

# Opere di dissipazione

Hanno lo scopo di evitare le possibili erosioni dell'alveo a valle per effetto della velocità elevata che possono avere le correnti idriche all'uscita delle opere di scarico. Le tipologie generalmente adottate sono essenzialmente le seguenti:

- a) a vasca
- b) a scalinata o gradinata
- c) a pozzo
- d) a gradini contrapposti
- e) a chiocciola

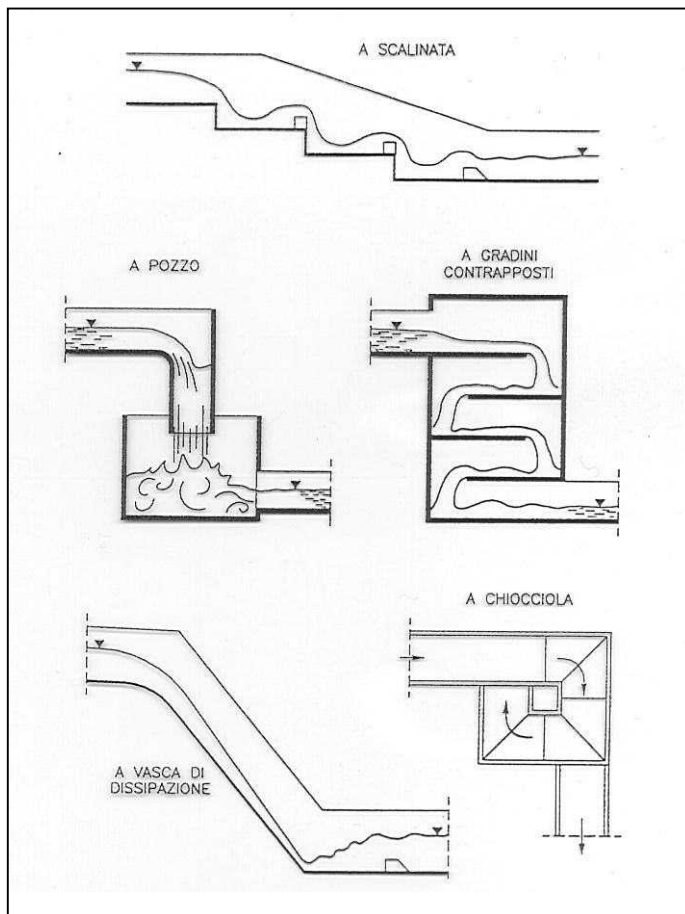
**In tutte queste tipologie il principio di azione è quello di agevolare il formarsi di una corrente lenta a valle, limitando al massimo l'estensione della parte di corrente caratterizzata da alte velocità e forte turbolenza, che deve essere confinata entro l'opera stessa.**

**Nel seguito si tratterà del dimensionamento delle tipologie a) e b) che sono le più frequentemente utilizzate a valle degli scarichi degli sbarramenti artificiali.**

**Alle tipologie elencate si aggiungono i dissipatori a salto di sci, costituiti da uno scivolo che termina con un breve tratto in contropendenza.**

