

AUTORESPIRATORI

Gli Autorespiratori (A.R.) sono un importante ed indispensabile “ **dispositivo di protezione individuale di III Cat.**” per le vie respiratorie.

L'aria che respiriamo è una miscela di gas costituita da:

- 20,94 parti su cento di ossigeno
- 78,09 parti su cento di azoto
- 0,03 parti su cento di anidride carbonica
- 0,93 parti su cento di argon
- 0,01 parti su cento di altri gas

inoltre può contenere fino al 7% di vapore d'acqua.

Sia la percentuale d'ossigeno (che non deve scendere di sotto alle 17 parti su cento), che l'aria può facilmente variare le proprie caratteristiche alla presenza d'eventuali prodotti di combustione o rilascio di gas o sostanze di varia natura (tossici, nervini, ecc).

Infatti, la percentuale maggiore di vittime da incendi non è provocata dalle fiamme, come si potrebbe pensare, ma bensì dalle inalazioni di sostanze tossiche o di gas nocivi scaturiti dagli stessi incendi (prodotti di combustione).

I gas di combustione: sono quei prodotti della combustione che rimangono allo stato gassoso anche quando raggiungono, raffreddandosi, la temperatura di 15°C.

Gli effetti dei prodotti di combustione sono:

- Asfissia.
- Intossicazione

I principali gas di combustione sono:

1. **Anidride carbonica:** E' un gas asfissiante per effetto di combustione completa, ed in forte concentrazione provoca anche accelerazione del ritmo respiratorio. Concentrazione del 3% raddoppio del ritmo respiratorio. Concentrazione del 5% rende l'aria irrespirabile. Concentrazione del 10% è letale.
2. **Ossido di carbonio:** E' un gas tossico per effetto di combustione incompleta ed anche in basse concentrazioni altera la composizione del sangue. Infatti, il monossido di carbonio forma con l'emoglobina un composto (carbossi-emoglobina), che impedisce la formazione dell'ossiemoglobina fondamentale per l'ossigenazione del sangue. **TLV – concentrazione 0.005% - 50 ppm.**
Concentrazioni:

