

**PROTEZIONE CONTRO GLI AGENTI CHIMICI SOLIDI, LIQUIDI E GASSOSI.  
I REQUISITI DEI DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE .  
SCELTA DEL DISPOSITIVO APPROPRIATO.**

Paolo Maria Rossin

Indutex S.r.l.

L'obiettivo di proteggere l'operatore esposto agli agenti chimici richiede un'accurata analisi dell'ambiente ove si esplica l'attività lavorativa nonché dei rischi cui l'addetto viene sottoposto trovandosi a contatto con le suddette sostanze.

Prima di tutto occorrerà porre l'attenzione sulla pericolosità della sostanza presente nell'ambiente di lavoro e valutarne la sua tossicità ed aggressività, definendo quindi quale sia il pericolo di natura chimica, biologica o fisica derivante dalle sostanze presenti.

Occorrerà poi valutare quale sia la frequenza ed il livello di esposizione dell'operatore alle sostanze pericolose presenti (concentrazione nei preparati, e nell'aria), definendo quindi quale sia il rischio correlato con la specifica mansione affidata all'operatore.

Le sostanze contaminanti, cui sono associato il rischio chimico o quello relativo alle radiazioni ionizzanti, si possono trovare allo stato gassoso (gas e/o vapori), liquido (getti ad alta pressione e/o spray) e solido (polveri, fibre, fumi, nebbie) mentre contaminanti biologici possono essere batteri, virus, funghi, parassiti, microrganismi pirogeni.

Il contatto e successiva contaminazione dell'operatore può verificarsi principalmente in tre modi: per contatto con la cute corporea e/o con le mucose degli occhi, per inalazione o per ingestione.

Per ognuna di queste possibili vie di penetrazione, adottate le misure tecniche organizzative o procedurali per la riduzione del rischio, bisognerà valutare l'ulteriore necessità di dotare il lavoratore di D.P.I. (Dispositivi di Protezione Individuale) adatti al tipo di rischio residuo individuato, tenendo conto degli organi e apparati esposti.

Si valuteranno pertanto i D.P.I. per protezione del viso e/o della testa, del viso e/o degli occhi, del corpo, degli arti superiori ed inferiori per quanto riguarda il rischio di contatto e per la protezione delle vie respiratorie contro il rischio di inalazione e/o ingestione secondaria.

Di volta in volta si dovrà valutare non un singolo indumento ma l'equipaggiamento complessivo necessario

I rischi più frequenti per la salute dell'operatore esposto a contaminanti chimici, sono legati agli effetti, immediati o differiti, con esiti reversibili o irreversibili, correlati alle potenzialità Tossiche, Corrosive, Sensibilizzanti, Irritanti, Carginogenetiche, Tossiche per la riproduzione.

Il tipo ed il livello di protezione del D.P.I. dipende da quanto e come sia possibile eliminare o ridurre il rischio mediante interventi sugli ambienti di lavoro, sugli impianti, tramite una diversa organizzazione del lavoro o altri accorgimenti idonei a ridurre l'emissione o la propagazione di sostanze pericolose in ambiente di lavoro.

Qualora sia possibile eliminare completamente il rischio (caso altresì molto raro) non essendoci più i presupposti l'operatore potrà svolgere il proprio lavoro senza l'ausilio di D.P.I.

Nel ben più frequente caso contrario si è in presenza di un rischio residuo che andrà nuovamente valutato per individuare il tipo e il livello di protezione dei vari DPI costituenti l'equipaggiamento necessario da reperire sul mercato, tenendo conto dei parametri che rappresentano l'esposizione (tempo di intervento, natura del contatto con la sostanza inquinante, pericolosità della stessa, concentrazione, ecc.). È altresì importante tenere presente la possibilità di dover intervenire in situazioni di emergenza qualora ad esempio si verificano danni agli impianti produttivi o a quelli deputati alla riduzione del rischio (ad esempio la rottura di una tubazione o di un sistema filtrante). In tali casi dovrà essere scelta una dotazione di D.P.I. adeguati ed adatti a quella specifica casistica di interventi.

