



Acea Elabori SpA

---

LG 022 – Ed. 2 - Rev. I

## Progettazione di impianti di sollevamento acque potabili

Linea Guida

Validità: 16 settembre 2019

---

REDAZIONE		VERIFICA		APPROVAZIONI	
Responsabile Project Execution - Pianificazione e Normalizzazione Lavori	Paolino VITELLARO	Responsabile Centro di Competenza Modellistica Idraulica	Eugenio BENEDETTI	Rappresentante della Direzione del Sistema Integrato Qualità, Ambiente e Sicurezza	Paolo MORICONI
		Responsabile Sistema Gestione Qualità	Laura CAPUANI		

---

## INDICE

<b>1</b>	<b>MODALITÀ DI DISTRIBUZIONE .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>SCOPO .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>CAMPO DI APPLICAZIONE .....</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>DEFINIZIONI.....</b>	<b>3</b>
<b>5</b>	<b>MODALITÀ OPERATIVE .....</b>	<b>4</b>
	<b>5.1 PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO .....</b>	<b>4</b>
	5.1.1 VALUTAZIONE DELLA PREVALENZA DELL'IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO.....	5
	5.1.2 VALUTAZIONE DELLA POTENZA INSTALLATA.....	5
	5.1.3 VERIFICA DELLE SOVRAPPRESSIONI DI MOTO VARIO ELASTICO E DIMENSIONAMENTO DELLE CASSE D'ARIA .....	6
	<b>5.2 CONTENUTI MINIMI DEGLI ELABORATI TECNICO SPECIALISTICI .....</b>	<b>13</b>
<b>6</b>	<b>ELENCO MODULI.....</b>	<b>13</b>

## 1 MODALITÀ DI DISTRIBUZIONE

La distribuzione avviene tramite pubblicazione su rete intranet aziendale.

## 2 SCOPO

La presente linea guida ha lo scopo di definire le modalità di **Progettazione di impianti di sollevamento acque potabili**, previste nell'ambito delle attività affidate alla Società ACEA Elabori S.p.A..

## 3 CAMPO DI APPLICAZIONE

Il presente documento si applica alle attività di progettazione svolte dalla Società ACEA Elabori S.p.A. e deve quindi essere applicata da tutto il personale coinvolto in tale attività, al fine di standardizzare le modalità di Progettazione di impianti di sollevamento acque potabili.

I criteri descritti in questa linea guida si intendono estesi anche agli eventuali Consulenti Specialistici esterni, qualora la documentazione da loro prodotta diventi parte integrante dei documenti progettuali, senza ulteriori elaborazioni da parte dei tecnici della Società ACEA Elabori S.p.A..

## 4 DEFINIZIONI

L'**Impianto di sollevamento a servizio di un serbatoio di compenso o vasca di disconnessione** è di norma alloggiato all'interno della camera di manovra del serbatoio o della vasca di disconnessione, dove sono previsti i necessari collegamenti ed apparecchiature idrauliche (ad es.: per la misura, regolazione, intercettazione, by-pass, sfiati e scarichi) delle tubazioni in arrivo e partenza, scarico e sfioro delle vasche. Di norma il sollevamento è costituito da due o più pompe centrifughe ad asse orizzontale installate a secco.

L'**impianto di sollevamento di tipo booster** è di norma costituito da un manufatto in c.a. quasi interamente interrato alloggiante le pompe e le apparecchiature. Di norma il sollevamento è costituito da due o più pompe sommerse ad asse verticale installate all'interno di tubazione.

Il processo di **dimensionamento idraulico** consiste nell'individuazione dei parametri di natura geometrica, fisica ed idraulica che caratterizzano una nuova opera da realizzare e che ne garantiscano al tempo stesso la piena funzionalità e le migliori prestazioni, secondo le specifiche tecniche prescritte, nonché la sua affidabilità e sicurezza durante l'intero tempo di vita operativa o di esercizio.

La **verifica idraulica**, oltre ad essere parte integrante del processo di dimensionamento, deve essere eseguita ogni qualvolta le condizioni operative dell'opera esistente e/o da realizzare vengono ad essere modificate. La funzione principale è quella di controllare che sia garantito il corretto comportamento idraulico dell'opera nelle nuove condizioni operative.

