

# Hidráulica de Canales Abiertos

## Trabajo Práctico Integrador

Manuel Álvarez  
Manuel F. Martín

14 de Septiembre de 2016

### 1 Etapa 1

#### 1.1

##### a) Rasante

Para trazar la rasante tuvimos en cuenta las siguientes pautas:

- Realizar exclusivamente excavaciones, lo que implica que la rasante se ubique por debajo de la cota del fondo existente o la supere en a lo sumo 20cm en 200m, ya que realizar un relleno es muy difícil y costoso.
- Intentar que la misma se adapte de la mejor manera posible a la topografía existente, de manera tal que se realice la menor cantidad de excavaciones posibles.

##### b) Dimensionamiento de los tramos de material erosionable

##### Método de la velocidad máxima

##### Tramo 1

$$r = 20\% \quad h_{disp} = 1.12m \text{ (en progresiva } 5.6km) \quad I = 0.00147$$

$$Q = 3.85m^3/s \quad V_{max} = 1.5m/s \quad n = 0.035 \quad m = 1$$

Relación de huecos: 0.3      Agua: poco limosa, limo muy fino

Calculamos el área estable

$$A_e = \frac{Q}{V_{max}} = \frac{3.85m^3/s}{1.5m/s} = 2.57m^2$$

Luego, aplicando la ecuación de Chazy Manning

$$V_{max} = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2} \implies R = 1.6m$$

$$P = \frac{A_e}{R} = \frac{2.57m^2}{1.6m} = 1.61m$$

$$\begin{cases} A_e = B_f y + m y^2 \\ P = B_f + 2y\sqrt{1+m^2} \end{cases} \implies \text{sólo soluciones complejas}$$

### Tramo 2

$$r = 20\% \quad h_{disp} = 1.83m \text{ (en progresiva } 4.1km) \quad I = 0.00105$$

$$Q = 6.6m^3/s \quad V_{max} = 1.5m/s \quad n = 0.035 \quad m = 1$$

Relación de huecos: 0.3      Agua: poco limosa, limo muy fino

Calculamos el área estable

$$A_e = \frac{Q}{V_{max}} = \frac{6.6m^3/s}{1.5m/s} = 4.4m^2$$

Luego, aplicando la ecuación de Chazy Manning

$$V_{max} = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2} \implies R = 2.06m$$

$$P = \frac{A_e}{R} = \frac{4.4m^2}{2.06m} = 2.14m$$

$$\begin{cases} A_e = B_f y + m y^2 \\ P = B_f + 2y\sqrt{1+m^2} \end{cases} \implies \text{sólo soluciones complejas}$$

### Tramo 3

$$r = 20\% \quad h_{disp} = 2.47m \text{ (en progresiva } 2.5km) \quad I = 0.00086$$

$$Q = 11.6m^3/s \quad V_{max} = 1.5m/s \quad n = 0.035 \quad m = 1$$

Relacion de huecos: 0.3      Agua: poco limosa, limo muy fino

Calculamos el área estable

$$A_e = \frac{Q}{V_{max}} = \frac{11.6m^3/s}{1.5m/s} = 7.73m^2$$

Luego, aplicando la ecuación de Chazy Manning

$$V_{max} = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2} \implies R = 2.4m$$

$$P = \frac{A_e}{R} = \frac{7.73m^2}{2.4m} = 3.22m$$

$$\begin{cases} A_e = B_f y + m y^2 \\ P = B_f + 2y\sqrt{1+m^2} \end{cases} \implies \text{sólo soluciones complejas}$$

### Conclusión

Este método no es aplicable para estos casos en particular dados los datos disponibles. Para poder obtener soluciones reales podríamos bajar la  $V_{max}$ , sin embargo dejaría de ser el método de la velocidad máxima. Debido a ésto debemos utilizar el método de la fuerza tractiva para poder hacer el dimensionamiento en forma más precisa.

### Método de la fuerza tractiva

#### Tramo 1

$$r = 20\% \quad h_{disp} = 1.12m \text{ (en progresiva } 5.6km) \quad I = 0.00147$$

$$Q = 3.85m^3/s \quad V_{max} = 1.5m/s \quad n = 0.035 \quad m = 1$$

Relación de huecos: 0.3      Agua: poco limosa, limo muy fino

Suelo cohesivo:

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

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 si adoptáramos un  $h_{disp}$  mayor, el canal podría desbordarse. Considerando la revancha obtenemos  $1.2y = 1.12m$ , luego  $y = 0.93m$ .

