

Se pretende dotar la parcela de la figura de una instalación de riego por goteo.

Realizar el diseño agronómico e hidráulico.

Datos:

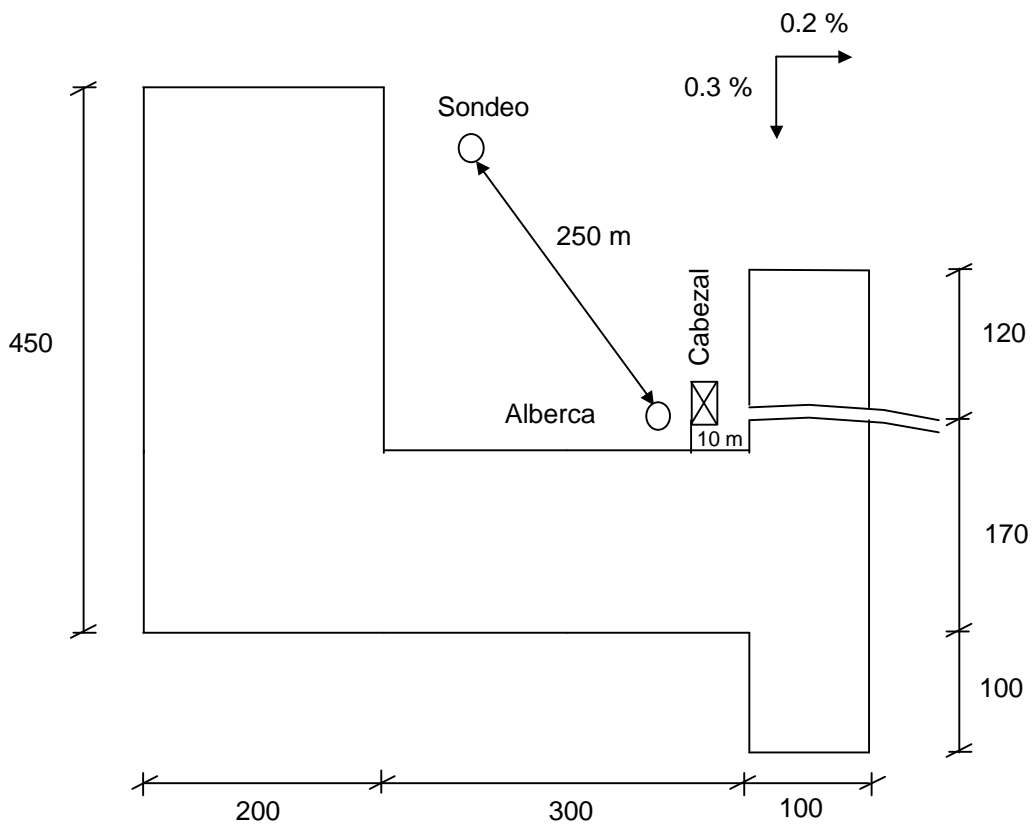
Textura del suelo: Franca

Conductividad del agua de riego:  $1.1 \text{ mmhos/cm} = 1.1 \text{ dS/m}$

Nivel dinámico del sondeo =  $80 \text{ m}$

Cultivo más exigente de la rotación = Maíz

Necesidades netas mensuales máximas (Julio) =  $124 \text{ mm/mes}$



## Diseño Agronómico

✘  $K_L$  (Factor de lavado o Percolación)

### Pérdidas por percolación (eficiencia)

$E_a = 0.95$  (por ser terreno franco, prontuario)

$$K = 1 - 0.95 = 0.05$$

### Necesidades de lavado

$$LR = \frac{CE_i}{2 \cdot CE_e \cdot f} = \frac{1.1}{2 \cdot 1.7 \cdot 0.85} = 0.38$$

Adoptamos  $CE_e = 1.7$  para el 100 % de producción ya que nuestra agua no es demasiado salina (Prontuario).

$f$  es la eficiencia de lavado (Prontuario).

Se toma como  $K_L$  el mayor valor entre  $1 - E_a$  y  $LR$ , es decir,  $K_L = 0.38$ .

✘ Coeficiente de Uniformidad

$$CU = 0.90$$

✘ Necesidades brutas

$$N_b = \frac{N_n}{(1 - K_L) \cdot CU}$$

$$N_b = \frac{124}{(1 - 0.38) \cdot 0.9} = 222 \text{ mm/mes} = 7.16 \text{ mm/día}$$

## Elección del emisor y su disposición

Adoptamos un emisor con las siguientes características:

Presión nominal: 10 m

$\phi$  orificio de salida: 1 mm

Caudal nominal: 4 l/h

Conexión: intermedia

Disposición en línea colocando una línea de emisor cada dos líneas de plantas

Coefficiente de variación del proceso de fabricación: 0.05 (categoría A)

Separación de goteros en línea: 1 m

**X** Ecuación del goteo:

$$q = K \cdot H^x$$

$$4 = K \cdot 10^{0.5583} \rightarrow K = 1.106, \text{ de donde } q = 1.106 \cdot H^{0.5583}$$

Comprobación del porcentaje de suelo mojado

**X** Radio mojado

$$R_m \approx 0.60 \text{ m (Prontuario)}$$

$$A_{me} = \pi \cdot R_m^2 = \pi \cdot 0.60^2 = 1.13 \text{ m}^2$$

**X** Condición de solape

$$S_e = R_m \cdot \left( 2 - \frac{a}{100} \right); \text{ tomamos } a = 20 \% \text{ (para empezar a tantear)}$$

$$S_e = 0.60 \cdot \left( 2 - \frac{20}{100} \right) = 1.08 \text{ m} \rightarrow \text{Por manejo, } S_e = 1 \text{ m}$$

