



Provincia Autonoma di Trento SCUOLA PROVINCIALE ANTINCENDI



Idraulica Antincendio

NOZIONI ELEMENTARI DI IDRAULICA

- Aspetti teorici e pratici -

DEFINIZIONE:

L'IDRAULICA E' LA PARTE DELLA FISICA DEDICATA ALLO STUDIO DEL COMPORTAMENTO DEI CORPI ALLO STATO LIQUIDO. ESSA SI DIVIDE IN:

- **IDROSTATICA:** si interessa del comportamento dei liquidi quando sono nello stato di quiete;
- **IDRODINAMICA:** è lo studio del comportamento dei liquidi durante il loro movimento

PREMESSA

1. Proprietà fisiche dell'acqua

1.1 Definizione di liquido. I liquidi non hanno forma propria, assumono quella del recipiente che li contiene. Sono praticamente incompressibili.

1.2 Peso specifico o volumico. E' il peso dell'unità di volume, cioè il peso di 1 mc di acqua, e lo indicheremo con il simbolo PS

PS = 1000 kg/mc = 9806 N/mc (*), che corrisponde al peso volumico dell'acqua pura a 4 °C. Per l'acqua di mare PS= 1030 kg/mc.

1.3 Viscosità. E' la resistenza che le molecole di un fluido incontrano a scorrere le une sulle altre. Per l'acqua il coefficiente di viscosità (cv) è prossimo a zero e diminuisce all'aumentare della temperatura. A zero gradi $cv = 0,00178 \text{ N}''/\text{mq}$ e a venti gradi $cv = 0,00059 \text{ N}''/\text{mq}$.

Un fluido con viscosità nulla viene detto liquido perfetto.

Altre grandezze fisiche utili

Diametri dei tubi (\emptyset). I diametri in servizio presso il Corpo sono: 10, 25, 45, 70 mm e per diametro di regola s'intende il diametro interno misurato a tubo pieno. In passato furono adottati a titolo d'esperienza, anche tubi del diametro di 100 mm, nell'intento di diminuire le perdite di carico per attrito lungo la condotta, ma tale diametro fu poi abbandonato poiché col crescere del diametro aumenta proporzionalmente, a parità di valore della pressione, la

sollecitazione che tende a squarciare il tubo, per cui sarebbero occorsi materiali più pesanti e quindi più ingombranti, più costosi e di difficile movimentazione.

I tubi da 70 mm servono di regola nella formazione delle condotte dalla pompa all'incendio, e per alimentare direttamente lance di grosso getto; i tubi da 45 mm si utilizzano per formare sull'incendio condotte di alimentazione delle lance di piccola potenza; i tubi da 25 e da 10 mm s'impiegano per lo più nello spegnimento d'incendi boschivi.

NOTA (*) N = Newton è la forza che applicata ad un corpo di massa 1 Kg., gli imprime una accelerazione di 1 m/1^{ma} 1 Kg. = 9,81 N = 10N; 1 N = 1/10 Kg.

Sezione dei tubi (A). Occorrerà spesso, nel presente lavoro, fare riferimento alla sezione dei tubi, che pertanto si riporta in mq.

$$\text{Tubo con } \varnothing \text{ da 70 mm Sezione} = \frac{\varnothing^2 \times \pi}{4} = \frac{0,070^2 \times \pi}{4} = 0,00385 \text{ mq}$$

$$\text{Tubo con } \varnothing \text{ da 45 mm Sezione} = \frac{\varnothing^2 \times \pi}{4} = \frac{0,045^2 \times \pi}{4} = 0,00159 \text{ mq}$$

$$\text{Tubo con } \varnothing \text{ da 25 mm Sezione} = \frac{\varnothing^2 \times \pi}{4} = \frac{0,025^2 \times \pi}{4} = 0,00049 \text{ mq}$$

$$\text{Tubo con } \varnothing \text{ da 10 mm Sezione} = \frac{\varnothing^2 \times \pi}{4} = \frac{0,010^2 \times \pi}{4} = 0,000079 \text{ mq}$$

Dal confronto delle sezioni si deduce, all'incirca, che il tubo da 70 mm ha una superficie che vale due volte e mezza quella del tubo da 45 mm, il quale a sua volta ha un'area più che tripla rispetto alla condotta da 25 mm.

Volume (V) In Europa si esprime in metri cubi (mc) o in decimetri cubi (dmc) raramente in ettolitri (hl).

1 mc = 1000 dmc; 1 hl = 100 dmc ; Altre unità usate sono:

Il gallone inglese = 4,546 dmc; il gallone americano = 3,785 dmc

Portata (Q) E' la quantità d'acqua erogata da una bocca, ovvero che attraversa la sezione di una condotta, nell'unità di tempo. Di regola la si esprime in dmc al minuto primo (1/1'), litri al secondo, ecc...

Possiamo materializzare il concetto di portata di una condotta identificandolo col volume d'acqua contenuto nel cilindro che ha per base la sezione di tubo e per altezza la velocità dell'acqua.

Ciò è appunto espresso dalla nota relazione:

Relazione 1)

$\text{Portata} = \text{Sezione} \times \text{velocità} ; (Q = A \times V)$

Q = portata

A = area sezione

V = velocità del liquido

Naturalmente per avere la Portata in litri all'1', dovremo nella presente relazione esprimere la sezione in dmq e la velocità in dm al 1';

**Tabella delle velocità dell'acqua nelle tubazioni
in relazione con la portata**

Portata in litri al 1'	Velocità dell'acqua in m. al 1" nelle tubazioni di diametro in mm.					
	Ø 25	Ø 45	Ø 70	Ø 80	Ø 100	Ø 125
40	1,37	0,43	0,16	0,14	--	--
50	1,67	0,53	0,22	0,17	--	--
60	2,00	0,63	0,26	0,20	0,13	--
75	2,50	0,80	0,33	0,25	0,16	--
90	3,00	0,94	0,39	0,30	0,19	--
100	3,34	1,06	0,43	0,33	0,21	0,14
125	4,16	1,31	0,55	0,42	0,26	0,17
150	5,00	1,57	0,65	0,50	0,32	0,20
175	--	1,86	0,76	0,58	0,37	0,23
200	--	2,13	0,86	0,67	0,43	0,27
250	--	2,64	1,11	0,83	0,53	0,34
300	--	3,17	1,31	1,00	0,64	0,41
350	--	3,70	1,51	1,17	0,75	0,49
400	--	4,21	1,76	1,33	0,85	0,54
450	--	4,78	1,92	1,50	0,97	0,62
500	--	5,28	2,11	1,67	1,07	0,69
600	--	6,29	2,60	2,00	1,28	0,28
700	--	7,42	3,03	2,33	1,50	0,95
800	--	8,43	3,52	2,67	1,71	1,10
900	--	--	3,90	3,00	1,93	1,23
1000	--	--	4,38	3,33	2,16	1,37
1100	--	--	4,76	3,67	2,37	1,51
1200	--	--	5,20	4,00	2,56	1,64
1300	--	--	5,60	4,33	2,79	1,77
1400	--	--	6,00	4,67	3,02	1,94
1500	--	--	6,40	4,00	3,23	2,06
1600	--	--	7,00	5,33	3,33	2,19
1700	--	--	7,43	5,69	3,64	2,33
1800	--	--	7,92	6,01	3,85	2,45
1900	--	--	8,20	6,33	4,02	2,57
2000	--	--	8,69	6,87	4,27	2,75

Dall'esame della tabella vediamo che la velocità dell'acqua nelle tubazioni d'incendio può variare, in relazione con la portata, da pochi dm al 1" sino a 7-8 m al 1". Quest'ultime velocità sono da considerarsi però già troppo elevate perché, come vedremo poi, esse generano lungo le condotte perdite di carico disastrose.

Se dal moto dell'acqua in una tubazione passiamo al

Moto dell'acqua all'uscita da una bocca di erogazione, il cui profilo intero sia stato opportunamente sagomato, vale sempre la relazione 1), cioè la portata sarà data dal prodotto della sezione della bocca per la velocità di uscita dell'acqua (vedi paradosso di Bernoulli).

Quando vediamo dell'acqua uscire con velocità da una bocca, pensiamo subito che tale velocità deve essere in relazione con una pressione che obbliga l'acqua ad uscire così veloce. E' così difatti, e la *relazione che lega la velocità di uscita dell'acqua con la pressione* che la sollecita è la seguente (**Teorema di Torricelli**):

Relazione 2)

$$V = \sqrt{2 \times g \times H} = \sqrt{19,6 \times H} \quad (\text{m/1"})$$

dove: V è la velocità in metri al minuto secondo;
g è l'accelerazione di gravità che vale, come è noto, m 9,8 al 1"²
H è la pressione espressa in metri di colonna d'acqua.

Volendo semplificare, basta esprimere la pressione p in atmosfere ed allora si avrà:

$$V = \sqrt{196 \times p} = 14 \sqrt{p}$$

Tabella delle velocità di uscita dell'acqua dal bocchello d'una lancia in relazione con la pressione al bocchello stesso:

Pressione al Pitot in atm.	Velocità dell'acqua in m al 1"	Pressione al Pitot in atm.	Velocità dell'acqua in m al 1"
0,5	10	8	39,6
1	14	9	42
1,5	17	10	44,3
2	20	11	46,3
2,5	22	12	48,5
3	24	14	52,4
4	28	16	56
5	31,3	18	59,4
6	34,3	20	62,6
7	37		

Pressione (Pr) Definita come la forza che agisce sull'unità di superficie (F/A).
Nel sistema internazionale (SI) si esprime in Pascal (Pa) e suoi multipli. In idraulica la pressione si indica pure come altezza in metri della colonna d'acqua equivalente (mCA),

$$1 \text{ Pa} = \frac{1 \text{ N}}{\text{mq}}$$

1 bar = 100.000 Pa = 10⁵ Pa = 1M Pa = 10,2 mCA = 1,02 kg/cmq; ??????????
1 atm (atmosfera fisica) = 101.325 Pa = 10,33 mCA = 1,033 kg/cmq;
1 at (atmosfera tecnica) = 98.066 Pa = 10.00 mCA = 1,000 kg/cmq.

Naturalmente come una velocità d'acqua deriva dalla trasformazione in moto di una pressione, una pressione può derivare, in forza della stessa relazione 2), dalla trasformazione di una velocità d'acqua e precisamente sarà:

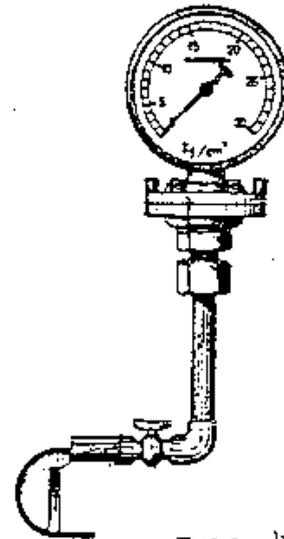
$$H = \frac{V^2}{19,6}, \text{ ed in atmosfere: } p = \frac{V^2}{196}$$

Il **tubo di Pitot** è appunto un apparecchio che, cogliendo l'acqua in velocità all'uscita dal bocchetto della lancia, indica il valore della pressione corrispondente.

Per l'uso del tubo di Pitot occorre avere le seguenti avvertenze:

- 1) che il foro di presa del tubetto sia posto a valle della sezione di efflusso ad una distanza almeno pari al diametro della sezione stessa;
- 2) che il foro di presa sia centrato rispetto alla sezione di efflusso;
- 3) che il tubetto di presa sia coassiale col bocchello.

Corre relazione fra la velocità e la pressione esistenti in un punto qualunque di una tubazione? Evidentemente no, poiché in tal caso la velocità dell'acqua è dovuta sì alla trasformata non è che una minima frazione della pressione statica ancora a disposizione in quel punto: sulla trasformazione della pressione in velocità in un punto qualunque di una condotta ha evidentemente decisiva influenza la lunghezza della tubazione a valle del punto considerato nonché la sezione del



TUBO di PITOT



bocchello di erogazione posto all'estremo della condotta.

Dalle Relazioni 1) e 2) possiamo facilmente dedurre che la portata di una lancia dipende dalla sezione del bocchello e dalla

pressione misurata all'uscita.

La *sezione* a sua volta dipende dal diametro *del bocchello* e precisamente *varia col quadrato del diametro*; perciò se il diametro ad es. diventa doppio o triplo, la sezione diventa rispettivamente quattro o nove volte maggiore.

Potremo dunque concludere che: *la portata di una lancia varia col quadrato del diametro del bocchetto e con la radice quadrata della pressione di uscita* (cioè se la pressione alla lancia diventasse ad es. quattro volte o nove volte maggiore, la portata diventerebbe soltanto doppia o tripla).

Dalle Relazioni 1) e 2) ricaviamo la *Tabella delle portate delle lance* calcolata supponendo che i bocchelli siano sagomati in modo da non dar luogo ad alcun fenomeno di contrazione della vena liquida.

In realtà un coefficiente di contrazione della vena di 0,98 si dovrebbe assumere anche per i migliori bocchelli, ché se poi si impiegassero bocchelli mal sagomati o, peggio ancora, diaframmati con dischi, allora la contrazione della vena è forte per cui le portate fornite dalla Tabella dovrebbero essere ridotte secondo un coefficiente di contrazione che nel caso dei diaframmi raggiunge un valore bassissimo (k - 0,615).

LEGGE DELLA CONTINUITA'

In un complesso di pompe di diversa potenza e di tubazioni, anche di diametro diverso e con diversa inclinazione, tra loro congiunte in serie per formare un unico sistema funzionante, la portata è costante attraverso qualunque pompa ed attraverso qualunque sezione della condotta.

In altre parole possiamo dire che nello stesso tempo tanta acqua sale dal tubo di aspirazione, altrettanta attraversa la prima pompa, altrettanta passa attraverso qualunque sezione della condotta, altrettanta attraversa le pompe successive e altrettanta infine esce dalla lancia.

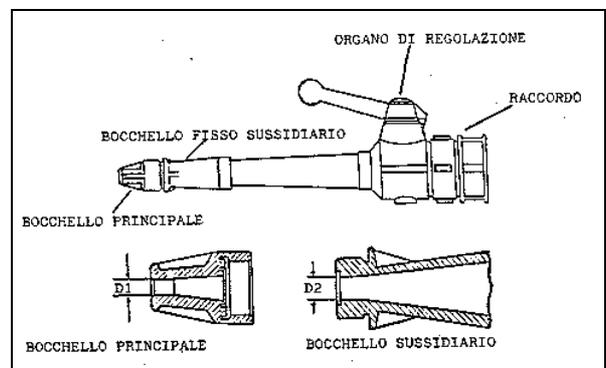
Ricordando ora che: **Portata = Sezione x Velocità** e che **per la legge di continuità la portata è costante**, dobbiamo trarre logicamente la conclusione che:

se sono diverse le sezioni nei vari tratti di tubazione, in ciascuno di essi la velocità sarà pure diversa

e precisamente: sarà maggiore nella tubazione da 45, minore in quella da 70 e minore ancora in quella da 100, anzi possiamo dire, precisamente ancora meglio, che le velocità dell'acqua nelle varie tubazioni staranno fra loro come il rapporto inverso delle rispettive sezioni. Ne consegue che, *qualora la tubazione dalla pompa alla lancia ha sempre lo stesso diametro, la velocità in qualunque punto di essa è costante.*

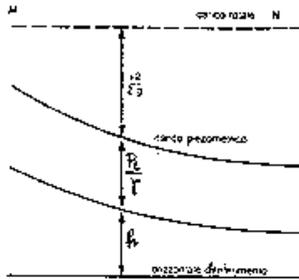
Queste importanti conseguenze tratte dalla legge della continuità valgono naturalmente anche quando in luogo di uno stabilimento orizzontale di tubazione ne avessimo uno verticale od uno misto.

Fatte queste premesse, ritorniamo alla definizione che abbiamo dato della lancia. L'acqua giunge alla base della lancia con debole velocità e con pressione statica residua notevole: per la legge della continuità, dato che la lancia tronco-conica riduce progressivamente la sua sezione dalla base al bocchello, la velocità lungo la lancia andrà gradatamente aumentando sino a raggiungere il suo valore massimo al bocchello, mentre la pressione statica dal valore posseduto alla base della lancia andrà progressivamente diminuendo sino a diventare zero in corrispondenza dell'uscita.



Principio di Bernoulli

Principio di Bernoulli



Le forme di energia possedute da un liquido in movimento sono le seguenti (Vedi figure a lato).

- a) **Energia potenziale o di posizione:** è l'energia del liquido dovuta alla sua posizione rispetto ad una linea di riferimento. E' data dal prodotto del peso P del liquido per la sua distanza h dalla retta di riferimento:

$$\text{Energia potenziale (Ep)} = P \times h \text{ (Nm)}$$

- b) **Energia piezometrica (Epiez.)** o energia posseduta dal liquido per effetto della sua pressione Pr:

$$\text{Epiez.} = V \times Pr = \frac{P \times Pr}{\gamma} \text{ (Nm)}$$

- c) **Energia cinetica o di movimento (Ec):**

dove: $P = m \times g$

$$Ec = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \frac{P}{g} v^2 \text{ (Nm)} \quad m = \frac{P}{g}$$

Ponendo $P = 1$ le tre forme di energia si riducono a:

$Ep = h$ (m) altezza geometrica;

Epiez. $\frac{Pr}{\gamma}$ (m) altezza piezometrica

$Ec = \frac{v^2}{2g}$ (m) altezza cinetica.

Secondo Bernoulli, per un liquido perfetto (privo di viscosità) in moto permanente ($Q=v_1A_1 = v_2A_2$) e sottoposto alla sola azione di gravità, la somma delle tre energie o carico totale, per il principio della conservazione dell'energia, è costante:

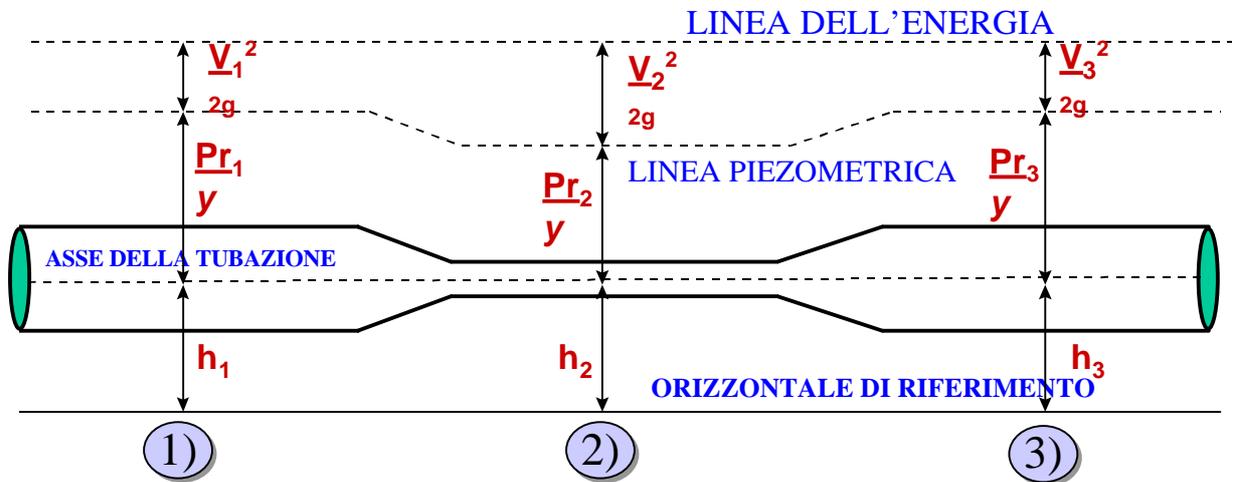
$$h_1 + \frac{Pr_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = H \text{ (costante)} = h_2 + \frac{Pr_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g}$$

che esprime l'equazione di Bernoulli

Paradosso di Bernoulli

Interessante è l'applicazione del principio di Bernoulli a due sezioni del tubo tra loro vicine, ma con dimensioni diverse e raccordate. Supponiamo di passare da una sezione maggiore 1) ad una minore 2). (vedi figura seguente)

PARADOSSO DI BERNOULLI



Supponiamo il tubo orizzontale (solo per semplificare, perché non cambia il fenomeno prendendo il tubo inclinato). Poiché nella sezione ristretta 2), essendo la portata costante, la velocità è maggiore che in 1), ci sarà una pressione minore, in quanto si avrà un aumento dell'energia cinetica a scapito dell'energia di pressione: la piezometrica, dunque, si abbasserà.