**In particolare, se una nuova opera in progetto si inserisce in un sistema esistente, è di fondamentale importanza che la verifica non riguardi esclusivamente la nuova opera ma tenga conto di come questa possa condizionare e/o essere condizionata dal funzionamento del sistema con cui andrà ad interagire.**

## 5 MODALITÀ OPERATIVE

La redazione di progetti riguardanti la realizzazione degli impianti di sollevamento delle acque potabili deve seguire i criteri di seguito esposti. Per quanto riguarda modalità di dimensionamento e verifica di opere idrauliche si farà riferimento alla Linea Guida “LG.007 - Dimensionamento e verifica di opere idrauliche”.

### 5.1 PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO

La progettazione degli impianti di sollevamento è caratterizzata dalla definizione delle caratteristiche e prestazioni delle pompe idrauliche quali prevalenza, portata e potenza. Le pompe installate nell'impianto di sollevamento devono essere di norma di uguali caratteristiche ed è necessario prevedere almeno una pompa di riserva per ciascun modello di pompa previsto. Le pompe devono essere utilizzate possibilmente in rotazione e la pompa di riserva deve avere funzione di riserva attiva. Deve essere inoltre prevista l'installazione di inverter per ciascuna pompa al fine di agevolare la modulazione del funzionamento in base alla variabilità della portata da sollevare.

Di seguito sono riportati i criteri generali per la progettazione degli impianti di sollevamento delle acque potabili:

- posizionare le opere di progetto in considerazione della conformazione plano-altimetrica del terreno, degli ingombri in pianta dei manufatti, delle quote idrauliche di progetto, della facilità di accesso, dei distacchi dai confini, in modo da utilizzare al meglio la superficie occupata;
- ridurre il costo di investimento dell'intervento, minimizzando quando possibile l'entità dei volumi di scavo, le lunghezze delle tubazioni di collegamento, nonché il costo delle specifiche opere d'arte da realizzare;
- posizionare le tubazioni in ingresso ed in uscita dal sollevamento coerentemente con le direzioni esterne;
- ridurre, per quanto possibile, le interferenze con gli impianti esistenti, ed i servizi presenti nel sottosuolo (in particolare: tubazioni idriche e del gas, fognature, linee elettriche AT e MT, polifere telefoniche);
- agevolare l'accessibilità agli impianti, per favorire le operazioni di manutenzione e contenerne sia i costi che i tempi d'intervento;
- adottare tutte le misure e gli accorgimenti (qualità e caratteristiche dei materiali, tecnologie di esecuzione dei lavori, accessibilità ed ispezionabilità dei manufatti, ecc.) per cercare di garantire la migliore affidabilità degli impianti;
- minimizzare l'impatto ambientale delle opere, sia in corso di esecuzione sia a lavori ultimati, cercando di rispettare le caratteristiche urbanistiche e paesaggistiche del territorio interessato.
- L'area dell'impianto deve essere completamente delimitata, lungo il perimetro, con una recinzione anti-intrusione;
- sulle condotte di aspirazione e mandata delle pompe devono essere installati gli appositi sezionamenti e giunti per agevolare la rimozione o il by-pass della pompa in caso di manutenzione.
- sulla condotta premente deve essere installata la valvola di non ritorno;
- di norma a valle del sollevamento si deve prevedere l'istallazione di un misuratore di portata;
- l'impianto di pompaggio deve essere di norma dotato di gruppo elettrogeno di continuità;

- di norma per l'alimentazione elettrica deve essere prevista una derivazione dal punto di fornitura in BT. Qualora la potenza impegnata dall'impianto di sollevamento superi 100 kW è opportuno prevedere la fornitura elettrica in MT e realizzare una cabina di trasformazione MT/BT.

### 5.1.1 Valutazione della prevalenza dell'impianto di sollevamento

La prevalenza dell'impianto di sollevamento  $H [m]$  è la somma della prevalenza geodetica, ossia la differenza di quota tra il punto di aspirazione e il punto di recapito, e delle perdite di carico totali  $Y_{TOT}$  lungo la condotta di mandata. Le perdite di carico totali  $Y_{TOT}$  lungo la condotta di mandata possono essere divise a sua volta in perdite distribuite  $Y_{distribuite}$  lungo i tronchi di condotta  $t$  e perdite localizzate  $\sum Y_{localizzate}$  nei vari punti di discontinuità.

