



PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile



CORSO EMERGENCY MANAGEMENT



IL RISCHIO N.B.C.R.-E E IL SOCCORSO SANITARIO IN EMERGENZA

Discente
Gianfranco Palpon

Data
30/11/2012

INDICE

INTRODUZIONE	<i>pag. 4</i>
---------------------	---------------

CAPITOLO I

1.1 Il ruolo della medicina del soccorso	<i>pag. 5</i>
1.1.1 La medicina del soccorso nelle “gravi emergenze “	<i>pag. 5</i>
1.1.2 Il concetto: ambiente ostile e ambiente confinato	<i>pag. 5</i>
1.2 Tipologie e quantificazione del rischio	<i>pag. 6</i>
1.2.1 L’acronimo N.B.C.R.-E	<i>pag. 6</i>
1.2.2 Il “calcolo” del rischio	<i>pag. 7</i>
1.2.3 I mezzi a scopo bellico-terroristico	<i>pag. 9</i>

CAPITOLO II

2.1 Rischio Radio-Nucleare: radiazioni ionizzanti, radionuclidi e radioattività	<i>pag. 11</i>
2.1.1 I radio nucleotidi dell’Uranio	<i>pag. 11</i>
2.1.2 L’industria Nucleare	<i>pag. 13</i>
2.2 Contaminazione da tossicità Radio-Nucleare	<i>pag. 15</i>
2.2.1 Rischio Esplosivo: termini e definizioni	<i>pag. 17</i>
2.2.2 Ordigni a scopo terroristico	<i>pag. 19</i>
2.2.3 Rischio Biologico	<i>pag. 21</i>
2.3 Evoluzione dell’arma biologica	<i>pag. 22</i>
2.3.1 Agenti biologici ad alta priorità (Categoria A)	<i>pag. 22</i>
2.3.2 Le Biotossine	<i>pag. 23</i>
2.3.3 Tossine del Botulino (Botulismo)	<i>pag. 23</i>
2.3.4 Tetanotossine	<i>pag. 25</i>
2.3.5 Ricina	<i>pag. 25</i>
2.3.6 Intossicazioni da microalghe (Ficotossine)	<i>pag. 26</i>
2.3.7 Tetrodotossina	<i>pag. 27</i>
2.3.8 Micotossine prodotte dal genere Fusarium Nivale (Tricoteni)	<i>pag. 28</i>
2.3.9 Tossine da funghi superiori	<i>pag. 29</i>
2.4 Rischio Chimico: gli aggressivi chimici	<i>pag. 30</i>
2.4.1 Classificazione clinico-tossicologica	<i>pag. 33</i>
2.4.2 Nervini	<i>pag. 34</i>
2.4.3 Vescicanti	<i>pag. 37</i>
2.4.4 Pneumotossici soffocanti	<i>pag. 40</i>
2.4.5 T. sistemici enzimatici o asfissianti cellulari, ematologici	<i>pag. 41</i>
2.4.6 T. irritanti	<i>pag. 44</i>
2.4.7 T. Psicotropi, Inabilitanti	<i>pag. 45</i>
2.4.8 Insetticidi	<i>pag. 48</i>
2.4.9 Agenti chimici indiretti	<i>pag. 48</i>
2.5 Rischio chimico- industriale o da trasporto	<i>pag. 49</i>
2.5.1 Generalità sui trasporti	<i>pag. 52</i>
2.5.2 Tipologie di cisterne	<i>pag. 54</i>
2.5.3 Principali sostanze chimiche-tossicologiche di uso industriale o di trasporto	<i>pag. 55</i>

CAPITOLO III

3.1 Centrale Operativa 118	<i>pag. 64</i>
3.1.1 Le Fasi di allarme e mobilitazione	<i>pag. 64</i>

3.1.2 L'equipaggio sanitario di risposta "rapida"	<i>pag. 65</i>
3.2 Delimitazione delle aree contaminate (zonizzazione)	<i>pag. 67</i>
3.2.1 Il Triage sul campo	<i>pag. 69</i>
3.2.2 Il Sistema S.T.A.R.T. nell'incidente chimico	<i>pag. 70</i>
3.2.3 Movimentazione dei pazienti	<i>pag. 72</i>

CAPITOLO IV

4.1 Autoprotezione	<i>pag.75</i>
4.1.1 Maschere e filtri	<i>pag.76</i>
4.1.2 Gli indumenti	<i>Pag.80</i>

CAPITOLO V

5.1 La gestione medica campale del paziente intossicato	<i>pag. 83</i>
5.1.1 La decontaminazione	<i>pag. 87</i>
5.1.2 Il centro antiveneni : la dotazione antidotica e il piano antidoti Nazionale	<i>pag. 93</i>
5.1.3 Il "kit salvavita"	<i>pag. 95</i>

CONCLUSIONI	<i>pag. 97</i>
--------------------	----------------

BIBLIOGRAFIA	<i>pag. 98</i>
---------------------	----------------

INTRODUZIONE

La ragione della stesura di una tesi su un argomento così particolare nasce dalla necessità di istruire e preparare gli operatori sanitari ad affrontare eventi, come per esempio quelli delle armi non convenzionali, specialmente dopo l'ondata di terrorismo internazionale che ha avvolto il pianeta dopo l'11 settembre 2001.

La miglior difesa è innanzi tutto una solida preparazione scientifica sulla natura delle armi di distruzione di massa e l'azione che hanno sugli esseri viventi.

Gli argomenti trattati affronteranno allora le problematiche relative al soccorso sanitario extraospedaliero, alla gestione campale del paziente intossicato, fino al suo trasporto per un trattamento successivo, in Ospedale.

L'intossicazione acuta è un processo dinamico ad etiologia multifattoriale legata all'esposizione a farmaci, sostanze chimiche, droghe d'abuso, tossine naturali e/o veleni in senso lato, che può rapidamente evolvere da una fase di relativa stabilità clinica, ad una fase di criticità fino a portare a complicanze letali.

Attuare allora un rapido riconoscimento dell'agente responsabile e un' idoneo piano terapeutico che, avendo come primo input la stabilizzazione delle funzioni vitali, preveda contemporaneamente la fase di decontaminazione e l'uso degli antidoti.

In particolare l'uso degli antidoti non è sostitutivo delle manovre rianimatorie, ma deve essere contemporaneo perché in alcune situazioni essi permettono il rapido recupero delle funzioni vitali.

Inoltre, saranno presi in considerazione tutti gli aspetti relativi ai fattori scatenanti ovvero se si tratti di azione bellica, terroristica o puramente incidentale; l'operatore sanitario deve essere preparato ad affrontare l'emergenza con totale professionalità sia sul luogo dell'evento, al contempo, la propria integrità fisica.

CAPITOLO I

1.1 IL RUOLO DELLA MEDICINA DEL SOCCORSO

1.1.1 La medicina del soccorso nelle “gravi emergenze”

La medicina delle grandi emergenze e delle catastrofi analizza e comprende tutte le procedure mediche e di primo soccorso che vengono attuate in caso di *maxiemergenza* o di *catastrofe*; le due diverse situazioni sono così definite:

- "Maxiemergenza": i sistemi di soccorso, inclusi gli Ospedali, sono intatti e funzionanti.
- "Catastrofe" (o Disastro): i sistemi di soccorso sono danneggiati, e/o incapacitati a funzionare

La catastrofe è un evento dannoso per la collettività che lo subisce, con sconvolgimento dell'ordine delle cose, ed è un avvenimento in seguito al quale si verifica un'inadeguatezza brutale, ma temporanea, tra i bisogni delle persone coinvolte e i mezzi di soccorso immediatamente disponibili.

Ciò significa che un evento improvviso, il più delle volte inatteso, ha provocato un certo numero di vittime, intendendo con tale termine non solo i feriti e i morti, ma anche tutti coloro che sono stati in qualche maniera colpiti nella salute mentale, negli affetti o economicamente.

Non va dimenticata la possibilità che un evento traumatizzante possa dare luogo a sequele psichiche, anche in assenza di eventi lesivi di natura fisica. La più importante è basata sui fattori scatenanti, e ci permette di poter valutare il rischio evolutivo, cioè la possibilità che l'evento si riproduca o continui a provocare danni alle cose e alle persone.

1.1.2 Il concetto: ambiente ostile e ambiente confinato

L'ambiente ostile è quel luogo, dove si svolgono delle operazioni di soccorso, che necessitano una capacità di adattamento tipica della medicina da campo.

Occorre partire allora, da una pianificazione preventiva applicabile sul campo tipica della medicina di dottrina, mantenendo una gerarchia dei compiti ed un'essenzialità dei trattamenti caratteristici della medicina di guerra.

Per “ambiente confinato” invece si intende uno spazio circoscritto, caratterizzato da limitate vie di accesso e da una ventilazione naturale sfavorevole, in cui può verificarsi un evento incidentale importante, che può portare ad un infortunio grave o mortale, in presenza di agenti chimici pericolosi (ad esempio, gas, vapori, polveri).

Alcuni ambienti confinati sono facilmente identificabili come tali, in quanto la limitazione legata alle aperture di accesso e alla ventilazione sono ben evidenti e/o la presenza di agenti chimici pericolosi è nota.

Fra essi si possono citare:

- serbatoi di stoccaggio,
- silos,
- recipienti di reazione,

- fogne,
- fosse biologiche



ambiente ostile



ambiente confinato

Altri ambienti ad un primo esame superficiale potrebbero non apparire come confinati.

In particolari circostanze, legate alle modalità di svolgimento dell'attività lavorativa o ad influenze provenienti dall'ambiente circostante, essi possono invece configurarsi come tali e rivelarsi altrettanto insidiosi.

É il caso ad esempio di:

- camere con aperture in alto
- vasche
- depuratori
- camere di combustione nelle fornaci e simili
- canalizzazioni varie
- camere non ventilate o scarsamente ventilate

Naturalmente gli esempi citati non vogliono essere esaustivi degli infiniti casi che possono verificarsi ma, oltre a rappresentare la casistica più frequente di ambienti in cui avvengono gli eventi incidentali, vogliono costituire un invito alla riflessione e alla cautela ogni volta che si devono eseguire dei lavori in ambienti simili.

In questi casi infatti la valutazione dei rischi deve considerare anche tutti i pericoli e le situazioni che, in ambienti non confinati, non genererebbero rischi significativi.

1.2 TIPOLOGIE E QUANTIFICAZIONE DEL RISCHIO

1.2.1 L' acronimo N.B.C.R.-E

Gli esperti chiamano rischio o minaccia "N.B.C.R. - E, un' evento che può essere provocato da cause:

- Nucleari
- Biologiche
- Chimiche
- Radiologiche
- Esplosive

Gli eventi legati a questo tipo possono essere:

a) Dipendenti dall'uomo:

- *Non intenzionale* (incidenti industriali, stradali o via mare, errori umani nella manipolazione o nello stoccaggio dei materiali, centri commerciali, ospedali Università e laboratori di ricerca o domestici)

- *Intenzionale* (nei casi in cui l'uomo interviene in modo volontario nel produrre tale tipo d'eventi, come ad esempio per finalità belliche o terroristiche)

b) Non dipendenti dall'uomo:

quando le strutture in cui le sostanze vengono prodotte, manipolate o depositate subiscono lesioni per cause naturali (terremoti, alluvioni, diffusione naturale, pandemie, etc.).

Il rischio chimico, presenta un alto grado di pericolosità dovuto al rapido o immediato effetto che li caratterizza.

Tra i probabili scenari emergono incidenti o attacchi presso industrie chimiche o l'utilizzo di agenti chimici contro infrastrutture o in occasione di grandi eventi ad esempio con dispersione aerea degli agenti aggressivi sulla folla.

Nel primo caso ci può essere una riduzione del danno poiché soccorrono piani di emergenza già predisposti e la possibilità di conoscere in anticipo il tipo di aggressivo coinvolto, dal momento che le prefetture in Italia mantengono un apposito registro, per poli petrolchimici e industriali in genere.

In Italia al rischio biologico invece, viene attribuita, una certa priorità.

Questo, a causa principalmente, della bassa possibilità di prevenzione, dell'aggravante dovuta al tempo di incubazione di agenti contagiosi che può arrivare a settimane, e della difficoltà della risposta sanitaria su larga scala.

Inoltre attacchi che vedano coinvolte infrastrutture (catena alimentare, distribuzione delle acque, etc.) o aree ad elevata esposizione turistica moltiplicherebbero le intrinseche complessità inerenti a scenari di tipo biologico.

Il rischio Nucleare si considera trascurabile e di minore urgenza, almeno nel breve periodo.

Per rischio Radiologico invece, è diverso il discorso.

In Italia almeno i siti (circa dodici) di deposito temporaneo di materiale radioattivo presentano un inventario radiologico altamente significativo.

Le centrali nucleari italiane (chiuse dopo il referendum del 1987) hanno prodotto 55 mila metri cubi di scorie.

La situazione italiana è inoltre caratterizzata dalla vicinanza a centrali nucleari attive in paesi confinanti e paesi vicini.

1.2.2 Il "calcolo" del rischio

Il Rischio è un concetto probabilistico cioè la probabilità che accada un certo evento capace di causare un danno.

Il pericolo invece è un concetto deterministico, proprietà o qualità intrinseca di una determinata entità (sostanza, attrezzo, metodo) avente potenzialità di causare danni (es. pericolo causato dalla presenza di gas in cucina, dovuto alla sua infiammabilità/esplosività).

La valutazione del rischio è la ricerca della probabilità e la gravità di possibili lesioni in una situazione pericolosa per scegliere le adeguate misure di sicurezza. La formula della valutazione del rischio è: $R = P \times S$

- P= *probabilità* cioè il danno probabile conseguente ad eventi, processi e/o circostanze aggressive che sia esposto
- S = *severità* delle conseguenze per il soccorritore se esposto al pericolo

*I valori di "P" e di "S" :

lo zero (0) dovrebbe essere assegnato solo dove non c'è assolutamente possibilità che il pericolo venga incontrato

• *Probabilità:*

0 =Mai

1 =Eccezionalmente

2 =Occasionalmente

3 =Molto frequentemente

4 =Sempre

• *Severità delle conseguenze:*

0 =Nessuna

1 =Bassa (danni lievi: piccoli tagli; piccole bruciature ecc.)

2 =Moderata (danni seri: rottura di ossa, ustioni serie)

3 =Alta (minaccia per la vita)

4 =Estrema (morte certa)

Un altro concetto da definire è il *Rischio residuo*, che è quello che può comunque rimanere anche dopo l'attuazione di una o più misure di riduzione.

Definiamo così l'Indice di Rischio: $r = f \cdot m \cdot v$

• f = frequenza o probabilità di accadimento

• m = magnitudo delle conseguenze

• v = Vulnerabilità del soggetto che lo subisce.

I D.P.I. (dispositivi di protezione individuale) per esempio, andrebbero scelti basandosi sulla protezione del soccorritore dai rischi identificati.

Per rischio evolutivo, si intende una situazione di potenziale pericolo che può manifestarsi ed evolvere nel tempo.

Gli elementi suggestivi del rischio evolutivo, non prettamente sanitario, possono essere identificati in:

- Fumo in direzione dell'evento (rischio di incendio);
- Fabbriche, depositi o veicoli (autostradali o ferroviari) contenenti sostanze infiammabili (vedere codice Kemler-ONU per i trasporti, informarsi e capire quali materiali sono prodotti o stoccati in fabbriche ed in depositi);
- Odori particolari (benzina, gas, tossici industriali, ecc.);
- Sostanze infiammabili o scivolose sul terreno;
- Direzione del vento (in caso di nubi tossiche, fumo, ecc.);
- Persone sul luogo dell'evento (testimoni, feriti, ecc.).

Sicuramente ogni scenario potrà presentare un rischio evolutivo, sarà quindi importante delimitare il territorio dove è accaduto l'evento, in modo da impedire ulteriori situazioni di pericolo.

Tale zona può avere dei raggi minimi di sicurezza che si possono così sintetizzare:

- Entro un raggio di 20 mt., qualora non vi siano rischi evidenti (posizione dell'ambulanza su un sinistro stradale);

- Entro un raggio di 30 mt., qualora vi siano rischi di incendio;
- Entro un raggio di almeno 600 mt., quando vi è o si sospetta la presenza, di sostanze esplosive.

1.2.3 I mezzi a scopo bellico-terroristico

Una azione di natura terroristica può avvenire sia mediante armi tradizionali, che con armi di distruzioni di massa.

Secondo la *U.N.O.D.C.* (United Nations Office on Drugs and Crime), possono essere divisi in :

1. *Armi convenzionali*
2. *Armi non convenzionali*

Le *armi convenzionali* sono le comuni armi da fuoco e a loro volta si distinguono in:

- *Armi portatili, od occultabili:* Pistole (semiautomatiche e revolver), i fucili mitragliatori leggeri, i fucili da cecchino (sniper-rifle), carabine e fucili a pompa;
- *Armi leggere di artiglieria:* Mitragliatrici, piccoli mortai, lanciamissili portatili, mine antiuomo;
- *Armi pesanti di artiglieria:* Mitragliatrici di calibro maggiore, mortai, missili anti-carro.



Le armi convenzionali

Le armi non convenzionali, poiché i loro effetti si estendono a grandi quantità di persone, su ampio territorio e per un tempo prolungato, vengono anche chiamate "armi di distruzione di massa" e come tali sono oggetto di complessi accordi politici limitativi.

Questa definizione comprende diversi tipi di armi, tra cui armi nucleari, armi biologiche, armi chimiche e armi radiologiche

- Zone affollate, preferibilmente ambienti chiusi (edifici pubblici, luoghi di riunione) sfruttando eventualmente impianti di aerazione e climatizzazione
- Metropolitane
- Aree ad elevata intensità di traffico ed attività di trasporto su strada, autostrada
- Porti
- Aeroporti
- Stazioni ferroviarie
- Sistemi di telecomunicazione
- Strutture diplomatiche, finanziarie, militari, idroelettriche
- Eventi, manifestazioni ecc.

Obbiettivi principali

Ecco alcuni esempi di atti terroristici nel mondo moderno:

- 5-11-1972 un commando di palestinesi di “Settembre Nero” prende in ostaggio 11 atleti israeliani al villaggio olimpico di Monaco, in Germania: l’intervento degli agenti speciali tedeschi porta alla morte di tutti gli atleti israeliani e di 5 terroristi;
- 18-4-1983 esplosione di un’autobomba davanti all’ambasciata USA a Beirut causa la morte di 63 persone (tra cui 17 americani) oltre a un centinaio di feriti.

L’attentato è rivendicato dalla Jihad islamica;

- 21-12-1988 un aereo di linea della PanAm esplode in volo presso Lockerbie, in Scozia, causando la morte di 270 persone;
- 26-2-1993 avviene la prima strage al World Trade Center di NY: una bomba scoppiata nel parcheggio sotterraneo provocando 6 morti e oltre 1000 feriti.

L’attentato è attribuito a Osama bin Laden;

- 20-3-1995 emissione di gas nervino da contenitori posti in 16 stazioni della metropolitana di Tokyo provoca 12 morti e migliaia di intossicati; l’attentato è rivendicato dalla setta Aum Shinri Kyo;
 - 11-9-2001 quadruplice attentato aereo agli Stati Uniti provoca circa 3000 vittime;
 - 11-3-2004 attacco bomba multiplo all’interno di vagoni ferroviari a Madrid: 191 morti e 1500 feriti;
 - 7-7-2005 Serie di quattro attentati all’interno di mezzi pubblici e metropolitana a Londra, oltre 60 morti;
 - 23-7-2005 attentato a Charm el-Cheikh, 88 morti, oltre 200 feriti.
- Charm el-Cheikh, 88 morti, oltre 200 feriti.

CAPITOLO II

2.1 RISCHIO RADIO-NUCLEARE: RADIAZIONI IONIZZANTI, RADIONUCLIDI E RADIOATTIVITÀ

Per *radiazione ionizzante* si intende una particolare forma di energia associata ad emissioni di tipo sia elettromagnetico sia particolato.

Tutti i fenomeni associati a radiazioni emesse dalla disintegrazione di nuclei atomici rientrano nella definizione di *radioattività*.

I materiali in grado di emettere radiazioni di questo tipo sono definiti *radioattivi*.

Analogamente, gli atomi dotati di tali caratteristiche sono definiti *radionuclidi*.

Il passaggio di radiazioni attraverso materiali di natura diversa, ed in particolare attraverso organismi umani, animali o vegetali, è responsabile di interazioni e reazioni chimico-fisiche a carico dei diversi materiali interessati.

Tali radiazioni sono anche indicate come *radiazioni ionizzanti* e possono essere classificate come segue:

- Particelle alfa (α), costituite da 2 protoni + 2 neutroni, ovverosia da atomi di elio privi di 2 elettroni.
- Particelle beta (β), costituite da elettroni (β^-) o positroni (β^+).
- Particelle gamma (γ), ovverosia radiazioni elettromagnetiche di natura ondulatoria caratterizzate da altissima frequenza (bassissima lunghezza d'onda).

Le sindromi da radiazioni ionizzanti sono molteplici e complesse e si manifestano in modo evidente se l'entità di radioattività assorbita supera il valore di 1 Gy (un'esposizione di un Gray corrisponde ad una radiazione che deposita un joule, definito come $1 \text{ kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}^2$, per chilogrammo di materia) nella fase acuta.

2.1.1 I radionuclidi dell'Uranio

Prima di discutere gli eventi relativi all'utilizzazione di "uranio impoverito", sono da premettere alcune considerazioni in merito alle caratteristiche proprie dei radionuclidi.

Se, infatti, l'uranio penetra all'interno dell'organismo provoca conseguenze tossicologiche degne di nota per danni di diverso ordine e grado, dovuti sia alla natura chimica dell'uranio e dei suoi composti, sia alla radioattività ad essi sempre associata.

Tutti gli isotopi dell'uranio sono, infatti, radioattivi.

Per dosi non eccessivamente elevate, gli effetti delle radiazioni sull'organismo umano si manifestano in generale dopo lungo tempo dall'esposizione a radiazioni.

E' chiaro però che l'assunzione di dosaggi elevati o elevatissimi manifesta effetti gravissimi già pochi minuti dopo l'esposizione, o addirittura immediatamente, con ustioni cutanee, se essa è avvenuta per via orale o per via transdermica.

Ovviamente l'assunzione di radionuclidi per via orale o per via inalatoria è ancor più devastante perché, a parità di altre condizioni, l'efficacia della dose assunta è molto maggiore.

E' possibile affermare con buona approssimazione che dosaggi certamente letali si hanno per valori superiori a 10 Gy, dosaggi probabilmente letali, o comunque inabilitanti, per valori superiori a 3 Gy e dosaggi subletali per valori inferiori a 2 Gy.

Il valore della DL50, relativa all'uomo è infatti pari a 3.5 Gy.

L'ICRP (International Commission for Radiations Protection) ha redatto un'interessante pubblicazione dal titolo "Individual Monitoring for Intake of Radionuclides by Workers" sulle vie d'accesso dell'uranio all'organismo umano e sulla sua localizzazione nel tratto gastroenterico, nelle abrasioni e ferite cutanee e nell'apparato respiratorio.

Tutti i radionuclidi dell'uranio, una volta introdotti nell'organismo, presentano elevato grado di tossicità per due ordini di motivi:

- l'uranio ha un comportamento analogo a quello di tutti i più comuni metalli pesanti perciò si lega stabilmente in organi e tessuti
- una volta legato all'interno dell'organismo, i diversi radionuclidi diventano emettitori continui ed ininterrotti di radiazioni ionizzanti che permangono indefinitamente all'interno del corpo.

L'introduzione progressiva dell'uranio nell'organismo comporta quindi *accumulo di dosi* ed *accumulo di effetti*.

Anche se scarsamente pericolose se assunte dall'esterno con il corpo protetto da idonee tute e maschere con filtri del tipo HEPA (High Efficiency Particulate Absorbing), che riescono a trattenere anche aerosol, le radiazioni generate da radionuclidi diventano pericolosissime una volta che questi, penetrati nell'organismo, si legano ad organi e tessuti.

In tali circostanze si instaura un sistema emittente radiazioni dall'interno del corpo umano che, nel caso dell'U238, presenta un'emivita di oltre 4 miliardi di anni!

La cosiddetta "sindrome del Golfo" non può essere paragonata a quella dei Balcani, perché l'inquinamento ambientale nei territori iracheni non può certamente essere considerato sovrapponibile a quello del Kosovo.

Accanto alla contaminazione ambientale dovuta a proiettili di uranio impoverito, infatti, in Iraq ci sono stati altri agenti inquinanti, per esempio aggressivi chimici fuoriusciti da industrie belliche irachene, bombardate dalle forze alleate.

Qui ricordiamo la "**Bomba sporca**", ovvero esplosivo convenzionale associato a sostanze radioattive che esplodendo provoca la dispersione di quest'ultime.

Si possono usare diverse sostanze radioattive come:

- Cesio-137
- Cobalto-60
- Americio-241
- Californio-252
- Iridio-192
- Plutonio-238
- Stronzio-90
- Radio

Un altro problema da considerare sono le cosiddette “**sorgenti orfane**” che possono essere usate per scopo terroristico ma che possono essere manipolate accidentalmente.

Un sorgente orfana è una sorgente sigillata la cui attività è superiore, al momento della sua scoperta, alla soglia stabilita del citato decreto legislativo n. 230 del 1995, e che non è sottoposta a controlli da parte delle autorità o perché non lo è mai stata o perché è stata abbandonata, smarrita, collocata in un luogo errato, sottratta illecitamente al detentore o trasferita ad un nuovo detentore non autorizzato ai sensi del presente decreto o senza che il destinatario sia stato informato.



“Sorgenti orfane”

2.1.2 L'industria Nucleare

L'incidente di Chernobyl (Ucraina 1986) si verificò in una centrale nucleare nei pressi della cittadina di Pripjat e comportò la fusione del combustibile, l'esplosione e lo scoperchiamento del reattore, la fuga in aria di combustibile polverizzato, scorie radioattive e vari materiali radioattivi.

Il rapporto ufficiale redatto da agenzie dell'ONU (OMS, UNSCEAR, IAEA e altre) stila un bilancio di 65 morti accertati con sicurezza più altri 4 000 morti presunti (che non sarà possibile associare direttamente al disastro) per tumori e leucemie su un arco di 80 anni.

Secondo Greenpeace invece, i decessi direttamente o indirettamente imputabili a Chernobyl sarebbero fino all'ordine dei 6.000.000 di 100.000 individui nei successivi 70 anni per tutti i tumori.

In seguito del grave terremoto dell'11 marzo 2011, la centrale nucleare di Fukushima Dai-ichi, per il malfunzionamento degli impianti di raffreddamento dei reattori ha provocato una situazione di allarme, di grado inferiore in quanto senza rilascio di radioattività all'esterno degli impianti.

L'incidente è stato classificato pari a quello di Chernobyl, ossia di livello 7.

Le centrali nucleari sono chiuse dal 1987, eppure in Italia ci sono: 53 mila metri cubi di rifiuti nucleari, quanto un palazzo di sessanta piani.

La verità è che più che chiuse le centrali sono in stato di «custodia protetta passiva», dunque continuano a produrre ogni anno una certa quantità di rifiuti radioattivi.

A questi vanno aggiunti altri 2mila metri cubi di rifiuti radioattivi, di origine medica e sanitaria, o creati durante le attività di ricerca o simili, e poi rottami metallici, vecchi quadranti luminescenti, parafulmini.

Il 35% dell'energia elettrica consumata in Europa è di fonte nucleare.

All'interno di un reattore nucleare a fissione il materiale fissile (uranio, plutonio ecc) viene bombardato dai neutroni prodotti dalla reazione a catena: tuttavia non si ha mai una fissione totale di tutto il "combustibile", anzi la quantità di atomi effettivamente coinvolta nella reazione a catena è molto bassa.

In questo processo si generano quindi due principali categorie di atomi:

- una quota di atomi "trasmutati" che hanno "catturato" uno o più neutroni senza "spezzarsi" e si sono dunque "appesantiti" (si tratta di elementi facenti parte del gruppo degli attinidi);
- una parte di cosiddetti *prodotti di fissione* cioè di atomi che sono stati effettivamente "spezzati" dalla fissione e sono pertanto molto più "leggeri" dei nuclei di partenza (cesio, stronzio ecc); in parte sono allo stato gassoso.

PAESE	CENTRALI ATTIVE		CENTRALI IN COSTRUZIONE	
	NUMERO	POTENZA(MW)	NUMERO	POTENZA(MW)
Belgio	7	5.824		
Bulgaria	2	1.906	2	1.906
Rep. Ceca	6	3.523		
Finlandia	4	2.696	1	1.600
Francia	59	63.260	1	1.600
Germania	17	20.470		
Ungheria	4	1.829		
Lituania	1	1.185		
Paesi Bassi	1	482		
Romania	1	1.310		
Russia	31	21.743	7	4.789
Rep. Slovacca	5	2.034		
Slovenia	1	666		
Spagna	8	7.450		
Svezia	10	8.974		
Svizzera	5	3.220		
Ucraina	15	13.107	2	1.900
Regno Unito	19	10.222		
TOTALE	197	169.901	13	11.795

Attuali e future centrali nucleari

Entrambe queste categorie, accumulandosi, tendono ad impedire il corretto svolgersi della reazione a catena e pertanto periodicamente il "combustibile" deve essere estratto dai reattori ed eventualmente riprocessato cioè "ripulito".

Complessivamente questo "combustibile esausto" (o "spento") costituisce le "scorie radioattive".

A seconda del "combustibile" e del ciclo (cioè in pratica della tipologia di reattore/i) utilizzati, la radiotossicità (in sievert per gigawatt termico all'anno) delle scorie può essere nettamente differente; questo si traduce in tempi di isolamento delle scorie che oscillano indicativamente dai 300 anni al milione di anni.

Questo è il tempo necessario affinché le scorie diminuiscano la loro radiotossicità fino al valore dell'uranio naturale.

Secondo l'INSC, la quantità di scorie prodotte annualmente dall'industria nucleare mondiale ammonta, in termini di volume teorico, a 200.000 m³ di Medium and Intermediate Level Waste (MILW) e 10 000 m³ di High Level Waste (HLW).



Scorie nucleari custoditi in Italia (apat, 2003)

2.2 CONTAMINAZIONE DA TOSSICITÀ RADIO-NUCLEARE

Con il termine “contaminazione radioattiva” di un soggetto si intende la presenza di sostanze radioattive sulla superficie cutanea o sulle mucose (contaminazione esterna) o all’interno dell’organismo (contaminazione interna).

In accordo con quanto definito dal Piano Nazionale di difesa da attacchi terroristici di tipo biologico, chimico, radiologico e nucleare elaborato dalla Commissione Interministeriale Tecnica per la Difesa Civile, per offesa terroristica di tipo radiologico si intende la *diffusione deliberata nell’ambiente di materiali radioattivi in grado di arrecare danni biologici e psicologici all’uomo*.

La gravità degli effetti tossico-biologici derivanti dall’offesa radiologica dipende essenzialmente dalla dose di radiazioni assorbita dai soggetti coinvolti ed è influenzata dal tipo di radioisotopo contaminante utilizzato, dalla sua forma fisica, dalla quantità totale di radioisotopo disperso, nonché dalle modalità di dispersione.

Il danno prodotto può essere dovuto alla irradiazione corporea esterna causata da sorgenti γ o β emettitrici, oppure alla contaminazione interna attraverso l’inalazione o l’ingestione di particelle α . I più probabili scenari di evento sono riassumibili come segue:

- attentati ad impianti e strutture contenenti materiali radioattivi;
- attentati a natanti a propulsione nucleare, inclusi i sommergibili, anche al di fuori dei porti;
- attentati con l’impiego di materiale radioattivo sul suolo nazionale (tipo bomba sporca);
- attentati nel corso del trasporto di materiale radioattivo o nucleare;
- caduta dolosa di aeromobili con materiali radioattivi o nucleari a bordo;

- diffusione di contaminazione su vie critiche (acquedotti, impianti di aerazione, alimenti).