- Prossime a 1.3%: portano all'incoscienza dopo due o tre inalazioni e alla morte in pochi minuti.
 - Prossime a 0.15% per un'ora: può risultare mortale.
 - Prossime a 0.05% per un'ora: può risultare mortale.
 - Prossime a 0.4%: fatale in meno di un'ora.
3. **Anidride solforosa:** E' un gas irritante delle mucose, occhi e vie respiratorie Si forma nella combustione di materiali contenenti lo Zolfo quando questo avviene in eccesso d'aria. Percentuali dell'ordine dello 0.05% sono considerate pericolose anche per esposizioni di breve durata.
 4. **Acido cianidrico:** E' un gas molto tossico, ma fortunatamente negli incendi ordinari si sviluppa in piccole dosi. Quantità relativamente apprezzabili si trovano nelle combustioni incomplete di seta, lana, resine acriliche, poliammidiche, ecc. E' impiegato come antiparassitario. Ha odore caratteristico di mandorle amare ed una concentrazione dello 0.03% è già da considerarsi mortale.
 5. **Idrogeno solforato:** E' un gas tossico, si sviluppa in tutte quelle combustioni in cui bruciano materiali contenenti Zolfo, come lana, gomma, pelli, la carne ed i capelli. Ha odore caratteristico d'uova marce; ma tale sensazione si ha alle prime inalazioni, scompare in poco tempo. Esposizioni tra lo 0.04% e lo 0.07% per più di un'ora possono essere pericolose in quanto provocano vertigini e vomito. In percentuali maggiori diventa molto tossico ed attacca il sistema nervoso provocando affanno e blocco della respirazione. **TLV – Concentrazione 10 ppm.**
 6. **Perossido d'azoto:** Gas di colore Rosso Bruno molto tossico. Esposizioni all'aria con percentuali comprese tra lo 0.02% e lo 0.07% possono essere mortali in breve tempo. Si formano insieme con altri vapori nitrosi nelle combustioni di nitrocellulosa, del nitrato d'ammonio, ed altri nitrati organici.
 7. **Acido cloridrico:** E' un prodotto della combustione di tutti quei materiali contenenti Cloro, come la maggioranza delle materie plastiche. La concentrazione di 1.500 p.p.m. è fatale in pochi minuti. La sua presenza è facilmente avvertibile a causa del suo odore pungente ed il suo effetto irritante per le mucose. Corrode i metalli.
 8. **Fosgene:** Gas molto tossico è presente nelle combustioni di materiali contenenti Cloro, come ad esempio alcuni materiali plastici. Si sviluppa soprattutto se l'incendio si sviluppa in ambienti chiusi. L'impiego d'estintori al tetracloruro di carbonio può provocarne la formazione in ambienti chiusi. **TLV – Concentrazione 1 ppm.**
 9. **Ammoniaca:** E' un gas molto irritante, si forma nelle combustioni di materiali contenenti Azoto, come lana, seta, materiali acrilici, fenolici, e resine melamminiche. E' impiegato in alcuni impianti di refrigerazione e costituisce un notevole rischio d'intossicazione in caso di fughe. Produce sensibili irritazioni ad occhi, naso, gola e polmoni. Esposizioni per mezza ora all'aria contenente una percentuale compresa tra lo 0.25% e lo 0.65% d'ammoniaca può causare seri danni all'organismo e addirittura la morte. **TLV – Concentrazione 25 ppm.**
 10. **Aldeide Acrilica o Acroleina:** E' un gas molto tossico. Si forma durante l'incendio di prodotti derivati dal petrolio, d'oli, grassi e altri materiali comuni. Concentrazioni superiori ai 10 p.p.m. possono risultare mortali.
 11. **Fumi:** Sono formati da piccolissime particelle solide (Aerosol) e liquide (Nebbie o Vapori condensati), dispersi nei gas prodotti durante la combustione. Impediscono la visibilità ostacolando l'opera dei soccorritori e l'esodo delle persone.
 - **Particelle solide:** dei fumi sono costituite da sostanze incombuste, (carbonio, catrami, ceneri). Fumo di colore scuro.
 - **Particelle liquide:** sono costituite essenzialmente di vapori d'acqua proveniente dall'umidità dei combustibili, ma soprattutto dalla combustione dell'idrogeno. Al di sotto dei 100°C, quando i fumi si raffreddano, il vapore d'acqua condensa dando luogo a fumi di colore bianco.

12. **Calore:** E' causa principale della propagazione dell'incendio. Realizza l'aumento della temperatura di tutti i materiali e dei corpi esposti danneggiandoli. Oltre certi limiti, il calore causa all'uomo la disidratazione dei tessuti, difficoltà respiratorie, e scottature. Una temperatura nell'aria di 150°C è da ritenersi sopportabile solo per brevissimo tempo e sempre che l'aria sia sufficientemente secca. Negli incendi, invece, sono presenti grandi quantità di vapore acqueo così anche temperature di 50°C risultano estremamente dannose.

I dispositivi con i quali si difendono le vie respiratorie, sono di tre specie:

1. **Maschere a filtro**, con le quali si obbliga l'aria dell'ambiente prima di entrare nella maschera (fase d'inspirazione) ad attraversare un filtro, il quale trattiene le sostanze nocive scaricando in fase d'espiazione direttamente all'esterno. I filtri possono essere: Monovalenti, Polivalenti, Universali. Prerogativa importante è che la percentuale d'ossigeno presente nell'aria non deve mai scendere al sotto del 17 %- 19%.
2. **Autorespiratori**, sono apparecchi per la respirazione che isolando completamente l'operatore dall'ambiente esterno, rappresentano il mezzo protettivo più sicuro per procedere ad operazioni di salvataggio e d'emergenza in genere, in ambienti contaminati. Essi si dividono in:
 - A ciclo chiuso**: isolano completamente l'operatore dall'ambiente esterno non permettendo alcuno scambio;
 - A ciclo aperto**: isolano completamente l'operatore, che viene alimentato mezzo riserva d'aria (bombola), scaricando in ambiente (espiazione).
3. **Erogatori d'aria**, dispositivi che alimentano l'operatore con aria prelevata da punti lontani da quello inquinato (compressore, rete, ecc).

