MODULO DI APPROFONDIMENTO A: LE OPERE DI DIFESA DALLE INONDAZIONI

UNITA' DIDATTICA N.7

[Codice: 01.05.207.102]

Titolo: ***DIMENSIONAMENTO IDRAULICO***

Sub-Unità n.1 (= Parte I) – Learning Object n.3

Richiami di Idraulica delle correnti a pelo libero

Prof. Ing. Domenico Pianese
Università degli Studi di Napoli Federico II

MOTO UNIFORME

Espressioni del parametro di conducibilità di Chezy, K_c

Le formule del moto uniforme proposte in campo scientifico, spesso di origine sperimentale, ed utilizzate in campo tecnico, possono sempre e comunque essere ricondotte, alla classica espressione di Chezy,

$$Q = K_c \cdot \sigma \cdot \sqrt{R \cdot p}$$

salvo precisare le modalità con cui risulta possibile stimare il coefficiente di conducibilità idraulica

Le espressioni più utilizzate per K_c (espresso in $m^{1/2}\ s^{-1}$) sono le seguenti:

- Formula di Ganguillet e Kutter:

$$K_c = \frac{23 + \frac{0.00155}{p} + \frac{1}{n}}{1 + \left(23 + \frac{0.00155}{p}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}}$$

con n parametro di scabrezza (in $m^{1/2}$), dipendente dalla natura delle pareti

MOTO UNIFORME

Espressioni del parametro di conducibilità di Chezy, K_c

- Formula di Bazin:

$$K_c = \frac{87}{1 + \frac{\gamma_B}{\sqrt{R}}}$$

con γ_B parametro di scabrezza di Bazin (in $m^{1/2}$), dipendente dalla natura delle pareti

- Seconda Formula di Kutter:

$$K_c = \frac{100}{1 + \frac{m_K}{\sqrt{R}}}$$

con m_K parametro di scabrezza di Kutter anch'esso espresso in $m^{1/2}$ e dipendente dalla natura delle pareti a diretto contatto col fluido.

MOTO UNIFORME

Espressioni del parametro di conducibilità di Chezy, K_c

- Formula di Strickler:

$$K_c = K_S \cdot R^{1/6}$$

con K_S parametro di conducibilità di Strickler (in m$^{1/3}$ s^{-1}), dipendente dalla natura delle pareti

- Formula di Manning:

$$K_c = \frac{R^{1/6}}{n_M}$$

con n_M parametro di scabrezza di Manning (in m$^{-1/3}$ s)

MOTO UNIFORME

Espressioni del parametro di conducibilità di Chezy, K_c

- Formula di Strickler:

$$K_c = C \cdot \sqrt{g} = -5.75 \cdot \log\left(\frac{C}{f\,\mathrm{Re}} + \frac{\varepsilon}{13{,}3 \cdot R \cdot f}\right)$$

con K_S parametro di conducibilità di Strickler (in $m^{1/3}\,s^{-1}$), dipendente dalla natura delle pareti

- Formula di Manning:

