

ANEJO Nº 11 – DISEÑO HIDRÁULICO

ÍNDICE

1. OBJETIVO	1
2. ESTADO ACTUAL	1
3. ESTUDIO DE SOLUCIONES	2
3.1 DATOS PREVIOS DE CAUDALES	2
3.2 RECOGIDA DE VERTIDOS.....	2
3.2.1 <i>Dimensionamiento del aliviadero.....</i>	<i>2</i>
3.3 COLECTOR DE AGRUPACIÓN DE VERTIDOS.....	3
3.4 ESTACIÓN DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES DE CABECERA	4
3.5 CÁLCULO DE ALIVIOS DE LA EDAR	5
3.5.1 <i>Alivio en obra de llegada.....</i>	<i>5</i>
3.5.2 <i>Alivio a la salida del pretratamiento</i>	<i>5</i>
3.5.3 <i>Alivio en pozo de bombeo de alimentación a 1ª etapa de biológico.....</i>	<i>6</i>
3.5.4 <i>Alivio en arqueta de reunión de salida de 1ª etapa de biológico</i>	<i>6</i>
3.5.5 <i>Alivio en pozo de bombeo de alimentación a 2ª etapa de biológico.....</i>	<i>6</i>
3.6 ESTACIÓN DE BOMBEO DE ALIMENTACIÓN A PRIMERA ETAPA DEL BIOLÓGICO.....	6
3.7 ESTACIÓN DE BOMBEO DE ALIMENTACIÓN A SEGUNDA ETAPA DEL BIOLÓGICO.....	6
3.8 CÁLCULO HIDRÁULICO RED DE BY-PASS / ALIVIOS.....	6
3.9 DISEÑO HIDRÁULICO DE LA EDAR	7
3.10 COLECTOR DEL EFLUENTE.....	7
4. CONCLUSIONES	7
APÉNDICE 1.- DIMENSIONAMIENTO DE BOMBEO.....	8
BOMBEO DE CABECERA	9
BOMBEO DE ALIMENTACIÓN A PRIMERA ETAPA DE BIOLÓGICO	10
BOMBEO DE ALIMENTACIÓN A SEGUNDA ETAPA DE BIOLÓGICO.....	11
APÉNDICE 2.- CÁLCULO DE LÍNEA PIEZOMÉTRICA.....	12

1. OBJETIVO

En el presente anejo se realizan los cálculos hidráulicos de la conducción de agrupación de vertidos y su bombeo (EBAR de cabecera) así como el análisis de la línea de agua de la EDAR y la salida del efluente. Se dimensionarán también en el presente anejo los aliviaderos necesarios, así como la red general de alivio/by-pass de la EDAR.

Estos cálculos se realizan con el fin de garantizar un correcto funcionamiento hidráulico de todos los elementos que conforman las instalaciones.

2. ESTADO ACTUAL

Actualmente, y tras las obras ejecutadas recientemente por la Diputación de Jaén en cuanto a la agrupación de vertidos del núcleo de Escañuela, el estado es el siguiente:

- Existencia de una canalización de hormigón en masa de diámetro nominal 800 mm que recoge las aguas, tanto fecales como pluviales, del núcleo principal de Escañuela. Su inicio se encuentra bajo el paso superior de la Calle D. Andrés Rodríguez Bueno en una arqueta registrable. Este colector discurre bajo la losa de dicho encauzamiento hasta una cámara situada al final del mismo. Las cotas de la rasante en el punto de inicio y el de final son 300,39 m.s.n.m. y 299,29 m.s.n.m., respectivamente.



- Este primer tramo vierte sus aguas a una arqueta tal y como se muestra en la siguiente imagen.