Autorespiratori a Ciclo Chiuso

Funzionamento: l'aria espirata ricca d'anidride carbonica attraversa una cartuccia depuratrice, carica di sostanze alcaline, che fissa il CO₂ e il vapore acqueo. L'aria giunge al sacco polmone dove affluisce, attraverso dispositivi di riduzione e di dosaggio automatico d'ossigeno proveniente dalla riserva (bombola da 2 Litri a 200 bar e dosatura costante di 1,5 L/min); la miscela gassosa dal sacco polmone è raffreddata da una capsula di ghiaccio secco o normale, prima di essere aspirata dall'operatore e successivamente rimessa in circolo (BG4).

L'autonomia di questo A.R. può arrivare alle 4 ore circa, quindi utile per lunghe autonomie, esempio gallerie.

Il peso complessivo è di circa 13 Kg.

Notevoli i costi di manutenzione, nonché il costo dell'intero A.R. Circa € 7000.

Autorespiratori a Ciclo Aperto

Funzionamento: l'aria proveniente dalla bombola giunge al riduttore di pressione dove è ridotta ad una pressione costante di circa 6 – 9 bar. Dal riduttore di pressione l'aria passa all'erogatore che alimenterà la maschera, scaricando in ambiente esterno tramite la valvola d'esalazione. Durante il funzionamento, la pressione della bombola decresce; quando si avvicina al valore di riserva, entra in funzione il segnalatore acustico emettendo un sibilo. Una valvola di sicurezza garantisce l'apparecchio da qualsiasi anomalia del circuito.

L'A.R. a ciclo aperto è costituito da:

- Una **Bombola** in acciaio a fusione unica (200 bar) o composito, con capacità di 7 Litri, dotata di valvola di chiusura in ottone cromato, caricata a 300 bar e contenete aria compressa. La calotta della bombola è verniciata a spicchi alternati bianchi e neri secondo le norme vigenti. La qualità dell'aria caricata al suo interno, è garantita dal trattamento di sabbiatura e fosfatazione al quale la bombola è sottoposta all'atto d'ogni collaudo (in base alle nuove disposizioni ministeriali ogni 5 anni, anziché 10 anni come da Normativa Europea), supportato da una batteria di filtri a valle del compressore. Sull'ogiva della bombola sono stampigliati una serie d'identificativi che accompagnano la vita della bombola.
- Uno **Schienalino o Supporto Anatomico** per il fissaggio della bombola. Antistatico. Realizzato in composito di fibra di carbonio molto resistente agli urti ed agli agenti chimici e progettato in maniera tale da distribuire uniformemente il peso dell'apparecchio sulla schiena dell'operatore. E' corredato da una fascia per il fissaggio della bombola, dalle bardature per l'indossamento e dall'alloggiamento del riduttore di pressione.
- Un **Gruppo Riduttore di Pressione**, è il primo stadio di riduzione dove a sede il raccordo filettato per l'attacco del gruppo alla bombola e ha lo scopo di ridurre la pressione di 200-300 bar (bombola) a 6-9 bar di media pressione, che corrisponde alla pressione d'esercizio dell'erogatore. Il riduttore di pressione è di tipo compensato, in pratica fornisce a valle una pressione ridotta costante pari a quella d'esercizio per qualsiasi valore di pressione della bombola. Da notare che il volantino per il fissaggio della bombola è rivestito di gomma solo ed esclusivamente per il fissaggio a mano.

Il gruppo riduttore di pressione è inoltre corredato:

- a) Da una **valvola di sicurezza o di sovra pressione** che entrerà in funzione per qualsiasi anomalia del circuito di media pressione assicurando che il valore non si elevi sopra i 10-12 bar.
- b) Da un **manometro** interamente a-magnetico, antistatico, dal quadrante fosforescente, che permette la lettura in qualsiasi condizione di luce con scala di lettura che va da 0 a 300 bar. Un settore Rosso (zona riserva) indica che nella bombola rimane aria per un'autonomia di circa 5 minuti. Il manometro è collegato al riduttore di pressione attraverso un tubo flessibile per alta pressione di gomma nitrilica e neoprenica con raccordi d'acciaio. In caso di rottura o guasto del manometro, in corrispondenza dell'attacco con detta tubazione è

disposto un foro calibrato che assicura una fuga d'aria non superiore a 25 L/min alla massima pressione d'esercizio. Il manometro è dotato di inoltre di un cappuccio in gomma di protezione contro gli urti accidentali.