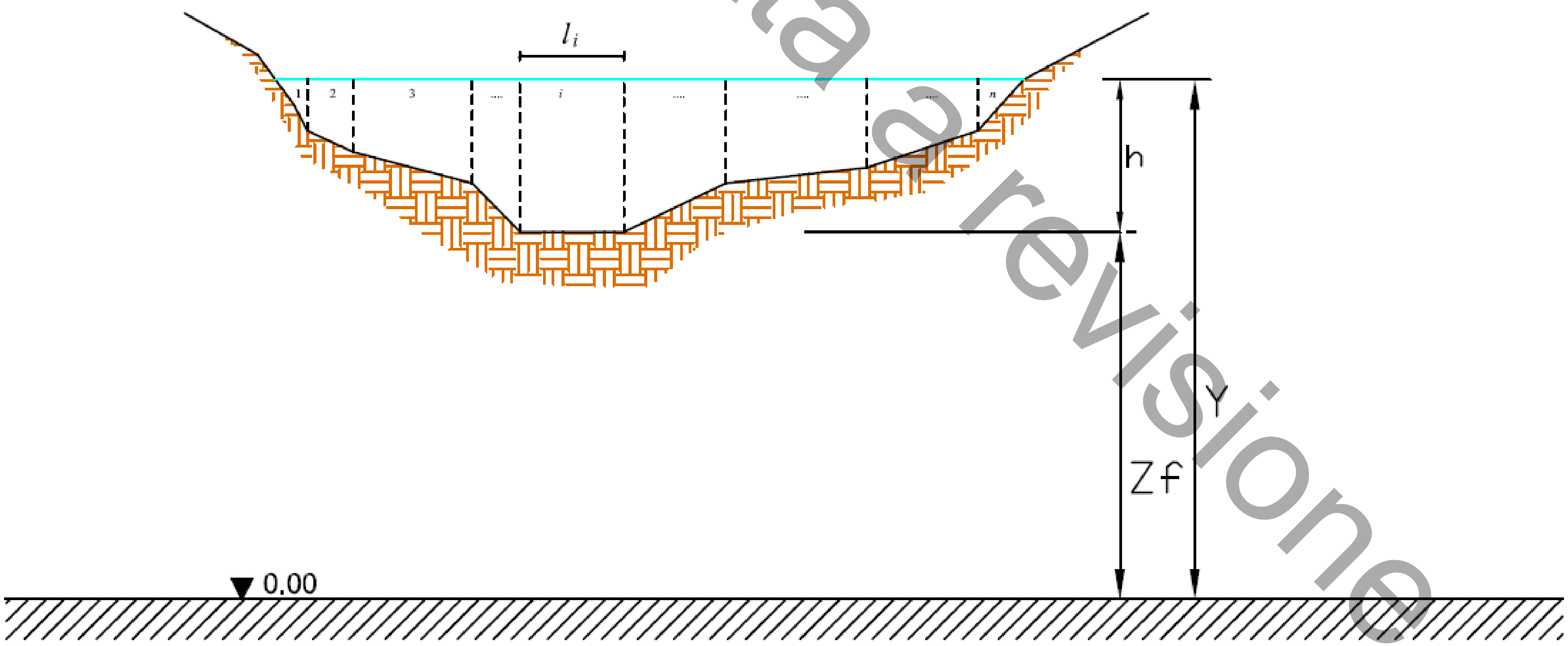
$$K_c = \frac{R^{1/6}}{n_M}$$

con n_M parametro di scabrezza di Manning (in $m^{-1/3}\,s$)

Sezioni mistilinee e/o con variazioni di scabrezza: MOTO UNIFORME

Si indichi:

- **col pedice i, l'i-esima striscia verticale in cui si è, preventivamente, suddivisa la sezione trasversale;**
- **Con i simboli σ_i , R_i e K_{c_i} , rispettivamente, l'area della sezione idrica, il raggio idraulico e il coefficiente di Chezy relativi alla striscia i-esima;**
- **con p la pendenza longitudinale del tratto d'alveo in questione**



Sezioni mistilinee e/o con variazioni di scabrezza: MOTO UNIFORME

Per ciascuna delle strisce verticali interessate dalla presenza di acqua, facendo riferimento all'ipotesi che sulle facce delle diverse strisce a contatto non si esplichino attriti (e, quindi, concettualmente, che le *isotachie* siano pressoché orizzontali), può essere utilizzata, autonomamente, la formula di Chezy

$$V_i = K_{c_i} \cdot \sqrt{R_i \cdot p}$$

Di conseguenza, poiché la portata defluente in ciascuna delle strisce sarà valutabile come:

$$Q_i = V_i \cdot \sigma_i = K_{c_i} \cdot \sigma_i \cdot \sqrt{R_i \cdot p}$$

la portata complessivamente convogliata sarà

$$Q = \sum_{i=1}^{N} Q_i = \sum_{i=1}^{N} \left(V_i \cdot \sigma_i\right) = \sum_{i=1}^{N} \left(K_{c_i} \cdot \sigma_i \cdot \sqrt{R_i \cdot p}\right) = \sqrt{p} \cdot \sum_{i=1}^{N} \left(K_{c_i} \cdot \sigma_i \cdot \sqrt{R_i}\right)$$