Gli effetti delle malattie derivanti da radiazioni si possono dividere in (ICRP 60 International Commission on Radiological Protection):

A. Somatici deterministici: entro “breve tempo” a seguito d’esposizione d’entità rilevante, la cui incidenza è caratterizzata da una relazione dose-effetto con soglia :

- Sono attribuibili direttamente all'irraggiamento (c'è una relazione diretta causa-effetto)
- Derivano dalla inattivazione delle strutture vitali della cellula;
- Si manifestano subito dopo l'irradiazione;
- Si manifestano solo se l'assorbimento supera una dose ben precisa detta "dose soglia";
- La loro gravità cresce al crescere della dose assorbita (perciò detti anche "effetti graduati").

B. Stocastici, che conseguono all'individuo a seguito d’esposizioni, anche di bassa entità, la cui incidenza è caratterizzata da una relazione dose probabilità :

- Non dipendono dalla dose assorbita;
- Derivano da danni al nucleo cellulare e in particolare al DNA;
- Non si manifestano subito e possono verificarsi o meno, in un futuro imprecisato.

In caso di contaminazione da iodio radioattivo saranno le Autorità sanitarie a stabilire se effettuare la iodoprofilassi, mentre le contaminazioni da talio e cesio devono essere trattate con blu di Prussia (potassio esacianoferrato) flaconi da 25 gr o altre formulazioni fino a 21 flaconi

Sindrome acuta da radiazioni					
Sindrome	Dose *	Fase prodromica	Fase latente	Fase della malattia manifesta	Recupero
Emopoietica	> 0,7 Gy (sintomi lievi possono verificarsi con dosi inferiori intorno a 0,3-0,5 Gy).	I sintomi sono anoressia, nausea e vomito. Inizio da 1 ora fino a 2 giorni dopo l'esposizione. Durata variabile da pochi minuti fino ad alcuni giorni.	Apparente benessere dopo la scomparsa dei sintomi della fase prodromica. Sono comunque in corso processi che portano alla morte le cellule staminali del compartimento di rinnovamento del tessuto emopoietico. La durata è variabile (in genere da 1 a 6 settimane)	I sintomi più comuni sono anoressia, malessere generale e febbre. Crollo del numero assoluto di elementi circolanti. I decessi in questa fase avvengono generalmente per infezioni ed emorragie. La sopravvivenza diminuisce all'aumentare della dose. La maggior parte dei decessi si verifica entro pochi mesi dall'esposizione.	Nella maggior parte dei casi, le cellule del midollo osseo cominciano a ripopolare il midollo. Dovrebbe esserci il pieno recupero per una ampia percentuale di individui a partire da poche settimane fino a due anni dopo l'esposizione. La LD 50/60† si colloca tra 2,5 e 5 Gy, ma in alcuni individui il decesso può verificarsi a partire da dosi di 1,2 Gy.
Gastrointestinale(GI)	> 10 Gy (alcuni sintomi possono verificarsi anche con dosi inferiori intorno a 6 Gy)	I sintomi sono anoressia, nausea grave, vomito, crampi e diarrea. Si inizia entro poche ore dopo l'esposizione. La fase dura circa due giorni.	Apparente benessere dopo la scomparsa dei sintomi della fase prodromica. Sono comunque in corso processi che portano alla morte le cellule staminali del compartimento di rinnovamento dell'epitelio del tubo gastroenterico a livello delle cripte alla base dei villi. La fase dura meno di 1 settimana.	I sintomi sono malessere, anoressia, diarrea grave, febbre, disidratazione e squilibrio elettrolitico. Il decesso è dovuto ad infezione, disidratazione e squilibrio elettrolitico e si verifica entro 2 settimane dalla esposizione.	La LD 100† è intorno a 10 Gy.
Cerebrovascolare	> 50 Gy (alcuni sintomi possono verificarsi anche con dosi inferiori intorno a 20 Gy.	I sintomi sono estremo nervosismo e confusione; grave nausea, vomito e diarrea acquosa; perdita di coscienza e sensazioni di bruciore della pelle. La comparsa dei sintomi ha luogo entro pochi minuti dalla esposizione. La fase dura per alcuni minuti fino a delle ore	Il paziente può ritornare ad una funzionalità parziale. La fase può durare per ore, ma spesso si tratta di un periodo molto più breve.	I sintomi sono il ritorno della diarrea liquida e la perdita di coscienza (coma). L'inizio dei sintomi ha luogo 5-6 ore dopo l'esposizione. Il decesso si verifica entro tre giorni dalla esposizione	Non si prevede alcun recupero.

2.2.1 Rischio Esplosivo: termini e definizioni

La combustione è una reazione chimica molto rapida che si manifesta con elevato sviluppo di calore, emissione di luce, fumo, vapori e gas di combustione.

Essa avviene tra una sostanza combustibile (che può essere solida, liquida o gassosa) ed una sostanza comburente, solo quando queste sostanze combinate tra loro in appropriate proporzioni ed opportunamente innescate.

La combustione è una reazione di ossidazione in cui il combustibile rappresenta la sostanza ossidabile e il comburente (generalmente l'ossigeno dell'aria) la sostanza ossidante.

Il combustibile è una sostanza in grado di bruciare in condizioni ambientali normali.

La sostanza può essere allo stato solido (ad esempio: carbone, legno, carta), liquido (ad esempio: alcool, benzina, gasolio) o gassoso (ad esempio: metano, idrogeno, propano).

Eccettuati i metalli, e poche altri elementi particolari, il combustibile è sempre un composto organico.

La sua combustione avviene per ossidazione dei suoi componenti, idrogeno e carbonio.

Il comburente è una sostanza che permette al combustibile di bruciare.

Generalmente si tratta dell'ossigeno contenuto nell'aria allo stato di gas (21%).

L' innesco è l' elemento che, a contatto con la miscela infiammabile, avvia la combustione.

Può essere costituito da qualsiasi sorgente di calore (fiamme, scintille, materiali caldi) che abbia i seguenti requisiti:

- temperatura uguale o superiore a quella di accensione della miscela;
- apporto di energia calorica;
- durata nel tempo del contatto.

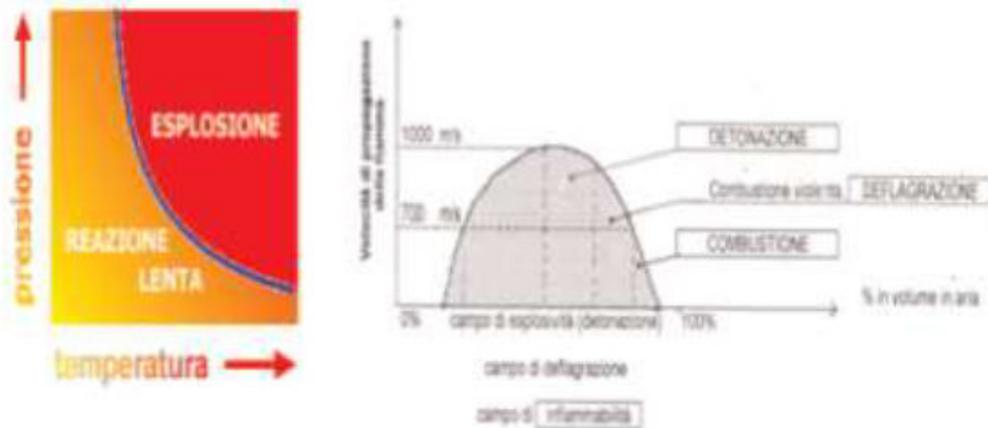
L' innesco determina la facilità di accensione:

- nei solidi, il volume del corpo combustibile (ad esempio, dalla segatura al ciocco di legno);
- nei liquidi, la contemporanea presenza allo stato liquido e gassoso (ad esempio, dall'etere al gasolio);
- nei gas infiammabili: sempre;
- nei gas inerti: mai.

La Temperatura di infiammabilità è la temperatura minima, nel campo compreso tra i valori normali di ambiente e quello di accensione, alla quale il combustibile libera in aria vapori ad una concentrazione tale da formare una miscela incendiabile.

Oltre tale valore la possibilità di innesco non si limita alle sole immediate vicinanze del combustibile, potendosi estendere all'intero spazio interessato dalla presenza del combustibile stesso e dei suoi vapori.

La Temperatura di accensione è la temperatura minima alla quale un combustibile, in presenza d'aria, brucia senza necessità d' innesco.



Il meccanismo di accensione

Durante un' esplosione con incendio non solo il particolato è pericoloso ma si sviluppano fumi contenenti sostanze tossiche, come l' ac. cianidrico, che sono altamente tossiche e mortali per l'uomo.

Contaminante	Concentrazione (ppm)		IDLH (ppm)
	Media	Massima	
Acroleina	1.9	98	5
Benzene	4.7-56	250	3.000
CO	246-1.450	27.000	1.500
HCl	0.8-13	280	100
HCN	0.14-5.0	75	50
NO ₂	0.04-0.7	9.5	50
SO ₂	2.3	42	100
Particolato*	232	15.000	n.d.

Sostanze tossiche prodotte durante un incendio

2.2.2 Ordigni a scopo terroristico

I veicoli dell'esplosivo possono essere svariati: un ordigno militare (bomba o bomba sporca, mina), un oggetto comune trappolato (lettera-bomba), un oggetto anonimo (una valigetta, un pacco, un'auto) o una persona (uomo, donna o bambino), persino animali addestrati.

Gli esplosivi usati per compiere attentati terroristici causano la morte con un triplice meccanismo con:

- l'onda d'urto, con i frammenti del veicolo che trasporta l'esplosivo (pezzi di auto o di valigetta ma anche degli oggetti casuali che si trovano tra la bomba e la vittima);
- i materiali che vengono aggiunti di proposito per potenziare gli effetti mortali (chiodi o sfere metalliche);
- aggressivi chimici, materiale radioattivo, agenti biologici aggiunti al dispositivo esplodente, possono provocare morti dilazionate nel tempo e moltiplicare l'effetto terroristico tra la popolazione, preoccupata per gli effetti post-esplosione.

ATF	Descrizione Veicolo	Capacità massima di esplosivo	Distanza minima di evacuazione
	Auto a due portiere	227 Kg	457 m
	Auto a 4 portiere	455 kg	534 m
	Furgone	1.818 Kg	838 m
	Camioncino	4.545 Kg	1.143 m
	Autocisterna	13.636 Kg	1.982 m
	Tir	27.273 Kg	2.134 m




ATF I 5-400 (01-99)

Bureau of Alcohol, Tobacco, Firearms and Explosives

Capacità esplosiva di un'autobomba

Gli esplosivi sono relativamente poco costosi.

L'attacco con gli esplosivi è subdolo.

Evitarlo o difendersi è difficile se non impossibile non si può evitare, agevolmente l'esplosione di un'autobomba alla fermata di un autobus o quella di un terrorista suicida, perfettamente integrato con tutti gli altri passeggeri, in un vagone della metropolitana.

Gli effetti dell'esplosione possono essere:

- Meccanici (per l'onda di sovrappressione generata da gas in rapidissima espansione);
- Termici (per produzione istantanea di calore);
- Chimici (per rilascio di sostanze tossiche residue della reazione chimica (anidride carbonica, azoto, acqua, fumi))

Meccanismi della lesione da esplosione			
Lesioni	Caratteristiche	Parte dell'organismo colpita	Tipi di lesioni
Primarie	Tipica degli esplosivi alti, è il risultato dell'impatto dell'onda in sovrappressurizzazione con le superfici dell'organismo.	Le strutture in cui circolano gas sono le più suscettibili: -polmoni -tratto gastrointestinale -orecchio medio	Barotrauma polmonare. Rottura del timpano e danno dell'orecchio medio. Perforazione ed emorragia addominale – Rottura del globo oculare – Comozione cerebrale (senza segni apparenti di lesione al capo)
Secondarie	Derivante da detriti volanti e frammenti di bomba.	Può essere colpita qualsiasi parte del corpo.	Lesioni da corpo contundente o penetrante (frammenti). Penetrazione oculare (può essere occulta)
Terziarie	Derivante dallo spostamento della vittima provocato dalla turbolenza da esplosione	Può essere colpita qualsiasi parte del corpo.	Frattura e amputazione traumatica. Lesione cerebrale chiusa e aperta.
Quaternarie	Tutte le malattie, le patologie e lesioni legate alle esplosioni non dovute a meccanismi primari, secondari o terziari. Include l'esacerbazione o le complicazioni di condizioni patologiche preesistenti.	Può essere colpita qualsiasi parte del corpo.	Ustioni Lesioni da schiacciamento. Lesione cerebrale chiusa e aperta. Asma, broncopneumopatia cronica ostruttiva o altri problemi respiratori provocati da polveri, fumo o vapori tossici. Angina. Iperglicemia, ipertensione.

Le lesioni da esplosione

2.2.3 Rischio Biologico

Secondo una deliberazione delle Nazioni Unite del 1969 sono definiti aggressivi chimici (indicati dalla sigla “CW”, Chemical Warfare), sostanze allo stato gassoso, liquido o solido che potrebbero essere impiegate, soprattutto per scopi bellici, per i loro effetti tossici diretti contro l'uomo, gli animali o le piante.

Un'analoga definizione, anche se in essa non sono considerati i potenziali effetti tossici sulle piante, è fornita dalla convenzione sulle armi chimiche secondo cui si definisce *arma chimica* “qualsiasi prodotto atto ad interferire, tramite il suo effetto chimico, su processi vitali ed idoneo a produrre la morte, la perdita temporanea o permanente delle normali funzioni fisiologiche con danno per uomini o animali”.

In tali classificazioni sono compresi non solo prodotti chimici di sintesi, ma anche sostanze naturali (biotossine), di origine sia animale sia vegetale, capaci di produrre effetti tossici.

D'altro lato invece l'epidemie di SARS del 2003 e successivamente la H1N1 nel 2009 costituiscono eventi importanti nel campo sanitario che ha rimesso fortemente in discussione gli strumenti di difesa impiegati contro le malattie trasmissibili.

Il ventesimo secolo ha conosciuto 4 pandemie influenzali.

Benché risulti impossibile prevedere il momento di apparizione di una prossima pandemia, le ripercussioni di un tale evento sarebbero considerevoli non soltanto per quanto riguarda la mobilitazione dei servizi sanitari e sociali, bensì anche in termini di perturbazioni sociali ed economiche.

Tale epidemie hanno consentito di verificare tutta l'utilità del coordinamento previsto nell'Unione Europea e basato sul sistema di allarme precoce e di reazione.

2.3 EVOLUZIONE DELL'ARMA BIOLOGICA

La biologia molecolare è quella branca della scienza biomedica che studia le caratteristiche degli esseri viventi indagando sulla struttura e la funzione degli acidi nucleici utilizzando tecniche biochimiche, biologiche, biofisiche e genetiche.

Successivamente, come branca specializzata della biologia molecolare, nasce l'ingegneria genetica che studia la possibilità di costruire nuove molecole di DNA allo scopo di conferire nuove caratteristiche agli organismi così modificati.

Queste e altre nuove biotecnologie hanno rivoluzionato la concezione di arma biologica: non più arma costituita da agenti biologici "naturali", ma aggressivi biologici progettati, costruiti in base alle diverse esigenze operative.

Le attuali conoscenze tecnico-scientifiche, già impiegate nel campo biomedico, veterinario ed agronomico, potrebbero essere impiegate a scopo terroristico-bellico allo scopo di aumentare la virulenza di alcuni agenti patogeni già naturalmente presenti in ambiente o rendere patogeni agenti biologici normalmente privi di potere patogeno.

Molte possono essere le caratteristiche "utili" da conferire a ipotetici, e si spera, ipotetici aggressivi biologici:

- la resistenza ai farmaci;
- l'insensibilità ai tradizionali vaccini e ai normali fattori immunologici;
- la possibilità di influire sulla persistenza nell'ambiente naturale e sull'azione di sostanze bonificanti;
- la produzione in grandi quantità di tossine già conosciute e "nuove".

E' ipotizzabile, inoltre, l'ottenimento di aggressivi biologici con un potere patogeno così altamente specifico da poter colpire esclusivamente una determinata razza all'interno di una popolazione di individui appartenenti alla stessa specie.

Vale la pena sottolineare che, contrariamente agli aggressivi chimici e alle biotossine, che hanno effetto immediato, gli agenti patogeni rappresentati da microrganismi o da virus presentano il loro effetto dopo giorni e sono responsabili di epidemie tanto pericolose quanto maggiore è la loro possibilità di trasmissione, soprattutto per via inalatoria, e quindi la loro infettività.

In questa sede verranno menzionate solo alcune armi biologiche che appartengono al gruppo di biotossine dotate di particolare tossicità, tralasciando tutti gli altri innumerevoli agenti di natura biologica considerati in passato come possibili armi.

Negli anni Settanta e Ottanta nel Sud-Est Asiatico ed in Afghanistan furono usate, per dispersione nell'atmosfera, micotossine prodotte dal genere *Fusarium* nivale (tricoteceni), dotate di elevatissima azione emorragica e vescicante, oggi tristemente note come "pioggia gialla".

2.3.1 Agenti biologici ad alta priorità (categoria A)

Secondo il Gruppo di Lavoro per il Piano Strategico dei CDC – MMWR 49 (RR04) – ed il Manuale "Health Aspects of Biological and Chemical Weapons" dell'OMS, sono agenti biologici di cat. A:

- il *Variola major* (vaiolo); il *Bacillus anthracis* (antrace o carbonchio); il *Yersinia pestis* (peste); la Tossina di *Cl. Botulinum* (botulismo); il Virus (Ebola, Marburg, Lassa, Febbri emorragiche sudamericane, etc.)

Si tratta di microrganismi che possono rappresentare un rischio per la sicurezza nazionale perché:

- possono essere disseminati agevolmente e trasmessi da persona a persona;
- causano alta morbosità e mortalità, con potenziale per un grave impatto sulla sanità pubblica;
- possono provocare panico e perturbamento sociale;
- richiedono azioni speciali per la preparazione della sanità pubblica.

2.3.2 Le Biotossine

Sono veleni prodotti da organismi viventi, alcune delle quali dotate di caratteristiche chimico-fisiche tali da renderle idonee anche a possibili impieghi come armi offensive.

Sono prodotte da batteri, funghi, alghe ed altri organismi vegetali ed animali.

Alcune tossine presentano tossicità addirittura maggiore di quella di alcuni gas nervini di sintesi, ma non tutte possiedono caratteristiche di stabilità, particolarmente alla temperatura ed alla luce solare, per cui non sempre presentano caratteristiche chimico-fisiche tali da poter essere utilizzate come aggressivi senza rischi per chi intenda usarle.

Un primo tentativo per ovviare a tali notevoli inconvenienti è stato quello di microincapsularle.

La convenzione internazionale del 1972 sulle armi biologiche e sulle tossine, sottoscritta da 140 Paesi, ne ha decretato il divieto d'impiego per usi bellici.

Deve essere comunque sottolineato che attualmente, grazie a tecniche di ingegneria genetica, è possibile produrre tossine in grandi quantitativi, nonché modificarne la struttura originaria, sia per potenziarne le caratteristiche di aggressività e migliorare la stabilità, sia per cercare di ottenere un rilascio programmato tramite una progressiva degradazione degli involucri con cui esse vengono ricoperte e veicolate.

E' così tecnicamente possibile produrre armi micidiali, persistenti, stabili alla temperatura ed alla luce solare; ottenendo livelli di pericolosità irraggiungibili con la semplice microincapsulazione.

Le più note biotossine che son state usate o hanno alto rischio d'uso non convenzionale sono:

- Botulinica A e B
- Tetanospasmina
- Ricina
- Ficotossine
- Tetrodotossina
- Micotossine (Fusarium n.)
- Amanitina e falloidina

2.3.3 Tossine del Botulino (Botulismo)

Le tossine del botulino sono le più potenti neurotossine conosciute; per poter avere un'idea del valore della loro tossicità basti pensare che sono circa 100.000 volte più tossiche del gas nervino Sarin(che parleremo in seguito), e sono attualmente

ampiamente studiate, fortunatamente non per il loro potenziale potere letale, quanto per i loro possibili impieghi terapeutici.

Dal bacillo vengono elaborati sette tipi di tossine antigenicamente distinti.

L'avvelenamento dell'uomo solitamente è causato dalle tossine di tipo A,B,E,F. Le tossine di tipo A e B sono proteine altamente velenose resistenti alla digestione da parte degli enzimi dell'apparato gastroenterico.

Nel botulismo dovuto ai cibi, la tossina viene ingerita in quanto prodotta all'interno dei cibi contaminati; nel botulismo delle ferite, la neurotossina viene invece elaborata in vivo dalla crescita del clostridium nei tessuti infettati.

Dopo l'assorbimento le tossine interferiscono con la liberazione dell'acetilcolina a livello delle terminazioni periferiche.

Le spore sono altamente resistenti al calore, ma sono prontamente distrutte con la semplice cottura del cibo a 80° C per trenta minuti.

La via respiratoria non è quella naturale di contaminazione, ma è certamente la più pericolosa: essa può essere provocata dalla dispersione della tossina botulinica nell'atmosfera sotto forma di aerosol e quindi deliberatamente utilizzabile per scopi terroristici.

Il botulismo dovuto al cibo presenta un inizio brusco, solitamente 18-36 ore dopo l'ingestione della tossina.

I sintomi neurologici sono caratteristicamente bilaterali e simmetrici, iniziando a carico dei nervi cranici e proseguendo con una debolezza discendente o una paralisi.

I comuni sintomi iniziali sono di tipo anti-colinergico: secchezza delle fauci, midriasi, costipazione, ritenzione urinaria, diplopia, blefaroposi, perdita dell'accomodazione e diminuzione o perdita totale del riflesso pupillare alla luce.

La nausea, il vomito, i dolori addominali crampiformi e la diarrea frequentemente precedono i sintomi neurologici; si sviluppano i sintomi di una paralisi bulbare: disartria, disfagia.

Non sono invece presenti disturbi del sensorio.

La febbre è assente.

Le principali complicanze comprendono l'insufficienza respiratoria e le infezioni polmonari.

Il botulismo delle ferite si manifesta con gli stessi sintomi dell'interessamento neurologico presenti in quello alimentare, con paralisi progressiva a partire dal punto di inoculo, ma non esistono sintomi a carico dell'apparato gastroenterico.

Poiché anche una minima quantità di tossina botulinica, penetrata attraverso l'ingestione, l'inalazione o l'assorbimento attraverso l'occhio o una soluzione di continuo della cute può provocare una grave malattia, tutti i materiali sospettati di contenere la tossina contaminante necessitano di una particolare attenzione nella manipolazione.

I campioni vanno posti in contenitori infrangibili, sterili, sigillati, refrigerati ed esaminati appena possibile.

I campioni prelevati dalle ferite rappresentano un'eccezione e non vanno refrigerati. Ulteriori dettagli al riguardo possono essere ottenuti dall'Istituto Superiore di Sanità di Roma.

Si raccomanda l'induzione del vomito, illavaggio gastrico e la somministrazione di un purgante per eliminare la tossina non assorbita.

E' disponibile un'antitossina trivalente (AEB); esiste anche un'antitossina polivalente (ABCDEF) per specifiche epidemie legate al botulismo C o F; l'antitossina va somministrata il più presto possibile dopo la diagnosi.

2.3.4 Tetanotossine

L'infezione è innescata dalla contaminazione di tagli o ferite da parte delle spore di *Clostridium tetani* che nella profondità dei tessuti, a causa della anaerobiosi, trova l'ambiente adatto per la crescita e la produzione di tossina.

Le spore sono tuttavia inattivate dal caldo umido (1 ora a 150 gradi) o da disinfettanti come lo iodopovidone, il perossido di idrogeno, l'ossido di etilene e la glutaraldeide.

Produce due tossine, la tetanolisina e la tetanospasmina (o tossina tetanica).

Mentre la prima non ha un ruolo patogenetico chiaro, la seconda è la responsabile del tipico quadro clinico, con una dose letale inferiore a 130 µg.

La tossina viene inattivata dal calore (anche da 5 minuti a 65 °C) e dagli enzimi proteolitici, come quelli contenuti nel succo gastrico.

Inoltre, posta in contatto con formaldeide, si denatura, perdendo completamente il suo potere tossico.

La sintomatologia si presenta dopo 3 o 21 giorni, come una paralisi spastica che inizia da viso (trisma) e collo, per poi procedere in torace e addome, ed alla fine diffondersi anche agli arti.

La terapia consiste alla somministrazione di immunoglobuline umane antitetaniche (TIG) e l'accurata pulizia della ferita infetta, con rimozione dell'eventuale tessuto necrotico, l'uso di disinfettanti ad azione ossidante (come l'acqua ossigenata).

La somministrazione di antibiotici (penicillina) sono importanti per prevenire la fissazione alle cellule nervose della tossina eventualmente ancora presente in circolo e per impedire che ne venga prodotta di nuova.

2.3.5 Ricina

La ricina è una potente citotossina che si estrae dai semi del *Ricinus communis*. Dopo l'assunzione la morte interviene in un periodo di tempo compreso tra le 36 e le 72 ore.

Come arma la ricina può essere usata per via inalatoria dopo essere stata dispersa nell'atmosfera sotto forma di aerosol o somministrata per via iniettiva.

A questo proposito è noto il caso dell'omicidio di un dissidente bulgaro, avvenuto a Londra nel 1979, mediante iniezione in un polpaccio di una capsula di ricina.

Il fatto singolare di questo assassinio è la modalità della sua esecuzione: mentre il dissidente si trovava in un mezzo pubblico avvertì una puntura su una gamba, provocata dalla punta di un ombrello di un altro passeggero vicino a lui.

Con questo sistema gli era stata iniettata una capsula letale di ricina, evidenziata dopo la sua morte con esame autoptico.

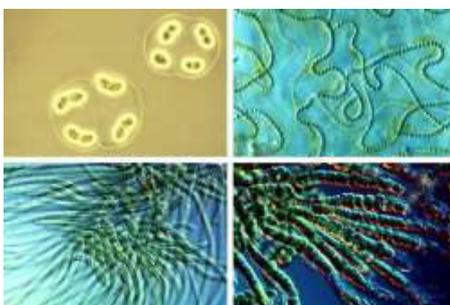
Anche la diagnosi di avvelenamento da ricina non è semplice: i sintomi sono quelli generici di molte intossicazioni e la prova può essere fornita soltanto dopo accurate indagini sierologiche e su secrezioni respiratorie.

2.3.6 Intossicazioni da microalghe (Ficotossine)

Tra le innumerevoli specie viventi sono numerosissime quelle capaci di produrre sostanze dotate di elevatissima tossicità.

Tra queste meritano attenzione quelle costituenti il fitoplancton ed in particolare alcune alghe capaci di produrre molecole tossiche, solitamente definite “ficotossine”.

Queste tossine, genericamente indicate dalla sigla PST (Poisoning Shellfish Toxins), sono generate in maniera massiva nel corso di fioriture algali dannose.



Microalghe: Cianobatteri

A seconda del loro effetto tossico le ficotossine sono generalmente classificate come segue:

- **NSP** (Neurotoxic Shellfish Poisoning), costituite da un gruppo di polieterei, le cosiddette “brevetossine”;
- **ASP** (Amnesic Shellfish Poisoning), corrispondente ad un’unica tossina, identificata nella struttura dell’acido domoico;
- **PSP** (Paralytic Shellfish Poisoning), costituite da un gruppo di circa 20 strutture molecolari, tutte correlate alla saxitossina che costituisce la principale tossina con effetto paralizzante;
- **CSP** (Ciguatera Shellfish Poisoning), costituite da tossine diverse (ciguatossina, scaritossina, maitotossina), prodotte da dinoflagellate del genere *Gambierdiscus toxians*;
- **DSP** (Diarrhoetic Shellfish Poisoning), il cui componente più rappresentativo è l’acido okadaico, prodotto da alcune alghe e presente in mitili, che lo accumulano e concentrano migliaia di volte e, tramite catene alimentari, anche in altri organismi.

Recentemente è stata anche sottolineata la pericolosità, non solo di natura bellica, ma soprattutto sociale, di di effetti psicogeni e psicodevianti.

E' questo il caso di tossine del tipo ASP che si manifestò anche con episodi eclatanti di alterazioni a carico del SNC, in questo caso subito non da uomini, ma da uccelli, uno dei quali merita di essere menzionato per avere un'idea della possibile rilevanza di tali intossicazioni operabili su una vasta popolazione di soggetti.

Nel 1961, in una cittadina costiera della California, Capitola, accadde un fatto straordinario: una moltitudine di uccelli marini, come impazziti, andarono ad abbattersi contro i vetri delle finestre e delle vetrine dei negozi ed attaccarono perfino gli abitanti della zona.

Questo episodio, mai verificatosi in precedenza, ebbe grande risalto sulla stampa del luogo e colpì l'immaginazione di Alfred Hitchcock ispirandogli il soggetto del film *The Birds*, proiettato in tutto il mondo un paio di anni dopo.

A questo ne seguirono altri due, uno in Canada nel 1987 e l'altro in California nel 1991.

Le ficotossine responsabili di danneggiamento del sistema nervoso centrale rappresentano l'esempio più emblematico di potenziali armi biologiche, prime fra tutte le saxitossine che, come accennato in precedenza, sono state immagazzinate in arsenali militari, sia pure in quantitativi piuttosto esigui, dovuti a difficoltà nei processi estrattivi per i lunghi e laboriosi procedimenti richiesti.

La saxitossina, oltre ad essere impiegata come strumento d'indagine nella ricerca medica, è stata considerata anche per possibili scopi bellici a causa del suo elevato potere tossico (circa 1000 volte superiore ai micidiali gas nervini Soman e Sarin).

Negli anni Cinquanta, sembra che la C.I.A. fornisse in dotazione ai suoi agenti segreti capsule di saxitossina da usare per pronti suicidi in caso di cattura.

Conosciuta anche come "Mitilotossina", è uno dei più potenti veleni paralitici esistenti in natura; è stata isolata da molluschi marini (*Saxidomus Giganteus*, *Mytilus Californianus*).

La disseminazione è possibile per aerosolizzazione o attraverso azioni di sabotaggio.

Il periodo d'incubazione varia da 24 a 48 ore.

L'intossicazione si manifesta con disturbi parestetici a carico delle labbra, della lingua, delle estremità delle dita, con debolezza ai muscoli del collo, delle gambe e dispnea.

La morte sopravviene per paralisi respiratoria.

2.3.7 Tetrodotossina

La tetrodotossina non è una tossina algale ma un' ittiotossina, prodotta da diversi organismi marini, particolarmente presente nell'ordine dei Tetraodontidae (pesce palla, dal fegato e dall'ovaia del Fugu giapponese o *Spheroides rubripes ecc*), dalla salamandra acquatica (*Tarichaforosa*).

E' uno dei più potenti veleni animali.

Il suo meccanismo d'azione ricorda quello delle saxitossine per l'azione di blocco dei canali del sodio preposti all'attività eccitatoria neuromuscolare.

Normalmente l'avvelenamento causato da questa neurotossina avviene in seguito all'ingestione di organismi marini che la contengono, ma la sua estrema tossicità la colloca fra le potenziali armi usabili in attentati terroristici.

La sintomatologia per avvelenamento da tetrodotossina si manifesta molto rapidamente, dopo 10-20 minuti dalla sua ingestione e, a seconda della dose assunta, la morte interviene altrettanto rapidamente (entro 3-6 ore) per paralisi respiratoria.