- c) Da un **segnalatore acustico**, sistema d'allarme che entrerà in funzione, emettendo un sibilo continuo d'intensità superiore ai 90dB, quando la pressione residua nella bombola scende ad un valore inferiore ad 1/5 della pressione di massima carica, corrispondente alla zona di colore Rosso del manometro cioè ai 50 bar. Il consumo d'aria del segnalatore acustico è di 5 L/min. Nei modelli Drager PA 90 Plus e Pirelli Diablo, il segnalatore acustico è posto sul manometro.
- d) Da un **Tubo di media pressione**: in gomma, per il collegamento tra il riduttore di pressione e l'erogatore con rinforzi interni di fibre tessili, (collaudato per pressioni fino a 20 bar). E' completo d'innesti rapidi antisgancio. Alcuni modelli dotati di riduttori di pressione che possono erogare 1000 L/min, vi è un secondo tubo di media pressione, Seconda Utenza, per l'eventuale soccorso d'altra persona in difficoltà. Per ovvie ragioni prima di sicurezza, e poi di praticità, alla Seconda Utenza collegheremo un erogatore solo ed esclusivamente a Domanda con mascherino oro-nasale.

Gruppo Maschera / Erogatore

Passiamo ora ad analizzare il gruppo Erogatore / Maschera.

Dal tipo di gruppo che adoperiamo, possiamo stabilire se stiamo lavorando con un A.R.:

- a) a Domanda o Pressione Negativa
- b) a Sovrapressione o Pressione Positiva

A colpo d'occhio questa differenza si evince da una diversa colorazione d'alcune sue parti. Infatti, come possiamo vedere, tutto ciò che lavora a sovrappressione, presenterà dei richiami di colore Rosso sia sulla maschera che sull'erogatore.

(Mentre per il modello DRAGER, la maschera “ Nuova Panorama “ è identificata per la colorazione Rossa del supporto Rete frangifiamma e l'erogatore per la stessa colorazione Rossa sia del cappellotto di protezione in gomma, che della ghiera filettata; per il modello SEKUR PIRELLI: la maschera “Sfera” presenterà lo stesso supporto Rete frangifiamma di colore Rosso, mentre l'erogatore presenterà sia la ghiera filettata che il bottone di ripristino della posizione d'attesa o Stand-bye.)

In merito al gruppo maschera / erogatore del tipo a domanda o pressione negativa, esso, non presenterà nessuna diversa colorazione, al di fuori di quell'originale (nera) o in ogni caso mai “Rossa”.

Altra sostanziale ed importantissima differenza tra i due sistemi è costituita dalle diverse filettature per l'innesto dell'erogatore alla maschera adottate, infatti:

- a. Il sistema sovrapressione adotta la filettatura “ **M 45 x 3** “ (nor. EN 148-3)
- b. Il sistema a domanda adotta la filettatura “ **Passo tondo o Edison per Filtri** ” (nor. EN148-1)