Tutto ciò premesso è chiaro che si intende per *Dispositivo di Protezione Individuale* (DPI) qualsiasi attrezzatura destinata ad essere indossata e tenuta dal lavoratore allo scopo di proteggerlo contro uno o più rischi suscettibili di minacciarne la sicurezza o la salute durante il lavoro, nonché ogni complemento o accessorio destinato a tale scopo (art. 40 D.lgt. 626/94).

E' altresì palese che i D.P.I. debbano essere:

- conformi alla Direttiva Europea 89/656/CEE (recepita dal D.Lgs.475/92 e successive modifiche)
- adeguati ai rischi da prevenire e alle condizioni esistenti sul luogo di lavoro, senza comportare di per sé un rischio maggiore
- rispettosi delle esigenze ergonomiche o di salute del lavoratore
- adattabili all'utilizzatore secondo le sue necessità.

È quindi compito del produttore di D.P.I. di identificare le possibili applicazioni pratiche dei propri prodotti e valutarle assieme all'utilizzatore finale per poter fornire non soltanto un prodotto, ma una soluzione idonea ed adeguata al tipo di rischio.

In caso di rischi multipli che richiedono l'uso simultaneo di più D.P.I., questi devono essere tra loro compatibili e tali da mantenere, anche nell'uso simultaneo, la propria efficacia nei confronti del rischio o dei rischi corrispondenti.

Sarà quindi cura del produttore precisare se il proprio D.P.I. sia o meno compatibile con altri e, in caso affermativo, specificare nelle informazioni che corredano il prodotto a quali altri D.P.I. sia compatibile il suo.

I molteplici aspetti che caratterizzano un D.P.I. (livello di protezione chimica, di resistenza fisica, di comfort, di compatibilità ecc.) fanno sì che la protezione sia efficace qualora sia il miglior compromesso possibile tra il più alto livello di sicurezza raggiungibile ed il comfort necessario.


Una volta compiuta la scelta dei D.P.I. idonei ed adeguati al rischio il datore di lavoro (attraverso la figura del Responsabile Servizi di Protezione e Prevenzione) deve fornirli ai lavoratori assicurando loro un'adeguata formazione ed informazione sugli stessi e ne deve assicurare l'efficienza curandone la manutenzione e/o la loro sostituzione.


Il lavoratore dal canto suo è obbligato ad indossare e portare i D.P.I. forniti dal datore di lavoro.

La legislazione europea ed italiana in materia di D.P.I. per la protezione del corpo da aggressioni chimiche o biologiche definisce una specifica categoria di appartenenza di tali D.P.I.: la terza categoria.

Per poter produrre e distribuire tali D.P.I. essi devono essere stati certificati all'interno della terza categoria mediante il superamento di determinati test sia sulla materia prima componente l'indumento sia sull'indumento completo per verificarne l'effettiva conformità ai tipi di protezione che deve offrire.

Il produttore di D.P.I. pertanto dovrà far effettuare tutte le prove previste dalle Norme Europee che regolano il tipo di protezione offerto da un ente esterno alla propria attività accreditato presso la Comunità Europea ed autorizzato dalla stessa ad effettuare tali prove. Questi enti sono definiti organismi notificati e vengono univocamente identificati con un codice numerico di quattro cifre. Per poter garantire che la qualità della produzione di serie sia la stessa dei prototipi esaminati per rilasciare il certificato di conformità l'organismo notificato effettua periodicamente controlli sul funzionamento del Sistema di Qualità (es. UNI/EN/ISO 9000) o direttamente su una campionatura dei DPI.

Sulla marcatura dell'indumento di terza categoria il produttore di D.P.I. deve obbligatoriamente aggiungere al simbolo  il codice a quattro cifre che identifica l'organismo notificato che ha rilasciato l'attestato di certificazione.

Pertanto non basta solamente che un indumento sia marcato  per poter essere considerato idoneo alla protezione chimica, ma dovrà necessariamente possedere i requisiti di terza categoria, per verificare i quali si richiederà al produttore di fornire la dichiarazione di conformità attestante l'avvenuta certificazione del D.P.I.