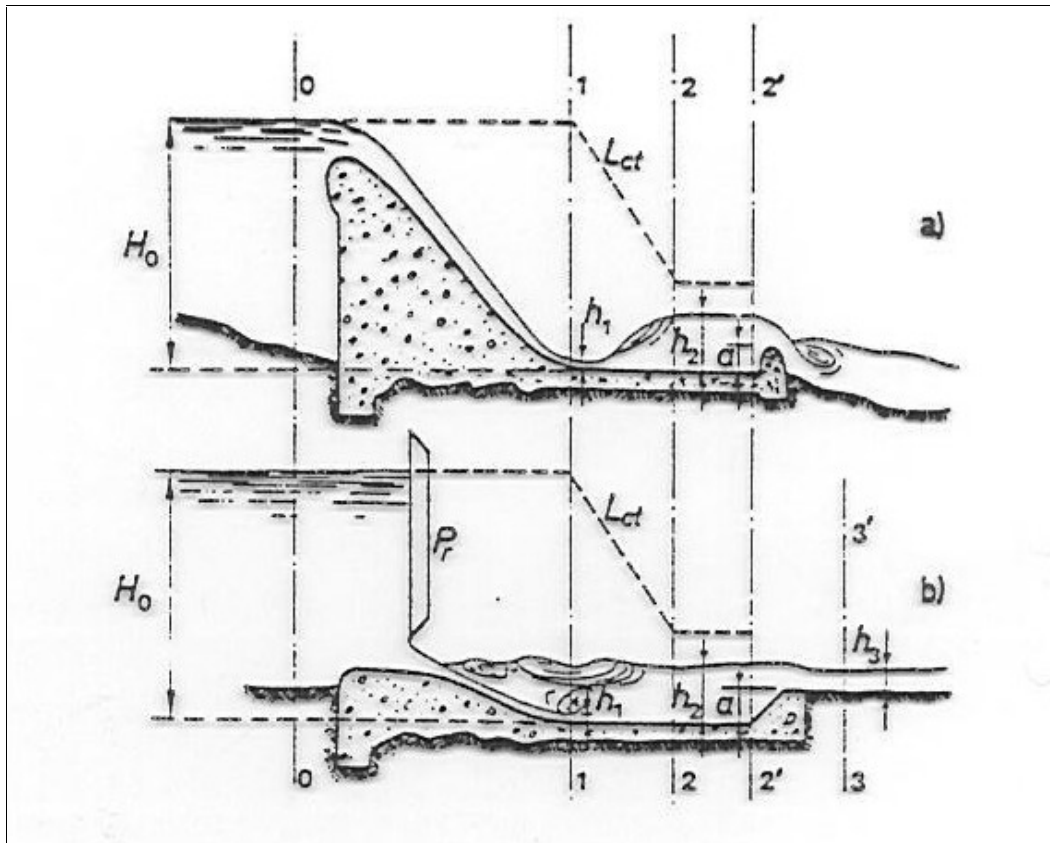
**In questo modo si produce un getto libero che miscelandosi con l'aria perde parte della sua energia e si infrange poi in una zona a valle resistente all'erosione e sufficientemente distante dallo sbarramento.**

**Infine, è abbastanza frequente il caso in cui il controllo dell'erosione a valle dello scarico è affidato a rivestimenti dell'alveo, generalmente costituiti da platee in CLS o in muratura di pietrame oppure da massi in roccia o elementi prefabbricati in CLS di varia forma disposti alla rinfusa. In questo caso l'obiettivo è di proteggere l'alveo fino alla sezione in cui la corrente è diventata lenta tramite un risalto oppure fino ad una distanza dallo scarico tale da rendere le eventuali erosioni non pericolose per la sicurezza dell'opera. La presenza eventuale di massi in roccia o elementi prefabbricati che sporgono dal fondo dell'alveo produce, inoltre, un sensibile incremento della dissipazione della corrente che agevola la formazione del risalto. Poiché, tuttavia, le caratteristiche del risalto ed in particolare la sua estensione non possono essere determinate teoricamente è comunque opportuno considerare cautelativamente una lunghezza del tratto da rivestire non inferiore a 10÷12 volte l'altezza dell'acqua nell'alveo di valle.**



## Opere di dissipazione a vasca

Sono costituite da una platea posta, a valle dello scarico che termina con una soglia sfiorante. La platea può essere a fondo piatto orizzontale o leggermente in controtendenza oppure essere dotata di elementi dissipatori posizionati sia nella sezione d'ingresso che in sezioni intermedie.