Il fenomeno contrario avverrà per un allargamento graduale della sezione la velocità diminuirà, calerà pure l'energia cinetica che si trasformerà in energia di pressione. Avremo un innalzamento o, come si dice, un recupero di piezometrica, a meno delle perdite (consulta anche l'argomento: le pompe centrifughe).

PERDITE DI CARICO (PdC)

Il liquido attraversando una condotta incontra delle resistenze dette perdite di carico lineari o continue e localizzate.

Quelle lineari risultano proporzionali alla superficie bagnata del tubo, al quadrato della velocità, ed inversamente proporzionale alla sezione trasversale della corrente e dipende da un coefficiente k che tiene conto della natura della parete e del tipo di moto (scabrezza e numero di Reynolds).

Una delle formule per determinare le perdite di carico continue è quella di **Dacy**:

$$Y = k \times \frac{Q^2}{D^5} \times L$$

dove:

Y = PdC continue in mCA o in bar;

K = coefficiente di scabrezza;

Q = portata in metri cubi al secondo;

D = diametro del tubo in metri.

Per le manichette in uso corrente $k = 0,0010 + 0,0042$

Per le condotte da 45 e da 70 mm le PdC lineari accertate sono quelle riportate nell'immagine.

Per ogni altra situazione si consiglia la consultazione di apposito abaco. Il normogramma è stato costruito secondo la formula di Darcy e omologhe.

Perdite di carico localizzate

Sono dissipazioni di energia dovute a cambiamenti di direzione del tubo, a modificazioni della sezione della condotta, all'imbocco e allo sbocco, ecc.

Tutte queste resistenze si determinano con formule del tipo:

$$Y_{loc} = c \times \frac{V^2}{2g}$$

Y_{loc} = PdC localizzate in mCA;

c = è una costante che varia da caso a caso (vedi pag. 15 già richiamata);

v = velocità dell'acqua nel tubo in m/1";

g = accelerazione di gravità (= 9,81 m/1"²).

Per le più comuni velocità in uso nelle manichette 1 + 3 m/1"

$$Y_{loc} = c \times \frac{V^2}{2g} = c \times \frac{1+3}{19,62} = 0,05 + 0,46 \text{ mCA}$$

Come si vede si tratta di piccole entità, che a motivo della loro variabilità e numerosità, si suggerisce, a buon fine, di stimare in una maggiorazione del 10% delle PdC lineari; e così ci comporteremo negli esempi che seguono.

Diverso è il discorso delle lance dove la velocità può superare i 30 m/l" e pertanto ne terremo conto, vedi esempio sotto:

$$Y_{loc} = c \times \frac{V^2}{2g} = c \times \frac{30}{19,62} = 45,87 \text{ mCA}$$

MULTIPLI

nome	simbolo	moltiplicatore	nome	simbolo	moltiplicatore
deca	da	10 = 10	mega	M	10 ⁶ = 1.000.000
etto	h	10 = 100	giga	G	10 ⁹ = 1.000.000.000
kilo	k	10 = 1000	tera	T	10 ¹² = 1.000.000.000.000

ESERCIZI APPLICATIVI

Esempio di pompaggio con pompe concatenate in serie tra A a valle, sito a Dres (valle di Non), in prossimità di un ruscello, di quota 660,0 mslm e B a monte, vicino al Maso Keller a quota 890,0 mslm (vedi cartina al diecimila allegata pagina n. 18).

I° CASO

Si ipotizza l'impiego di **motopompe ad alta pressione del tipo canadese "WAJAX BB-4"** multigrante. Per le caratteristiche tecniche.

Dislivello AB = quota B - quota A = 890,0 - 660,0 = 230 m

In generale le quote dei punti utili allo scopo si potranno individuare, in prima approssimazione, sulla carta topografica, quindi si confermeranno sul terreno con l'ausilio di un buon altimetro.

La distanza da coprire si potrebbe determinare sul posto percorrendo, quando è possibile, il tratto fra i due punti con un fuoristrada, altrimenti si può valutare la lunghezza del tronco appoggiando sulla cartina un filo sottile e seguendo con lo stesso il cammino che presumibilmente terrà la condotta.

Nel nostro caso lo sviluppo complessivo, secondo il tragitto indicato, è uguale a 19 centimetri. (La scala è 1 : 10.000 dove 1 cm = 100 m). In totale 1900 metri, che in forma cautelativa arrotondiamo a 2.000 metri. La maggiorazione va correlata con la pendenza media da superare: più alta è questa e più grande sarà la lunghezza della tubazione rispetto alla distanza topografica.

Ad esempio, con una pendenza del 10%, la maggiorazione risulterà del 5% (1900 x 0,50 = 95 m, arrotondati a 100 metri). Con una pendenza del 30% la maggiorazione sarà del 15% e così via.

Facendo lavorare la pompa a circa 20 bar, la portata sarà attorno ai 200 l/l'.

Il tubo impiegato avrà un diametro utile di 45 mm, che per ogni 100 metri offre un PdC lineare di un bar.

Ricordiamo che per il buon funzionamento della "catena di pompe" è opportuno che l'acqua arrivi al distributore della pompa successiva alla pressione di circa due bar, e che uscirà dal diffusore della stessa con una prevalenza di 16 + 20 bar. Pertanto 18 bar è la pressione utile a disposizione tra due pompe successive, che servirà sia per superare il dislivello sia per far fronte alle perdite di carico, secondo lo schema seguente.

PREVALENZA GEODETICA: dislivello tra la bocca di aspirazione e quella di arrivo compresa l'altezza d'aspirazione della prima pompa, sapendo che un bar corrisponde all'incirca a 10 mCA;

PERDITE DI CARICO:

lineari:

1 bar per ogni 100 metri di manichetta;

localizzate:

si suggerisce di stimarle uguali al 10% di quelle lineari semplificandone la quantificazione pur restando vicino alla realtà;

PRESSIONE D'ESERCIZIO:

è quella residua di arrivo alla pompa successiva, al serbatoio terminale o alla lancia.

Nel caso d'impiego diretto sul fuoco la pressione di lavoro alla lancia dovrà aggirarsi almeno su 5+7 bar. Nella situazione dell'incendio boschivo, è più conveniente il caricamento di un serbatoio in quota e l'attingimento da questo con pompe alternative ad alta pressione e

l'impiego di tubazioni del tipo "flamtest" da 10 mm, con lo scopo di risparmiare acqua nello spegnimento.

ILLUSTRAZIONE DELLA CONCATENAZIONE

MOTOPOMPA A: dalla quota 660.0 mslm alla quota 730.0 mslm
- dislivello A-2 = $730,0 - 660,0 = 70,0$ m 7 bar;
- lunghezza del tratto A-2 = 700 m + 10% = 770 m, per una perdita di carico complessiva arrotondata a 8 bar;
- pressione d'ingresso dell'acqua alla pompa n. 2 e successive, 2 bar.

Riepilogo di bar:

tratto A-2 = $7 + 8 + 2 = 17$ bar

MOTOPOMPA 2: dalla quota 730.0 mslm alla quota 810,0 mslm
- dislivello 2-3 = $810,0 - 730,0 = 80,0$ m 8 bar;
- lunghezza del tratto 2-3 = 800 m + 10% = 880 m, per una perdita di carico complessiva arrotondata a 9 bar;

Riepilogo di bar:

tratto 2-3 = $(2) 8 + 9 = 17$ bar

MOTOPOMPA 3: dalla quota 810.0 mslm alla quota 890,0 mslm
- dislivello 3-B = $890,0 - 810,0 = 80,0$ m → 8 bar;
- lunghezza del tratto 3-B = $2.000 - (700 + 800) = 500$ m + 10% = 550 m, per una perdita di carico complessiva ammontante a 5,5 bar;

Riepilogo di bar:

tratto 3-B = $(2) 8 + 5,5 = 13,5$ bar

A compendio dell'esempio sovraesposto si riportano alcune riflessioni:

1. in occasione di prolungato impiego delle pompe è opportuno lavorare con regimi e carichi inferiori a quelli massimi, e quindi con prestazioni minori di quelle indicate;
2. nel caso di scarsità d'acqua a disposizione si potrebbe adottare la condotta di diametro 25 mm, che permette il trasporto di portate comprese tra i 25 e i 60 litri al minuto;
3. allorquando nella mandata la condotta dovesse in parte scendere a valle, questo fatto alleggerisce il compito delle pompe, per contro alla convessità (sifone) della condotta potrà accumularsi dell'aria vanificando così la nostra opera. Evitare, in ogni modo, l'ingresso di aria nelle tubazioni;
4. se durante l'attività su terreno accidentato una delle pompe va fuori servizio, si deve chiudere il rubinetto di mandata per impedire che il peso della colonna d'acqua a monte ricada sulle giranti delle pompe in basso.
E' pur vero che ogni macchina è munita della valvola di ritenuta, ma è opportuno non sovraccaricarla.

Esempio n. 2

Pompaggio lungo lo stesso tronco A-B con **pompe portatili ZIEGLER TS 8/8-1 8.**

Prestazioni: - portata = 600 litri al minuto;
- prevalenza della pompa = 10 bar

La tubazione utilizzata, di diametro 70 mm, ha trama e ordito in poliestere, tessitura diagonale ed impermeabilizzazione interna in gomma sintetica.

La perdita di carico continua è di 1 bar per ogni 100 metri di lunghezza della manichetta, nelle condizioni operative esaminate.

Per quanto concerne le perdite di carico localizzate, come già detto, si stimano al 10% di quelle continue.

Criteri generali: si determina la prevalenza manometrica complessiva necessaria per superare la distanza A-B di lunghezza 2.000 metri e dislivello pari a 230 metri.

PREVALENZA MANOMETRICA A in <u>mCA</u> ---> bar 10	a) prevalenza geodetica (PG):	dislivello tra gli estremi della tratta, A-B nel nostro caso, più l'eventuale aspirazione;
	b) perdite di carico (PdC)	1) lineari 2) localizzate
	c) pressione d'esercizio (PE):	nell'esempio della concatenazione, è la pressione residua con cui l'acqua affluisce alla pompa successiva (2 bar) e al serbatoio terminale in quota. Da questo si attingerà il liquido in pressione per alimentare le lance in prossimità del fuoco.

PREVALENZA MANOMETRICA COMPLESSIVA	a) PG =	230 mCA ---> 23,0 bar
	b) PdC	1) lineari = $\frac{2.000}{100} = 20$ bar 2) localizzate = $20 \times 0,10 = 2$ bar
	c) PE =	2 bar, pompe intermedie e terminale se carichiamo un serbatoio; 5 + 7 bar, per l'operatività della lancia, all'ultima pompa

Prevalenza manometrica complessiva = $23 + 20 + 2 + 2 = 47$ bar

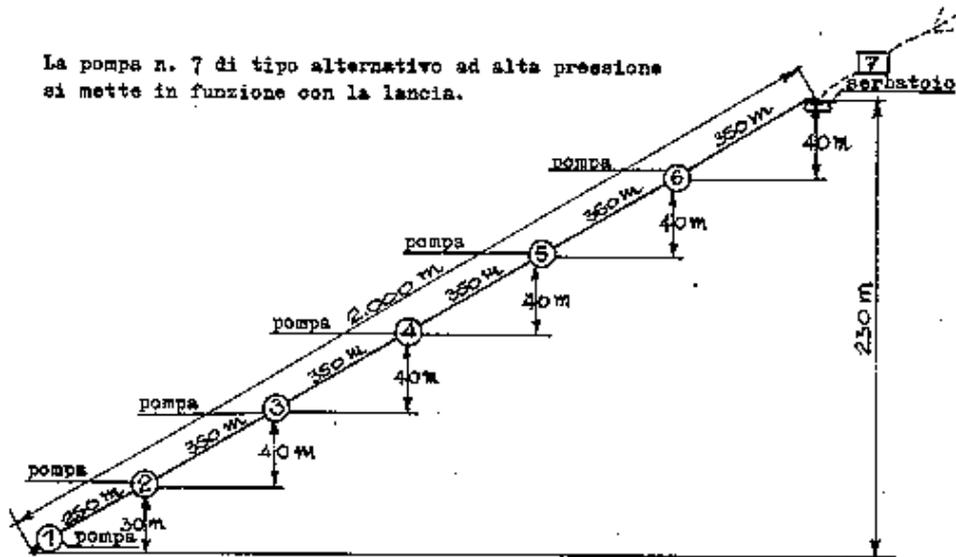
Per stabilire il numero di pompe necessarie per la "catena" divideremo la prevalenza manometrica complessiva per la pressione manometrica media della pompa in questione, 8 bar nel nostro caso.

N. pompe correnti = $\frac{47}{8} = 5,9 \simeq 6$ pompe

Le sei pompe saranno posizionate sul terreno in modo che ognuna copra una prevalenza complessiva massima di 10 bar, comunque meglio fermarsi ad 8 bar, specie per lavori prolungati.

Semplificando e generalizzando il problema, su terreni di uniforme pendenza la collocazione delle pompe può seguire lo schema rappresentato.

La pompa n. 7 di tipo alternativo ad alta pressione si mette in funzione con la lancia.



Situazione operativa media di ogni pompa

- Prevalenza manometrica della pompa numero 1 = $3,0(1 + 2,5(2 + 0,25(3 + 2,0(4$ = 7,75 bar
- Prevalenza manometrica delle pompe intermedie = $(2,0)(4 + 4,0(1 + 3,5(2 + 0,35(3$ = 7,85 bar
- Prevalenza manometrica della pompa terminale = $(2,0)(4 + 4,0(1 + 3,5(2 + 0,35(3$ = 7,85 bar

Richiamo dei criteri usati nel dimensionamento

- 1) dislivello da superare espresso in bar (1 bar = 10 metri);
- 2) perdite di carico continue (1 bar per ogni 100 metri di condotta);
- 3) perdite di carico localizzate (10% di quelle continue);
- 4) pressione in bar con cui l'acqua raggiunge la pompa successiva nonché il serbatoio (2 bar).

A questo punto non resta che dare voce e corpo al grido ... acqua al fuoco!

2. Per tubi in condotta forzata.

I. Perdite di carico continue.

Allegato III

a) Formula di Daroy: $y = b L \frac{Q^2}{D^5}$, nella quale è: y perdita di carico totale

(in metri d'acqua); Q , la portata in litri al secondo; D , il diametro dei tubi (in metri); L , la lunghezza reale della conduttura (in metri). Il coefficiente b ha un valore variabile, a seconda dello stato dei tubi e del loro diametro.

Per tubi lisci si può mettere: $\beta = 0,00164 + 0,000042/D$.

Per tubi scabri questo valore di β deve essere raddoppiato.

Per tubi d'uso corrente: $\beta = 1,25 (0,00164 + 0,000042/D)$.

b) Formula del Flamant: $y = 6,104 a L \frac{Q^{7/4}}{D^{19/4}}$, in cui: $a = 0,00023$

per $D < 0,60$ m; $a = 0,000345$ per $D > 0,60$ m.

II. Perdite di carico (y) accidentali

a) Per cambiamento di direzione

$$y_1 = c_1 \frac{V^2}{2g}$$

in cui c_1 assume i seguenti valori in funzione dell'angolo α :

$\alpha \rightarrow$	20°	40°	60°	80°	90°	100°	120°
$c_1 \rightarrow$	0,046	0,139	0,364	0,740	0,984	1,260	1,861

b) Raccordo con raggio r .

$$y_2 = c_2 \frac{V^2}{2g} \frac{\alpha^2}{90^\circ}$$

c_2 assume i seguenti valori in funzione dell'angolo α :

$r/D \rightarrow$	5	4	3	2,5	2	1,5	1,25	1	0,75
$c_2 \rightarrow$	0,130	0,133	0,136	0,138	0,150	0,170	0,205	0,230	0,60

c) Cambiamento di sezione:

$$y_2 = c_2 \frac{V^2}{2g}$$

IDRAULICA APPLICATA AI SERVIZI ANTINCENDI

CAP. 1 LE GRANDEZZE CARATTERISTICHE DELL'ACQUA NELLA PREVENZIONE E NELLA ESTINZIONE DEGLI INCENDI

1.1 Introduzione

1.2 Capacità di assorbimento del calore dell'acqua

CAP. 2 MATERIALI PER LA FORMAZIONE DELLE CONDOTTE

2.1 Tubi di pressione

2.2 Tubi di aspirazione

2.3 Raccordi

2.4 Divisori, collettori

2.5 Lance da incendi

2.6 Accessori vari

2.7 Idranti stradali e reti cittadine

CAP. 3 IDRAULICA APPLICATA ANTINCENDI

3.1 Premessa

3.2 Tipologia degli stendimenti linee singole e con divisori

3.3 Prestazioni di lance e tubazioni necessarie per il calcolo pratico di uno stendimento

3.4 Calcolo di uno stendimento

CAP. 1 LE GRANDEZZE CARATTERISTICHE DELL'ACQUA NELLA PREVENZIONE E NELLA ESTINZIONE DEGLI INCENDI

1.1. INTRODUZIONE

L'acqua, a confronto di altri materiali usati nella estinzione degli incendi, presenta molti vantaggi. Fra di essi sono da annoverare la sua economicità, la facilità di reperimento la sua non tossicità ed il fatto che nell'azione estinguente non dà luogo a prodotti tossici. Per gli elevati valori del suo calore specifico e del calore latente di vaporizzazione possiede un alta capacità di assorbimento del calore. Inoltre ha la possibilità di formare una atmosfera inerte poiché quando si converte in vapore aumenta di circa 1700 volte il suo volume a pressione ordinaria e sposta così aria e vapori infiammabili da un luogo chiuso o dalla zona adiacente all'incendio.

L'uso più comune che ne viene fatto, ma non il più efficace è di lanciarla come getto pieno sull'area che brucia. In questo stato può essere solo utilizzata per incendi di classe A cioè di solidi combustibili, i quali per l'azione del calore producono vapori infiammabili che alimentano l'incendio. Questi solidi vengono bagnati e inzuppati fino ad essere portati in condizioni di sicurezza cioè ad una temperatura tale da non poter produrre più dei gas combustibili. In questo caso si forma anche una certa quantità di vapore che serve a ridurre la concentrazione dell'ossigeno, ma data la sua quantità il suo effetto è molto limitato.

L'acqua come getto pieno non può essere usata per l'estinzione di incendi di classe B cioè di liquidi infiammabili sia solubili che non in acqua ed inoltre non può essere gettata contro parti elettriche in tensione.

Comunque il getto pieno è molto usato nella tecnica di estinzione in quanto permette lunghe gettate che possono risolvere problemi di accessibilità i quali scaturiscono o dal forte calore emesso o da fattori costruttivi. Con tutto ciò la sua efficacia è molto limitata in quanto solo una piccola parte viene utilizzata per raggiungere lo spegnimento.

Un aumento della capacità estinguente, dovuta all'elevato effetto di raffreddamento e soffocamento, avviene riducendo l'acqua in gocce, tramite apposite lance cioè con l'uso dell'acqua frazionata.

Nel caso di incendi comuni l'azione estinguente dell'acqua è dovuta principalmente alla diluizione dell'aria (ossigeno) che alimenta l'incendio con vapore che risulta dalla evaporazione delle gocce d'acqua immerse nell'aria della zona in combustione.

La capacità di estinzione dei getti frazionati è quindi legata alla velocità di vaporizzazione degli stessi e dipende dai seguenti fattori:

- 1) superficie idrica esposta che è una funzione della quantità di acqua e del diametro medio delle gocce;
- 2) coefficiente di trasmissione del calore che è una funzione del diametro medio delle gocce, della temperatura dell'aria e della velocità relativa tra l'aria e le gocce;
- 3) salto termico tra la temperatura dell'area incendiata e quella dell'acqua.

Studi e calcoli indicano che il diametro ottimo delle gocce per l'estinzione di un incendio è nel campo tra 0,3 ed 1 mm. a seconda del tipo di materiale che sta bruciando. Migliori risultati si ottengono quanto più le gocce sono uniformi nelle dimensioni.

