazione sulla pelle sana ed intatta di un animale, distrugge l'intero spessore del tessuto cutaneo dopo un'esposizione di non oltre 4 ore o se tale risultato può essere previsto, es. idroperossidi organici, tranne se si hanno prove del contrario.

R35 Provoca gravi ustioni.

Se, in caso di applicazione sulla pelle sana ed intatta di un animale, distrugge l'intero spessore del tessuto cutaneo dopo un'esposizione di non oltre 3 minuti o se questo risultato può essere previsto.

R36 Irritante per gli occhi.

Sostanze e preparati che se applicati sugli occhi dell'animale provocano entro 72 ore all'esposizione significative lesioni oculari che persistono per almeno 24 ore.

R37 Irritante per le vie respiratorie.

Le condizioni che normalmente determinano la classificazione con R37 sono reversibili e solitamente limitate alle vie respiratorie superiori.

R38 Irritante per la pelle.

Sostanze e preparati che provocano significativa infiammazione della pelle che persista per almeno 24 ore dopo un periodo massimo di esposizione di 4 ore in base a studi condotti su conigli con il saggio di irritazione cutanea

R39 Pericolo di effetti irreversibili molto gravi.

R40 Possibilità di effetti cancerogeni - prove insufficienti.

R41 Rischio di gravi lesioni oculari.

Sostanze e preparati che se applicati nell'occhio dell'animale provocano entro 72 ore dall'esposizione gravi lesioni oculari che persistono per almeno 24 ore.

R42 Può provocare sensibilizzazione per inalazione.

Se esistono prove che dimostrino che la sostanza o il preparato possono provocare una ipersensibilità respiratoria specifica.

R43 Può provocare sensibilizzazione per contatto con la pelle.

-risultati positivi di opportuni saggi cutanei, generalmente effettuati in più cliniche dermatologiche, o -
studi epidemiologici che dimostrino la comparsa di dermatiti allergiche da contatto causate dalla sostanza o dal preparato in questione; i casi in cui buona parte degli individui esposti manifestano

R44 Rischio di esplosione per riscaldamento in ambiente confinato.

Per sostanze e preparati che non sono classificati come esplosivi, ma che presentano nondimeno proprietà esplosive se riscaldati in un contenitore chiuso. Ad esempio, alcune sostanze che esploderebbero se riscaldate in un fusto di acciaio ma che non presentano tali reazioni se riscaldate in contenitori meno robusti.

R45 Può provocare il cancro.

R46 Può provocare alterazioni genetiche ereditarie.

R48 Pericolo di gravi danni per la salute in caso di esposizione prolungata.

R49 Può provocare il cancro per inalazione.

R50 Altamente tossico per gli organismi acquatici.

R51 Tossico per gli organismi acquatici.

R52 Nocivo per gli organismi acquatici.

R53 Può provocare a lungo termine effetti negativi per l'ambiente acquatico.

R54 Tossico per la flora.

R55 Tossico per la fauna.

R56 Tossico per gli organismi del terreno.

R57 Tossico per le api.

R58 Può provocare a lungo termine effetti negativi per l'ambiente.

Sostanze e preparati che in base alle prove disponibili circa le loro proprietà, la persistenza, il potenziale di bioaccumulo, nonché il destino e il comportamento ambientali presunti o osservati, possono presentare un pericolo immediato, a lungo termine e/o con effetti ritardati per la struttura e/o il funzionamento degli ecosistemi naturali

R59 Pericoloso per lo strato di ozono.

Sostanze che in base a prove disponibili circa le loro proprietà e il destino e comportamento ambientali presunti o osservati possono presentare un pericolo per la struttura e/o la funzionalità dello strato di ozono della stratosfera.

R60 Può ridurre la fertilità.

R61 Può danneggiare i bambini non ancora nati.

R62 Possibile rischio di ridotta fertilità.

R63 Possibile rischio di danni ai bambini non ancora nati.

R64 Possibile rischio per i bambini allattati al seno.

Sostanze e preparati che sono assorbiti dalle donne che possono interferire con l'allattamento o che possono essere presenti (compresi i metaboliti) nel latte materno in quantità sufficienti da destare timori per il lattante

R65 Nocivo: può causare danni ai polmoni in caso di ingestione.

R66 L'esposizione ripetuta può provocare secchezza e screpolature della pelle.

Sostanze e preparati da considerare con sospetto perché potrebbero provocare secchezza, esfoliazione o screpolature della pelle, pur non corrispondendo ai criteri di classificazione R38, in base a:

- osservazioni pratiche dopo uso e manipolazione normali o
- prove evidenti circa gli effetti previsti riscontrati sulla pelle.

R67 L'inalazione dei vapori può provocare sonnolenza e vertigini.

Sostanze volatili e preparati contenenti tali sostanze che provocano evidente depressione delle funzioni del sistema nervoso centrale a seguito di inalazione e che non sono ancora classificate in termini di tossicità acuta per inalazione (R20, R23, R26, R68/20, R39/23 o R39/26).

R68 Possibilità di effetti irreversibili

R14/15 Reagisce violentemente con l'acqua liberando gas estremamente infiammabili

R15/29 A contatto con l'acqua libera gas tossici estremamente infiammabili.

R20/21 Nocivo per inalazione e contatto con la pelle.

R20/22 Nocivo per inalazione e ingestione.

R20/21/22 Nocivo per inalazione, contatto con la pelle e per ingestione.

R21/22 Nocivo a contatto con la pelle e per ingestione.

R23/24 Tossico per inalazione e contatto con la pelle.

R23/25 Tossico per inalazione e ingestione.

R23/24/25 Tossico per inalazione, contatto con la pelle e per ingestione.

R24/25 Tossico a contatto con la pelle e per ingestione.

R26/27 Molto tossico per inalazione e contatto con la pelle.

R26/28 Molto tossico per inalazione e per ingestione.

R26/27/28 Molto tossico per inalazione, contatto con la pelle e per ingestione

R27/28 Molto tossico a contatto con la pelle e per ingestione.

R36/37 Irritante per gli occhi e le vie respiratorie.

R36/38 Irritante per gli occhi e la pelle.

R36/37/38 Irritante per gli occhi, le vie respiratorie e la pelle.

R37/38 Irritante per le vie respiratorie e la pelle.

R39/23 Tossico: pericolo di effetti irreversibili molto gravi per inalazione.

R39/24 Tossico: pericolo di effetti irreversibili molto gravi a contatto con la pelle.

R39/25 Tossico: pericolo di effetti irreversibili molto gravi per ingestione.