La dissipazione avviene mediante il risalto idraulico, che deve essere confinato entro la vasca. La posizione del risalto si determina considerando che la spinta idrodinamica della corrente (pari alla somma della spinta idrostatica e del flusso di quantità di moto) a monte deve essere equilibrata da una spinta idrodinamica della corrente di valle uguale e contraria. Nel caso di vasca rettangolare a fondo piatto le dimensioni sono determinate mediante il seguente procedimento (vedi figura):

- 1) si determina l'altezza  $h_1$  dell'acqua nella sezione iniziale della vasca mediante l'equazione  $H_0 = h_1 + \frac{(C \cdot Q)^2}{2 \cdot g \cdot (B \cdot h_1)^2}$ , dove:  $Q$  è la portata scaricata,  $B$  la larghezza della vasca  $C \leq 1$  un coefficiente che tiene conto delle perdite di carico lungo lo scarico tra le sezioni 0 e 1 (un valore cautelativo è 1);
- 2) si determina l'altezza  $h_2$  che l'acqua deve avere a valle perché il risalto inizi nella sezione 1, mediante l'equazione  $\frac{h_2}{h_1} = 0.5 \cdot \left[ \sqrt{1 + 8 \cdot Fr_1^2} - 1 \right]$ , dove  $Fr_1 = Q / (B \cdot h_1 \cdot \sqrt{g \cdot h_1})$  è il numero di Froude della corrente nella sezione 1;

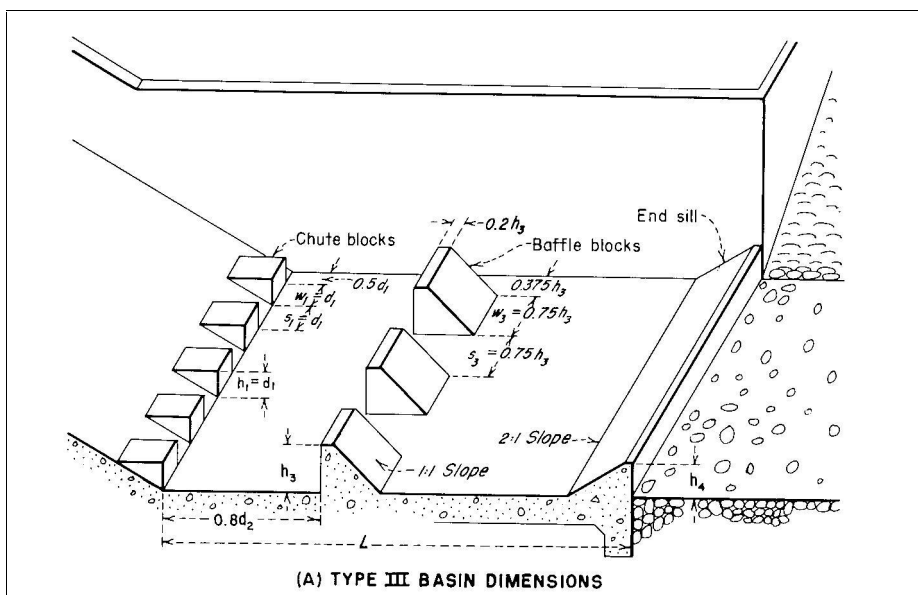
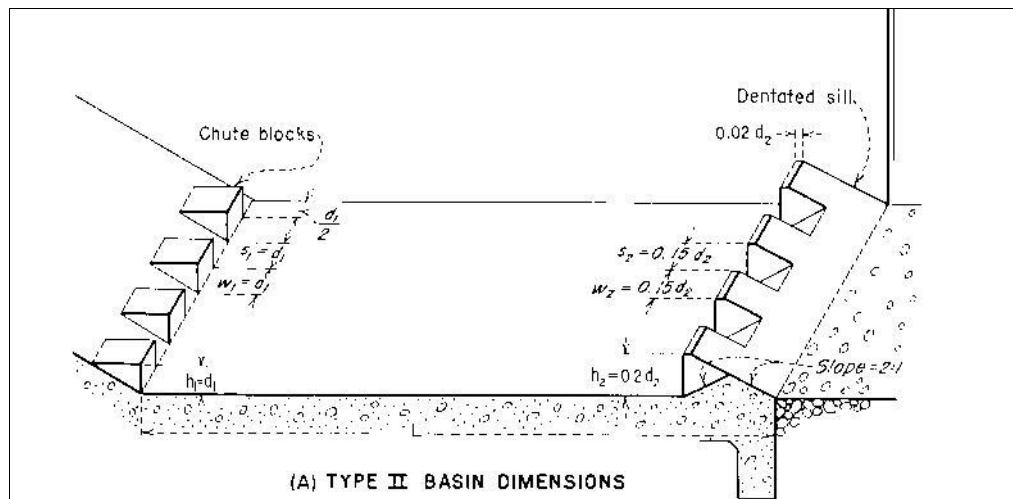
# Opere di dissipazione a vasca

