

**4.2 Problema del 1.02.02**

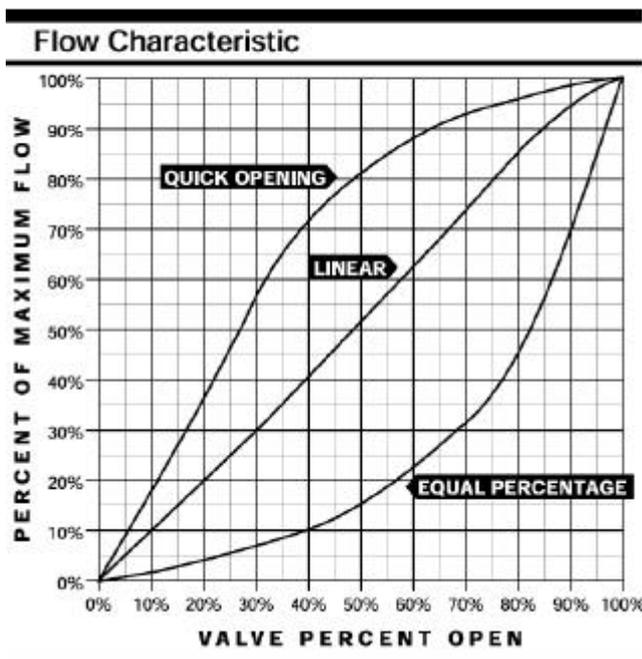
Dimensionare una valvola a globo per acqua utilizzando i seguenti dati:

- portata nominale:  $\dot{V} = 9.016 \text{ L/s}$
- diametro nominale della linea:  $DN = 2''$
- pressione a monte della valvola:  $P_1 = 2.505 \text{ atm}$
- pressione a valle della valvola:  $P_2 = 0.905 \text{ atm}$
- tensione di vapore:  $P_v = 3.7 \text{ psi}$
- coefficiente di recupero:  $F_L = 0.9$
- coefficiente del rapporto della pressione critica per i liquidi:  $F_F = 0.956$

a. Calcola il **coefficiente di efflusso**  $C_v$  della valvola.

In questa sede é proposta una valvola De Zurik SD1000 (a globo, a flusso avviato ed a singola sede) con una rangeability 20 : 1 e con la seguente tabella dei  $C_{vn}$ :

**Globe Valve**



Valve size	$C_{vn}$ Equal percentage	$C_{vn}$ Linear
1"	13	14
1.5"	29	31
2"	52	54
3"	115	115

- b. Scegliere la valvola con il DN più opportuno, effettuando anche la **verifica di cavitazione**.
- c. Suggestisci quale potrebbe essere  $C_{v,MIN}$  per la valvola scelta.
- d. Disegnare il diagramma della **caratteristica di efflusso** ( $\dot{V}$  vs.  $\sqrt{\Delta P}$ ).
- e. Puoi far passare benzina ( $\rho = 740 \text{ kg m}^{-3}$ ) attraverso la stessa valvola, nelle condizioni di portata e pressioni di cui sopra? Cosa cambia? Quanto vale ora  $C_v$ ?

**Introduction**

The pink painted variables are DATA

The blu painted text is COMMENT

**PROBLEM DATA**

fluid: WATER

$\rho := 1000 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$  density

$$G_f := 1 \quad \text{specific density}$$

$$P_1 := 2.505 \cdot \text{atm} \quad \text{upstream absolute pressure} \quad P_1 = 36.813 \text{ psi}$$

$$P_2 := 0.905 \cdot \text{atm} \quad \text{downstream pressure} \quad P_2 = 13.3 \text{ psi}$$

$$V_{\text{punto}} := 9.016 \text{ L} \cdot \text{s}^{-1} \quad V_{\text{punto}} = 2.382 \text{ gal} \cdot \text{s}^{-1} \quad \text{volume flow rate}$$

$$P_v := 3.7 \cdot \text{psi} \quad P_v = 2.551 \times 10^4 \text{ Pa}$$

$$F_L := 0.9 \quad \text{from "ISA 75.01 norm - Annex D" - Single Port Globe Valve}$$

$$F_F := 0.956$$

$$K_c := 0.8 F_L^2 \quad K_c = 0.648$$

$$r := 20$$

## DESIGN CALCULATIONS

$$C_v := \frac{V_{\text{punto}}}{\sqrt{\frac{P_1 - P_2}{G_f}}} \quad C_v = 29.471 \text{ gal min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5} \quad \text{Valve Flow Coefficient}$$

### VALVOLA CON CARATTERISTICA EQUIPERCENTUALE

$$\phi_{0.7} := 0.31$$

Per  $D_{\text{valvola}} = 1.5''$  risulta:  $C_v^* = \phi(0.7) C_{vn} = 8.99$ , quindi:  $C_v^* < C_v$

Per  $D_{\text{valvola}} = 2''$  risulta:  $C_v^* = \phi(0.7) C_{vn} = 16.12$ , anche in questo caso risulta  $C_v^* < C_v$ , dunque è necessario scegliere un'altro tipo di valvola.