Secondo la EN 340 gli indumenti di protezione chimica sono identificati con il seguente simbolo:



Protezione contro i Pericoli chimici

Vengono altresì definiti altri simboli a seconda delle caratteristiche dei tipi di indumenti necessari, i più comuni sono:



Protezione contro i microrganismi



Protezione contro Contaminazione Nucleare



Protezione contro le Scariche Elettrostatiche

Il produttore deve altresì fornire una descrizione delle taglie dei modelli, in cui ad ogni taglia corrispondono le misure corporee degli utilizzatori. Questo consente all'utilizzatore di scegliere l'indumento di taglia adeguata e di non risentire delle diverse dimensioni che può avere gli indumenti della stessa taglia, qualora siano di modello o produttore differenti.

Varie norme EN definiscono inoltre sei differenti tipi di protezione a seconda sia delle prestazioni di barriera della materia prima utilizzata sia della confezione dell'indumento. Si avranno quindi indumenti di:

- Tipo 1: a tenuta stagna di gas suddiviso a sua volta in:
  - Tipo1a tenuta ai gas con aria da bombola interna all'indumento
  - Tipo1a-ET tenuta ai gas per squadre di emergenza ad alte prestazioni
  - Tipo1b tenuta ai gas con presa d'aria esterna all'indumento
  - Tipo1c tenuta ai gas, a pressione positiva con aria compressa esterna
- Tipo 2: a tenuta non stagna di gas
- Tipo 3: a tenuta di liquidi
- Tipo 4: a tenuta di spruzzi (spray)
- Tipo 5: a tenuta di polvere
- Tipo 6: a tenuta limitata di schizzi liquidi

Le materie prime utilizzate per la confezione di indumenti di terza categoria devono rispondere a precisi requisiti fisici e di barriera in conformità alle Norme Europee vigenti.

I principali test a cui sono sottoposte le materie prime sono:

1. per quanto riguarda i requisiti fisici
  - Resistenza all'abrasione
  - Resistenza allo scoppio
  - Resistenza alla flessione
  - Comportamento al calore
2. per quanto riguarda i requisiti di barriera
  - tasso di penetrazione
  - tasso di permeazione
  - tempo di passaggio

Dopo ogni test i risultati vengono classificati a seconda delle

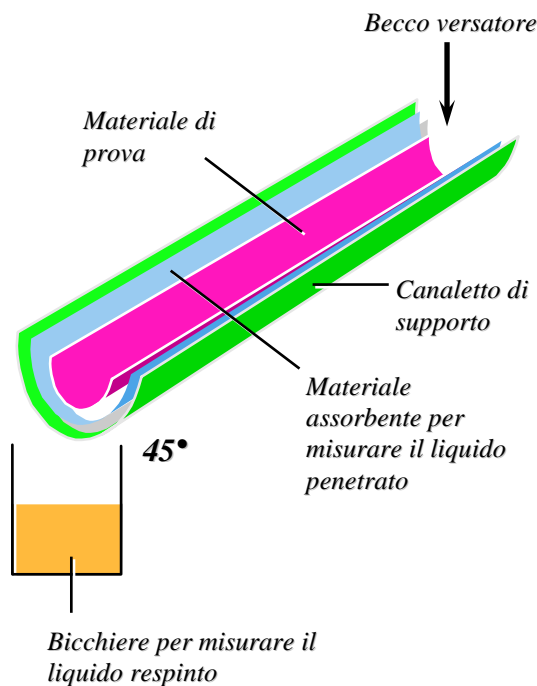
prestazioni ottenute in modo da poter confrontare diverse materie prime avendo come riferimento il medesimo test e le medesime condizioni di temperatura, pressione ed umidità.

Le classi di solito sono sei ed a classe superiore corrisponde risultato migliore si avrà quindi (nell'ipotesi delle sei classi) una materia prima in classe 1 in un dato test se la stessa soddisfa i requisiti *minimi* previsti dalla norma di riferimento mentre nel caso raggiungesse il valore *massimo* sarà classificata in classe 6.