**X** Número de emisores / m<sup>2</sup>

$$e > \frac{P \cdot Sp}{100 \cdot Ame}$$

$$Sp = 1 \text{ m}^2$$

$P \approx 70 \%$  (% suelo mojado, para empezar a tantear)

$$e > \frac{70 \cdot 1}{100 \cdot 1.13} = 0.62 \text{ emisores/m}^2$$

$$\frac{1}{e} = \frac{1}{0.62} = 1.61 \text{ m}^2 / \text{emisor} = S_L \cdot Se$$

$$S_L \cdot Se = 1.61$$

$$Se = \frac{1.61}{1.40} = 1.15 \text{ m}$$

Tomaríamos  $Se = 1 \text{ m}$  (condición de solape) y vemos que solape corresponde.

$$Se = Rm \cdot \left( 2 - \frac{a}{100} \right)$$

$$1 = 0.60 \cdot \left( 2 - \frac{a}{100} \right) \rightarrow a = 33.33\%$$

**X** Cálculo de Ame con los solapes

$$\alpha = \arctg \sqrt{\frac{1}{\left( 1 - \frac{33.33}{200} \right)^2} - 1} = \arctg 0.66 \rightarrow \alpha = 0.59$$

$$Ame = \left[ \pi - 2 \cdot \left( \alpha - \left( 1 - \frac{a}{200} \right) \cdot \text{sen } \alpha \right) \right] \cdot Rm^2$$

$$Ame = \left[ \pi - 2 \cdot \left( 0.59 - \left( 1 - \frac{33.33}{200} \right) \cdot \text{sen } 0.59 \right) \right] \cdot 0.60^2$$

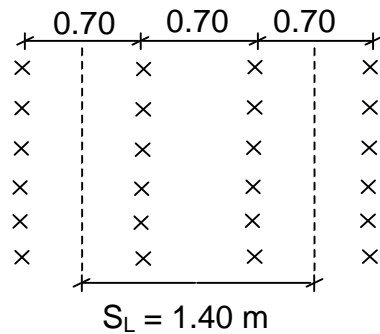
$$Ame = 1.04 \text{ m}^2$$

Nota: Cálculo en radianes

El porcentaje de suelo mojado que se obtiene es:

$$P = \frac{100 \cdot e \cdot Ame}{Sp} = \frac{100 \cdot 0.71 \cdot 1.04}{1} = 73.8\%$$

$$\frac{1}{e} = \frac{1}{S_L \cdot Se}$$



$$S_L \cdot Se = 1.4 \cdot 1 = 1.4 \text{ m}^2 / \text{emisor}$$

$$e = \frac{1}{1.4} = 0.71 \text{ emisores/m}^2$$

## Tiempo de riego

$$I = 1 \text{ día}$$

$$q_a = 4 \text{ l/h}$$

$$t = \frac{N_t \cdot I}{e \cdot q_a} = \frac{7.16 \cdot 1}{0.71 \cdot 4} = 2.52 \text{ horas (2h 32')}$$

## Diseño Hidráulico

Datos previos:

