

ANNEXES

Anejo 01 Cálculos Hidráulicos

ÍNDICE

1	CAUDAL DE PROYECTO	3
2	MÉTODOS DE CÁLCULO	3
3	CÁLCULO DEL BOMBEO	5
3.1	CÁLCULO	5
3.2	SELECCIÓN DE BOMBAS	6

1 CAUDAL DE PROYECTO

El caudal de proyecto ha sido proporcionado por la propiedad así como el valor de las pérdidas que se verá reflejado en el punto 3.

La EBAR Sa Coma I sirve a una superficie urbanizada aproximada de 16Ha, y sirve para enlazar este subsistema con los colectores principales a la EDAR de Sa Coma.

El caudal propuesto es de $108 \text{ m}^3/\text{h} \approx 30 \text{ l/s}$

2 MÉTODOS DE CÁLCULO

Las conducciones a presión se calculan con la ecuación de Darcy-Weisbach:

$$h = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

- f: coeficiente de fricción
- L: longitud tubería
- D: diámetro interior tubería

El coeficiente de fricción f se calcula por la fórmula explícita de Swamee-Jain, que da un resultado prácticamente igual a Colebrook en el rango de conducciones a calcular:

$$f = \frac{0,25}{\left(\log \left(\frac{r}{3,71 \cdot D} + \frac{5,74}{\text{Re}^{0,9}} \right) \right)^2}$$

$$\text{Re} = \frac{v \cdot D}{\eta}$$

- r: rugosidad
- Re: número de Reynolds
- η : viscosidad cinemática. Se toma = $1,3 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

Se añaden las pérdidas localizadas para válvulas, codos y piezas especiales, calculadas en proporción al cuadrado de la velocidad, con los coeficientes generalmente aceptados:

$$h = k \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Singularidad	k
Codo 90º	1
Codo 45º	0,4
Codo amplio 90º (según radio curvatura)	0,3 – 0,7
Válvula de compuerta, paso total, abierta	0,2
Válvula de retención, de bola	1,4
Conexión bomba	0,3
Conexión ventosa	0,3

Las pérdidas en piezas de cambio de diámetro se calculan por la expresión:

$$h = k \cdot \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g}$$

Se adopta k=0,5 para contracciones y k=1 para expansiones.

Las conducciones por gravedad, en lámina libre, se calculan por la fórmula de Manning:

$$v = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot J^{1/2}$$

- v: velocidad media del fluido
- n: coeficiente de rugosidad de Manning
- R: radio hidráulico de la sección mojada
- J: pendiente de la conducción

3 CÁLCULO DEL BOMBEO

3.1 CÁLCULO

Para el cálculo del punto de funcionamiento óptimo de la bomba, se han contemplado dos escenarios. El primero en la situación actual, con una tubería principal de fibrocemento de DN200. El segundo caso corresponde a la previsión de sustituir esta tubería por una de polietileno, cuya rugosidad es notablemente inferior.

El cálculo con el caudal de proyecto, supuesto suministrado por 2 bombas en modo de funcionamiento alternativo, aporta los siguientes resultados:

Caso con tubería principal actual (FC)

CÁLCULO HIDRÁULICO DE IMPULSIÓN				
DATOS GENERALES		SERVICIO: EBAR SA COMA I		
Gravedad (m/s²)	9,8	Bomba: FLYGT NP3127 MT; Imp. 220 mm; D 100 mm; 1,450 rpm; 5,9 kW		
Viscosidad (kg/m.s)	0,0013	Tubería de conducción a destino (T.P.): Fibrocemento DN 200 mm		
Densidad (kg/m³)	1000	Caudal proyecto (L/s)	30	
ALTURA GEOMÉTRICA (m)	2,5	Nº bombas funcionando	1	
DATOS TUBERÍA PRINCIPAL (T.P.)		CAUDAL (L/s)	22,2	33,3
Longitud (m)	700	Velocidad (m/s)	0,71	1,06
Diámetro (m)	0,2	Nº Reynolds	108824	163234
Rugosidad (mm)	0,4	Factor fricción f	0,0252	0,0247
Σ K pérdidas localizadas	3	Pérdida de carga por fricción (m)	2,25	4,96
Multiplicador fric. fangos	1	Pérdidas de carga localizadas (m)	0,08	0,17
		Σ PÉRDIDAS CARGA T.P. (m)	2,33	5,13
DATOS TUBERÍA INTERMEDIA (T.I.)		CAUDAL (L/s)	22,2	33,3
Longitud (m)	3	Velocidad (m/s)	0,71	1,06
Diámetro (m)	0,2	Nº Reynolds	108824	163234
Rugosidad (mm)	0,4	Factor fricción f	0,0252	0,0247
Σ K pérdidas localizadas	1,5	Pérdida de carga por fricción (m)	0,01	0,02
Multiplicador fric. fangos	1	Pérdidas de carga localizadas (m)	0,04	0,09
		Σ PÉRDIDAS CARGA T.I. (m)	0,05	0,11
DATOS TUBERÍA DE BOMBA (T.B.)		CAUDAL (L/s)	22,2222	33,333
Longitud (m)	4	Velocidad (m/s)	2,83	4,24
Diámetro (m)	0,1	Nº Reynolds	217648	326468
Rugosidad (mm)	0,4	Factor fricción f	0,0291	0,0289
Σ K pérdidas localizadas	3,5	Pérdida de carga por fricción (m)	0,48	1,06
Multiplicador fric. fangos	1	Pérdidas de carga localizadas (m)	1,43	3,22
		Σ PÉRDIDAS CARGA T.B. (m)	1,90	4,28
CONJUNTO DEL SISTEMA:		PÉRDIDA DE CARGA TOTAL (m)	6,78	12,02
CURVA DEL SISTEMA: CURVA DE LA BOMBA:		CAUDAL BOMBA (L/s)	22,2	33,3
		PÉRDIDA DE CARGA TOTAL (m)	6,78	12,02
		ALTURA (m)	13,1	11,1
		CAUDAL PUNTO FUNCIONAMIENTO (L/s)	32,1	
		ALTURA PUNTO FUNCIONAMIENTO (m)	11,3	
RESULTADOS		CAUDAL EN TUBERÍA PRINCIPAL (L/s)	32,1	
		VELOCIDAD EN TUBERÍA PRINCIPAL (m/s)	1.02	