Sezioni mistilinee e/o con variazioni di scabrezza

OSSERVAZIONI

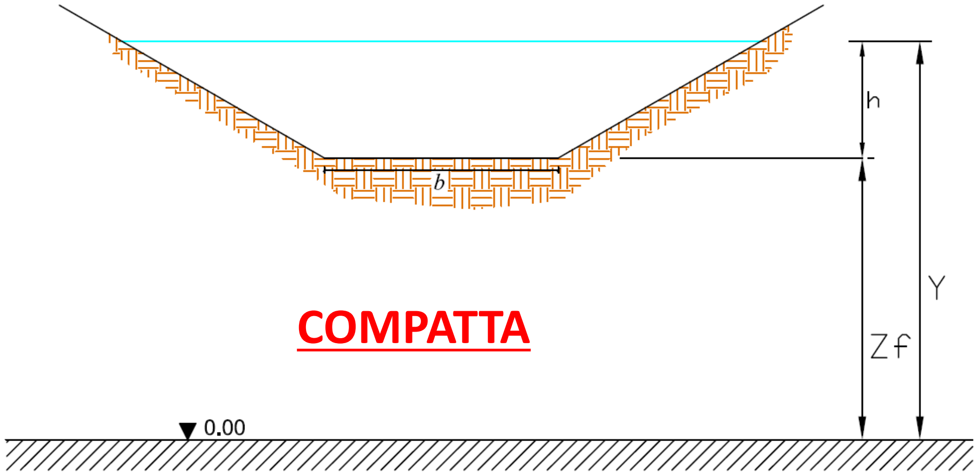
1. La formula viene utilizzata per la risoluzione sia del problema di calcolare la portata defluente in condizioni di moto uniforme, Q_u , a partire dal tirante idrico h, sia (procedendo per tentativi !!) per valutare il tirante idrico di moto uniforme h_u a partire dalla conoscenza di Q

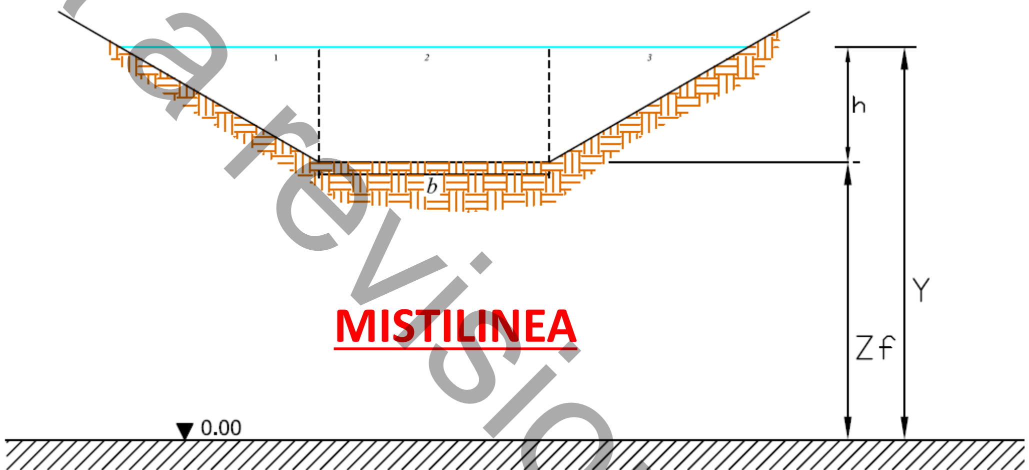
2. Se utilizzata per sezioni compatte, caratterizzabili con un unico valore del parametro di scabrezza, fornisce una scala di deflusso in condizioni di moto uniforme diversa da quella valida per le sezioni compatte (vedasi, ad esempio, il caso di una semplice sezione rettangola)