Emisores interlínea

$$q_a = 4 \text{ l/h}$$

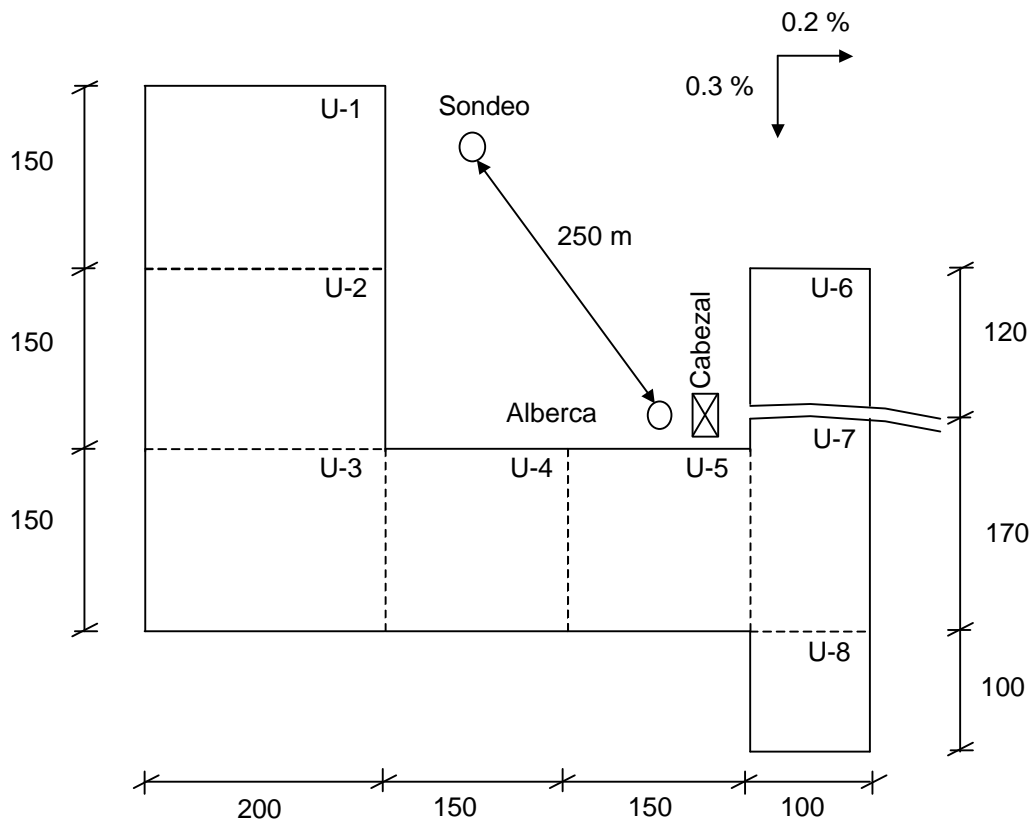
$$x = 0.5583$$

$$\text{Superficie} = 17.40 \text{ ha}$$

## Diseño de la subunidad de riego

$$N^{\circ} \text{ subunidades} = \frac{\text{horas de riego al día}}{t_r}$$

$$N^{\circ} \text{ subunidades} = \frac{20}{2.52} = 7.94 \rightarrow \text{Adoptamos 8 subunidades}$$



**X** Tolerancia de caudales en la subunidad

Máxima variación  $\leq 10\%$

$$\frac{\Delta Q}{Q} = \frac{q_{\text{máx}} - q_{\text{mín}}}{q_a} \leq 10\%$$

**X** Tolerancia de presiones en la subunidad

Ecuación del emisor

$$q = K \cdot H^x$$

$$\frac{\Delta q}{q} \leq 10\%$$

$$\Delta h_s = \frac{0.10 \cdot h}{x}; \text{ Pérdida de carga admisible en la subunidad}$$

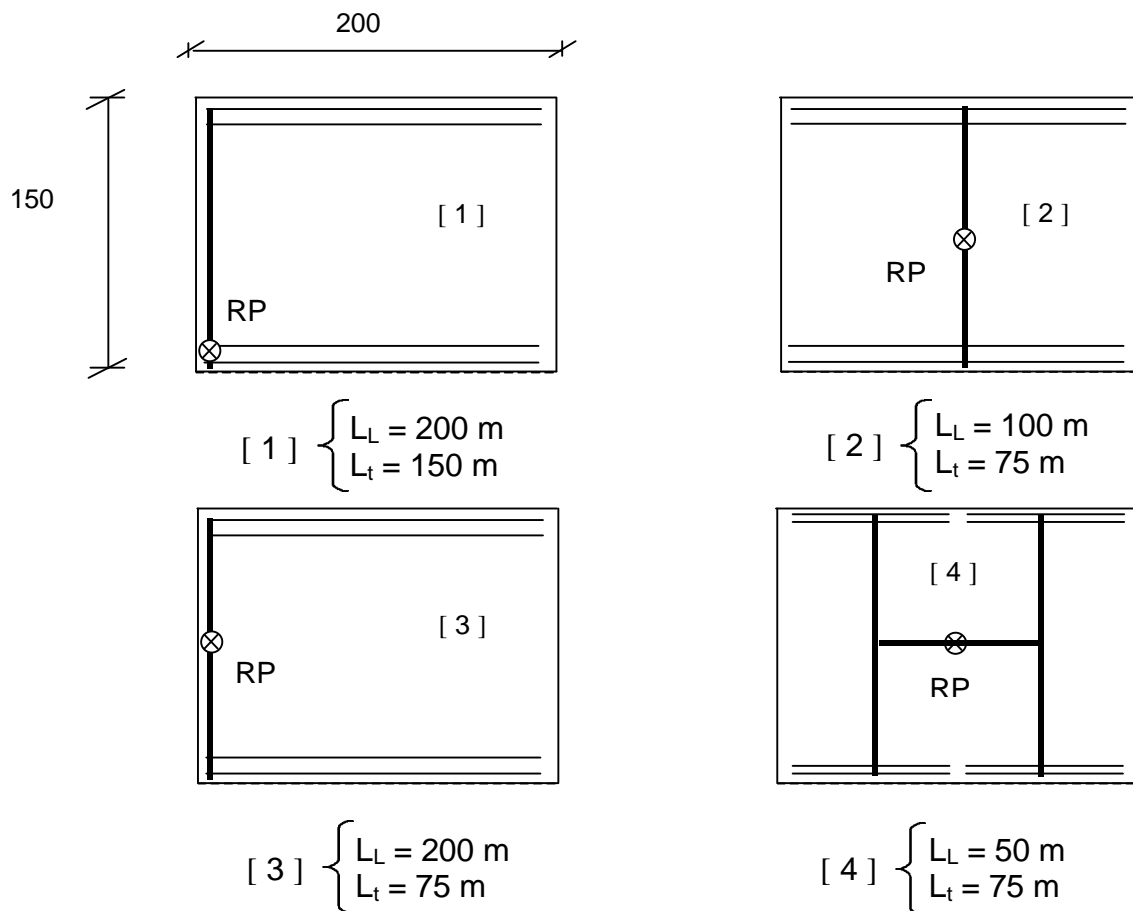
$$\Delta h_s = \frac{\Delta P_s}{\gamma} \pm z_L \pm z_t$$