I primi sintomi consistono in parestesie cutanee e paralisi motorie.

I trattamenti possibili sono basati sulla somministrazione di lavanda gastrica per eliminare la tossina ingerita o di carbone attivo, con lo scopo di adsorbirla.

Controllo della pressione sanguigna (sistolica e diastolica) con eventuale somministrazione di b bloccanti (labetalolo ecc) o nitrati (nitroglicerina ecc) e supporto della respirazione con somministrazione di ossigeno dopo intubazione endotracheale, sono essenziali.

Nel caso di grave bradicardia si somministra atropina.

Se, comunque, la vittima riesce a superare le 24 ore dalla contaminazione la prognosi diviene molto favorevole.

2.3.8 Micotossine prodotte dal genere *Fusarium Nivale* (Tricoteni)

Queste tossine sono oltre un centinaio, tutte prodotte dal genere *Fusarium nivale*, e si sviluppano spontaneamente su granaglie quando queste sono invase da muffe.

In passato sono state causa di gravi forme di avvelenamento accidentale.

Un importante avvelenamento ebbe luogo, nel corso della II guerra mondiale, in Russia in seguito al consumo di alimenti preparati con grano contaminato.

Ovviamente la diffusione per contagio da individuo ad individuo non è possibile in quanto si tratta di veleno assunto per ingestione e non di agente infettivo.



Fusarium nivale nel grano turco

Tuttavia opportune modifiche tecnologiche hanno reso possibile la trasformazione di queste micotossine in armi attive, non solo per ingestione, ma anche per inalazione e contatto cutaneo.

Possono in tal modo rappresentare una micidiale arma biologica, dotata di buona stabilità, atta ad essere agevolmente diffusa nell'atmosfera sotto forma di aerosol.

In tal modo si ottengono armi capaci d'interagire con l'organismo che può essere colpito attraverso tutte le principali vie di assunzione: ingestione, inalazione, contatto ed assorbimento intradermico.

Sono attive, infatti, anche sulla cute integra, dove provocano dolorose vesciche, edema e necrosi, ricordando il tipo di danno provocato dalle mostarde e da altri vescicanti di sintesi.

Purtroppo l'impiego di questi agenti biologici come armi non è soltanto potenziale: negli anni Settanta e Ottanta sono già state usate nel Sud-Est Asiatico ed in Afghanistan per diffusione nell'atmosfera e sono tuttora tristemente famose e ricordate come "piogge gialle" (yellow rain).

I costituenti tossici di queste muffe sono diversi, ma il più emblematico è certamente il *nivalenolo*, dotato, come gli altri, di elevato potere emorragico e di azione vescicante e necrotizzante.

La sintomatologia associata a fenomeno di tossicità acuta prodotta da queste armi biologiche compromette gravemente il funzionamento di molti sistemi biologici fondamentali, per esempio i sistemi ematopoietico e linfatico, indispensabili per una normale funzionalità fisiologica, e ricorda quella dovuta a danni da radiazioni ionizzanti, mostarde, e da trattamenti con mitomicina C.

Anche il danno prodotto si evidenzia molto rapidamente: i primi sintomi si manifestano dopo un paio di ore dall'assunzione del tossico.

Non ci sono note terapie valide, i trattamenti praticabili sono solo generici e sintomatici.

In alcuni casi l'esito dell'intossicazione può essere favorevole, ma il conseguente recupero può essere ottenuto solo dopo mesi. In molti casi la prognosi è infau-
sta.

2.3.9 Tossine da funghi superiori

Discorso analogo vale per le tossine dei funghi del genere *Amanita* e *Cortinarius*.

Le tossine amanitina e falloidina sono letali in quanto inibiscono il Fattore 2 d'allungamento (EF-2) della sintesi proteica ribosomiale.

Il blocco del ribosoma (r-RNA) produce il blocco della sintesi proteica e la morte della cellula.

Rene, fegato ed intestino vengono devastati dall'azione delle tossine dell'*Amanita phalloides*, dell'*Amanita verna* e dell'*Amanita virosa*.

Letale è anche l'azione della tossina del *Cortinarius orellanus*.

Tutte queste tossine risultano termostabili, ovvero non si degradano col calore durante la cottura dei cibi, per cui mantengono invariato il loro potere tossico.



Amanita phalloides



Cortinarius orellanus

Per l'uomo, la dose tossica di queste tossine è pari ad 1 mg di veleno per ogni kg corporeo ed a nulla vale la lavanda gastrica.

Poiché esse passano indenni la barriera offerta dall'acido gastrico, non suscitano il riflesso del vomito, non inducono senso di nausea ed agiscono appena dopo aver subito l'assorbimento intestinale.

Riversate nel sangue dopo 48 - 72 ore dall'ingestione; a questo punto, l'unico presidio efficace, purché attuato in tempo, è la completa plasmateresi dell'organismo.

2.4 RISCHIO CHIMICO: GLI AGGRESSIVI CHIMICI

Per aggressivi chimici non intendiamo solamente quelle sostanze che potrebbero essere usate in attentati terroristici o in conflitti bellici; i precursori con i quali vengono realizzate le armi chimiche, infatti, sono gli stessi che vengono utilizzati comunemente in alcune industrie civili, è quindi contemplabile anche un'emergenza dovuta ad incidenti puramente fortuiti e non voluti che possano causare una contaminazione.

Un attacco chimico è caratterizzato dalla possibilità di:

- investire ampie superfici oppure piccole aree con grosse concentrazioni di persone;
- penetrare entro edifici, mezzi di trasporto, luoghi di riunione sprovvisti di chiusure ermetiche e che non dispongono di sistemi di filtrazione ovvero utilizzando i sistemi di aerazione o ventilazione forzata, impianti di aria condizionata, percorsi impiantistici esistenti al fine di penetrare all'interno di edifici definiti sensibili o semplici insediamenti abitativi;
- contaminare i materiali, gli alimenti, l'acqua, il terreno;
- rendere difficoltosa una tempestiva rivelazione da parte delle autorità, poiché i moderni aggressivi chimici agiscono rapidamente e sono difficilmente identificabili prima che si manifesti l'azione tossica;
- influenzare psicologicamente l'opinione pubblica e le forze contrapposte.

Un aggressivo chimico, perché sia idoneo all'impiego per fini militari o terroristici deve soddisfare alla maggior parte dei seguenti requisiti:

- possedere capacità aggressiva elevata, ossia essere in grado di offendere anche se usato in quantità minime;
- essere in grado di svolgere azione immediata e duratura;
- essere difficilmente percepibile e identificabile prima che l'azione aggressiva abbia inizio;
- consentire scarsa possibilità di protezione e bonifica;
- possedere volatilità e persistenza adeguate alle finalità di impiego;
- possedere buone capacità di penetrazione attraverso materiali, indumenti, pelle, etc;
- essere in grado di agire sull'uomo e sugli animali per inalazione, ingestione o assorbimento cutaneo producendo effetti tossici di varia natura;
- possedere idoneità chimico-fisica alla disseminazione o diffusione in quantità necessaria per l'attacco;
- possedere grande stabilità alla conservazione, all'azione degli agenti atmosferici e alle condizioni di impiego (calore, scoppio);

- poter essere maneggiato e trasportato, anche se con opportune precauzioni;
- poter essere prodotto a basso costo, nelle quantità necessarie allo scopo aggressivo con materie prime facilmente reperibili sul territorio nazionale evitando il più possibile i transiti di materie prime.

In base alla quale gli agenti chimici in grado di poter essere usati come armi chimiche o da essere usati per fabbricare tali agenti chimici, vengono divisi in tre gruppi a seconda del loro scopo e del loro trattamento a quelli che:

- Hanno, usi legittimi e possono essere prodotti o usati solo per scopi di ricerca: medici, farmaceutici o protettivi. Per esempio l'iprite, lewisite, gas nervini, ricina ecc;
- Non hanno usi industriali su larga scala, ma possono averne su piccola scala, come il dimetil metilfosfonato, un precursore del sarin usato come sostanza ritardante negli incendi, e il tioglicole, che è un precursore chimico dell'iprite, ma è anche un solvente per inchiostri;
- Hanno legittimi usi industriali su vasta scala, come il fosgene e la cloropicrina; il fosgene è un importante precursore per molte materie plastiche, la cloropicrina è utilizzata come fumigante;

Gli agenti chimici utilizzati a scopo ostile sono contenuti in munizioni sotto forma liquida e a seguito della detonazione della munizione l'agente chimico viene disperso sotto forma liquida o aerosol.

Preparati di forma liquida, come per esempio gli agenti nervini, possono essere dispersi nell'ambiente anche sotto forma di vapore.

Rientrano in questa categoria anche i laboratori pilota in cui si svolgono piccole reazioni chimiche di sintesi.

La valutazione invece del rischio in un laboratorio chimico è molto complessa in quanto in esso sono utilizzate sostanze con tossicità diversa e spesso non conosciuta.

Le modalità di diffusione allora possono essere per:

- Nebulizzazione
- Spargimento
- Irrorazione

Le vie d'accesso di conseguenza sono:

- per inalazione (vie respiratorie);
- per ingestione (sistema digerente);
- per assorbimento (attraverso la cute e gli occhi);

In base alla rapidità della loro azione sull'organismo, si classificano in:

- ad effetto immediato: quelli che portano alla incapacità entro pochi secondi (nervini e tossici sistemici);
- ad effetto ritardato: quelli che provocano i primi sintomi di avvelenamento solo dopo un certo tempo (soffocanti e vescicanti)

In base alla gravità dei loro effetti, si possono distinguere:

- ad effetto letale
- ad effetto non letale

La latenza è il tempo che trascorre dal momento in cui inizia l'assorbimento di un tossico e la comparsa dei primi segni e/o sintomi.

Tuttavia la comparsa del quadro clinico non sempre si correla con l'inizio delle lesioni che come nel caso dei danni cellulari e biochimici si realizzano entro pochi minuti dall'esposizione della vittima.

Per esempio le manifestazioni cliniche da inalazione di sostanze chimiche possono verificarsi secondo diverse modalità di insorgenza:

- Immediate = pochi secondi o minuti;
- Acute <6 ore;
- Sub acute >6 ore;
- Tardive >24 ore;

La mostarda sulfurea (agente bellico) per esempio, ha una latenza protratta di circa 6-8 ore.

Ciò non solo può ritardare il riconoscimento delle vittime ma può ritardare il riconoscimento dell'attacco terroristico che, come già notato, nella maggior parte dei casi è possibile nell'immediato solamente sulla scorta del quadro clinico.

Il Sarin, Cloro e i Cianuri hanno una latenza di secondi o minuti.

PRECURSORE COMUNE	UTILIZZO CIVILE	ARMA CHIMICA
TRICLORURO DI FOSFORO	Insetticidi Additivi petroliferi Plasticanti Tensioattivi Catalizzatori Coloranti	SOMAN TABUN SARIN VG GF
FOSFITO DI DIMETILE	Additivi per lubrificanti	SARIN SOMAN GF
OSSIDOCOLORURO DI FOSFORO	Plasticanti Additivi petroliferi Insetticidi Ritardanti di fiamma	TABUN
TIODIGLICHE	Additivi per lubrificanti Materiali plastici	MOSTARDE ALLO ZOLFO VESCICANTI
FLUORURO DI POTASSIO	Sterilizzazione alimenti Produzione vetro e porcellana	SARIN SOMAN GF
DIMETILAMMINA	Sintesi organica Industria farmaceutica Detergenti Pesticidi Fitosanitari per agricoltura Additivi petroliferi Combustibile per missili	TABUN
TRIETANOLAMMINA	Detergenti Cosmetica Anticorrosivi Plasticanti Vulcanizzazione pneumatici	MOSTARDE ALL'AZOTO
FLUORURO D'IDROGENO	Processamento Uranio Additivi combustibili per missili Fluorizzazione reazioni chimiche	SARIN SOMAN GF
TRICLORURO D'ARSENICO	Sintesi organica Industria farmaceutica Insetticidi Produzioni ceramiche	ARSINE LEWISITE ADAMSITE
BIFLUORURO DI POTASSIO	Produzione fluoruro Catalizzatore di alchilazione Trattamento del carbone Saldatura dell'argento	SARIN SOMAN GF
BIFLUORURO D'AMMONIO	Produzione ceramiche Sterilizzazione alimentare Elettroplaccatura Incisione del vetro	SARIN SOMAN GF
CIANURO DI SODIO	Estrazione oro e argento Fumiganti	GA CIANURO DI Na
SOLFURO DI SODIO	Concia delle pelli	PRODUZIONE DI PRECURSORI DI GAS NERVINI

Precursori con i quali vengono realizzate le armi chimiche che sono gli stessi che vengono utilizzati comunemente in alcune industrie civili.

Le persone maggiormente a rischio per esposizione a sostanze tossiche devono essere considerate le donne gravide ed i feti, i bambini e gli adolescenti, gli anziani, i portatori di patologie croniche, in particolare le malattie cardio-respiratorie, e metaboliche.

L'intensità degli effetti dipenderà dalla:

- tossicità dell'aggressivo impiegato;
- concentrazione (quantità di vapori d'aggressivo in milligrammi in un m³ d'aria);
- durata dell'esposizione o del contatto;
- condizioni fisiche del colpito;
- presenza o meno di elementi di protezione;

2.4.1 Classificazione clinico-tossicologica

In base agli effetti principali sull'organismo umano secondo la WOH si suddividono in:

- Nervini (sarin, amitoni ecc.)
- Soffocanti (Ammoniaca Bromo, Bromuro di metile, CloroFluoruro di solforile, Fosforo elementare bianco o giallo, Fosfina, Fosgene, Isocianato di metile cloro, fosgene)
- Tossici sistemici enzimatici, ematologici (ac. Cianidrico, Arsina, Cianuri, Fluoroacetato sodico, Monossido di carbonio)
- Tossici Vescicanti (yprite, levisite),
- Irritanti, a carico delle mucose degli occhi (lacrimogeni), o del diaframma (vomicatori) o sensoriali (CN,CS,CR)
- Psicotropi ed incapacitanti
- Insetticidi (Nitrocloroformio o Cloropicrina)
- Altri

Oltre le sostanze sopraelencate, secondo il Center for Disease Control and Prevention (CDC), pericolose risultano essere anche:

- Agenti caustici (Tetrossido di Osmio ecc.)
- Metalli (Arsenico, Bario, Mercurio, Tallio ecc.)
- Alcool tossici
- Solventi organici
- Anticoagulanti
- Biotossine

CLASSIFICAZIONE DEGLI AGENTI CHIMICI	
SECONDO LA NATURA CHIMICA	
Natura chimica	esempio
CLORURI ACIDI	FOSGENE
NITRODERIVATI ALIFATICI	CLOROPICRINA
ALDEIDI E CHETONI	CLOROACETOFENONE
COMPOSTI CIANICI	ACIDO CIANIDRICO, CLORURO DI CIANOGENO, ORTO-CLORO-BENZAL-MALONONITRILE
COMPOSTI SOLFORANTI	IPRITE
COMPOSTI AZOTATI	AZOTIPRITI
COMPOSTI ARSENICALI	LEWISITE, ADAMSITE
COMPOSTI FOSFORATI	NERVINI, ESTERI DI TAMMELIN, AMITONI

SECONDO LO STATO FISICO	
Stato Fisico	Esempio
GASSOSI	CLORO, FOSGENE
LIQUIDI	CLOROPICRINA, IPRITE, LEWISITE, SOMAN
SOLIDI	CLOROACETOFENONE, ADAMSITE

IN BASE AGLI EFFETTI FISIOPATOLOGICI	
Effetti Fisiopatologici	Esempio
NEUROTOSSICI	SARIN, SOMAN, TABUN, AMITONI, ESTERI DI TAMMELIN
VESCICANTI	IPRITE, LEWISITE, MOSTARDE AZOTATE E GASSOSE, AGENTE T.
TOSSICI SISTEMICI E DEL SANGUE	ACIDO CIANIDRICO
SOFFOCANTI	FOSGENE, DIFOSGENE, DICOLORO-FORMOSSINA
IRITANTI LACRIMOGENI	CLOROACETOFENONE (CAF), LARMINA,
IRITANTI STARNUTATORIE E VOMITATORI	ADAMSITE

Le varie clasificazioni degli agenti

2.4.2 Nervini

Agenti chimici estremamente tossici, organofosforici che, tramite l'inibizione dell'enzima acetilcolinesterasi, causano un accumulo di acetilcolina nelle sinapsi della placca neuromuscolare (impediscono all'enzima acetilcolinesterasi di agire sull'acetilcolina), del sistema nervoso parasimpatico, simpatico e centrale, determinando una persistente trasmissione dell'impulso nervoso responsabile del tipico quadro sintomatologico.

Ciò comporta una continua trasmissione dell'impulso nervoso verso gli organi periferici ed una impossibilità di controllo del sistema nervoso. Le principali vie di ingresso di tali aggressivi nell'organismo sono:

- *via respiratoria* (a più elevato grado di assorbimento): porta ad una gravissima comparsa di sintomi che può provocare la morte in 30/40 secondi;
- *via percutanea* (con evoluzione molto più lenta);

Quale che sia la via di penetrazione del nervino nell'organismo, bisogna tener presente che:

- dopo esposizione non prolungata, in genere si può avere restitutio ad integrum, attraverso un meccanismo lentissimo di rimpiazzamento degli enzimi inattivati;
- dosi subentranti possono portare ad effetti cumulativi;
- l'esposizione prolungata può avere effetto irreversibile.

Il VX fu elaborato originariamente nel Regno Unito nei primi anni '50.

È un liquido oleoso color ambra, inodore e insapore, a lentissima evaporazione.

Può trasformarsi in vapore e disperdersi velocemente nell'ambiente, anche dopo reazione con l'acqua.

I suoi vapori sono tossici e corrosivi e possono dal luogo alla formazione di acido cianidrico.

Il VX, come altri gas nervini, potrebbe essere stato utilizzato nella guerra Iran-Iraq negli anni '80.

Non si trova normalmente in natura.

A seguito della dispersione di VX nell'aria, l'esposizione può avvenire per contatto cutaneo od oculare.

È possibile inoltre che l'esposizione avvenga per inalazione, respirando l'aria in cui si è disperso.

Essendo il meno volatile fra gli agenti nervini, risulta estremamente persistente nell'ambiente.

In condizioni climatiche normali, il VX permane a lungo sugli oggetti coi quali è entrato in contatto.

In caso di freddo intenso può durare anche per mesi.

Il VX costituisce quindi una minaccia a lungo termine.

Il VX si miscela facilmente con l'acqua, così da poter essere utilizzato per inquinarla.

Se il VX viene disciolto in acqua, l'esposizione può avvenire bevendo o toccando l'acqua contaminata.

Se il VX si utilizza per contaminare alimenti, l'esposizione può avvenire ingerendo i cibi preparati con quegli alimenti contaminati.

Gli indumenti indossati dai soggetti esposti possono continuare a disperdere VX ancora per 30 minuti dopo il contatto con i suoi vapori, provocando così l'esposizione di altre persone.

Dato che il vapore di VX è più pesante dell'aria, tende a depositarsi in prossimità del suolo, creando un maggior rischio di esposizione in quella zona.

I sintomi compaiono entro pochi secondi dall'esposizione al vapore di VX e dopo anche 18 ore, nel caso di esposizione alla forma liquida.

Il VX è l'agente nervino più potente che si conosca.

È possibile che un eventuale contatto cutaneo con il VX, se non viene sciacquato immediatamente, risulti letale.

Se si ritiene di essere stati esposti, spogliarsi, lavarsi rapidamente e interamente il corpo con acqua e sapone.

Le cause delle innumerevoli disfunzioni dovute all'assorbimento di nervini possono essere riassunte in tre principali forme di intossicazioni:

1. Intossicazione di *tipo muscaroide* a carico:

- dello sfintere pupillare (provocando miosi)
- della muscolatura bronchiale (provocando senso di costrizione retrosternale da spasmo bronchiale)
- del miocardio (provocando tachicardia)
- delle ghiandole secretorie dell'apparato respiratorio (provocando ipersecrezioni)

2. Intossicazione di *tipo nicotinic* a carico dei muscoli volontari scheletrici in preda a contrazioni (paralisi spastica) e convulsioni.

3. Sintomi tossici a carico del *sistema nervoso centrale*, a carico soprattutto dei centri del respiro, con depressione dei centri bulbari.

La nausea, vomito e visione crepuscolare rappresentano i primi sintomi di un interessamento sistemico e si verifica in circa la metà delle vittime quando l'enzima è inibito per il 25%.

La persona deceduta a causa dei nervini può essere riconosciuta per la presenza di schiuma dalla bocca, non sanguinolenta dovuta alla ipersecrezione di liquidi nei polmoni (edema polmonare).

Il tempo a disposizione per il recupero del contaminato dipende essenzialmente da due fattori:

- *la dose di nervino ricevuta*: tanto è maggiore la dose, tanto più rapido e grave è il quadro dell'intossicazione;
- *la via di ingresso*: può penetrare nell'organismo sotto forma di liquido, di vapore o gas.

In tale caso si deve consigliare subito all' infortunato o al soccorritore che deve:

- trattenere il respiro chiudere gli occhi ed indossare immediatamente la maschera anti-NBCR-E secondo le procedure ed i tempi previsti;
- uscire al più presto dalla zona contaminata, se possibile, ed in relazione alle attività operative che si stanno svolgendo;
- indossare indumento protettivo;
- in presenza dei sintomi sopra descritti utilizzare le sirette, (esistono degli antidoti per il VX e dovrebbero essere somministrati immediatamente dopo l'esposizione), contenute nel corredo di autosoccorso secondo le procedure specificatamente previste per il tipo di siretta utilizzata;
- Se è stato ingerito VX, non indurre il vomito, né somministrare liquidi da bere.

Il trattamento consiste nell'eliminare il VX dal corpo il prima possibile e fornire le cure mediche di supporto in ambiente ospedaliero.

La farmacologia attualmente offre due sostanzialmente due tipi di farmaci capaci di contrastare gli effetti dei nervini: l'atropina che agisce principalmente sui sintomi, e le ossime (pralidoxima etc) che al contrario agiscono direttamente sul nervino.

Il trattamento con atropina blocca i recettori muscarinici mentre le ossime trattano gli effetti nicotinici.

L'atropina è considerato un farmaco per la terapia sintomatica indispensabile per rallentare il processo che porterebbe in pochi secondi o minuti ad un blocco cardio/respiratorio.

L'obidossima è un farmaco che agisce direttamente sul nervino staccandolo dall' acetilcolinesterasi ed inattivandolo.

Questo farmaco è quindi considerato un farmaco per la terapia causale che permette la riattivazione della funzionalità dell'acetilcolinesterasi che di conseguenza potrà staccare l'acetilcolina dai recettori post-sinaptici permettendo la normalizzazione degli impulsi nervosi e quindi risolvendo favorevolmente la patologia causata dai nervini.

La piridostigmina bromuro invece, è un farmaco preventivo per neurotossici.

Esso va dunque assunto preventivamente ad un eventuale attacco chimico con aggressivi nervini nei casi in cui ci sia un fondato sospetto di utilizzo, da parte del nemico, di questo tipo di aggressivo.

L'efficacia della piridostigmina utilizzata preventivamente è dovuta al fatto che assumendo una compressa di tale farmaco fa sì che circa il 50% della propria

acetilcolinesterasi venga legata alla piridostigmina sottraendola, in tale modo, alla possibilità di legarsi con l'eventuale aggressivo nervino.

2.4.3 Vescicanti

I vescicanti sono aggressivi chimici che si presentano sotto forma liquida o di vapore.

Essi possono penetrare nell'organismo attraverso varie vie:

- cute e mucose;
- apparato respiratorio;
- apparato digerente (per mezzo di cibi contaminati);

I vescicanti agiscono principalmente tramite un meccanismo di alchilazione del DNA che è responsabile di effetti citotossici, citostatici e mutageni, che si rendono più evidenti sull'epitelio cutaneo e sull'apparato gastrointestinale.

I composti di questo gruppo sono caratterizzati dalla capacità di produrre estese vesciche della cute con cui vengono in contatto.

Il quadro clinico interessa, in una prima fase, la cute, gli occhi e le vie aeree che entrano per primi in contatto con i vescicanti; in una fase successiva si possono osservare effetti a carico del sistema emopoietico, gastrointestinale e nervoso centrale.

La cute interessata presenta:

- eritema
- vescicole e bolle accompagnate da prurito
- bruciore e dolore

Le lesioni evolvono verso la necrosi e possono esitare in aree di ipo o iperpigmentazione e di atrofia cutanea.

I danni oculari consistono soprattutto in ulcerazioni e erosioni corneali che possono esitare in opacità corneali di vario grado, sino a causare cecità.

L'inalazione di vescicanti è causa di importanti effetti acuti e cronici.

Nel primo caso possono comparire:

- tosse
- afonia
- anosmia
- epistassi
- depressione respiratoria e dispnea

Il quadro clinico principale è quello di una bronchite o polmonite di tipo chimico che può complicarsi con una infezione batterica dopo 4 o 5 giorni dall'esposizione.

Le manifestazioni cliniche secondarie alla esposizione in genere non si evidenziano approssimativamente per 6-8 ore i danni cellulari e biochimici occorrono in alcuni minuti.

La priorità è decontaminare la vittima con acqua e sapone (il più presto possibile).

I principali effetti di tipo cronico consistono nella comparsa di bronchiectasie, atelectasie ed enfisema polmonare.

L'yprite (agente mostarda solforata con le designazioni militari H, HD e HT) è il capostipite di questi composti ed essa ha un odore di senape (o aglio).

Venne usata sui campi di battaglia della Prima Guerra Mondiale e prende il nome dal luogo (Ypres in Belgio) che ne vide il primo impiego.

Un esteso uso di questo composto è venuto anche durante la guerra tra Iran e Iraq negli anni '80.

L'yprite è tuttora responsabile di incidenti a carico di pescatori operanti tra le coste della Danimarca e la Svezia, che, tramite le reti da pesca, entrano in contatto con armi chimiche affondate al termine della Seconda Guerra Mondiale.

L'yprite sotto forma di vapori può provocare lesioni sulla cute: si tratta di vescicole o bolle disposte a *filo di perle* e talora a *corona di rosario*.

Solo dopo un periodo di 4-6 ore comincia a comparire una zona di arrossamento, spesso indolente.

Essa può generare fenomeni infiammatori a qualsiasi livello di tale apparato.

Nei settori più alti e superficiali potrà dare:

- Laringiti (si manifestano con tosse ed alterazioni della voce)
- Tracheo-bronchiti (provocano tosse e dolori retro-sternali)

Tra i composti alogenati dell'arsenico (o arsenicali), il più tossico è la *Lewisite*, un composto di sintesi d'origine anglo-americana.

Nel 1918 fu iniziata la produzione negli USA della lewisite (2-cloro-vinil-dicloro-arsina), ma la guerra ebbe termine prima che questo aggressivo vescicante fosse impiegato sui campi di battaglia.

A differenza delle mostarde, gli arsenicali hanno azione immediata, e le clo-roarsine, hanno azione del tutto sovrapponibile a quella degli arsenicali.

La lesione da arsenicali è di tipo "termo-mimetico", e la guarigione è del tutto fisiologica, se la dose assorbita è bassa; la guarigione avviene in circa 15 giorni, mentre le mostarde hanno un tempo di guarigione molto più lungo (30-45 giorni) e, spesso, con pesanti reliquati.

L'arsenico è tossico soprattutto sul rene, sul fegato, sul sistema nervoso centrale, e sull'apparato digerente.

La lewisite che può presentarsi sotto forma di liquido o di vapori (è lacrimogena) e può pertanto interessare la cute, le mucose, l'apparato respiratorio (laringiti, bronchiti) e l'apparato digerente.

Un intenso assorbimento di lewisite, attraverso varie vie, può portare ad una grave intossicazione da arsenico come abbiamo descritto che sarà caratterizzata da:

- vomito
- dolori di stomaco
- diarrea con emissioni di lembi di mucose intestinali,
- alterazioni della funzione del rene (blocco renale e morte)

Attraverso gli abiti il tossico penetra nei tessuti, dove produce avvelenamento sistemico, con effetti gravissimi, il più notevole dei quali consiste nell'inattivazione dell'enzima piruvico-ossidasi (a tale scopo sono sufficienti appena 0,5 cm³ di tossico).

Le *mostarde azotate* (Azotoiprite, trocloretilamina) furono prodotte per la prima volta negli anni '20 e '30 come potenziali armi chimiche.

Si tratta di agenti vescicatori simili alle mostarde solforate che si presentano in diverse forme e possono emanare un odore di pesce, sapone o frutta.

Possono essere in forma solida, liquida oleosa o in vapore.

Le mostarde azotate sono liquide a temperatura ambiente (21°C) e possono essere di colore chiaro, giallo chiaro o ambra (sia nella forma liquida sia solida).

Sono note anche con la rispettiva designazione militare HN-1, HN-2 e HN-3:

- L'HN-1 inizialmente era destinata ad un uso medico per bruciare le verruche, solo successivamente fu identificata come una possibile arma chimica;
- L'HN-2, invece, nacque come arma chimica e solo in un secondo momento fu utilizzata nel trattamento del cancro.

Nel tempo, è stata sostituita da altri tipi di cure;

- L'HN-3 è sempre stata designata unicamente come arma chimica;

Le mostarde azotate non si trovano in natura e non sono mai state utilizzate in azioni belliche.

Potrebbero entrare nell'ambiente a seguito di una dispersione accidentale.

L'aggressivo *Dicloro-Formossina* è un derivato del fosgene e manifesta questa sua affinità possedendo, accanto alla peculiare azione vescicante, anche un'attività soffocante.

Essa ha inoltre azione lacrimogena ed orticante, che provoca sul colpito reazione allergica e prurito diffuso a tutto il corpo.

Per quanto riguarda il trattamento campale delle lesioni da Vescicanti, si ricorda che le mucose congiuntivali non dovranno mai essere strofinate con le mani, con cotone, con fazzoletti o altro (molti casi di cecità da vescicanti nella prima guerra mondiale furono proprio dovuti a soccorsi di questo tipo, volentieri ma inopportuni).

L'occhio dovrà essere lavato con l'acqua della borraccia, che sarà fatta scorrere tenendo il pollice sull'imboccatura, in modo da far durare il flusso almeno un paio di minuti.

L'attuazione di tali attenzioni rappresenta il più utile pronto soccorso possibile sul campo.

Nel caso della contaminazione degli occhi da iprite, l'acqua calmerà rapidamente il bruciore ma nel caso in cui il bruciore non si attenuasse bisognerà pensare che la contaminazione non è stata da iprite, ma da lewisite.

Il British-Anti-Lewisite (BAL), è un falso recettore per l'arsenico, privo d'ogni importanza metabolica, e pertanto non tossico.

Dev'essere somministrato per via intramuscolare a dosi di 2-5 mg / Kg di peso corporeo, ed i primi sintomi tossici compaiono già per 4 mg / Kg di peso corporeo.

Sono state compiute ricerche al fine d'ottenere derivati solubili in acqua non tossici, che potessero rilasciare il principio attivo dell'antidoto in situ.

Questi lavori culminarono con la scoperta d'un composto che soddisfaceva tali requisiti, il B.A.L.-O-GLUCOSIDE, così poco pericoloso da esser iniettabile endovena.

Se il BAL viene somministrato in tempo, esso neutralizza gli effetti del tossico, proteggendo gli enzimi e le proteine tessutali dall'effetto tossico dell'arsenico, essendo l'affinità della lewisite maggiore per il B.A.L. di quanto non lo sia per i componenti organici.