R39/23/24 Tossico: pericolo di effetti irreversibili molto gravi per inalazione e a contatto con la pelle

R39/23/25 Tossico: pericolo di effetti irreversibili molto gravi per inalazione ed ingestione.

R39/24/25 Tossico: pericolo di effetti irreversibili molto gravi a contatto con la pelle e per ingestione.

R39/23/24/25 Tossico: pericolo di effetti irreversibili molto gravi per inalazione, contatto con la pelle e per ingestione.

R39/26 Molto tossico: pericolo di effetti irreversibili molto gravi per inalazione.

R39/27 Molto tossico: pericolo di effetti irreversibili molto gravi a contatto con la pelle.

R39/28 Molto tossico: pericolo di effetti irreversibili molto gravi per ingestione.

R39/26/27 Molto tossico: pericolo di effetti irreversibili molto gravi per inalazione e a contatto con la pelle.

R39/26/28 Molto tossico: pericolo di effetti irreversibili molto gravi per inalazione ed ingestione.

R39/27/28 Molto tossico: pericolo di effetti irreversibili molto gravi a contatto con la pelle e per ingestione.

R39/26/27/28 Molto tossico: pericolo di effetti irreversibili molto gravi per inalazione, contatto con la pelle e per ingestione.

R42/43 Può provocare sensibilizzazione per inalazione e contatto con la pelle.

R48/20 Nocivo: pericolo di gravi danni per la salute in caso di esposizione prolungata per inalazione.

R48/21 Nocivo: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata a contatto con la pelle.

R48/22 Nocivo: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata per ingestione.

R48/20/21 Nocivo: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata per inalazione e a contatto con la pelle.

R48/20/22 Nocivo: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata per inalazione e ingestione.

R48/21/22 Nocivo: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata a contatto con la pelle e per ingestione.

R48/20/21/22 Nocivo: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata per inalazione, a contatto con la pelle e per ingestione.

R48/23 Tossico: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata per inalazione.

- R48/24** Tossico: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata a contatto con la pelle.
- R48/25** Tossico: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata per ingestione.
- R48/23/24** Tossico: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata per inalazione e a contatto con la pelle.
- R48/23/25** Tossico: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata per inalazione ed ingestione.
- R48/24/25** Tossico: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata a contatto con la pelle e per ingestione.
- R48/23/24/25** Tossico: pericolo di gravi danni alla salute in caso di esposizione prolungata per inalazione, a contatto con la pelle e per ingestione.
- R50/53** Altamente tossico per gli organismi acquatici, può provocare a lungo termine effetti negativi per l'ambiente acquatico.
- R51/53** Tossico per gli organismi acquatici, può provocare a lungo termine effetti negativi per l'ambiente acquatico.
- R52/53** Nocivo per gli organismi acquatici, può provocare a lungo termine effetti negativi per l'ambiente acquatico.
- R68/20** Nocivo: possibilità di effetti irreversibili per inalazione.
- R68/21** Nocivo: possibilità di effetti irreversibili a contatto con la pelle.
- R68/22** Nocivo: possibilità di effetti irreversibili per ingestione.
- R68/20/21** Nocivo: possibilità di effetti irreversibili per inalazione e a contatto con la pelle.
- R68/20/22** Nocivo: possibilità di effetti irreversibili per inalazione ed ingestione.
- R68/21/22** Nocivo: possibilità di effetti irreversibili a contatto con la pelle e per ingestione.
- R68/20/21/22** Nocivo: possibilità di effetti irreversibili per inalazione, a contatto con la pelle e per ingestione.

5. Sostituzione delle sostanze più pericolose con quelle meno pericolose

Il D.Lgs. 81/08 obbliga il datore di lavoro a sostituire agenti chimici pericolosi con sostanze e preparati meno pericolosi. La sostituzione di una sostanza in un processo produttivo costituisce un elemento strategico ai fini della riduzione e gestione del rischio e dovrebbe costituire una delle misure generali di tutela a cui destinare risorse ed attenzione. Un metodo semplice chiamato Bia Model è stato elaborato dall'agenzia tedesca di igiene e sicurezza sul lavoro che aiuta a scegliere la sostanza meno pericolosa tra due sostanze che appartengono a classi di pericolo diverse. Il metodo è stato riportato in una tabella che classifica in funzione delle frasi di rischio i diversi livelli di pericolo per la salute e per la sicurezza. Leggendo da sinistra verso destra e dall'alto verso il basso si possono trovare sostanze meno pericolose per la salute e per la sicurezza. In tal modo anche non conoscendo specificatamente le proprietà chimico-fisiche e tossicologiche molecolari delle sostanze è comunque possibile effettuare una scelta che favorisce la riduzione del rischio.

5.1 Metodo BIA per selezionare sostanze meno pericolose

Rischi	Effetti acuti sulla salute (una singola esposizione; es: incidenti)	Effetti cronici sulla salute (esposizioni ripetute)	Pericoli ambientali	Pericoli di incendi e esplosioni	Esposizione potenziale	Pericoli causati da processi
Molto elevato	<ul style="list-style-type: none"> • Sostanze e preparati altamente tossici R26, R27, R28 • Sostanze e preparati che possono produrre gas altamente tossici a contatto con acidi R32 	<ul style="list-style-type: none"> • Sostanze cancerogene e di categoria 1 o 2 R45, R49 • Sostanze mutagene di categoria 1 o 2 R46 • Preparati contenenti sostanze cancerogene e o mutagene in concentrazioni $\geq 0.1\%$ 	<ul style="list-style-type: none"> • Sostanze e preparati con simbolo di pericolo N e frasi di rischio R50, R51, R53, R54, R55, R56, R57, R58, R59 	<ul style="list-style-type: none"> • Sostanze e preparati esplosivi R2, R3 • Gas e liquidi estremamente infiammabili R12 • Sostanze e preparati spontaneamente e infiammabili R17 • Sostanze e preparati altamente infiammabili R11 • Sostanze e preparati che producono gas estremamente infiammabili con acqua R15 • Sostanze e preparati ossidanti R17, R8, R9 • Sostanze e preparati con proprietà 	<ul style="list-style-type: none"> • Gas • Liquidi con pressione di vapore $> 250\text{hPa}$ (mbar) (es. diclorometano) • Polveri • aerosol liquidi con pressione di vapore tra 50-250hPa (mbar) (es. metanolo) 	<ul style="list-style-type: none"> • processi aperti • possibile contatto cutaneo diretto applicazioni e su ampia area