(+) → Desnivel descendente

(-) → Desnivel ascendente

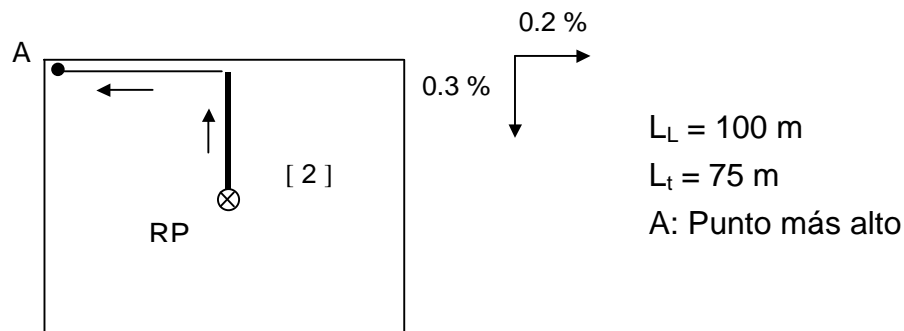
### Cálculo de las subunidades 1,2 y 3

✘ Disposiciones posibles y longitudes de tubería lateral y terciaria



La elección entre [ 2 ] y [ 4 ] se hará en base a criterios hidráulicos (cumplir las condiciones de diseño) y económicos (hacer los dos y comparar los precios).

- ✘ Calculamos y comprobamos el diseño [ 2 ].



Se ha trazado el recorrido más desfavorable.

Se propone al alumno el cálculo del [ 4 ].

- ✘ Variación de presiones en la subunidad

$$\Delta h_s = \frac{\Delta P_s}{\gamma} \pm z_L \pm z_t$$

$z_L$  y  $z_t$  ascendentes  $\rightarrow$  negativas

$$\frac{\Delta P_s}{\gamma} = \frac{0.1}{x} \cdot h_a = \frac{0.1}{0.5583} \cdot 10 = 1.79 \text{ mca}$$

$$z_L = 100 \cdot \frac{0.2}{100} = 0.2 \text{ m}$$

$$z_t = 75 \cdot \frac{0.3}{100} = 0.23 \text{ m}$$

$$\Delta h_s = 1.79 - 0.2 - 0.23 = 1.36 \text{ mca}$$

✘ Coeficiente de forma (CF)

$$CF = \frac{L_L}{L_t} = \frac{200}{150} = 1.33$$

✘ Reparto óptimo de presiones en la subunidad

$$R = \frac{\Delta h_L}{\Delta h_S} = \frac{0.776 \cdot CF^{0.1402}}{s^{0.054}} = 0.79 \quad \left\{ \begin{array}{l} 79 \% \text{ para las laterales} \\ 21 \% \text{ para las terciarias} \end{array} \right.$$

$$\frac{\Delta h_L}{\Delta h_S} = 0.79 \text{ y } \Delta h_S = 1.36 \rightarrow \Delta h_L = 0.79 \cdot 1.36 = 1.07 \text{ mca}$$

Podemos tener una pérdida de carga máxima de 1.07 mca en el lateral y de  $1.36 - 1.07 = 0.29$  mca en la terciaria.

### Cálculo de la tubería lateral (PEBD 2.5 atm)

$$L_L = 100 \text{ m}$$

$$N^{\circ} \text{ salidas} = 100 \text{ (emisores separados 1 m)}$$

$$q_a = 4 \text{ l/h, interlínea}$$

$$q_{\text{lateral}} = q_L = 400 \text{ l/h}$$

Longitud equivalente de los goteros interlínea,  $L_e = 0.23$  m/emisor. En el lateral,  $L_e = 100 \cdot 0.23 = 23$  m

Se hacen los cálculos de pérdida de carga como si la longitud del lateral fuese  $100 + 23 = 123$  m, con lo que se incluyen las pérdidas de carga localizadas.

Blasius:

$$J = 0.473 \cdot \frac{Q^{1.75}}{D^{4.75}} \quad \left\{ \begin{array}{l} Q \text{ en l/h} \\ D = \phi \text{ interior en mm} \end{array} \right.$$

$$h = J \cdot F \cdot L$$

$$L = 123 \text{ m}$$

$$F \left\{ \begin{array}{l} s_0 = s/2 \\ n = 100 \\ \beta = 1.75 \end{array} \right\} F = 0.365$$

✘ Primer tanteo:  $\phi 16 \text{ mm} \rightarrow \phi_{\text{int}} = 13.6 \text{ mm}$

$$J = 0.473 \cdot \frac{400^{1.75}}{13.6^{4.75}} = 6.98 \cdot 10^{-2}$$

$$h_L = 6.98 \cdot 10^{-2} \cdot 0.365 \cdot 123 = 3.13 \text{ mca} > \Delta h_L = 1.07 \text{ mca} \rightarrow \phi \text{ no válido}$$

✘ Segundo tanteo:  $\phi 20 \text{ mm} \rightarrow \phi_{\text{int}} = 17.6 \text{ mm}$

$$J = 2.05 \cdot 10^{-2}$$

$$h_L = 0.92 \text{ mca} < \Delta h_L = 1.07 \text{ mca}$$

El  $\phi 20$  sería válido, pero para un cultivo herbáceo puede resultar excesivo y caro. Aquí interviene el criterio del proyectista, pero lo aconsejable sería hacer un presupuesto de este diseño y del [ 4 ] y adoptar el más económico.