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

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

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

Luego,

$$\begin{cases} A = B_f y + m y^2 \\ P = B_f + 2y\sqrt{1+m^2} \end{cases} \implies \begin{cases} A = 4.53m^2 \\ P = 6.60m \end{cases} \implies R = 0.69m$$

### Verificación

- Tensiones

$$\begin{aligned} 0.97 \gamma R S &\leq \tau_{resistente\ fondo} \\ 0.97 \cdot 1000kg/m^3 \cdot 0.69m \cdot 0.00147 &\leq \tau_{resistente\ fondo} \\ 0.984kg/m^2 &\leq 1.855kg/m^2 \quad \therefore VERIFICA \end{aligned}$$

- Escorrimento

– 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

$$r = 20\% \quad h_{disp} = 1.12m$$

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

### Tramo 2

$$r = 20\% \quad h_{disp} = 1.83m \text{ (en progresiva } 4.1km) \quad I = 0.00105$$

$$Q = 6.6m^3/s \quad V_{max} = 1.5m/s \quad n = 0.035 \quad m = 1$$

Relación de huecos: 0.3      Agua: poco limosa, limo muy fino

Suelo cohesivo:

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

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  $\tau_{resistente\ fondo} = 0.38lb/ft^2 = 1.855kg/m^2$

$$y \leq \frac{\tau_{resistente\ fondo}}{0.97 \gamma I}$$

$$y \leq 1.82m$$

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  $y = 1.52m$ .

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

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

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.

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

Luego,

$$\begin{cases} A = B_f y + m y^2 \\ P = B_f + 2y\sqrt{1+m^2} \end{cases} \implies \begin{cases} A = 7.42m^2 \\ P = 7.90m \end{cases} \implies R = 0.94m$$

#### Verificación

- Tensiones

$$0.97 \gamma R S \leq \tau_{resistente\ fondo}$$

$$0.97 \cdot 1000kg/m^3 \cdot 0.94m \cdot 0.00105 \leq \tau_{resistente\ fondo}$$

$$0.957kg/m^2 \leq 1.855kg/m^2 \quad \therefore VERIFICA$$

- Esguerrimiento

– 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

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

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

### Tramo 3

$$r = 20\% \quad h_{disp} = 2.47m \text{ (en progresiva } 2.5km) \quad I = 0.00086$$

$$Q = 11.6m^3/s \quad V_{max} = 1.5m/s \quad n = 0.035 \quad m = 1$$

Relacion de huecos: 0.3      Agua: poco limosa, limo muy fino

Suelo cohesivo:

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

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  $\tau_{resistente\ fondo} = 0.38lb/ft^2 = 1.855kg/m^2$

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

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  $y = 1.84m$ .

$$\begin{aligned} \begin{cases} Q = V A \\ V = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2} \end{cases} &\implies Q = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2} A \\ \begin{cases} Q = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2} A \\ R = \frac{A}{P} \\ A = B_f y + m y^2 \\ P = B_f + 2y\sqrt{1+m^2} \end{cases} &\implies \begin{cases} Q = \frac{1}{0.035} R^{2/3} 0.00086^{1/2} A \\ R = \frac{A}{P} \\ A = B_f 1.84m + (1.84m)^2 \\ P = B_f + 2 \cdot 1.84m\sqrt{2} \end{cases} \implies B_f = 4.75m \end{aligned}$$

Adoptamos  $B_f = 5m$ , debido a que debe haber una diferencia de al menos 0.5m entre las secciones, ya que de no existir resulta muy difícil la ejecución de las diferencias por medio de la maquinaria con que se va a llevar a cabo el trabajo. Luego, calculamos el tirante correspondiente para el  $B_f$  adoptado.

$$\begin{aligned} \begin{cases} Q = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2} A \\ R = \frac{A}{P} \\ A = B_f y + m y^2 \\ P = B_f + 2y\sqrt{1+m^2} \end{cases} &\implies \begin{cases} Q = \frac{1}{0.035} R^{2/3} 0.00086^{1/2} A \\ R = \frac{A}{P} \\ A = 5m y + y^2 \\ P = 5m + 2y\sqrt{2} \end{cases} \implies y = 1.79m \end{aligned}$$

Luego,

$$\begin{cases} A = B_f y + m y^2 \\ P = B_f + 2y\sqrt{1 + m^2} \end{cases} \implies \begin{cases} A = 12.15m^2 \\ P = 10.06m \end{cases} \implies R = 1.21m$$

### Verificación

- Tensiones

$$\begin{aligned} 0.97 \gamma R S &\leq \tau_{resistente\ fondo} \\ 0.97 \cdot 1000kg/m^3 \cdot 1.22m \cdot 0.00086 &\leq \tau_{resistente\ fondo} \\ 1.018kg/m^2 &\leq 1.855kg/m^2 \quad \therefore VERIFICA \end{aligned}$$

- Ecurrimiento

– 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  $V_{min} = 0.63m/s$ .