Rischi	Effetti acuti sulla salute (una singola esposizione: es: incidenti)	Effetti cronici sulla salute (esposizioni ripetute)	Pericoli ambientali	Pericoli di incendi e esplosioni	Esposizione potenziale	Pericoli causati da processi
Elevato	<ul style="list-style-type: none"> • Sostanze e preparati tossici R23, R24, R25 • Sostanze e preparati altamente corrosivi R35 • Sostanze e preparati che possono produrre gas tossici a contatto con acqua o acidi R29, R31 • Sostanze sensibilizzanti per la pelle R43 • Sostanze sensibilizzanti per il tratto respiratorio R42 <p>Preparati contenenti sostanze sensibilizzanti per la cute o per il tratto respiratorio in concentrazione $\geq 1\%$ (per i gas 0,2%)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Sostanze tossiche per la riproduzione di categoria 1 o 2 R60, R61 • Preparati contenenti sostanze tossiche per la riproduzione di categoria 1 o 2 in concentrazione $\geq 0.5\%$ (0.2 % in caso di gas) • sostanze cancerogene di categoria 3 R40 • sostanze mutagene di categoria 3 R68 • preparati contenenti sostanze cancerogene o mutagene di categoria 2 in concentrazione $\geq 1\%$ • sostanze con possibilità di accumulo nel corpo umano R33 	<ul style="list-style-type: none"> • sostanze e preparati senza il simbolo N, ma con le frasi R52, R53 	<ul style="list-style-type: none"> • sostanze e preparati infiammabili R10 	<ul style="list-style-type: none"> • liquidi con pressione di vapore tra 10-50hPa (mbar) eccetto l'acqua (es. toluene) 	<ul style="list-style-type: none"> • processo chiuso ma possibili esposizioni (es. rimbocco, pulizia)

Rischi	Effetti acuti sulla salute (una singola esposizione: es: incidenti)	Effetti cronici sulla salute (esposizioni ripetute)	Pericoli ambientali	Pericoli di incendi e esplosioni	Esposizione potenziale	Pericoli causati da processi
Medio	<ul style="list-style-type: none"> • Sostanze e preparati nocivi per la salute R20, R21, R22 • Sostanze che possono accumularsi nel latte materno R64 • Sostanze e preparati corrosivi R34, pH ≥ 11.5, pH ≤ 2 • Sostanze nocive per gli occhi R41 • Gas non tossici che possono provocare soffocamento per mancanza di aia (es. azoto) 	<ul style="list-style-type: none"> • Sostanze tossiche per la riproduzione di categoria 3 R62, R63 • Preparati contenenti sostanze tossiche per la riproduzione di categoria 3 in concentrazione ≥ 5% (per i gas ≥ 1%) 		<ul style="list-style-type: none"> • sostanze e preparati fortemente infiammabili (flash point 55 ...100°C) 	<ul style="list-style-type: none"> • liquidi con pressione di vapore tra 2-10hPa (mbar) (es. xilene) 	<ul style="list-style-type: none"> • equipaggiamento isolato • equipaggiamento chiuso con punti di emissione
Basso	<ul style="list-style-type: none"> • Sostanze e preparati irritanti R36, R37, R38 • Afezioni cutanee per lavorazioni in ambienti umidi • Sostanze e preparati che possono provocare danni ai polmoni se ingeriti R65 • Sostanze e preparati la cui esposizione ripetuta può provocare secchezza e screpolature della pelle R66 • Inalazione dei vapori può provocare sonnolenza e vertigini R67 	<ul style="list-style-type: none"> • Altre sostanze con effetti cronici sprovviste di classificazione 		<ul style="list-style-type: none"> • Sostanze e preparati estremamente infiammabili (liquidi: flash point >100°C) 	<ul style="list-style-type: none"> • liquidi con pressione di vapore < 2 hPa (mbar) (es. glicoli) 	
Irrilevante						

6. Valutazione approfondita con le misure

La valutazione in termini rappresentativi dell'esposizione nel posto di lavoro alle sostanze contaminanti contenute nell'aria è un compito impegnativo poiché ogni attività lavorativa può comportare condizioni diverse ed esposizione ad agenti chimici differenti; la distanza dalle fonti di emissione e parametri fisici quali la velocità di emissione, le correnti d'aria, la temperatura ed umidità relativa esercitano una notevole influenza sui risultati. La variabilità delle condizioni di esposizione che ne deriva è ulteriormente amplificata dai comportamenti individuali degli operatori.

Le misure degli inquinanti chimici costituiscono una componente importante del processo di valutazione e gestione del rischio sia quando esse vengono eseguite per definire i livelli di rischio dovuti all'impiego di agenti chimici pericolosi, sia quando vengono utilizzate per verificare l'idoneità e l'efficacia delle misure di prevenzione e protezione messe in atto.

La norma tecnica di riferimento è la UNI EN 689:1997 - Atmosfera nell'ambiente di lavoro - Guida alla valutazione dell'esposizione per inalazione a composti chimici ai fini del confronto con i valori limite e strategia di misurazione.

Le apparecchiature per il campionamento spesso introducono limiti propri, talvolta critici, come nel caso delle valutazioni delle frazioni di aerosol, e le fasi analitiche aggiungono, a loro volta, altre difficoltà o elementi di incertezza come ad esempio l'identificazione o la separazione insufficiente di specie chimiche, oppure le interferenze.

Strategia di misurazione

In genere, per ottenere dati quantitativi sull'esposizione attraverso la misurazione, si dovrebbe prevedere un approccio che consenta l'utilizzo più efficiente possibile delle risorse. Laddove si presume che i livelli di esposizione siano nettamente al di sotto o al di sopra dei valori limite possono essere impiegate tecniche di facile applicazione anche se meno precise. Altre possibilità possono prevedere le misurazioni nelle condizioni peggiori o il campionamento in prossimità della fonte di emissione. In questi casi, la valutazione dell'esposizione professionale può così essere spesso conclusa senza ulteriori indagini.

In altri casi, nei quali si presume che le esposizioni siano prossime ai valori limite, sarà necessario eseguire indagini più accurate.

Selezione degli addetti per le misurazioni di esposizione

Non è possibile dare indicazioni precise riguardo alla procedura di selezione di un addetto o di un gruppo di addetti per le misurazioni dell'esposizione. Tuttavia si possono fornire delle indicazioni generali. Un possibile

approccio prevede la scelta casuale di addetti tra un insieme di persone esposte. Tuttavia, dal punto di vista statistico, ciò richiede un numero piuttosto elevato di campioni. In molti posti di lavoro se si applica questo tipo di approccio esiste un considerevole rischio che piccoli sottogruppi di persone altamente esposte vengano del tutto trascurati. L'approccio migliore prevede che si suddivida l'insieme del personale esposto in gruppi omogenei rispetto all'esposizione. La variabilità dei livelli di esposizione è infatti minore per gruppi ben definiti che non per l'insieme della forza lavoro esposta. Pertanto se un gruppo di addetti svolge compiti identici o simili nello stesso posto di lavoro e presenta un'esposizione simile, il campionamento rappresentativo del gruppo può essere effettuato nell'ambito di tale cluster.