Confronto tra le valutazioni di Moto Uniforme effettuabili con gli approcci proposti per sezioni compatte e sezioni mistilinee

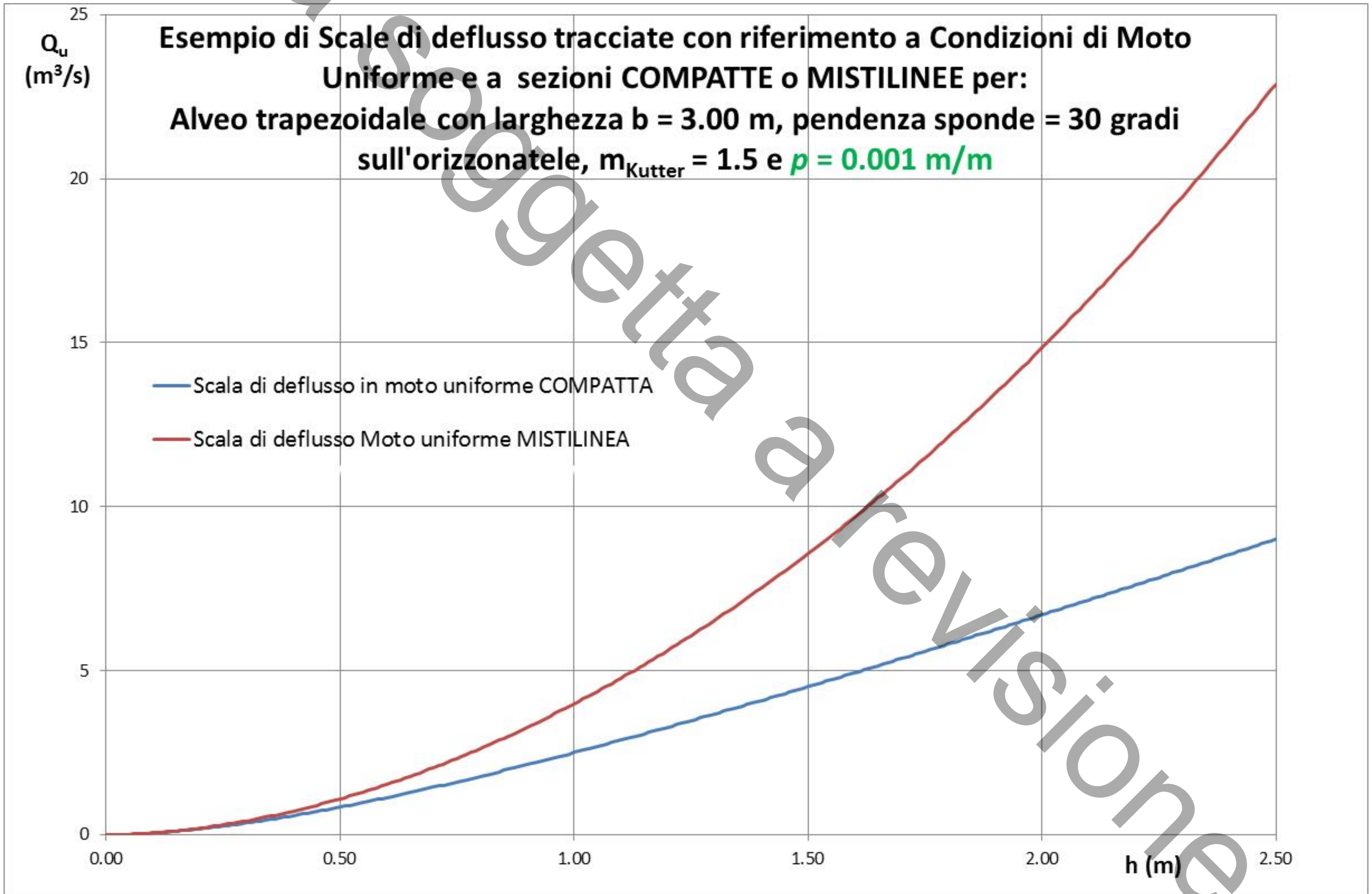
ESEMPIO DI SEZIONE TRATTATA COME COMPATTA O COME MISTILINEA

La trattazione utilizzata per sezioni mistilinee, se utilizzata per sezioni compatte, fornisce, anche nel caso di un unico valore del