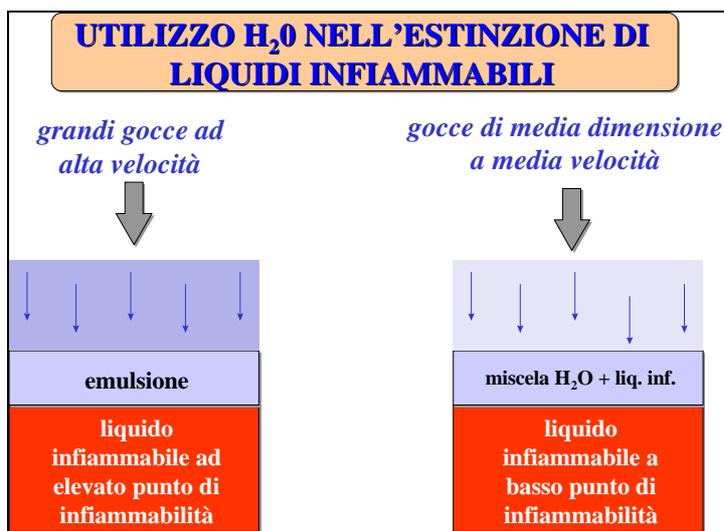
Questi valori scaturiscono, oltre che da considerazioni termodinamiche come vedremo in seguito, dal fatto che le gocce devono essere grandi abbastanza da avere sufficiente energia per raggiungere il punto di combustione vincendo la resistenza dell'aria, la forza di gravità ed il movimento dell'aria causato dalle forze ascensionali di origine termica o da altre correnti.

Attualmente non vi è dispositivo di scarico capace di produrre una completa uniformità di dimensioni, comunque sono state sviluppate molte lance che permettono un accettabile grado di uniformità entro un ampio campo di pressioni.

Particolare impiego trova l'acqua frazionata nella protezione di stabilimenti o magazzini ove vengono lavorati o depositati liquidi infiammabili. Si adoperano impianti fissi che bloccando il rapido sviluppo dell'incendio impediscono che lo stesso assuma proporzioni catastrofiche.

Il processo di estinzione è diverso a seconda del tipo di liquido infiammabile e per questa ragione Rasbash e Stark divisero detti prodotti in tre classi.

La prima classe costituita dai liquidi che non sono miscibili con acqua e che hanno un punto di infiammabilità di 45° C o superiore. Trattasi di kerosene, gasolio e sono inclusi in essa anche liquidi con punto di infiammabilità superiore a 100° C come olio per trasformatori, olio per combustibile grezzo, olio vegetale, glicerina, asfalti e bitumi. Dette sostanze vengono estinte mediante diretto trasferimento del calore alle gocce di acqua che penetrano nella superficie del liquido, fino a portarne la temperatura al di sotto di quella di infiammabilità.



In questo caso è necessario fare attenzione all'uso dell'acqua con oli che nel loro incendio possono formare delle zone calde con temperature superiori ai 100° C; infatti una sua vaporizzazione improvvisa può portare ad estendere l'incendio per i conseguenti spruzzi di olio e per gli eventuali traboccamenti.

La seconda classe riguarda i liquidi infiammabili miscibili con acqua, i quali diluendosi con la stessa possono estinguersi mediante l'aumento del punto di infiammabilità della miscela. In questo caso la probabilità di una buona riuscita della estinzione dipende dall'entità della diluizione necessaria per rendere il liquido non infiammabile. Per esempio per il whisky il rapporto di miscelazione è di 1,5 volumi di acqua per 1 di whisky, per l'alcool etilico il rapporto è di 7 ad 1 e per l'acetone di 30 ad 1. Nel caso quindi di diluizioni troppo elevate esiste sempre il pericolo del traboccamento se il volume del contenitore non è sufficiente.



Per esempio per il whisky il rapporto di miscelazione è di 1,5 volumi di acqua per 1 di whisky, per l'alcool etilico il rapporto è di 7 ad 1 e per l'acetone di 30 ad 1. Nel caso quindi di diluizioni troppo elevate esiste sempre il pericolo del traboccamento se il volume del contenitore non è sufficiente.

La terza classe è costituita dai liquidi non miscibili con acqua ed aventi un punto di infiammabilità al di sotto di 45° C.

Trattasi di benzina, benzolo, toluolo e xilolo. A questa classe appartengono anche liquidi che in parte sono miscibili con acqua come l'etere,

alcuni chetoni, gli alcoli butilico ed amilico nonché l'acetato di etile. In genere per questo tipo di liquidi avviene più spesso il controllo dell'incendio e solo raramente l'estinzione. E' bene inoltre che l'acqua non penetri nel liquido ma effettui solo il raffreddamento diretto dei vapori infiammabili nella zona in fiamme.

Tutte queste caratteristiche rendono utile l'acqua nei casi in cui l'incendio coinvolga dei liquidi infiammabili con tutte le relative infrastrutture come tubazioni e strutture metalliche che con il loro surriscaldamento possono essere causa di crolli con ulteriore sviluppo dell'incendio oppure possono causare la ripresa di un incendio già estinto.

Se per qualche motivo l'acqua da sola non può completamente estinguere un incendio, essa specialmente se frazionata riduce la combustione violenta e raffredda l'ambiente e può essere usata in combinazione con polveri secche o liquidi vaporizzanti (alogenati) che completano l'estinzione.

L'acqua conduce l'elettricità nello stato di getto compatto; in questo stato può quindi essere pericolosa se usata in incendi di apparecchiature elettriche o che comprendono la presenza delle stesse. Quando viene frazionata, questo pericolo è molto ridotto e normalmente è trascurabile.

Essa non può spandersi sugli oli per formare uno strato isolante come fa la schiuma, ma ha l'inconveniente che se gettata su un contenitore aperto potrà far traboccare gli oli e dar luogo ad una propagazione dell'incendio.

E' oltremodo pericolosa se viene usata con oli che nel loro incendio possono formare delle zone calde con temperature superiori ai 100° C: infatti la sua vaporizzazione improvvisa può portare ad estendere l'incendio per i conseguenti schizzi di olio o gli eventuali traboccamenti.

Alcuni pericoli possono sussistere se in un incendio di liquido infiammabile sono coinvolti anche dei metalli infiammabili.

Si può comunque concludere che i vantaggi che si ottengono nell'estinguere i liquidi infiammabili con acqua compensano abbondantemente gli svantaggi, per cui anche in questo settore essa presenta un campo di azione pari a quello di qualsiasi altro materiale antincendio.

Gli unici casi in cui non è consigliabile l'uso dell'acqua nella estinzione degli incendi sono quelli qui sotto riportati.

Gli incendi dei metalli alcalini (sodio, potassio e calcio) e di altri metalli combustibili (metalli leggeri) non devono venire spenti con acqua, poiché essi reagiscono con essa formando idrogeno. Queste reazioni procedono molto velocemente e l'idrogeno che si forma può condurre, miscelato con l'ossigeno dell'aria, a delle esplosioni.

Con il carburo di calcio l'acqua sviluppa il combustibile gassoso denominato acetilene. Gli incendi di carburo di calcio non debbono quindi mai essere spenti con acqua.

Inoltre l'acqua reagisce chimicamente con:

- calce viva (con forte sviluppo di calore), nel qual caso il pericolo consiste nel fatto che i circostanti materiali combustibili vengono portati fino alla loro temperatura di accensione;
- acido solforico concentrato, parimenti con forte sviluppo di calore, ove l'acido che viene spruzzato intorno rappresenta una notevole sorgente di pericolo.

Inoltre è da fare attenzione che il vapore d'acqua reagisce con il carbone rovente sviluppando idrogeno ed ossido di carbonio con la creazione quindi di situazioni molto pericolose.

1.2 CAPACITA' DI ASSORBIMENTO DEL CALORE DELL'ACQUA

Per riscaldare la quantità di materia G in kg dalla temperatura t a quella t1, occorre come sappiamo la quantità di calore:

$$Q = G C(t - t_1) \quad (\text{Kcal})$$

ciò se C (calore specifico) è una costante o

$$Q = G \int_{t_1}^t C dt \quad (\text{Kcal})$$

se C è dipendente dalla temperatura come conseguenza del fatto che i calori specifici dei fluidi variano in generale con il salire della temperatura. Il calore specifico dell'acqua in pratica può essere assunto costante ed uguale ad 1.

Se si riscalda 1 kg di acqua di 1° C, esso abbisogna in media di 1 kcal (definizione di kcal). Quindi 1 kg di acqua di estinzione alla temperatura ambientale di 10° C abbisogna per il suo riscaldamento fino alla temperatura di ebollizione di una quantità di calore di 90 kcal. Per vaporizzare 1 kg di acqua a 100° C è inoltre necessaria una quantità di calore di 539,1 kcal; partendo quindi da 1 kg di acqua a 10° C per la vaporizzazione completa dello stesso avremo bisogno di 90 + 539 = 630 kcal.

Il vapore prodotto inoltre, come detto in precedenza, occupa un volume che è 1700 volte superiore a pressione atmosferica al volume iniziale d'acqua. Infatti dal rapporto dei pesi specifici a pressione atmosferica dell'acqua a 10° C (999,6 kg/mc) e del vapore a 100° C (0,598 kg/mc) abbiamo:

$$999,6/0,598 = 1670$$

Attraverso questo aumento di volume, come già detto in precedenza, l'acqua usata per l'estinzione provoca secondo le modalità di uso anche un effetto di soffocamento; esso nasce dallo spostamento che il vapore effettua dell'ossigeno dell'aria che si trova in vicinanza delle merci che bruciano.

Quindi se noi avessimo un getto con una portata di 300 lt./min., esso potrebbe assorbire se l'acqua evaporasse completamente una quantità di calore di circa 180.000 kcal/min.

Considerando una caldaia comune nel cui forno normalmente si bruciano circa 120 kg di legno per mq di griglia e per ora cioè 2 kg/mq x min in essa si produrranno circa 7.000 kcal/min x mq. Quindi il getto suddetto potrebbe assorbire il calore prodotto in un minuto dai forni di una caldaia con 25 mq di griglia. L'esempio precedente potrebbe assimilarsi ad un incendio o in condizioni di combustione molto favorevole con un focolare avente dimensioni in pianta di 25 mq (quadrato con lato di 5 metri).

CAP. 2 MATERIALI PER LA FORMAZIONE DELLE CONDOTTE

2.1 TUBI DI PRESSIONE

Per il trasporto dell'acqua, dal mezzo che la fornisce sotto pressione alle lance che la utilizzano negli incendi, si usano tubi flessibili. Questi devono risultare maneggevoli, impermeabili e resistenti alla pressione e sono realizzati in tessuto di fibra vegetale, di solito canapa.

I diametri dei tubi di maggior uso presso il Corpo sono due: 45 e 70 mm. (per diametro s'intende quello interno misurato a tubo pieno).

I tubi da 70 mm. servono alla formazione delle condotte dalla pompa all'incendio, e per alimentare direttamente lance di grande potenza.

I tubi da 45 mm. servono per formare sull'incendio condotte di alimentazione delle lance di piccola potenza.

I tubi flessibili, per comodità d'impiego, sono divisi in tratti tra loro congiungibili per mezzo di opportuni raccordi.

Oltre ai tubi ora citati, il Corpo usa anche tubi gommati degli stessi e di altri diametri. Si tratta di tubi di tessuto di canapa rivestiti internamente con strato di gomma. In tal caso il tessuto esterno ha la funzione di resistere alla pressione, mentre la gomma interna assicura una tenuta perfetta.

In generale i tubi devono essere conservati in luogo asciutto ed arioso, per evitare che l'umidità li faccia ammuffire compromettendo la loro efficienza.

2.2 TUBI DI ASPIRAZIONE

Questi tubi devono resistere alla pressione atmosferica esterna che tende a schiacciarli quando nel loro interno la pompa, aspirando crea depressione.

I requisiti dei tubi di aspirazione sono: assoluta impermeabilità tanto all'acqua che all'aria; resistenza alla pressione atmosferica esterna; flessibilità e maneggevolezza; buona durata.

I diametri (interni) dei tubi d'aspirazione variano in relazione con la portata delle pompe cui sono destinati:

mm. 70	per pompe da	300-500	litri al minuto
mm. 80	per pompe da	500-800	litri al minuto
mm. 100	per pompe da	1000-1500	litri al minuto
mm. 125	per pompe da	1800-3000	litri al minuto
mm. 150	per pompe da	5000	litri al minuto

Dato il peso considerevole, questa tubazione è suddivisa in tratti brevi (3-4 mm.). Questi tratti sono poi uniti per mezzo di raccordi successivamente descritti.

2.3 MEZZI DI GIUNZIONE - Raccordi -

I raccordi per i tubi di pressione possono essere simmetrici (cioè formati da due parti uguali che si agganciano comprimendo tra loro due elementi di guarnizione in gomma) e asimmetrici (che hanno disuguali le due parti in congiunzione).

Il Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco ha unificato i raccordi sui tipi a vite (uno maschio l'altro femmina).

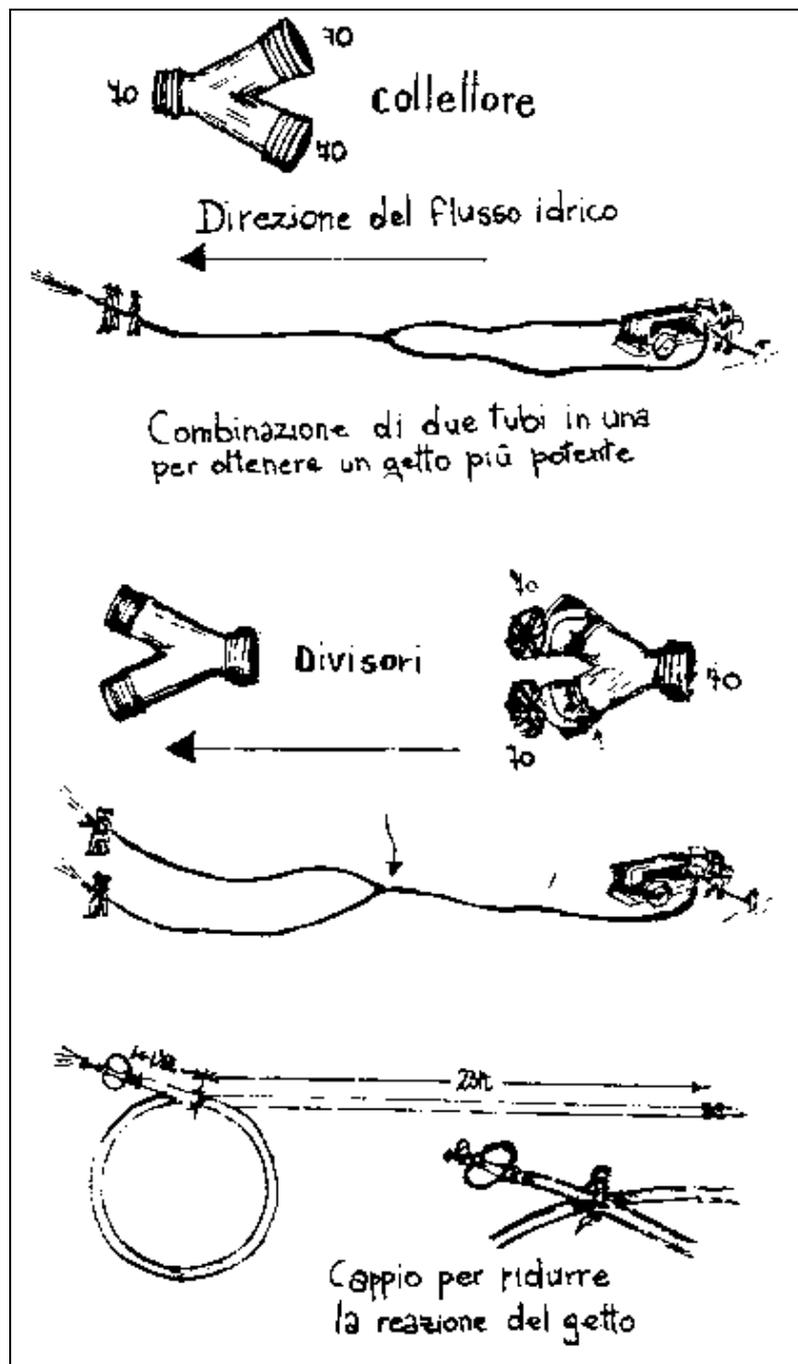
Le guarnizioni dei raccordi sono in gomma nera speciale. Il materiale di cui ordinariamente sono formati i raccordi è l'ottone.

E' importante ricordare che nella formazione delle condotte che il maschio filettato deve essere sempre rivolto verso l'incendio, di conseguenza il pezzo munito di manicotto girevole deve essere sempre rivolto verso la provenienza dell'acqua.

Per quanto riguarda i raccordi dei tubi di aspirazione vale quanto detto per quelli di pressione, varia solo la regola d'orientamento che è l'inversa di quella data per i tubi di pressione, cioè il maschio filettato deve essere sempre rivolto verso la provenienza dell'acqua.

2.4 DIVISORI, COLLETTORI, RIDUTTORI E DIFFUSORI

Per la necessità dello spegnimento degli incendi si richiede spesso che una tubazione da mm. 70, giunta ai piedi dell'incendio, si suddivida per alimentare due tubazioni da mm. 70 o più tubazioni da mm. 45 che fanno capo alle lance.



A ciò servono appunto i divisori, che possono essere a due o tre vie.

Si usano invece i collettori quando conviene riunire due o più condotte da 70 per alimentare un'unica lancia ed ottenere così un getto di particolare potenza.

Quando si vuole passare da una tubazione più grande ad una più piccola (per es. da 70 a 45) si usano i riduttori, nel caso contrario (per es. da 45 a 70) si usano i diffusori.

2.5 LANCE DA INCENDIO

La lancia da incendio è quell'organo che, applicato all'estremo di una condotta serve a trasformare gradualmente la pressione residua dell'acqua in velocità; per poter ottenere un getto d'acqua efficiente e facilmente maneggevole per lo spegnimento degli incendi.

Ogni lancia è formata dalle seguenti parti:

- Raccordo femmina base per il collegamento con la tubazione;
- Corpo metallico (rame o ottone) tronco-conico che quindi si stringe piano piano fino al bocchello;
- Bocchello (o orifizio) che serve a rendere il getto regolare.

L'unione delle tre parti è fatta in modo da avere nell'interno della lancia una superficie perfettamente continua e liscia.

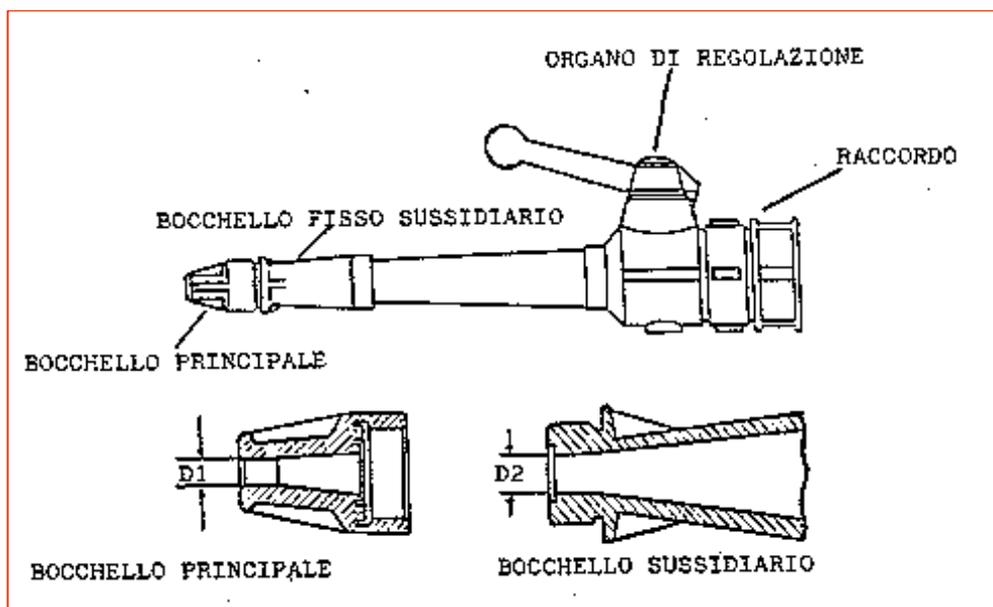
Il raccordo di base è uguale alla parte femmina del raccordo per le tubazioni, però il manicotto è fisso, quindi per il collegamento bisogna far ruotare la lancia.