- **Erogatori a sovrapressione:** sono ad azionamento automatico, fungono da secondo stadio di riduzione, in pratica riducono la sua pressione d'esercizio, 6 - 9 bar, a poco più di 1 bar, (circa 4-6 mbar). La pressione positiva si commuterà automaticamente con l'esecuzione del primo atto respiratorio, permettendo così d'avere un continuo afflusso d'aria dall'interno della maschera verso l'esterno in caso di spostamenti accidentali della maschera. Tale sistema non consente agli agenti nocivi esterni di penetrarvi in alcun modo garantendo quindi una maggiore sicurezza per l'operatore. Una volta avvenuta la commutazione, l'erogatore fornirà aria alla maschera fino a quando l'operatore non interverrà meccanicamente sul “bottono rosso”, per l'erogatore Pirelli, o sulla “levetta” o “pulsantino”, per gli erogatori Drager. Sia il “bottono” che la “levetta” o “pulsantino”, hanno la sola ed unica funzione di ripristinare la posizione d'attesa dell'erogatore. Il pulsante posto al centro dell'erogatore ha la funzione di “Dispositivo d'erogazione supplementare a flusso continuo, che eroghi non meno di 60 L/min”, quindi di “sicurezza e/o emergenza” per qualsiasi avaria dell'erogatore stesso; e non quella, erroneamente detta di “ Supplemento”. Infatti, parlare di supplemento non ha senso perché se consideriamo che un individuo, sottoposto ad uno sforzo medio – pesante consuma nella realtà dai 90 ai 100 L/min, e gli erogatori a noi in dotazione possono fornire dai 300 L/min (erogatori a Domanda o Pressione negativa), ai 400 L/min (erogatori E400 Pirelli) ai 1000 L/min (Drager Plus), è evidente la possibilità da parte degli erogatori di fornire una quantità d'aria di gran lungo superiore alla capacità di respirazione dell'operatore. Il collegamento al riduttore di pressione è permesso attraverso la frusta in materiale neoprenico, corredata all'estremità di un raccordo ad innesto rapido.
- **Erogatori a domanda,** la prima cosa che notiamo è la colorazione. Non vi sono riferimenti di colore rosso che identificano esclusivamente il funzionamento a sovra pressione. Per quanto riguarda il principio di funzionamento, l'aria in quest'erogatore sarà fornita con la depressione che si crea al suo interno ad ogni atto inspiratorio esercitato dall'operatore, e tornerà in posizione d'attesa alla fine dell'atto stesso. Il “pulsante”, che troviamo al centro dell'erogatore, ha il solo scopo di alleggerire l'atto inspiratorio e/o, come per quello a sovra pressione di “sicurezza e/o emergenza”, e non quella di supplemento.
- **Maschera,** oltre alla diversa colorazione Rossa d'alcune parti, per il funzionamento a sovrapressione, presenterà:
 - a. Una doppia tenuta del bordo facciale, che adattandosi a qualsiasi viso garantisce una maggior tenuta.
 - b. Una sufficiente flessibilità del supporto erogatore la quale, limita gli spostamenti accidentali della maschera in caso d'urti, (Nuova panorama Drager).

- c. Una filettatura M 45x3.
- d. Un diaframma fonico che permette la trasmissione della voce a distanza.
- e. Un mascherino oro-nasale che evita l'appannamento dello schermo visivo (l'aria fresca che entra in maschera prima di essere respirata passa fra lo schermo visivo e il mascherino stesso).
- f. Un ampio facciale di gomma morbida antiallergica resistente agli agenti esterni, sul quale sono montate le bardature regolabili per la tenuta della maschera al viso e dello schermo panoramico ad ampio campo visivo.
- g. Una valvola d'esalazione sistemata nella parte bassa della maschera e protetta da eventuali sfiammate da una retina frangi – fiamma.
- h. La maschera è dotata inoltre di un sistema semplicissimo al fine di evitare che durante una pausa (durante un intervento), possa entrare al suo interno sporco, ceneri o polveri. Il sistema è costituito da un'asola, posta sulla bardatura frontale, e da un perno, posto sulla tracolla, che permette alla maschera di assumere una posizione verticale.

In considerazione delle diverse filettature tra i due sistemi, in nessun caso è consentita l'intercambiabilità.

E' possibile invece la possibilità di mettere insieme elementi di case costruttrici diverse per quanto riguarda il sistema sovra pressione, ciò con la consapevolezza che viene meno qualsiasi responsabilità da parte delle case stesse.

AUTONOMIA DI UN AUTORESPIRATORE A CICLO APERTO

L'autonomia di un A.R. dipende da:

- 1) **Capacità della bombola** (espressa in litri).
- 2) **Pressione interna della bombola** (espressa in bar o atm).
- 3) **Consumo medio dell'operatore** (circa 35 L/min)

Quindi la formula per il calcolo teorico:

$$\text{Autonomia} = \frac{\text{Capacità} \times \text{Pressione}}{\text{Consumo}} = \frac{7 \text{ Litri} \times 200\text{atm}}{35 \text{ L/min}} = 40 \text{ min}$$