$$H = H_g + Y_{TOT} \quad (5.1)$$

$$H = H_g + Y_{distribuite} + \sum Y_{localizzate} \quad (5.2)$$

Il valore delle perdite distribuite è calcolato come  $Y_{distribuite} = \sum_{i=1}^t J_i L_i$ , dove  $J$  e  $L$  sono, rispettivamente, la pendenza piezometrica e la lunghezza dell' $i$ -esimo tronco  $t$  calcolati come riportato nella Linea Guida "LG.007 - Dimensionamento e verifica di opere idrauliche"

Il valore delle perdite localizzate (concentrate) può essere valutato di volta in volta analizzando le caratteristiche geometriche delle tubazioni afferenti all'impianto. Tali valori possono essere calcolati secondo la relazione  $Y_{localizzate} = \frac{\sum_{i=1}^n K_i}{2g} v_t^2$ , dove  $n$  è il numero di singolarità lungo la condotta e  $t$  sono i tronchi interessati e il coefficiente di perdita concentrata  $K_i$  dipende dalla contrazione della vena che si verifica in prossimità di eventuali singolarità della condotta e può essere stimato secondo quanto riportato nella Linea Guida "LG.007 - Dimensionamento e verifica di opere idrauliche"

### 5.1.2 Valutazione della potenza installata

La potenza dell'impianto di sollevamento  $P [kW]$  esprime il lavoro totale compiuto nell'unità di tempo per fornire alla massa di liquido la prevalenza necessaria al superamento della quota di progetto:

$$P = 9,81 \frac{Q H}{\eta} \quad (5.3)$$

con  $Q [m^3/s]$ : portata sollevata

$H [m]$ : prevalenza totale

$\eta$ : rendimento complessivo dell'impianto in prima approssimazione pari a 0,7

### 5.1.3 Verifica delle sovrappressioni di moto vario elastico e dimensionamento delle casse d'aria

Per quello che riguarda le problematiche conseguenti allo sviluppo di sovrappressioni di moto vario elastico, i transitori più pericolosi e frequenti che si verificano nelle reti e nelle condotte fognarie avvengono nel caso di cessazione dell'alimentazione di energia delle pompe. L'arresto delle masse rotanti che ne consegue infatti, avviene generalmente in un tempo molto breve, la cui durata è legata al momento di inerzia delle masse rotanti stesse.

Questo processo può portare allo sviluppo nelle tubazioni di *fenomeni di moto vario elastico o colpo d'ariete*.

Nel caso dalle verifiche idrauliche di moto vario risultino valori di colpo d'ariete superiori a quelli previsti dalla normativa (D.M. LL.PP. 12/12/85), dovranno essere previsti specifici dispositivi di controllo delle sovrappressioni / depressioni in condotta.

Tali organi possono consistere in:

- *casse d'aria* (da preferirsi): normalmente disposte esternamente e collegate idraulicamente alla tubazione premente;
- *valvole di rientro/fuoriuscita d'aria*: posizionate in pozzetto posto nel punto critico del profilo, dove si prevede il picco di pressione/depressione.

Nel seguito sono indicati i criteri con cui determinare il valore della sovrappressione conseguente all'arresto delle pompe e i criteri da utilizzare nel dimensionamento degli organi di attenuazione eventualmente necessari.

#### Valutazione della sovrappressione di moto vario elastico

Per determinare le sovrappressioni dovute all'arresto improvviso delle pompe possono essere utilizzati dei software di calcolo specifici (es. *Hytran Solutions*) o delle metodologie semplificate di letteratura. Nel seguito è presentata una metodologia semplificata.

Al fine di determinare la sovrappressione è necessario richiamare le definizioni di celerità dell'onda, durata di fase e tempo di manovra.

La *celerità*, ovvero la velocità di propagazione delle onde di pressione nella tubazione è funzione del fluido e delle caratteristiche della tubazione, e può essere determinata come:

$$a = \frac{\sqrt{\frac{\varepsilon}{\rho}}}{\sqrt{1 + \frac{\varepsilon D}{ES}}} = \frac{a_0}{\sqrt{1 + \frac{\varepsilon D}{ES}}} \quad (5.4)$$

con  $a$  [m/s]: celerità dell'onda

$\varepsilon$  [ $N/m^2$ ]: coefficiente di comprimibilità del fluido ( $\varepsilon_{acqua} = 2,03E + 09 N/m^2$ )