Il corpo metallico è di rame perchè questo metallo consente di eliminare ammaccature e schiacciamenti, rendendo più semplice la manutenzione. Il bocchello ha un profilo interno appropriato alla formazione di un getto regolare.

Le lance possono essere da 70,40,25 mm. Quelle da 70 mm. si dividono in serie corta o lunga. Quest'ultime hanno bisogno per la manovra di due operatori; e comunque possono montare bocchelli diversi.

Di quelle da 45 c'è una misura unica, sempre bocchelli diversi: 8 mm. - 10 mm. - 12 mm.

La lancia da 25 mm. ha un bocchello da 5-6 mm.



L'ideale sarebbe di poter disporre di lance e bocchelli variabili per poter regolare il getto a secondo dell'uso.

Oltre alle lance a getto compatto ci sono quelle ad effetto variabile che con un dispositivo ottengono la dispersione dell'acqua o a ventaglio o a spruzzo o a nebulizzatore. Le lance si collaudano a una pressione di 20 Atm.

2.6 ACCESSORI VARI

a) Filtri per tubi d'aspirazione (o succhieruole).

Si applica mediante raccordo all'esterno della tubazione di aspirazione, per impedire che corpi estranei (sassi, foglie, stracci, etc.) si introducano nel tubo d'aspirazione e danneggino la pompa.

Il filtro è un corpo cilindrico di rame che presenta fori di circa 5 mm. di diametro e di solito è contenuto in un cestello di vimini. Nel calare il filtro in acqua bisogna immergerlo sotto il pelo dell'acqua per evitare la formazione in superficie del vortice che genererebbe ingresso d'aria nella tubazione.

b) Valvole di fondo per tubi di aspirazione.

Servono a permettere l'invasamento della tubazione d'aspirazione e della pompa.

E' bene ricordare che esse rappresentano una resistenza che deve essere vinta dall'acqua che sale nel tubo di aspirazione.

c) Calotte cieche.

Servono per chiudere ermeticamente estremità di tubazioni sotto pressione, bocche delle pompe, bocche di idranti, bocche di attacco per le pompe dei Vigili del Fuoco negli impianti fissi.

d) Raccordi speciali intermediari.

Permettono il collegamento di tubazioni di dato diametro con altre o con bocche di diametro diverso.

e) Chiavi.

Servono per operare il serraggio a fondo dei raccordi dei tubi d'aspirazione e di pressione.

f) Reggitubi.

Sono costituiti da un gancio in ferro e da una fune a treccia ripiegata ad occhiello; servono per assicurare la tubazione e reggere il peso negli stendimenti verticali.

g) Fascette

Sono bende in tela di canapa con le quali si fascia la tubazione dove presenta zampilli.

Nei casi di lesione di maggior entità, dopo aver applicato la fascetta in tela, sopra essa si stringe una fascetta in cuoio.

h) Zoccoli.

Sono realizzati in legno e collegati mediante cinghiette ai tubi in prossimità della pompa per impedire il logorio dei tubi stessi causato dalla vibrazione della pompa.

i) Paraspigoli.

Sono uguali agli zoccoli ma sagomati in modo da essere utilizzati in corrispondenza a spigoli vivi di parapetti per impedire strozzature nella tubazione.

l) Naspi.

In pratica è un rocchetto che ruotando attorno ad un asse orizzontale permette di svolgere facilmente la tubazione.

m) Serbatoi in tela.

E' un normale serbatoio dal quale l'autopompa aspira a pieno carico.

n) Bocche d'erogazione a collo d'oca.

Servono particolarmente per alimentare serbatoi di tela.

2.7 IDRANTI STRADALI E RETI CITTADINE

Gli acquedotti costituiscono la normale risorsa di acqua per le operazioni di estinzione degli incendi nei centri abitati. Gli acquedotti sono alimentati da serbatoi tramite condotte forzate. Nei migliori acquedotti la rete di distribuzione costituisce un sistema unico e continuo.

Nella rete di distribuzione ci sono opportuni organi di sezionamento: le paratoie e gli strettoi attraverso i quali è possibile isolare un tratto di condotta in caso di rottura.

Le paratoie sono nella condotte principali, le strettoie in quelle secondarie. Tutte e due hanno il pignone di comando sotto custodia munito di chiusino.

Gli idranti sono bocche di presa d'acqua innestata nella rete di distribuzione. Devono essere opportunamente distribuiti sulla rete cittadina e possibilmente ubicati nei marciapiedi in corrispondenza dei crocevia.

Possono essere di due tipi:

- a) Idrante a colonna soprassuolo, che sono più facilmente individuabili però sono soggetti ad atti vandalici, minor resistenza ai geli e maggior vulnerabilità all'offesa aerea.
- b) Idranti sottosuolo che sono i più diffusi, anche perché non hanno i difetti dei precedenti.

Allorché si parla di idranti non bisogna confondere la pressione statica, con la dinamica.

La prima è quella che si misura con un manometro posto sull'idrante a bocca chiusa.

La seconda è quella riferita ad una certa portata Q, ed è quella che il manometro segnerebbe se l'idrante fornisse la portata Q e tiene conto delle perdite di carico.

Degli impianti stradali i Corpi devono fare almeno una prova all'anno.

CAP. 3 IDRAULICA APPLICATA ANTINCENDI

3.1 PREMESSA

Questa trattazione si propone di ridurre i molteplici fattori, spesso variabili, che intervengono per una determinazione matematicamente precisa di uno stendimento antincendio a poche variabili che ne permettano una sua rapida ed efficiente esecuzione.

La variabilità delle portate nello stendimento sarà ridotta a quattro valori (100 - 200 - 400 - 800 lt./min. che scaturiscono da un uso di lance a getto multiplo da 45 a 70 mm. con bocchelli da 9 - 12 - 16 - 22 mm. in funzionamento con una pressione a monte di 5 bar.

Saranno considerate solo tubazioni da 45 mm. (da attacco) per portate fino a 200 lt./min. e da 70 mm. (da trasporto) per portate fino ad 800 lt./min.

La variabilità delle perdite di carico in dette tubazioni sarà limitata oltre che dai quattro valori della portata, dall'uso di tubazioni in poliestere con tessitura diagonale impermeabilizzate con gomma sintetica.

Le lunghezze degli stendimenti avranno come base di calcolo 100 m. (5 spezzoni da 20 m. raccordati).

Le pressioni alla pompa saranno limitate al valore massimo di 8 bar considerando delle tubazioni fortemente usurate, ed al valore massimo di 11 bar per tubazioni in buono stato di efficienza.

Tutti i dati della trattazione fanno riferimento ai materiali attualmente in uso nel Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco ed alle relative sperimentazioni effettuate presso il Laboratorio di Idraulica Applicata di Capannelle - ROMA -

3.1 TIPOLOGIA DEGLI STENDIMENTI. LINEE SINGOLE E CON DIVISORI

Uno stendimento antincendi non è altro che la disposizione data alle tubazioni flessibili antincendio da 45 e da 70 mm. per trasportare l'acqua alle lance.

La realizzazione di uno stendimento può avvenire:

- 1) con tubazioni da 45 mm. e lance relative collegate ad un idrante o ad una pompa. Normalmente in questo caso non è consigliabile superare i 60 metri;
 - 2) con tubazioni di diametro da 70 mm. e lance relative collegate ad un idrante o ad una pompa;
 - 3) con tubazioni da 70 mm. che attraverso vari tipi di divisori alimentano lance preferibilmente da 45 mm. oppure da 45 e da 70 mm.
- Linee singole e linea con divisore
 - Le lance da 45 mm. sono normalmente usate per battere incendi all'interno degli edifici; quelle da 70 mm. per battere incendi dall'esterno.

Le tubazioni da 45 mm. vengono usate con lance dotate di bocchelli da 9 a 12 mm. capaci sia di getto pieno che frazionato.

In questo caso il complesso lancia-tubazione è molto maneggevole ed è particolarmente adatto per l'uso in incendi di uffici o di alberghi ovvero comunque quando è necessario muoversi nell'interno delle stanze di un edificio con facilità. In questi casi è sempre preferibile un uso di due o tre lance da 45 mm. con tubazioni del relativo diametro piuttosto che uno stendimento tubazione-lancia da 70 mm.

L'uso delle tubazioni e lance da 70 mm. con i relativi bocchelli da 16 e 22 mm. è invece fondamentale quando stanno bruciando grandi quantità di materiali e non è possibile entrare nel fabbricato.

La giustificazione e nelle seguenti considerazioni:

- 1) maggiore assorbimento di calore per la forte portata idrica (da 400 a 800 lt./min.);
- 2) maggiori gittate a parità di pressione (per le maggiori dimensioni dei bocchelli) che consentono di colpire i materiali che stanno bruciando tenendosi a debita distanza.

Per le ragioni di cui sopra e per il fatto che le tubazioni da 70 mm. comportano, a parità di portata, minori perdite di carico abbiamo un uso di dette tubazioni che permettono portate fino ad 800 lt./min. all'esterno dei fabbricati; mentre all'interno si usano tubazioni da 45 mm. che permettono portate fino a 200 lt./min.

Uno stendimento può essere quindi realizzato o con linee singole o con l'uso dei divisori.

Norma generale è comunque quella di distendere (particolarmente nella prima fase di un incendio) linee singole per una sola lancia specialmente se rapidi cambiamenti di situazione rendono necessario manovrare o spostare le lance senza influenzare le altre in funzionamento. L'uso di linee singole con piccoli getti spesso deriva dalla scarsità dell'acqua, dalla natura dell'incendio o dal limitato numero di Vigili del Fuoco disponibili.

Altre considerazioni che spesso portano all'uso di una linea singola e non all'uso dei divisori sono:

- 1) un danno alla linea prima del divisore porta all'interruzione di due o più getti invece di uno solo;
- 2) a meno di agire sulle saracinesche dei divisori si deve ritardare l'ordine d'inizio di attacco dell'incendio fino a quando le linee non sono complete e le lance non sono in posizione;
- 3) se non si tiene conto del tipo di bocchelli in uso l'impiego di una sola tubazione prima del divisore potrebbe portare a getti insufficienti.

L'uso dei divisori, che è spesso evitato, si rende necessario nei seguenti casi:

- a) quando servono getti di piccolo diametro di facile manovrabilità (particolarmente se si deve cambiare spesso la posizione della lancia). In questo caso è preferibile stendere una linea di mandata da 70 mm. e dividerla poi in linee da 45 mm.;
- b) quando non è disponibile una lunghezza di tubazioni tale da poter realizzare linee distinte.

Dopo queste considerazioni sull'uso di linee singole o di linee con divisori dobbiamo esaminare la disposizione di uno stendimento e la relativa nomenclatura.

- uno stendimento si dice orizzontale se le tubazioni sono posate su un suolo piano o su un pavimento;
- uno stendimento si dice verticale quando la tubazione si eleva verticalmente lungo una gabbia di scale o lungo un muro;
- uno stendimento può essere chiamato rampante quando esso varia di quota sui gradini di una scala o su un terreno molto inclinato.

Nel caso di un fabbricato la lunghezza di stendimento da computare per piano deve essere di 4 metri per uno stendimento verticale e di 8 metri per uno stendimento rampante.

Nel caso di uno stendimento con divisore, dato che i tubi da 45 mm. sono usati per interni, in genere esso va posto il più vicino possibile all'entrata dell'immobile ed in genere all'esterno.

3.3 PRESTAZIONI DI LANCE E TUBAZIONI NECESSARIE PER IL CALCOLO PRATICO DI UNO STENDIMENTO.

Per una applicazione pratica dei dati ricavati dagli studi sperimentali su lance e tubazioni flessibili, condotti nel Laboratorio di Idraulica, occorrerà conoscere le portate che mediamente fluiranno negli usuali stendimenti antincendio.

I dati noti dovranno quindi riguardare il tipo di lancia, il tipo di bocchello usato nonché la sua pressione di lavoro.

Infatti una lancia per avere una buona capacità di estinzione deve funzionare con a monte una determinata pressione idrica. Se la pressione va al di sotto di detto valore oltre ad

una diminuzione della portata idrica di estinzione avremo una diminuzione della capacità estinguente del getto sia pieno che frazionato.

Attualmente vengono usate dal Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco lance idriche a getto variabile con regolazione a rubinetto: il funzionamento optimum di queste lance si ha per una pressione a monte di 5 bar.

Per la pressione di cui sopra le suddette lance erogano approssimativamente sia per getto pieno che per getto frazionato le seguenti portate:

- lancia da 45 mm. multipla con bocchello (9 mm.) 100 lt./min.;
- lancia da 45 mm. multipla senza bocchello (12 mm.) 200 lt./min.,
- lancia da 70 mm. multipla con bocchello (16 mm.) 400 lt./min.,
- lancia da 70 mm. multipla senza bocchello (22 mm.) 800 lt./min.

I valori di portata sono per diametri di bocchello nominali e rappresentano dei valori massimi approssimativi arrotondati. Quanto sopra poiché esiste una variabilità di tipi di lance.

Esse sono dotate di un bocchello avvitabile, detto principale, che tolto, permette alla lancia di funzionare con il proprio bocchello di diametro maggiore detto fisso sussidiario.

Quindi nel calcolo di uno stendimento con l'uso di lance a getto regolabile dovrà tenersi costante il dato della pressione a monte della lancia di 5 bar, il che avrà come conseguenza che le portate fluenti nelle condotte avranno valori multipli di 100 (a seconda del tipo di lance in uso) con valore massimo di 800 lt./min.

Ciò è una conseguenza del fatto che se la lancia eroga una certa portata, la stessa portata fluirà nelle condotte sia di mandata che di aspirazione. Da tale assunto si ricava che le perdite di carico da prendere in considerazione sono per portate di 100-200-400 fino ad 800 lt./min. Tali perdite di carico sono variabili oltre che con la portata, con il tipo, il diametro della tubazione e con la sua lunghezza secondo la formula:

$$H = K (Q / D) L$$

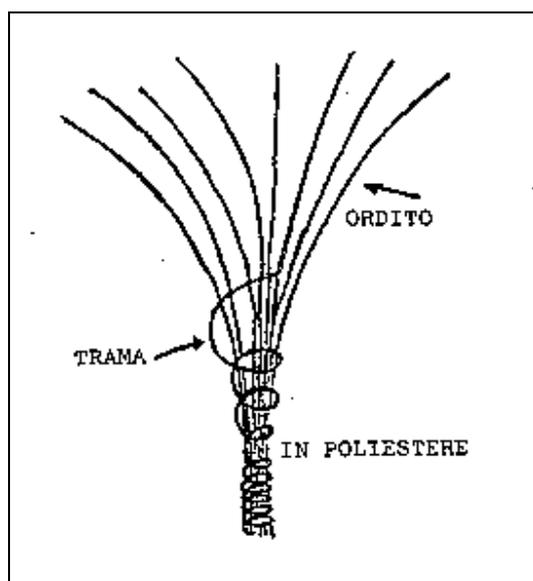
Per questa ragione si riporta la tabella 1 che dà le perdite di carico in bar per 100 metri di tubazione flessibile da 45 e da 70 mm. (5 spezzoni da 20 metri con raccordi). Dalla tabella si nota la dipendenza delle perdite di carico dal quadrato della portata: infatti raddoppiando la portata le perdite di carico aumentano di 4 volte.

Tali perdite di carico dipendono come detto anche dal tipo della tubazione flessibile; per queste ragioni sono stati considerati solo campioni che possono rappresentare la tipicità dell'attuale produzione. Trattasi di tubazioni in fibre sintetiche di poliestere in ordito e trama con tessitura diagonale e con impermeabilizzazione in gomma sintetica. **Nella figura** è riportata una loro schematizzazione.

3.4 CALCOLO DI UNO STENDIMENTO

Per un calcolo rapido di uno stendimento, fissato il valore di pressione alla lancia in 5 bar, è necessario sapere la pressione alla pompa che è ottenibile e regolabile dall'operatore del mezzo.

Con il procedimento che esporremo in seguito si potrà calcolare la lunghezza massima possibile dello stendimento una volta fissati i valori della pressione alla pompa di 8 bar (nel



caso di tubazioni usurate che offrono scarsa affidabilità) o 11 bar (nel caso che la pompa lo permetta e che le tubazioni offrano buone garanzie di resistenza).

Naturalmente il procedimento permetterà anche un rapido calcolo della pressione necessaria alla pompa, una volta nota la lunghezza dello stendimento. Il procedimento è basato sul fatto che la pressione alla pompa deve essere utilizzata, nel caso di uno stendimento orizzontale, in parte per vincere le perdite di carico e in parte come pressione a monte della lancia per dare al getto sia pieno che frazionato una adeguata efficacia estinguente.

A maggior chiarimento di quanto sopra la **figura** riporta la raffigurazione della piezometrica (cioè l'andamento della pressione) nel caso di uno stendimento orizzontale.

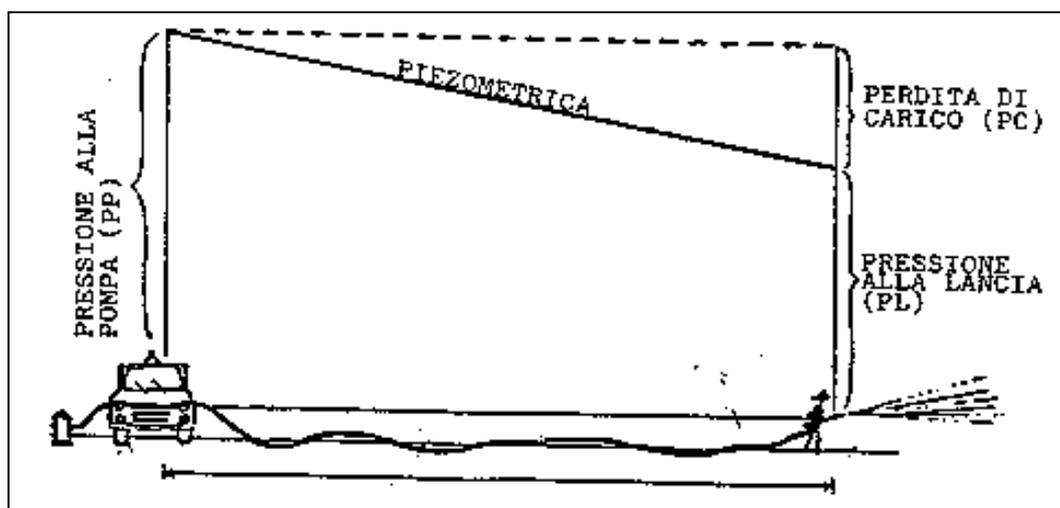
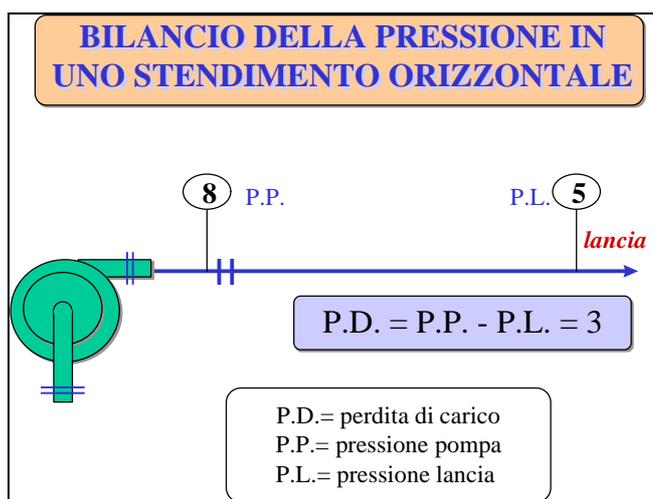


figura - Stendimento costituito da una linea singola orizzontale. Rappresentazione grafica dell'andamento della pressione lungo lo stendimento e calcolo della pressione disponibile per le perdite di carico $P.C. = P.D. = P.P. - P.L.$



Chiamata quindi P.P. la pressione alla pompa e P.L. la pressione alla lancia, la pressione disponibile per le perdite di carico (P.D.) , in caso di stendimento orizzontale, sarà $P.D. = P.P. - P.L.$ cioè la pressione disponibile sarà data dalla differenza tra la pressione alla pompa e la pressione alla lancia.

