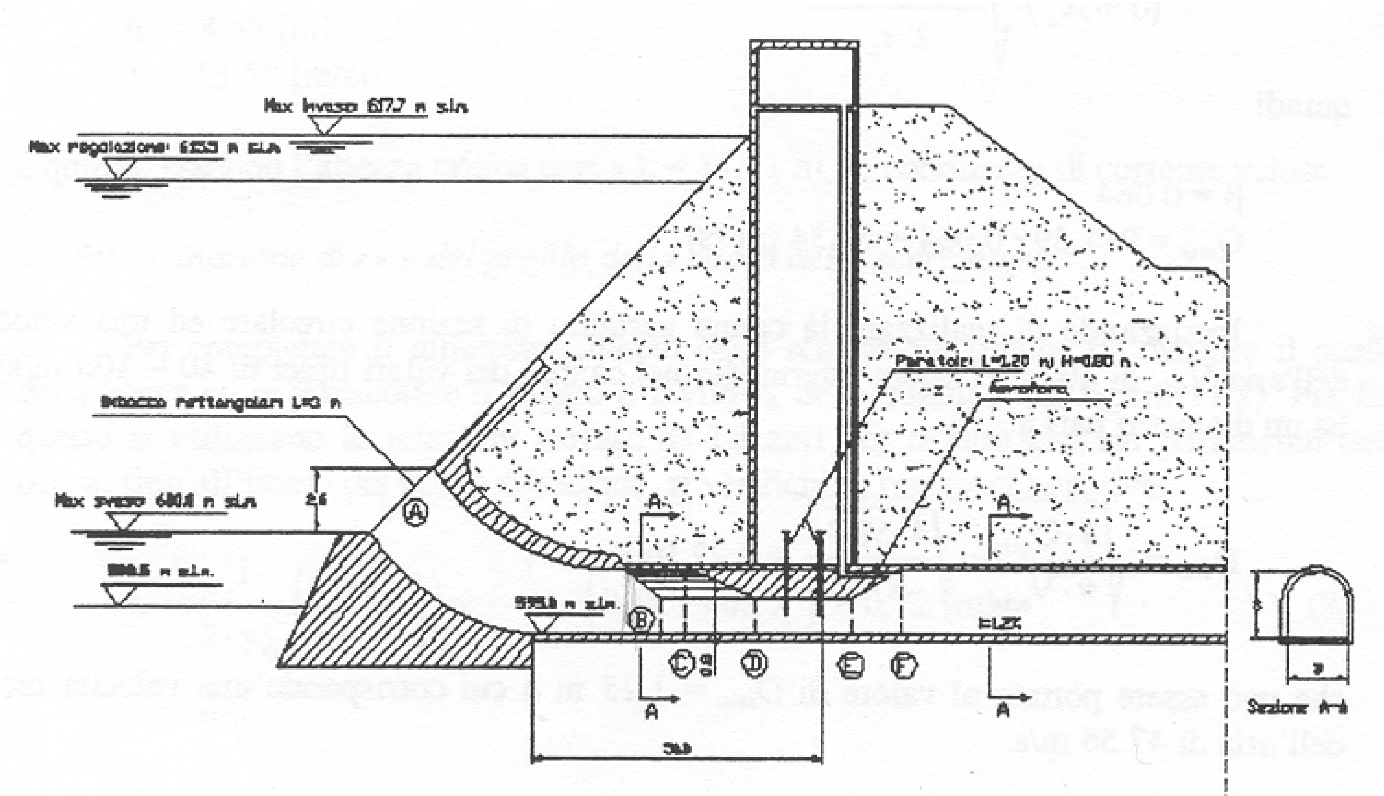
Scaricatore di fondo

Un invaso artificiale è realizzato mediante un a diga in materiali sciolti, fornita di scaricatore di fondo.
Lo scaricatore è suddiviso in due tratte la prima curvilinea, la seconda suborizzontale a valle delle paratoie di regolazione.
Si deve verificare che le dimensioni dell'opera siano sufficienti a garantire:
Il normale funzionamento dell'opera in condizione di piena eccezionale con serbatoio pieno al livello di massimo invaso.