### Cálculo de la tubería terciaria (PVC 6 atm)

$$q_L = 400 \text{ l/h}$$

$$S_L = 1.4 \text{ m}$$

La subunidad incluye  $\frac{150 \text{ m}}{1.4 \text{ m/lateral}} = 107$  laterales, luego a un lado y a otro del RP habrá 53 y 54 ramales portagoteros. Se dejarán 53 ramales en el tramo ascendente (más desfavorable) y 54 en el descendente.

$$q_t = 53 \cdot q_L = 53 \cdot 400 = 21200 \text{ l/h}$$

$$L_e = 0.10 \cdot q_L^{0.30} \cdot N^{0.26} = 0.10 \cdot 400^{0.30} \cdot 53^{0.26} = 1.69 \text{ m}$$

$$L_t = s_0 + s \cdot (n - 1) = 0.70 + 1.4 \cdot (53 - 1) = 73.5 \text{ m}$$

La longitud para el cálculo de las  $h_t$  será  $L = L_t + L_e = 75.2 \text{ m}$

La  $\Delta h$  máxima permitida es de 0.29 mca

$$J = 0.473 \cdot \frac{Q^{1.75}}{D^{4.75}} \quad \left\{ \begin{array}{l} Q \text{ en l/h} \\ D = \phi \text{ interior en mm} \end{array} \right.$$

$$h = J \cdot F \cdot L$$

$$L = 75.2 \text{ m}$$

$$F \left\{ \begin{array}{l} s_0 = s/2 \\ n = 53 \\ \beta = 1.75 \end{array} \right\} F = 0.367$$

**X** Primer tanteo:  $\phi 90\text{mm} \rightarrow \phi_{\text{int}} = 84.6 \text{ mm}$

$$J = 0.473 \cdot \frac{21200^{1.75}}{84.6^{4.75}} = 1.23 \cdot 10^{-2}$$

$$h_L = 1.23 \cdot 10^{-2} \cdot 0.367 \cdot 75.2 = 0.339 \text{ mca} > 0.29$$

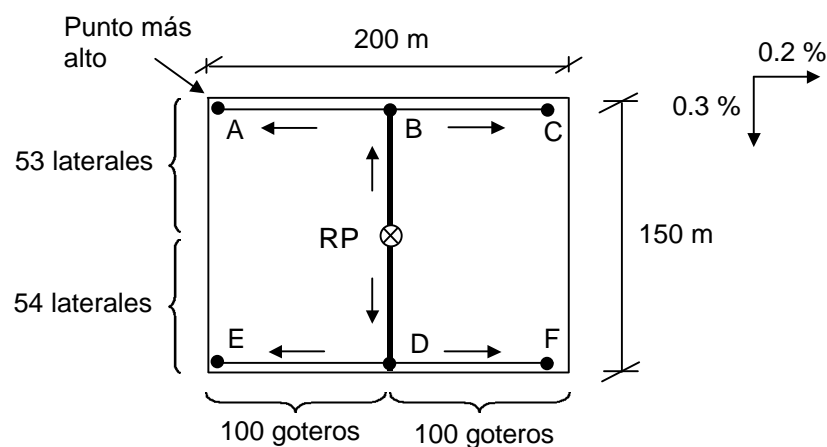
Con  $\phi$  90 se pierden 5 cm más de los permitidos por el reparto óptimo de presiones. La pérdida total en la subunidad sería  $h_L + h_t = 0.92 + 0.339 = 1.259 < 1.36 \text{ mca} = \Delta h_s$ , por lo que se acepta  $\phi$  90 (aunque es un  $\phi$  grande para una terciaria, este diseño no admite un  $\phi$  menor).

$$\text{Subunidades 1,2 y 3} \left\{ \begin{array}{l} \text{Laterales } \phi 20 \text{ mm} \\ \text{Terciaria } \phi 90 \text{ mm} \end{array} \right.$$

Nota: Este tramo podría haberse calculado para 54 ramales en previsión del caso más desfavorable para la subunidad, con lo que varía  $q_t$ . Como ejercicio, comprobar que en este caso seguiría siendo válido el  $\phi$  90 ( $\Delta h_s$  admisible).

### Estudio de presiones en la subunidad

Los puntos más alejados del RP son A, C, E, y F. Como A es además el punto más alto, es el más desfavorable de la subunidad.



$$\frac{h_{\min}}{h_a} = \left( \frac{CU}{1 - \frac{1.27 \cdot CV}{\sqrt{e}}} \right)^{\frac{1}{x}}$$

$h_a = 10$  mca: Presión nominal del gotero

$CU = 0.9$  (90 %)

$CV = 0.05$  (Clase A; podríamos tomar 0.04)

$x = 0.5583$

$e = 1$  (valor mínimo que puede tener e en la fórmula)

$q_a = 4$  l/h

$$h_{\min} = 10 \cdot \left( \frac{0.9}{1 - \frac{1.27 \cdot 0.05}{\sqrt{1}}} \right)^{\frac{1}{0.5583}} = 9.31 \text{ mca} = \frac{P_A}{\gamma}$$

$$\mathbf{B} \quad \frac{P_B}{\gamma} = \frac{P_A}{\gamma} + z_{AB} + h_{AB} = 9.31 + 0.2\% \cdot 100 + 0.92 = 10.43 \text{ mca}$$

$$\mathbf{C} \quad \frac{P_C}{\gamma} = \frac{P_A}{\gamma} + z_{AC} = 9.31 + 0.2\% \cdot 200 = 9.71 \text{ mca}$$

$$\text{Otro modo: } \frac{P_C}{\gamma} = \frac{P_B}{\gamma} + z_{BC} - h_{BC} = 9.31 + 0.2\% \cdot 100 - 0.92 = 9.71 \text{ mca}$$

$$\mathbf{RP} \quad \frac{P_{RP}}{\gamma} = \frac{P_B}{\gamma} + z_{B,RP} + h_{RP,B} = 10.43 + 0.3\% \cdot 75 + 0.34 = 11.0 \text{ mca}$$