Il valore della pressione alla lancia P.L. al massimo potrà essere sempre costante ed uguale a 5 bar e ciò una volta fissato il tipo e il

bocchello della lancia equivarrà a stabilire la portata dello stendimento.

Il valore della pressione alla pompa P.P. al massimo potrà essere 8 o 11 bar. Quindi la pressione disponibile per le perdite di carico (P.D.) sarà data da 3 o 6 bar.

Le perdite di carico, fissato come già detto il tipo di tubo, dipenderanno solo dal diametro della tubazione e dalla portata fluente (dati ambedue noti) e potranno quindi

ricavarsi dalla tabella precedente. Verranno chiamate PC ove l'indice sta a significare le perdite su 100 m. di stendimento (5 spezzoni da 20 m. raccordati).

Nella fig. 3.7 è riportato un esempio per uno stendimento da 70 mm. con lancia avente un bocchello da 16 mm.

Come ulteriore esempio riportiamo lo stendimento costituito da una pompa, una tubazione da 45 mm. e dalla relativa lancia con bocchello da 9 mm. (fig. 3.8).

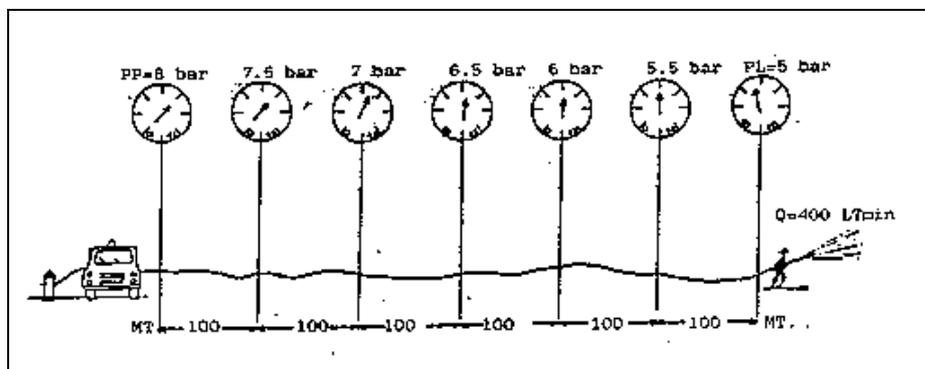
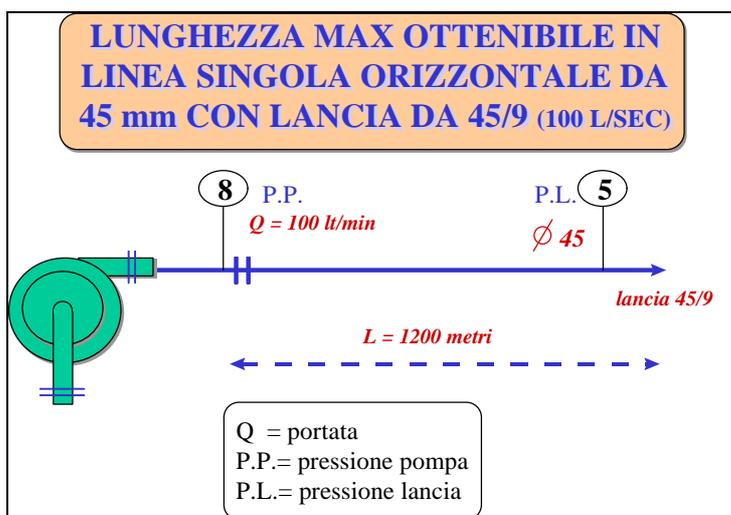


figura sopra - LA PRESSIONE DECADE DI UNA EGUALE QUANTITA' OGNI 100 m. - Lo stendimento è costituito da spezzoni di tubazione flessibile da 70 mm. e da una lancia dotata di un bocchello da 16 mm. (70/16). La lancia per una pressione a monte di 5 bar (P.L.) dà una - portata da 400 lt./min. che porta in una tubazione da 70 mm. ad una perdita di carico di 0,5 bar ogni 100 m (P.C. 100).



I valori della pressione in condotta sono indicati dalle lancette dei manometri. Si nota un decadimento costante della pressione dal valore di 8 bar (P.P.) a 5 bar (P.L.) in 600 m. di stendimento.

Figura a lato:

La portata fluente sarà di 100 lt./min. ed il valore di PC

(perdite di carico su 100 m.) sarà di 0,25 bar (tabella 1).

La massima lunghezza possibile di stendimento orizzontale se la P.P. sarà di 8 bar e la P.L. di 5 bar potrà dedursi dalla proporzione:

$$100 : 0,25 = L : 3$$

$$L = 300/0,25 = 1200 \text{ m.}$$

Si potrà quindi stabilire la formula:

$$L = (P.D./PC)100$$

Nel caso di aumento di quota delle lance rispetto alla pompa, cioè nel caso di uno stendimento rampante o verticale, abbiamo che una parte della pressione (P.Q.) dovrà essere utilizzata per l'innalzamento di quota, quindi solo la pressione residua (P.D. - P.Q.) potrà essere utilizzata per vincere le perdite di carico.

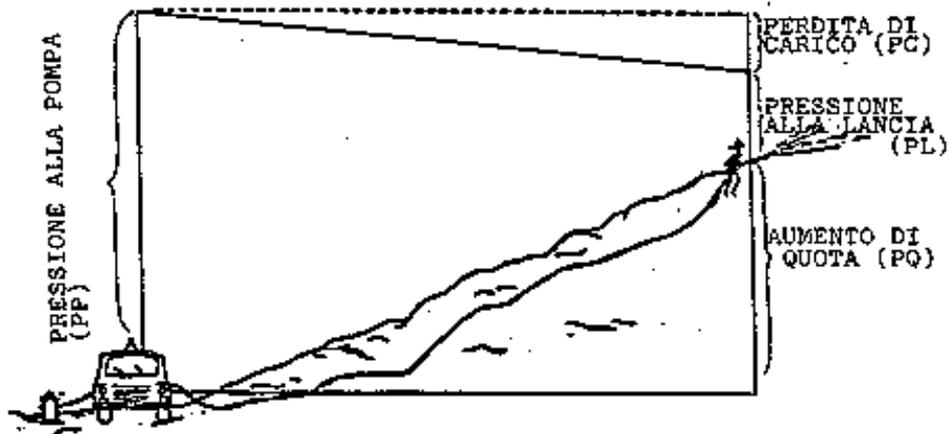


figura sopra - Stendimento costituito da una linea singola rampante con aumento di quota rispetto alla autopompa. P.C. = P.D. - P.Q. = P.P.- P.L.- P.Q.

Con P.Q. abbiamo indicato la pressione necessaria per l'innalzamento di quota dello stendimento che per ogni 10 m. equivarrà ad 1 bar.

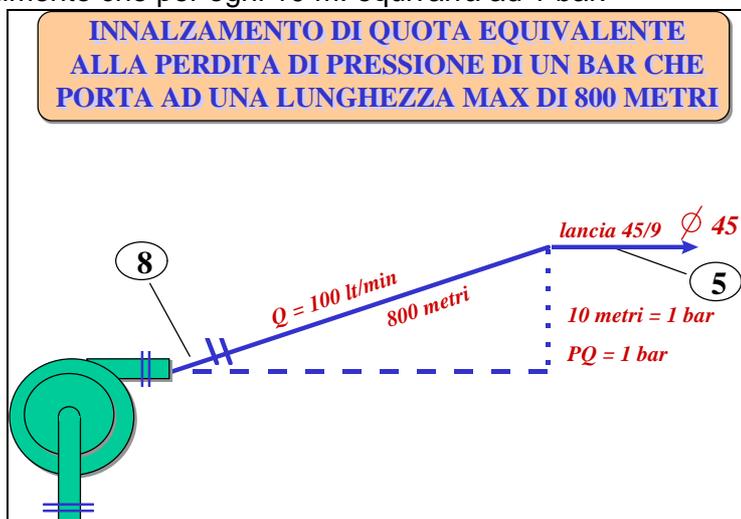


figura a lato

Nel caso dell'esempio precedente se la lancia rispetto alla pompa sale di 10 m. avremo che, per P.P. = 8 bar e P.L. = 5 bar, alla P.D. = 3 bar dovremo sottrarre P.Q. = 1 bar. Avremo quindi la proporzione:

$$100 : 0,25 = L : 2$$

$$L = 200/0,25 = 800$$

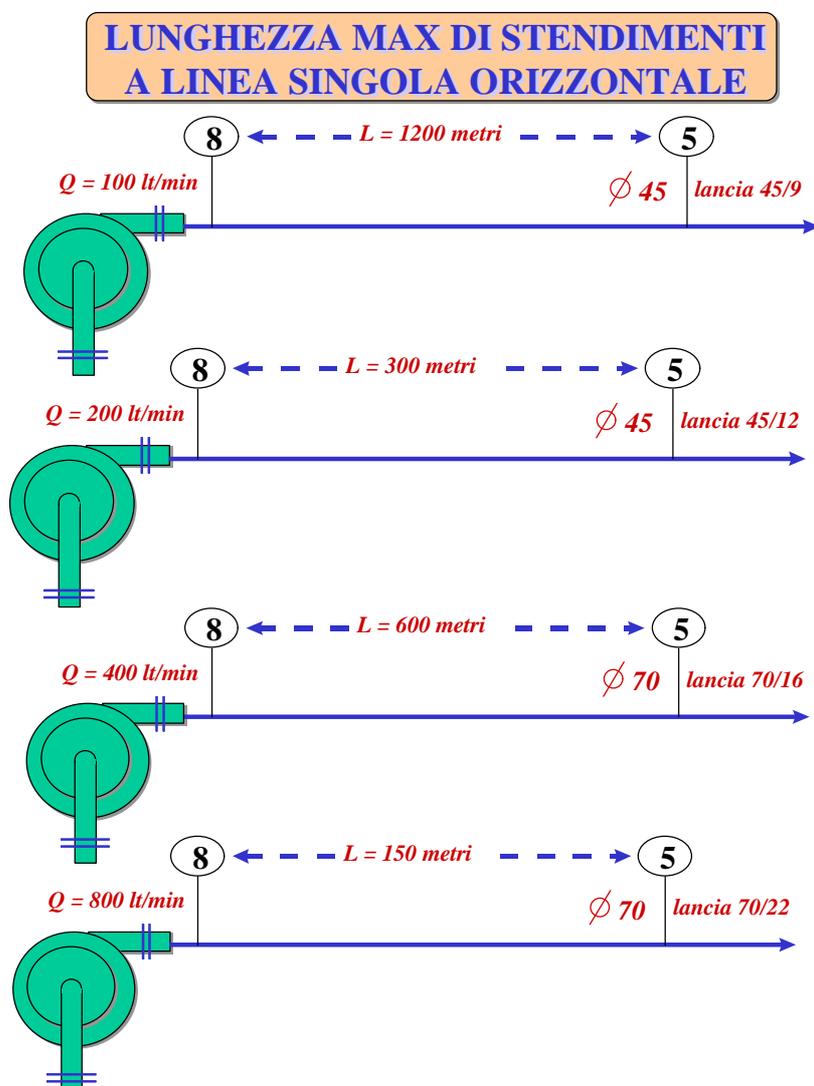
m.

Quindi nel caso di innalzamento di quota dello stendimento dovremo adoperare la formula:

$$L = ((PD - PQ)/PC) 100$$

E' chiaro che il problema potrebbe essere posto in maniera diversa cioè quale dovrà essere la pressione alla pompa una volta la lunghezza dello stendimento.

Dal procedimento di calcolo esposto sono state ricavate le massime lunghezze possibili degli stendimenti orizzontali del tipo linea singola. Nella figura sono state riportate il tipo di lance ed il relativo bocchello, il diametro della tubazione, la portata fluente nello stendimento ed in alto la massima lunghezza ottenuta.

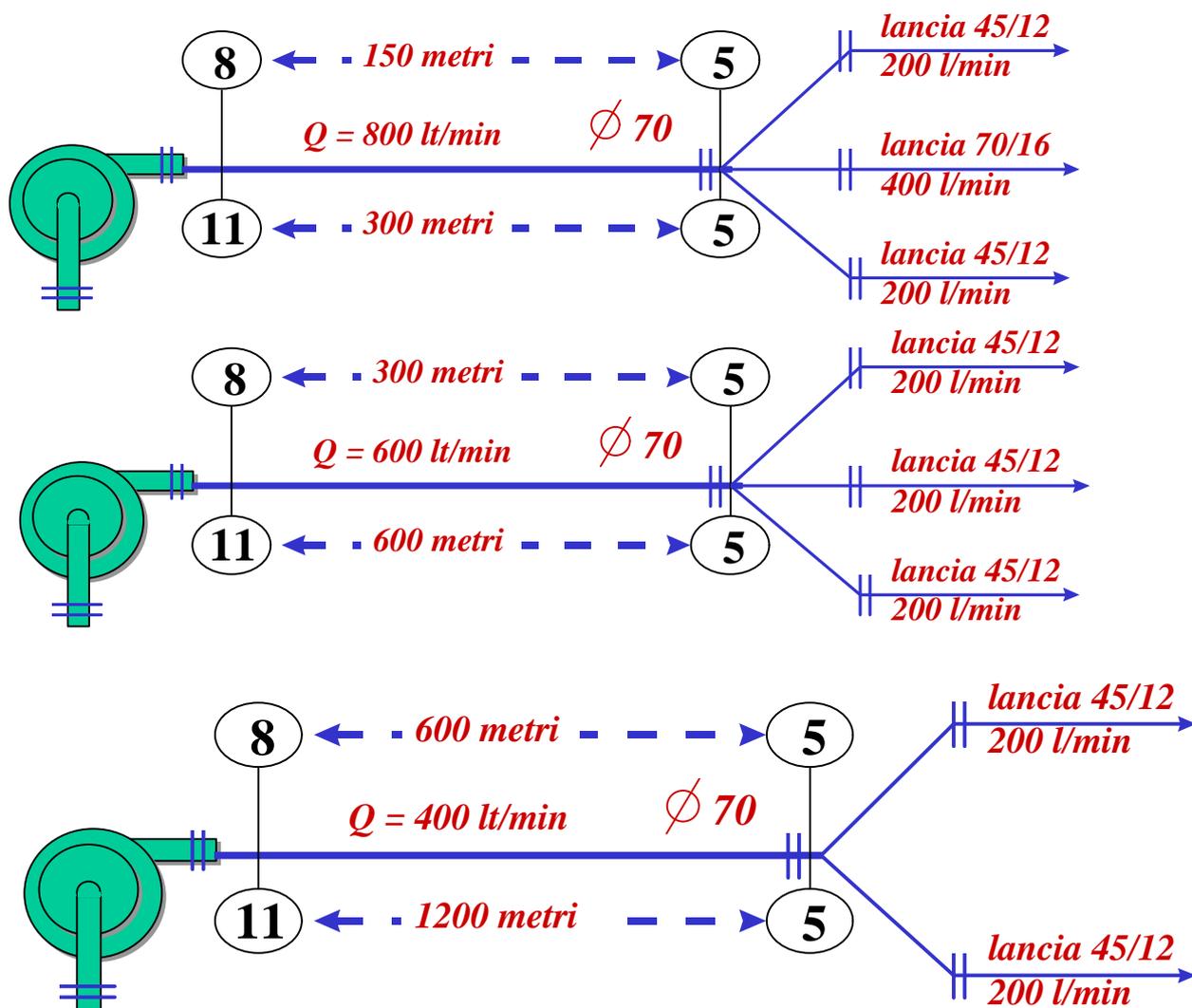


Nel caso che la pressione alla pompa sia portata ad 11 bar si raddoppiano le massime lunghezze disponibili dello stendimento, dato che la pressione disponibile si raddoppia P.D. = 11-5 = 6 bar.

Nella **figura seguente** riportiamo gli stendimenti orizzontali con divisore di maggiore uso con accanto le massime lunghezze possibili calcolate. In questo caso è stata effettuata una esemplificazione nel trascurare le perdite di carico nelle tubazioni dopo il divisore e nel considerare la pressione nel divisore uguale a quella a monte della lancia.

Ciò è reso possibile dalla considerazione che normalmente il trasporto dell'acqua avviene con tubazioni da 70 mm. e che le lunghezze di tubazione dopo il divisore sono in genere di breve lunghezza.

LUNGHEZZA STANDARD ORIZZONT. CON DIVISORE
 (max lungh. ottenibili con pressioni pompa di 8 e 11 bar)



SI SONO TRASCURATE LE PERDITE DI CARICO A VALLE DEL DIVISORE

Un ulteriore caso da considerare è quello delle pompe in serie. Tale sistema è usato quando esistono lunghe distanze tra alimentazione idrica e luogo dell'incendio. In questo caso è necessario che l'acqua entri in pompa dal lato aspirazione con una pressione minima che in genere non deve essere inferiore a 1,5 bar (P.E.).

LUNGHEZZA STANDARD ORIZZONT. CON DIVISORE
(max lungh. ottenibili con pressioni pompa di 8 e 11 bar)

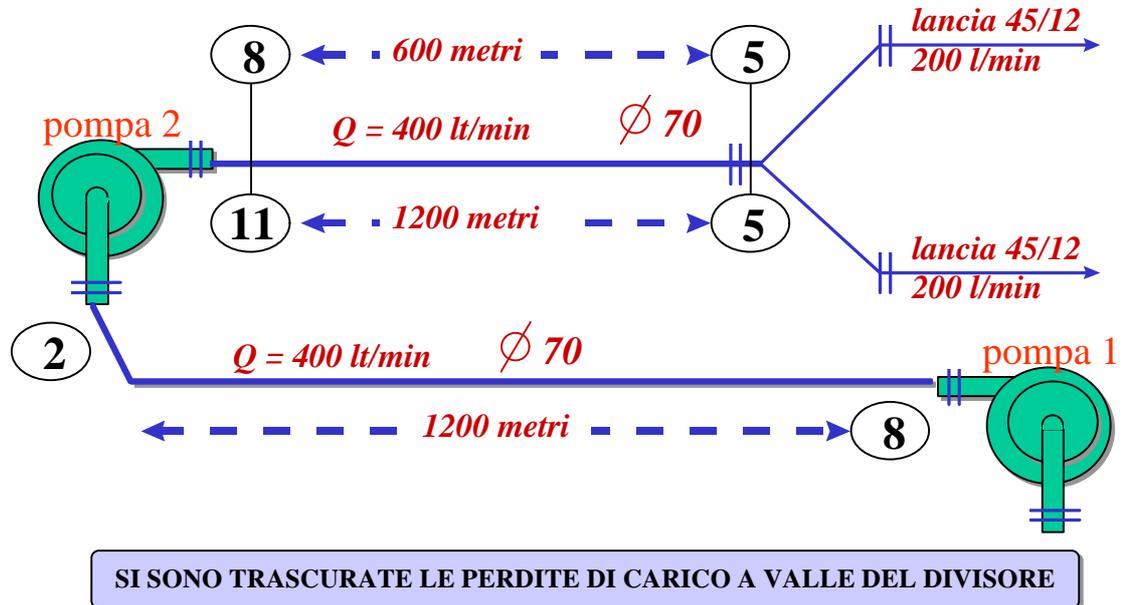


fig. 3.13- Massime lunghezze ottenibili di stendimenti con divisore ponendo due pompe in serie.

La pressione di entrata di pompa (1,5 bar) rappresenta quindi un dato costante per la risoluzione del problema riguardante la massima distanza. La pressione disponibile P.D. tra due pompe in serie sarà quindi $P.D. = P.P. - P.E.$ che nel caso di pressioni alla pompa di 8 ed 11 bar porta a pressioni disponibili di 6,5 e 9,5 bar.