2.4.4 Pneumotossici soffocanti

I soffocanti sono aggressivi che colpiscono soprattutto le vie respiratorie e i polmoni.

I più importanti soffocanti sono:

- *fosgene*: è un gas che emana lieve odore di fieno ammuffito o frutta;
- *difosgene*: è un liquido che emana odore simile al fosgene;
- *cloro-picrina*: è un liquido oleoso, incolore, di odore dolciastro pungente.

Il Fosgene fu usato per la prima volta nel 1915 nel corso della prima guerra mondiale, e si calcola che ad esso siano da addebitarsi l' 80% di tutte le perdite da aggressivi chimici osservate in quel conflitto.

Come già detto questo aggressivo si presenta sotto aspetto gassoso.

A contatto con molecole d'acqua, in forma liquida o di vapore, il fosgene si scinde in: anidride carbonica, che non è dannosa per l'organismo, ed in acido cloridrico, che è invece estremamente dannoso, intensamente caustico.

I soffocanti dunque se inspirati penetrano nelle vie respiratorie entrando in contatto con il velo di acqua che ricopre la superficie delle mucose e dei polmoni con conseguente produzione di acido cloridrico direttamente sui tessuti interessati.

Il quadro sintomatologico che il fosgene provoca è dato, in un primo tempo, da una lieve irritazione degli occhi, del naso e della gola, con conseguente lacrimazione, secchezza della bocca, senso di costrizione toracica, vomito, mal di testa.

Poiché l'effetto irritante del fosgene è relativamente scarso, ne consegue che i comuni meccanismi di difesa delle vie aeree contro gli agenti nocivi esterni (tosse, starnutazione, etc.) non vengono sufficientemente attivati come di norma, e pertanto il gas riesce a penetrare agevolmente ed inavvertitamente negli alveoli polmonari del colpito.

Nell'apparato respiratorio la lenta formazione dell'acido cloridrico provoca danni gravi legati al suo potere caustico.

Tali danni, in un secondo tempo, possono provocare:

- *Edema polmonare*, cioè riversamento, per trasudazione, di liquidi;
- *Lesioni da ustione chimica*, con riversamento di sangue;

Tale quadro clinico comporta, oltre alla evidente perdita di sangue e liquidi, uno ostacolo al passaggio di ossigeno dalla parete alveolare al sangue.

Il paziente sta apparentemente bene per 2 - 6 ore, poi cominciano a comparire malessere e tosse.

Con gli attacchi di tosse comincia a fuoriuscire un liquido schiumoso, chiaro, talvolta giallastro, talvolta sanguigno.

Il colorito della pelle diventa bluastro (ipossia). La morte può avvenire per arresto cardiaco o per asfissia.

Nei fosgenati la morte compare nella maggior parte dei casi nelle prime 24 - 48 ore ed è dovuta ad edema polmonare.

Nei casi più tardivi il decesso è spesso dovuto a broncopolmonite.

In genere chi supera i primi due giorni guarisce, anche se possono verificarsi malattie croniche dei bronchi.

Il soccorso campale consiste nell'allontanamento più rapido possibile del paziente dalla zona colpita.

Non si praticherà alcuna forma di respirazione artificiale che potrebbe solo aggravare i danni già subiti dall'apparato respiratorio.

Si inalerà ossigeno, si terrà il paziente in completo riposo ed al caldo e si transporterà in barella in posizione non sdraiata, ma semi-ortopnoica, in maniera da facilitare al massimo la funzione respiratoria.

Tale posizione sarà ottenuta per mezzo di cuscini da mettere sulla barella, dietro le spalle del paziente.

Il difosgene è un aggressivo soffocante che si presenta allo stato liquido.

Il suo meccanismo d'azione è del tutto simile a quello del fosgene, rispetto al quale possiede maggiore persistenza mediante ventilazione in ossigeno puro con respirazione spontanea.

La cloropicrina ha un forte effetto irritante ed uno scarso potere di scatenare l'edema polmonare e lesioni.

I meccanismi naturali di difesa verso gli agenti esterni (tosse, starnutazione, etc.) sono molto più vivaci ed il colpito è pertanto portato ad indossare subito la maschera anti-NBC.

In conseguenza di un allarme più precoce di quello causato da un attacco con fosgene e della minore capacità tossica della cloropicrina, i colpiti da questo aggressivo raramente presentano edema polmonare.

Possono presentare, invece, infiammazione delle vie respiratorie più alte: laringiti, tracheiti etc.

Il trattamento sarà di carattere sintomatico ed il colpito dovrà eventualmente essere ricoverato in ambiente ospedaliero.

Attenzione, perché l'edema polmonare può insorgere ore dopo l'esposizione.

2.4.5 T. sistemici enzimatici o asfissianti cellulari, ematologici

Sono aggressivi chimici che interrompono la catena respiratoria cellulare, cioè non permettono alle singole cellule dell'organismo di utilizzare l'ossigeno che comunque viene trasportato nel sangue.

Tra gli aggressivi sono senz'altro i più pericolosi in quanto colpiscono tutte le cellule dell'organismo, in brevissimo tempo, provocano una grave sofferenza funzionale nei tessuti a più alto fabbisogno di ossigeno, quali il cuore e il sistema nervoso centrale.

I tossici sistemici devono la loro tossicità alla formazione del *ciano-ione CN-*. Hanno odore simile a mandorla amara, sono molto volatili, hanno bassa persistenza, solubili in acqua, con un punto di accensione relativamente basso per cui si incendiano alle comuni temperature di scoppio.

L'avvelenamento da cianuri può colpire diversi organi ed apparati (cardiovascolare, polmone, sistema nervoso centrale, endocrino) ed influenzare il metabolismo; gli effetti variano a seconda della dose, della via di assorbimento e della formula chimica.

Nel caso la dose sia elevata, oltre a sintomi irritativi agli occhi e alle prime vie aeree, compare inizialmente una tachipnea rapidamente seguita da apnea e arresto cardiaco.

Esposizione a cianuri può verificarsi anche per motivi occupazionali (produzione di materie plastiche, trattamento di superficie dei metalli, metallurgia, estrazione di metalli), a causa del fumo di tabacco e a seguito della combustione di materie plastiche in occasione di incendi.

L' *Acido cianidrico* (in passato Ac. Prussico), viene assorbito attraverso le tre vie principali di penetrazione dell'organismo:

- inalatoria
- cutanea
- digerente

A contatto con il sangue i cianuri vengono idrolizzati e liberano il ciano-ione (CN⁻).

Esso blocca gli enzimi ossidativi che presiedono alla respirazione cellulare, in particolare viene bloccato l'enzima *citocromo-ossidasi*, presente in particolari organuli cellulari detti *mitocondri*, con conseguente blocco respiratorio cellulare e morte della cellula per anossia istotossica.

Il *Cloruro di cianogeno* ha azione molto simile all'acido cianidrico, ha inoltre energica azione lacrimogena.

Il primo sintomo di intossicazione da cianuri è dato da *iperpnea* (fame d'aria) e si presenta, generalmente, con un aumento del numero degli atti respiratori al minuto, ma può anche presentarsi come unica violenta inspirazione accompagnata da un grido strozzato di origine laringea.

Il colorito della cute non è cianotico, livido o bluastro ma rosso a causa della abbondante presenza di ossigeno nel sangue.

Se si tratta di cianuro di sodio o di potassio, insieme all'iperpnea compare irritazione gastrica e vomito immediato.

Altri sintomi sono rappresentati da cefalea, ipersalivazione, bradicardia e ipertensione.

La comparsa del colore cianotico, livido e bluastro della pelle è secondaria, e sopravviene solo nel momento in cui scadono tutte le funzioni vitali.

La tempestività nell'attuare il soccorso a questo tipo di colpiti è di vitale importanza, onde evitare lesioni al sistema nervoso causate da anossia.

Pertanto la prima cosa da fare consiste nel trasportare rapidamente l'intossicato fuori della zona contaminata e somministrargli al più presto *ossigeno a pressione*.

Contemporaneamente si adatterà il seguente schema terapeutico:

- *Idrossicobalamina* fiale da 1 mg. e.v.(per endovena), 5 mg. intramuscolo (nome commerciale OHB12 - NEOCYTAMEN, ecc.). Posologia: 50 - 180 mg. e.v. ripetuti ogni 5-10 minuti;
- *Kelocyanor* fiale e.v. 300 mg. (cobalto edetato). Posologia: max 2 fiale a distanza di 5 minuti in endovena lenta seguita da 50 cc di *destrosio* al 50% per il pericolo di coma ipoglicemico;
- *Sodio-Tiosolfato* (Hyposulfene) fiale per e.v. 2,20 gr. 10 ml. Posologia: 0,5 gr./Kg di peso corporeo.

Qui dobbiamo fare anche un accenno riguardo il *monossido di carbonio (CO)* che non ha importanza bellica (troppo poco persistente in ambienti aperti, dove non

raggiunge la dose tossica essenziale allo scopo) ma è un importante tossico del sangue.

Esso è un gas incolore, inodore e non irritante.

Il gas è più pesante dell'aria, pertanto in ambienti chiusi o non aerati si stratifica in basso.

Combustibile, con l'aria forma miscele esplosive.

Si produce quando ci si trova in presenza di una combustione incompleta di sostanze organiche a base di carbonio o di altri combustibili carboniosi solidi o liquidi (petrolio, kerosene, benzina, metano, propano, ecc.).

Si trova, inoltre, insieme ad altri gas, in miscele combustibili per uso domestico.

L'intossicazione da CO può avvenire sia in ambienti civili che militari, quando una combustione avviene in ambiente chiuso, povero di ossigeno: in questo caso non può formarsi anidride carbonica (CO₂), che è innocua, ma si genera ossido di carbonio che è estremamente tossico.

Gli incidenti da CO si hanno sempre in luoghi chiusi (cinema, teatri, discoteche, ecc.), oppure in conseguenza dell'accumulo di gas di scarico delle automobili all'interno di un garage, a seguito dell'attività di armi automatiche in un bunker o soltanto dalla combustione di una stufetta in ambiente chiuso, scarsamente aerato.

Il CO viene rapidamente assorbito per via polmonare e attraverso la parete alveolare, passa nel sangue e si combina con l'emoglobina dei globuli rossi bloccando i siti di legame che la stessa ha per l'ossigeno (O₂).

In condizioni normali, a livello del circolo polmonare, il sangue viene a contatto con l'aria inspirata dalla quale preleva ossigeno che, legandosi all'emoglobina, genera l'ossiemoglobina (HbO₂).

Questo legame tra emoglobina ed ossigeno è estremamente labile, per cui l'emoglobina, quando raggiunge i tessuti periferici, può cedere facilmente l'ossigeno ad essi.

Dai tessuti l'emoglobina rimuove l'anidride carbonica (CO₂) che ritornando ai polmoni viene ceduta all'esterno ed al suo posto viene nuovamente legato ossigeno.

In pratica le nostre possibilità di vita sono legate alla labilità di questo legame ed alla facilità dei meccanismi ossido-riduttivi dell'emoglobina con l'ossigeno.

Se nell'aria inspirata insieme all'ossigeno si trova anche il CO, l'emoglobina (Hb) si legherà preferenzialmente ad esso in quanto l'affinità tra il CO e l'Hb è 220 volte superiore a quello tra l'Hb e l'O₂ con conseguente formazione di carbossi-emoglobina (COHb).

La concentrazione di COHb nel sangue dipende da:

- concentrazione di CO nell'aria inspirata;
- tempo di esposizione;

La diagnosi si fonda su dati anamnestici relativi alla fonte d'inquinamento.

Il monossido di carbonio essendo un gas ad azione subdola, essendo incolore, inodore, insapore; il soggetto non lo avverte, se non quando è ormai tardi e si presentano:

- emicrania
- nausea, vomito
- tachicardia
- astenia
- visione confusa

- tremori muscolari
- perdita di coscienza

La possibilità d'intossicazione da CO deve essere sempre presa in considerazione in caso di malesseri sovraelencati e presentati da più persone di un nucleo familiare o lavorativo.

La terapia si basa fundamentalmente su due punti:

- terapia sintomatica dell'insufficienza cerebrale e delle altre eventuali patologie associate (per tale punto valgono i principi generali del trattamento del coma, attuabili esclusivamente da personale medico);
- eliminazione rapida del CO dall'Hb.

In tal caso il primo trattamento da effettuare è la ventilazione in ossigeno puro.

Se la concentrazione della COHb è minore od uguale al 30% sarà sufficiente una terapia condotta con mascherina in respiro spontaneo o alternativamente, in una camera iperbarica, dove l'elevata pressione dell'aria in essa contenuta consente una diffusione dell'ossigeno direttamente nel plasma, in grado così da solo di ossigenare i tessuti in assenza di emoglobina funzionante (l'emoglobina, fisiologicamente, lega il 97 % dell'ossigeno indispensabile all'organismo perché alla pressione atmosferica usuale (1 atm) l'ossigeno risulta poco solubile nell'acqua di cui è composto il plasma; a pressioni atmosferiche elevate, invece, l'ossigeno ha sufficiente capacità di discioglimento in acqua.

2.4.6 T. Irritanti

Il meccanismo d'azione è legato alla capacità irritante primaria di questi composti.

La sintomatologia dei lacrimogeni (*Cloro-aceto-fenone o CN*) è caratterizzata principalmente da: bruciore oculare, profonda lacrimazione e fotofobia, mentre gli starnutatori provocano sintomi a carico delle vie aeree quali salve di starnuti, rinorrea, bruciore rinofaringeo, senso di oppressione toracica e tosse.

Altri come l' *Adamsite* e le *Arsine*, possono provocare anche irritazione ed eritema della cute e sintomi a carico dell'apparato gastrointestinale (nausea e vomito).

Il trattamento campale è abbastanza semplice e limitato, trattandosi di aggressivi non letali e ad effetto molto fugace.

La protezione si attua con la sola maschera NBC.

Non si dovrà strofinare gli occhi con fazzoletti o altro (possibile cecità temporanea), sarà sufficiente lavarli con acqua corrente.

Nel caso di starnutatori-vomitatori il trattamento si limiterà a far respirare alla vittima aria non contaminata e provvedere al lavaggio del cavo orale con acqua.

Nella pelle si applicheranno soltanto delle pomate antistaminiche.

Per i colpiti da *lacrimogeni* si ricorrerà:

- per gli occhi, al lavaggio con rimozione di quelle particelle solide eventualmente rimaste aderenti alla cornea si potrà poi applicare una pomata anestetica o al cortisone;
- per le vie respiratorie, ossigenoterapia (gli inconvenienti gravi sono eccezionali, ma è richiesta comunque l'ospedalizzazione);

• per la pelle, se le lesioni si limitano a pruriti e ad arrossamenti, si applicheranno soltanto delle pomate anti-istaminiche; qualora compaiano vesciche saranno trattate come vesciche da ustioni di II grado.

In conclusione la quasi totalità dei casi colpiti dagli agenti irritanti non ha bisogno di alcuna terapia e si riprende spontaneamente nel giro di pochi minuti.

I casi che comportano complicazioni di una certa importanza sono eccezionali e riguardano essenzialmente gli occhi e la pelle.

ODORE	SOSTANZA TOSSICA
Mandorle amare	SISTEMICO: Acido Cianidrico= odore dolce IRRITANTE: Difenil Ciano Arsina=odore dolce SISTEMICO : Cloruro di cianogeno=odore pungente
Frutta	SISTEMICO: Cianuro di bromobenzile = frutta marcia VESCICANTE: Etil Dicloro Arsina = odore Pungente/Irritante NERVINO : Tabun/Soman <small>puro</small>
Geranio	VESCICANTE: Lewisite <small>impuro</small>
Erba tagliata di fresco	SOFFOCANTE: Fosgene/Difosgene
Odore sgradevole	VESCICANTE: Ossima del fosgene(Fosgene Oxime CX)
Vernice	Tabun GA -Sarin GB
Canfora	NERVINO : Soman <small>impuro</small>
Mostarda	VESCICANTE: Iprite <small>impuro</small>
Pesce, Sapone	VESCICANTE : Azoiprite <small>impuro</small> (iprite di azoto HN 1,2,3)
Catrame di Carbone caldo	Adamsite
Aglio	VESCICANTE: Iprite <small>impuro</small> SISTEMICO: Arsina IRRITANTE: Difenil Ciano Arsina
Carta Moschicida / Melassa	SOFFOCANTE: Cloropicrina=pungente/dolciastro
Fieno Marcio	SOFFOCANTE : Fosgene/Difosgene
Fiori di Melo	IRRITANTE: CloroAcetoFenone= <i>pungente</i>
Foglie in fermentazione	SOFFOCANTE : Fosgene/Difosgene
Muffa	VESCICANTE: Azoiprite <small>impuro</small>
PEPE	IRRITANTE: Clorobenzal Malonitrile=pungente
Pungente	IRRITANTE: Dibenzo O-Azepina

Caratteristiche organolettiche

2.4.7 T. Psicotropi, Inabilitanti

Gli inabilitanti sono sostanze inodori e incolori che, se ispirate o ingerite, provocano squilibri mentali e disturbi sensoriali con diminuzione dei normali riflessi.

Dopo l'esposizione, per qualche decina di minuti si manifestano sintomi di disorientamento accompagnati da allucinazioni ottiche ed acustiche e la sinto-

matologia delle vittime è caratterizzata soprattutto da miosi, ipertermia, secchezza delle fauci.

Questi aggressivi, a differenza dei neurotossici, non uccidono ma si limitano a provocare un' inabilitazione temporanea, sufficientemente lunga (12- 24 ore) del soggetto colpito.

Esauritasi l'azione dell'aggressivo, l'individuo ritorna completamente normale.

Sono anche detti Psicochimici, in quanto perturbano l'attivazione mentale dell'individuo.

Gli inabilitanti, insieme con gli irritanti, appartengono agli aggressivi chimici non letali.

Essi, infatti, non mettono in pericolo la vita dell'individuo, se non quando usati in dosi elevatissime e pressoché impossibili ad ottenersi all'aria aperta.

Il loro impiego mira a rendere il colpito temporaneamente non idoneo a svolgere il proprio compito.

Le sostanze ad azione inabilitante possono essere suddivise in due categorie:

- Deprimenti del Sistema Nervoso Centrale (BZ e derivati della canapa industriale)
- Allucinogeni o eccitanti del Sistema Nervoso Centrale (L.S.D. -Mescalina)

Di ogni gruppo sono stati citati solo i rappresentanti più tipici.

Essi comprendono in realtà numerose altre sostanze, ma molte di esse sono talmente costose che è assurdo pensare ad un loro impiego bellico su vasta scala.

Esse appartengono più al gruppo delle droghe che non a quello degli aggressivi chimici.

Ma alcune di esse, per le loro caratteristiche farmacologiche e per il loro basso costo, potrebbero prestarsi all'impiego bellico.

Fra le sostanze deprimenti del S.N.C. di possibile impiego in un conflitto potrebbe essere annoverato il BZ, per due motivi:

- Il suo costo relativamente basso
- La facilità di disseminazione per mezzo di candelotti

Appartengono a questa categoria i neurostimolanti (LSD o dietilamide dell'acido lisergico) e gli anticolinergici (BZ o 3-chinoclidil benzilato) che agiscono rispettivamente interferendo con le attività dopaminergiche del sistema nervoso centrale e con la trasmissione dell'impulso nervoso a livello colinergico.

La somministrazione volontaria di sostanze del primo gruppo ha determinato la totale disorganizzazione di militari ben addestrati, sebbene l'uso di LSD o analoghi in ambito bellico sembra improbabile; la sintomatologia è caratterizzata da tachicardia, sudorazione, eccitazione psichica, distrazione, fuga delle idee, allucinazioni ottiche e acustiche.

Il BZ è un derivato della Cannabis Indica, di cui gli estratti dalle cime e dai germogli contengono in percentuale variabile dal 4% al 15% il 1-9-tetraidrocannabinolo (THC) responsabile della maggior parte degli effetti psicologici prodotti sull'uomo.

Esso si presenta come una polvere cristallina bianca, poco solubile, che può essere dispersa sotto forma di aerosol solido e che può pertanto penetrare nel corpo umano attraverso la cute e le vie respiratorie.

A piccole dosi provoca sonnolenza e scadimento dell'attenzione. Il meccanismo d'azione del THC a livello centrale e periferico è tuttora sconosciuto.

Nel complesso quadro sintomatologico allora vengono distinti:

a) Disturbi psichici

- Esaltazione con senso di maggior benessere e potenza;
- Disturbi della percezione con alterazioni temporali (il tempo sembra scorrere molto lentamente);
- Euforia e depressione;
- Depersonalizzazione, fuga di idee, perdita della memoria e del giudizio;
- Stato di panico con allucinazioni, paura, senso di morte imminente, psicosi paranoide o schizoide.

b) Disturbi fisici

- Tachicardia;
- Ipertensione arteriosa;
- Secchezza delle fauci;
- Ipotermia delle estremità con parestesie;
- Congestione congiuntivale (segno tipico);
- Tremori, atassia, pollachiuria;
- In caso di assunzione di dosi elevate può comparire stato stuporoso fino al coma con depressione respiratoria e ipoglicemia.

Le principali azioni terapeutiche rivolte al colpito da BZ sono:

- psicoterapia tendente a rassicurare il paziente della transitorietà del suo stato;
- se necessario trattare il paziente con diazepam;
- in presenza di tachicardia può essere utilizzato il propanolo;
- gastrolusi se la droga è stata assunta per via orale;
- catarsi salina;
- rianimazione cardio-polmonare in casi di depressione del S.N.C.;
- è buona norma non impiegare analettici e stimolanti centrali al fine di evitare l'insorgere di disturbi della funzione cardiaca.

Nel caso degli allucinogeni che sotto questa denominazione vengono raggruppate un insieme di sostanze dette anche "psichedeliche" che, qualora assunte, provocano alterazioni mentali della conoscenza e della percezione tali da simulare malattie psicofisiche.

Tra le più note vengono ricordate:

- Mescalina
- Psilocibina

La LSD (dietilamide dell'acido lisergico) potrebbe rappresentare la sostanza più importante per un ipotetico impiego in caso di una guerra futura: essa, comunque, va considerata come aggressivo inabilitante di seconda scelta, in relazione all'elevato costo ed al difficile impiego.

Pur permanendo dubbi sul meccanismo d'azione della droga, la dinamica più attendibile va ricercata nell'interferenza che essa esercita (agonismo) a livello dei recettori presinaptici della 5 HT nel mesencefalo.

La clorpromazina è un valido farmaco antagonista nella sindrome tossico-allucinogena da LSD.

Non si repertano segni di astinenza.

La tossicità di queste sostanze al livello del sistema nervoso centrale e periferico si manifesta in alterazioni:

α Psiciche: turbe dell'ideazione fino alla paranoia, depressione, eccitamento oppure euforia, alterazioni spazio temporali, allucinazioni anche a distanza di tempo;
α Sensoriali: distorsioni della percezione fino ad allucinazioni soprattutto visive;
α Alterazioni neurologiche e neurovegetative: ipertono muscolare, iperriflessia generalizzata, atassia, midriasi, nausea, vomito, tachipnea, tachicardia, ipertensione arteriosa.

La LSD rappresenta il più potente allucinogeno finora conosciuto tanto che alla dose 0,5-2 mcg/Kg di peso corporeo compare in pochi minuti la classica sintomatologia.

A tanto elevata potenza allucinogena corrisponde una bassissima tossicità acuta con rapporto tra dose efficace e dose tossica di circa 1:1.000.

Fortunatamente il grave quadro clinico sopra descritto evolve rapidamente verso la risoluzione completa, in genere, dopo circa 10/12 ore, pur potendo le allucinazioni persistere nelle 48 ore successive e lo stato psicotico per 3/4 giorni.

Infine, inspiegabili risultano le reazioni psicotiche a distanza (fenomeni di ritorno) di settimane o mesi, anche a seguito di un'unica assunzione.

Le principali azioni terapeutiche rivolte al colpito da sostanze allucinogene sono:

- Proteggere il paziente da atti imprudenti ed autolesivi;
- Gastrolusi;
- Somministrazione di sedativi sotto controllo medico (clorpromazina-aloperidolo), tenendo presente che barbiturici e Diazepam sono generalmente inefficaci e che la reserpina è controindicata;
- Nei casi più gravi si ricorrerà alla rianimazione cardio-polmonare.

2.4.8 Insetticidi

È chimicamente il tricloronitrometano, liquido incolore, dall'odore molto pungente, ed altamente lacrimogeno.

Si prepara facendo agire il cloruro di calce sull'acido picrico, da cui il nome dato al tossico.

Fu utilizzato come lacrimogeno nel corso della prima guerra mondiale.

Si rivela tossico se inalato se inalato per dieci minuti alla concentrazione di 2 mg per litro.

È altresì impiegato in qualità di fumigante contro gli insetti dei granai e del terreno.

2.4.9 Agenti chimici indiretti

Esistono altri agenti chimici non direttamente classificati come armi chimiche:

- *Defoglianti*, che distruggono la vegetazione ma non sono direttamente tossici per gli esseri umani.

Per esempio l'Agente Arancio usato dagli Stati Uniti in Vietnam, conteneva diossina ed è noto per i suoi effetti cancerogeni a lungo termine e per causare danni genetici che portano a malformazione nei neonati;

- *Incendiari o esplosivi*, come il napalm, i cui effetti distruttivi sono dovuti principalmente al fuoco o alle esplosioni e non all'azione chimica diretta.

2.5 RISCHIO CHIMICO-INDUSTRIALE O DA TRASPORTO

Gli elementi che possono mettere un'industria o un trasporto a rischio di incidente rilevante, possono essere:

A. sostanze pericolose in determinate attività industriali, in quantità tale da superare determinate soglie, quali:

- Sostanze tossiche, cioè tutti i composti chimici che provocano effetti avversi sull'organismo umano quando sono inalati, ingeriti o assorbiti per via cutanea;
- Sostanze infiammabili (che possono liberare grandi quantità di energia termica);
- Sostanze esplosive (che possono liberare grandi quantità di energia dinamica),
- Sostanze comburenti (che hanno reazione fortemente esotermica a contatto con altre sostanze, in particolare con sostanze infiammabili)

B. la possibilità di evoluzione non controllata di una attività industriale con conseguente pericolo grave, immediato o differito sia per l'uomo all'interno o all'esterno dello stabilimento sia per l'ambiente circostante a causa di:

- emissione di sostanze tossiche;
- incendio;
- esplosione

Tipologia
Stabilimento chimico o petrolchimico
Deposito di Gas liquefatti
Raffinazione petrolio
Deposito di oli minerali
Deposito di fitofarmaci
Deposito di tossici
Distillazione
Produzione e/o deposito di esplosivi
Centrale termoelettrica
Galvanotecnica
Produzione e/o deposito di gas tecnici
Acciaierie e impianti metallurgici
Altro

Principali stabilimenti in Italia

Il rischio d' incidenti industriali agli agenti e prodotti chimici come il metilisocianato, cianuro, ammoniaca e cloro che vengono ampiamente usati è potenzialmente significativa.

Nel 1984 il rilascio accidentale di una nube di metilisocianato, (composto utilizzato per l'industria dei pesticidi), si è reso famoso per uno dei più gravi disastri in

stinta colorazione il cui significato deve essere reso noto ai lavoratori e squadre di soccorso mediante tabella esplicativa secondo dell'art. 244 del D.P.R. 22 / 4 / 1955 n. 547.

Lo schema suggerito dall' ex E.N.P.I. oggi utilizzato nella quasi totalità delle industrie, è il seguente:

Acqua	VERDE
Vapore e acqua surriscaldata	GRIGIO ARGENTO
Combustibili liquidi e oli	MARRONE
Gas allo stato gassoso o liquido	GIALLO OCRA
Acidi e Alkali	VIOLETTO
Aria	AZZURRO CHIARO
Altri liquidi	NERO



La dinamica degli eventi durante il rilascio di un agente chimico

Una rapida identificazione dell' agente può condizionare lo sviluppo degli interventi di soccorso sanitario.

La strumentazione utilizzata per il rilevamento delle sostanze chimiche presenti nell'ambiente variano a seconda delle disponibilità locali e normalmente includono dispositivi per la ricerca di composti organici e agenti infiammabili e per il monitoraggio dell'ossigeno disponibile; tutti hanno alcune limitazioni quali la inidoneità a rilevare la presenza di alcuni composti o sostanze chimiche e ad identificare gli agenti chimici aggressivi di guerra.

Gli stessi presentano, inoltre, il limite di una bassa specificità. In alcune circostanze la identificazione di un agente chimico richiede un laboratorio di analisi.

2.5.1 Generalità sui trasporti

Il trasporto di merci pericolose non è disciplinato da leggi nazionali ma è classificato in base ad accordi internazionali.

Secondo quanto stabilito dalle normative internazionali, i trasporti vengono riconosciuti sciolti :

- Su strada (ADR)
- Su ferrovia (RID)
- Aereo (IATA)
- Marittimo (IMO)

Le direttive più trafficate e conseguentemente anche più esposte ad eventi incidentali sono le :

- autostrade
- tangenziali

La movimentazione su ferrovia è una tipologia di trasporto intrinsecamente più sicura rispetto a quella su strada.

Problematica è invece l'esistenza di depositi merci spesso situati all'interno di centri abitati, dove vengono stoccate ingenti quantità di sostanze pericolose.

Altra sezione a rischio di incidenti è rappresentata dal terminale di ferrovia (scalo internodale).



Tipologie di trasporto commerciale

Numerose sono le variabili in gioco (caratteristiche di pericolosità della materia rilasciata, dimensioni e tipo del rilascio, caratteristiche dei luoghi, presenza di persone, condizioni meteo, disponibilità di persone e mezzi di emergenza adeguati ecc.) ed ogni incidente può considerarsi un caso a sé.

I casi più tipici e diffusi sono gli incidenti con urto contro ostacoli fissi (spartitraffico, alberi, edifici, pilastri di viadotti) o mobili (altri autoveicoli) e/o ribaltamento dell'automezzo.

L'automezzo può permanere sulla carreggiata stradale, ostruendo il transito, ovvero uscire di strada arrestandosi alla base delle scarpate laterali.



Segnali a norme su trasporto

Sostanze Maggiormente Movimentate	Codice ADR-RID
Fuochi artificiali, Esplosivi	1
GPL, Ossigeno, Azoto compresso, Propano, Ammoniac anidra, Cloro, Lacte, Propilene	2
Alcool Etílico, Acetone, Benzina, Gasolio, Toluene, Metano, Vernici	3
Azoto	4.1
Zinco in polvere	4.3
Acido Cromico	5.1
Peroossidi, Astenico, Diclorometano, Fenolo, Eutanolo, Cloroacetato di Etilene, Etilcloruro	6.1
Materie radioattive	8
Materie pericolose per l'ambiente liquide, solide	9

Le sostanze di trasporto

Il rilascio di materia pericolosa può essere circoscritto al solo luogo dell'incidente ovvero diffondersi in fognature o corsi d'acqua o in edifici.

Le vie di accesso per la risposta all'emergenza possono essere libere, agevoli, sopravvento, ovvero il contrario.

L'entità del rilascio, nel caso di trasporto con autocisterne, può essere rilevante (10-30.000 litri) e l'area interessata dall'emergenza può raggiungere dimensione dell'ordine dei 1000 metri dal luogo del rilascio sia per l'effetto di esplosioni che della diffusione di nubi esplosive o tossiche.

L'intervento può ridursi all'allontanamento dei presenti (conducenti dei veicoli transitanti sulla strada interessata), ovvero richiedere l'evacuazione degli edifici potenzialmente interessati dall'incendio, l'esplosione e la nube tossica.