I raggruppamenti presentano il vantaggio pratico che le risorse possono essere concentrate su quei gruppi di addetti caratterizzati dalla più alta esposizione.

È necessario verificare che i gruppi siano stati adeguatamente selezionati attraverso un esame critico delle attività e un'analisi dei dati preliminari di campionamento.

Nell'ambito di un gruppo omogeneo i dati di esposizione saranno comunque soggetti a variazioni sia casuali che sistematiche. Una valutazione professionale relativa all'omogeneità dei gruppi definiti è essenziale. Tuttavia, di regola, se una singola esposizione risulta minore della metà oppure maggiore del doppio della media aritmetica, i fattori di lavoro pertinenti dovrebbero essere accuratamente riesaminati per stabilire se il presupposto di omogeneità era corretto.

La valutazione professionale è richiesta anche quando si determina la dimensione del campione, in particolare riguardo a piccoli gruppi. Tuttavia, di regola, il campionamento dovrebbe essere eseguito per almeno un addetto su dieci, in un gruppo omogeneo adeguatamente selezionato.

La frequenza di esecuzione delle prove ed il numero di membri del gruppo selezionati per le misurazioni dipenderà da quanto devono essere precise le stime dei parametri di distribuzione come per esempio la media e la varianza, da quanto le esposizioni sono inferiori al valore limite e dalla significatività dei livelli di esposizione prevalenti oltre che dalle caratteristiche delle proprietà delle sostanze. Quando la media aritmetica delle misurazioni dell'esposizione è prossima alla metà del valore limite, è probabile che alcuni risultati superino il TLV.

Se l'esposizione è caratterizzata da picchi, questi ultimi vanno valutati con riferimento ad eventuali requisiti di limite di breve periodo.

Misurazioni in un punto fisso

I sistemi di misurazione in punti fissi possono essere utilizzati se i risultati consentono di valutare l'esposizione dell'addetto nel posto di lavoro.

I campioni dovrebbero essere prelevati per quanto possibile all'altezza delle vie respiratorie e nelle immediate vicinanze degli addetti. In caso di dubbio come punto di misurazione va considerato il punto di maggior rischio.

Selezione delle condizioni di misurazione

Misurazioni rappresentative

Considerando le possibili influenze di tutti i fattori relativi al posto di lavoro, le condizioni di misurazione vanno scelte in modo che i risultati forniscano una panoramica rappresentativa dell'esposizione nelle condizioni di lavoro.

La stima migliore dell'esposizione di un individuo si ottiene prelevando campioni nella zona delle vie respiratorie per tutto il periodo di lavoro. Informazioni complete sulla variazione delle esposizioni possono essere ottenute con strumenti di lettura diretta oppure predisponendo nuovi campioni ogni volta che cambiano le attività. Questa situazione ottimale non sempre è possibile e la distribuzione del tempo effettivo di campionamento dovrebbe essere impostata in modo da coprire al massimo quelle attività per le quali si dispone del minor numero di informazioni sulle possibili esposizioni.

Le misurazioni dovrebbero essere eseguite in un numero sufficiente di giornate e durante diverse operazioni specifiche per conoscere a fondo la situazione di esposizione. È importante considerare episodi diversi durante i quali le condizioni di esposizione possono variare.

Misurazioni nelle condizioni peggiori

Quando è possibile identificare chiaramente episodi con esposizioni più elevate, per esempio un'elevata emissione dovuta a certe attività, i periodi di prelievo dei campioni possono essere selezionati in modo da comprendere questi episodi. Tale approccio viene definito campionamento nelle condizioni peggiori.

Le condizioni peggiori si possono individuare analizzando in dettaglio le misurazioni caratterizzate da variazioni di concentrazioni nel tempo e nello spazio.

Schema della misurazione

Lo schema di campionamento può essere influenzato da numerosi fattori pratici, come frequenza e durata di compiti specifici, applicazione ottimale di igiene professionale e utilizzo di risorse analitiche. Entro questi limiti lo schema deve essere impostato in modo che i dati rappresentino i compiti identificati per periodi noti. Ciò vale in particolare per i laboratori analisi nei quali l'attività varia nel periodo di lavoro, il quale può subire interruzioni e non raggiungere il totale di circa 8 h al giorno. A condizione che gli schemi di concentrazione durante un certo periodo di lavoro non cambino in modo significativo, si possono scegliere tempi di campionamento che non coprono l'intero periodo. La durata di un singolo campionamento spesso è

determinata da limitazioni imposte dal metodo di campionamento e di analisi. Tuttavia i tempi non campionati restano un grave punto di debolezza per la credibilità di qualsiasi misurazione dell'esposizione. Durante tale tempo è necessario osservare attentamente i fatti. Nei casi in cui la durata del campionamento è inferiore all'intero periodo di esposizione nel corso di un turno, il numero minimo di campioni può variare. L'appendice A della UNI EN 689:1997 indica un prospetto da utilizzare come guida in caso di tempo di lavoro omogeneo.

Numero minimo di campioni per turno in relazione alla durata del campionamento

Durata del campionamento	Numero minimo di campioni per turno
10 secondi	30
1 minuto	20
5 minuti	12
15 minuti	4
30 minuti	3
1 ora	2
≥ 2 ore	1

Se l'esposizione è caratterizzata da picchi, questi ultimi vanno valutati con riferimento ad eventuali requisiti di limite di breve periodo.

Procedura di misurazione

La procedura di misurazione deve fornire risultati rappresentativi dell'esposizione dell'addetto.

Per misurare l'esposizione dell'addetto nel posto di lavoro si devono usare, quando possibile, dispositivi personali di campionamento, applicati al corpo degli addetti.

La procedura di misurazione dovrebbe comprendere:

- gli agenti;
- la procedura di campionamento;
- la procedura analitica;
- il punto o i punti di campionamento;
- la durata del campionamento;
- i tempi e l'intervallo tra le misurazioni;
- i calcoli per ottenere la concentrazione di esposizione professionale in base ai singoli valori analitici;
- le ulteriori istruzioni tecniche riguardanti le misurazioni;
- le mansioni da sottoporre a monitoraggio.

Conclusione della valutazione dell'esposizione professionale

La concentrazione dell'esposizione professionale è la media aritmetica di misure effettuate in uno stesso turno rispetto all'appropriato periodo di riferimento del valore limite dell'agente in esame. Nel caso di variazione dei tempi medi sarà necessario considerare i valori in base alle durate.