parametro di scabrezza, una scala di deflusso in condizioni di moto uniforme diversa da quella valida per le sezioni compatte (vedasi, ad esempio, il caso di una semplice sezione trapezoidale)





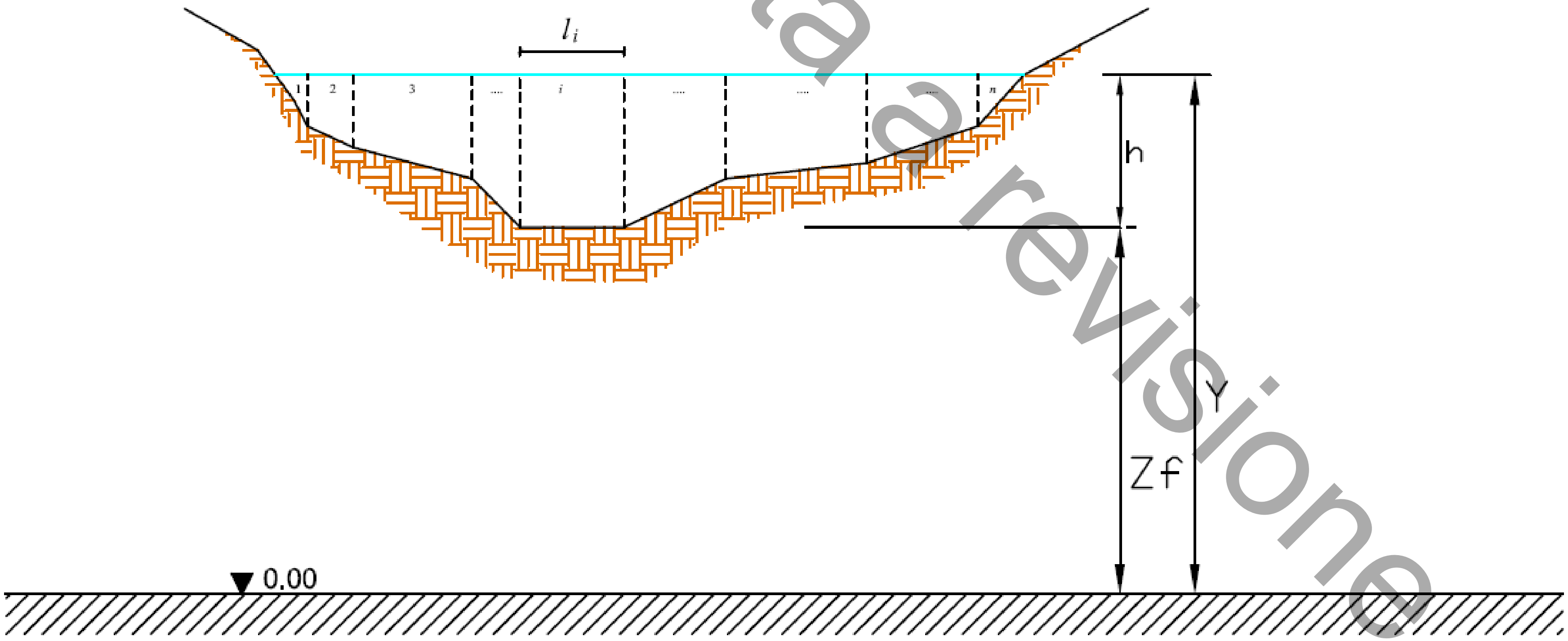
Sezioni mistilinee e/o con variazioni di scabrezza: confronto tra le trattazioni per sezioni compatte o mistilinee in MOTO UNIFORME