$$\mathbf{D} \quad \frac{P_D}{\gamma} = \frac{P_{RP}}{\gamma} + z_{RP,D} - h_{RP,D} = 11 + 0.3\% \cdot 75 - 0.34 = 10.88 \text{ mca}$$

$$\text{Otro modo: } \frac{P_D}{\gamma} = \frac{P_B}{\gamma} + z_{BD} = 10.43 + 0.3\% \cdot 150 = 10.88 \text{ mca}$$

$$\mathbf{E} \quad \frac{P_E}{\gamma} = \frac{P_D}{\gamma} - h_{DE} - z_{DE} = 10.88 - 0.92 - 0.2\% \cdot 100 = 9.76 \text{ mca}$$

$$\text{Otro modo: } \frac{P_E}{\gamma} = \frac{P_A}{\gamma} + z_{AE} = 9.31 + 0.3\% \cdot 150 = 9.76 \text{ mca}$$

$$\mathbf{F} \quad \frac{P_F}{\gamma} = \frac{P_D}{\gamma} - h_{DF} + z_{DF} = 10.88 - 0.92 + 0.2\% \cdot 100 = 10.16 \text{ mca}$$

$$\text{Otro modo: } \frac{P_F}{\gamma} = \frac{P_A}{\gamma} + z_{AF} = 9.31 + 0.2\% \cdot 200 + 3\% \cdot 150 = 10.16 \text{ mca}$$

**X** Presiones máxima y mínima en la subunidad

$$H_{\text{máx}} = \frac{P_{\text{máx}}}{\gamma} = \frac{P_D}{\gamma} = 10.88 \text{ mca}$$

$$H_{\text{mín}} = \frac{P_{\text{mín}}}{\gamma} = \frac{P_A}{\gamma} = 9.31 \text{ mca}$$

**X** Caudales máximo y mínimo en la subunidad

$$q_a = K \cdot H_a^x \rightarrow K = \frac{q_a}{H_a^x} = \frac{4}{10^{0.5583}} = 1.106$$

$$q_{\text{máx}} = K \cdot H_{\text{máx}}^x = 1.106 \cdot 10.88^{0.5583} = 4.1931 \text{ l/h}$$

$$q_{\text{mín}} = K \cdot H_{\text{mín}}^x = 1.106 \cdot 9.31^{0.5583} = 3.8431 \text{ l/h}$$

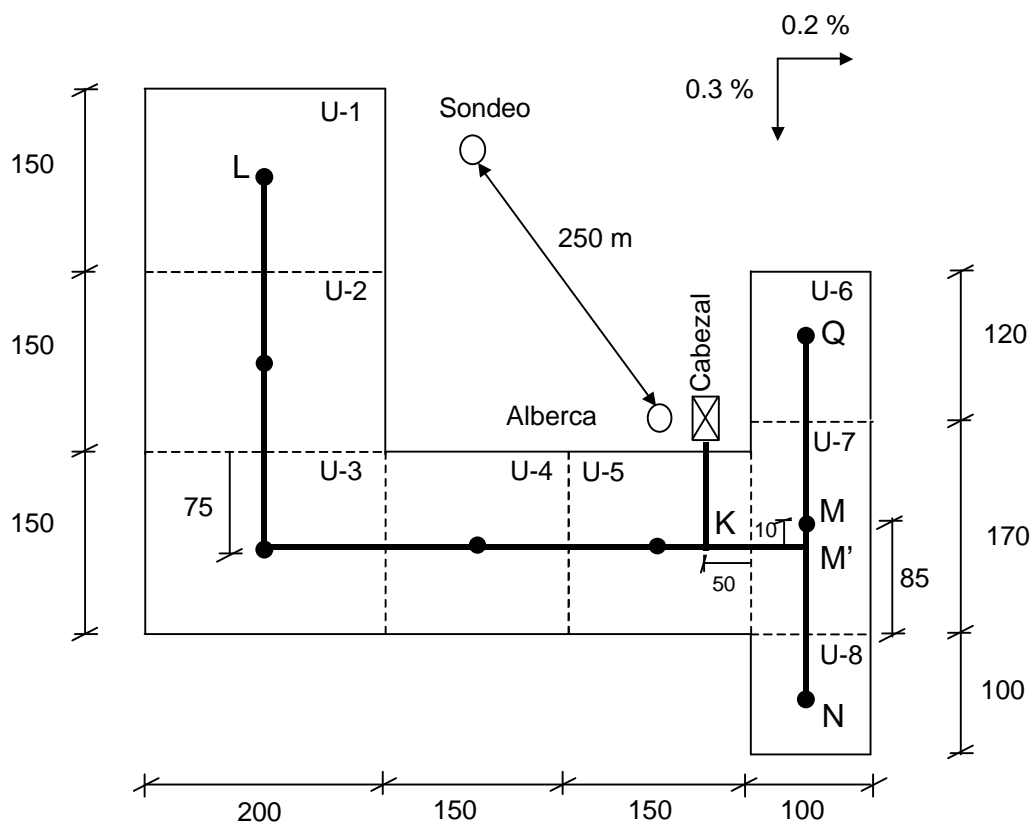
**X** Coeficiente de uniformidad absoluta (CU<sub>a</sub>) de la subunidad

$$CU_a = \left[ 1 - \frac{1.27 \cdot CV}{\sqrt{e}} \right] \cdot \frac{1}{2} \cdot \left[ \frac{q_{\text{mín}}}{q_a} + \frac{q_a}{q_{\text{máx}}} \right]$$

$$CU_a = \left[ 1 - \frac{1.27 \cdot 0.05}{\sqrt{1}} \right] \cdot \frac{1}{2} \cdot \left[ \frac{3.843}{4} + \frac{4}{4.193} \right] = 0.8966 \rightarrow 89.7\%$$

Se acepta el diseño por ser  $CU_a \approx 90\%$

### Cálculo de las tuberías secundarias



Referencia:

$J \ll 5\%$

$v$  entre 1 – 2 m/s

$h = a \cdot F \cdot J \cdot L$

$a = 1.15$

$F = 1$ , si hay una salida (1 subunidad riega sola)

**X** Caudales máximos requeridos en cada subunidad

Cálculo aproximado en función de sus superficies respecto a U-1; puede hacerse esta aproximación al conocer las exigencias de la subunidad más desfavorable. Lo correcto es calcular cada subunidad.