I metodi di prova per la protezione chimica prevedono due importanti test sulla materia prima: il test di penetrazione chimica (EN368) ed il test di permeazione chimica (EN369)

Il test di penetrazione chimica prevede, nel caso di liquidi, una prova che si svolge utilizzando un canaletto inclinato di 45° sul quale viene disposto:

- uno strato di materiale assorbente per la rilevazione del liquido penetrato
- uno strato del materiale da testare
- un bicchiere graduato al termine del canaletto per misurare il liquido respinto.



Classe 6



Classe 1

Si procede versando 10 ml del prodotto chimico da testare alla sommità del canaletto in 10 secondi e, dopo un minuto, si procederà a valutare, a seconda del liquido presente nel bicchiere ed in quello trattenuto dal materiale assorbente, quale sia il tasso di penetrazione ed il rispettivo tasso di repellenza della materia prima testata.

Un'esposizione ad un liquido potenzialmente pericoloso in queste quantità (10 ml) e per questa durata (10 secondi) può simulare il contatto con uno schizzo occasionale di liquido sull'indumento mentre l'operatore, soprattutto nei casi di

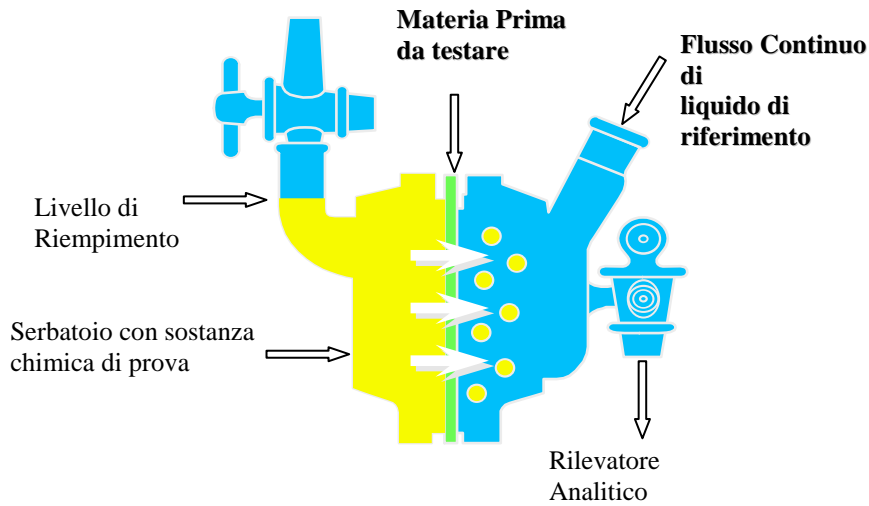
emergenza, può sicuramente venire a contatto con il contaminante per ben più tempo ed in una quantità notevolmente superiore.

Per simulare questa evenienza è stata introdotta un'altra prova, quella della permeazione chimica (EN369).

Questa prova prevede il contatto continuativo tra la materia prima da testare e la sostanza contaminante in una camera stagna rilevando sull'altro lato della materia prima la quantità di liquido permeato ed il tasso di permeazione.