$\rho$  [ $kg/m^3$ ]: densità del fluido ( $\rho_{acqua\ 20^\circ C} = 998\ kg/m^3$ )

$a_0$  [ $m/s$ ] =  $\sqrt{\frac{E}{\rho}}$  = 1425  $m/s$  celerità di propagazione del suono in acqua

$E$  [ $N/m^2$ ]: modulo di elasticità del materiale costituente la tubazione

$D$  [ $m$ ]: diametro della tubazione

$S$  [ $m$ ]: spessore della tubazione

La *durata di fase T* [ $s$ ] è definita come il tempo impiegato dall'onda di pressione a percorrere in andata e di ritorno l'intero tratto di condotta oggetto della verifica. Può essere determinata con la formulazione seguente:

$$T = \frac{2L}{a} \quad (5.5)$$

con  $L$  [ $m$ ] lunghezza della condotta e  $a$  [ $m/s$ ] celerità dell'onda.

Il *tempo di manovra*  $T_c$  è definito come il tempo necessario al completamento della manovra di arresto della pompa, ed è funzione principalmente dell'inerzia della girante. Può essere valutato utilizzando la teoria semplificata di Mendiluce, secondo la quale il tempo durante cui la pompa continua ad erogare portata dopo il distacco della potenza motrice è esprimibile con:

$$T_c = C + K \frac{U_0 L}{g H_m} \quad (5.6)$$

con  $T_c$  [ $s$ ]: tempo di manovra

$C, K$  [ $s$ ]: costanti dedotte dalle tabelle in funzione rispettivamente di  $H_m/L$  e  $L$

$U_0$  [ $m/s$ ]: velocità della corrente in condizioni di moto permanente

$L$  [ $m$ ]: lunghezza della condotta

$g$  [ $m/s^2$ ]: accelerazione di gravità

$H_m$  [ $m$ ]: prevalenza della pompa a regime

I valori dei coefficienti possono essere valutati mediante l'ausilio delle tabelle seguenti.

Tabella 8 Coefficienti  $C$  e  $K$  per il calcolo del tempo di manovra

$H_m/L$	0 – 0,2	0,21 – 0,28	0,29 – 0,32	0,33 – 0,37	0,38 – 0,40
$C$	1	0,75	0,5	0,25	0

$L$	$\leq 2000 \text{ m}$	$> 2000 \text{ m}$
$K$	$2 - 0,0005L$	1

La manovra di arresto si definisce brusca o lenta in funzione del rapporto tra la durata di fase  $T$  ed il tempo di manovra  $T_c$ :

- se  $T_c < T$  la manovra si definisce *brusca*;
- se  $T_c > T$  la manovra si definisce *lenta*.

Per le manovre di regolazione brusche ( $T_c < T$ ) la sovrappressione massima può essere valutata con la formula di Joukowsky:

$$H_{max} - H_0 = \frac{aU_0}{g} \quad (5.7)$$

con  $H_{max}$  [m]: carico piezometrico massimo

$H_0$  [m]: carico piezometrico all'istante iniziale della manovra

$g$  [ $m/s^2$ ]: accelerazione di gravità

$U_0$  [m/s]: velocità della corrente in condizioni di moto permanente

$a$  [m/s]: celerità dell'onda

La massima depressione risulta uguale in valore assoluto alla massima sovrappressione suddetta.

Per le manovre di regolazione lente ( $T_c > T$ ) la sovrappressione massima viene invece valutata con la formula di Micheaud:

$$H_{max} - H_0 = \frac{2LU_0}{gT_c} \quad (5.8)$$

Una volta determinata la sovrappressione di moto vario elastico  $H_{max} - H_0$ , questa dovrà essere sommata alla pressione idrostatica  $H_0$  così da poter confrontare il risultato con i limiti imposti dal *Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 12 dicembre 1985 n. 64 "Norme tecniche per le tubazioni"*, recante le normative tecniche per le tubazioni. In esso vengono indicati i valori limite ammissibili delle sovrappressioni dinamiche di colpo d'ariete, indipendentemente dalla tipologia delle tubazioni impiegate, in funzione della sola pressione idrostatica (Tabella 9).