A titolo di esempio riportiamo in figura sopra le distanze che possono essere superate con stendimenti orizzontali ponendo due pompe in serie. Le pressioni disponibili totali saranno di $6,5 + 3 = 9,5$ bar per pressione alla pompa di 8 bar e di $9,5 + 6 = 15,5$ bar per pressione alla pompa di 11 bar.

Dette pressioni permetteranno di coprire le distanze segnate nella **figura sopra** che arrivano fino ad un massimo di 3100 metri per una portata di condotta di 400 lt./min.

POMPE AD USO ANTINCENDIO

Introduzione: unità di misura, simboli e assunti generali.

Le unità di misura servono ad esprimere quantitativamente i risultati delle osservazioni di un fenomeno fisico; esistono vari sistemi di unità di misura, dato che la scelta delle unità è arbitraria, ma la XI Conferenza Generale dei Pesi e Misure, tenutasi a Parigi dall'11 al 20.10.1960, ha adottato un "Sistema Internazionale di Unità" (SI), completato successivamente e adottato ufficialmente in Italia con legge 14.04.1978 n° 122 e con D.P.R. 12.08.1982 n° 802. Vengono tollerate alcune unità non SI, come il bar per la tensione, ma in generale le unità non SI non devono più essere usate; si avverte che, solo per semplicità di esposizione e di calcolo, nel presente lavoro sono a volte utilizzate unità non SI. Degli enti e grandezze sotto menzionati non si danno definizioni, ma solo notizie facilitanti il loro utilizzo.

Forza: Newton (N)

Anche il peso è una forza e si esprime quindi in N: 1 kg = 10 N circa; dato che 1 daN (decanewton) = 10 N, si può scrivere 1 daN \approx 1 kg.

Lavoro ed energia: Joule (j)

Potenza: Watt (W)

La potenza rappresenta il lavoro compiuto nell'unità di tempo: $W = j/\text{secondi}$

<u>Pressione:</u>	Pascal (Pa)	$Pa = N/m^2$
	Bar - non SI (tollerata)	1 bar = 100.000 Pa = 0,1 MPa
	Metri di colonna d'acqua (mcda) - non SI	
	Atmosfera metrica (Atm) - non SI	1 atm = 1,013 bar = 10,33 mcda
	Atmosfera tecnica (Ate) - non SI	1 ate = 0,98 bar = 10 mcda

Si può approssimare senza commettere errori apprezzabili:

$$1 \text{ bar} = 1 \text{ ate} = 10 \text{ mcda}$$

Accelerazione di gravità g

$$1 \text{ g} = 9,81 \text{ metri/secondi}^2 \text{ circa}$$

Peso specifico o peso di volume: $\gamma = N/\text{metri cubi}$

Il peso specifico dell'acqua risulta all'incirca uguale a $10.000 \text{ N/m}^3 = 1.000 \text{ daN/m}^3$

Abbiamo visto che la pressione può essere espressa praticamente in metri, perché a 10 metri di colonna d'acqua corrisponde un bar: ciò risulta molto utile nei calcoli relativi alle pompe, nei quali compaiono contemporaneamente altezze, energie di pressione ed energie cinetiche (dovute alla velocità). Anche queste ultime possono venire espresse in metri dividendo la velocità del liquido (elevata al quadrato) per due volte l'accelerazione di gravità: $V^2/2g = \text{metri}$. Se la pressione è espressa in bar o pascal, si addivene ai metri dividendo per il peso specifico del liquido:

100.000 $P/\gamma = \text{metri}$	se espressa in bar
$P/\gamma = \text{metri}$	se espressa in pascal

Rendimento: η

Il rendimento, grandezza tipica di ogni trasformazione di energia e quindi di ogni macchina, rappresenta il rapporto tra l'energia effettivamente utilizzabile dopo la trasformazione e quella fornita prima della trasformazione; in forza del primo principio della termodinamica il rendimento non può mai essere superiore all'unità e in pratica nelle macchine è sempre minore di 1 a causa delle perdite in calore per attriti e altre forze dissipative (secondo principio della termodinamica).

Definizione.

Si definiscono genericamente **pompe** o **macchine idrovore** o **macchine idrauliche operatrici** quelle macchine che trasformano il lavoro meccanico ricevuto da un organo motore e lo trasmettono ad un liquido sotto forma di energia potenziale (di posizione - sollevamento), di pressione, cinetica (incremento di velocità).

Classificazione.

Per quanto riguarda l'attività dei Vigili del Fuoco, le pompe possono essere classificate sostanzialmente in due maniere.

1) *A seconda della pressione fornita:*

- per media pressione (fino a 12 bar = 1,2 MPa);
- per alta pressione (oltre 12 bar = 1,2 MPa);
- combinate media/alta pressione.
-

2) *A seconda del tipo di moto degli organi meccanici di cui sono fornite:*

- alternative (a stantuffo, a membrana);
- rotative (centrifughe, a ingranaggi, a lobi).

Prevalenze.

Osservando la fig. 1, che rappresenta un processo di sollevamento d'acqua, si possono notare:

- un serbatoio di aspirazione S_a , nel quale il livello del liquido sarà considerato costante e la sua velocità nulla per semplicità ed in cui esiste una pressione p_1 , che può anche essere quella atmosferica;
- un livello di riferimento **000**, che coincide con il livello del liquido nel serbatoio S_a ;
- una pompa **P**;
- un livello di mandata (uscita dell'acqua dalla tubazione), in cui esistono una pressione p_2 ed una velocità di uscita del liquido V , quest'ultima necessaria per garantire la gittata richiesta;
- una condotta di aspirazione C_a ;
- una condotta di mandata C_m .

Si definisce prevalenza geodetica H_g il dislivello espresso in metri esistente tra il livello di mandata ed il livello di aspirazione; esso si suddivide in altezza di aspirazione H_a (dislivello tra pompa e pelo libero del serbatoio S_a) e altezza premente di mandata H_p (differenza tra livello di mandata e quota pompa):

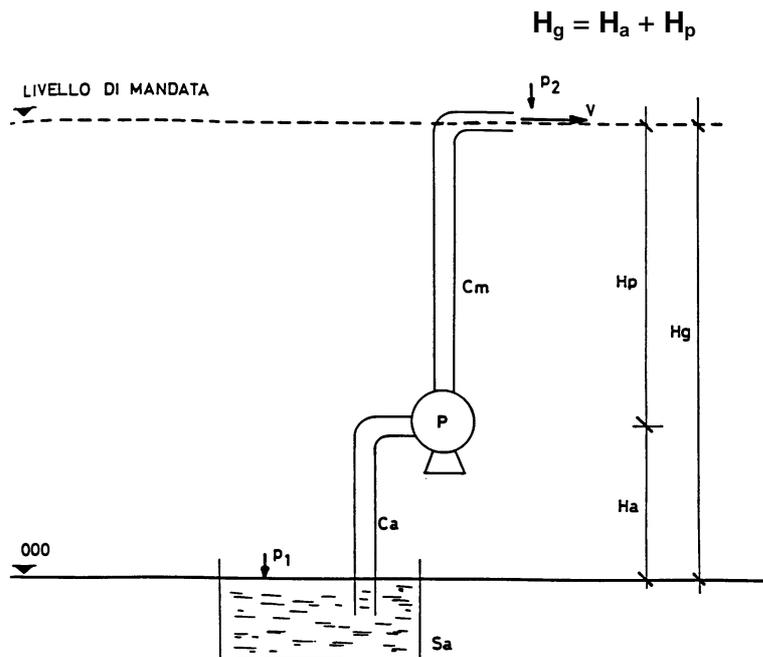


Fig. 1. Schema di funzionamento idraulico di una pompa.

H_g rappresenta quindi l'energia che si deve fornire all'unità di peso di liquido per spostarlo dal livello di riferimento **000** al livello di mandata. In realtà la pompa deve comunicare al liquido anche l'energia che esso perde lungo le condotte a causa delle perdite di carico continue Y e localizzate sy ; la perdita di carico totale sarà espressa in metri (dato che la perdita di carico ha le dimensioni di una pressione, possiamo esprimerla in metri).

Se le pressioni p_1 e p_2 non sono uguali, deve essere fornita anche l'energia corrispondente a $(p_2 - p_1)/\gamma$; la pressione p_1 corrisponde a quella atmosferica nel caso di aspirazione da serbatoi artificiali o naturali a pelo libero (si calcola in questo caso uguale a zero e l'espressione diventa p_2/g), corrisponde a quella effettivamente esistente, nel caso particolare di alimentazione sotto pressione (ad esempio da idrante), e deve essere eventualmente decurtata delle perdite di carico tra bocca di presa ed entrata della pompa.

Si noti che se p_1 è più alta, l'espressione diventa negativa: ciò rappresenta un aiuto al funzionamento della pompa. Si deve infine calcolare l'incremento di energia cinetica dovuto all'aumento di velocità del liquido $(V_2^2 - V_1^2)/2g$ che nel nostro caso è uguale a $V^2/2g$, avendo chiamato V la velocità di uscita ed essendo nulla la velocità nel serbatoio S_a .

L'energia totale H_m che la pompa deve fornire all'unità di peso di liquido è data perciò dalla relazione:

$$H_m = H_g + Y + sy + (p_2 - p_1)/\gamma + V^2/2g$$

e viene chiamata **prevalenza manometrica**.

Considerazioni relative all'aspirazione.

Il fenomeno dell'aspirazione è dovuto alla differenza di pressione esistente tra la superficie del liquido da aspirare e quella all'interno della pompa. Immaginando di pescare acqua da un recipiente, sottoposto alla pressione atmosferica = 1 bar = 0,1 MPa, se la pompa fosse in grado di creare al suo interno il vuoto assoluto, cioè $p = 0$ bar, l'acqua all'interno del tubo di aspirazione si troverebbe sottoposta a una forza per unità di superficie diretta dal basso verso l'alto pari a 1 bar e a nessuna forza agente dall'alto verso il basso (vuoto assoluto = assenza

di pressione). Infatti, per il principio di Pascal, la pressione indotta in un punto del liquido si trasmette con lo stesso valore in tutti gli altri punti e quindi la pressione atmosferica agisce all'interno di tutto di tutto il volume di acqua in tutte le direzioni: l'acqua all'interno del tubo di aspirazione, ed in particolare la sua superficie libera, è soggetta a tale pressione, la cui unica componente utile è quella verticale (rivolta dal basso verso l'alto).

Per equilibrare la forza sul livello di riferimento, l'acqua è costretta a salire lungo il tubo di aspirazione creando una pressione idrostatica sul livello di riferimento stesso. La forza è equilibrata quando la pressione della colonna liquida nella condotta di aspirazione è uguale a 1 bar, cioè quando l'acqua è salita di 10,33 metri. Questo è il massimo valore teorico per l'altezza di aspirazione. In realtà tale valore non viene mai raggiunto, e ciò per tre motivi. Innanzi tutto nessuna pompa è in grado di creare il vuoto assoluto, per cui nel tubo di aspirazione rimane sempre una pressione residua, seppur piccola; secondariamente il moto ascensionale dell'acqua lungo la condotta fino alla pompa avviene sempre con perdite di carico, le quali portano in diminuzione la forza motrice (ossia la pressione residua che agisce sotto la superficie libera del liquido e ne determina il sollevamento). Infine, l'aspirazione è condizionata dalla temperatura dell'acqua che si vuole sollevare: sopra ogni liquido, a qualsiasi temperatura, è presente del vapore del liquido stesso, il quale genera sull'interfaccia liquido-gas (nel nostro caso acqua-atmosfera) una pressione chiamata **tensione di vapore** che è parte della pressione atmosferica agente sul pelo libero. Questo perché ad ogni temperatura i liquidi evaporano liberando molecole dalla loro superficie; si crea sopra il liquido uno strato di vapore continuamente rinnovato, parte del quale si disperde in atmosfera. E' chiaro che i liquidi non evaporano tutti nella stessa maniera, ma in funzione della loro volatilità: il mercurio, ad esempio, ha una tensione di vapore trascurabile perché evapora pochissimo, mentre l'alcool etilico e la benzina evaporano più rapidamente dell'acqua. La velocità di evaporazione e quindi la tensione di vapore dipendono anche dalla temperatura: più essa è alta, maggiore è la tensione di vapore; quando il liquido bolle, la sua tensione di vapore è pari alla pressione atmosferica.

La tensione di vapore, presente anche all'interno del tubo di aspirazione, è diretta dall'alto verso il basso, sulla superficie libera del liquido: essa quindi contrasta la pressione che, agendo dal basso verso l'alto sotto la superficie libera, tende a sollevare l'acqua. E' ovvio che più grande è la tensione di vapore (maggiore temperatura del liquido), minore sarà l'altezza di aspirazione. Se l'acqua fosse in ebollizione, la sua tensione di vapore sarebbe uguale a bar, uguale cioè alla pressione atmosferica; anche se la pompa potesse creare il vuoto assoluto, non potrebbe eliminare la tensione di vapore (continuamente rinnovata) e non sarebbe possibile alcun sollevamento. Per sollevare liquidi bollenti o comunque molto caldi occorre eliminare l'aspirazione e porre la pompa sotto battente.

E' chiaro che se la pressione atmosferica è più bassa, perché la pompa sta funzionando ad una quota superiore al livello del mare, l'altezza di aspirazione diminuisce corrispondentemente; alla quota di 1.000 metri la diminuzione è del 10% circa.

In pratica le pompe per uso VVF arrivano ad altezze di aspirazione di 8 - 9 metri, nelle migliori condizioni.

E' da evitare la disposizione a sifone della condotta di aspirazione, ossia con una curva più alta dell'ingresso in pompa, perché si aumentano le perdite di carico e si richiede un sollevamento maggiore nella fase di adescamento.

Potenza e rendimento di una pompa.

La potenza teorica N_t di una pompa, misurata in watt, è data dalla relazione:

$$N_t = Q \times H_m \times \gamma$$

dove:

Q è la portata in metri cubi al secondo; se la portata è espressa in litri al minuto, occorre dividerla per 60.000 al fine di ottenere l'equivalente in metri cubi al secondo;

H_m è la prevalenza manometrica in metri;

γ è il peso specifico del liquido in newton al metro cubo (ad esempio, per l'acqua $\gamma_o=10.000 \text{ N/m}^3$).

In realtà occorre una potenza maggiore per azionare la pompa, dato che il suo rendimento è sempre minore di 1. La potenza effettiva N_e è data da:

$$N_e = N_t / \eta$$

in cui η è il rendimento totale, numero adimensionale (cioè senza unità di misura).

Il rendimento tiene conto delle perdite di energia all'interno della pompa, che sono di tre specie: **volumetriche**, **idrauliche** e **meccaniche**.

Le *perdite volumetriche* sono imputabili al fatto che il volume di acqua attraversante la pompa nell'unità di tempo è maggiore del volume effettivamente sollevato, poiché una certa quantità di liquido ritorna nell'aspirazione a causa dell'imperfetta tenuta delle valvole o per i giochi esistenti tra gli organi mobili e quelli fissi. Il rendimento volumetrico η_v di una pompa è dato da:

$$\eta_v = Q_e / Q_t$$

dove:

Q_e è la portata effettivamente sollevata;

Q_t è la portata teorica.

Le *perdite idrauliche* sono dovute alle perdite di carico per resistenze che il liquido incontra nell'attraversare la pompa (attriti e urti); il rendimento idraulico η_i risulta:

$$\eta_i = H_m / (H_m + Y_p)$$

in cui Y_p rappresenta la quota di perdita di carico dovuta alla pompa. Per ridurre le perdite idrauliche entro la pompa bisogna realizzare le due condizioni fondamentali di massimo rendimento idraulico (aforismi idraulici), che sono:

- 1) ingresso senza urti;
- 2) uscita con la minima velocità possibile.

Le *perdite meccaniche* sono da ascrivere ad attriti e resistenze meccaniche degli organi in moto: una parte dell'energia fornita dall'organo motore viene quindi dissipata irrecuperabilmente. Il rendimento meccanico η_m è pertanto:

$$\eta_m = N_u / N_f$$

dove:

N_u è la potenza effettivamente utilizzata dalla pompa;

N_f è la potenza fornita dall'organo motore.

Il rendimento totale η è dato dal prodotto dei tre rendimenti sopra descritti, e cioè:

$$\eta = \eta_v \times \eta_i \times \eta_m$$

Esercizio:

Calcolare la potenza necessaria ad una pompa posta a quota = 0 m per sollevare 500 litri al minuto di olio ($\gamma_o=7.500 \text{ N/m}^3$), inizialmente fermo, fino a quota + 300 m, con una tubazione avente perdita di carico totale di 100 m; aspirazione e uscita del liquido avvengono a pressione atmosferica; è richiesta una velocità di uscita del liquido di 10 m/secondo; il rendimento totale della pompa è posto $\approx = 0,8$.

Soluzione:

La prevalenza manometrica richiesta è $H_m = H_g + Y_{\text{tot}} + (p_2 - p_1)/\gamma + V^2/2g$.

$$H_g = 300 \text{ m}$$

$$Y_{\text{tot}} = 100 \text{ m}$$

$p_2 = p_1 = 0$ perché sia l'aspirazione che l'uscita dell'olio avvengono a pressione atmosferica

$$\frac{V^2}{2 \cdot g} = \frac{10^2}{2 \cdot 9,81} = 5,1 \text{ m}$$

Risulta pertanto $H_m = 300 + 100 + 5,1 = 405,1 \text{ m}$

La potenza teorica è data da $N_t = Q \times H_m \times \gamma$

$$Q = 500/60.000 = 0,00833 \text{ m}^3/\text{secondo}$$

$$N_t = 0,00833 \diamond 405,1 \diamond 7.500 = 25.309 \text{ watt} = 25,3 \text{ kW}$$

La potenza reale richiesta risulta dal rapporto $N_e = N_t / \eta$

$$N_e = 25,3/0,8 = 31,63 \text{ kW.}$$

Pompe alternative.

La pompa alternativa a stantuffo è costituita da un cilindro nel quale scorre un pistone dotato di fasce elastiche di tenuta, con velocità massima a metà corsa e minima agli estremi. Durante l'aspirazione (corsa dal punto morto superiore al punto morto inferiore) nella camera del cilindro si crea una depressione che fa aprire la valvola di aspirazione V_a , mentre la valvola di mandata V_m è tenuta chiusa dalla contropressione di mandata. L'acqua aspirata riempie il cilindro; quando lo stantuffo è giunto a fondo corsa, inizia quella di ritorno con conseguente compressione dell'acqua: ciò provoca l'immediata chiusura della valvola di aspirazione V_a , mentre la valvola V_m si apre solo quando la pressione nel cilindro supera la contropressione di mandata. Questo tipo di pompa fornisce una portata intermittente, una mandata per ogni ciclo; detto T il periodo di un ciclo, si ha la mandata solo per un tempo leggermente inferiore a T/2. Per avere una portata più uniforme si possono adottare tre accorgimenti: il doppio effetto, cioè cilindri con doppia camera (davanti e dietro il pistone), così che alla fase di aspirazione in una camera sia associata la fase di mandata nella camera opposta; l'aumento del numero dei cilindri; la camera d'aria a valle della valvola di mandata V_m che, comprimendosi durante la mandata ed espandendosi durante l'aspirazione, ottiene l'effetto desiderato (volume della camera d'aria pari a circa 6 - 8 volte la cilindrata della pompa).

Per le pompe a stantuffo l'altezza di mandata non ha un limite teorico: esso dipende solo da limitazioni costruttive. L'altezza di aspirazione invece è limitata dalla minima pressione nel cilindro durante l'aspirazione stessa: se diventa inferiore alla tensione di vapore dell'acqua si ha forte vaporizzazione e di conseguenza il fenomeno della **cavitazione**: essa è causa della rapida disintegrazione del metallo nei cilindri, nelle giranti e qualche volta nelle tubazioni.

Le pompe a stantuffo sono autoadescanti, possono cioè partire da vuote, ed hanno il vantaggio di offrire alte prevalenze con buoni rendimenti (indicativamente da 0,7 a 0,95). Non

sono direttamente accoppiabili a motori veloci. Esse necessitano di un tubo di ritorno collegato alla mandata, perché altrimenti la chiusura della mandata stessa con la pompa in funzione determinerebbe pressioni tali da distruggere la pompa.