Subunidad	Superficie	Caudal
1,2 y 3	$150 \cdot 200 = 30000 \text{ m}^2 = 3 \text{ ha}$	$107 \text{ laterales} \cdot 2 \cdot 400 \text{ l/h} = 85.6 \text{ m}^3 / \text{h}$
4 y 5	2.25 ha	$85.6 \cdot \frac{2.25}{3} = 64.2 \text{ m}^3 / \text{h}$
6	1.2 ha	$85.6 \cdot \frac{1.2}{3} = 34.24 \text{ m}^3 / \text{h}$
7	1.7 ha	$85.6 \cdot \frac{1.7}{3} = 48.51 \text{ m}^3 / \text{h}$
8	1.0 ha	$85.6 \cdot \frac{1.0}{3} = 28.53 \text{ m}^3 / \text{h}$

Tramo KL

Este tramo debe ir en un solo  $\phi$ , ya que la subunidad más exigente es la más alejada del punto de abastecimiento K.

$$q = 85.6 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$L = 650 \text{ m}$$

**X**  $\phi$  óptimo:  $\phi 140$  ( $\phi_{\text{int}} = 131.8 \text{ mm}$ )

$$J = 0.473 \cdot \frac{Q^{1.75}}{D^{4.75}}$$

$$J = 0.473 \cdot \frac{85600^{1.75}}{131.8^{4.75}} = 1.73 \cdot 10^{-2}$$

$$h = a \cdot F \cdot J \cdot L = 1.15 \cdot 1 \cdot 1.73 \cdot 10^{-2} \cdot 650 = 12.93 \text{ mca}$$

$v = 1.74 \text{ m/s}$ ; (Usando las tablas de  $\phi$  óptimo sabemos el intervalo en que se encuentra  $v$ , por lo que no es preciso calcularla).

#### Tramo M'N

Caudal máximo; el de la parcela U-8,  $q = 28.53 \text{ m}^3/\text{h}$

$$L = 50 + 75 = 125 \text{ m}$$

$$\phi_{\text{óptimo}} = \phi_{90} (\phi_{\text{int}} = 84.6 \text{ mm})$$

$$J = 2.07 \cdot 10^{-2}$$

$$h = 2.98 \text{ mca}$$

$$v = 1.41 \text{ m/s}$$

#### Tramo M'M

Caudal máximo; el de la parcela U-7,  $q = 48.51 \text{ m}^3/\text{h}$

$$L = 10 \text{ m}$$

$$\phi_{\text{óptimo}} = \phi_{110} (\phi_{\text{int}} = 103.6 \text{ mm})$$

$$J = 2 \cdot 10^{-2}$$

$$h = 0.23 \text{ mca}$$

#### Tramo MQ

Caudal máximo; el de la parcela U-6,  $q = 34.24 \text{ m}^3/\text{h}$

$$L = 85 + 60 = 145 \text{ m}$$

$$\phi_{\text{óptimo}} = \phi 110 (\phi_{\text{int}} = 103.6 \text{ mm})$$

$$J = 1.09 \cdot 10^{-2}$$

$$h = 1.82 \text{ mca}$$

#### Tramo KM'

Caudal máximo; el de la parcela U-7,  $q = 48.51 \text{ m}^3/\text{h}$

$$L = 50 + 50 = 100 \text{ m}$$

$$\phi_{\text{óptimo}} = \phi 110 (\phi_{\text{int}} = 103.6 \text{ mm})$$

$$J = 2 \cdot 10^{-2}$$

$$h = 2.3 \text{ mca}$$

### Cálculo de la tubería primaria

#### Tramo K-Cabezal

Caudal máximo; el de la parcela U-1 = U-2 = U-3,  $q = 85.6 \text{ m}^3/\text{h}$

$$L = 85 \text{ m}$$

$$\phi_{\text{óptimo}} = \phi 140 (\phi_{\text{int}} = 131.8 \text{ mm})$$

$$J = 1.73 \cdot 10^{-2}$$

$$h = 1.69 \text{ mca}$$

*Nota:* No es preciso distinguir entre secundarias y primarias. Todas ellas pueden englobarse como “red principal”.

### Cálculo de la presión necesaria a la salida del cabezal

Se calcula para cada una de las subunidades la altura de presión que necesita para regarse correctamente, y que será la presión necesaria en su RP + las pérdidas de carga desde la RP hasta el cabezal de riego ± desnivel entre RP y el cabezal (el desnivel se suma si el agua tiene que subir para llegar a la subunidad y se resta en caso contrario).

La presión necesaria a la salida del cabezal será la presión que requiere la unidad más exigente, es decir, la presión más alta de las calculadas.

En esta ejercicio, como ya se ha razonado, no hay dudas sobre cual es la subunidad más desfavorable (la más lejana, de mayor superficie y más elevada), que es la U-1.