Sezioni mistilinee e/o con variazioni di scabrezza: STATO CRITICO

Si indichi:

- **col pedice i, l'i-esima striscia verticale in cui si è, preventivamente, suddivisa la sezione trasversale;**
- **Con i simboli σ_i , χ_i, R_i, l_i e K_{c_i} , rispettivamente, l'area della sezione idrica, il perimetro bagnato, il raggio idraulico, la larghezza in superficie e il coefficiente di Chezy relativi alla striscia i-esima;**



Scala di deflusso relativa a deflusso in stato critico

In condizioni critiche, la corrente si muove col minimo contenuto di energia.

Per assegnata portata, tale condizione diviene:

$$\frac{dE}{dh} = \frac{d}{dh}\left(z + h + \alpha \frac{Q^2}{2g\sigma^2} \right) = 0$$

e, quindi:

$$\frac{dE}{dh} = 1 - \alpha \frac{Q^2}{2g\sigma^3}\frac{d\sigma}{dh} + \frac{Q^2}{2g\sigma^2}\frac{d\alpha}{dh} = 0$$

Osservando che

$$\frac{d\sigma}{dh} = B_s$$

si ottiene la scala di deflusso in condizioni di stato critico, definita come

$$1 - \frac{\alpha\, Q^2 B_s}{2g\sigma^3} + \frac{Q^2}{2g\sigma^2}\frac{d\alpha}{dh} = 0$$

Sezioni mistilinee e/o con variazioni di scabrezza: STATO CRITICO

In tal caso, seguendo le indicazioni di Blalock e Sturm 81981) e di Sturm (1992), la relazione tra la portata e il tirante idrico in CONDIZIONI DI STATO CRITICO è:

$$Q_c = \left[\frac{2\, g\, K_{totale}^4}{\left(\lambda_2\, \lambda_3 - \lambda_1 \cdot K_{totale}\right)} \right]^{\frac{1}{2}}$$

dove:

- g è l'accelerazione di gravità;

$$\lambda_1 = \sum_{i=1}^{N} \left\{ \left[\frac{K_i}{\sigma_i} \right]^3 \left[3\, l_i - 2 R_i \frac{d\chi_i}{dh} - 3 \frac{\sigma_i}{n_i} \frac{dn_i}{dh} \right] \right\}$$

$$\lambda_2 = \sum_{i=1}^{N} \left[\frac{K_i^3}{\sigma_i^2} \right]$$

$$\lambda_3 = \sum_{i=1}^{N} \left\{ \left[\frac{K_i}{\sigma_i} \right] \left[5\, l_i - 2 R_i \frac{d\chi_i}{dh} - 3 \frac{\sigma_i}{n_i} \frac{dn_i}{dh} \right] \right\}$$

Sezioni mistilinee e/o con variazioni di scabrezza: STATO CRITICO

$$R_i = \frac{\sigma_i}{\chi_i}$$

$$K_i = K_{c_i} \sigma_i \sqrt{R_i}$$

$$K_{totale} = \sum_{i=1}^{N} K_i$$

n_i Coefficiente di Manning relativo alla striscia i-esima (eventualmente variabile con h)