- A partir de esta arqueta, ejecutada sin registro alguno por lo que no es visitable, se ha podido saber que existe un salto en la rasante. A la salida de dicha arqueta, se han instalado dos canalizaciones en paralelo. La primera, dedicada a llevar las aguas hasta el punto de vertido, del mismo material y sección que la anterior, y la segunda materializada con Polietileno de Doble Pared y diámetro 630 mm. La rasante de la segunda, es superior a la de la primera, por lo que "ayuda" a desaguar en caso de episodios de lluvia. Ambas canalizaciones discurren en paralelo hasta el punto de vertido a lo largo de unos 130 metros. A partir de la topografía, se ha podido conocer que la pendiente media de la canalización de hormigón recientemente instalada es de aproximadamente el 1%.
- En el punto de vertido, se ejecutó una especie de registro/arqueta registrable con un lateral abierto al cauce tal y como se puede observar en la imagen adjunta.



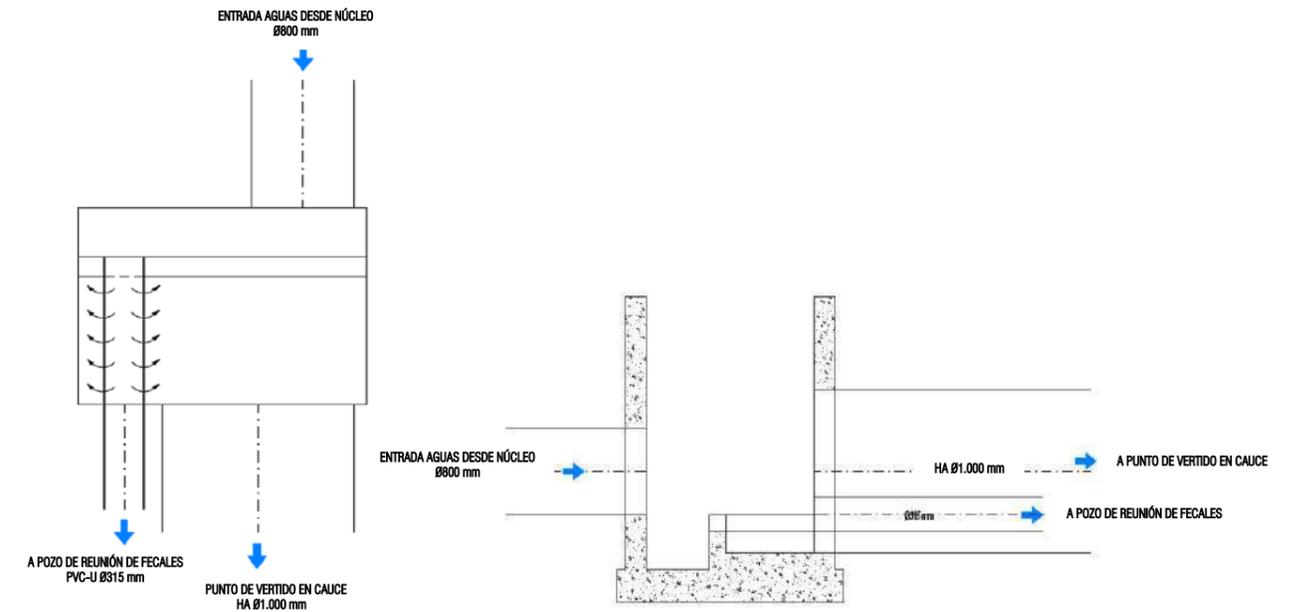
Por otro lado, de barrio sur provienen dos canalizaciones de la red separativa que posee.

3. ESTUDIO DE SOLUCIONES

3.1 DATOS PREVIOS DE CAUDALES

Se adjuntan a continuación los caudales estimados para su utilización en el presente anejo.

	AAVV Y EDAR ESCAÑUELA			
	Año 2020		Año horizonte (2045)	
	Invierno	Verano	Invierno	Verano
Población				
Población (hab)	953	1.192	989	1.237
Caudales				
Dotación saneamiento (l/hab x día)	250	250	250	250
Caudal diario (m ³ /día)	238,25	298,00	247,25	309,25
Caudal medio (m ³ /hora)	9,93	12,42	10,30	12,89
(l/s)	2,76	3,45	2,86	3,58
Factor punta adoptado	2,40	2,40	2,40	2,40
Caudal punta biológico (m ³ /hora)	23,83	29,80	24,73	30,93
(l/s)	6,62	8,28	6,87	8,59
Coefficiente caudal máximo	5	5	5	5
Caudal máximo pretratamiento (m ³ /hora)	49,64	62,08	51,51	64,43
(l/s)	13,79	17,25	14,31	17,91



Las aguas procedentes del núcleo acceden al aliviadero cayendo a la primera cámara de profundidad 50 cm la cual permite disminuir su velocidad de llegada.