3) si determina l'altezza  $a$  della soglia terminale della vasca dall'equazione

$$a = (h_2 - h_3) + \frac{Q^2}{2g \cdot B^2} \cdot \left( \frac{1}{h_2^2} + \frac{1}{h_3^2} \right), \text{ dove } h_3 \text{ è l'altezza dell'acqua a valle della vasca, pari all'altezza di moto uniforme se l'alveo a valle è a debole pendenza, della corrente nella sezione 1 o all'altezza critica se l'alveo a valle è a forte pendenza.}$$

4) si assegna alla vasca una lunghezza  $L$  pari a 6 volte l'altezza  $h_2$ .

Nel caso di vasche con dissipatori, come per esempio quelle di tipo II e III dall'USB, le dimensioni, riportate in figura, derivano direttamente dalle esperienze fatte su modello. La lunghezza di queste vasche dipende ancora da  $Fr_1$ , ma è generalmente minore di quella delle vasche a fondo piatto. I valori del rapporto  $L / h_2$  che si ottengono sono inferiori a 4.5 per la vasca di tipo 2 e a 3 per quella di tipo 3.



# Opere di dissipazione a scalinata o gradinata

Sono costituite da uno scivolo realizzato a gradini più o meno allungati. In alcuni casi i gradini possono terminare con una soglia stramazzaante. In generale si possono avere due regimi di moto: regime di vena (nappe flow) e regime di corrente aerata (skimming flow).

Nel primo caso la corrente forma un risalto idraulico su ogni gradino, che si comporta quindi come una piccola vasca di dissipazione. Nel secondo, che si verifica per le portate e le pendenze più elevate, la corrente scorre lungo la gradinata.

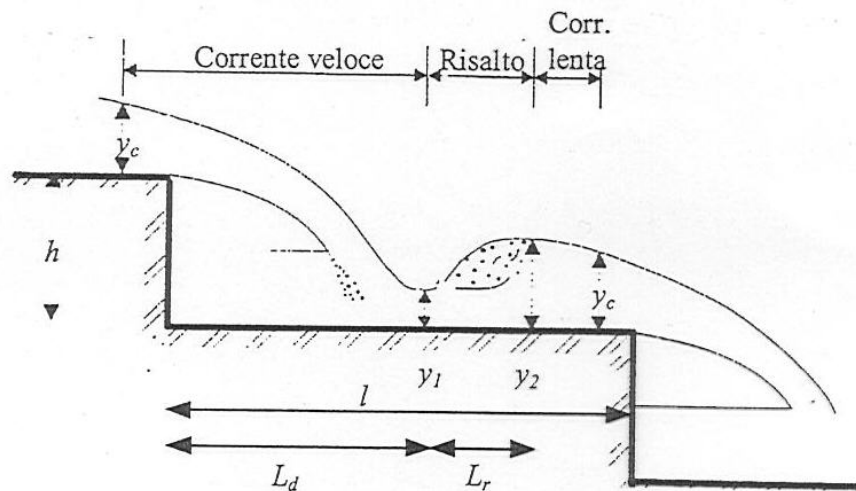


Figura 19.11 - Regime di vena ("nappe flow").