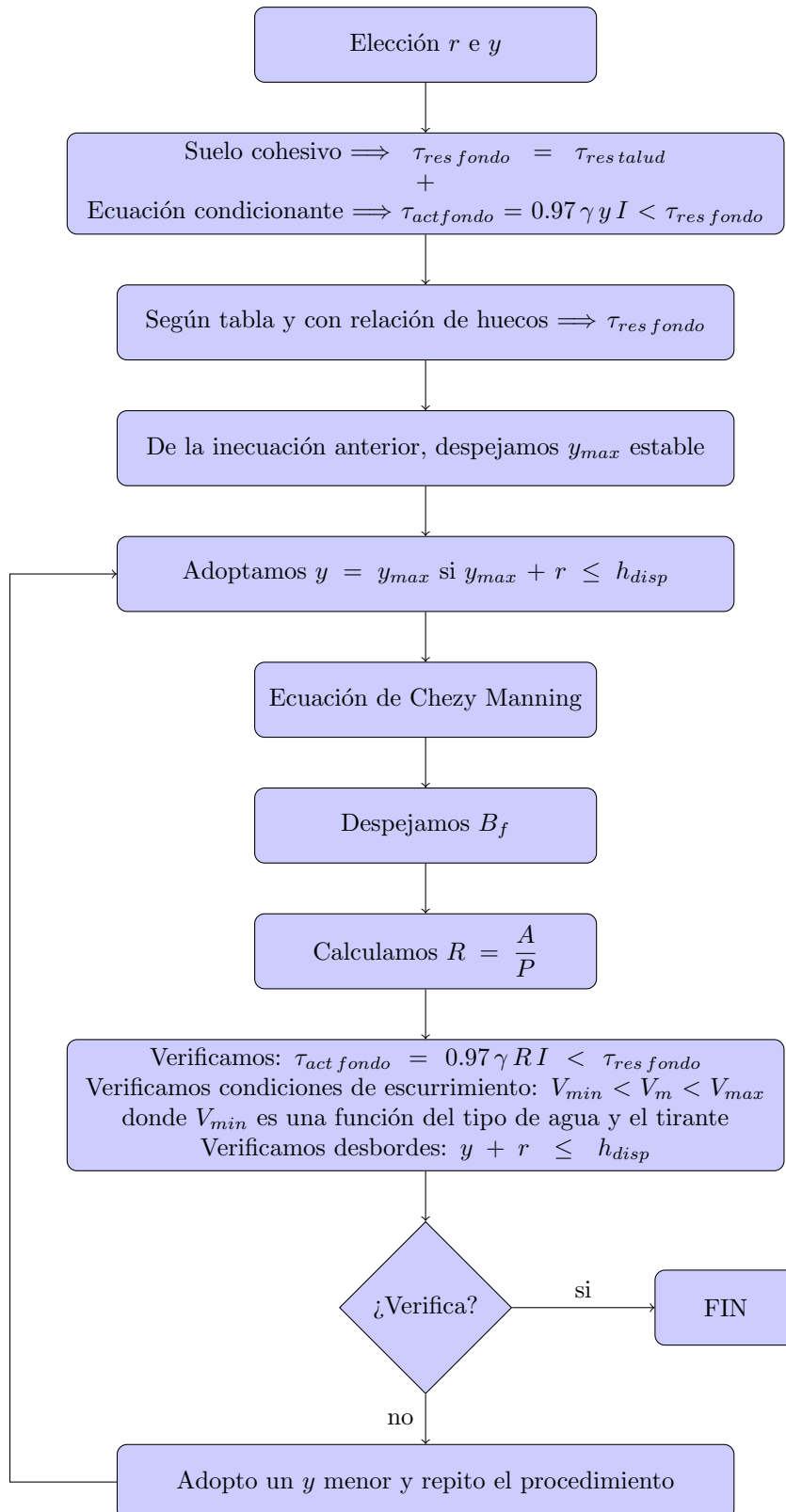
$$\begin{cases} V_{min} = 0.63m/s \\ V_{max} = 1.5m/s \end{cases} \implies V_m = 0.95m/s \quad \therefore VERIFICA$$