3.2 RECOGIDA DE VERTIDOS

A partir de lo comentado anteriormente, la solución propuesta consiste en la implantación de un aliviadero junto a la arqueta no registrable (donde la rasante de la nueva canalización de hormigón instalada por Diputación de Jaén es de 299,29 m.s.n.m.). Este aliviadero permitirá eliminar las aguas pluviales en periodos de lluvia y estará diseñado de manera que sólo permita el paso a la agrupación de vertidos a un caudal correspondiente a 5Q_m (17,91 l/s para el año horizonte).

Este aliviadero contará con una entrada de la canalización que proviene del núcleo de Escañuela y dos salidas correspondientes a la canalización de PVC-U de Ø315mm de agrupación de vertidos y a la canalización de hormigón armado Ø1.000 mm encargada de verter las pluviales en el punto de vertido actual. A partir de este aliviadero la red ya se considera separativa.

El diseño que se ha previsto para el aliviadero es el de dotarlo de dos cámaras, tal y como se refleja en croquis adjunto.

Los caudales inferiores al 5Q_m irán pasando por la media caña dispuesta hasta la canalización Ø315 mm que las dirigirá hasta el pozo de reunión de aguas residuales núcleo principal-barrio sur. Cuando el caudal de llegada sea superior a 5Q_m, saltará por el labio de la media caña o por encima del murete previsto, pasando al nuevo colector de alivio de Ø1.000 mm.

A través de esta solución, es posible agrupar las aguas fecales con las que provienen del barrio sur y tras cruzar le cauce continuar hacia la EDAR para el tratamiento de dichas aguas residuales, (Q_{max}: 5 Q_m); y asimismo evacuar las pluviales en exceso al punto de vertido en el cauce.

3.2.1 DIMENSIONAMIENTO DEL ALIVIADERO

En relación a este aspecto, lo primero es conocer el caudal que procede del núcleo para una lluvia caída sobre el mismo para un periodo de retorno de 10 años, valor habitual para dimensionar este tipo de infraestructuras. Aplicando el método racional, de manera análoga a lo expuesto en el Anejo nº5 del presente documento, para una superficie de cuenca vertiente de 137.013 m², una longitud de 730 m y una pendiente media del 2%, se obtiene un caudal máximo para dicho periodo de retorno de 1.310 l/s. Tomando, para el caso más desfavorable, simultáneamente Q_{T10} + Q_m = 1.310 l/s + 3,58 l/s = 1.313,58 l/s, éste será el caudal máximo que puede provenir del núcleo de Escañuela.

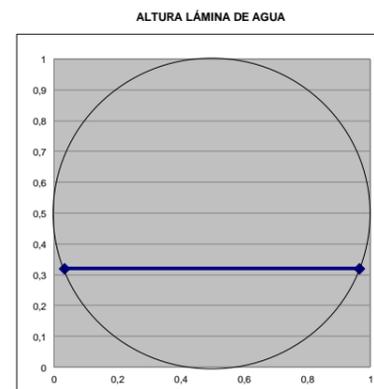
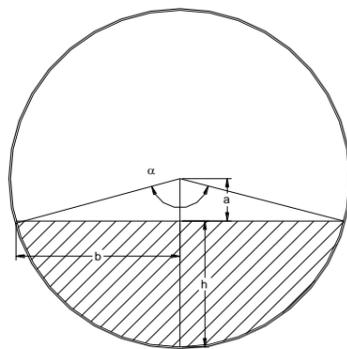
De estos 1.313,58 l/s (Qmax), 17,91 l/s deberán pasar al colector de recogida (PVC-U Ø315 mm) y el resto (1.295,67 l/s) ser aliviados por la canalización de hormigón armado Ø1.000 mm.