2.5.2 Tipologie di cisterne

Oltre agli organi e alle strutture utilizzate per carico, scarico e stoccaggio, le varie tipologie di cisterne presenti sul mercato differiscono, soprattutto, per la struttura di base possono essere:

- Fisse
- Ribaltabili

Inoltre, lavorare:

- a pressione atmosferica
- messe in pressione da compressori

Le cisterne allestite su rimorchi e semirimorchi, infine, si dividono in:

- autoportanti
- "appoggiate", ossia fissate ad un telaio



Incidente di autocisterna

Le cisterne ed i contenitori che trasportano materie pericolose su strada o ferrovia devono essere identificate con apposite segnalazioni di pericolo (pannelli ed etichette).

Quando viene effettuato il trasporto di materie pericolose, tutte le unità di trasporto devono essere munite di due pannelli di segnalazione del pericolo di color arancione (retro-riflettente), di 40 cm per 30 cm, con bordo nero di 15 mm, posti uno davanti ed uno dietro a ciascuna unità di trasporto.

I pannelli di pericolo sono orizzontalmente in due spazi :

- Su quello superiore è riportato il "numero di identificazione pericolo " detto n° KEMLER che indica il pericolo principale, essenzialmente connesso con lo stato di aggregazione e con il tipo di sostanza;
- Su quello inferiore è riportato il numero di identificazione della sostanza detto n° ONU.

33
1088

NUMERO ONU	NUMERO KEMLER	SOSTANZA
1001	23	Acetilene
1003	225	Aria liquida refrigerata
1005	268	Ammoniaca anidra

Pannello di pericolo: n.Kemler-n. ON

Poiché vi sono circa 1000 sostanze, si riporta ad esempio, una tabellina di tre sostanze pericolose, sia in numero ONU che il numero Kemler e la sostanza.

Le varie tipologie di cisterne per il trasporto variano a secondo del tipo di sostanza che trasportano.

<p>ESPLOSVIVI (E)</p> <p>R1 Esplosivo allo stato secco R2 Rischio di esplosione per urto, strappamento, fuoco o altre sorgenti di ignizione R3 Elevato rischio di esplosione per urto, strappamento, fuoco o altre sorgenti di ignizione R4 Fuoco insospettabile metallo esplosivo molto sensibile R5 Pericolo di esplosione per riscaldamento R6 Esplosivo in contatto o senza contatto con l'aria R10 Pericolo di esplosione in presenza con sostanze comburenti R11 Durante l'uso può formare con l'aria miscela esplosivo/inflammiabile R12 Può formare perossidi esplosivi R14 Rischio di esplosione per riscaldamento in ambiente confinato</p> 	
<p>ESTREMAMENTE INFIAMMABILI (F+)</p> <p>R12 Liquidi, con punto infiammabile minore di 0°C a punto di ebollizione minore o uguale di 35°C. Classi che a temperatura o pressione ambiente si infiammano a contatto con l'aria</p> 	
<p>FACILMENTE INFIAMMABILI (F)</p> <p>R11 Solidi che infiammano o combuono con una sorgente di accensione o che facilmente si accendono o combuono anche dopo l'abbandonamento di loro sorgenti R12 Sostanze che a contatto con l'aria formano gas estremamente infiammabili (perossidi) (liquidi) R13 Sostanze che spontaneamente si accendono all'aria R14 Sostanze che può diventare facilmente infiammabile durante l'uso</p> 	
<p>TOSSICI (T)</p> <p>R23 Tossico per inalazione R24 Tossico a contatto con la pelle R25 Tossico per ingestione R26 A contatto con l'acqua R31 A contatto con acidi liberi gas tossici R33 Pericolo di effetti cumulativi molto gravi R39 Pericolo di effetti irreversibili molto gravi R48 Pericolo di gravi danni per la salute in caso di esposizione prolungata (fatta gas tossici)</p> 	
<p>NOCIVI (Xn)</p> <p>R20 Nocivo per inalazione R21 Nocivo a contatto con la pelle R22 Nocivo per ingestione R36 Irritante per gli occhi R37 Irritante per le vie respiratorie R40 Possibilità di effetti irreversibili in caso di esposizione prolungata R41 Nocivo per ambiente, inalazione o contatto con la pelle.</p> 	
<p>IRRITANTI (Xi)</p> <p>R36 Irritante per gli occhi R37 Irritante per le vie respiratorie R38 Irritante per la pelle.</p> 	
<p>ECOTOSSICI (N)</p> <p>R50 Estremamente tossico per gli organismi acquatici R51 Tossico per gli organismi acquatici R52 Tossico per la flora R53 Tossico per la fauna R54 Tossico per gli organismi del terreno R57 Tossico per le api.</p> 	

Segnali di pericolo

2.5.3 Principali sostanze chimiche-tossicologiche di uso industriale o di trasporto

- Ammoniaca (NH₃)
- Cloro
- Ac. Cianidrico
- Fluoroacetati, acido fluoroacetico, fluoroacetamide
- Benzene
- Ossido di etilene
- Benzina carburante (da C₅H₁₂ a C₉H₂₀)
- Toluene diisocianato (C₉H₆N₂O₂)
- Paraquat

L'ammoniaca è un composto dell'azoto.

A temperatura ambiente l'ammoniaca è un gas incolore dall'odore pungente molto forte e soffocante (irritante/tossico).

È dotata di comportamento riducente, può reagire anche in maniera esplosiva con l'ossigeno, e si combina con gli alogeni per dare le alogeno-ammine.

Gli usi dell'ammoniaca sono innumerevoli: è una sostanza estremamente importante in campo industriale.

Viene anche utilizzata:

- Come base per fertilizzanti agricoli;
- Come intermedio nella sintesi del bicarbonato di sodio;
- Come componente per vernici;
- Come refrigerante nell'industria del freddo;
- Per la produzione di esplosivi;
- Per la produzione di nylon e fibre sintetiche;
- Per la produzione di materie plastiche e polimeri;
- Come solvente;
- Nell'industria cartaria come sbiancante;
- Nell'industria della gomma;
- Negli ambienti domestici, è un detergente per vari usi che può essere utilizzato su molte superfici;
- Nelle tinture per capelli;
- In metallurgia per ottenere atmosfere riducenti;
- Nella combustione, in soluzione acquosa al 25 % per ragioni di sicurezza, come reagente per il controllo degli ossidi di azoto (NOx);
- Nella produzione di sigarette, in quanto l'ammoniaca velocizza il procedimento di assunzione della nicotina da parte dei recettori del cervello.

L'ammoniaca può venire conservata e trasportata in due forme: come liquido puro anidro, in serbatoi criogenici a pressione che la tengono al di sotto della sua temperatura di ebollizione, oppure in soluzione acquosa (35 % ammoniaca 65 % acqua, in peso), in comuni contenitori a temperatura ambiente.

L'estensione dei danni dipende dalla durata di esposizione e dalla concentrazione del gas disperso.

Il contatto con la cute provoca arrossamento, dolore, agli occhi ulcerazioni (congiuntiva ed alla cornea), ustioni, glaucoma, cataratta.

Se ingerita in soluzione concentrata, l'ammoniaca provoca dolori alla bocca e allo stomaco, diarrea, convulsioni; si sono avuti casi di morte per solo 4-8 g di sostanza.

Per inalazione provoca irritazione al naso, alla gola, respiro affannoso, dolore al torace, tosse, edema della laringe, broncospasmo con effetti ritardati di edema polmonare, bronchite o polmonite chimica.

Ma per inalazioni brusche di forti quantità può avvenire la morte per arresto riflesso del cuore e del respiro.

I primi interventi di soccorso consistono in :

- *contatto con la cute*: togliere gli indumenti contaminati. Lavare la zona cutanea interessata con molta acqua corrente;
- *contatto con gli occhi*: lavare subito con acqua corrente per almeno 15 minuti mantenendo le palpebre ben aperte e facendo ruotare lentamente i bulbi oculari;

• *inalazione*: allontanare l'infortunato dalla zona inquinata e tenerlo disteso e a riposo in ambiente aerato.

Se la persona tossisce insistentemente o è priva di conoscenza, ma respira, somministrare ossigeno a bassa pressione.

Nel caso in cui l'infortunato non respiri, praticargli eseguire linee guida BLS-D.

Poiché i sintomi dell' edema polmonare spesso si manifestano dopo alcune ore dall'esposizione, tenere l'infortunato sotto osservazione (monitoraggio dei parametri vitali) per almeno 48 ore in ambiente ospedaliero.

Come protezione individuale si consiglia protezione delle vie respiratorie con maschera antigas a facciale completo con filtro specifico o eventuale autorespiratore.

Protezione degli occhi tramite visiera od occhiali di sicurezza in combinazione con la protezione respiratoria (non utilizzare lenti a contatto).

Protezione delle mani guanti in gomma ed uniforme specifica completa del capo, viso e collo a tenuta di gas con cappuccio e stivali.

Il Cloro, in funzione della sua concentrazione nell'aria genera fenomeni di tossicità immediata anche molto gravi.

L'azione tossica e quella lesiva, sono proporzionali alle concentrazioni ed ai tempi di esposizione.

Gli effetti più aggressivi del cloro sono quelli sclerotizzanti conseguenti agli effetti ossidanti del cloro stesso e dell' acido cloridrico o acido ipocloroso che si viene a formare in presenza di acqua.

L'acido ipocloroso è noto come "candeggina" nella sua forma comune di sale sodico in soluzione acquosa al 5- 6%.

Non è combustibile, tuttavia essendo un forte ossidante può reagire in maniera esplosiva o formare composti esplosivi con alcune sostanze, in particolare ammoniaca, idrogeno, acetilene, etere, carburante ecc.

In genere le sostanze chimiche di uso industriale sono "non persistenti" e ciò è di notevole interesse clinico e procedurale relativamente alla fase del soccorso ed in particolare al pericolo per i soccorritori di "contaminazione secondaria" ovvero la contaminazione del soccorritore determinata dalla vittima contaminata.

Infatti nella ipotesi di un evento aggressivo o no, le vie di contaminazione, per l'uomo, possono essere prevalentemente:

- inalatoria (la maggior parte dei casi)
- cutanea
- mucosa

La via inalatoria oltre ad essere quella maggiormente interessata è anche quella coinvolta in modo imprevedibile, senza una possibile difesa che non sia l'allontanamento della vittima, quando possibile, dalla esposizione.

Le mucose dell'albero respiratorio risultano ustionate con presenza di broncospasmo che nelle forme più gravi le mucose edematose causano ostruzioni delle vie aeree alte fino ad edema polmonare acuto.

I bambini esposti sono più vulnerabili in quanto presentano in rapporto al peso corporeo una superficie polmonare più ampia e un maggior volume minuto rispetto all'adulto.

Anche se in alcuni casi i sintomi possono essere non coincidenti con l'inizio della inalazione del tossico, è necessario considerare che la gravità del quadro clinico

è dovuta alla diretta penetrazione della sostanza chimica nell'albero respiratorio con conseguenti effetti dannosi diretti ed indiretti; il pericolo di morte per anossia (competizione con l'ossigeno) è presente anche nei casi in cui il gas o vapore di per se stesso non possiede effetti tossici (es. azoto e idrogeno).

L' Ac. Cianidrico risulta estremamente tossico per la formazione di vapori aggressivi quali prodotti di reazioni chimiche fra i sali di cianuro e le soluzioni acide (vedi tossici enzimatici).

Il benzene è una sostanza chimica incolore o giallo chiara, liquida a temperatura ambiente.

Ha odore dolciastro, è altamente infiammabile ed evapora molto rapidamente.

Il suo vapore è più pesante dell'aria dunque tende a concentrarsi in prossimità del suolo.

Il benzene si origina sia da processi naturali sia da attività industriali.

Alcune industrie impiegano il benzene per realizzare altre sostanze chimiche necessarie per la produzione delle materie plastiche, delle resine e del nylon, oltre che delle fibre sintetiche.

Il benzene si usa anche per la produzione di determinati tipi di lubrificanti, gomma, vernici, detersivi, farmaci e pesticidi.

Può essere assorbita nell'organismo per:

- inalazione
- cute
- ingestione

L'aria in ambienti chiusi generalmente contiene livelli di benzene più alti, rispetto a quella esterna e deriva da prodotti che lo contengono, quali i collanti, le vernici, le cere per mobili e i detersivi.

L'aria in prossimità di discariche di materiali pericolosi o delle stazioni di rifornimento può contenere livelli di benzene superiori rispetto ad altre aree.

Il benzene che fuoriesce da serbatoi di deposito interrati o da discariche di materiali pericolosi contenenti benzene potrebbe inquinare l'acqua dei pozzi.

Quanti prestano servizio in fabbriche che utilizzano il benzene possono essere esposti ad altissimi livelli di benzene.

Respirando alte concentrazioni di benzene possono manifestare i seguenti segni e sintomi: nel giro di pochi minuti fino a parecchie ore dopo l'esposizione:

- sonnolenza, vertigini;
- battito cardiaco accelerato o irregolare;
- cefalea, confusione, perdita di coscienza;
- tremori;
- decesso (se l'esposizione è a livelli molto elevati).

Se si mangiano alimenti o si bevono bevande contenenti alti livelli di benzene possono manifestare vomito ed irritazione allo stomaco, oltre a quelli appena citati, nel giro di pochi minuti o di qualche ora dopo l'esposizione.

Se il soggetto esposto vomita in quanto ha mangiato o bevuto alimenti contenenti benzene, il vomito potrebbe essere risucchiato nei polmoni (ab ingestis), provocando problemi di respirazione e tosse.

La diretta esposizione degli occhi, della pelle o dei polmoni al benzene può provocare danni e irritazione ai tessuti.

Misure di sicurezza, cosa fare:

- Se la dispersione di benzene è avvenuta all'aperto, spostarsi da quell'area;
- Se la dispersione di benzene è avvenuta in ambiente chiuso, lasciare l'edificio;
- Se si ritiene di essere stati esposti al benzene, occorre sfilarsi gli abiti indossati al momento dell'esposizione, lavarsi rapidamente tutto il corpo con acqua e sapone e contattare un medico nel più breve tempo possibile;

L'ossido di etilene appartiene al gruppo dei “gas tossici” ed è incolore con odore dolce tipico delle olefine.

Può essere rilasciato come gas (se il cedimento della parete o degli accessori della cisterna si verifica nella parte alta occupata dal gas) ovvero allo stato di liquido (se il foro si verifica nella parte occupata dal liquido).

Il liquido rilasciato subisce un processo di vaporizzazione, più o meno rapido a seconda della temperatura ambiente.

Infatti per passare allo stato di vapore il liquido deve sottrarre il calore necessario all'aria o al suolo.

È gas tossico, cancerogeno e mutageno.

I rischi sono costituiti dalla formazione di nubi di gas densi, più pesanti dell'aria che tendono a mantenersi e muoversi a livello del suolo rimanendo ad alta concentrazione per vaste aree (anche 500 metri di distanza).

Vi è il pericolo di asfissia per le persone o di incendio o esplosione della nube.

Quindi, a differenza dei normali idrocarburi come propano e butano costituenti il GPL, esso rimane pericoloso anche a concentrazioni nettamente inferiori al limite di infiammabilità.

Pur essendo la presenza di sostanze additive stabilizzanti, che ne impediscono la reazione di polimerizzazione (altamente esotermica), se riscaldato per effetto di un incendio, può produrre l'esplosione del liquido rimasto nella cisterna.

La presenza di un rilascio è normalmente segnalata dalla nube di vapori bianchi (causata dalla condensazione di vapore d'acqua a contatto dei vapori freddi di ossido di etilene) che si origina dal punto di rottura.

Se sottoposto a riscaldamento (per esempio per esposizione a incendio), anche se successivamente raffreddato (per esempio per irrorazione d'acqua antincendio) l'ossido di etilene può innescare e/o continuare il processo di polimerizzazione esotermica fino a generare pressioni che fanno esplodere il contenitore.

Un episodio di esplosione, con proiezione di parti metalliche fino a 600 metri di distanza, è accaduto a una cisterna svuotata dopo alcune ore dal riempimento con acqua per la bonifica.

È un tossico per inalazione ed ingestione. Irritante per gli occhi e per le vie respiratorie.

L'inalazione dei vapori può causare intossicazione acuta con sintomi a carico dell'apparato respiratorio e digerente, del sistema nervoso, del fegato e di altri organi.

I sintomi (malessere, cefalea, dolori addominali, nausea, vertigine, vomito, agitazione, tremori, narcosi, coma, paralisi respiratoria) variamente associati, insorgono normalmente dopo un periodo di latenza di alcune ore dall'esposizione.

Il contatto con l'ossido di etilene liquido provoca ustioni cutanee con comparsa di vescicole e necrosi sulla pelle, mentre può causare gravi irritazioni, fino all'ustione corneale, agli occhi.

Misure di sicurezza, cosa fare:

- Operare sempre da postazioni sopravvento, protette e resistenti a eventuali esplosioni;
- Se ci sono perdite senza incendio il liquido continuerà a evaporare, con velocità elevata in clima caldo e bassa velocità in clima freddo, formando una nube infiammabile al di sopra del liquido che potrà essere sospinta dal vento mantenendosi in concentrazioni esplosive;
- Indumenti antincendio, con autoprotettore di tipo adatto a resistere al calore dell'incendio;
- Non sono adatte le comuni maschere con filtro in quanto i vapori di ossido di etilene sono poco o nulla trattenuti dai carboni attivi.

Gli interventi di primo soccorso sono se:

a) *Inalazione:*

- allontanare l'infortunato dalla zona contaminata, mantenendolo al caldo e coricato. Somministrare ossigeno per prevenire eventuali congestioni polmonari;
- in caso di leggere esposizioni è sufficiente la somministrazione di acqua calda;
- in caso di arresto cardiaco e/o cessazione della respirazione, praticare immediatamente la respirazione artificiale.

b) *Contatto con la pelle:* togliere immediatamente gli indumenti contaminati e lavare la pelle con abbondante acqua.

In caso di contatto con liquido, e conseguenti ustioni da freddo causate dall'evaporazione rapida, coprire la parte colpita con garze sterili senza applicare unguenti prima di 24 ore;

c) *Contatto con gli occhi:* irrorare con acqua abbondante per almeno 15 minuti;

d) *Ingestione:* se l'infortunato è ancora cosciente, provocare il vomito somministrandogli acqua tiepida salata o saponata.

La benzina carburante (da C₅H₁₂ a C₉H₂₀) è un liquido colorato di rosso; odore tipico degli additivi coloranti e antidetonanti ed insolubile in acqua.

In caso di rilascio di liquidi infiammabili, il rischio di incendio o di formazione di nubi esplosive di vapori è normalmente circoscritto alla zona dell'incidente, entro una distanza valutabile nell'ordine dei 100 metri dal luogo dell'incidente.

Le benzine con piombo coinvolte in un incendio formano fumi tossici contenenti ossido di piombo.

È cancerogena, tossica, per inalazione e ingestione.

Irritante per gli occhi e per le vie respiratorie.

L'inalazione dei vapori o il contatto può causare danni a sangue e midollo osseo, sistema nervoso centrale, pelle, occhi, sistema respiratorio.

I sintomi dell'esposizione possono essere: malessere, stanchezza, cefalea, depressione, vertigine, narcosi, nausea, vomito, dermatiti.

Elevata tossicità nota riferibile al piombo e al benzene.

Interventi di primo soccorso possono essere:

- *Inalazione*: allontanare l'infortunato dalla zona contaminata;
- *Contatto con la pelle*: togliere immediatamente gli indumenti contaminati e lavare la pelle con abbondante acqua;
- *Contatto con gli occhi*: irrorare con acqua abbondante per almeno 15 minuti;
- *Ingestione*: se l'infortunato è ancora cosciente, provocare il vomito somministrandogli acqua tiepida salata o saponata.

Sono necessari, per ogni operatore degli indumenti antincendio, con maschere con filtro polivalente (vapori organici tossici e ossido di carbonio) e autoprotettore di tipo adatto a resistere al calore dell'incendio per gli addetti all'eventuale operazione di recupero di feriti.

Problemi particolarmente gravi per le operazioni di soccorso si presentano nel caso in cui l'incidente con rilascio si verifichi in:

- *luoghi densamente abitati*: il liquido rilasciato e/o i vapori potrebbero invadere locali circostanti, specie al piano terra o in piani ribassati, e incendiarsi o esplodere per innesco casuale ma altamente probabile.

L'evacuazione degli edifici circostanti il luogo del rilascio dovrebbe essere immediata e il cessato allarme dovrebbe essere decretato solo dopo un minuzioso controllo della presenza di liquido o di miscele esplosive di vapori negli ambienti a rischio.

- *autostrada*: in tal caso è assai probabile che si produca un incendio (innescato dalle scintille causate dalla collisione ovvero dai motori e impianti elettrici degli automezzi in transito o coinvolti nell'incidente) il quale potrebbe coinvolgere una parte dei veicoli vicini al mezzo incidentato.

Un ulteriore aggravio dell'emergenza può verificarsi se nella zona esposta al rischio di incendio si trovassero altri autocarri o autocisterne trasportanti materie pericolose che potrebbero dare luogo a un effetto domino.

- *in galleria*: in tale caso, oltre ai problemi tipici delle autostrade (impedimento totale all'allontanamento dei veicoli), si avrebbe anche l'aggravante che i vapori e i fumi dell'incendio non troverebbero sfogo e invaderebbero l'ambiente fino a rendere irrespirabile e tossica l'atmosfera.

Per gli eventuali infortunati o comunque impediti a muoversi rimangono assai problematiche le operazioni di soccorso, stante l'assenza di vie di accesso alternative.

L'intervento in galleria sarà lento e difficile, a causa della scarsa visibilità per presenza di fumo, alla difficoltà di operare con mezzi pesanti per la rimozione dei mezzi incidentati e alle alte temperature che si potrebbero mantenere per lunghi periodi.

In caso di incidente con rilascio si dovrà sempre provvedere ad allontanare immediatamente le persone ed evacuare gli edifici presenti nell'area di dispersione della nube di vapore.

Il Toluene diisocianato o TDI ($C_9H_6N_2O_2$) è un liquido bianco con odore acuto pungente.

I vapori sono più pesanti dell'aria.

È solubile in acqua e alcoli ma reagisce decomponendosi con sviluppo di anidride carbonica.

È trasportato allo stato liquido non in pressione.

Pur non trattandosi di un liquido infiammabile, a differenza degli isocianati di metile, etile, butile, propile, il TDI sviluppa vapori tossici a temperatura ambiente e tali vapori, essendo più pesanti dell'aria, si diffondono a livello del suolo.

Con acqua o umidità atmosferica reagisce a temperatura ambiente formando urea e sviluppando CO₂.

Qualora acqua entri nella cisterna, lo sviluppo di calore e anidride carbonica può portare all'esplosione.

Il *pericolo di incendio ed esplosione* è basso, dato che i vapori formano con l'aria miscele esplosive solo a temperature superiori a 130°C.

La situazione più critica però si presenta nel caso in cui l'autocisterna sia coinvolta da un incendio (per esempio causato da altri veicoli funzionanti a benzina o a gas) poiché il TDI rilasciato potrebbe riscaldarsi o bruciarsi formando una nube tossica (ossido nitroso NO₂ e cianuri CN⁻) sviluppata in senso verticale; inoltre il liquido contenuto nella cisterna potrebbe sviluppare reazioni esotermiche fino all'esplosione per sovrappressione interna.

Attenzione: *l'insacco di reazioni esotermiche esplosive può continuare anche dopo il completamento dell'estinzione dell'incendio esterno.*

Si usa come protezione:

- indumenti, calzature, guanti impermeabili
- maschera completa per vapori organici tossici

È un tossico per inalazione e contatto.

L'inalazione dei vapori è pericolosa sia per gli effetti tossici immediati sia per gli effetti ritardati dovuti all'elevato potere sensibilizzante.

Sintomi dell'assunzione per inalazione o contatto sono: l'irritazione del naso e della gola, dolori addominali, nausea, vomito, spasmi bronchiali, edema polmonare, dispnea, asma, congiuntivite, lacrimazione, dermatiti, sensibilizzazione cutanea.

In caso di incidente con rilascio si dovrà sempre provvedere ad allontanare immediatamente le persone ed evacuare gli edifici presenti nell'area di dispersione della nube di vapore.

Interventi di primo soccorso sono:

- *Inalazione*: allontanare l'infortunato dalla zona contaminata, mantenendolo al caldo e coricato.

Applicare un supporto respiratorio somministrando ossigeno.

In caso di arresto cardiaco e/o cessazione della respirazione praticare immediatamente la respirazione artificiale;

- *Contatto con la pelle*: togliere immediatamente gli indumenti contaminati e lavare la pelle con abbondante acqua e sapone;
- *Contatto con gli occhi*: irrorare con acqua abbondante per almeno 15 minuti;
- *Ingestione*: sottoporre immediatamente a strutture di pronto soccorso medico.

Il Paraquat è un erbicida altamente tossico.

Il suo aspetto naturale è solido cristallino, incolore, bianco tendente al giallo ed igroscopico.

La soluzione acquosa è rosso scura.

La sostanza si decompone per forte riscaldamento sopra i 300°C, producendo fumi tossici contenenti ossidi di azoto e acido cloridrico ed attacca i metalli.

Se la forma di paraquat utilizzata non contiene gli additivi di salvaguardia (colore, aroma e agente che provoca il vomito), è possibile che le vittime non si accorgano che cibo, acqua o altre bevande siano contaminate.

Se si mangiano o si bevono alimenti contaminati con il paraquat si può restare avvelenati.

L'intossicazione da paraquat può avvenire anche attraverso l'esposizione epidermica.

Il paraquat provoca un danno diretto quando viene a contatto con i tessuti che rivestono il cavo orale, lo stomaco o l'intestino.

Una volta che entra nell'organismo, raggiunge ogni sua parte.

Si scatenano diverse reazioni chimiche in diversi organi determinando effetti sui reni, sul fegato, sul tratto gastrointestinale (dolore e gonfiore della gola, tosse, vomito e diarrea), sistema nervoso (cefalea, attacchi epilettici, debolezza), sul sistema cardiovascolare e sui polmoni, causando ridotta funzionalità, lesioni tissutali includenti emorragia, edema polmonare e fibrosi polmonare.

L'esposizione ad elevate concentrazioni può portare alla morte. Non è noto il meccanismo attraverso il quale questa sostanza agisce.

Se ci è stata un' esposizione al paraquat in forma liquida che potrebbe aver contaminato gli abiti indossati o il proprio corpo, occorrerà togliere l'indumenti, lavare rapidamente tutto il corpo con acqua e sapone, (decontaminazione) nel più breve tempo possibile.

Tra le cure di supporto vi sono la somministrazione di liquidi idratanti per via endovenosa, somministrazione di farmaci per facilitare la respirazione e aumentare la pressione sanguigna e nei casi gravi si occorre alla ventilazione meccanica per aiutare la respirazione ed in alcuni casi la dialisi per compensare l'insufficienza renale.

Non esiste antidoto efficace né cura per l'avvelenamento da paraquat.

CAPITOLO III

3.1 LA CENTRALE OPERATIVA 118

La Centrale Operativa 118, è il riferimento operativo unico dell'intero sistema dei soccorsi sanitari sul campo (Il DPR 27 marzo 1992 al comma 1 "...la centrale operativa garantisce il coordinamento di tutti gli interventi nell'ambito territoriale di riferimento...).

Il soccorso in emergenza è condizionato in ogni circostanza dalla capacità del sistema di contrastare l'evento nel minor tempo possibile e con gli interventi più appropriati.

Tali capacità discendono dalla adeguatezza del livello professionale degli operatori sanitari, dalla appropriatezza dei modelli di intervento e di coordinamento delle risorse umane, dall'adeguatezza quantitativa e qualitativa delle risorse immediatamente disponibili, e dalla intensità dei fattori avversi che possono coesistere con l'evento dannoso.

Il "sistema" che reagisce per contrasto all'evento dannoso è un sistema integrato e si articola in due moduli:

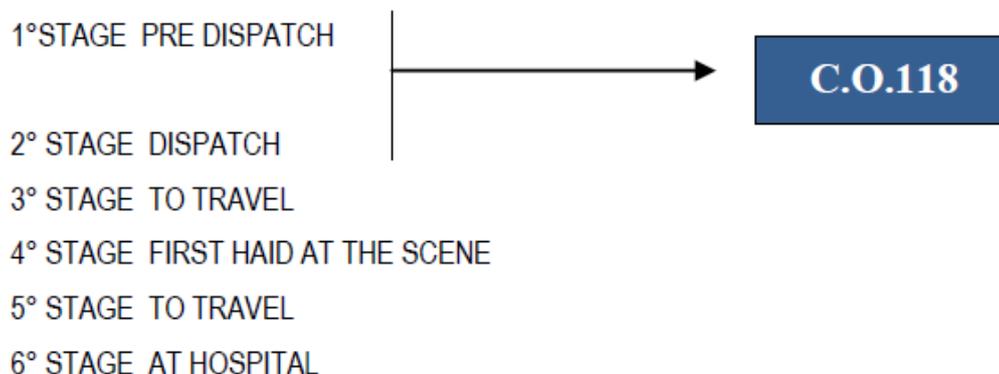
- modulo decisionale attivato dalla Unità decisionale (I.P. 118 Dispatcher)
- modulo esecutivo (soccorso)

Il "sistema integrato decisionale" si identifica con la Centrale operativa 118 la quale assume il ruolo di "sistema integrato di supporto decisionale" laddove la decisione è in capo al soccorritore (unità esecutiva del sistema) intervenuto sulla scena e che può essere medico o infermiere professionale di emergenza.

Gli strumenti di governo sono la pianificazione operativa e le comunicazioni.

3.1.1 Le Fasi di allarme e mobilitazione

Ogni evento incidentale maggiore è caratterizzato, per quanto attiene lo sviluppo dei soccorsi, da una evoluzione temporale ed operativa che si articola secondo sei "stages" di gestione:



La centrale operativa, ricevuto e valutato l'allarme, identificata la tipologia dell'evento, la sede, la presenza di eventuali rischi secondo le procedure ordinarie, assume l'assetto operativo con livello di allarme ROSSO (delta), e provvede a:

1. Definire una corretta pre-classificazione dell'evento accertando anche la:

- presenza di sintomi da lesioni chimiche alle mucose (oculari, nasali, labiali);
- presenza di sintomi di difficoltà respiratorie (tosse, dispnea, stridore laringeo);
- presenza di sintomi di interessamento del Sist. Nervoso (fascicolazioni, convulsioni, coma).

2. Diramare l'allarme ai target di destinazione (VVF- Carabinieri-Polizia-Centro Veleni)

- diramare l'allarme al Responsabile della Centrale operativa 118 che informa il Direttore della SOC 118;
- diramare l'allarme al personale 118 addestrato alla gestione degli incidenti chimici e decontaminazione;
- attivare un immediato primo intervento di ricognizione-triage con equipaggio sanitario dotato di DPI;
- allertare gli Enti di volontariato sanitario e la Protezione Civile;
- allertare gli equipaggi sanitari prontamente disponibili;
- allertare le Direzioni sanitarie, le Aree di emergenza e le Terapie intensive degli ospedali di riferimento provinciali, regionali, extraregionali,

Le prime indicazioni e consigli telefonici per le persone possono essere:

- allontanarsi dal luogo dello scoppio o della nube di fumo in direzione sopravvento;
- identificare un luogo di rifugio che sia fornito di docce o comunque di fontane, acqua corrente, vasche;
- giunti nell'area di rifugio liberarsi degli indumenti più superficiali prima di accedere ai locali, e raccogliarli possibilmente in contenitori ripieni di acqua;
- sottoporsi a doccia tiepida per almeno 10' curando in particolare le parti più esposte (cranio, volto, mani, piedi) in mancanza di doccia, fare la stessa cosa con acqua corrente.

