

# Tramos Revestidos

## Trabajo Práctico

Manuel F. Martín

Septiembre de 2016

### Tramo 1r

$$h = 1.42m \quad B_f = 5m \quad m = 1 \quad V_{max} = 5m/s$$

$$n = 0.016m^3/s \quad Q_t = 11.63 \quad I = 0.00785$$

$$Q = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2} A \quad R = \frac{A}{P}$$

$$\begin{cases} \frac{Qn}{I^{1/2}} = R^{2/3} A = \frac{A^{5/3}}{P^{2/3}} \\ A = B_f y + m y^2 \\ P = B_f + 2y\sqrt{1 + m^2} \end{cases}$$

$$\frac{Qn}{I^{1/2}} = \frac{A^{5/3}}{P^{2/3}} = \sqrt[3]{\frac{A^5}{P^2}} \Rightarrow \frac{Qn}{I^{1/2}}^3 = \frac{A^5}{P^2}$$

$$\frac{A^5}{P^2} = \frac{(5y + y^2)^5}{(5 + 2\sqrt{2}y)^2} = 9.19 \Rightarrow y_1 = -5.7157 \vee y_2 = 0.5955$$

Como el valor de  $y$  no puede ser negativo, consideramos el valor de  $y_2$

$$\begin{cases} A = 5y + y^2 = 3.33m^2 \\ P = 5 + 2\sqrt{2}y = 6.68m \end{cases} \Rightarrow R = 0.50m \Rightarrow \tau = \gamma R S 0.97 = 3.81kg/m^2$$

### Verificación

#### Escurrimiento

- De la ecuación de continuidad obtenemos la velocidad media:

$$V_m = \frac{Q}{A} = \frac{11.6}{3.93} = 2.95m/s$$

- Para obtener la  $V_{min}$ , sabiendo el tirante y el tipo de agua, poco limoso de limo fino, buscamos en la tabla de velocidades mínimas y obtenemos  $V_{min} = 0.36m/s$ .

$$\begin{cases} V_{min} = 0.36m/s \\ V_{max} = 5m/s \end{cases} \Rightarrow V_m = 2.95m/s \quad \therefore VERIFICA$$

## Desborde

$$r = 20\% \quad h_{disp} = 1.42m$$

$$\begin{aligned} y + r &\leq h_{disp} \\ 0.5955m + 0.2 \times 0.5955m &\leq h_{disp} \\ 0.7146m &\leq 1.42m \quad \therefore VERIFICA \end{aligned}$$

## Tramo 2r

$$h = 1.82m(\text{progresiva } 0.1km) \quad B_f = 5m \quad m = 1 \quad V_{max} = 5m/s$$

$$n = 0.016m^3/s \quad Q_t = 11.6m^3 \quad I = 0.00113$$

$$Q = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2} A \quad R = \frac{A}{P}$$

$$\begin{cases} \frac{Qn}{I^{1/2}} = R^{2/3} A = \frac{A^{5/3}}{P^{2/3}} \\ A = B_f y + m y^2 \\ P = B_f + 2y\sqrt{1+m^2} \end{cases}$$

$$\frac{Qn}{I^{1/2}} = \frac{A^{5/3}}{P^{2/3}} = \sqrt[3]{\frac{A^5}{P^2}} \Rightarrow \frac{Qn}{I^{1/2}}^3 = \frac{A^5}{P^2}$$

$$\frac{A^5}{P^2} = \frac{(5y + y^2)^5}{(5 + 2\sqrt{2}y)^2} = 168.31m \Rightarrow y_1 = -6.2333m \vee y_2 = 1.0568m$$

Como el valor de  $y$  no puede ser negativo, consideramos el valor de  $y_2$

$$\begin{cases} A = 5y - y^2 = 6.40m^2 \\ P = 5 + 2\sqrt{2}y = 7.99m \end{cases} \Rightarrow R = 0.80m \Rightarrow \tau = \gamma R S 0.97 = 0.88kg/m^2$$