$Q_{MR} := 615.50$

m s.l.m Quota di massima regolazione

$Q_{MI} := 617.70$

m s.l.m Quota di massimo invaso

$Q_F := 595.00$

m s.l.m Quota di fondo della galleria (Vedi figura)
Per valutare le perdite nei tratti interessati da singolarità si utilizzano le seguenti espressioni:
Perdite tra A-B e quelle della griglia:

$$\Delta h_{AB} = 1.2 \cdot \frac{v_B^{\ 2}}{2 \cdot g}$$

Perdite tra C-D comprese quelle dei gargami delle paratoie:

$$\Delta h_{CD} = 0.3 \cdot \frac{v_D^{\ 2}}{2 \cdot g}$$

Perdite complessive tra E e F

$$\Delta h_{EF} = 0.5 \cdot \frac{\left(v_E^2 - v_F^2\right)}{2 \cdot g}$$

Soluzione :

La portata defluente dallo scarico di fondo è ottenuta applicando il teorema di Bernoulli tra la sezione A e la sezione E, in condizione di totale apertura delle paratoie (Piane h=1.20 m x b=0.80 m)

$$Q = \mu \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot \left(H - \Delta h_{AE}\right)}$$

$\mu := 1$

A area della sezione E;

H carico a monte dell'imbocco rispetto al baricentro della sezione stessa

ΔhAE perdite complessive nel tratto in pressione.

$$g := 9.81 \, \frac{m}{s^2}$$

Accelerazione di gravità

Grandezze caratteristiche galleria in pressione

$$A_g := 8.03 \, m^2$$

$$C_g := 10.741 \, m$$

$$R_g := \frac{A_g}{C_g}$$

$$R_g = 0.748$$

$$L := 50 \, m$$

Lunghezza tratto in pressione

$$i := 0.012$$

$$k_s := 70 \, \frac{m^{\frac{1}{3}}}{s}$$

Coefficiente di Strickler

Grandezze dimensionali paratoie

$$h_p := 1.20 \, m$$

$$b_p := 0.80 \, m$$

$A_p := h_p \cdot b_p$

$A_p = 0.96 \quad m^2$

Galleria a valle delle paratoie:

$B := 3\ m$

larghezza galleria

$H := 3\ m$

Altezza galleria

$i = 0.012$

Pendenza galleria

Perdite di carico complessive nel tratto AE

$$\Delta h_d := L \cdot \frac{Q^2}{A_g^2 \cdot R_g^{\frac{4}{3}} \cdot k_s^2}$$

$$\Delta h_{AB} := 1.2 \cdot \frac{Q^2}{2 \cdot g \cdot A_g^2}$$

$$\Delta h_{CD} := 0.3 \cdot \frac{Q^2}{2 \cdot g \cdot A_p^2}$$

$$\Delta h_c := \Delta h_{AB} + \Delta h_{CD}$$

$$\Delta h_{AE} := \Delta h_c + \Delta h_d$$

Portata defluente con il livello idrico pari alla quota di massima regolazione

$$H_{MR} := Q_{MR} - \left(Q_F - L \cdot i + \frac{h_p}{2} \right)$$

$H_{MR} = 20.5 \quad m$

$$Q := \mathrm{root}\left[Q - \mu \cdot A_p \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot \left[H_{MR} - \left(1.2 \cdot \frac{Q^2}{2 \cdot g \cdot A_g^2} \right) - \left(0.3 \cdot \frac{Q^2}{2 \cdot g \cdot A_p^2} \right) - \left(L \cdot \frac{Q^2}{A_g^2 \cdot R_g^{\frac{4}{3}} \cdot k_s^2} \right) \right]}, Q, 10, 30 \right]$$

$Q = 16.749 \quad \frac{m^3}{s}$

Portata defluente con il livello idrico pari alla quota di massimo invaso:

$$H_{MR} := Q_{MI} - \left(Q_F - L \cdot i + \frac{h_p}{2} \right)$$

$H_{MR} = 22.7 \quad m$

$$Q := \mathrm{root}\left[Q - \mu \cdot A_p \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot \left[H_{MR} - \left(1.2 \cdot \frac{Q^2}{2 \cdot g \cdot A_g^{\,2}} \right) - \left(0.3 \cdot \frac{Q^2}{2 \cdot g \cdot A_p^{\,2}} \right) - \left(L \cdot \frac{Q^2}{A_g^{\,2} \cdot R_g^{\,\frac{4}{3}} \cdot k_s^{\,2}} \right) \right]}, Q, 10, 30 \right]$$

$Q = 17.625 \quad \frac{m^3}{s}$

Subito a valle della sezione ristretta si istaura una corrente a pelo libero avente le seguenti caratteristiche relative alla massima portata (lago pieno):

$h_E := 1.20\,m$

Tirante idrico

$$v_E := \frac{Q}{A_p}$$

$v_E = 18.359 \quad \frac{m}{s}$

Velocità media

$$E_E := h_E + \frac{v_E^{\,2}}{2 \cdot g}$$

$E_E = 18.379$

Energia specifica in E

$$Fr_E := \frac{v_E}{\sqrt{g \cdot h_E}}$$

$Fr_E = 5.351$

Nella sezione F l'energia della correntre sarà decurtata delle perdite di carico tra E e F

$$h_F := \mathrm{root}\left[E_E - \left[\frac{0.5}{2 \cdot g} \cdot \left(\frac{Q}{A_p} - \frac{Q}{h_F \cdot B} \right)^2 \right] - h_F - \frac{Q^2}{2 \cdot g \cdot \left(B \cdot h_F \right)^2}, h_F, 0.1, 8 \right]$$