Si possono elaborare degli schemi per confrontare le esposizioni con i valori limite. Tuttavia, qualunque sia lo schema utilizzato si dovrebbe arrivare ad una delle tre seguenti conclusioni.

- a) L'esposizione supera il valore limite. In tal caso: le ragioni del superamento del valore limite dovrebbero essere identificate e si dovrebbero attuare appena possibile i provvedimenti opportuni volti a porvi rimedio; la valutazione dell'esposizione professionale dovrebbe essere ripetuta e si dovrebbero attuare i provvedimenti opportuni.
- b) L'esposizione è ben al di sotto del valore limite ed è probabile che resti tale a lungo, data la stabilità delle condizioni sul posto di lavoro e l'impostazione del processo operativo. In tal caso non sono necessarie misurazioni periodiche. In questi casi è necessaria una verifica regolare per stabilire se la valutazione dell'esposizione professionale che ha portato a questa conclusione resta valida.
- c) Le esposizioni non rientrano né nella categoria a) né nella b). In questo caso, sebbene l'esposizione possa essere al di sotto del limite, si richiedono comunque misurazioni periodiche.

6.1 Requisiti delle misure

Le caratteristiche dei metodi di prova come la selettività, i limiti di rilevabilità e quantificazione, il campo di misura, la precisione, accuratezza e l'incertezza di una misura, nonché il tempo di stabilizzazione e le possibili interferenze, dipendono dal procedimento adottato e dallo strumento di misura impiegato.

Per valutare la concentrazione media nel tempo e/o nello spazio di un inquinante è comunque consigliato eseguire misurazioni preliminari le quali, pur non fornendo misure accurate, aiutano a definire le migliori strategie di campionamento e di analisi.

Le misurazioni preliminari della concentrazione di un analita hanno infatti lo scopo di:

- fornire informazioni sull'andamento della concentrazione degli agenti chimici;
- identificare i punti da campionare a maggiore esposizione;
- definire la durata e la frequenza del campionamento per il confronto con i valori limite;
- identificare le fonti di emissione;
- stimare l'efficacia delle misure di prevenzione e protezione adottate.

6.1.1 La bontà del dato analitico

L'efficacia, ai fini della protezione della salute, degli interventi basati in tutto o in parte su misurazioni di laboratorio dipende in larga misura dall'affidabilità dei risultati analitici, che deve essere inequivocabilmente documentata.

Le norme UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2000 "Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura" e ISO 15189:2003 "*Medical laboratories - Particular requirements for quality and competence*" prescrivono, tra gli altri requisiti, che il laboratorio utilizzi soltanto metodi di prova validati, metta in atto misure per garantire la riferibilità dei risultati analitici e sia in grado di fornire una stima dell'incertezza di misura associata con i risultati che rilascia. Quest'ultima può essere definita come la "stima legata ad un risultato di prova che caratterizza l'escursione dei valori entro cui si suppone che cada il valore vero del misurando". L'incertezza di misura viene indicata con la lettera - u - minuscola ed ha le dimensioni di uno scarto tipo. In altre parole il valore dell'incertezza di misura definisce l'intervallo di valori che possono essere ragionevolmente attribuiti al misurando con un livello di probabilità pari al 68.27%. Generalmente, è preferibile fornire un intervallo di valori con un livello di probabilità superiore (il 95%): in questo caso, l'incertezza può essere espressa come incertezza estesa, indicata con la lettera - **U** - maiuscola, che si ottiene moltiplicando l'incertezza u per un fattore di copertura k , che deve essere sempre dichiarato. Per un numero di gradi di libertà effettivi almeno pari a 10, il fattore di copertura per un livello di probabilità approssimativamente del 95.4% è generalmente considerato pari a 2.

La conoscenza dell'incertezza associata con un risultato di misurazione fornisce quindi un'informazione essenziale per valutare l'affidabilità di un risultato analitico, stabilire la sua idoneità per lo scopo prefisso e confrontarlo con intervalli di riferimento, soglie di intervento e valori limite. In altri termini, la conoscenza dell'incertezza associata con un risultato permette di determinare il grado di confidenza che può essere riposto nelle decisioni prese sulla base del risultato. Quando i dati analitici a disposizione sono accompagnati dalla relativa stima dell'incertezza di misura estesa, con un livello di probabilità del 95%, si possono presentare quattro casi per il superamento o meno di un limite superiore:

- 1) il risultato e la sua incertezza estesa si trovano al di sopra del limite;
- 2) il risultato, ma non la sua incertezza estesa, si trova al di sopra del limite;
- 3) il risultato, ma non la sua incertezza estesa, si trova al di sotto del limite;
- 4) il risultato e la sua incertezza estesa si trovano al di sotto del limite.

L'interpretazione è ovvia per i casi 1) e 4), rispettivamente di superamento e di non superamento del limite. Nei casi 2) e 3) il superamento o meno del limite deve essere interpretato alla luce di

considerazioni specifiche che tengano anche conto del livello di probabilità associato con l'incertezza estesa.

Per fare chiarezza la norma tecnica UNI EN 482:2006 - *Atmosfere nell'ambiente di lavoro: Requisiti generali per la prestazione di procedure per la misurazione di agenti chimici*, stabilisce che per la misurazione di agenti chimici per i quali sono definiti valori limite di esposizione, i metodi analitici utilizzati devono rispondere ai requisiti indicati in Tabella 2:

Tabella 2: Requisiti tecnici dell'incertezza estesa dei metodi analitici impiegati per il confronto delle misure con i valori limite

Durata del campionamento	Range di misura	Incertezza estesa relativa
Breve durata (ad esempio 15 min)	Da 0.5 a 2 volte il valore limite	≤50%
Lunga durata	Da 0.1 a 0.5 volte i valore limite	≤50%
Lunga durata	Da 0.5 a 2 volte il valore limite	≤50%

7. Agenti cancerogeni e mutageni

Tutte le attività che implicano la manipolazione di un agente chimico cancerogeno e mutageno espongono il lavoratore ad un RISCHIO NON IRRILEVANTE per la Salute.

Il Titolo IX, Capo II, del D.Lgs. 81/08 e s.m. considera cancerogene le sostanze che sulla base dei criteri dettati dall'Unione Europea sono *cancerogene e/o mutagene di categoria 1 o 2* – quindi anche quelle etichettate "provvisoriamente" e non soltanto quelle classificate ufficialmente in Allegato I alla direttiva 67/548 CEE.