## Verificación

### Escurrimiento

- De la ecuación de continuidad obtenemos la velocidad media:

$$V_m = \frac{Q}{A} = \frac{11.6}{6.4} = 1.81m/s$$

- Para obtener la  $V_{min}$ , sabiendo el tirante y el tipo de agua, poco limoso de limo fino, buscamos en la tabla de velocidades mínimas y obtenemos  $V_{min} = 0.47m/s$ .

$$\begin{cases} V_{min} = 0.47m/s \\ V_{max} = 5m/s \end{cases} \Rightarrow V_m = 1.81m/s \quad VERIFICA$$

## Desborde

$$r = 20\% \quad h_{disp} = 1.82m$$

$$\begin{aligned} y + r &\leq h_{disp} \\ 1.0568m + 0.2 \times 1.0568m &\leq h_{disp} \\ 1.27m &\leq 1.82m \quad VERIFICA \end{aligned}$$

## Conducto Circular

### Dos Conductos

$$D = 1m \quad n = 0.016m^3/s$$

$$Q_1 = 2.75m^3/s \quad Q_{PC} = \frac{Q_1}{2} = 1.375m^3/s$$

$$\begin{cases} Q = VA \\ V = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2} \end{cases} \Rightarrow Q = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2} A = \frac{1}{0.016} \left(\frac{1}{4}\right)^{2/3} 0.007^{1/2} \frac{\pi D^2}{4} = 1.63m^3/s$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{\pi D^2}{4} \frac{1}{\pi D} = \frac{D}{4} = \frac{1}{4}$$

$$\frac{Q}{Q_0} = \frac{1.375}{1.63} = 0.84 \Rightarrow y = 0.7m$$

$$\begin{cases} \frac{V}{V_0} = 1.13 \\ V_0 = \frac{Q}{A} = \frac{1.375}{\pi D^2} 4 = 1.75m/s \end{cases} \Rightarrow V = 1.13 \cdot 1.75 = 1.98 < V_{max} = 5m/s \quad VERIFICA$$

### Verificación

$$\frac{Q_m}{I^{1/2}} = 0.263$$

Propongo:  $y = 0.7m$

$$\theta = 2 \cos 1 - \frac{2y^{-1}}{D} = 3.965$$

$$\begin{cases} A = \frac{1}{8}(\theta - \sin \theta) D^2 = 0.587m^2 \\ P = \frac{1}{2}\theta D = 1.9825m \end{cases} \Rightarrow R = 0.296m$$

$$AR^{2/3} = 0.261$$

$$\frac{Q_n}{I^{1/2}} \cong AR^{2/3}$$

$\therefore$  ES CORRECTO

## Diagrama de Flujo del método de la fuerza tractiva

### Tramo 3

$$r = 20\% \quad h_{disp} = 2.47m(enprogresiva2.5km) \quad m = 1 \quad V_{max} = 1.5m/s$$

$$n = 0.035 \quad Q_t = 11.6m^3/s \quad I = 0.00086$$

Relaciondehuecos : 0.3      Agua : pocolimosa, limomuyfino

Suelo cohesivo  $\Rightarrow$

$$\begin{aligned}\tau_{resistente\text{talud}} &= \tau_{resistente\text{fondo}} \\ \tau_{act\text{talud}} &= 0.75\gamma y I \leq \tau_{resistente\text{talud}} \\ \tau_{act\text{fondo}} &= 0.97\gamma y I \leq \tau_{resistente\text{fondo}} \quad \text{Más condicionante}\end{aligned}$$

Con la relación de huecos y el tipo de suelo, buscamos en la tabla que vincula fuerza tractiva con relación de huecos y obtenemos el  $\tau_{resistente\text{fondo}} = 0.38lb/ft^2 = 1.855kg/m^2$

$$\begin{aligned}y &\leq \frac{\tau_{resistente\text{fondo}}}{0.97\gamma I} \\ y &\leq 2.21m\end{aligned}$$

