Se dispone de una impulsión realizada con tubería de fibrocemento de 1,4 km de longitud y de Ø 200 mm. Dicha impulsión tiene un desnivel geométrico de 35 m. El caudal a transportar es de 40 l/s.

Se dispone de un rodete cuyos datos son:

Caudal	*Altura*	*Rendimiento*
$100\ m^3/h$	*15 m.c.a.*	*75%*
$160\ m^3/h$	*12,8 m.c.a.*	*81%*

El diámetro del rodete es de 214 mm.

Se pide:

a) *Determinar la ecuación de la curva característica de la conducción.*

b) *Determinar las ecuaciones de las curvas características del rodete.*

c) *Número de rodetes mínimo para poder transportar el agua.*

d) *Punto de funcionamiento de la bomba con el número de rodetes previamente determinado.*

e) *Recorte de rodete necesario en todos ellos para conseguir el punto de trabajo preciso.*

f) *Determinar las ecuaciones de las curvas características de la bomba multicelular con los rodetes ya recortados.*

Apartado a). Determinar la ecuación de la curva característica de la conducción.

$$H = H_G + k \cdot Q^2$$

$$h = \frac{6{,}94}{1000} \cdot 1400 = 9{,}716\ \text{m}$$

$$9{,}716 = k \cdot 40^2$$

$$k = 6{,}07 \cdot 10^{-3}$$

La ecuación de la conducción será:

$$H = 35 + 6{,}07 \cdot 10^{-3} \cdot Q^2 \ \ (\text{Q en l/s})$$

$$H = 35 + 4{,}68 \cdot 10^{-4} \cdot Q^2 \ \ (\text{Q en m}^3\text{/h})$$

Apartado b). Determinar las ecuaciones de las curvas características del rodete.

$$H_B = A + B \cdot Q^2$$

$$\eta = C \cdot Q + D \cdot Q^2$$

$$15 = A + B \cdot 100^2$$

$$12{,}8 = A + B \cdot 160^2$$

Restando a la primera ecuación la segunda, obtenemos:

$$2{,}2 = -15600 \cdot B$$

$$B = -1{,}41 \cdot 10^{-4}$$
$$A = 16{,}41$$

Para calcular C y D:

$$0{,}75 = C \cdot 100 + D \cdot 100^2$$

$$0{,}81 = C \cdot 160 + D \cdot 160^2$$

Multiplicando la primera ecuación por 1,6 y restándole la segunda, obtenemos:

$$-0{,}39 = 9600 \cdot D$$

$$D = -4{,}06 \cdot 10^{-5}$$
$$C = 1{,}156 \cdot 10^{-2}$$

Las ecuaciones serán:

$$H_B = 16{,}41 - 1{,}41 \cdot 10^{-4} \cdot Q^2 \quad (Q \text{ en } m^3/h)$$

$$\eta = 1{,}156 \cdot 10^{-2} \cdot Q - 4{,}06 \cdot 10^{-5} \cdot Q^2$$

Apartado c). Número de rodetes mínimo para poder transportar el agua.

La presión necesaria será:

$$H = 35 + 9{,}72 = 44{,}72 \text{ m}$$

La altura que proporciona cada rodete es:

$$H_B = 16{,}41 - 1{,}41 \cdot 10^{-4} \cdot 144^2 = 13{,}48 \text{ m}$$

Por tanto, el número de rodetes necesario será:

$$\frac{44{,}72}{13{,}48} = 3{,}32 \rightarrow 4 \text{ rodetes}$$

Apartado d). Punto de funcionamiento de la bomba con el número de rodetes previamente determinado.

$$H = 4 \cdot \left(16{,}41 - 1{,}41 \cdot 10^{-4} \cdot Q^2\right) = 65{,}64 - 5{,}64 \cdot 10^{-4} \cdot Q^2$$
$$65{,}64 - 5{,}64 \cdot 10^{-4} \cdot Q^2 = 35 + 4{,}68 \cdot 10^{-4} \cdot Q^2$$
$$30{,}64 = 1{,}032 \cdot 10^{-3} \cdot Q^2$$

El punto de funcionamiento será:

$$Q = 172{,}31 \, l/s$$
$$H = 48{,}90 \, m$$

Apartado e). Recorte de rodete necesario en todos ellos para conseguir el punto de trabajo preciso.

Ecuación característica de la bomba con 4 rodetes:

$$H = 65{,}64 - 5{,}64 \cdot 10^{-4} \cdot Q^2$$

El punto de funcionamiento deseado es (Q=144 m^3/h, H=44,72 m).

$$H = \lambda^2 \cdot a + \frac{b \cdot Q^2}{\lambda^2}$$

$$44{,}72 = 65{,}64 \cdot \lambda^2 - \frac{5{,}64 \cdot 10^{-4} \cdot 144^2}{\lambda^2}$$

$$44{,}72 \cdot \lambda^2 = 65{,}64 \cdot \lambda^4 - 11{,}695$$

$$65{,}64 \cdot \lambda^4 - 44{,}72 \cdot \lambda^2 - 11{,}695 = 0$$

$$\lambda^2 = \frac{44{,}72 \pm \sqrt{44{,}72^2 + 4 \cdot (65{,}64 \cdot 11{,}695)}}{2 \cdot 65{,}64} = 0{,}883$$

$$\lambda = \sqrt{0{,}883} = 0{,}94$$

$$\frac{D}{D_1} = 0{,}94$$

$$\frac{D}{214} = 0{,}94$$

El diámetro del nuevo rodete será 201,2 mm.

Apartado f). Determinar las ecuaciones de las curvas características de la bomba multicelular con los rodetes ya recortados.

Ecuación de la bomba con 4 rodetes:

$$H = 65{,}64 - 5{,}64 \cdot 10^{-4} \cdot Q^2$$

Ecuación de la bomba con los rodetes recortados:

$$H = 65{,}64 \cdot \lambda^2 - \frac{5{,}64 \cdot 10^{-4} \cdot Q^2}{\lambda^2}$$

$$H = 65{,}64 \cdot 0{,}88 - \frac{5{,}64 \cdot 10^{-4} \cdot Q^2}{0{,}88}$$

$$H = 57{,}76 - 6{,}41 \cdot 10^{-4} \cdot Q^2$$