Prova Scritta

Esercizio n°1

Calcolare mediante a) il metodo della radiazione, b) il metodo aerodinamico, c) il metodo combinato e d) il metodo di Priestley e Taylor il tasso di evaporazione a fronte di una tasso di radiazione media netta pari a 185 W/m^2, una temperatura dell'aria di 29 °C, una densità dell'acqua di 996.3 kg/m^3, una umidità relativa del 55%, una velocità del vento di 2.7 m/s alla quota di 2 m, una pressione atmosferica standard di 101.3 kPa, una altezza di scabrezza z_0=0.03 cm e un calore specifico a pressione costante Cp=1005 J/kg°K.

Esercizio n°2

Propagare l'onda osservata a monte di una asta idraulica riportata nella tabella sottostante mediante il metodo di Muskingum assumendo i seguenti parametri k=1.16 ore, x=0.12.

Commentare la posizione del picco dell'onda propagata rispetto all'onda osservata a monte dell'asta idraulica.

t	**I**
ore	m^3/s
0	0
1	30
2	90
3	120
4	100
5	80
6	40
7	20
8	0

Esercizio n°3

Per quale tempo di ritorno deve essere dimensionata una opera idraulica affinché la probabilità che fallisca almeno una volta su di un orizzonte temporale di 20 anni sia del 10%? Quale sarebbe la probabilità che fallisca una sola volta sul medesimo orizzonte temporale?

Esercizio n°1

Calcolare mediante a) il metodo della radiazione, b) il metodo aerodinamico, c) il metodo combinato e d) il metodo di Priestley e Taylor il tasso di evaporazione a fronte di una tasso di radiazione media netta pari a 185 W/m^2, una temperatura dell'aria di 29 °C, una densità dell'acqua di 996.3 kg/m^3, una umidità relativa del 55%, una velocità del vento di 2.7 m/s alla quota di 2 m, una pressione atmosferica standard di 101.3 kPa, una altezza di scabrezza z_0=0.03 cm e un calore specifico a pressione costante *Cp*=1005 J/kg°K.

Soluzione

a) Metodo della radiazione

Il calore latente di vaporizzazione è :

$$l_v = 2.501 \cdot 10^6 - 2370 \cdot 29 = 2432 \cdot 10^3 \text{ J/kg}$$

Il tasso di evaporazione E_r è quindi:

$$E_r = \frac{R_n}{l_v \rho_w} = \frac{185}{2432 \cdot 10^3 \cdot 996.3} = 7.63 \cdot 10^{-8} \text{m/s=6.6 mm/die}$$

b) Metodo aerodinamico

La pressione di vapor saturo è:

$$e_s = 611 \exp\left(\frac{17.27 \cdot T}{237.3 + T}\right) = 611 \exp\left(\frac{17.27 \cdot 29}{237.3 + 29}\right) = 4007 \text{ Pa}$$

La pressione di vapore è:

$$e = e_s \cdot R_h = 4007 \cdot 0.55 = 2203 \text{ Pa}$$

L'umidità specifica è:

$$q_v = 0.622 \frac{e}{P} = 0.622 \frac{2203}{101300} = 0.0144$$

la costante del gas per l'aria è

R_a=287(1+0.608 q_v)=287(1+0.608·0.0144)=289.5 J/kg/°K

e la densità dell'aria è:

$$\rho_a = \frac{P}{R_a T} = \frac{101300}{289.5 \cdot (273+29)} = 1.16 \text{ kg/m}^3$$

Assegnati i dati si ha quindi:

$$B = \frac{0.622 \cdot k^2 \cdot \rho_a \cdot u_2}{P \cdot \rho_w \cdot \ln^2 (z_2 / z_0)} = \frac{0.622 \cdot 0.4^2 \cdot 1.16 \cdot 2.7}{101300 \cdot 996.3 \cdot \ln^2 (2/0.0003)} = 3.98 \cdot 10^{-11} \text{ m/Pa/s}$$

ed il tasso di evaporazione E_a è:

$$E_a = B\left(e_s - e\right) = 3.98 \cdot 10^{-11}\left(4007 - 2203\right) = 7.18 \cdot 10^{-8} \text{m/s=6.2 mm/die}$$

c) Metodo combinato

Il gradiente di pressione di vapor saturo vale:

$$\Delta = \frac{4098 \cdot e_s}{\left(237.3 + T\right)^2} = \frac{4098 \cdot 4007}{\left(237.3 + 29\right)^2} = 231.5 \text{ Pa/°C}$$

e la costante psicometrica vale:

$$\gamma = \frac{Cp \cdot k_h \cdot P}{0.622 \cdot l_v \cdot k_w} = \frac{1005 \cdot 1 \cdot 101300}{0.622 \cdot 2432 \cdot 10^3} = 67.3 \text{ Pa/°C}$$