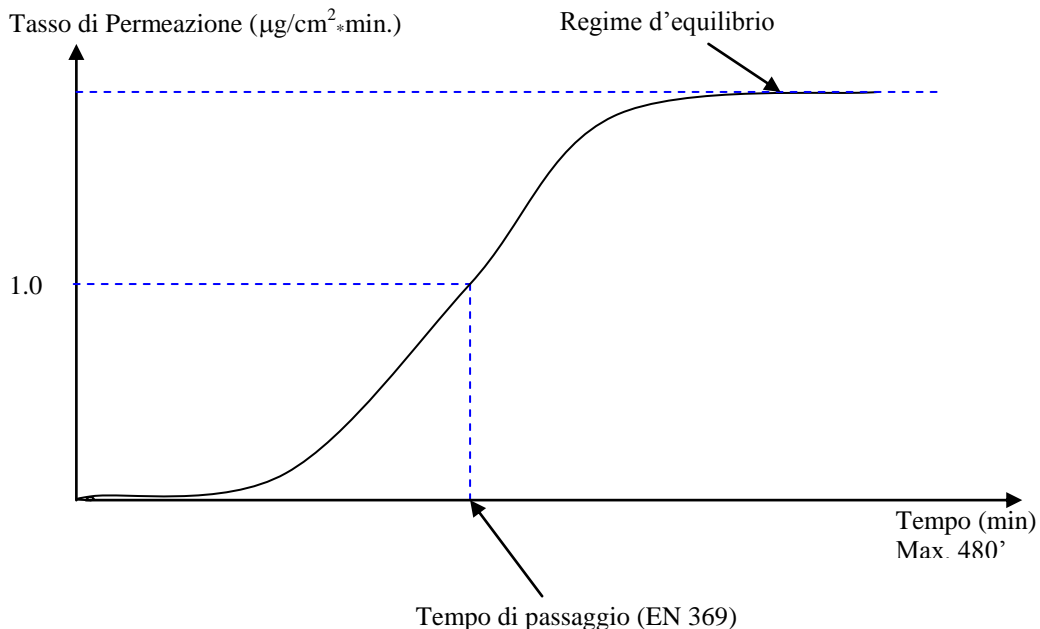
La camera stagna detta cella di permeazione si compone di :

- una parte contenente l'agente chimico da testare
- la materia prima da testare
- una parte contenente un flusso di liquido di riferimento che non interagisca con l'agente chimico permettendo ad un analizzatore posto nella parte inferiore della cella di determinare sia la quantità di liquido sia il tasso di permeazione.



Questo test ha una durata massima di otto ore e si interrompe qualora il tasso di penetrazione raggiunga la soglia di  $1 \mu\text{g} / \text{cm}^2 \cdot \text{minuto}$ .

Dai dati di questo test si ricava una curva detta appunto curva di permeazione che evidenzia come in un primo momento la sostanza chimica interagisca molecolarmente con la barriera modificandola e trovandosi un varco in essa. A questo punto si nota un'accelerazione del tasso di permeazione fino ad arrivare ad un regime pressoché stabile.



Qualora nelle otto ore di test non venga raggiunto il tasso di permeazione di  $1 \mu\text{g} / \text{cm}^2 \cdot \text{minuto}$  si dirà che il tempo di permeazione a contatto con quel dato prodotto chimico è maggiore di 480 minuti ossia di otto ore.

Se, viceversa, viene raggiunto questo limite il test si ferma al minuto nel quale esso è stato raggiunto.

Il processo di permeazione quindi si compone di tre fasi:

- assorbimento dalla superficie esterna della barriera
- diffusione attraverso il materiale
- rilascio dalla superficie interna

Dalle analisi del processo di permeazione si comprende altresì che la materia prima, a contatto con un contaminante, interagisce molecularmente permettendo alla sostanza chimica di crearsi un varco per poter passare.

Questa considerazione è da tenere ben presente qualora ci trovi ad utilizzare un indumento cosiddetto riutilizzabile. Eventuali processi di decontaminazione potrebbero eliminare il contaminante ma non ricostruire molecularmente la barriera allo stato originale. L'utilizzatore dovrà valutare l'idoneità dell'indumento decontaminato considerando le difficoltà di conoscere le condizioni dell'indumento stesso che ha già subito un processo di permeazione.

Come tutte le prove per la certificazione in terza categoria anche la EN 369 definisce le classi di prestazione.

Per questo test sono previste sei classi come da tabella sottostante

Classe	Tempo di Passaggio (minuti)
6	>480
5	241-480
4	121-240
3	61-120
2	31-60
1	10-30

Per poter certificare un indumento in terza categoria nei differenti tipi di rischio esposti all'inizio lo stesso dovrà avere degli accorgimenti particolari di design al fine di poter soddisfare i requisiti delle norme di riferimento.