Para ello, se ha de calcular la cota de instalación de la rasante de la canalización de agrupación, cortada a media caña, de manera que sea capaz de llevar como máximo un caudal de 17,91 l/s, a partir del cual cualquier caudal superior vierte a la cámara de recogida de la canalización Ø1.000 mm. Se adjunta a continuación un cálculo mediante la aplicación de la fórmula de Manning para una pendiente del 0,5%.

CALCULO HIDRAULICO CONDUCCION (FORMULA DE MANNING)

nº tubos	Ø (mm)	R	α	a	b	SEC	PER	Rh	J (m/m)	n	VEL (m/s)	h (m)	CAUDAL (l/s)
1	300	0,15	138	0,05	0,14	0,02	0,36	0,0540	0,0050	0,011	0,92	0,096	17,91

$240=3/4h$



Ø = Diámetro (mm) PER = Perím. mojado (m2) n = Coef. de Manning
 R = Radio (m) Rh = Radio hidráulico (m) h = Calado (m)
 SEC = Área mojada (m2) J = Pendiente (m/m)

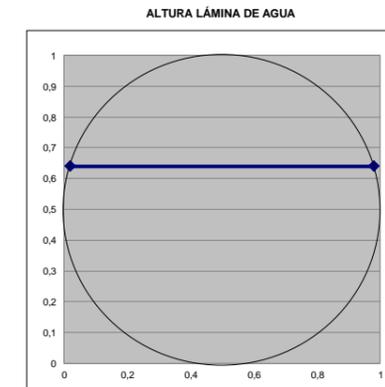
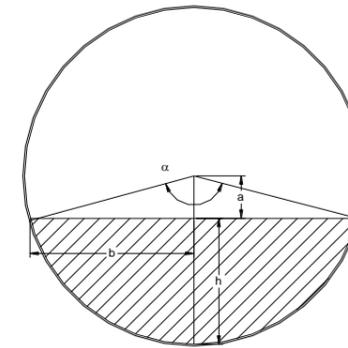
Tomando que la media caña se sitúa a la cota de rasante del tubo de llegada (299,29 m.s.n.m.), la rasante de instalación de la misma se situará a la cota $299,29 - 0,096 = 299,194$ m.s.n.m.

Finalmente, se ha de comprobar que la canalización de hormigón armado de Ø1.000 mm es capaz de transportar todo el caudal de alivio correspondiente a los 1.295,67 l/s calculados anteriormente. Ésta sustituirá a la canalización de hormigón en masa de Ø800 mm (instalada actualmente con una pendiente del 1%). Para cumplir con la necesidad de que la rasante de la nueva canalización llegue a una cota inferior que a la de entrada de las aguas para permitir el alivio, se instalará la nueva tubería de Ø1.000 mm con una pendiente del 0,5% de manera que llegue a la actual cota de vertido (298 m.s.n.m.). Esto permite obtener un resguardo de caída de 64 cm en el interior del aliviadero.

CALCULO HIDRAULICO CONDUCCION (FORMULA DE MANNING)

nº tubos	Ø (mm)	R	α	a	b	SEC	PER	Rh	J (m/m)	n	VEL (m/s)	h (m)	CAUDAL (l/s)
1	1000	0,50	213	-0,14	0,48	0,53	1,85	0,2862	0,0050	0,012	2,56	0,640	1358,33

$240=3/4h$



Ø = Diámetro (mm) PER = Perím. mojado (m2) n = Coef. de Manning
 R = Radio (m) Rh = Radio hidráulico (m) h = Calado (m)
 SEC = Área mojada (m2) J = Pendiente (m/m)

Como es posible comprobar, para un calado de 64 cm, la canalización propuesta es capaz de transportar un caudal de 1.358,33 l/s, superior al necesario por lo que esta condición es válida.

También se puede comprobar que la velocidad en dicho caso es de 2,56 m/s, inferior a la máxima recomendada para este tipo de canalizaciones.