### VALVOLA CON CARATTERISTICA LINEARE

$$\phi_{0.7} := 0.74$$

Per  $D_{\text{valvola}} = 1.5''$  risulta:  $C_v^* = \phi(0.7) C_{vn} = 22.94$ , quindi:  $C_v^* < C_v$

Per  $D_{\text{valvola}} = 2''$  risulta:  $C_{vn} := 54 \text{ gal min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5}$   $C_{vn} \cdot \phi_{0.7} = 39.96 \text{ gal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5}$   
quindi:  $C_v^* > C_v$

NB: la scelta della Valvola è quindi univoca: caratteristica lineare e  $DN = 2''$

## CHECK FOR NO CAVITATION $\rightarrow (\Delta P - \Delta P_{\text{max}}) < 0$

$$\Delta P := P_1 - P_2 \quad \Delta P = 23.514 \text{ psi}$$

$$\Delta P_{\text{max}} := F_L^2 (P_1 - F_F \cdot P_v) \quad \Delta P_{\text{max}} = 26.954 \text{ psi}$$

$$\Delta P - \Delta P_{\text{max}} = -3.44 \text{ psi}$$

**c. Valutazione del  $C_{v,Min}$**

Dalla scelta della  
valvola da tabella:

$$C_{vMax} := C_{vn}$$

$$C_{vMin} := \frac{C_{vMax}}{r}$$

$$C_{vMin} = 2.7 \text{ gal min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5}$$

**d. Caratteristica di efflusso**

Per valutare la **caratteristica di efflusso** si determinano le seguenti grandezze:

$$\Delta P_c := K_c(P_1 - P_v) \quad \Delta P_c = 21.457 \text{ psi} \quad V_{\text{punto}_c} := C_{vn} \sqrt{\frac{\Delta P_c}{G_f}}$$

$$\sqrt{\Delta P_c} = 4.632 \sqrt{\text{psi}}$$

$$V_{\text{punto}_c} = 250.14 \frac{\text{gal}}{\text{min}}$$

$$\Delta P_{\text{max}} := F_L^2(P_1 - F_F \cdot P_v) \Delta P_{\text{max}} = 26.954 \text{ psi} \quad V_{\text{punto}_{\text{max}}} := C_{vn} \sqrt{\frac{\Delta P_{\text{max}}}{G_f}}$$

$$\sqrt{\Delta P_{\text{max}}} = 5.192 \sqrt{\text{psi}}$$

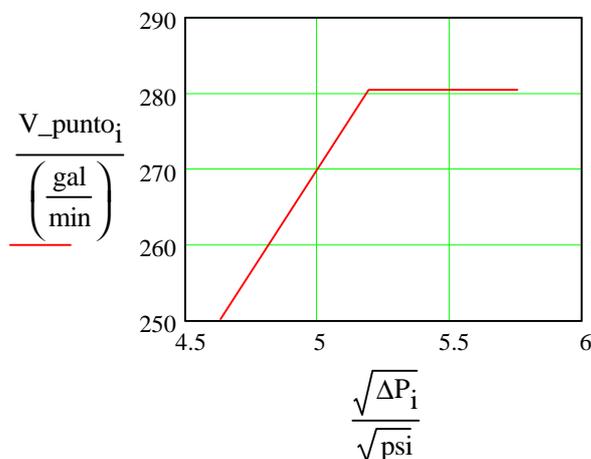
$$V_{\text{punto}_{\text{max}}} = 280.351 \frac{\text{gal}}{\text{min}}$$

$$\Delta P_f := P_1 - P_v \quad \Delta P_f = 33.113 \text{ psi}$$

$$\sqrt{\Delta P_f} = 5.754 \sqrt{\text{psi}}$$

Scrivendo i vettori dei punti salienti della caratteristica di efflusso, possiamo rappresentare gli asintoti della funzione.

$$V_{\text{punto}_i} := \begin{pmatrix} V_{\text{punto}_c} \\ V_{\text{punto}_{\text{max}}} \\ V_{\text{punto}_{\text{max}}} \end{pmatrix} \quad \Delta P_i := \begin{pmatrix} \Delta P_c \\ \Delta P_{\text{max}} \\ \Delta P_f \end{pmatrix}$$



**e. DESIGN CALCULATIONS**

$$\rho := 740 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}^{-3} \quad \text{fluid: GASOLINE} \\ \text{density}$$

$$G_f := 0.74 \quad \text{specific density}$$

$$C_v := \frac{V_{\text{punto}}}{\sqrt{\frac{P_1 - P_2}{G_f}}} \quad C_v = 25.352 \text{ gal min}^{-1} \cdot \text{psi}^{-0.5}$$

La valvola scelta è certamente adatta a far circolare anche benzina