3.1.2 L'equipaggio sanitario di risposta "rapida"

È sempre un' equipaggio su Ambulanza.

Quando si movimentata un mezzo su ruota, lo stesso deve procedere lentamente per evitare di creare turbolenze anche minime e sollevare polvere, deve essere evitata ogni accelerazione anche a ruote ferme (soccorritori e le vittime devono evitare ogni posizione vicina al mezzo ed in particolare in prossimità del tubo di scarico).

L' invio dell'elisoccorso è interdetto fino alla esatta definizione dell'evento, delle aree di pericolo, e della piazzola di atterraggio, per le particolari caratteristiche del mezzo aereo che sviluppa turbolenze il cui raggio d'azione sia orizzontale che verticale varia in rapporto all'elicottero e alle condizioni meteorologiche, e che comunque può avere valori minimi non inferiori a 100 metri, *ogni turbolenza facilita la dispersione incontrollabile dell'agente chimico.*

All'inizio delle operazioni di soccorso le Forze dell'Ordine, coordinate dal Questore o da un funzionario da lui delegato, su indicazione dei VVF, ed eventualmente munite di idonea dotazione protettiva individuale, disponendosi nell'area fredda di sicurezza, assumono le funzioni di presidio di due aree (calda e tiepida) e di mantenimento dell'ordine pubblico.

Il Direttore dei soccorsi sanitari (DSS) è identificato nel responsabile della C.O.118 o nel responsabile del DEA o in un Medico delegato dal responsabile medico del 118 (G.U.116/2001).

Il DSS (o nella denominazione proposta al Dipartimento Nazionale della Protezione Civile, Medical Disaster Manager), il DTS (Direttore tecnico dei soccorsi) dei V.V.F. ed il funzionario di Pubblica Sicurezza delegato dal Questore compongono il Posto di Comando Operativo (PCO) che rappresenta il nucleo di coordinamento per la gestione dell'emergenza.

Del PCO, posizionato in area fredda, fanno altresì parte rappresentanti delle altre Istituzioni interessate nelle operazioni di soccorso.

Ci sono 2 scenari che devono avere una risposta immediata dei soccorsi sanitari:

1. risposta immediata per evento convenzionale che viene gestita così:

- ricognizione del sito;
- segnalare gli indicatori dell'evento;
- dimensionamento dell'evento;
- individuazione della tipologia prevalente;
- individuazione e segnalazione delle vie di accesso;
- individuazione dei luoghi adatti per PMA (posto medico avanzato); eventuale luogo adatto per l'Uni.dec (Unità di Decontaminazione);
- suddivisione dell'area in settori;
- primo TRIAGE.

2. risposta immediata per evento chimico industriale o terroristico che viene gestita così:

- riceve l'allarme;
- implementare le proprie dotazioni con il Kit chimico;
- determinare la presenza e la direzione del vento;
- Segnalare gli indicatori di evento;
- bere almeno 250 ml di acqua;
- provvedere alla disponibilità di un cambio divisa e scarpe, traversi e coperte per asciugarsi- coprirsi dopo la decontaminazione;
- avviare l'avvicinamento al target su un percorso sopravento;
- realizzare degli stop in progressione per raccogliere informazioni sulla localizzazione-distanza del target
- comunicare alla centrale operativa ogni notizia utile alla sicurezza ed alla risposta sanitaria;
- si ferma ad una distanza di sicurezza (variabile nelle singole circostanze) dal target sopravento se non sono ancora presenti i VVF;
- posizionare l'ambulanza in area sicura secondo le indicazioni dei VVF se già presenti;
- coordinare con i VVF e le Forze dell'ordine;
- individuare dei luoghi adatti per PMA ed eventuale Uni.dec.

INDICATORI DI EVENTO

Scoppi/esplosioni	Avvenuti scoppi o esplosioni con limitati effetti, specialmente in luogo pubblico e/o segnalazione di un dispositivo, un contenitore o un veicolo/aeromobile che ha disperso una sostanza nebulizzata o gassosa
Rottami metallici anomali	Materiali sconosciuti (non spiegabili) simili a bombe/munizioni, contenitori, tubi, ecc. – estranei all'ambiente - specialmente se contengono liquidi (Nessuna pioggia recente)
Animali, uccelli, pesci morti	Non nel caso di una morte occasionale, ma presenza di numerosi animali morti (selvatici e domestici, piccoli e grandi), uccelli e pesci nella stessa zona.
Assenza di insetti vivi	Se la normale attività degli insetti (terrestri, volanti, e/o d'acqua) è mancante, allora è opportuno controllare la superficie del terreno e/o dell'acqua, la sponda / riva e constatare la presenza di insetti morti. Se si è vicino all'acqua, controllare l'eventuale presenza di pesci o uccelli acquatici morti.
Numerosi feriti / malesseri	Numerosi individui presentano sintomi simili, manifestano inspiegabili seri problemi di salute, nel campo dalla nausea al disorientamento, alla difficoltà di respirazione – apparentemente senza causa e senza traumi -, sino alle convulsioni, alla morte.
Sintomi fisici	Numerosi individui manifestano inspiegabili vesciche acquose, entermi (come punture d'ape), pupille puntiformi, soffocamento, disturbi respiratori e/o infiammazioni o eruzioni cutanee.
Precisi schemi di vittime	Vittime distribuite secondo uno schema che può essere associato con possibili metodi di dispersione di agenti.
Malattie riferite ad un'area geografica confinata	Bassi tassi di attacco per persone che lavorano all'interno rispetto a quelle all'esterno, o all'esterno rispetto a quelle all'interno, in funzione della localizzazione iniziale dell'evento.
Gocciolamenti anomali di liquidi	Numerose superfici presentano gocce o pellicole oleose; numerose superfici d'acqua hanno una pellicola oleosa. (Nessuna pioggia recente)
Aree che appaiono di aspetto differente	Non solo una porzione di erba morta, ma alberi, arbusti, cespugli, colture alimentari, e/o prati che sono morti, scoloriti, o appassiti. (Non c'è al momento siccità.)
Odori inspiegabili	L'odore può andare dalla frutta ai fiori, a intenso/pungente, all'aglio, a mandorle amare /seme di pesca, al fieno falciato da poco. E' importante notare che l'odore particolare è completamente estraneo come tipo rispetto all'area al contorno.
Nuvole basse	Condizioni di nuvole basse simili a nebbia che non sono spiegabili con quanto c'è al loro contorno.

3.2 DELIMITAZIONE DELLE AREE CONTAMINATE (ZONIZZAZIONE)

L'assoluta priorità per i primi soccorritori in una emergenza è la scena in sicurezza con la delimitazione delle aree contaminate.

Occorre identificare e definire i perimetri (zone) operativi, distinguendoli in *perimetri operativi esterni ed interni*, della zona colpita.

L'isolamento della distanza di sicurezza iniziale avviene tramite:

- Alle informazioni sull'incidente: Segni indicatori di NBCR-E visibili da lontano e testimoni sopravvissuti;
- Presenza di prove individuate su potenziali terroristi;
- Presenza di indumenti protettivi e/o contenitori di sostanze pericolose abbandonati in luoghi inusuali.

Le zone vengono stabilite per controllare e gestire gli spostamenti dei soccorritori, suddividendo l'area in settori e distribuendo oculatamente le risorse ed sono disposte in ordine crescente di rischio.

Il perimetro interno è suddiviso in zone:

- *Zona esterna o Bianca* (eventuale Verde)
(è una zona esterna di sicurezza)
- *Zona fredda o Gialla*

(area all'interno della quale si trovano gli operatori sanitari e le attrezzature per il trattamento dei pazienti eventualmente decontaminati nella zona calda)

- *Zona tiepida o arancione (viene subito dopo la zona calda)*

- *Zona calda o rosa*

(attrezzature e personale per la prima (eventuale) decontaminazione ed il supporto della zona di massimo pericolo)

La zona fredda può essere utilizzata per il primo triage e l'area di raccolta delle vittime che deve trovarsi sopravvento a circa 100 metri dalla zona tiepida (warm zone) la quale divide la zona calda dalla zona fredda e deve avere un raggio minimo di 200 metri.

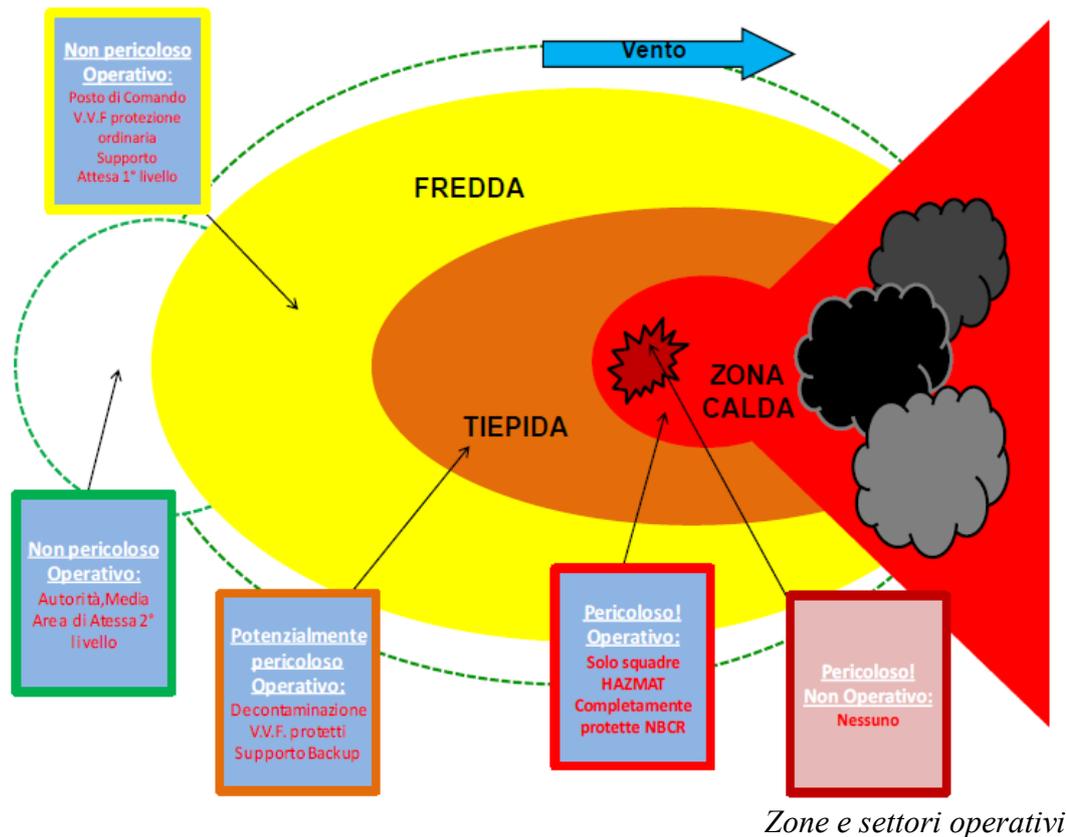
Precisiamo che la zona fredda è di color giallo secondo i VVF italiani mentre è di color verde secondo i Vigili del Fuoco americani ed inglesi ed è una zona operativa non pericolosa è destinata a personale tecnico (VVF) e sanitario e di supporto con protezione ordinaria (corridoio di uscita dalla decontaminazione).

Invece la zona calda "Warm Zone" è di color arancio secondo i VVF italiani mentre per i Vigili del Fuoco americani ed inglesi è di color giallo.

Questo settore è operativo, è potenzialmente pericoloso riservato a personale tecnico (VVF), sanitario e di supporto adeguatamente protetto (ingresso corridoio di decontaminazione).

Alcuni suggerimenti operativi per la scelta della zona fredda:

- La zona fredda, o di sicurezza, dovrebbe trovarsi allo stesso livello della zona di massimo pericolo e sopravvento;
- Non si deve sostare in zone al di sotto dell'area di massimo pericolo, per evitare di trovarsi sulla traiettoria di passaggio di liquidi o gas;
- Evitare zone basse in presenza di fumi che stazionino a bassa quota;
- Non porsi in una zona più elevata rispetto all'area dell'evento, per evitare di essere investiti da aria surriscaldata o da vapori ed esalazioni;
- Verificare di non trovarsi nei pressi di tombini o scarichi fognari, poiché numerosi materiali pericolosi, come i gas, possono diffondersi lungo la rete fognaria in tempi rapidissimi e su un'area molto vasta.



Il personale dei V.V.F. provvede:
 al salvataggio delle vittime che si trovano nell'area calda avviando quelle in grado di muoversi autonomamente e trasportando i feriti non deambulanti presso le stazioni di decontaminazione, situate entro i confini esterni dell'area tiepida.

In tale area le vittime, intossicate o sospette tali, vengono assistite dal personale sanitario che, dotato di idonea protezione individuale e degli strumenti operativi necessari, provvede alla loro decontaminazione;
 ad una prima decontaminazione sommaria (decontaminazione primaria collettiva) tramite getti d'acqua erogati con lance, in un'area appositamente individuata all'interno dell'area tiepida, realizzando, ove sia possibile, un sistema di raccolta delle acque reflue;
 agli interventi necessari e possibili finalizzati alla mitigazione del danno prodotto dalle sostanze pericolose (individuazione, neutralizzazione, recupero);
 all'approvvigionamento idrico;
 alla decontaminazione degli operatori intervenuti.

3.2.1 Il Triage sul campo

Il triage, dal francese "trier" (selezionare), è la categorizzazione delle vittime, e consiste nello stabilire la priorità con cui effettuare le prime cure e la successiva

evacuazione verso le strutture ospedaliere, utilizzando una particolare classificazione dei gradi di urgenza.

Lo strumento per “etichettare” la vittima è la scheda sanitaria.

Il triage ha origine nella Medicina Militare fin dai secoli scorsi; d'altra parte la guerra è una catastrofe che provoca spesso un numero di vittime assolutamente sproporzionato rispetto alle risorse disponibili.

In termini pratici il triage è un metodo per valutare i pazienti in modo omogeneo, e quindi classificarli in categorie di priorità.

Le classi di priorità variano con i diversi sistemi di triage: la classificazione più nota è quella che utilizza i codici colore.

Il triage pre-decontaminazione è un processo dinamico e, in un modello semplificato, le vittime vengono suddivise per priorità in tre gruppi:

- persone per le quali è rilevabile una alterazione ABC trattabile con efficacia;
- persone per le quali non è rilevabile un immediato pericolo per la vita;
- persone per le quali le cure sarebbero irrealizzabili e/o inefficaci.

È importante sottolineare che, nell'emergenza routinaria, il concetto di priorità coincide con quello di compromissione del quadro clinico: più il paziente è grave, prima si tratta.

Questo concetto vale solo in parte nell'ambito della Medicina delle Catastrofi.

A tale proposito un discorso particolare merita la classe di priorità caratterizzata dal colore Blu (non salvabili).

A questa classe vengono assegnati quei pazienti che, pur non essendo ancora deceduti, presentano lesioni gravi da lasciare pochissime speranze di sopravvivenza anche dopo trattamento immediato ed intensivo.

Esempi di situazioni di questo tipo sono i pazienti con ustioni di 2° e 3° grado su più del 90% della superficie corporea, o traumi aperti del cranio con fuoriuscita di materia cerebrale.

3.2.2 Il sistema S.T.A.R.T. nell' incidente chimico

S.T.A.R.T. è l'acronimo che sta per Simple Triage And Rapid Treatment, ed è un sistema di triage sviluppato dai Vigili del Fuoco di Newport Beach, in California, in collaborazione con il sistema dei soccorsi sanitari.

L'esecutore, valutando il paziente, deve porsi una serie di domande (da una a quattro).

Contemporaneamente si mettono in atto alcune rapide manovre terapeutiche: in primo luogo si deve arrestare ogni emorragia esterna importante in atto.

Allo scopo di realizzare una appropriata procedura, è essenziale che il responsabile del triage conosca:

- Il decorso naturale delle lesioni prodotte
- Le risorse sanitarie
- Il flusso delle vittime
- La capacità di evacuazione sanitaria

Il protocollo S.T.A.R.T. può apparire per molti aspetti un'inaccettabile semplificazione di quella che dovrebbe essere la valutazione clinica di un paziente.

Il vantaggio è dato dal buon grado di sensibilità, che impedisce di sottostimare le condizioni di una vittima.

Esistono tuttavia situazioni in cui questo problema si verifica: ne sono esempi i pazienti con blast syndrome (conseguenza di esplosioni) o vittime di intossicazione chimica.

In questi casi, infatti, la latenza tra effetto lesivo e manifestazioni cliniche può essere piuttosto prolungata, ed un paziente apparentemente integro può, poco dopo, peggiorare drammaticamente; un protocollo di triage che consideri anche il fattore di rischio dato dalla dinamica dell'evento potrebbe in teoria essere più adeguato.

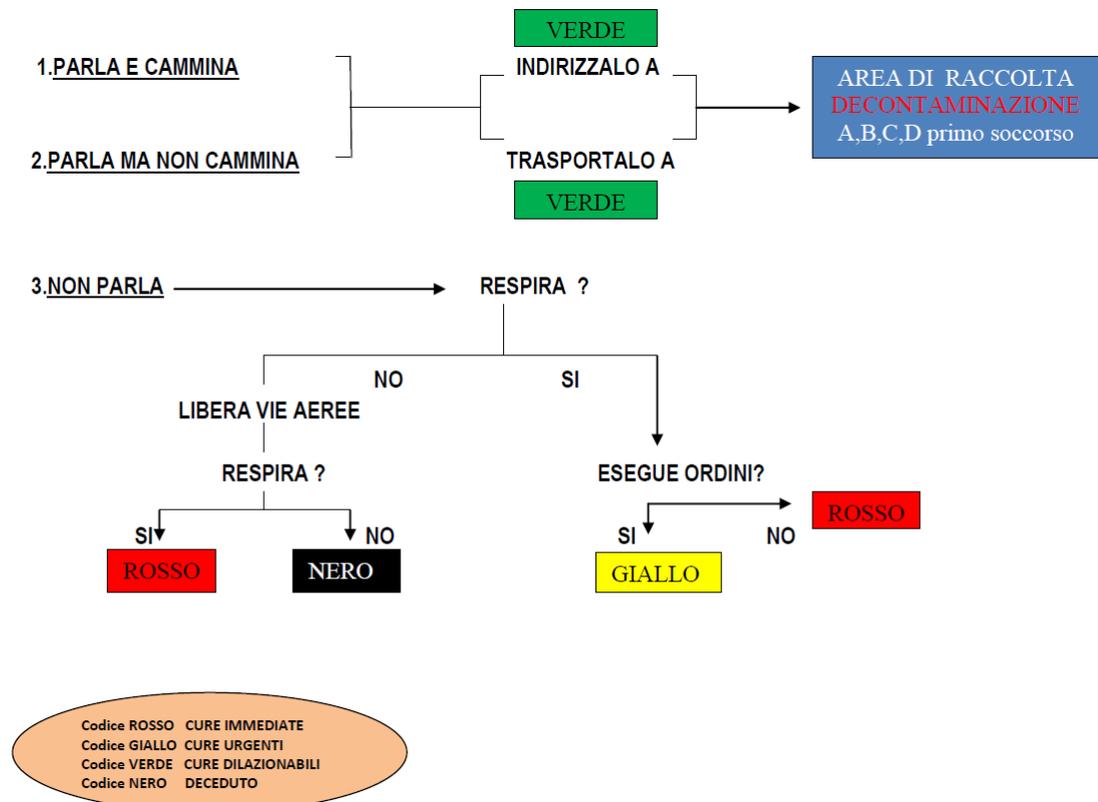
Un altro aspetto importante dello S.T.A.R.T. è l'ordine con cui vengono eseguite le valutazioni.

La capacità di deambulare permette immediatamente di scremare tutti coloro che probabilmente non presentano gravi lesioni; il tempo dedicato a valutare questi soggetti è quindi minimo.

A seguire si valutano le funzioni vitali: respiro, circolo, quadro neurologico; l'ordine è lo stesso usato da altre filosofie di approccio al paziente critico, come ATLS (Advanced Trauma Life Support), ACLS (Advanced Cardiac Life Support), PHTLS (Pre Hospital Trauma Life Support).

Ma l'aspetto più importante dello S.T.A.R.T. è dato dalla sua semplicità e dalla facilità di applicazione: è sufficiente un minimo di addestramento per consentire anche a personale non strettamente sanitario di eseguirlo.

Ciascuna vittima viene identificata secondo il modello di Triage START modificato per le vittime di incidente chimico



Diverse osservazioni operative indicano che le vittime di incidente chimico non possono ricevere le prime cure prima di 15-60 minuti dopo l'incidente.

Tuttavia, alcuni agenti producono lesioni apparenti dopo lungo tempo dopo la contaminazione.

In questi casi è da ritenere che l'agente sia stato già completamente assorbito e che l'attesa per la decontaminazione sia poco significativa.

Il triage e' classificazione, non trattamento.

Solamente due interventi devono essere praticati durante il triage: la pervietà delle vie aeree, ed il controllo delle emorragie esterne maggiori.

Completata la evacuazione dei settori operativi, il coordinatore di triage dichiara "all clear" e predisporre la decontaminazione dei soccorritori che sarà realizzata dai VVF.

Già dopo il recupero, deve essere identificata ed accompagnata da una Scheda di Triage, che in questa fase può essere sostituita da un indicatore colorato (elastico, fascia, braccialetto), riportante la classe di gravità.

3.2.3 Movimentazione dei pazienti

Gli obiettivi principali sono:

- Allontanare in tempo utile il maggior numero di persone dall'area di contaminazione
- Sottoporre alle cure necessarie e tempestive il maggior numero di persone che ne possono trarre effettivo beneficio.

L'ordine di movimentazione deve seguire il criterio di probabilità di salvezza che, in astratto, è inverso alla gravità delle condizioni, e facilitare o non ostacolare la "self aid" delle vittime ancora in grado di provvedere a se stesse avviandole alla decontaminazione non assistita.

La movimentazione delle vittime in condizioni di totale incapacità richiede l'impegno di almeno due soccorritori in assetto di autoprotezione.

Tale assetto limita molto l'autonomia operativa dei soccorritori e la loro resistenza allo "stress heat" con una autonomia che deve essere contenuta entro i limiti massimi di 20-30' di attività in condizioni climatiche non avverse per calore.

Le persone decedute vanno identificate, segnalate e lasciate nel luogo dove vengono rinvenute.

Se la persona deceduta viene rimossa per esigenze operative, una targhetta "deceduto" deve essere lasciata nel luogo di rinvenimento.

Le aree di sosta dei mezzi di soccorso devono essere ampie e facilmente raggiungibili.

È importante impedire le azioni non coordinate e prive di direzione da parte dei membri delle squadre di emergenza.

In particolare le aree d'attesa sono luoghi di prima accoglienza per la popolazione immediatamente dopo l'evento.

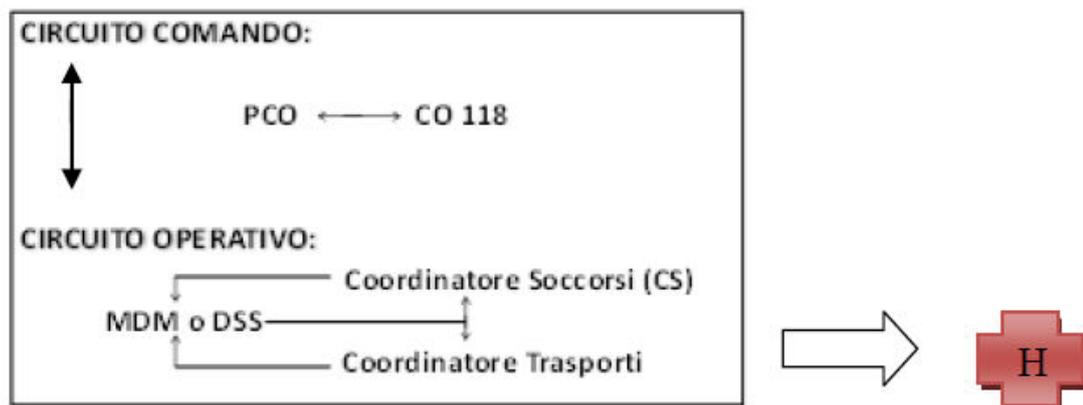
Le aree d'ammassamento dei soccorritori e delle risorse rappresentano i centri di raccolta d'uomini e mezzi per il soccorso.

I settori di ricovero della popolazione sono luoghi in cui saranno installati i primi insediamenti abitativi o le strutture in cui si potrà alloggiare la popolazione colpita.

Negli incidenti complessi e di vaste proporzioni vi è la necessità di ulteriore personale e di responsabili di settore.

I settori relativi o aree alle operazioni che interessano il soccorso medico sono i seguenti:

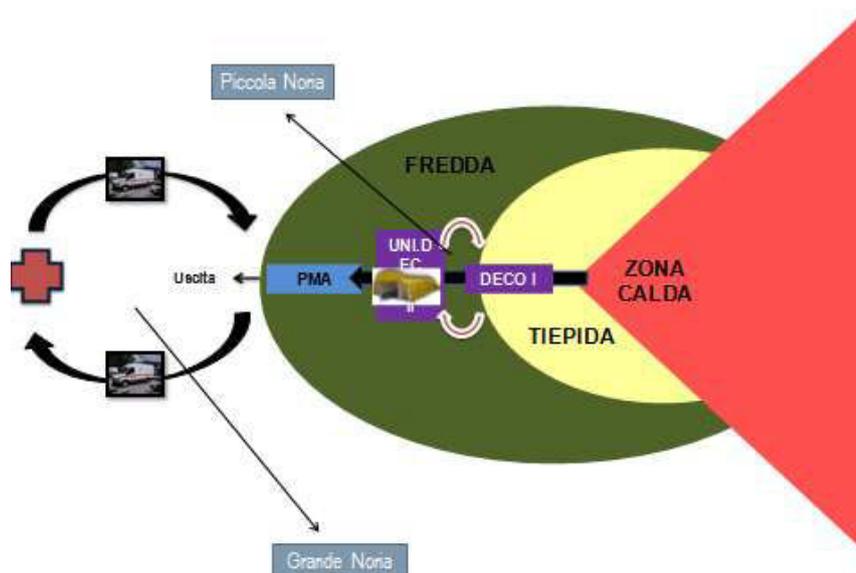
- Settore per i mezzi di soccorso, area adiacente al PMA o all'area di raccolta riservata all'afflusso, alla sosta ed al deflusso delle ambulanze e degli altri mezzi di soccorso;
- Centro mobile di comando;
- Settore di attesa;
- Settore rifornimenti o di raccolta area localizzata nella zona di sicurezza destinata al concentramento delle vittime (corrisponde al PMA nei casi in cui non è disponibile una struttura dedicata (tende, containers, shelters);
- Settore estricazioni
- Settore decontaminazione primaria e/o secondaria
- Settore del triage;
- Settore del trattamento (PMA);
- Settore del trasporto;
- Settore della riabilitazione operativa (qualora possibile)



Le comunicazioni tra settore operativo, comando

Una volta instaurata la catena dei soccorsi si creano due “flussi” ben distinti per il trasporto degli infortunati: la piccola e la grande “noria”.

Nella prima, si portano i pazienti dall'aria calda (possibile anche una decontaminazione rapida da parte dei V.V.F.) alla tenda di decontaminazione (Uni.dec) e nella seconda dal PMA agli Ospedali.



La piccola e la grande Noria

Il Body Pack è una sacca da utilizzare per il trasporto dei colpiti; la sacca, per le nostre esigenze presenterà un rettangolo in plastica trasparente per consentire la vista del volto del paziente ed un'apertura a restringimento elastico attraverso cui far passare il filtro della maschera.

Tale sacca serve per evitare che altri utenti presenti al Pronto Soccorso per altri motivi, possano essere in qualche modo contaminati; il Body Pack verrà rimosso non appena il paziente contaminato si troverà all'interno della Sala di Pronto Soccorso e dopo che quest'ultima sia stata accuratamente chiusa.

Il Body Pack deve essere aperto attraverso la cerniera centrale; una volta aperta tutta la cerniera, esso dovrà essere tagliato alla base.

Effettuati i tagli, occorre evitare assolutamente che i lembi cadano verso il basso ai lati del lettino; ciò per evitare che eventuale aggressivo residuo possa propagarsi nell'ambiente.

Una volta tagliato, due persone, una per lato del paziente, dovranno iniziare ad arrotolare verso di loro il lembo di Body Pack in maniera da scenderlo sì verso il basso ma con la parte esterna, eventualmente ancora contaminata, arrotolata su se stessa, così da fare in modo che eventuale aggressivo rimanga imprigionato all'interno del rotolo stesso.

Tenendo sempre il rotolo di lembo tra le mani, con l'aiuto di un altro operatore, il Body Pack verrà delicatamente sfilato da sotto il paziente, in senso verticale al corpo e verso i piedi, quindi riposto in apposito contenitore per il successivo smaltimento. Eliminato il Body Pack, potrà essere rimossa la maschera al paziente.

I criteri generali per il trasporto con elicottero (University of Massachusetts Medical School) sono :

1. il paziente necessita durante il trasporto di specifiche abilità professionali ed equipaggiamenti specialistici non disponibili su altro mezzo di soccorso

2. le condizioni atmosferiche, di viabilità, ed altri fattori condizionano l'uso del percorso stradale ritardando seriamente l'accesso del paziente alle cure avanzate.
3. il tempo necessario al trasporto del paziente costituisce una minaccia per la sua sopravvivenza.

CAPITOLO IV

4.1 AUTOPROTEZIONE

La protezione del personale sanitario e dei beni fondamentali è una funzione importante in caso di tutti i macroscenari e in particolar modo durante gli eventi tipo NBCR-E.

Le forze in servizio devono essere protette per assicurare il compimento della loro missione.

I beni fondamentali del servizio sanitario di soccorso urgenza emergenza comprende gli operatori sanitari e non, i veicoli e le apparecchiature/forniture.

Perciò l'utilizzo di protezioni appropriate in base alla minaccia presunta o reale.

Con "protezione" si intendono tutte le misure intraprese come indumenti ignifughi o resistenti a determinati materiali pericolosi, strumenti autonomi per la respirazione a pressione positiva e attrezzatura di protezione personale ma anche veicoli ed edifici.

I dispositivi di protezione individuale (D.P.I.) principali sono per:

- le vie Respiratorie
- la superficie cutanea

Ricordiamo inoltre che per un corretto comportamento davanti ad un scenario di massimo rischio non serve avere solo i D.P.I. ma:

- Il Tempo: Ridurre il più possibile la permanenza con gestione rapida e precisa
- La distanza: Tenersi il più possibile distante dalla zona pericolosa (Zona di massimo pericolo)
- Reagire al pericolo: Allontanarsi dalla fonte di pericolo richiede determinate accortezze ed utilizzare la ricetrasmittente per informare le Forze dell'Ordine e i colleghi del pericolo e consentire l'immediata condivisione di informazioni con tutte le squadre di operatori sul luogo dell'evento.
- La scelta del tipo di barriera protettiva adeguata

I D.P.I. sono divisi in tre categorie, in funzione del tipo di rischio:

- I categoria: proteggono da rischi fisici di lieve entità (contatto, urto con oggetti caldi non superiori a 50° C; vibrazioni urti e radiazioni tali da non raggiungere organi vitali e/o provocare lesioni permanenti) - autocertificato dal produttore.

Sono composti da una maschera, che copre la bocca e il naso, e da un sistema di rifornimento di aria.