Quindi il tasso di evaporazione è:

$$E = \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} E_r + \frac{\gamma}{\Delta + \gamma} E_a = \frac{231.5}{231.5 + 67.3} 6.6 + \frac{67.3}{231.5 + 67.3} 6.2 = 6.5 \text{ mm/die}$$

d) Metodo di Priestley e Taylor

$$E = \alpha \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} E_r = 1.3 \cdot \frac{231.5}{231.5 + 67.3} 6.6 = 6.65 \text{ mm/die}$$

con α=1.3

Esercizio n°2

Propagare l’onda osservata a monte di una asta idraulica riportata nella tabella sottostante mediante il metodo di Muskingum assumendo i seguenti parametri k=1.16 ore, x=0.12.

Commentare la posizione del picco dell’onda propagata rispetto all’onda osservata a monte dell’asta idraulica.

t	**I**
ore	m^3/s
0	0
1	30
2	90
3	120
4	100
5	80
6	40
7	20
8	0

Soluzione

Assegnati i parametri del modello, le costanti c_1, c_2 e c_3 valgono

$$c_1 = \frac{\Delta t - 2kx}{2k(1-x)+\Delta t} = 0.24$$

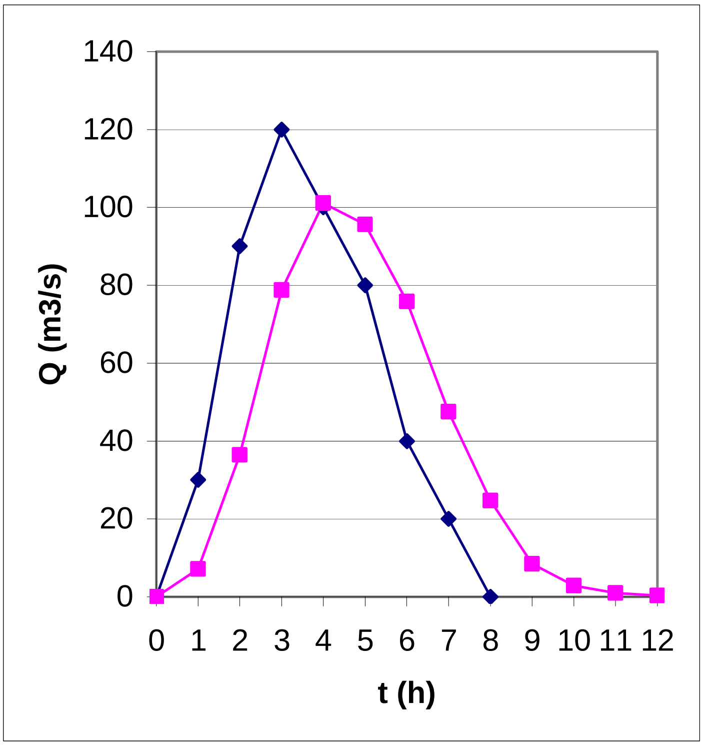
$$c_2 = \frac{\Delta t + 2kx}{2k(1-x)+\Delta t} = 0.42$$

$$c_3 = \frac{2k(1-x) - \Delta t}{2k(1-x)+\Delta t} = 0.34$$

Sulla base di tali costanti i valori della portata Q propagata a valle sono:

Prova Scritta

t	I	Q
ore	m^3/s	m^3/s
0	0	0
1	30	7.1173
2	90	36.398
3	120	78.761
4	100	101.13
5	80	95.643
6	40	75.867
7	20	47.538
8	0	24.686
9		8.4536
10		2.8949
11		0.9914
12		0.3395



Esercizio n°3

Per quale tempo di ritorno deve essere dimensionata una opera idraulica affinché la probabilità che fallisca almeno una volta su di un orizzonte temporale di 20 anni sia del 10%? Quale sarebbe la probabilità che fallisca una sola volta sul medesimo orizzonte temporale?

Soluzione

Se T è il tempo di ritorno per cui è dimensionata l'opera, la probabilità annua di fallimento è

$P=1/T$

La probabilità che fallisca almeno una volta su di un orizzonte temporale n=20 anni è:

$R=1-(1-P)^n$

Quindi affinché sia R=10% deve essere

$1/T=1-0.9^{1/20}$ ovvero T=190 anni.

Per questo tempo di ritorno la probabilità che fallisca *y*=1 sola volta in n=20 anni è:

$$P_Y(y)=\frac{n!}{y!(n-y)!}p^y(1-p)^{n-y}=\frac{20!}{1!(19)!}\left(\frac{1}{190}\right)^1\left(1-\frac{1}{190}\right)^{19}=9.5\%$$