Para regar la subunidad U-1 se necesita una presión a la salida del cabezal de:

$$P = P_{RP} + h_{LK} + z_{LK} + h_{K-Cabezal} - z_{K-Cabezal}$$

$$P = 11 + 12.93 + \underbrace{0.3\% \cdot 300 + 0.2\% \cdot 350}_{z_{LK}} + 1.69 - 0.3\% \cdot 85 = 26.97 \text{ mca}$$

$$P = 26.97 \text{ mca}$$

### Cálculo de la Hm de grupo de bombeo del cabezal

Presión a la salida del cabezal	26.97 mca
Pérdida de carga en el filtro de arena	5.00
Pérdida de carga en el filtro de mallas	2.00
Pérdida de carga en puntos singulares	<u>2.00</u>
	<u>35.97 mca</u>

### Cálculo de la potencia del grupo de bombeo del cabezal

$$H_m = 35.97 \text{ mca}$$

$$Q = 85.6 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Rendimiento} = 70 \%$$

$$N = \frac{Q \cdot H_m}{270 \cdot \eta} = \frac{85.6 \cdot 35.97}{270 \cdot 0.7} = 16.29 \text{ c.v.}$$

### Cálculo de la potencia del grupo sumergido

**X** Pérdida de carga en la tubería de transporte sondeo – alberca

$$Q = 85.6 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$L = 250 \text{ m}$$

PVC - 6 atm

$$a = 1.15$$

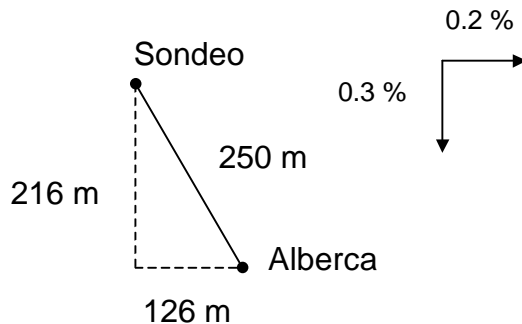
$$\phi_{\text{óptimo}} = \phi 140 (\phi_{\text{int}} = 131.8 \text{ mm})$$

$$J = 1.73 \cdot 10^{-2}$$

$$h = 4.97 \text{ mca}$$

### X Desnivel sondeo – alberca

El agua entra por la parte superior del depósito, que se supone (sin dato concreto) a 2 m. De la salida del sondeo a la parte alta del depósito habrá un desnivel:



$$0.3\% \cdot 216 + 0.2\% \cdot 126 - 2 = -1.1 \text{ m}$$

El depósito está 1.1 m más alto que el sondeo, luego esta altura deberá proporcionarla la Hm del sondeo.

### Pérdida de carga en la impulsión del sondeo

Nivel dinámico del pozo = 80 m

Bomba sumergida 85 m (en previsión de que pueda descender el nivel dinámico).

$$Q = 85.6 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$L = 85 \text{ m}$$

$$a = 1.20$$

$\phi$  recomendado = 125 mm (Prontuario)

$$J = 3.8 \%$$

$$v = 2.04 \text{ m/s}$$

$$h = 1.20 \cdot \frac{3.8}{100} \cdot 85 = 3.88 \text{ mca}$$

### Altura manométrica de la bomba

Desnivel pozo	85 m	
Pérdidas en tuberías de impulsión	3.88 mca	
Pérdidas en tuberías de transporte	4.97 mca	
Desnivel sondeo - alberca	<u>1.1 m</u>	(a vencer por la bomba)
	<u>94.95 mca</u>	

La potencia necesaria será:

$$N = \frac{Q \cdot H_m}{270 \cdot \eta} = \frac{85.6 \cdot 94.95}{270 \cdot 0.7} = 43 \text{ c.v.}$$

### Cálculo de los elementos del cabezal

**X** Filtro de arena

$$Q = 85.6 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Superficie filtrante} = \frac{85.6}{60} = 1.43 \text{ m}^2$$

siendo 60 el caudal filtrante medio para granulometría media, normal en goteo ( $\phi \approx 1 \text{ mm}$ ).

Superficie filtrante = 1.43 m<sup>2</sup>, a repartir entre 2 filtros de arena  
 $\frac{1.43}{2} = 0.72 \text{ m}^2$  cada filtro.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.72}{\pi}} = 0.96 \text{ m de } \phi \text{ cada uno, que habría que mayorar al elegir}$$

el  $\phi$  comercial inmediatamente superior. Se pondrían 2 filtros de  $\phi$  1 m.

También:

$$Q_{\text{diseño}} = 1.20 \cdot Q = 1.20 \cdot 85.6 = 102.72 \text{ m}^3 / \text{h}$$

$$S = \frac{102.72}{60} = 1.712 \rightarrow \frac{1.712}{2} = 0.856 \text{ m}^2 \text{ cada uno}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.856}{\pi}} = 1.04 \text{ m cada uno (sin mayorar más). Pondríamos 2}$$

filtros de 1 m de  $\phi$  cada uno.

**X** Filtro de mallas

$$Q = 85.6 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{\text{diseño}} = 1.20 \cdot Q = 1.20 \cdot 85.6 = 102.72 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Para un  $\phi$  paso del gotero  $\approx 1$  mm el orificio de malla será el correspondiente a 150 mesh.

$$\text{Superficie filtrante} = \frac{102.72 \text{ m}^3 / \text{h}}{446 \text{ m}^3 / \text{h} \cdot \text{m}^2} = 0.23 \text{ m}^2$$