A pesar de que la altura máxima disponible es de  $2.47m$ , las características del suelo nos limitan la  $h_{disp}$  a  $2.21m$ . Considerando la revancha obtenemos  $1.2y = 2.21m$ , luego  $y = 1.84m$ .

$$\begin{cases} Q = VA \\ V = \frac{1}{n}R^{2/3}I^{1/2} \end{cases} \Rightarrow Q = \frac{1}{n}R^{2/3}I^{1/2}A$$

$$\begin{cases} Q = \frac{1}{n}R^{2/3}I^{1/2}A \\ R = \frac{A}{P} \\ A = B_f y + my^2 \\ P = B_f + 2y\sqrt{1+m^2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Q = \frac{1}{0.035}R^{2/3}0.00086^{1/2}A \\ R = \frac{A}{P} \\ A = B_f 1.84m + (1.84m)^2 \\ P = B_f + 21.84m\sqrt{2} \end{cases} \Rightarrow B_f = 4.75m$$

Debido a que la apreciación debe ser de  $0.1m$ , adoptamos  $B_f = 4.8m$ . Luego, calculamos el tirante correspondiente para el  $B_f$  adoptado.

$$\begin{cases} Q = \frac{1}{n}R^{2/3}I^{1/2}A \\ R = \frac{A}{P} \\ A = B_f y + my^2 \\ P = B_f + 2y\sqrt{1+m^2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Q = \frac{1}{0.035}R^{2/3}0.00086^{1/2}A \\ R = \frac{A}{P} \\ A = 4.8my + y^2 \\ P = 4.8m + 2y\sqrt{2} \end{cases} \Rightarrow y = 1.83m \Rightarrow \begin{cases} A = 12.13m^2 \\ P = 9.98m \end{cases} \Rightarrow R = 1.2$$

## Verificación

### Tensiones

$$\begin{aligned}0.97\gamma RS &\leq \tau_{resistente\text{fondo}} \\ 0.971000kg/m^3 1.22m 0.00086 &\leq \tau_{resistente\text{fondo}} \\ 1.018kg/m^2 &\leq 1.855kg/m^2 \quad \therefore VERIFICA\end{aligned}$$

### Escurrimiento

- De la ecuación de continuidad obtenemos la velocidad media:

$$V_m = \frac{Q}{A} = \frac{11.6m^3/s}{12.13m^2} = 0.95m/s$$

- Para obtener la  $V_{min}$ , sabiendo el tirante y el tipo de agua, poco limoso de limo fino, buscamos en la tabla de velocidades mínimas y obtenemos  $V_{min} = 0.63m/s$ .

$$\begin{cases} V_{min} = 0.63m/s \\ V_{max} = 1.5m/s \end{cases} \Rightarrow V_m = 0.95m/s \quad \therefore VERIFICA$$

Desborde

$$r = 20\% \quad h_{disp} = 2.21m$$

$$\begin{aligned} y + r &\leq h_{disp} \\ 1.83m + 0.2 \times 1.83m &\leq h_{disp} \\ 2.2m &\leq 2.21m \quad \therefore VERIFICA \end{aligned}$$

## Tramo 2

$$r = 20\% \quad h_{disp} = 1.83m(\text{en progresiva } 2.5km) \quad m = 1 \quad V_{max} = 1.5m/s$$

$$n = 0.035 \quad Q_t = 6.6m^3/s \quad I = 0.00105$$

$$\text{Relacion de huecos} : 0.3 \quad \text{Agua} : \text{poco limosa, limo muy fino}$$

Suelo cohesivo  $\Rightarrow$

$$\begin{aligned} \tau_{resistente total} &= \tau_{resistente fondo} \\ \tau_{act total} &= 0.75\gamma y I \leq \tau_{resistente total} \\ \tau_{act fondo} &= 0.97\gamma y I \leq \tau_{resistente fondo} \end{aligned}$$