Tabella 9 valori massimi ammissibili delle sovrappressioni dinamiche

Pressione Idrostatica	Pressione [ $daN/cm^2$ ]			
	6	6÷10	10÷20	20÷30

Sovrappressione massima ammissibile	3	3÷4	4÷5	5÷6
-------------------------------------	---	-----	-----	-----

Dimensionamento degli organi di attenuazione del colpo d'ariete

Nel caso in cui l'arresto delle pompe provochi sovrappressioni superiori ai limiti sopra citati, è nel sistema occorre inserire opportuni dispositivi di riduzione della sovrappressione.

Tra le possibili soluzioni è da preferire l'inserimento di casse d'aria. Il suo compito è quello di trasformare i fenomeni di colpo d'ariete in fenomeni di oscillazioni di massa, e consiste in un serbatoio riempito in parte di acqua in parte di aria compressa, collegato idraulicamente alla tubazione. Tale collegamento può anche essere realizzato prevedendo una strozzatura, che determina una perdita di carico localizzata.

Il volume delle casse d'aria va dimensionato attraverso metodi standardizzati di letteratura (abaco di Evangelisti) o tramite software di calcolo specifici (es. *Hytran Solutions*), assumendo un margine di sicurezza maggiorativo di norma del 50% sul valore teorico di calcolo.

Per l'utilizzo del metodo di evangelisti si fa riferimento alla figura seguente.

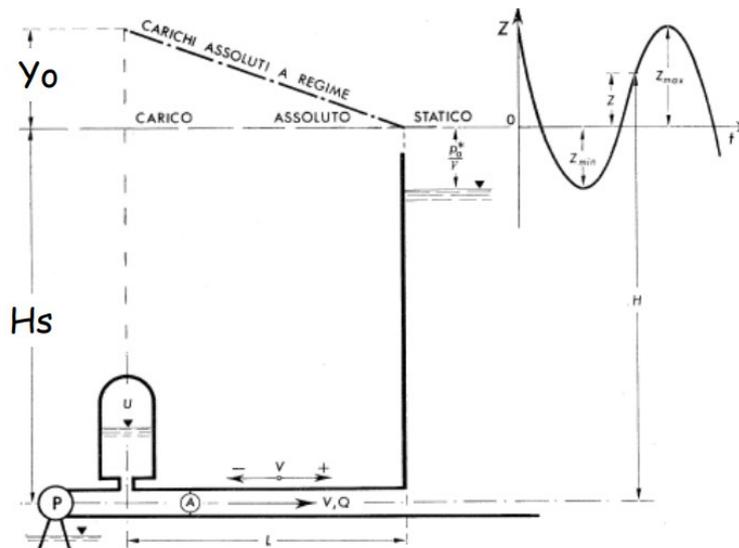


Figura 5.1 – Schema di funzionamento della cassa d'aria (*Idraulica, D. Citrini e G. Nosedà*)

Con riferimento alla figura precedente, è possibile scrivere l'equazione del moto e l'equazione di continuità relative alla cassa di espansione (delle quali si omette la descrizione), alle quali si aggiunge l'equazione di stato del gas presente nella cassa o equazione politropica, che lega il carico assoluto  $H$  (carico piezometrico aumentato del carico relativo alla pressione atmosferica  $p_a^*/\gamma$ ):

$$HU^n = H_s U_s^n = cost \tag{5.9}$$

con  $H [m]$ : carico assoluto in corrispondenza della cassa in condizioni di moto vario

$H_s [m]$ : carico assoluto in corrispondenza della cassa in condizioni statiche

$U [m^3]$ : volume di gas contenuto nella cassa

$U_s [m^3]$ : volume di gas contenuto nella cassa corrispondente al carico  $H_s$

$n$ : esponente legato al tipo di trasformazione termodinamica subita dal gas

Il parametro  $n$  può assumere un valore compreso tra 1, nel caso di trasformazione isoterma, e 1,4 nel caso di trasformazione adiabatica. Nella pratica viene sempre assegnato il valore di  $n = 1,4$ .

Detta  $Z [m]$  la variazione del carico, e tenuto presente che  $H = H_s + Z$ , si perviene alle relazioni che permettono di determinare il volume massimo e minimo di aria contenuto dalla cassa durante le oscillazioni:

$$\begin{aligned}
 U_{max} &= U_s \left( \frac{H_s}{H_{min}} \right)^{\frac{1}{n}} = U_s \left( \frac{H_s}{H_s + Z_{min}} \right)^{\frac{1}{n}} \\
 U_{min} &= U_s \left( \frac{H_s}{H_{max}} \right)^{\frac{1}{n}} = U_s \left( \frac{H_s}{H_s + Z_{max}} \right)^{\frac{1}{n}}
 \end{aligned}
 \tag{5.10}$$

Dove i pedici  $max$  e  $min$  si riferiscono rispettivamente alle condizioni di massima e minima variazione del carico in corrispondenza della cassa.