Le principali norme di riferimento per i differenti tipi di indumenti sono:

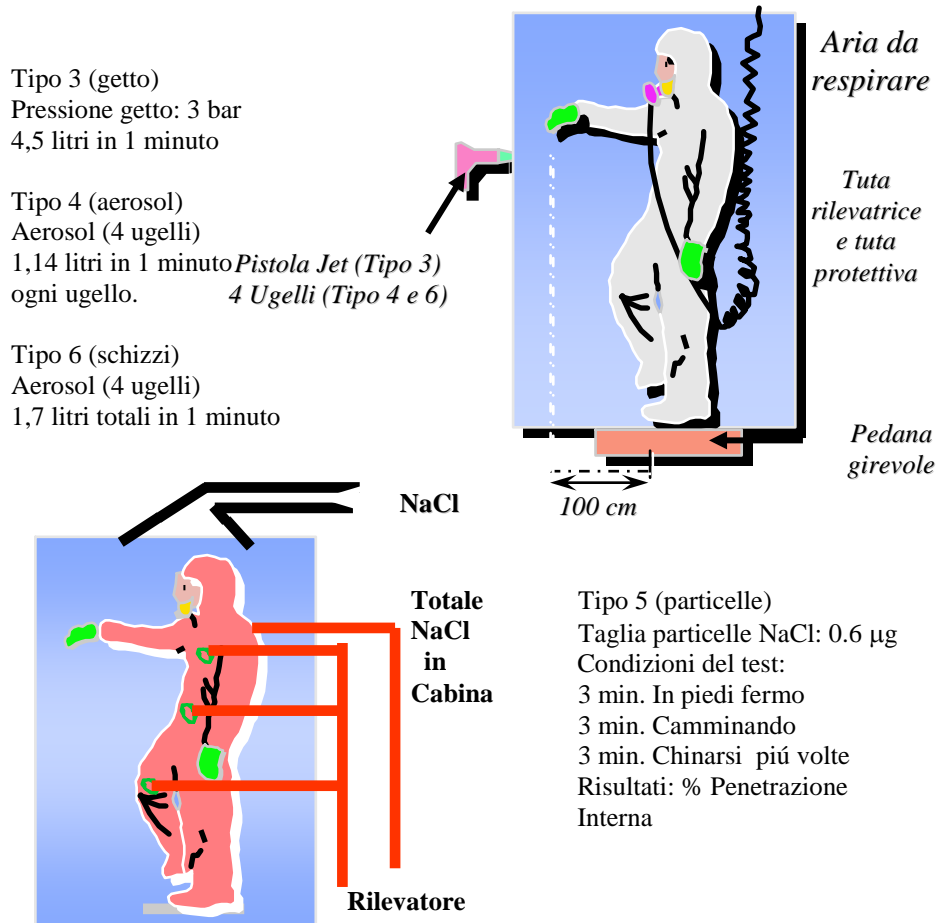
- Tipo 1:
  - Prova di tenuta stagna (EN 464)
- Tipo 2:
  - Prova di perdita verso l'interno (prEN 943-1)
- Tipo 3:
  - Prova di tenuta a getto di liquido (EN 463)
- Tipo 4:
  - Prova di tenuta agli spruzzi (EN 468)
- Tipo 5:
  - Prova di tenuta alla penetrazione di polveri (prEN 13982 -1)

- Tipo 6:
  - Prova di tenuta agli schizzi (prEN 13034)

Al fine di individuare eventuali difetti del disegno o della confezione l'indumento di tipo 3,4,5,6 è sottoposto al test che simula, in sette movimenti, le attività di lavoro quotidiane (inginocchiarsi con le mani appoggiate, salire e scendere 4 gradini, allungare le braccia verso l'alto, inginocchiarsi sul piede destro e toccare il piede sinistro con la mano destra, girare a destra e a sinistra con le braccia tese in avanti, flettere le ginocchia con le braccia protese, inginocchiarsi ed alzare il braccio non corrispondente).

Le prove di tipo 3,4,e 6 vengono eseguite in una cabina munita di una pedana girevole sulla quale si posizionerà una persona che indossa una tuta assorbente al di sotto dell'indumento da testare.