**más condicionante**

Con la relación de huecos y el tipo de suelo, buscamos en la tabla que vincula fuerza tractiva con relación de huecos y obtenemos el  $\tau_{resistente fondo} = 0.38lb/ft^2 = 1.855kg/m^2$

$$\begin{aligned} y &\leq \frac{\tau_{resistente fondo}}{0.97\gamma I} \\ y &\leq 1.82m \end{aligned}$$

A pesar de que la altura máxima disponible es de  $1.83m$ , las características del suelo nos limitan la  $h_{disp}$  a  $1.82m$ . Considerando la revancha obtenemos  $1.2y = 1.82m$ , luego  $y = 1.52m$ .

$$\begin{cases} Q = VA \\ V = \frac{1}{n}R^{2/3}I^{1/2} \end{cases} \Rightarrow Q = \frac{1}{n}R^{2/3}I^{1/2}A$$

$$\begin{cases} Q = \frac{1}{n}R^{2/3}I^{1/2}A \\ R = \frac{A}{P} \\ A = B_f y + my^2 \\ P = B_f + 2y\sqrt{1+m^2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Q = \frac{1}{0.035}R^{2/3}0.00105^{1/2}A \\ R = \frac{A}{P} \\ A = B_f 1.52m + (1.52m)^2 \\ P = B_f + 21.52m\sqrt{2} \end{cases} \Rightarrow B_f = 3.289m$$

Ya que no se debe disminuir la sección aguas abajo, adoptamos  $B_f = 4m$ , de modo que sea igual al utilizado en el tramo anterior.

Luego, calculamos el tirante correspondiente para el  $B_f$  adoptado.

$$\begin{cases} Q = \frac{1}{n}R^{2/3}I^{1/2}A \\ R = \frac{A}{P} \\ A = B_f y + my^2 \\ P = B_f + 2y\sqrt{1+m^2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Q = \frac{1}{0.035}R^{2/3}0.00105^{1/2}A \\ R = \frac{A}{P} \\ A = 4my + y^2 \\ P = 4m + 2y\sqrt{2} \end{cases} \Rightarrow y = 1.38m \Rightarrow \begin{cases} A = 7.42m^2 \\ P = 7.90m \end{cases} \Rightarrow R = 0.94$$

## Verificación

### Tensiones

$$\begin{aligned}0.97\gamma RS &\leq \tau_{resistente\ fondo} \\0.971000kg/m^3 \cdot 0.94m \cdot 0.00105 &\leq \tau_{resistente\ fondo} \\0.957kg/m^2 &\leq 1.855kg/m^2 \quad \therefore VERIFICA\end{aligned}$$

- De la ecuación de continuidad obtenemos la velocidad media:

$$V_m = \frac{Q}{A} = \frac{6.6m^3/s}{7.42m^2} = 0.89m/s$$

- Para obtener la  $V_{min}$ , sabiendo el tirante y el tipo de agua, poco limoso de limo fino, buscamos en la tabla de velocidades mínimas y obtenemos  $V_{min} = 0.53m/s$ .

$$\begin{cases} V_{min} = 0.53m/s \\ V_{max} = 1.5m/s \end{cases} \implies V_m = 0.89m/s \quad \therefore VERIFICA$$

### Desborde

$$\begin{aligned}r &= 20\% \quad h_{disp} = 1.82m \\y + r &\leq h_{disp} \\1.38m + 0.2 \times 1.38m &\leq h_{disp} \\1.66m &\leq 1.82m \quad \therefore VERIFICA\end{aligned}$$

### Escurrecimiento

## Tramo 1

$$r = 20\% \quad h_{disp} = 1.12m(\text{en progresiva } 2.5km) \quad m = 1 \quad V_{max} = 1.5m/s$$

$$n = 0.035 \quad Q_t = 3.85m^3/s \quad I = 0.00147$$

$$\text{Relacion de huecos} : 0.3 \quad \text{Agua} : \text{poco limosa, limo muy fino}$$