Si introducono i seguenti parametri adimensionali:

$$\begin{aligned}
 z &= \frac{Z}{H_s} & v &= \frac{V}{V_0} & u &= \frac{Y_0}{U_s} & k_0 &= \frac{K_0}{H_s} \\
 \sigma &= \frac{AL}{H_s U_s} \frac{V_0^2}{2g} & \tau &= t \sqrt{\frac{g A H_s}{L U_s}}
 \end{aligned}
 \tag{5.11}$$

con  $Z [m]$ : variazione del carico

$H_s [m]$ : carico assoluto in corrispondenza della cassa in condizioni statiche

$V [m/s]$ : velocità istantanea nella condotta

$V_0 [m/s]$ : velocità media nella condotta relativa alla condizione di moto permanente

$U [m^3]$ : volume di gas contenuto nella cassa

$U_s [m^3]$ : volume di gas contenuto nella cassa corrispondente al carico  $H_s$

$Y_0 [m]$ : perdite di carico distribuite nella condotta

$K_0 [m]$ : perdite di carico concentrate nella strozzatura

$A [m^2]$ : sezione della condotta

$L [m^2]$ : lunghezza della condotta

Si perviene alle seguenti relazioni:

$$\begin{aligned}
 U_{max} &= U_s \left( \frac{H_s}{H_{min}} \right)^{\frac{1}{n}} = U_s \left( \frac{H_s}{H_s + Z_{min}} \right)^{\frac{1}{n}} = U_s \left( \frac{1}{H_s + z_{min}} \right)^{\frac{1}{n}} \\
 U_{min} &= U_s \left( \frac{H_s}{H_{max}} \right)^{\frac{1}{n}} = U_s \left( \frac{H_s}{H_s + Z_{max}} \right)^{\frac{1}{n}} = U_s \left( \frac{1}{H_s + z_{max}} \right)^{\frac{1}{n}}
 \end{aligned}
 \tag{5.12}$$

Utilizzando i parametri adimensionali sopra elencati, è possibile risolvere il sistema di equazioni che governa il fenomeno attraverso l'abaco di Evangelisti che, nel caso di perdite di carico nulle nella condotta e nella strozzatura ( $Y_0 = K_0 = 0$ ) assume la forma rappresentata nella figura seguente.

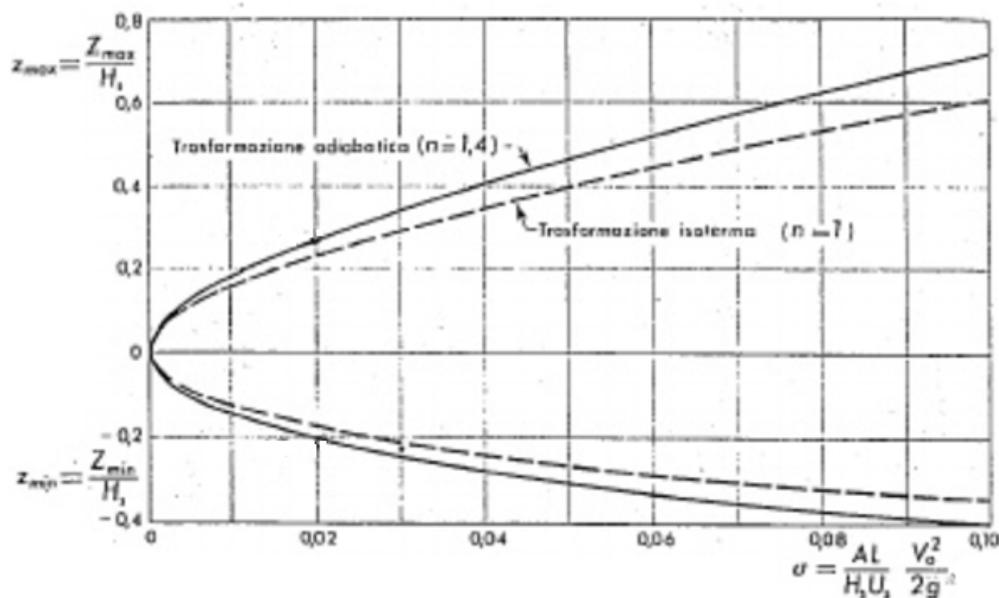


Figura 5.2 – Abaco di Evangelisti – perdite di carico nulle (Idraulica, D. Citrini e G. Nosedà)