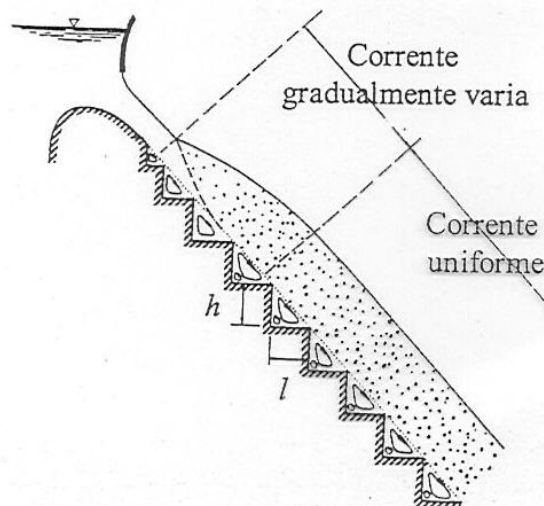


Figura 19.12 - Regime di corrente aerata ("skimming flow").

# Opere di dissipazione a scalinata o gradinata

## A) Dimensionamento con regime di vena

Le condizioni perché si verifichi questo regime sono (v. figura):  $h/l < 0.20$  e  $y_c/h < 0.33$   
 Il dimensionamento può essere condotto utilizzando le relazioni sperimentali:

$$\frac{y_c}{h} < 0.0916 \cdot \left(\frac{h}{l}\right)^{-1.276} \quad (\text{valida per } 0.2 \leq h/l \leq 6)$$

$$\frac{y_1}{h} < 0.54 \cdot \left(\frac{y_c}{h}\right)^{1.275} \quad \frac{y_2}{h} < 1.66 \cdot \left(\frac{y_c}{h}\right)^{0.81} \quad \frac{L_d}{h} < 4.30 \cdot \left(\frac{y_c}{h}\right)^{0.81}$$

## B) Dimensionamento con regime di corrente areata

Le condizioni perché si verifichi questo regime sono che l'altezza critica della corrente risulti superiore al valore caratteristico  $y_{ccr}$  definito dall'equazione:

$$\frac{y_{ccr}}{h} = 1.057 - 0.465 \frac{h}{l} \quad (\text{valida per } 0.2 \leq h/l \leq 1.25)$$

Una stima delle caratteristiche della corrente si può ottenere sulla base delle seguenti espressioni, valide per canale rettangolare largo:

$$V = \sqrt{\frac{8g}{f_e}} \sqrt{\frac{R}{4} \text{sen}\alpha} \quad \frac{V}{V_c} = \sqrt[3]{\frac{8\text{sen}\alpha}{f_e}}$$

$$\frac{y_o}{y_c} = \sqrt[3]{\frac{f_e}{8\text{sen}\alpha}} \quad \frac{Y_{90}}{y_c} = \sqrt[3]{\frac{f_e}{8(1-C_e)^3 \text{sen}\alpha}}$$

ANGOLO $\alpha$ RISPETTO ALL'ORIZZONTALE	$C_e$
0,0°	0,0
7,5°	0,1608
15,0°	0,2411
22,5°	0,3100
30,0°	0,4104
37,5°	0,5693
45,0°	0,6222
60,0°	0,6799
75,0°	0,7209

essendo:

$V$  la velocità della corrente nella zona uniforme;

$V_c$  la velocità critica;

$R$  il raggio idraulico;

$\alpha$  l'angolo della gradinata rispetto all'orizzontale;

$y_o$  l'altezza idrica corrispondente alla zona uniforme;

$y_c$  l'altezza critica;

$Y_{90}$  l'altezza d'acqua comprensiva del sopraelevamento dovuto alla presenza d'aria (profondità alla quale la concentrazione d'aria è pari al 90%)

$C_e$  la concentrazione media d'aria come volume d'aria per unità di volume della miscela di aria e acqua (vedi tabella);

$f_e$  il coefficiente d'attrito, calcolabile dalla  $\frac{f_e}{f} = 0.5 \cdot \left[ 1 + \tanh\left(0,628 \frac{0,514 - C_e}{C_e(1 - C_e)}\right) \right]$ , es-

sendo  $f$  il coefficiente d'attrito per il caso in cui venga trascurata l'aerazione della corrente. Per calcoli di primo orientamento e con pendenze elevate viene suggerito il valore 1.