Vengono usate quando necessitano portate non elevate con grandi prevalenze, ma i liquidi movimentati devono essere piuttosto limpidi allo scopo di evitare un rapido logorio dello stantuffo nonché eventuali depositi di particelle solide tra valvole e loro sedi, che provocherebbero perdite di tenuta. Queste pompe presentano caratteristiche di funzionamento meno elastiche rispetto alle pompe centrifughe. Se utilizzate ad intervalli con lunghi periodi di riposo intermedi, come può avvenire per una pompa da incendio, richiedono onerosi interventi di manutenzione e controllo.

Il calcolo della portata delle pompe alternative a stantuffo, in metri cubi al secondo, si effettua moltiplicando la cilindrata **C** per il numero di corse al secondo **n** (se la pompa è a doppio effetto questo numero deve essere raddoppiato) per il rendimento volumetrico η_v :

$$Q = C \times n \times \eta_v$$

Esercizio:

Calcolare la portata di una pompa a stantuffo a semplice effetto, costituita da 4 cilindri aventi diametro di 80 mm e corsa di 150 mm, direttamente accoppiata ad un albero che compie 180 giri al minuto, con un rendimento volumetrico pari a 0,93.

Soluzione:

La cilindrata totale in metri cubi è data da: $C = (0,08^2 \times \pi / 4) \times 0,15 \times 4 = 0,003 \text{ m}^3$

Infatti la superficie di un cerchio si ottiene moltiplicando il quadrato del diametro per π e dividendo il risultato per 4; moltiplicando ancora per la corsa (altezza del volume cilindrico di liquido movimentato durante un ciclo) e per il numero di cilindri si ottiene la portata di un ciclo, uguale alla cilindrata.

Il numero di corse al secondo è uguale al numero di giri al minuto dell'albero diviso 60, dato che ad ogni giro dell'albero corrisponde un ciclo completo dello stantuffo: $n = 180/60 = 3$.

La formula della portata quindi porge: $Q = 0,003 \times 3 \times 0,93 = 0,0084 \text{ m}^3/\text{s}$, che moltiplicati per 60.000 danno 504 litri al minuto.

Un altro tipo di pompa alternativa è quello a membrana: lo stantuffo in questo caso deforma una membrana flessibile. Pompe di questo genere vengono adottate soprattutto quando esistono problemi di tenuta tra organi mobili e fissi o quando il liquido movimentato risulta aggressivo. Sono usate ad esempio per l'alimentazione del carburante nel carburatore dei motori a scoppio.

Pompe rotative.

In esse il movimento del liquido è provocato da un organo provvisto di moto rotatorio. Tra le pompe rotative, quelle più utilizzate ai fini antincendi sono le **pompe centrifughe** o **a flusso radiale**: in esse il liquido entra assialmente nell'occhio della pompa, ossia nel centro della girante, la quale imprime alla corrente un moto rotatorio originando una forza centrifuga che modifica il percorso del liquido, da assiale a radiale (viene cioè proiettato verso l'esterno); contemporaneamente si origina una depressione nel centro della girante (occhio della pompa), la quale richiama altro liquido. La corrente viene guidata dalle palette della girante, che sono conformate in modo che all'uscita il liquido possieda la minima velocità possibile compatibile con la portata richiesta.

Le palette risultano incurvate all'indietro rispetto al moto della girante, con angoli alla base compresi tra 14° e 50°. All'uscita della girante la corrente trova il diffusore, una corona di palette fisse sagomate in modo da presentare un'area di passaggio gradualmente crescente,

così da rallentare la corrente con perdite minime e trasformare parte dell'energia cinetica in energia di pressione. Una accentuazione di detta trasformazione è ottenuta anche a mezzo della forma a chiocciola della carcassa esterna e della forma a diffusore del primo tratto del condotto di mandata. Per variare portata e prevalenza di una pompa centrifuga il metodo migliore è quello di variarne il numero di giri. La velocità della pompa è però limitata dal pericolo della cavitazione: se la velocità del liquido è troppo elevata, la sua pressione scende fino a provocarne la parziale vaporizzazione. Allo scopo di ottenere alte prevalenze si possono impiegare pompe pluristadio, costituite da più giranti calettate sullo stesso albero attraversate dal liquido serialmente, ognuna delle quali conferisce una quota di aumento dell'energia; se le giranti sono geometricamente uguali e ruotano alla stessa velocità, l'energia fornita da ognuna è sempre la stessa, cosicché due giranti raddoppiano la pressione fornita da una, tre la triplicano e così via, mentre la portata rimane sempre la stessa per tutte le giranti. Le pompe antincendio media/alta pressione funzionano secondo il principio appena menzionato: parte dell'acqua uscente dalla girante principale viene convogliata in alcune giranti secondarie in serie, le quali ne elevano la pressione; le giranti secondarie sono in genere più piccole di quella principale, perché la portata in alta pressione è inferiore a quella in media pressione.

Le pompe centrifughe non sono autoadescanti, pertanto devono essere riempite di liquido prima di venire avviate, di solito per mezzo di una pompa alternativa ad intervento automatico, che si ferma appena il corpo pompa è completamente invaso dal liquido. Le pompe centrifughe possono funzionare anche con la mandata completamente chiusa senza bisogno di tubo di ritorno: in questo caso tutta l'energia fornita al liquido viene convertita in aumento di temperatura. Essendo il liquido in pressione all'interno della pompa, esso può surriscaldarsi (superare cioè la temperatura di ebollizione), determinando gravissimi danni alla pompa.

Le pompe centrifughe hanno un rendimento inferiore a quello delle pompe a stantuffo (da 0,6 a 0,8 mediamente), ma ai fini antincendi sono preferite per la continuità della mandata e la sicurezza di funzionamento in tutte le condizioni previste. Le pressioni ottenibili, sebbene più modeste di quelle fornite dalle pompe alternative, sono sufficienti per gli scopi dell'estinzione. Sono meno sensibili delle pompe alternative alle acque torbide.

Sono da annoverare fra le pompe rotative quelle a ingranaggi e quelle a lobi: in entrambi i casi il liquido viene inglobato nei volumi esistenti tra gli ingranaggi (o i lobi) e la carcassa esterna e convogliato a forza verso il condotto di mandata. Esse sono particolarmente indicate per liquidi densi, anche se non possono fornire che medie prevalenze. Le pompe ad ingranaggi vengono impiegate per attivare la circolazione dell'olio lubrificante nei motori. Le pompe peristaltiche, impiegate per la movimentazione di liquidi pericolosi in cui possono essere presenti elementi estranei e che necessitano di basse prevalenze, sono pompe a lobi.

Curve caratteristiche.

Il grafico di fig. 2, valido per un determinato numero di giri di una pompa, mostra come variano alcune importanti grandezze al variare della portata Q .

La **curva 1** rappresenta la prevalenza ed è la più importante: evidenzia un massimo in corrispondenza di una portata Q_0 maggiore di zero, poi decresce rapidamente; ciò significa che, a parità di giri, a portate maggiori corrispondono prevalenze inferiori. Per portate comprese tra $Q = 0$ $Q = Q_0$, al diminuire della portata diminuisce anche la prevalenza ed il funzionamento della pompa è instabile.

La **curva 2** rappresenta il rendimento: esso è ovviamente uguale a zero a portata nulla e raggiunge il massimo per una portata di poco inferiore alla portata di progetto Q_p , poi si abbassa.

La **curva 3** rappresenta la potenza assorbita N_f ed è sempre crescente con la portata; anche per $Q = 0$ la potenza assorbita è maggiore di zero, perché anche con la mandata chiusa la pompa può continuare a funzionare richiedendo energia all'organo motore.

Le condizioni di miglior funzionamento sono quelle corrispondenti al punto **M** di massimo rendimento.

La portata di una pompa è direttamente proporzionale al numero di giri, cioè raddoppiando il numero di giri raddoppia la portata; la pressione fornita invece varia con il quadrato del numero di giri: raddoppiandolo, la pressione aumenta di quattro volte.

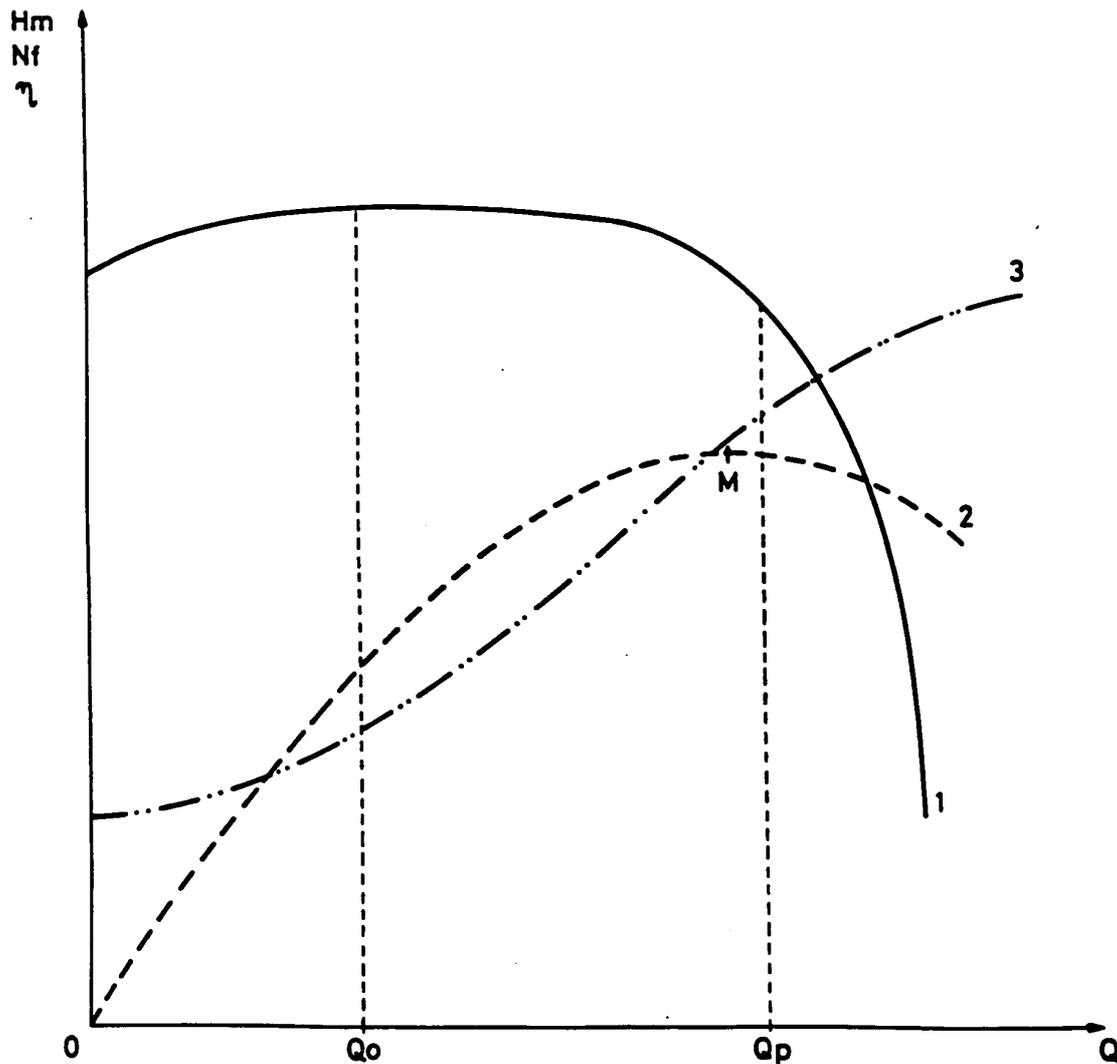


Fig. 2. Curve caratteristiche di una pompa:

- Curva 1: **prevalenza H_m**
- Curva 2: **rendimento η**
- Curva 3: **potenza assorbita N_f**

Motopompe da incendio.

Vengono indicate con il termine di **motopompe** le macchine idrovore azionate da motore a scoppio, che può essere quello dell'automezzo su cui sono installate in permanenza oppure

un motore a servizio esclusivo della pompa, la quale risulta svincolata da qualsiasi automezzo per il funzionamento. Vengono individuate da due numeri separati da una barra: es. 16/8, 8/8, 8/5 ecc. Il primo, moltiplicato per 100, indica la portata in litri al minuto ed il secondo la pressione alla quale viene fornita tale portata. I valori indicati sono quelli di progetto, quindi inferiori al massimo ottenibile; si deve ricordare però che prestazioni superiori possono essere richieste alla pompa solo per periodi limitati ed in caso di effettiva necessità. Le pompe montate su APS e ABP sono normalmente combinate media/alta pressione e centrifughe; le prestazioni mediamente ottenibili sono le seguenti:

- solo alta pressione: 450 litri al minuto a 40 bar (4 MPa)
- solo media pressione: 1.900 litri al minuto a 8 bar (0,8 MPa)
- media/alta pressione contemporaneamente: 350 litri al minuto a 40 bar e
1.600 litri al minuto a 8 bar

Le pompe non installate su automezzi si possono dividere in **barellabili** e **rimorchiabili**. Le prime, provviste di apposite maniglie per essere trasportate a mano, sono piuttosto leggere (peso limite intorno a 100 - 120 kg, comunque non superiore a 200 kg). Le seconde, più pesanti, vengono fissate su apposito carrello trainato da un autoveicolo; nei tipi rimorchiabili più leggeri la pompa può essere fissata al carrello mediante guide metalliche e disporre di maniglie per permetterne lo scarramento ed il trasporto a mano per brevi tratti (**motopompe scarrabili**).

AUTOVEICOLI ED ATTREZZATURE TIPICHE VF

PRINCIPALI CARATTERISTICHE DEI MEZZI ANTINCENDIO



NOTABENE !!

La presente dispensa è tuttora in allestimento!!!

Alcune trattazioni di autoveicoli ed attrezzature sono pertanto incomplete a causa del sostanziale mutamento del parco macchine e delle attrezzature attualmente in uso .

Le successive versioni conterranno le schede tecniche di veicoli ed attrezzature.



Le dotazioni e i materiali solitamente in uso ai Corpi dei Vigili del Fuoco, si possono sostanzialmente suddividere in **due categorie distinte**.

Nella prima categoria possono inserirsi tutti gli **automezzi speciali e non**; nella seconda categoria tutte le **attrezzature di lavoro**, dalle più semplici alle più sofisticate, che generalmente, nella maggior parte dei casi fanno parte del carico dei mezzi stessi.

Scopo della presente relazione è quello non tanto di fornire particolari costruttivi e di allestimento in modo troppo dettagliato dei mezzi e delle attrezzature, ma indicare le caratteristiche essenziali che le attrezzature dei VVF devono possedere per renderle razionali, efficaci e adatte all'impiego più idoneo sul nostro territorio in funzione delle esigenze.

In effetti ogni zona od ogni distretto è caratterizzato da fattori diversi quali la superficie boschiva, le strutture ricettive turistiche, le zone artigianali industriali, la popolazione, le risorse idriche ecc.

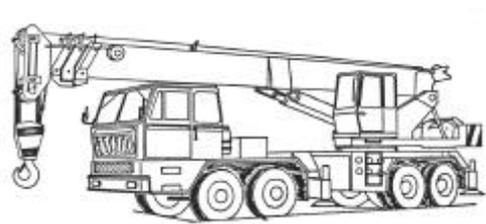
Si dovrà pertanto tenere conto di tali fattori nello studio dei mezzi e delle attrezzature da assegnare ai singoli Corpi volontari e ai Distretti, cosa che è già stata iniziata dalla apposita Commissione tecnica per il piano pluriennale negli anni scorsi e che (salvo per un breve periodo a causa della soppressione dell'organo anzidetto) tuttora si sta portando avanti mediante un'analogha commissione interna al Servizio.

Si può quindi procedere ad elencare quali sono i mezzi e le attrezzature già in dotazione o da assegnare a Volontari e Permanenti con le relative caratteristiche essenziali.

AUTOGRÙ IN GENERE

AUTOGRÙ 50 TONNELLATE

Mezzo per il sollevamento di grossi carichi, costituito da un autotelaio con potenza di ca. 300 HP con



braccio telescopico a sfilì che può raggiungere lunghezze fino a 36 m. ed anche oltre.

Le portate del mezzo sono evidenziate da un'apposita tabella e sono in funzione della base dell'appoggio, costituito da piantoni idraulici a sfilì laterale e verticale o a ginocchio, dell'angolo di lavoro del braccio telescopico e dello sfilì dello stesso, parametri questi che incidono ovviamente sul

raggio di lavoro (distanza dal centro ralla) e quindi sulle portate; maggiore è l'angolo, minore è il raggio di lavoro e maggiore è la portata (fino a 50 tonn. a 3 metri dal centro ralla).

AUTOGRÙ 25 TONNELLATE

Idem come per l'autogrù da 50 tonn., ma con portate minori e anche con dimensioni più contenute Tali mezzi possono essere realizzati in versione stradale e quindi con trazione normale od anche in versione fuoristrada (con doppia trazione, bloccaggi differenziali e marce ridotte). Caratteristica lavoro fino a 360° (anche sopra cabina di guida)



AUTOCARRI PER TRASPORTO MATERIALI

Sono mezzi adibiti al trasporto di materiali; si possono suddividere in tre gruppi a seconda della potenza e della portata a pieno carico.

Primo gruppo: autocarri leggeri con portate fino a 35 q.li e potenza fino a 100 HP ca.

Secondo gruppo: autocarri medio pesanti da 35 q.li e fino a 180 q.li e potenze variabili da 100 a 300 HP.

Terzo gruppo: autocarri pesanti oltre i 180 q.li e con potenze da 200-300 HP e più.

Anche per tali mezzi sono previste versioni stradali a trazione semplice e versioni fuoristrada con doppia trazione (anteriore e posteriore), bloccaggi dei differenziali e marce ridotte.

Quali mezzi da assegnare ai VVF è opportuno dotare gli autocarri medio-pesanti di braccio meccanico (gru) posto solitamente dietro la cabina di guida, utile al carico di materiali vari.

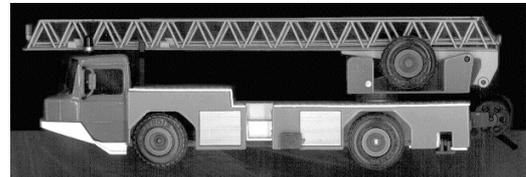
In questo caso il braccio meccanico dovrà essere dimensionalmente idoneo al mezzo su cui verrà montato.



AUTOSCALA

Mezzo fondamentale per i VVF nell'interventistica tradizionale quale mezzo di soccorso nel caso di incendi in fabbricati a più piani e di altezza rilevante.

E' costituito da un autotelaio sul quale viene alloggiato un complessivo scala costituito da più volate a sfilo in grado di raggiungere altezze che variano da 18-20 m. fino a 60 m. Generalmente per l'impiego di cui si sta trattando, data anche la dimensione in altezza dei fabbricati esistenti sul nostro territorio, il mezzo più idoneo che raggruppa le caratteristiche di leggerezza, dimensioni, costi, praticità è quello a due assi con potenza motore da 200-250 HP con sfilo scala e quindi altezza da terra da 24 a 30 metri con funzionamento semiautomatico od automatico.



AUTOPIATTAFORMA TRIDIMENSIONALE SNORKEL

Mezzo analogo alla autoscala, ma con alcune funzioni di lavoro diverse che lo rendono idoneo ad interventi anche in attività industriali (capannoni), oltre ad interventi tradizionali civili. Costruttivamente, anziché presentare volata rettilinea, presenta due o tre bracci snodati che consentono quindi un impiego in estensione al di sopra di capannoni o anche, in negativo, al di sotto di ponti ecc. Sia quest'ultimo mezzo descritto, sia l'autoscala, sono dotati di cestello di lavoro con comandi di manovra e possono essere dotati sulla sommità di lancia AP o media pressione per un intervento diretto sull'incendio, anche senza manovratore nel cesto.



Anche per tali ultimi mezzi speciali si possono raggiungere altezze ragguardevoli fino a 60/80 metri.

AUTOBOTTEPOMPA E AUTOPOMPASERBATOIO

Sono sostanzialmente mezzi analoghi, come dice la parola stessa, dotati di serbatoi di capacità diverse e pompa. La differenza tra un tipo e l'altro riguarda in sostanza la capacità, la forma e il posizionamento del serbatoio.