- Desborde

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

$$\begin{aligned} y + r &\leq h_{disp} \\ 1.79m + 0.2 \times 1.79m &\leq h_{disp} \\ 2.15m &\leq 2.21m \quad \therefore VERIFICA \end{aligned}$$

c) Diagrama de flujo del método de la fuerza tractiva





d) Determinación de tirantes en los tramos revestidos

Tramo 1r

$$r = 20\% \quad h_{disp} = 1.42m \text{ (en progresiva } 1km) \quad I = 0.00785 \quad B_f = 5m$$

$$Q = 11.6m^3/s \quad V_{max} = 5m/s \quad n = 0.016m^3/s \quad m = 1$$

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

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

Luego,

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

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

• Esguerrimiento

– 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

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

$$y + r \leq h_{disp}$$

$$0.5955m + 0.2 \times 0.5955m \leq h_{disp}$$

$$0.7146m \leq 1.42m \quad \therefore VERIFICA$$

Tramo 2r

$$r = 20\% \quad h_{disp} = 1.82m(\text{progresiva } 0.1km) \quad I = 0.00113 \quad B_f = 5m$$

$$Q_t = 11.6m^3 \quad V_{max} = 5m/s \quad n = 0.016m^3/s \quad m = 1$$

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

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

Luego,

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

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

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

#### Verificación

- Esguerrimiento

- 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  $V_{min} = 0.47m/s$ .

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

- Desborde

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

$$y + r \leq h_{disp}$$

$$1.0568m + 0.2 \times 1.0568m \leq h_{disp}$$

$$1.27m \leq 1.82m \quad \therefore VERIFICA$$

#### e) Conductos circulares

Suponemos que el caudal  $Q_1$  que se descarga en el canal, lo hace en partes iguales por ambos conductos.

$$D = 1m \quad I = 0.007 \quad n = 0.016$$

Primero comprobamos si los conductos trabajan a sección llena o parcialmente llena.

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

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

De ésto se desprende que los conductos trabajan a sección parcialmente llena.

$$R = \frac{A}{P} = \frac{\pi (1m)^2}{4} \frac{1}{\pi 1m} = \frac{1}{4}m$$

A partir de la relación entre  $Q_{PC}$  y  $Q_0$  miramos la tabla de curvas adimensionales de elementos geométricos de una sección circular y obtenemos el valor de  $y$ . Teniendo en cuenta el  $y$  obtenido hallamos la relación entre  $V$  y  $V_0$  para luego determinar la velocidad media.

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

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

#### Verificación

Para llevar a cabo la verificación del resultado anteriormente obtenido, proponemos la resolución del mismo problema mediante otro método.

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

Propongo:  $y = 0.7m$

$$\theta = 2 \cos^{-1} \left( 1 - \frac{2y}{D} \right) = 3.965$$

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

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

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

$\therefore ES CORRECTO$

#### f) **Revancha**

La revancha que adoptamos es de un 20%. Si bien el valor de ésta no se calcula con un fórmula matemática, podemos tener en cuenta que en general, para canales de débil pendiente, se utilizan revanchas que oscilan entre el 5% y el 30%. Para elegir el valor de la nuestra consideramos la presencia de un camino y un alambrado cercanos.

## 1.2

Se adjunta gráfico.

### 1.3

$Tramo$	$Q_{dis}$ [m/s]	$I$ [‰]	$y_u$ [m]	$B_f$ [m]	$y_{disponible}(progresiva)$ [m (km)]	$V_{calculo}$ [m/s]	$\tau_{f\ actuante}$ [kg/m <sup>2</sup> ]
1	3.85	1.47	0.92	4	1.12 (5.6)	0.85	0.984
2	6.6	1.05	1.38	4	1.83 (4.1)	0.89	0.957
3	11.6	0.86	1.83	5	2.47 (2.5)	0.95	1.01
1r	11.6	7.85	0.60	5	1.42 (1)	2.95	3.81
2r	11.6	1.13	1.06	5	1.82 (0.1)	1.81	0.88