Suelo cohesivo  $\implies$

$$\begin{aligned}\tau_{resistente\ talud} &= \tau_{resistente\ fondo} \\ \tau_{act\ talud} &= 0.75\gamma y I \leq \tau_{resistente\ talud} \\ \tau_{act\ fondo} &= 0.97\gamma y I \leq \tau_{resistente\ fondo} \quad \text{Más condicionante}\end{aligned}$$

Con la relación de huecos y el tipo de suelo, buscamos en la tabla que vincula fuerza tractiva con relación de huecos y obtenemos el  $\tau_{resistente\ fondo} = 0.38lb/ft^2 = 1.855kg/m^2$

$$\begin{aligned}y &\leq \frac{\tau_{resistente\ fondo}}{0.97\gamma I} \\ y &\leq 1.30m\end{aligned}$$

A pesar de que el suelo podría soportar un tirante mayor a nuestra  $h_{disp}$ , en este caso la  $h_{disp}$  sigue siendo 1.12m, ya que en caso de adoptar un  $h_{disp}$  mayor, el canal podría desbordarse. Considerando la revancha obtenemos  $1.2y = 1.12m$ , luego  $y = 0.93m$ .

$$\begin{cases} Q = VA \\ V = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2} \end{cases} \implies Q = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2} A$$

$$\begin{cases} Q = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2} A \\ R = \frac{A}{P} \\ A = B_f y + m y^2 \\ P = B_f + 2y\sqrt{1+m^2} \end{cases} \implies \begin{cases} Q = \frac{1}{0.035} R^{2/3} 0.00147^{1/2} A \\ R = \frac{A}{P} \\ A = B_f 0.93m + (0.93m)^2 \\ P = B_f + 20.93m\sqrt{2} \end{cases} \implies B_f = 3.92m$$

Debido a que la apreciación debe ser de  $0.1m$ , adoptamos  $B_f = 4m$ .  
Luego, calculamos el tirante correspondiente para el  $B_f$  adoptado.

$$\begin{cases} Q = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2} A \\ R = \frac{A}{P} \\ A = B_f y + m y^2 \\ P = B_f + 2y\sqrt{1+m^2} \end{cases} \implies \begin{cases} Q = \frac{1}{0.035} R^{2/3} 0.00147^{1/2} A \\ R = \frac{A}{P} \\ A = 4m y + y^2 \\ P = 4m + 2y\sqrt{2} \end{cases} \implies y = 0.92m \implies \begin{cases} A = 4.53m^2 \\ P = 6.60m \end{cases} \implies R = 0.69$$

## Verificación

### Tensiones

$$\begin{aligned} 0.97\gamma RS &\leq \tau_{resistente fondo} \\ 0.971000kg/m^3 0.69m 0.00147 &\leq \tau_{resistente fondo} \\ 0.984kg/m^2 &\leq 1.855kg/m^2 \quad \therefore VERIFICA \end{aligned}$$

- De la ecuación de continuidad obtenemos la velocidad media:

$$V_m = \frac{Q}{A} = \frac{3.85m^3/s}{4.53m^2} = 0.85m/s$$

- Para obtener la  $V_{min}$ , sabiendo el tirante y el tipo de agua, poco limoso de limo fino, buscamos en la tabla de velocidades mínimas y obtenemos  $V_{min} = 0.44m/s$ .

$$\begin{cases} V_{min} = 0.44m/s \\ V_{max} = 1.5m/s \end{cases} \implies V_m = 0.85m/s \quad \therefore VERIFICA$$

### Desborde

$$\begin{aligned} r &= 20\% \quad h_{disp} = 1.12m \\ y + r &\leq h_{disp} \\ 0.92m + 0.2 \times 0.92m &\leq h_{disp} \\ 1.10m &\leq 1.12m \quad \therefore VERIFICA \end{aligned}$$