Si definisce "agente cancerogeno":

1. una sostanza che risponde ai criteri relativi alla classificazione quali categorie cancerogene 1 o 2, stabiliti ai sensi del D.Lgs. n.52 del 3 febbraio 1997 e successive modifiche;
2. un preparato contenente una o più sostanze di cui al numero 1., quando la concentrazione di una o più delle singole sostanze risponde ai requisiti relativi ai limiti di concentrazione per la classificazione di un preparato nelle categorie cancerogene 1 o 2, in base ai criteri stabiliti ai sensi dei decreti legislativi 3 febbraio 1997, n.52 e 14 marzo 2003, n.65 e successive modificazioni;
3. una sostanza, un preparato o un processo di cui all'allegato XLII, nonché una sostanza o un preparato emessi durante un processo previsto dall'allegato XLII.

Si definisce "agente mutageno":

1. una sostanza che risponde ai criteri relativi alla classificazione quali categorie mutagene 1 o 2, stabiliti ai sensi del D.Lgs. n.52 del 3 febbraio 1997 e successive modifiche;
2. un preparato contenente una o più sostanze di cui al numero 1., quando la concentrazione di una o più delle singole sostanze risponde ai requisiti relativi ai limiti di concentrazione per la classificazione di un preparato nelle categorie mutagene 1 o 2, in base ai criteri stabiliti ai sensi dei decreti legislativi 3 febbraio 1997, n.52 e 14 marzo 2003, n.65 e successive modificazioni.

I preparati sono cancerogeni e/o mutageni sulla base della percentuale di presenza di sostanze cancerogene e/o mutagene ($\geq 0.1\%$).

7.1 Classificazione delle sostanze cancerogene

Categoria 1

Sostanze note per gli effetti cancerogeni sull'uomo. Esistono prove sufficienti per stabilire un nesso causale tra l'esposizione dell'uomo alla sostanza e lo sviluppo di tumori.

Sostanze e preparati vengono inseriti in questa categoria sulla base di dati epidemiologici.

Categoria 2

Sostanze che dovrebbero essere considerate cancerogene per l'uomo. Esistono elementi sufficienti per ritenere verosimile che l'esposizione dell'uomo alla sostanza possa provocare lo sviluppo di tumori.

Sostanze e preparati vengono inseriti in questa categoria sulla base studi a lungo termine effettuati sugli animali.

7.2 Classificazione delle sostanze mutagene

Una mutazione è l'alterazione permanente di un tratto o della struttura del materiale genetico di un organismo che provoca un mutamento delle caratteristiche fenotipiche dell'organismo stesso. Le alterazioni possono coinvolgere un unico gene, un raggruppamento di geni o un intero cromosoma. In questo ultimo caso si può giungere ad una alterazione della struttura o del numero di cromosomi. Una mutazione delle cellule germinali degli organismi a riproduzione sessuata può essere trasmessa alla progenie.

I mutageni sono agenti che aumentano la frequenza delle mutazioni.

Categoria 1

Sostanze note per gli effetti mutageni sugli esseri viventi. Esistono prove sufficienti per stabilire un nesso causale tra l'esposizione degli esseri umani alla sostanza e le alterazioni genetiche ereditarie.

Sostanze e preparati vengono inseriti in questa categoria sulla base di dati epidemiologici.

Categoria 2

Sostanze che dovrebbero essere considerate mutagene per l'uomo. Esistono elementi sufficienti per ritenere verosimile che l'esposizione dell'uomo alla sostanza e possa provocare lo alterazioni genetiche ereditarie.

Sostanze e preparati vengono inseriti in questa categoria sulla base studi a lungo termine effettuati sugli animali.

7.3 Identificazione degli agenti cancerogeni e mutageni nell'ambiente di lavoro

Per poter evidenziare la presenza di agenti cancerogeni e mutageni (o comunque pericolosi) in ambienti di lavoro è necessario censire tutte le sostanze usate come materie prime, analizzare l'intero ciclo produttivo, identificare tutti i prodotti di processo ovvero tutte quelle sostanze che sono presenti nel luogo di lavoro come risultato o intermedio di una reazione. Una volta identificate tutte le sostanze e i preparati presenti è necessario reperire la corretta etichettatura e classificazione. Per quanto riguarda la valutazione del rischio di esposizione ad agenti chimici pericolosi dovrà essere preventiva (cioè avviata prima dell'inizio dell'attività lavorativa) e, basandosi sui dati reperiti nella fase iniziale, consentirà di definire le misure di prevenzione e

protezione da attuare. Per quanto riguarda le sostanze etichettate il datore di lavoro ricava dalla lettura dell'etichetta riportata sul contenitore del prodotto utilizzato, dalla scheda di sicurezza e dai dati reperibili in letteratura scientifica le informazioni necessarie per valutare il grado di pericolosità del prodotto e nel caso di cancerogeni e/o mutageni verifica la presenza delle frasi di rischio R45 "Può provocare il cancro", R49 "Può provocare il cancro per inalazione", R46 "Può provocare alterazioni genetiche ereditarie". Per quanto riguarda le sostanze pure che costituiscono i componenti dei preparati il datore di lavoro deve identificare le sostanze chimiche attraverso il numero del Chemical Abstract Service (CAS), il numero CEE e quello dell'European Inventory of Existing Chemical Substances (EINECS) e chiedere ai produttori le ulteriori informazioni necessarie, effettuando anche dei controlli opportuni e consultando banche dati specializzate.

Per effettuare una corretta identificazione delle sostanze cancerogene si dovrà consultare:

1. l'elenco delle sostanze con frase di rischio R45 o R49 o R46 (allegato I della Direttiva 2009/2/CE della Commissione del 15 gennaio 2009 recante trentunesimo adeguamento al progresso tecnico della direttiva 67/548/CEE del Consiglio concernente il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative relative alla classificazione, all'imballaggio e all'etichettatura delle sostanze pericolose);
2. gli elenchi di sostanze valutate come cancerogene e/o mutagene da:
 - International Agency for Research on Cancer (IARC), www.IARC.fr
 - Environmental Protection Agency (EPA)
 - National Toxicology Program USA: HHIS.NIEHS.NIH.Gov/Roc
 - Registry of Toxic Effects of Chemical Substances-RTECS del National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), <http://www.cdc.gov/niosh/homepage.html>
 - BGIA Tedesco, <http://www.hvbg.de/e/bia/index.html>
 - American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), <http://www.acgih.org>
 - Altre fonti (MAK tedeschi)

Per quanto riguarda le sostanze e i preparati non etichettati sarà necessario disporre dei dati di letteratura e delle classificazioni provvisorie. In particolare i prodotti di processo devono essere classificati caso per caso applicando sempre i criteri più cautelativi. Per procedere all'applicazione delle misure di prevenzione occorre, in maniera motivata, rendere conto se si sceglie di sostituire o di ridurre l'esposizione per i lavoratori al più basso valore tecnicamente possibile.