L'utilizzo del grafico è immediato:

1. si sceglie la classe di pressione massima voluta nelle condotte, fissando il parametro  $z_{max}$ ;
2. si sceglie il tipo di trasformazione termodinamica, fissando il parametro  $n$ ;
3. si entra nel grafico con il valore di  $z_{max}$  incrociando la curva relativa al parametro  $n$  scelto e ricavando il parametro  $\sigma$ ;

4. con il parametro  $\sigma$  si calcola il volume d'aria in condizioni idrostatiche  $U_s$ ;
5. tornando nel grafico con il parametro  $\sigma$  e incrociando nuovamente la curva relativa alla trasformazione considerata si determina il valore di  $z_{min}$  (negativo);
6. noti  $U_s$  e  $z_{min}$  si ricava il volume massimo della cassa  $U_{max}$ .

Nel caso di perdite di carico non nulle, occorre utilizzare un'altra tipologia di grafici. Ognuno di questi sarà riferito ad un particolare valore del parametro  $n$  (1,4 o 1) e ad un particolare tipo di strozzatura presente al collegamento tra cassa e condotta (assenza di strozzatura o strozzatura ottima, definita in seguito).

A titolo di esempio è riportato l'abaco riferito alla situazione di assenza di strozzatura e trasformazione adiabatica.

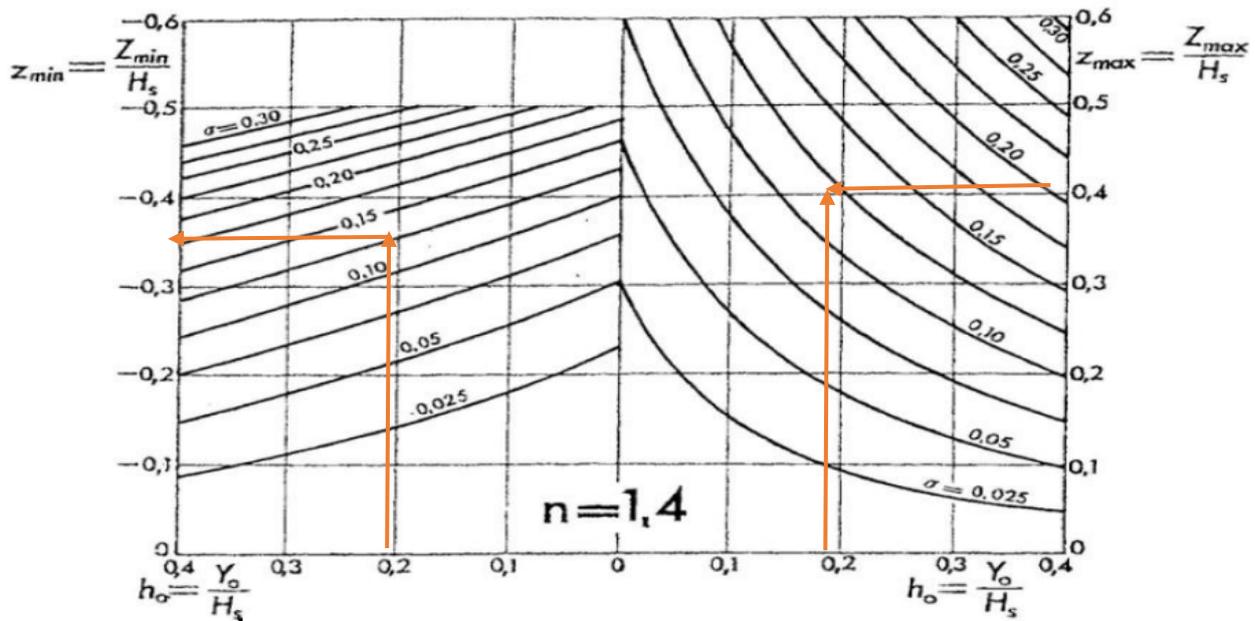


Figura 5.3 – Abaco di Evangelisti – perdite di carico non nulle ( $n = 1,4$  e  $K_0 = 0$ )