Caso con tubería principal renovada (PE)

CÁLCULO HIDRÁULICO DE IMPULSIÓN				
DATOS GENERALES		SERVICIO: EBAR SA COMA I		
Gravedad (m/s ²)	9,8	Bomba: FLYGT NP3127 MT; Imp. 220 mm; D 100 mm; 1,450 rpm; 5,9 kW		
Viscosidad (kg/m.s)	0,0013	Tubería de conducción a destino (T.P.): PE-100 PN10 DN 250 mm		
Densidad (kg/m ³)	1000	Caudal proyecto (L/s)	30	
ALTURA GEOMÉTRICA (m)	2,5	Nº bombas funcionando	1	
DATOS TUBERÍA PRINCIPAL (T.P.)		CAUDAL (L/s)	33,3	44,4
Longitud (m)	700	Velocidad (m/s)	0,88	1,17
Diámetro (m)	0,22	Nº Reynolds	148395	197860
Rugosidad (mm)	0,25	Factor fricción f	0,0221	0,0217
Σ K pérdidas localizadas	3	Pérdida de carga por fricción (m)	2,76	4,82
Multiplicador fric. fangos	1	Pérdidas de carga localizadas (m)	0,12	0,21
		Σ PÉRDIDAS CARGA T.P. (m)	2,88	5,03
DATOS TUBERÍA INTERMEDIA (T.I.)		CAUDAL (L/s)	33,3	44,4
Longitud (m)	3	Velocidad (m/s)	1,06	1,41
Diámetro (m)	0,2	Nº Reynolds	163234	217646
Rugosidad (mm)	0,4	Factor fricción f	0,0247	0,0244
Σ K pérdidas localizadas	1,5	Pérdida de carga por fricción (m)	0,02	0,04
Multiplicador fric. fangos	1	Pérdidas de carga localizadas (m)	0,09	0,15
		Σ PÉRDIDAS CARGA T.I. (m)	0,11	0,19
DATOS TUBERÍA DE BOMBA (T.B.)		CAUDAL (L/s)	33,333	44,444
Longitud (m)	4	Velocidad (m/s)	4,24	5,66
Diámetro (m)	0,1	Nº Reynolds	326468	435291
Rugosidad (mm)	0,4	Factor fricción f	0,0289	0,0288
Σ K pérdidas localizadas	3,5	Pérdida de carga por fricción (m)	1,06	1,88
Multiplicador fric. fangos	1	Pérdidas de carga localizadas (m)	3,22	5,72
		Σ PÉRDIDAS CARGA T.B. (m)	4,28	7,60
CONJUNTO DEL SISTEMA:		PÉRDIDA DE CARGA TOTAL (m)	9,76	15,32
CURVA DEL SISTEMA: CURVA DE LA BOMBA:		CAUDAL BOMBA (L/s)	33,3	44,4
		PÉRDIDA DE CARGA TOTAL (m)	9,76	15,32
		ALTURA (m)	11,1	9,1
		CAUDAL PUNTO FUNCIONAMIENTO (L/s)	35,5	
		ALTURA PUNTO FUNCIONAMIENTO (m)	10,7	
RESULTADOS		CAUDAL EN TUBERÍA PRINCIPAL (L/s)	35,5	
		VELOCIDAD EN TUBERÍA PRINCIPAL (m/s)	0,93	

3.2 SELECCIÓN DE BOMBAS

Por tanto se necesitan bombas que puedan impulsar un caudal de 32,1 l/s a 11,3 m.c.a. y/o 35,5 l/s a 10,7 m.c.a.

Se descarta utilizar bombas que funcionen a más de 1.500 rpm, por motivos de fiabilidad.

Se selecciona la siguiente bomba como una de las que puede hacer el servicio indicado:

- Marca y modelo: Flygt NP 3127 MT
- Diámetro impulsor: 220 mm
- Diámetro salida: 100 mm
- Potencia motor: 5,9 kW
- Velocidad: 1.450 rpm

A continuación se muestra la curva Q-H de la bomba y los puntos de funcionamiento requeridos.

NP 3127 MT 3~ Adaptive 437
Duty Analysis