L'allegato XLII del D.Lgs. 81/08 contiene l'elenco di sostanze, preparati e processi considerati cancerogeni.

Una lista dei legni duri cancerogeni è pubblicata nel Volume 62 delle Monografie IARC.

Elenco di sostanze, preparati e processi		ALLEGATO XLII del D.Lgs. 81/08
ELENCO DI SOSTANZE, PREPARATI E PROCESSI		
1. Produzione di auramina con il metodo Michler.		
2. I lavori che espongono agli idrocarburi policiclici aromatici presenti nella fuliggine, nel catrame o nella pece di carbone.		
3. Lavori che espongono alle polveri, fumi e nebbie prodotti durante il raffinamento del nichel a temperature elevate.		
4. Processo agli acidi forti nella fabbricazione di alcool isopropilico.		
5. Il lavoro comportante l'esposizione a polvere di legno duro.		

L'allegato XL contiene invece un elenco di sostanze vietate.

Divieti				ALLEGATO XL del D.Lgs. 81/08
a) Agenti chimici				
N. EINECS (1)	N. CAS (2)	Nome dell'agente	Limite di concentrazione per l'esenzione	
202-080-4	91-59-8	2-naftilammina e suoi sali	0,1% in peso	
202-177-1	92-67-1	4-amminodifenile e suoi sali	0,1% in peso	
202-199-1	92-87-5	Benzidina e suoi sali	0,1% in peso	
202-204-7	92-93-3	4-nitrodifenile	0,1% in peso	
b) Attività lavorative: Nessuna				
<small>(1) EINECS European Inventory of Existing Commercial Chemical Substance</small>				
<small>(2) CAS Chemical Abstracts Service</small>				

Va ricordato che la IARC ha anche valutato, sulla base di evidenze epidemiologiche di esposizioni che si sono verificate in passato, sia miscele sia circostanze particolari come cancerogeni dei gruppi 1 e 2, che non sono considerate nell'allegato XLII.

Valutazione IARC sulla cancerogenicità di miscele e circostanze di esposizione:

▪ Gruppo 1

Miscela: oli di scisto (CAS 68308-34-9)

Circostanze di esposizione: produzione dell'alluminio, produzione e riparazione di stivali e scarpe, gasificazione, cokeria, falegnameria, fonderie di ferro e acciaio, verniciatore (painter), industria della gomma.

▪ Gruppo 2

Miscela: gas di scarico di veicoli a motore diesel, insetticidi non arsenicali (per chi applica o spruzza insetticidi), bifenilipoliclorurati (CAS 1336-36-3)

Circostanze di esposizione: produzione di vetro artistico, contenitori e manufatti a pressione in vetro; parrucchieri e barbieri; raffinazione del petrolio.

7.4 Valutazione del rischio e dell'esposizione

Il D.Lgs.81/08 e s.m. richiede per i cancerogeni, da parte del datore di lavoro, una valutazione particolarmente approfondita e documentata che prevede la sostituzione dell'agente cancerogeno, l'utilizzo di sistemi chiusi e, nei casi in cui non sia possibile fare altro, garantire comunque che l'esposizione sia ridotta al più basso valore tecnicamente possibile. Va comunque ribadito che il primo obbligo del datore di lavoro, nel caso di identificazione di un agente cancerogeno nel ciclo produttivo, è quello della sua sostituzione. Solo se questa non è tecnicamente attuabile è consentito l'uso del cancerogeno. Laddove non è possibile sostituire l'agente cancerogeno devono essere adottati sistemi di lavorazione a circuito chiuso. Se questo non è tecnicamente possibile devono comunque essere attuate misure tecniche, organizzative e procedurali mirate a ridurre al minimo l'esposizione dei lavoratori.

Quando si valuta l'esposizione ad agenti cancerogeni si deve tenere conto di tutti i possibili modi di esposizione, compreso l'assorbimento cutaneo, valutabili con tecniche specifiche e utilizzando indicatori biologici di esposizione.

La valutazione deve essere integrata con i dati di cui all'art.236:

- a) le indagini svolte per la possibile sostituzione degli agenti cancerogeni e mutageni e le sostanze e i preparati eventualmente utilizzati come sostituti. Le motivazioni per le quali non è possibile eliminare l'impiego dell'agente cancerogeno;
- b) le attività lavorative che comportano la presenza di sostanze o preparati cancerogeni o mutageni, o di processi industriali di cui all'allegato VIII, con l'indicazione dei motivi per i quali sono impiegati agenti cancerogeni o mutageni;
- c) i quantitativi di sostanze o preparati cancerogeni o mutageni prodotti o utilizzati o presenti come impurità o sottoprodotti;
- d) il numero dei lavoratori esposti o potenzialmente esposti ad agenti cancerogeni;
- e) l'esposizione dei suddetti lavoratori ove nota e il grado della stessa;
- f) le misure protettive e preventive applicate e il tipo di DPI utilizzati.

La valutazione delle esposizioni non può avvenire solo a produzione già avviata ma deve essere prevista in occasione del progetto di un nuovo impianto o di una ristrutturazione; l'avvio o la ripresa della produzione sono ammissibili solo quando è possibile accertare e documentare l'aderenza alle buone tecniche e la minimizzazione degli esposti oltre che dell'esposizione.

Lo scopo della valutazione è quello di adottare misure di prevenzione e protezione che riducano il più possibile il numero di lavoratori esposti e la durata e l'intensità dell'esposizione. La valutazione dell'esposizione deve essere ripetuta periodicamente e comunque in occasioni di modifiche significative del processo produttivo. La valutazione può essere effettuata tramite campionamenti ambientali e personali di inquinanti allo scopo di valutare la reale situazione dei lavoratori. Le misure degli agenti aerodisperse consentono di verificare l'efficacia delle misure di prevenzione e protezione attuate e di individuare precocemente le esposizioni anomale causate da un evento imprevedibile o da un incidente.

Nel caso in cui l'agente cancerogeno o mutageno non costituisca la materia prima di un ciclo produttivo ma ne sia un prodotto (intermedio o finale) è necessario effettuare un'analisi accurata che richiede professionalità specifiche che conoscano bene sia la realtà lavorativa, sia le proprietà chimico-fisiche e tossicologiche delle molecole. In questi casi più complessi può risultare molto utile riferirsi a studi di situazioni analoghe effettuati da enti autorevoli del settore o a linee guida nazionali e internazionali.