Il grafico risulta ancora di facile utilizzo:

1. si sceglie la classe di pressione massima voluta nelle condotte, fissando il parametro  $z_{max}$ ;
2. si sceglie il tipo di trasformazione termodinamica, fissando il parametro  $n$ ;
3. si calcolano le perdite di carico  $h_0$ ;
4. si entra nella parte destra del grafico relativo al tipo di trasformazione scelta con il valore di  $z_{max}$  e con il valore di perdite di carico calcolate  $h_0$ , ricavando così il parametro  $\sigma$ ;
5. con il parametro  $\sigma$  si calcola il volume d'aria in condizioni idrostatiche  $U_s$ ;

6. tornando nel grafico con le perdite di carico  $h_0$  e incrociando nella parte sinistra del grafico la curva relativa al parametro  $\sigma$  precedentemente determinato si ottiene il valore di  $Z_{min}$  (negativo);
7. noti  $U_s$  e  $Z_{min}$  si ricava il volume massimo della cassa  $U_{max}$ .

L'utilizzo del grafico è analogo nelle altre situazioni di trasformazione isoterma ( $n = 1$ ) e di strozzatura ottima, definita come quella strozzatura che produce, per una velocità pari a quella di regime  $V_0$ , una perdita di carico tale da provocare nell'istante iniziale la stessa depressione  $Z_{min}$  che si realizza al termine della prima fase di moto vario. Numericamente vale:

$$K_0 = Y_0 + |Z_{min}| \quad (5.13)$$

## 5.2 CONTENUTI MINIMI DEGLI ELABORATI TECNICO SPECIALISTICI

La Progettazione di impianti di sollevamento acque potabili, previste nell'ambito delle attività affidate alla Società ACEA Elabori S.p.A., dovrà essere svolta nel rispetto della norma vigente ed in particolare di quanto riportato all'art. 23 del DLgs 50/2016 e ss.mm.ii. Fino alla data di entrata in vigore del Decreto di cui al comma 3 dell'art. 23 del DLgs 50/2016 e ss.mm.ii., ai sensi dell'art. 216, comma 4 del medesimo Decreto, dovranno essere ancora utilizzati i livelli di progettazione contenuti nelle disposizioni di cui alla parte II, titolo II, capo I, nonché negli allegati o le parti di allegati ivi richiamate del DPR n. 207/2010 e ss.mm.ii. e, in particolare, dovranno rispettare i requisiti di seguito riportati:

- La "Relazione Tecnica Idraulica" allegata al **progetto preliminare** dovrà essere redatta come previsto nell'Art. 19 del D.P.R. 207/2010 e ss.mm.ii.;
- Gli "Elaborati Grafici" allegati al **progetto preliminare** dovranno essere redatti come previsto nell'Art. 21 del D.P.R. 207/2010 e ss.mm.ii. ed in accordo con quanto stabilito dalla Linea Guida LG01 I "Standard e contenuti grafici dei documenti progettuali";
- La "Relazione Idraulica" allegata al **progetto definitivo** dovrà essere redatta come previsto nell'Art. 26 comma 1 lettera b.1 del D.P.R. 207/2010 e ss.mm.ii.;
- Gli "Elaborati Grafici" allegati al **progetto definitivo** dovranno essere redatti come previsto nell'Art. 28 commi 2, 3 e 6 del D.P.R. 207/2010 e ss.mm.ii. ed in accordo con quanto stabilito dalla Linea Guida LG01 I "Standard e contenuti grafici dei documenti progettuali";
- La "Relazione Idraulica" allegata al **progetto esecutivo** dovrà essere redatta come previsto nell'Art. 35 comma 1 del D.P.R. 207/2010 e ss.mm.ii.;
- Gli "Elaborati Grafici" allegati al **progetto definitivo** dovranno essere redatti come previsto nell'Art. 36 commi 1 del D.P.R. 207/2010 e ss.mm.ii. ed in accordo con quanto stabilito dalla Linea Guida LG01 I "Standard e contenuti grafici dei documenti progettuali".

## 6 ELENCO MODULI

Titolo modulo	Codice modulo
Check List - Progettazione degli impianti di sollevamento delle acque potabili	MD LG022-A