Le maschere possono essere:

- maschere a pieno facciale (coprono il volto dall'attaccatura dei capelli fino al mento)
- semimaschere (coprono dal naso fin sotto il mento)

Gli apparecchi di protezione delle vie respiratorie sono distinti in due grandi categorie:

- respiratori isolanti
- respiratori a filtro

I respiratori isolanti devono essere utilizzati in tutti quei casi in cui non è sufficiente depurare per filtrazione l'aria presente nell'ambiente.

In particolare devono essere utilizzati se la concentrazione dell'ossigeno è inferiore al 17% in volume, se la natura e/o la concentrazione delle sostanze chimiche sono sconosciute o se le caratteristiche della sostanza presente sono tali da rendere insufficienti la protezione offerta dai respiratori a filtro.

I respiratori isolanti autonomi sono costituiti da una maschera a pieno facciale collegata con una bombola tramite opportune valvole, ma sono pesanti e spesso scomodi da portare.

I respiratori isolanti non autonomi sono costituiti da una maschera a pieno facciale e da una sorgente di aria posta a distanza; sono più leggeri dei precedenti, ma limitano i movimenti e sono adatti solo per piccoli ambienti chiusi comunicanti con l'esterno o con una fonte d'aria non contaminata non troppo distante.

I respiratori a filtro filtrano l'aria presente nell'ambiente d'uso della maschera e rimuovono specifici contaminanti (polveri, fumi, gas o vapori) dall'aria ambiente attraverso meccanismi di filtrazione, assorbimento o adsorbimento, o attraverso reazione chimica.

I filtri si esauriscono in tempi dipendenti dalla concentrazione del tossico e dall'umidità.

La maschera antigas è costituita da due parti collegabili fra loro, cioè:

- la *maschera propriamente detta*, che copre tutto il viso
- *un filtro*, contenente le sostanze atte alla depurazione dell'aria

I filtri antigas servono a trattenere, per azione fisica o chimica, i gas nocivi o vapori nocivi dell'aria inalata.

Essi possono agire per:

- a) assorbimento
- b) reazione chimica
- c) catalisi



Vari modelli di maschera con filtro

L'azione assorbente è normalmente compiuta da materiali che hanno la capacità di trattenere le sostanze nocive, assorbendole.

L'assorbente più comunemente usato è il carbone attivo, che presenta una porosità elevatissima, ottenuto mediante la carbonizzazione di sostanze vegetali e la loro successiva attivazione.

Nei casi in cui il carbone attivo si dimostra insufficiente, si ricorre all'impiego di composti chimici in grado di reagire in condizioni dinamiche con il tossico da filtrare, neutralizzandolo o trasformandolo in prodotti di reazione gassosi non tossici o almeno tollerabili all'organismo umano.

Si tratta di veri e propri prodotti chimici in forma granulare (alcali, ossidi metallici, ecc.) o di composti chimici supportati da materiali vari come carboni attivi, pomice e gel di silice o carboni attivi impregnati.

Un particolare sistema di filtrazione è quello attuato a mezzo di catalizzatori.

Esso viene riservato normalmente ai filtri destinati alla protezione da ossido di carbonio.

L'impiego ha però delle limitazioni :

α Al fatto che l'aria purificata attraverso il filtro deve essere respirabile, ossia contenere non meno del 17% di ossigeno.

α Dalla concentrazione dell'agente inquinante che non sia superiore al 2% in quanto i filtri non sono idonei, a neutralizzare tale quantità.

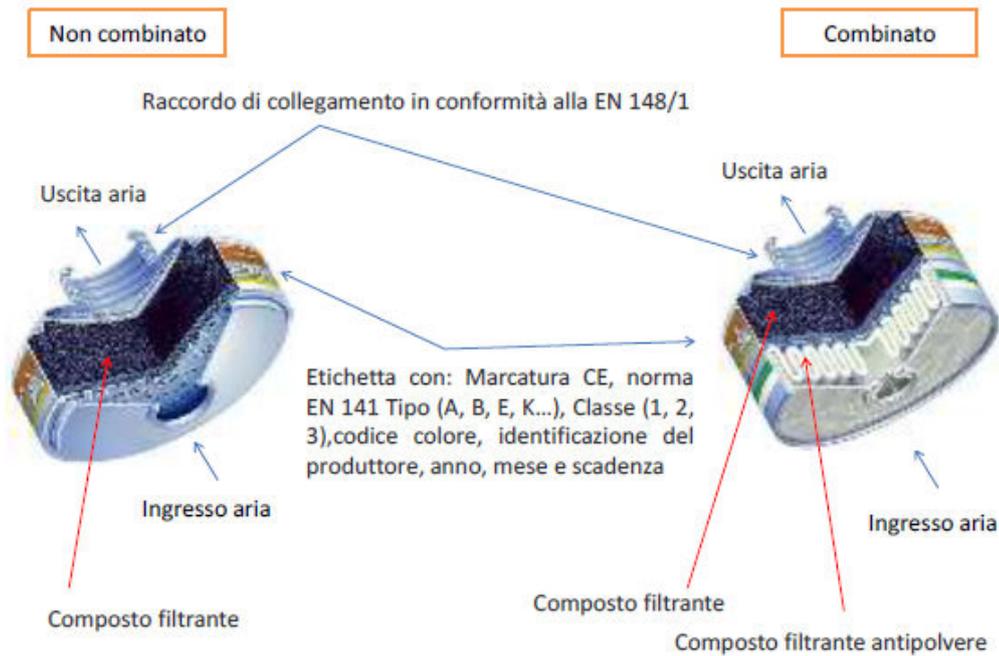
α Che non è un dispositivo di protezione universale che possa essere usato indiscriminatamente per la difesa da qualsiasi agente inquinante.

Ogni filtro è infatti specifico per un solo agente (ad es. ossido di carbonio) o per una classe di agenti (ad es. vapori organici).

Ne consegue che la protezione a filtro è possibile solo quando si conosca esattamente la natura dell'inquinante e si disponga del filtro idoneo.

α In locali chiusi, di piccole dimensioni, scarsamente o per niente aerati come gallerie, serbatoi, pozzi, cunicoli, ecc. (ove facilmente la concentrazione di ossigeno sarà al di sotto del limite minimo consentito) non è consigliabile l'impiego di apparecchi a filtro.

In questi casi (come del resto quando non si ha alcuna idea della natura dell'agente inquinante o si teme la formazione di concentrazioni eccezionali) si deve ricorrere all'uso di autorespiratori a ciclo aperto



Filtro Non Combinato/Combinato

La durata non è illimitata (max 6 anni), ma non è sempre facile dare un valore preciso per causa di numerosi fattori, come la concentrazione del tossico nell'aria, la capacità del filtro ed il regime respiratorio dell'utente.

Lettere e colorazioni sono state proposte dalla Norma DIN 3181 invece la classe indica la capacità del filtro:

- Classe 1 = piccola capacità (0,1%-1.000 ppm)
- Classe 2 = media capacità (0,5%-5.000 ppm)
- Classe 3= grande capacità (1%-10.000 ppm)

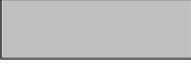
Per indossare la maschera e verificare la tenuta, occorre procedere come segue:

- Appoggiare la mentoniera al mento
- Indossare il facciale in modo che aderisca perfettamente al viso
- Tendere i tiranti superiori, facendoli passare sopra il capo, e sistemarli sulla nuca
- Agire immediatamente su tutti i cinghiaggi
- Chiudere ermeticamente col palmo della mano la sede di avvvitamento per il filtro
- Aspirare profondamente: non si dovrà avvertire nessuna infiltrazione d'aria

Controllare sempre il filtro tolto dalla borsa-custodia, che il tappo di gomma al fondello ed il coperchio metallico al bocchello che siano impegnati nella loro sede.

Togliere i tappi ed applicare il filtro al bocchettone, avvitando a fondo.

Dopo tale operazione l'operatore è pronto per intervenire sul sinistro.

Marchio Colore	Tipo	Applicazione	Classe	Concentrazione Gas	Norma
	A	Gas e vapori organici con punto di ebollizione > 65° C	1 2 3	1000 ml/m ³ 5000 ml/m ³ 10000 ml/m ³	EN 141
	B	Gas e vapori inorganici (non CO), come cloro, H ₂ S, HCN...	1 2 3	1000 ml/m ³ 5000 ml/m ³ 10000 ml/m ³	EN 141
	E	Anidride solforosa, gas e vapori acidi	1 2 3	1000 ml/m ³ 5000 ml/m ³ 10000 ml/m ³	EN 141
	K	Ammoniaca e derivati organici dell'ammoniaca	1 2 3	1000 ml/m ³ 5000 ml/m ³ 10000 ml/m ³	EN 141
	Hg	Vapori di mercurio		Max. tempo di utilizzo concesso : 50 ore	EN 141
	P	Polveri	1 2 3	bassa efficienza media efficienza alta efficienza	EN 143
	AX	Gas e vapori organici (punto di ebollizione <65° C) di gruppi di sostanze di ebollizione bassa 1 e 2		gr.1: 100 ml/m ³ max 40' gr.1: 100 ml/m ³ max 20' gr.2: 1000 ml/m ³ max 60' gr.2: 5000 ml/m ³ max 20'	EN 371
	NO	Ossidi di azoto es. NO, NO ₂ , NO _x		Max. tempo di utilizzo concesso : 20 minuti	EN 141
	CO *	Monossido di carbonio		Direttive locali	DIN 3181*
	Reactor P3	Iodio radioattivo e iodometano		Direttive locali	DIN 3181*



4.1.2 Gli Indumenti

Gli indumenti protettivi hanno in genere caratteristiche ben definite, quali ad esempio l'efficacia nei confronti di un gruppo di sostanze a concentrazioni note e per un periodo di tempo definito.

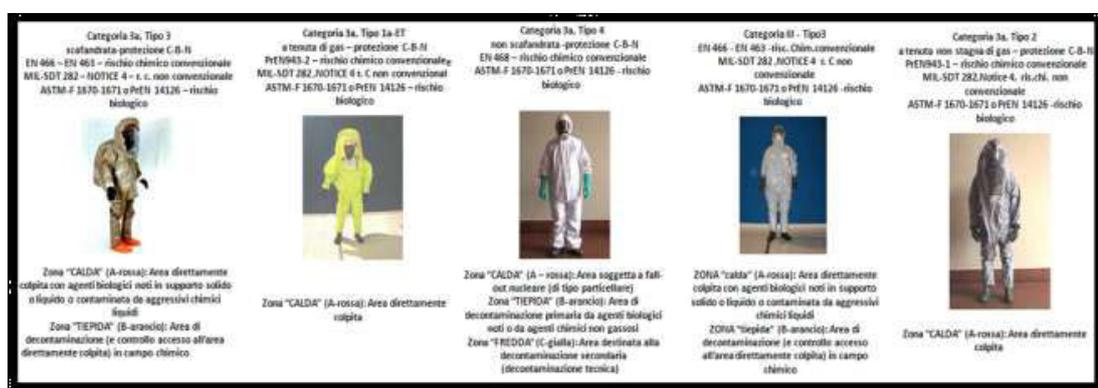
Gli indumenti con grado di protezione più elevato sono impermeabili ai vapori: essi limitano perciò anche il passaggio del sudore e diminuiscono la dispersione di calore del soggetto attraverso l'evaporazione, aumentando considerevolmente il rischio di patologie da calore in ambienti caldi o in condizioni di lavoro strenuo.

Dato che non esiste un solo tipo di materiale in grado di proteggere da tutte le sostanze, in genere vengono utilizzati indumenti multistrato, i quali hanno un impatto negativo sulla destrezza e sull'agilità del soggetto.

I guanti di tessuto multistrato possono rendere difficile eseguire manovre su pazienti (ad esempio controllare del battito cardiaco) e sono perciò poco adatti per gli operatori sanitari.

In interventi di tipo NBCR vengono principalmente impiegati le seguenti tipologie di equipaggiamento DPI:

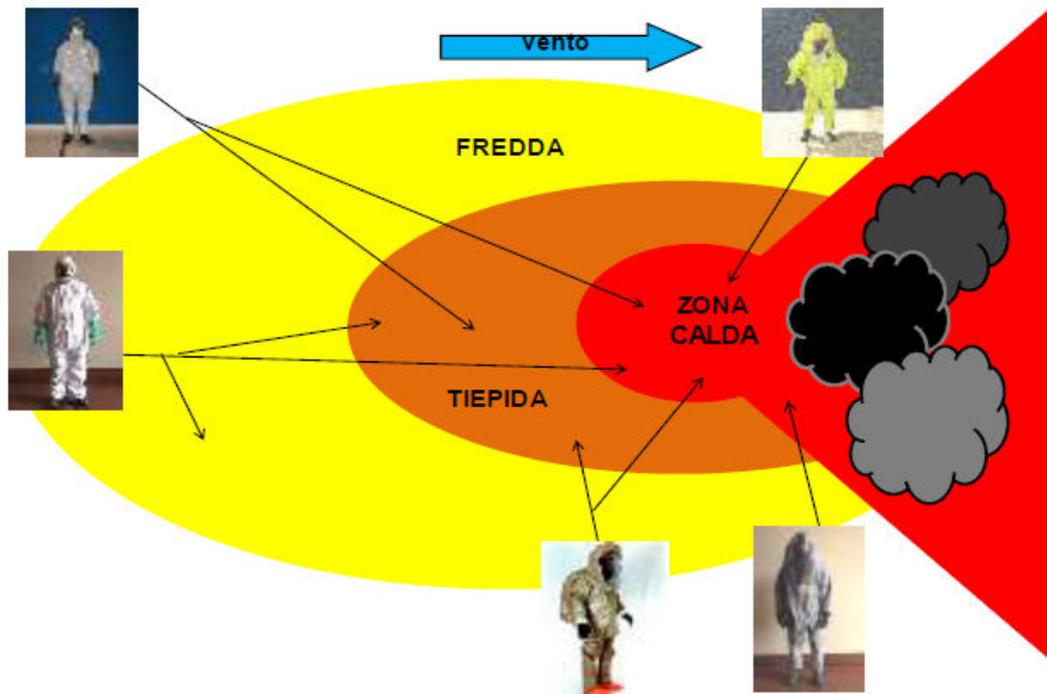
- Tuta monouso NBC a tenuta di liquidi - *Categoria 3 - tipo 3*
- Tuta scafandrata NBC ad uso limitato a tenuta di gas - *Categoria 3 - tipo 1a-ET*
- Tuta scafandrata NBC riutilizzabile a tenuta di gas - *Categoria 3 - tipo 1a-ET*
- Tuta monouso NBC a tenuta di polveri e di spray - *Categoria 3 - tipo 4*



Gli equipaggiamenti tipo 3 sono tute intere corredate di cappuccio incorporato e dotate di guanti e stivali staccabili ma con collegamenti a tenuta di liquido (a prova di immersione), affinché l'indumento possa offrire sull'intero corpo una protezione dal getto continuo di agenti chimicobiologici aggressivi allo stato liquido.

Il personale sanitario di soccorso che opera in area fredda (zona verde) ad eccezione di quello che, dotato di idonei DPI tipo 3, effettua interventi in area tiepida (zona arancio).

Procede alla presa in carico dei soggetti decontaminati effettuando un triage post-decontaminazione e avviandoli verso il PMA, se necessitano di cure.



DPI nelle varie zone

CAPITOLO V

5.1 LA GESTIONE MEDICA CAMPALE DEL PAZIENTE INTOSSICATO

La medicalizzazione comprende tutte le operazioni sanitarie necessarie a stabilizzare le vittime e va distinta in due ambiti separati:

- Intervento di prima linea (cioè nel “cantiere”, dove verranno compiuti pochi gesti terapeutici essenziali e la prima decontaminazione, fatta dai V.V.F. (se necessario), con la finalità unica di far sopravvivere i feriti fino all’accesso dell’unità di decontaminazione secondaria o principale (UNI.dec);
- Dopo decontaminazione si inviano al Posto Medico Avanzato (P.M.A.);

Il quadro clinico può essere caratterizzato da manifestazioni di irritazione delle vie respiratorie con tosse stizzosa, dispnea, broncospasmo o di arresto respiratorio fino alla morte per asfissia.

A caratterizzare il quadro clinico concorrono il tipo di sostanza coinvolta, la quantità inalata o assorbita, la durata dell’esposizione, la presenza o meno di altre lesioni, la suscettibilità individuale, preesistenti malattie cardiopolmonari (un segno di morte imminente è rappresentato dal respiro paradossale).

Una pratica frequente nella fase iniziale della patologia polmonare caratterizzata da anossia con conservazione di una attività ventilatoria è la somministrazione di broncodilatatori prima di aver corretto l’ipossia.

Una simile scelta terapeutica può peggiorare il quadro clinico in quanto i broncodilatatori aboliscono i riflessi omeostatici della vasocostrizione polmonare e peggiorano l’ipossiemia.

Il trattamento può richiedere misure di sostegno vitale di base (BLS) o avanzato (ALS), la somministrazione di antidoti laddove esistano, e le terapie di sostegno.

Le misure ALS comprendono la ventilazione meccanica per trattare l’insufficienza respiratoria grave che può essere associata ai gas nervini ed agli agenti polmonari.

Tale manovra può risultare tecnicamente difficoltosa anche per mani esperte e può richiedere l’uso di farmaci anestetici, inoltre è noto che i ventilatori meccanici immediatamente disponibili sono sempre in numero limitato.

Attualmente si può disporre, come già abbiamo accennato, di alcuni antidoti specifici per i gas nervini, (atropina e pralidoxime - contrathion), per i cianuri, (idrossicobalamina), la levisite (dimercaprolo-Bal Boot).

Ricordiamo che gli agenti nervini militari sono composti organofosfati notevolmente più tossici dei prodotti industriali (insetticidi) e richiedono notevoli dosi di atropina, e per le intossicazioni da cianuri è necessario somministrare rapidamente l’antidoto se si vuole sperare in un possibile successo.

Oltre alla terapia sintomatica allora nella fase acuta di emergenza extra ospedaliera, può essere necessario intervenire immediatamente con gli antidoti disponibili a fronte di caratteristici quadri clinici e in mancanza di identificazione dell’agente tossico.

In tale ambito è possibile identificare almeno due circostanze particolari:

A. Se la vittima mostra segni di esposizione a organofosfati (miosi, salivazione, broncospasmo) è necessario somministrare tempestivamente atropina e pralidossima;

B. Se la vittima mostra polipnea, dispnea, e collasso di circolo è suggestiva l'ipotesi del cianuro e bisogna somministrare subito l'idrossicobalamina.

La terapia di carattere generale comprende la cura degli occhi e per essi del dolore oculare (Novesina e collirio antibiotico) la cura delle lesioni cutanee, la somministrazione di ossigeno, i broncodilatatori con le riserve già espresse, la toilette bronchiale.

Le vittime da aggressivi chimici richiedono, inoltre, il monitoraggio delle funzioni vitali per almeno 24 dopo la loro esposizione essendo possibili deterioramenti anche inattesi per effetti lesionali evolutivi a carico, in particolare, della funzione respiratoria.

Nei PMA, come abbiamo già accennato, alle operazioni di triage d'ingresso, si sovrappongono le manovre di stabilizzazione: manovre terapeutiche effettuate per permettere una sopravvivenza immediata del paziente di almeno mezz'ora.

Ciò permette l'invio in area rossi o in ospedale:

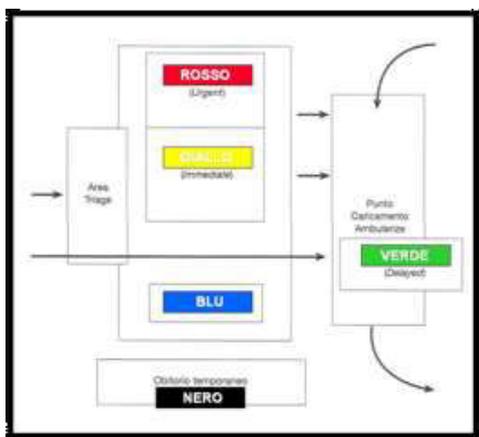
- In area rossi vengono effettuate manovre terapeutiche per permettere una sopravvivenza di almeno tre ore.

Ciò permette un'attesa maggiore per il ricovero definitivo

- In area gialli vengono effettuate manovre terapeutiche per permettere che il paziente non evolva a codice rosso.

Ciò permette un'attesa maggiore per l'ospedalizzazione

- In area verdi l'attività prevalente è l'osservazione dei feriti.



Settori : PMA e trasporto all'Ospedale

Nel PMA in particolare, si esegue una rivalutazione del paziente, osservando le funzioni vitali A-B-C, per individuare l'eventuale variazione dello stato clinico (cosa probabile nell'intossicato), e la necessità di immediato supporto delle funzioni vitali.

Per un evento chimico possiamo trovarci di fronte a tre situazioni principali:

1. Paz. instabile che necessita di immediato supporto delle funzioni vitali:

- supporto e stabilizzazione delle funzioni vitali
- parametri vitali
- rapido esame clinico
- anamnesi tossicologica

2. Paz. instabile che non necessita dell'immediato supporto delle funzioni vitali (sono presenti alterazioni dello stato di coscienza, del respiro, del circolo) :

- rapido esame clinico
- parametri vitali
- anamnesi tossicologica

3. Pz. stabile:

- anamnesi tossicologica
- esame clinico mirato
- parametri vitali

Valutare la *terapia specifica* in urgenza: la sintomatologia giustifica il trattamento?

Valutare l'efficacia della decontaminazione e depurazione e fare un *anamnesi tossicologica* tramite:

- a) paziente se attendibile
- b) soccorritori e/o dai parenti se :

- paziente in coma
- con stato mentale alterato
- nel paziente inattendibile (tentativo di suicidio, abuso di sostanze illecite, paziente psichiatrico ecc.)

L'anamnesi tossicologica inoltre deve raccogliere i seguenti dati:

a) Dati generali:

- Allergie
- Anamnesi farmacologia (terapie in atto, prodotti di erboristeria, prodotti alternativi)
- Patologie pregresse
- Ultima assunzione di cibo e/o liquidi

b) Dati mirati:

- Presunta sostanza in causa nell'intossicazione (raccogliere dati su prodotti chimici sconosciuti: odore, colore, schiumosità, eventualmente, se disponibili, dati riportati dall'etichetta del contenitori)
- Via di esposizione
- Dose presunta (concentrazione della sostanza nell'ambiente, nei liquidi biologici del presunto contaminato)
- Intervallo di tempo trascorso dalla esposizione
- circostanze in cui è stato ritrovato il soggetto

Eseguire una valutazione primaria A-B-C-D-E (tempo necessario 15 min.):

1. **A** (*Pervietà delle vie aeree*):

2. **B** (*Valutazione del respiro*):

- Frequenza
 - Entità dell'espansione toracica
- 100
- Broncospasmo
 - Secrezioni
 - Emogasanalisi (se possibile)

3. **C** (Valutazione del circolo):

a) *Valutazione del polso radiale:*

- Frequenza
- Intensità
- Ritmo

Eseguire ECG di 12 derivazioni (diagnosi di intossicazioni da sostanze cardio-depressive o da inibitori dei canali del sodio).

b) Valutazione P.A. , se ipotensione che non risponde all'infusione di cristalloidi, pensare a :

- tossico miocardiodepressore
- tossico vasodilatatore

Fare una diagnosi differenziale da:

- *trauma concomitante (shock ipovolemico, shock spinale ecc.)*
- *emergenze mediche concomitanti (shock cardiogeno, embolia polmonare, sepsi ecc.)*
- *emergenze chirurgiche concomitanti (rottura di milza ecc.)*

4. **D** (valutazione neurologica):

- Glasgow Coma Scale
- Ricerca di deficit focali
- Diametro e reattività pupillari (miosi puntiforme-oppiacei, midriasi-simpaticomimetici e/o anticolinergici)
- Stato mentale (delirio, allucinazioni (anticolinergici, abuso di droghe, piombo) comportamento bizzarro, violento (cocaina, alcool etilico, monossido di carbonio)

Coma-Coctail (diagnosi ex-adiuvantibus nel coma di ndd.):

- Naloxone
- Glucosio
- Tiamina

Nel caso il paziente comatoso presenti i segni clinici dell' ipertensione endocranica è indicata una TC del cranio con estrema urgenza.

5. **E** (valutazione dell'aspetto esterno del paziente)

a) *Cute:*

- Cianosi (ipossia, metemoglobinemia)
- Colorazione anomala della cute (arsenico, altri metalli)
- Alopecia (tallio, arsenico)
- Sudorazione o cute secca e rossa (sostanze ad azione simpaticomimetica o anticolinergica)

- Ustioni (caustici)
- Segni di puntura (abuso di droghe)
 - b) Segni muscolari:
 - Fascicolazioni (carbamati, organofosforici)
 - Discinesie e distonie (metoclopramide, aloperidolo, amfetamine, cocaina)
 - c) Orofaringe:
 - Scialorrea (organofosforici, lesioni da caustici)
 - Secchezza delle fauci (botulismo, anticolinergici)
 - Alitosi (etilismo, odori chimici particolari: solventi, cianuro, antitarne)
 - d) Segni oculari:
 - fotofobia, lacrimazione, dolore (sostanze chimiche irritanti, caustici)
 - cecità parziale o totale (monossido di carbonio, metanolo)
 - midriasi e disturbi dell'accomodazione (botulismo, anticolinergici)
 - miosi (oppiacei, barbiturici)
 - nistagmo (carbamazepina)

Non si esegue nessun nuovo triage una volta che il paziente deve essere trasportato dal PMA all' Ospedale, ma si carica immediatamente nel mezzo di soccorso, visto che il paziente intossicato può avere quadro clinico instabile.

QUADRO SINOTTICO		PRIME CURE SULA SCENA	
Quadro clinico	Agente sospetto	BLS	Farmaci
Miosi o Miosi anisocorica, Broncospasmo	Nervini	A,B,C - O ₂	Atropina 2 mg im ogni 10'
Fascicolazioni o paralisi muscolare		A,B,C I.O.T. - O ₂	Atropina 2 mg im ogni 10' Lorazepam 4 mg im.
Sindrome asfittica o irritante polmonare, broncospasmo	cloro, fosgene ammoniacca	I.O.T. - O ₂	Idrocortisone 200 mg iv ATEM aerosol
Sindrome ipossica sistemica Collasso circolatorio	ac. Cianidrico)	I.O.T. - O ₂	Idrossicobalamina 5 g iv
Congiuntiviti dolorose	Tutti i precedenti		Novesina collirio

5.1.1 La Decontaminazione

Per decontaminazione deve essere intesa ogni azione tendente a ridurre o rimuovere gli agenti chimici dal corpo della vittima.

Si attiva per :

- α Decontaminazione delle vittime;
- α Decontaminazione di massa;
- α Decontaminazione dei soccorritori



Tenta di Decontaminazione a 4 corridoi: 2 per deambulanti e 2 per le barelle

Vi sono quattro tipologie di pazienti che potrebbero essere trattati dagli operatori sanitari:

α non feriti e non contaminati

QUADRO SINOTTICO PRIME CURE SULA SCENA

α feriti e non contaminati

α non feriti e contaminati

α feriti e contaminati

Le caratteristiche del sito di decontaminazione sono:

α È un punto di decontaminazione per pazienti collocato subito dopo l'area rossa (calda);

α Sicuro (no l' area rossa);

α Non pericoloso (no l' area verde);

α Accessibile solo ad operatori addestrati e protetti;

α Pratico;

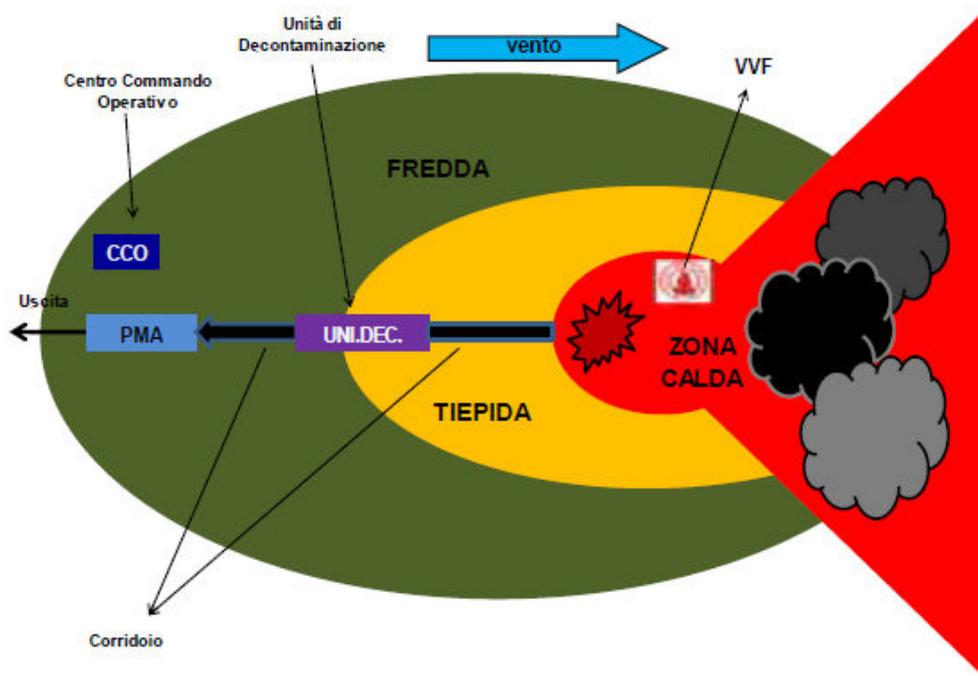
α Installazione, tra area rossa e gialla o arancione (a secondo dei protocolli d'intesa);

α A flusso unidirezionale;

α Comodo per l'evacuazione;

La decontaminazione dovrà essere eseguita lungo il “corridoio di decontaminazione”, dove personale specializzato effettua la decontaminazione sia dei membri delle squadre di soccorso, sia dei pazienti posti in salvo.

Al termine del “corridoio”, si accederà alla zona fredda e al trattamento medico (PMA) come abbiamo già accennato precedentemente con la piccola e grande noria.



Posizione della tenda UNI. dec (corridoio di decontaminazione)



Decontaminazione del paziente non deambulante

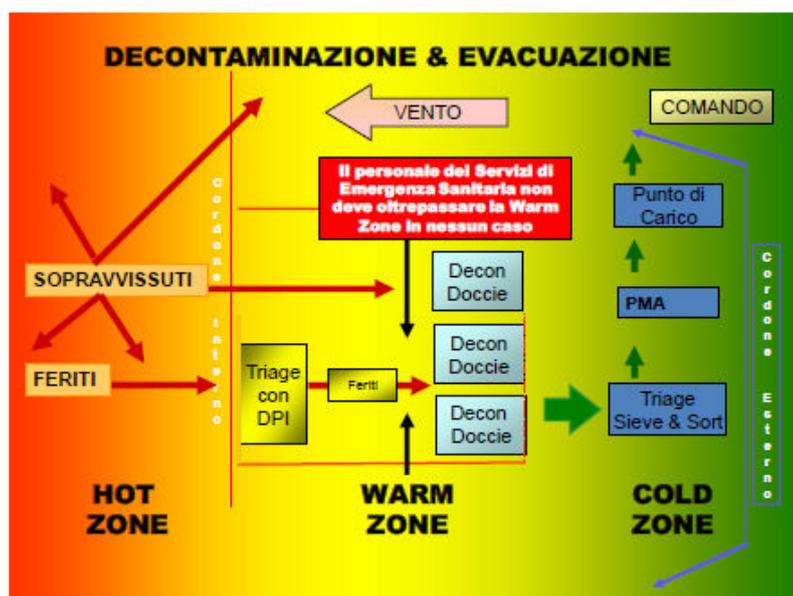
Gli operatori sanitari devono rimanere nella zona fredda.