$h_F = 0.312$

$A_F := h_F \cdot B$

$A_F = 0.936 \quad m^2$

$$v_F := \frac{Q}{A_F}$$

$$v_F = 18.825 \quad \frac{m}{s}$$

Velocità media

$$E_F := h_F + \frac{{v_F}^2}{2 \cdot g}$$

$$E_F = 18.374$$

Energia specifica in E

$$Fr_F := \frac{v_F}{\sqrt{g \cdot h_F}}$$

$$Fr_F = 10.759$$

$$h_c := \sqrt[3]{\frac{Q^2}{g \cdot B^2}}$$

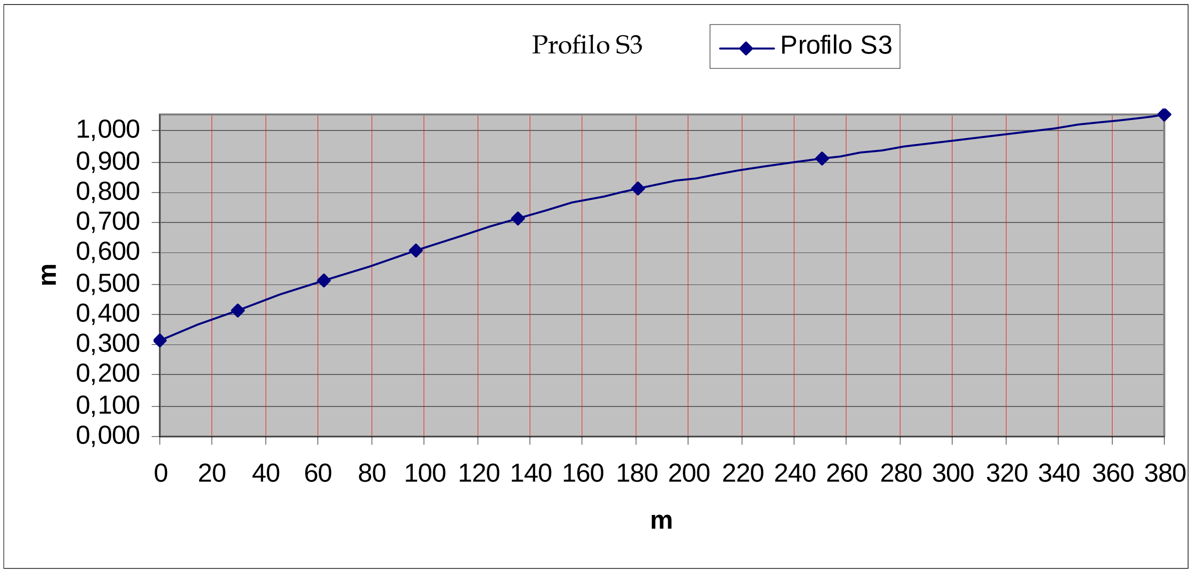
$$h_c = 1.521$$

Altezza critica della corrente

$$h_u := \operatorname{root}\left[Q - k_s \cdot B \cdot h_u \cdot \left(\frac{B \cdot h_u}{B + 2 \cdot h_u}\right)^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}}, h_u, 0.1, 3\right]$$

$$h_u = 1.055 \quad m$$

Quindi la galleria è a forte pendenza e la corrente si mantiene veloce per l'intero tratto di galleria lunga 90 m con profilo di tipo S3. Lo scarico è quindi verificato.



Si dimensioni il canale areoforo, sapendo che il rapporto dell'aria con la portata d'acqua è pari a $\beta = 0.03 \cdot \left(F_r - 1\right)^{1.06}$

Il numero di Froude viene calcolato in corrispondenza dela sezione F

$$\beta := 0.03 \cdot \left(Fr_F - 1\right)^{1.06}$$

$$\beta = 0.336$$

$$Q_{aria} := Q \cdot \beta$$

$$Q_{aria} = 5.916 \quad \frac{m^3}{s}$$

Ipotizzando una canna circolare con velocità pari a 50 m/s (campo tra 40-100), ottengo il diametro:

$$v_{aria} := 50 \frac{m}{s}$$

Velocità massima consentita

$$D_{aria} := \sqrt{4 \cdot \frac{Q_{aria}}{\pi \cdot v_{aria}}}$$

$$D_{aria} = 0.388 \quad m$$