Nelle situazioni poco ripetitive (come la piccola impresa o l'artigianato) in cui una rilevazione ambientale può non essere rappresentativa, è possibile effettuare la valutazione dell'esposizione analizzando l'installazione degli impianti, le misure di prevenzione e la loro periodica e documentata manutenzione, riservando le misure ambientali alla verifica dei risultati degli interventi effettuati per ridurre l'esposizione.

Il processo di valutazione deve individuare il gruppo dei lavoratori potenzialmente esposti e quello degli esposti.

- Lavoratori potenzialmente esposti (articolo 242, comma 4): il valore di esposizione ad agenti cancerogeni o mutageni risulta superiore a quello della popolazione generale, solo per eventi imprevedibili e non sistematici;
- Lavoratori esposti: il valore di esposizione ad agenti cancerogeni o mutageni potrebbe risultare superiore a quello della popolazione generale.

7.5 I valori limite

Il D.Lgs.81/08 e s.m. stabilisce per alcune sostanze il valore limite di esposizione professionale indicando che essa non deve comunque mai superare il valore dell'agente come stabilito nell'allegato XLIII. Infatti un'attività che comporti il superamento del limite deve essere sospesa fino alla riduzione dei livelli di concentrazione entro valori al di sotto di tale valore limite.

Valori limite di esposizione professionale

Nome agente	EINECS (1)	CAS (2)	Valore limite esposizione professionale		osservazioni	Misure transitorie
			Mg/m3 (3)	Ppm (4)		
Benzene	200-753-7	71-43-2	3,25 (5)	1 (5)	Pelle (6)	Sino al 31 dicembre 2001 il valore limite è di 3 ppm (=9,75 mg/m3)
Cloruro di vinile monomero	200-831	75-01-4	7,77 (5)	3 (5)	-	-
Polveri di legno	-	-	5,00 (5) (7)	-	-	-

(1) EINECS: Inventario europeo delle sostanze chimiche esistenti (European Inventory of Existing Chemical Substances).

(2) CAS: Numero Chemical Abstract Service.

(3) mg/m3 = milligrammi per metro cubo d'aria a 20° e 101,3 Kpa (corrispondenti a 760 mm di mercurio).

(4) ppm = parti per milione nell'aria (in volume: ml/m3).

(5) Valori misurati o calcolati in relazione ad un periodo di riferimento di otto ore.

(6) Sostanziale contributo al carico corporeo totale attraverso la possibile esposizione cutanea.

(7) Frazione inalabile; se le polveri di legno duro sono mescolate con altre polveri di legno, il valore limite si applica a tutte le polveri di legno presenti nella miscela in questione.

Per le altre sostanze ci si riferirà a valori limite internazionalmente riconosciuti. L'ACGIH (www.acgih.org) pubblica annualmente svariati documenti in proposito ed in particolare il volume TLVs and BEIs in cui sono riportati aggiornati i valori di diversi indicatori di pericolosità sulla giornata, sul breve periodo o sul brevissimo periodo di esposizione.

7.6 Misure di esposizione e confronto dei risultati con i valori limite di esposizione professionale

I risultati delle indagini ambientali finalizzati sia al miglioramento delle condizioni di lavoro sia alla definizione delle esposizioni devono essere confrontati con i valori limite professionali, ove disponibili, seguendo i criteri delle norme tecniche di riferimento (UNI 689:1997).

E' necessario indicare le condizioni con cui viene effettuato il campionamento, la misura e il confronto con il valore limite di esposizione professionale.

In particolare occorre definire:

- chi monitorare;
- quanto tempo monitorare;
- il numero di misure da effettuare;
- i criteri per confrontare i dati con il valore limite.

7.7 Misure tecniche, organizzative e procedurali

Nella determinazione delle misure tecniche, organizzative e procedurali che riducano al minimo il numero di lavoratori esposti, la durata e l'intensità dell'esposizione, si dovrà avere cura che queste non:

- comportino un aumento del rischio;
- comportino un aumento del livello di esposizione a cancerogeni e mutageni dei lavoratori impegnati;
- trasferiscano il rischio a lavoratori esterni all'azienda (ad es. pulizie degli ambienti con ditte d'appalto).

I lavoratori esposti a cancerogeni devono ricevere un'adeguata informazione sui rischi e formazione sulle misure preventive e protettive.

Il datore di lavoro deve operare miglioramenti continui per ridurre sempre di più i livelli di esposizione fino alla situazione di non esposizione.

Quando accade un'esposizione anomala dei lavoratori a cancerogeni causata da un evento non prevedibile o da un incidente è necessario documentare tali episodi (art.240 del d.Lgs.81/08).

7.8 Registro degli esposti a cancerogeni

I modelli e le modalità di tenuta del registro e delle cartelle sanitarie degli esposti a cancerogeni sono stabilite dal Decreto del Ministero della Salute del 12 luglio 2007 n.155.

Nel registro sono riportate, per ciascun lavoratore esposto, l'attività svolta, l'agente cancerogeno o mutageno manipolato e, se noto, il valore dell'esposizione. Il datore di lavoro istituisce il registro e ne cura la tenuta tramite il medico competente. Sia il rappresentante dei lavoratori per la sicurezza, sia il responsabile del servizio prevenzione e protezione hanno accesso al registro. Il datore di lavoro comunica ai lavoratori interessati, su richiesta, le relative annotazioni individuali contenute nel registro e, tramite il medico competente, i dati della cartella sanitaria e di rischio.

Entro 30 giorni dall'istituzione, il datore di lavoro invia copia del registro (in busta chiusa e siglata dal medico competente) all'ISPESL e all'organo di vigilanza competente per il territorio. Ogni 3 anni il datore di lavoro trasmette gli aggiornamenti mediante un modello specifico che riporta le variazioni intercorse.

In caso di cessazione del rapporto di lavoro il datore invia all'ISPESL le annotazioni individuali contenute nel registro e la cartella sanitaria e di rischio, consegnandone copia al lavoratore. Quando viene assunto un lavoratore che ha in precedenza esercitato attività con esposizione ad agenti cancerogeni, il datore di lavoro chiede all'ISPESL copia delle annotazioni individuali contenute nel registro.

In caso di cessazione dell'attività dell'azienda il datore di lavoro consegna all'ISPESL il registro e le cartelle sanitarie e di rischio entro 30 giorni. Copia del registro è trasmessa anche all'organo di vigilanza.

Le annotazioni individuali contenute nel registro di cui al comma 1 e le cartelle sanitarie e di rischio sono conservate dal datore di lavoro almeno fino a risoluzione del rapporto di lavoro e dall'ISPESL fino a 40 anni dalla cessazione di ogni attività che espone ad agenti cancerogeni o mutageni.