Il processo di decontaminazione sul posto ha lo scopo di rimuovere la maggior parte delle sostanze tossiche, in modo che i pazienti arrivino al personale sanitario relativamente “puliti”, da assistere, stabilizzare e trasportare.

Sussiste comunque il rischio di una contaminazione secondaria da parte dei pazienti nei confronti degli operatori, ragione per cui, occorre una stretta collaborazione e stretto contatto con il personale responsabile della decontaminazione, sia relativamente ai trattamenti da attuare, sia per le precauzioni da seguire durante il trasporto.

La decontaminazione delle vittime di esposizione a sostanze chimiche che non necessitano di rianimazione cardiorespiratoria o di interventi salva vita immediati, è di assoluta priorità.

La stessa si propone due obiettivi fondamentali: arrestare l'azione lesiva della sostanza chimica sul corpo della vittima, ed in tal senso prevenire ulteriori danni e l'aggravamento del quadro clinico; prevenire eventuali contaminazioni del personale di soccorso.



Procedura di Decontaminazione fino al punto di carico per gli ospedali

La decontaminazione di numerose vittime richiede una notevole disponibilità di risorse, proporzionali al numero delle vittime, e di tempo.

Secondo i principi generali che caratterizzano le procedure di emergenza dopo un incidente chimico, è probabile si verifichi un rapporto di 5:1 fra le vittime contaminate sintomatiche e quelle non sintomatiche.

Gli agenti chimici liquidi e quelli solidi sono le sostanze che possono essere effettivamente rimosse dalla pelle.

Il vapore non può essere rimosso dalla pelle tuttavia, la presenza di vapore si accompagna abitualmente con la presenza di liquidi sulla superficie interessata.

Il primo obiettivo della decontaminazione è la rimozione fisica dell'agente.

I metodi di base sono la rimozione fisica e la inattivazione chimica.

Esistono sette principali meccanismi per eseguire una decontaminazione:

- Emulsificazione: la produzione di una sospensione di materiali normalmente non miscelabili/insolubili, usando un agente emulsionante, ad esempio un tensioattivo, sapone o detergente.
- Reazione chimica: un processo che neutralizza, scompone o determina in altro modo una modificazione chimica del contaminante.

Di norma una rea reazione chimica non garantisce una rimozione completa dei rischi correlati al contaminante, ed inoltre può risultare difficile e pericoloso effettuare le procedure di reazione.

Pertanto, non è raccomandata la reazione chimica sui tessuti vivi.

- Disinfezione: processo che elimina i rischi di contaminazione biologica, poiché il disinfettante elimina i microrganismi e le loro tossine.
- Diluizione: processo che, semplicemente, riduce la concentrazione dell'agente contaminante.

Viene per lo più utilizzato per sostanze miscelabili/solubili.

Per diluire piccole quantità di contaminante possono essere necessarie grandi quantità di solvente.

- Assorbimento e adsorbimento: penetrazione di un liquido o di un gas in un'altra sostanza.

Ad esempio un liquido assorbito da una spugna.

- Rimozione: processo fisico di rimozione del contaminante mediante pressione o depressione (per lo più si utilizza acqua, mentre per materiali solidi si ricorre allo strofinamento con spazzole; è possibile utilizzare anche aria)
- Eliminazione: rimozione asettica di un oggetto contaminato dal corpo del paziente, seguita dallo smaltimento corretto del contaminante.

Il lavaggio con acqua o soluzioni acquose è il metodo nel quale predomina la rimozione fisica sulla idrolisi dell'ente.

Le caratteristiche fondamentali di un procedimento di decontaminazione devono prevedere:

- sicurezza di utilizzo
- facilità di utilizzo
- immediata disponibilità
- rapida attivazione

Occorre ricordare i seguenti punti riguardanti il trattamento di pazienti verosimilmente contaminati:

- I pazienti decontaminati “sul campo” non sono completamente “puliti”.

Gli agenti CBRN-E che comportano rischi di contaminazione secondaria per i soccorritori talvolta si trovano in aree del corpo difficili da pulire (cuoio capelluto, inguine, ascelle, spazi interdigitali delle mani e dei piedi)

- Per la prevenzione della contaminazione secondaria dei soccorritori è necessario utilizzare l'equipaggiamento di protezione individuale idoneo. Occorre aver definito preventivamente il corretto equipaggiamento con esperti in materia.
- Occorre preservare l'interno dei veicoli e dei mezzi con materiale monouso.
- Occorre una grande quantità di materiale e di presidi: i presidi non considerabili monouso (come le assi spinali), devono essere decontaminati e lavati dopo l'uso.
- L'abbigliamento deve essere idoneo al lavaggio con spruzzatori per decontaminazione.

Quando il trattamento di un paziente contaminato è inevitabile, l'identificazione dell'agente CBRNE è cruciale.

I contatti con la centrale operativa sarebbero le uniche fonti per l'identificazione del materiale, quindi quanto accennato più volte in precedenza, la disponibilità di una guida all'interno dei mezzi di soccorso renderebbe le operazioni più sicure e rapide.

Ricordiamo che le manovre assistenziali su pazienti contaminati devono, se possibile, essere eseguite dopo la decontaminazione effettuata dagli esperti. Valutare continuamente il paziente durante il trasporto in ospedale, al fine di evitare la contaminazione secondaria dei reparti di pronto soccorso.

La decontaminazione viene realizzata a cura della squadra di decontaminazione che:

- Utilizza i DPI
- Effettua il triage pre decontaminazione
- Raccoglie gli indumenti e gli effetti personali in appositi contenitori
- Pratica le cure indilazionabili prima e durante la decontaminazione
- Indirizza le persone decontaminate al PMA avvalendosi di mezzi e personale in attesa nella zona di deflusso delle vittime decontaminate.

La prima decontaminazione viene realizzata rimuovendo gli indumenti che coprono la vittima.

Per decontaminazione primaria, nota anche come “decontaminazione tecnica”, si intende una procedura non specifica di allontanamento dal corpo di sostanze chimiche rimuovibili mediante acqua senza l’uso di inertizzanti specifici.

La squadra di decontaminazione sanitaria collabora con i VVF e assicura:

- un adeguato numero di coperte da utilizzare nella fase pre-decontaminazione e post-decontaminazione (previsione minima 50)
- kit anti ustioni (previsione minima 10)



Prima decontaminazione dai V.V.F.

Le squadre di Decontaminazione Radio/Nucleare in particolare, (esposizione a materiale particellare solido α e β emittente), secondo le indicazioni dell’ENEA e dell’ISPESL, dovranno essere dotate dei seguenti DPI:

- tuta non ventilata per la protezione da particolato radioattivo;
- maschera a pieno facciale con filtro antigas combinato con la protezione da componente particellare α e β del tipo SXP3 o equivalente;
- guanti in vinile sovrapposti a guanti di tipo chirurgico;
- calzari da indossare sopra stivali, realizzati con materiale identico alla tuta.

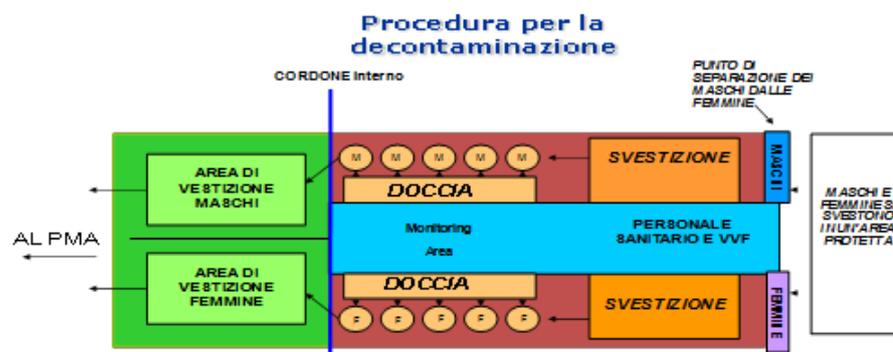
Nel caso in cui nella dispersione di materiale radioattivo o nucleare vi sia presenza di quantità rilevanti di iodio radioattivo, il filtro sopra indicato può essere sostituito con un filtro combinato P3 con un componente in carbonio attivo per protezione specificamente efficace contro lo iodio radioattivo in forma di gas/vapore.

E’ opportuna la sigillatura lungo le linee di sovrapposizione tra tuta-maschera, tuta-guanti e tuta-sovrascarpe, mediante utilizzo di nastro adesivo con buona resistenza all’acqua.

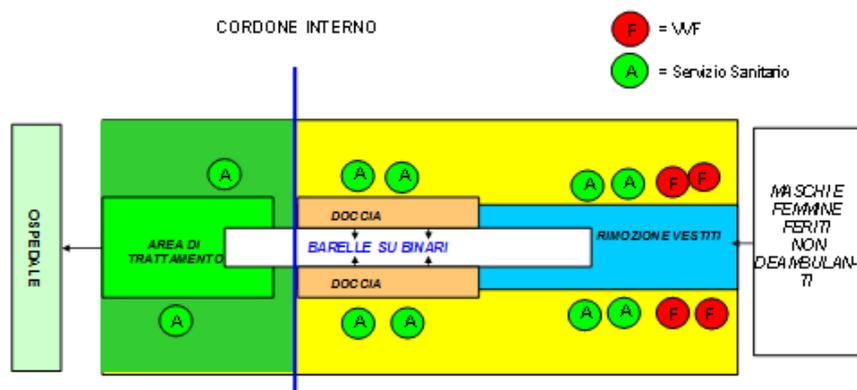
Tutti gli operatori presenti in zona contaminata devono essere dotati di dosimetri.

Al termine delle operazioni, tali dosimetri saranno inviati al fisico sanitario per le valutazioni di competenza.

La bonifica ambientale e la gestione dei materiali contaminati, verranno effettuate dal personale delle ARPA, dalle Forze Armate specializzate in difesa NBCR o da altro personale precedentemente individuato nei piani provinciali di emergenza.



Procedure per la decontaminazione di massa pazienti non deambulanti



5.1.2 Il Centro Antiveleni: La dotazione antidotica e il piano antidoti Nazionale

I Centri Antiveleni (CAV) sono una risorsa importante sia nella fase di preparazione sia nella fase di risposta a eventi terroristici in cui si abbia dispersione di sostanze chimiche.

Costituiscono il riferimento per la consultazione telefonica in urgenza per la diagnosi e la terapia degli avvelenamenti.

Una diagnosi esatta è fondamentale fin dal primo momento, poiché un eventuale errore diagnostico-terapeutico si ripercuoterebbe su un grande numero di intossicati con conseguenze disastrose.

Le attività ed gli interventi del Centro Antiveleni in caso di evento terroristico nelle prime fasi dell'incidente (minuti / ore dall'evento) sono descritte così:

- Indicazioni sulle misure da adottare per la protezione dei primi soccorritori
- Identificazione dei criteri per il triage tossicologico
- diagnosi specifica

- Guida al trattamento specifico degli intossicati
- Definizione dei criteri da adottare per le eventuali misure di evacuazione
- Diramazione delle informazioni tossicologiche specifiche alle strutture sanitarie indicazione per gli accertamenti diagnostici/analitici e organizzazione del monitoraggio biologico e ambientale supporto, quale interfaccia esperta, ad Autorità e Forze istituzionali che intervengono nell'emergenza
- Elaborazione di mappe di rischio ambientale
- Attività e interventi nelle fasi successive dell'incidente (giorni dall'evento)
- Applicazione di modelli previsionali sull'impatto a medio o lungo termine delle sostanze tossiche in causa
- Pianificazione del follow-up a medio e lungo termine per i pazienti intossicati
- Informazioni per l'intervento tossicologico-ambientale

Il Centro Antiveneni della Fondazione "S. Maugeri", IRCCS di Pavia, svolge funzione di consulenza medica tipo diagnostico e terapeutico, e l'attivazione della Scorta Antidoti su scala Nazionale.

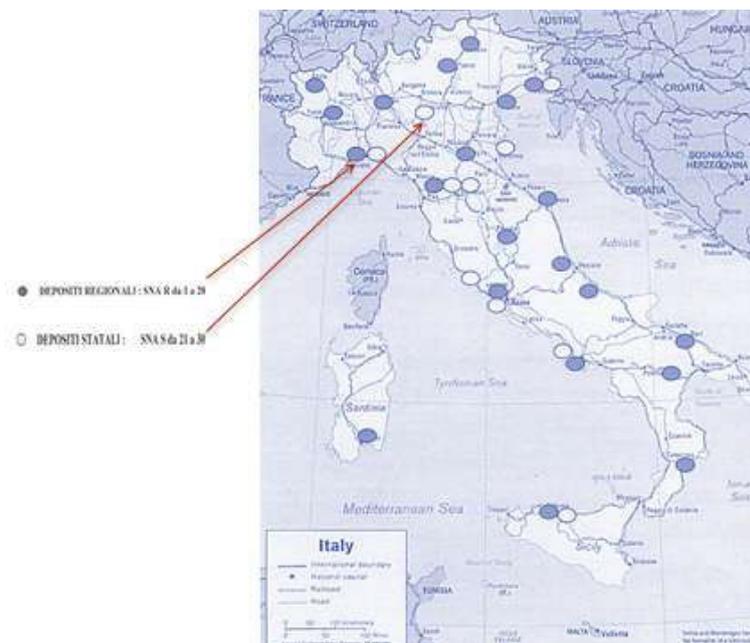
Il nuovo assetto organizzativo della Scorta Antidoti Nazionale viene organizzato così: la rete dei Depositi sono 10 nazionali (gestiti dallo Stato) e 20 regionali.

La responsabilità della gestione dell'intera Scorta fa capo al Ministero della Salute.

La procedura per l'attivazione della scorta Nazionale Antidoti avviene in due modalità:

a) attivazione della SNA per maxiemergenze in atto o per situazioni di minaccia alla pubblica incolumità derivanti dall'uso deliberato accertato o presunto di sostanze tossiche e nocive o in occasione di situazioni di crisi Nazionali ed Internazionali;

b) attivazione della SNA direttamente da parte di strutture sanitarie e rapporti con il centro antiveneni di Pavia.



I depositi Nazionali e Regionali

20 DEPOSITI	10 DEPOSITI
* amile nitrito	* amile nitrito
* atropina	* atropina
* fisostigmina	* fisostigmina
* bicarbonato di sodio	* bicarbonato di sodio
* blu di metilene	* blu di metilene
* calcio gluconato	* calcio gluconato
* calcio cloruro	* calcio cloruro
* idrossocobalamina	* idrossocobalamina
* naloxone	* naloxone
* n-acetil cisteina	* n-acetil cisteina
* PEG 400	* PEG 400
* pralidossima	* pralidossima
* sodio tiosolfato	* sodio tiosolfato
* vitamina C	* vitamina C
* dimercaprolofiale	* dimercaprolofiale
* DMSA	* DMSA
* blu di prussia	* blu di prussia
	* DTPA
	* DMPS

La scorta Antidoti

5.1.3 Il “Kit salvavita”

Il kit salvavita può avere diverse tipologie, a seconda di come lo si voglia creare, tuttavia, in questa sede prenderemo in considerazione un kit “tipo”; ogni Azienda Unità Sanitaria Locale, Direzione 118 o altri enti e strutture, potranno modificarlo a piacimento, mantenendo comunque i presidi obbligatori e fondamentali, quali le siringhe di atropina.

αTRE SIRINGHE: una di atropina e obidossima (da utilizzare non appena si manifestano i sintomi dell’intossicazione da gas nervini) e due di atropina (da utilizzare in caso di persistenza dei sintomi ad intervalli di 10 minuti una dall’altra).

Le siringhe dovrebbero essere del tipo già pronto per l’uso o, ancora meglio, del modello autoiniettabile per evitare che si possa non riuscire ad effettuare correttamente l’inoculazione a causa del panico o della fortissima tensione emotiva.

αLE POLVERI BONIFICANTI: la polvere bonificante dovrebbe essere costituita da Bentonite, Allumina ed Ipoclorito di Sodio per avere un giusto potere assorbente, inattivante e inertizzante degli aggressivi chimici allo stato liquido; la polvere deve essere utilizzata per bonificare quelle parti della pelle rimaste scoperte ed esposte al contaminante, per la bonifica dell’indumento protettivo, delle dotazioni personali nonché di alcune apparecchiature.

αCOMPRESSE ANTIDOLORIFICHE: le compresse antidolorifiche (es. Neopan) devono essere utilizzate in presenza di forti dolori come mialgie, dolori scheletrici, dolori da trauma acuto; la posologia consigliata è di una compressa ogni 8 ore fino ad un massimo di 3 compresse al giorno.

αBENDE ANTIUSTIONE: le bende antiustione offrono valido supporto protettivo non solo per le aree ustionate ma per tutte le ferite cutanee; il loro utilizzo impedisce che vesciche, ferite e parti ustionate vengano a contatto con impurità solide o liquide presenti nell’ambiente esterno.

L'utilizzo di queste bende è vincolato alla preventiva disinfezione/bonifica della ferita secondo precise modalità: in caso di ferita/ustione cutanea bisogna rimuovere i lembi di cute e tutto ciò che di estraneo è presente su di essa senza strofinare; in presenza di aggressivi chimici (acidi o vescicanti) bisogna prima bonificare la parte con la polvere aspersoria, rimuovere quest'ultima con garze sterili, carta assorbente e, a bonifica avvenuta, si potranno utilizzare disinfettanti liquidi ma non a base alcolica.

αCOLLIRIO DECONGESTIONANTE: la sua azione esercita un'attività decongestionante ed antinfiammatoria della congiuntiva esplicando, inoltre, attività antisettica; questo collirio trova utile impiego in tutti i casi di irritazione e di congestione oculare di natura allergica.

Nel caso di irritazione da cause chimiche o fisiche, è utile far procedere alla instillazione delle gocce di collirio un abbondante lavaggio oculare anche con la sola acqua; il pericolo di lesioni oculari può insorgere qualora il colpito si stropicci gli occhi.

αCOADIUVANTE RESPIRATORIO: si tratta di un farmaco, possibilmente contenuto in un recipiente spray e dotato di potente azione antinfiammatoria/antiallergica sulle mucose delle vie respiratorie; il principio attivo è un cortisonico: il Beclometasone; le indicazioni per l'uso di questo farmaco riguardano tutti i casi di difficoltà respiratorie causate da aggressivi chimici o da inalazione di vapori e fumi tossici o comunque irritanti; l'uso di tale prodotto è giustificato solo in ambiente chiuso; pertanto anche in presenza di disturbi respiratori, non è contemplabile togliersi la maschera in zona contaminata per inalare il farmaco.

αPREVENTIVO PER NEUROTOSSICI: si tratta di un farmaco, possibilmente contenuto in un recipiente spray, costituito da Piridostigmina Bromuro; esso protegge il sistema enzimatico deputato alla regolazione della trasmissione degli impulsi nervosi.

La posologia è di una compressa ogni 8 ore per un tempo massimo di 7 giorni.

αBENZODIAZEPINE: questo farmaco svolge utile ruolo farmacologico nell'intossicazione da gas nervini; infatti, attenua alcuni sintomi psichici sicuramente presenti in particolari situazioni di rischio NBC quali l'ansia e l'apatia.

La sua precipua azione nel caso di contaminazione da gas nervini è quella di anticonvulsione in quanto ha un potere miorilassante.

CONCLUSIONI

I rischi legati NBCR-E e quali siano le misure preventive e le azioni protettive immediate, i soccorsi dei pazienti intossicati, sono fondamentali per la gestione della catena dei soccorso extraospedaliera.

Identificare il pericolo è il primo passo per salvare se stessi, gli infortunati e la popolazione, smorzando così la paura ed il panico legati ad un evento per il quale si è spesso impreparati.

Inoltre credo che in questi tempi in cui il terrorismo è considerato il primo nemico da battere per la salvaguardia della democrazia, della libertà e della civiltà, la risposta sia quella di preparare degli specialisti abili nel riconoscere il vero grado di pericolosità di queste armi, di conoscere i fondamenti scientifici su cui si basa la loro preparazione, il loro meccanismo di azione e le contromisure atte a neutralizzarle definitivamente.

La formazione continua allora è necessaria affinché futuri professionisti sanitari siano adeguatamente addestrati e preparati ad un'evenienza di questo tipo.

In tal modo, potranno essere predisposte anche le squadre di decontaminazione e la relativa turnazione.

Spero, altresì, che si possa considerare l'eventualità di un progetto esteso alle scuole superiori, nel quale sia compreso l'impegno a pubblicare ed illustrare un opuscolo di facile comprensione, che possa spiegare quali siano i rischi e il comportamento dei civili.

BIBLIOGRAFIA

α Ministero della salute, Ex Dipartimento della Prevenzione e Comunicazione, Ex Direzione Generale della Prevenzione Sanitaria, Ufficio III USMAF, Virgilio Costanzo: Nuova procedura della attivazione della scorta Nazionale antidoti, 8/8/2011

α Charitos I. Alexandros, Manuale per uso interno: Valutazione ed Istruzioni in Caso di Intossicazioni (Ingestione e/o Contatto accidentale, Consumo di Vegetali e Funghi), C.O. 118 provinciale Ba/Bat, Referente rischio N.B.C.R.-E, Azienda Ospedaliero -Universitaria Policlinico – Consorziale di Bari, 2011

α Mandell, Douglas, Bennett's: Infectious disease. Churchill Livingstone, 2010

α Charitos I. Alexandros, Le bio-intossicazioni da alghe marine, N&A trimestrale Italiano di emergenza e soccorso in mare, Anno 4o-Numero 11, 2010

α Ministero della Salute: www.emergenzeiss.it, "Emergenze sanitarie e terrorismo", 2009

α Charitos I. Alexandros, Lesioni da specie velenose del mondo marino: Sintomi e trattamento, N&A trimestrale Italiano di emergenza e soccorso in mare, Anno 3o – Numero 9, 2009

α G. Dipietro: "Protocollo operativo per il personale 118" - Emergenza Sanitaria Puglia, Azienda Ospedaliero-Universitaria, Policlinico-Consorziale, Bari C.O. 118, 2009

α Croce Rossa Italiana (Comitato Provinciale di Treviso-Emergenze e Protezione Civile) Vds Baraglia D.,

Vds Cescon A., Vds Moro M.: Corso di formazione per Tecnici PMA, 2009

α Gestione Tecnico Sanitaria nelle Macro Emergenze - a cura di: S. Badiali, F. Candido, P. Cavallo,

L. Copertino, R. Colonna, M. Cozzi, A. Dal Rio, P. Ferrari, A. Finelli, A. Giugni, A. Monesi, T. Nanetti, A.

Santostefano, E. Talarico, N. Visani, prima edizione - Tipografia Vighierizzoli - febbraio 2008, Bologna

α M. Nones (dir.), Federica Di Camillo, Maurizio Barbeschi e Roberto Mugavero, La minaccia NBCR:

potenziali rischi e possibili risposte, Roma, Centro militare di studi strategici, 2008 (Ricerche CeMiSS)

α Fabio Ciciliano, Giuseppe A. Mantineo, Medicina dei disastri e d'emergenza, Edizioni Giuridiche Simone -

2007

α Chaliand G., Blin A., Storia del terrorismo: Dall' antichità ad al Qaeda UTET 05/2007

- α Barelli A. et al. The comprehensive medical preparedness to chemical emergencies: “the chain of chemical survival” *European Journal of Emergency Medicine*. 2006 (In press)
- α Jonathan B. Tucker. *Chemical Warfare From World War I to Al-Qaeda* (2006)
- α Relazione che accompagna il Piano Sanitario Nazionale 2003-2005 a firma del Ministro della Salute, paragrafo 4.8 pag. 116 Pianificazione e risposta sanitaria in caso di eventi terroristici ed emergenze di varia natura
- α Il Rischio NBCR: La Risposta Italiana agli Attacchi non Convenzionali Ed. 2005 del Corpo nazionale dei Vigili del Fuoco (CNPVF)
- α EU Plan of Actions on Combatting Terrorism – Update 10 June 2005;
- α *European Journal of Emergency Medicine*: December 2005 - Volume 12 - Issue 6 - pp 287-302 Reviews
Mass casualty triage in the chemical, biological, radiological, or nuclear environment
Cone, David C; Koenig, Kristi L.
- α A Brief History of Chemical and Biological Weapons: Ancient Times to the 19th Century. Retrieved Nov. 24, 2004.
- α G. Dipietro, R. Giuliani, O. Massari: *Emergenza Chimica non Convenzionale, Procedura Operativa* (allegato al protocollo di Centrale Operativa Provinciale 118 Bari), 2004
- α United States Senate, 103d Congress, 2d Session. (May 25, 1994). The Riegle Report. Retrieved Nov. 6, 2004.
- α L'emergenza NBCR “Il terrorismo chimico” Locatelli C. e vari, Servizio di Tossicologia Centro Antiveleni di Pavia e Centro nazionale di Informazione Tossicologica. Ed. 2004
- α La pianificazione di emergenza esterna per impianti industriali a rischio di incidenti rilevante, *Linee guida della Protezione Civile* (18 gennaio 2004)
- α U.S. National Library of Medicine. (Sep. 30, 2004). *Classes of Chemical Agents*. Retrieved Nov. 6, 2004.
- α E-Medicine. (Jun. 30, 2004). *e Medicine Health – Types of Chemical Weapon Agents*. Retrieved Oct. 23, 2004.
- α CBWInfo.com (2001). *A Brief History of Chemical and Biological Weapons: Ancient Times to the 19th Century*. Retrieved Nov. 24, 2004.
- α Informationwar.org. (Mar. 9, 2003). *State Terrorism: Documents*. Retrieved Nov. 29, 2004.

α Lees, F. P. “Loss Prevention in the Process Industries”, Vol. 1-2-3, Butterworth, 1996 e 2004

α Smart, Jeffery K., M.A. (1997). History of Biological and Chemical Warfare. Retrieved Nov. 24, 2004.

α Sundnes ML.K0. Birnbaum Health Disaster management. Guidelines for Evaluation and Research in the Utstein Style - Prehospital and Disaster Medicine; 2003; Vol.17; Suppl.3

α E-Medicine. (Jun. 30, 2004). eMedicine Health – Types of Chemical Weapon Agents. Retrieved Oct. 23, 2004.

α Heller, MAJ(P) Charles E., U.S. Army. (September 1984). Chemical Warfare in World War I: The American Experience, 1917 - 1918. Retrieved Nov. 24, 2004

α Morra A., Odetto L., Bozza C., Bozzetto P. - Disaster Management: Gestione dei Soccorsi in caso di disastro” Edito da: Presidenza della Giunta della Regione Piemonte (2003)

α Prevenzione e trattamento delle lesioni da agenti chimici per uso bellico. The Medical Letter; 3:11- 14, 2002.

α Ricks RC, Berger ME, O'Hare FM, Jr, editors. The Medical Basis for Radiation Accident Preparedness: The Clinical Care of Victims.REAC/TS Conference on the Medical Basis for Radiation Accident Preparedness. New York : Parthenon Publishing, 2002.

α Morra A. et al. Disaster Management - AIMC Regione Piemonte - Torino, 2002

α International Nuclear Societies Council, Current Issues in Nuclear Energy, Radioactive Waste, ANS, La Grange Park, IL, USA, 2002

α Choppin G., Liljenzin J.O., Rydberg J., Radiochemistry and Nuclear Chemistry, 3-rd Ed., Butterworth- Heinemann, Oxford, UK, 2002

α . AA.VV. “Programma Provinciale di Previsione e Prevenzione dei Rischi-Relazione Generale”, Servizio Protezione Civile, 2002

α APAT e Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, “Mappatura del rischio industriale in Italia”, Rapporto 22/2002, 2002

α National Institute of Justice (NIJ) Guide for the Selection of Personal Protective Equipment for Emergency First Responders. NIJ Guide 102–00, 2002; (vol 1): 3-7.

α OSHA Regulations (Standards - 29 CFR) Hazardous waste operations and emergency response.- 1910.120. U.S. Department of Labor Occupational Safety & Health Administration, 2002.

α Gusev IA, Guskova AK, Mettler FA, Jr., editors. Medical Management of Radiation Accidents, 2nd ed. New York: CRC Press, Inc.; 2001.

α National Council on Radiation Protection and Measurements (NCRP). Management of Terrorist Events Involving Radioactive Material. NCRP Report No. 138. Bethesda , Maryland : NCRP, 2001.

α Wightman JM and Gladish SL. Explosions and blast injuries. Annals of Emergency Medicine; June 2001; 37(6): 664-p678.

α Landesman LY, Malilay J, Bissell RA, Becker SM, Roberts L, Ascher MS. Roles and responsibilities of public health in disaster preparedness and response. In: Novick LF, Mays GP, editors. Public Health Administration: Principles for Population-based Management. Gaithersburg (MD): Aspen Publishers; 2001.

α Garner A.; Lee A.; Harrison K.;Schultz C.H.: Comparative Analysis of Multiple-Casualty Incident Triage Algorithms. Annals of Emergency Medicine – 38/5, November 2001. 67

α Macintyre A. G., Christopher G. W., Eitzen E., Gum R., Weir S., De Atley C., Tonat K., Barbera J. A. Weapons of Mass Destruction Events With Contaminated Casualties. JAMA; 283: 242-249, 2000.

α De Boer J. et al. Handbook of Disaster Medicine - VSP I van der Wee 2000

α Szeinuk J, Beckett WS, Clark N, Hailoo WL. Medical evaluation for respirator use. Am J Ind Med. 2000; 37: 142-157

α Guérisse P, et al Mass Emergency Management 2000. European

α Conference on Triage - Belgian , Federal Ministry of Health – Bruxelles 2000

α United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, Sources and Effects of Ionizing Radiation, United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation 2000 Report to the General Assembly with Scientific Annexes. New York: United Nations Publications; 2000.

α Cochran R.G., Tsoulfanidis N., The Nuclear Fuel Cycle: Analysis and Management, 2nd Ed., ANS, La Grange Park, IL, USA, 1999.

α Florio, G. Titta, M. Pedroni: “Guida alla scelta dei Dispositivi di Protezione Individuale” Ed EPC-LIBRI

1999;

α I Manuali (n.41): Guida al trasporto di sostanze pericolose (come prevenire e gestire le emergenze nel trasporto su strada) a cura di Roberto Fanelli e Roberto Carrara, Fondazione Lombardia per l'Ambiente, 1999

α Dipartimento della Protezione Civile: "Linee guida sull'organizzazione sanitaria in caso di catastrofi sociali." 1998

α Marsili, G. "Dal concetto teorico all'analisi del rischio -1", Milano, IPSOA, (1996a)

α Marsili, G. "Identificazione delle sorgenti di pericolo - 2", Milano, IPSOA, (1996b)

α Marsili, G. "Stima delle probabilità di accadimento degli eventi incidentali -3", Milano, IPSOA, (1996c)

α Marsili, G. "Stima delle conseguenze per l'uomo e l'ambiente - 4", Milano, IPSOA, (1996d)

α "Igiene e medicina preventiva" Barbuti, Bellelli, Fara, Giammanco Monduzzi 1994

α Zelnick SD, McKay RT, Lockey JE. Visual field loss while wearing full face respiratory protection. Am Ind Hyg Assoc J 1994; 55: 315-321.

α Auf der Heide E. - Disaster response. Principles of preparation and coordination - Mosby Ed, St Louis, USA, 1989

α Hrouda P. (1987) - Principles of the organization of medical action in case of disaster in France - Convergences - 6,6,391-395 - Paris

α Phillips YY. Primary Blast Injuries. Annals of Emergency Medicine; 1986, Dec; 106 (15); 1446-50.

α Pre hospital Triage By Matthew R. Streger, BA, NREMT-P. Analyzing Triage Tag Samples - J.E.M.S., July 1983, pp. 33-36 .