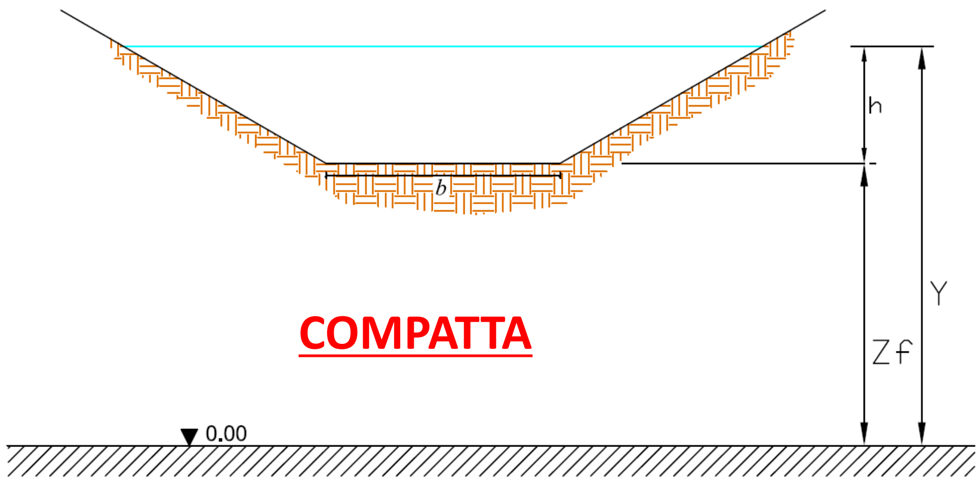
OSSERVAZIONI:

1) Come nel caso del deflusso in moto uniforme, anche le scale di deflusso in condizioni di Stato critico le scale di deflusso tracciate con riferimento a sezioni compatte o mistilinee **differiscono**;
2) Le differenze tendono a aumentare via via che da rivestimenti più lisci si passa a rivestimenti più scabri

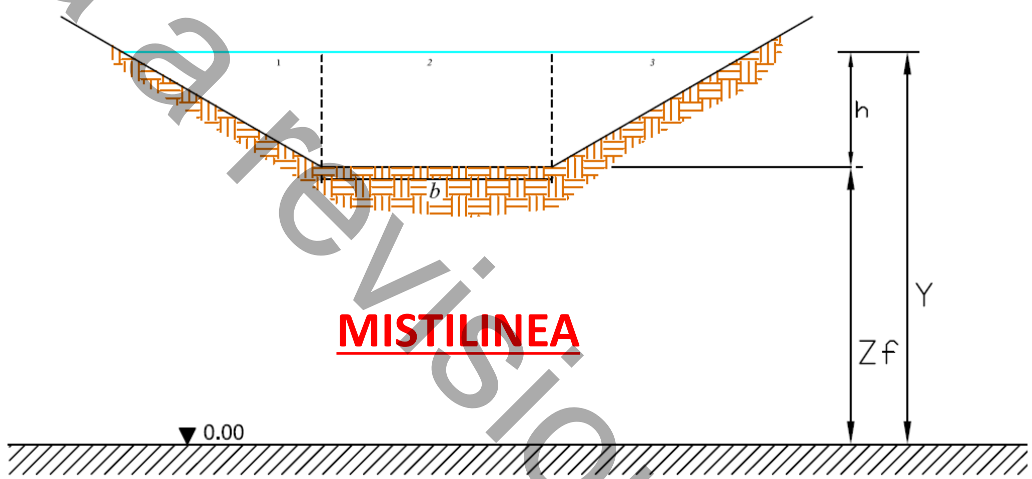
Confronto tra le valutazioni di STATO CRITICO effettuabili con gli approcci proposti per sezioni compatte e sezioni mistilinee

ESEMPIO DI SEZIONE TRATTATA COME COMPATTA O COME MISTILINEA

La trattazione utilizzata per sezioni mistilinee, se utilizzata per sezioni compatte, fornisce, anche nel caso di un unico valore del parametro di scabrezza, invariante con il tirante idrico, una scala di deflusso in condizioni di stato critico diversa da quella valida per le sezioni compatte (vedasi, ad esempio, il caso di una semplice sezione trapezoidale)



COMPATTA



MISTILINEA

Sezioni mistilinee e/o con variazioni di scabrezza: confronto tra le trattazioni per sezioni compatte o mistilinee in STATO CRITICO