Nell'autobottepompa, il serbatoio a forma ellittica ha capacità notevoli, fino anche 8.000/10.000 litri. Sono mezzi che solitamente servono di ricalzo dove sia necessario un notevole rifornimento d'acqua o per trasporto di acqua potabile e sono scarsamente dotati di cassettiere e vani per i materiali. La pompa in tal caso serve non tanto per un diretto intervento sull'incendio, anche se possibile, ma quale mezzo per il rifornimento o travaso di acqua.



L'autopompaserbatoio presenta invece un serbatoio a forma prismatica, di dimensioni più contenute fino ad un massimo di 4.000/6.000 litri. La pompa, situata solitamente nel vano posteriore, con mandate \varnothing 70 mm. e con alta pressione HD 38 è più idonea ad un intervento diretto sull'incendio. Presenta, oltre al vano pompa posteriore, dei vani laterali, di capacità diverse, muniti di ripiani e serrandine, per il contenimento dei materiali necessari ad un intervento in caso d'incendio (manichette \varnothing 70 - \varnothing 45 - HD 38)divisori, lance, aspirafumo, gruppo elettrogeno, lance schiuma, estintori, autorespiratori, attrezzi da lavoro ecc.

Su tale ultimo mezzo può inoltre essere inserito un serbatoio per la schiuma solitamente di capacità pari a circa il 10% della capacità del serbatoio di acqua; lapremescolazione della schiuma può essere effettuata o in pompa direttamente, o tramite un premescolatore di linea (\varnothing 70 o \varnothing 45) con prelievo dal serbatoio suddetto o da fusti e fustini di schiuma.

Rientrano tra la gamme delle autobotti anche quelle ultimamente adottate sul nostro territorio per la difesa dei boschi dagli incendi e che in parte hanno sostituito, o stanno sostituendo, almeno nelle zone più a rischio, i vecchi carrelli per incendi boschivi di cui si tratterà più avanti.

Questi mezzi si prestano molto bene per interventi boschivi date le dimensioni ridotte e la meccanica studiata e realizzata appositamente per un impiego fuoristrada; ciò non esclude comunque che il mezzo possa essere utilizzato con successo anche in incendi civili.

Il mezzo è stato progettato in tre versioni e tipologie diverse in relazione alle dimensioni, alla potenza del motore, alla capacità del serbatoio dell'acqua e conseguentemente della pompa che, non dimentichiamolo, deve essere sempre studiata e dimensionata in stretta relazione alla riserva d'acqua ed all'impiego cui è destinato il mezzo.

MICROBOTTE TIPO "A" - INCENDI BOSCHIVI

E' la più contenuta della serie, con lunghezza 4.200 mm, larghezza 1.700 mm. e altezza 2.100 mm.. con motore da 70 a 100 HP, serbatoio da 1.300 litri circa e pompa da 120 litri/50 bar dotata di 2 o 3 naspi da \varnothing 10 e \varnothing 18.



MINIBOTTE TIPO "B"

Di dimensioni leggermente superiori al tipo "A", presenta lunghezza 4.500-4.800 mm. larghezza da 1.800 a 2.000 mm. e altezza di circa 2.200-2.400 mm. La potenza del motore può variare da 100 a 140 HP, il serbatoio può avere capacità fino a 1.600 litri e la pompa a media e alta pressione con portate e pressioni rispettivamente da 800 litri/8 bar e 240 litri/40 bar.



AUTOBOTTE TIPO "C" - INCENDI CIVILI ED INDUSTRIALI

Lunghezza 5.500-6.000 mm., larghezza 2.300-2.400 mm., altezza 2.500-2.800 mm. Potenza motore 140 - 170 HP, serbatoio acqua 2.000-2.200 litri, pompa con portata e pressione 1.600 litri/8 bar e alta pressione 200 litri/40 bar.



Importante nella scelta dei mezzi sopra descritti è valutare esattamente la viabilità della zona, sia quella boschiva che urbana, con particolare attenzione ai centri storici, che presentano talvolta vicoli e strade di dimensioni molto ridotte, e all'approvvigionamento idrico.

AUTOCARRO POLISOCCORSO MERCEDES 817

Polisoccorso "piccolo"

E' un automezzo medio-leggero utilizzato per soccorsi che, a seconda del caricamento, possono variare dal soccorso stradale, al crollo, all'inquinamento, alle calamità pubbliche ed altro. Il mezzo leggero (fino a 35 q.li di portata) è utilizzato generalmente per incidenti stradali e quindi attrezzato con divaricatone e cesoia idraulica, gruppo elettrogeno con colonna fari, verricello tirror, binda. attrezzi da lavoro, autoriparatori, mezzi portatili per lo spegnimento di eventuali principi d'incendio (estintori).



AUTOCARRO EUROTECK completo di carro polisoccorso scarrabile.

Polisoccorso "grande"

Automezzo "pesante" (fino a 180 qli)

.....

CARRO-CONTAINER CHIMICO sempre su Euroteck

Trattasi di container rimorchiabile e scarrabile appositamente allestito per interventi di emergenza in presenza di sostanza chimiche.



Altri "scarrabili" tipici delle dotazioni VV.F.:

CARRO SCHIUMA (cisterna fino a tre comparti) 90 qli

CARRO TRASPORTO ACQUA POTABILE 16.000 litri (su Eurotrakker)

CARRO PER TRASPORTI VARI con braccio meccanico

CARRO CUCINA (su pistoni non scarrabile)

CARRO ELETTRICO (c.s.)

CARRO PUNTELLAZIONI (c.s.)

AUTOLETTIGA

Mezzo leggero con allestimento speciale di tipo sanitario che viene utilizzato per soccorsi a persone infortunate.

Principalmente esce come macchina di intervento e supporto in interventi per incidenti stradali.

Sotto la responsabilità e su indicazioni del responsabile sanitario sul posto può essere utilizzata per il trasporto di infortunati dal luogo degli incidenti ai presidio ospedaliero.

Di norma non è considerata come partenza unica.

E' naturalmente utilizzata anche per il soccorso di personale VF impegnato nelle varie operazioni ed interventi.

Per il momento non è a disposizione del "118" salvo in caso di grandi emergenze o catastrofe.



AUTOMEZZI FUORISTRADA PER USO PROMISCUO

E' il mezzo che tutti i Corpi sia volontari che permanenti hanno in dotazione. Come dice la parola stessa, il mezzo si presta sia al trasporto di persone che di materiali, nonché all'eventuale traino di rimorchi; solitamente può trasportare 6/7 persone (Campagnole - Land Rover ecc.) e fino a 9 persone (furgoni 4x4 o 4x2). Tali mezzi rientrano ovviamente nella gamma dei mezzi leggeri e le portate variano a seconda del tipo; generalmente il peso complessivo è di 30 ÷ 35 q.li.

Si deve prestare molta attenzione nel caso di allestimento e caricamento di tali mezzi, specialmente con serbatoi d'acqua, per evitare, viste le portate utili limitate, di sovraccaricare il mezzo oltre il peso consentito.

La potenza del motore dei suddetti automezzi varia generalmente da 80 a 120 HP.



RIMORCHIO PER INCENDI BOSCHIVI

Anche in questo caso siamo di fronte ad una attrezzatura che sul nostro territorio è in uso ormai a quasi tutti i Corpi. Si tratta di un rimorchio generalmente ad un asse di portata complessiva di 1.200-1.300 kg (portata massima ammessa in Italia per rimorchi ad un asse), con serbatoio d'acqua da 500 litri costruito in acciaio inox oppure in vetroresina, di forma prismatica o cilindrica, motopompa con motore a benzina da 5 ÷ 8 HP e portata/pressione 80-120 litri /50 bar, dotata di un complessivo asportabile costituito da due nastri con tubo collaudato a 80 bar da 10 mm di diametro, con lunghezza pari a 150 metri ciascuno.



RIMORCHI PER TRASPORTO MATERIALE VARIO

Sono rimorchi con peso complessivo a pieno carico di 1.200-1.300 kg ad un asse, con portata utile di circa 800 kg.

Per portate superiori è necessario ricorrere a rimorchi con doppio assale, che però comportano una manovrabilità più difficoltosa.

Altro problema inerente tali abbinamenti sono i ganci di traino.

I ganci usati sono di due tipi: il **tipo "ad uncino"** (ULPIO) ed il **tipo "a sfera"**.

Come portata e capacità di traino non esiste praticamente differenza; unico problema è eventualmente il collaudo del gancio che comporta la trascrizione sulla carta di circolazione. Ebbene chiarire che i mezzi sul mercato possono essere idonei al montaggio sia dell'uno che dell'altro tipo di gancio; si deve comunque prestare particolare attenzione alle specifiche della casa costruttrice riguardanti il tipo di gancio (il numero di omologazione del gancio deve essere lo stesso riportato sulla carta di circolazione del mezzo) ed il montaggio che deve essere eseguito da officine autorizzate, le quali devono poi certificare la regolarità del montaggio.



L'aspetto più prettamente tecnico riguardante l'allestimento e la meccanica dei mezzi sarà da valutare caso per caso, considerando i criteri già esposti.

AUTOVEICOLI SPECIALI

POLARIS 6X6

ALTRA MOTOSLITTA

MOTO TRIAL

ALTRO



CARATTERISTICHE DELLE PRINCIPALI ATTREZZATURE ANTINCENDIO

MOTOPOMPE

Le motopompe sono identificate generalmente con due numeri che identificano pressione e portata. Troveremo quindi sigle come 8/8 (la più comune) che identifica una pompa standard con portata di 800 litri a 8 bar di pressione, bocca d'aspirazione solitamente da 100 mm., bocca di mandata da 70 mm., motore a scoppio da 1.200 -1.600 cc.

Per usi speciali quali quelli in montagna adotteremo pompe leggere con portate più basse e pressioni più elevate, potremmo quindi avere pompe con 100 -150 litri a 50 bar, usate per lo più nell'intervento diretto sul fronte dell'incendio di bosco, e pompe con portata 250-300 litri a 25 bar, usate invece principalmente per il trasporto d'acqua in quota ottimizzando e riducendo così l'impiego dell'elicottero.



Per altri impieghi, quali lo spostamento o prosciugamento di grandi quantità d'acqua, troveremo notevole differenza nelle pompe per quanto concerne portate e pressioni: ne sia esempio le pompe idrovore assegnate ai Distretti che hanno portate di 5.000 litri/1' e più, con pressione di 1,5 ÷ 2 bar.

**PER TIPOLOGIA DI POMPE E RELATIVI USI VEDI APPOSITA
DISPENSA**

MODULI ELITRASPORTABILI PER INCENDI BOSCHIVI

Sono costituiti da serbatoi in acciaio della capacità di 500 ÷ 600 litri, provvisti di ganci per poter essere trasportati con elicottero e sono muniti di pompa 40 ÷ 50 litri a 40 bar con motore a benzina o miscela e un naspo con 100 m. circa di tubo A.P Ø 8 mm. collaudato a 80 bar.

Il "modulo antincendio elitrasportabile", trasportato con l'elicottero, può essere collocato al suolo con una sola persona, su una piazzola di non oltre due metri quadri e su pendenza fino al 30%. Viene utilizzato per le seguenti funzioni:

- 1) Attacco diretto a principio d'incendio: collocato nella posizione più opportuna, anche tenendo conto dei venti, permette ad un solo operatore di aggredire o tenere sotto controllo una zona assai vasta



- (orografia alpina circa 5.000 mq).
- 2) Presidio per controllo frange isolate d'incendio: posizionabile in breve tempo (2/3 minuti), per scongiurare o condizionare lo sviluppo d'incendio. Ha la possibilità di autoalimentarsi con pescante.
 - 3) Linea trasporto di acqua in quota con catena di motopompe
 - 4) I moduli possono essere interconnessi tramite manichette UNI 25 alta pressione ed utilizzare in contemporanea la lancia a mitra. Il sistema, che ha il pregio della rapidissima messa in esercizio con un passo di 1.000 metri e dislivello di 200 metri, può assicurare una portata di 400 litri al minuto.
 - 5) Linea tagliafuoco per la protezione di sentieri o crinali.

I moduli possono essere collocati lungo la linea da proteggere a distanza di 200 metri, con la possibilità di alimentazione nel sito più accessibile. Vi è l'utilizzo contemporaneo dell'acqua in pressione a mezzo mitra e travaso da altro modulo.

CARATTERISTICHE TECNICHE

STRUTTURA

- In acciaio INOX AISI 304 o in acciaio verniciato.
- Spessore involucro esterno 1.2 mm.
- n° 6 nervature verticali di rinforzo interne con raggio di curvatura 10 mm.
- Fondello spessore 1.5 mm, di forma conica, altezza cono 50 mm.
- Anello di rinforzo superiore ed inferiore, realizzato con tubo \varnothing 30 mm e spessore di 2 mm.
- n° 3 piedini di sostegno fissi di altezza 120 mm realizzati in tubo di diametro 50/60 mm applicati al perimetro del fondo con rinforzi mediante 3 fazzoletti triangolari cadauno e rinforzo sul fondello.
- Griglia orizzontale frangiflutti forata ad altezza di 470 mm dal fondo, saldata, di lamiera con spessore 1.5 mm e fori di \varnothing 20 mm.
- Coperchio superiore in lamiera da 1.5 mm posizionato e saldato a 270 mm dal bordo superiore, rinforzato nella parte sottostante da Comas 20x20 spessore 1.5 mm.
- Tappo di scarico/carico parziale posto subito sopra la griglia forata UNI 25 con tappo cieco.
- Tubo di sfiato con scarico esterno sul coperchio di chiusura.
- Tubo di scarico e cartello diametro 120 mm con tappo cieco ubicato sul coperchio superiore.
- Capacità acqua litri 600/400 - regolazione con tappo di sfioro in conformità alla portata dell'elicottero.

GRUPPO MOTORE - POMPA NASPO

- Pompa da 50 bar, 50 lt./min. accoppiata a motore a scoppio a 4 tempi. La pompa è dotata di due mandate AP con relativa saracinesca.
- Tubo di aspirazione fisso diametro 35 mm completo di filtro per pescaggio dal fondo del modulo, provvisto anche di derivazione per collegamento a tubo di aspirazione esterno.
- Il tubo di aspirazione fisso e la derivazione sono dotati di saracinesca. Tubo di ritorno fisso dalla pompa al modulo diametro 25 mm.. Naspo rotante con 80/100 metri di tubo alta pressione 8/10 mm con attacchi da 1/2. Lancia AP portata 20/30 lt./min. a mitra a getto regolabile pieno o frazionato.

L'intero modulo come sopra descritto è dotato di tre anelli e tiranti rigidi con collegamento terminale in un unico anello, per il sollevamento dello stesso a carico massimo e con fattore di sicurezza $s=6$.

Il gruppo motopompa-naspo è fissato sopra il coperchio all'interno del modulo.

N.B. Le dimensioni del modulo e la capacità d'acqua sono proporzionati alla portata dell'elicottero.



GRUPPI ELETTROGENI

Anche questa attrezzatura, necessaria a fornire corrente in qualsiasi situazione, presenta una notevole gamma di modelli sia per la parte inerente il motore che può essere a benzina o diesel, sia per la parte generatore con potenze che variano dai 700 VA fino a 150-200 KVA; si trovano ovviamente anche generatori con potenze superiori ma che trovano impiego in altri settori al di fuori dell'antincendi o della pubblica calamità.

Il tipo di motore, il tipo di generatore e i vari accoppiamenti saranno scelti ovviamente in relazione al tipo di impiego (se saltuario o continuo) e ovviamente al tipo di prestazione richiesto. Quale esempio, si potranno adottare per illuminazione di zone di operazione ristrette gruppi da 3 Ø 5 KVA con motore benzina con 2 ÷ 4 fari da 1 KW cad., per impieghi continui con potenze da 60 a 150 KVA con motori diesel a basso regime di giri come nel caso di alimentazione elettrica di campi d'emergenza o strutture di una certa importanza od entità (ospedali, caserme VVF ecc.).

Per illuminazione, ove sia richiesta una notevole profondità di campo, saranno usati i gruppi elettrogeni abbinati a fotoelettriche con potenze variabili, che costituiscono un complessivo a se stante.



DIVARICATORI IDRAULICI

Sono attrezzature di soccorso, principalmente stradale, costituite da un gruppo motore a scoppio o elettrico più pompa ad olio idraulico con pressione d'esercizio di circa 600 ÷ 700 bar, due naspi con tubazioni ad alta pressione collegate rispettivamente ad un divaricatore e ad una cesoia. Questa attrezzatura, in dotazione ormai a quasi tutti i Corpi sede di Distretto, si è dimostrata indispensabile nel caso di incidenti stradali gravi ove è necessario liberare dalle lamiere contorte dei mezzi incidentati i feriti.



AUTORESPIRATORI O AUTOPROTETTORI

E' il mezzo di protezione individuale delle vie aeree che dovrebbe essere in dotazione a tutti i vigili del fuoco.

Possono essere sostanzialmente di due tipi: a **“ciclo aperto”** e a **“ciclo chiuso”**.

Il ciclo aperto, così chiamato perchè l'aria fornita dall'apparecchio viene poi espulsa in ambiente, è il tipo più usato. E' costituito da una o due bombole con capacità variabile da 4 a 7 litri (4+4 l. per il bibombola e 7 l. per il monobombola) che possono essere caricate con aria a 200 ÷ 250 bar, un riduttore di pressione di I° stadio per diminuire la pressione da 200 bar a circa 7 bar, con manometro per il controllo della pressione in bombola (0-250 bar), da una valvola a domanda, o erogatrice, di II° stadio in grado di fornire aria a pressione appena superiore a quella ambiente; la valvola a



domanda viene collegata ad una maschera con ampia visibilità.

Esistono e sono già utilizzati autoprotettori in sovrappressione in grado di mantenere all'interno della maschera una pressione costante leggermente superiore a quella esterna ambiente. Questi ultimi sono

particolarmente indicati per un uso in ambienti altamente tossici.

L'autonomia di un autoprotettore da 7 l. dipende ovviamente dal consumo di aria del soggetto, che è strettamente legato al lavoro effettuato. Si può comunque stimare da 20-30 minuti per lavori medio pesanti, fino a 40 minuti per lavori leggeri. Esiste comunque un dispositivo di riserva inserito sul gruppo riduttore I° stadio che avverte l'operatore quando la bombola arriva a circa 1/4 della sua capacità (50 bar).

L'autorespiratore a ciclo chiuso è così chiamato perchè riutilizza in parte i gas espirati, purificandoli dall'anidride carbonica. Sono



costituiti da una bombola di ossigeno della capacità di 1 ÷ 1,5 litri a 200 bar, da un sacco polmone, da una cartuccia filtro in grado di trattenere l'anidride carbonica e da due tubi corrugati (inspirazione-espiazione) collegati alla maschera. Rispetto al ciclo aperto presenta il vantaggio di una autonomia maggiore fino a 3 ÷ 4 volte.

Un breve cenno relativamente alla ricarica degli autorespiratori ad aria (ciclo aperto) va fatta per i compressori: è questa un'attrezzatura assegnata ad ogni Distretto e formata da un gruppo motore-compressore in grado di fornire aria fino a 250-,300 bar, con portate di aria variabili fino a 24 mc/h (per uso antincendio e subacqueo). E' consigliabile, visto l'impiego, disporre di un compressore con portata 12 mc/h tarato a 200 bar, più che sufficiente per la ricarica di autoprotettori.

SERBATOI MOBILI

Sono costituiti da serbatoi in materiale plastico flessibile di capacità variabile da 16.000 a 3.000 lt., possono essere sostenuti da apposita intelaiatura metallica ovvero risultare autolivellanti e autogonfianti (questi ultimi, data la flessibilità e trasportabilità, sono particolarmente indicati per operazioni in zone montane, in piazzole di piccole dimensioni e/o in quota.

Normalmente, tutti i serbatoi mobili, risultano adatti al pescaggio da elicottero.



NOTABENE: GLI ELICOTTERI, LE RELATIVE ATTREZZATURE ED ALLESTIMENTI SONO TRATTATI IN APPOSITA DISPENSA