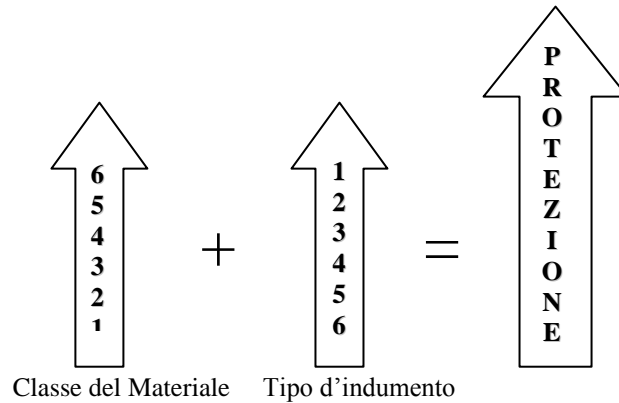
A seconda del tipo di test la persona sarà investita da un getto o da uno spruzzo di liquido colorato avente una tensione superficiale di 30 dyn/cm<sup>2</sup> per i tipi 3 e 4 e di 57 dyn/cm<sup>2</sup> per il tipo 6 come potete vedere dallo schema qui di seguito riportato



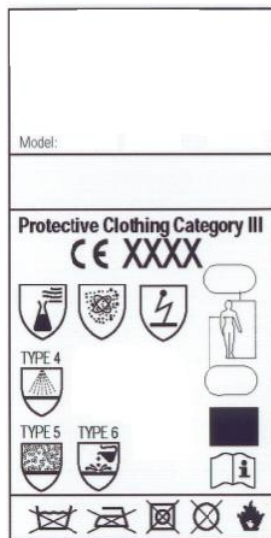
Per quanto riguarda la prova per il tipo 5 la metodologia è la stessa del tipo 4 con un atmosfera di NaCl nebulizzato al posto di un liquido nebulizzato.

Sarà pertanto indispensabile, per la scelta dell'indumento più appropriato, valutare la combinazione tra la classe di prestazione offerta dalla materia prima impiegata per la realizzazione dell'indumento stesso ed il tipo di protezione offerta dal design dello stesso.

Solo tale combinazione ci può dare il reale livello di protezione offerto



Un altro importante descrittore degli indumenti di protezione chimica e biologica di terza categoria è dato dall'etichetta che deve riportare obbligatoriamente il pittogramma di protezione chimica, la protezione offerta, la marcatura **CE** seguita dal codice di quattro cifre che identifica l'organismo notificato incaricato del controllo della produzione, la taglia con il relativo schema di dimensioni corporee, l'indicazione della presenza del foglio illustrativo e le istruzioni per il lavaggio.



Il foglio illustrativo dovrà essere il più completo possibile di informazioni utili all'utilizzatore finale tra cui:

- Etichetta spiegata in dettaglio
- Norme EN applicate
- Dati fisici del materiale
- Dati su Permeazione e Penetrazione
- Prestazioni ottenute
- Istruzioni e Limitazioni d'uso
- Modalità di indosso
- Conservazione ed eliminazione

Come si potrà notare da quanto precedentemente esposto la scelta di un DPI per protezione chimica racchiude innumerevoli problematiche che la rendono difficoltosa per l'utilizzatore.

La maggior parte delle norme disponibili si limitano ad indicare i metodi di prova per qualificare indumenti e materiali.

Pertanto è opportuno che l'utilizzatore si preoccupi, attraverso contatti diretti con il fabbricante/fornitore, di garantire che il prodotto abbia le caratteristiche adatte ad affrontare le condizioni di rischio che ha evidenziato nel suo documento di valutazione dei rischi.

E' chiaro che la richiesta di ulteriori dati o dichiarazioni non coinvolge la procedura di certificazione **CE** che rimane comunque valida e definita secondo le procedure convenzionali stabilite di comune accordo tra gli istituti notificati (4 prodotti che rappresentano le sostanze più comuni utilizzate).