3.3 COLECTOR DE AGRUPACIÓN DE VERTIDOS

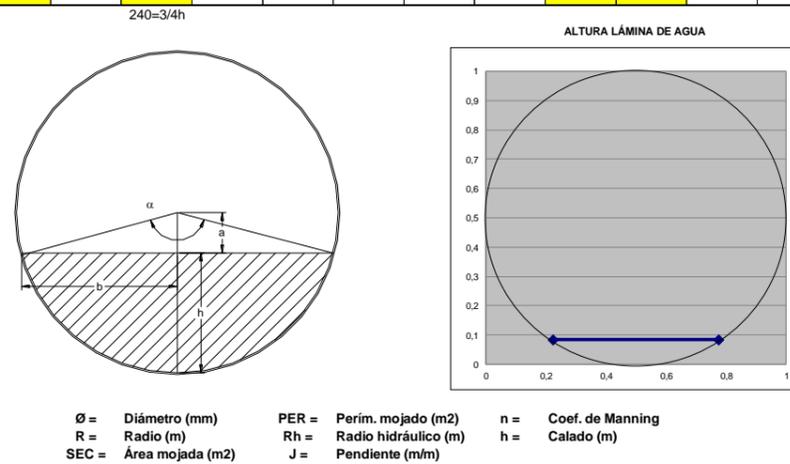
Es el encargado de llevar las aguas fecales (como máximo 5 veces el caudal medio) hasta la EBAR. Se ha previsto una canalización de PVC-U de 315 mm de diámetro nominal por gravedad cuyo trazado queda reflejado en el Documento nº2 de Planos, que parte desde el pozo de reunión de fecales hasta el pozo de bombeo.

Este colector comienza en el pozo de resalto, coincidente con el pozo de reunión de fecales, que permite la instalación de la canalización a una profundidad de 1,5 metros respecto al lecho del cauce anexo, tal y como recomienda la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir. A partir de ahí, se ha diseñado con una pendiente constante de 0,5% en toda su longitud arrojando los siguientes resultados en aplicación de la fórmula de Manning.

Para caudal mínimo

CALCULO HIDRAULICO CONDUCCION (FORMULA DE MANNING)

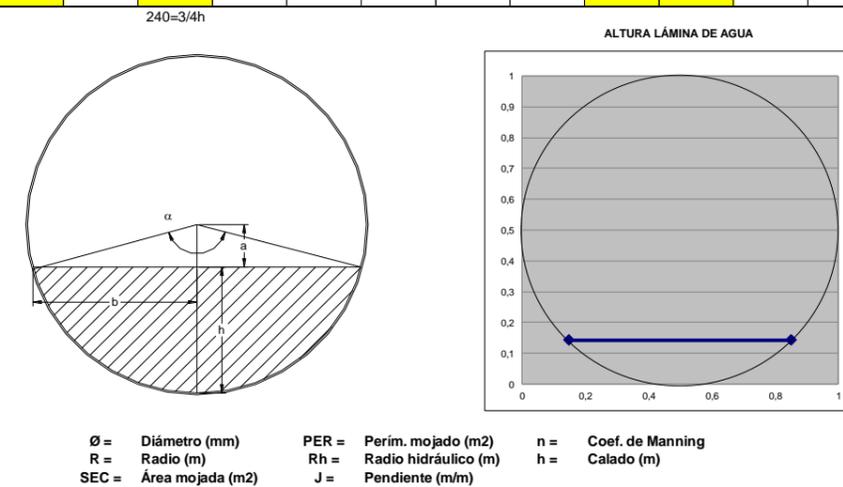
nº tubos	Ø (mm)	R	α	a	b	SEC	PER	Rh	J (m/m)	n	VEL (m/s)	h (m)	CAUDAL (l/s)
1	300	0,15	67	0,13	0,08	0,00	0,18	0,0160	0,0050	0,011	0,41	0,025	1,15



Para caudal medio en año horizonte

CALCULO HIDRAULICO CONDUCCION (FORMULA DE MANNING)

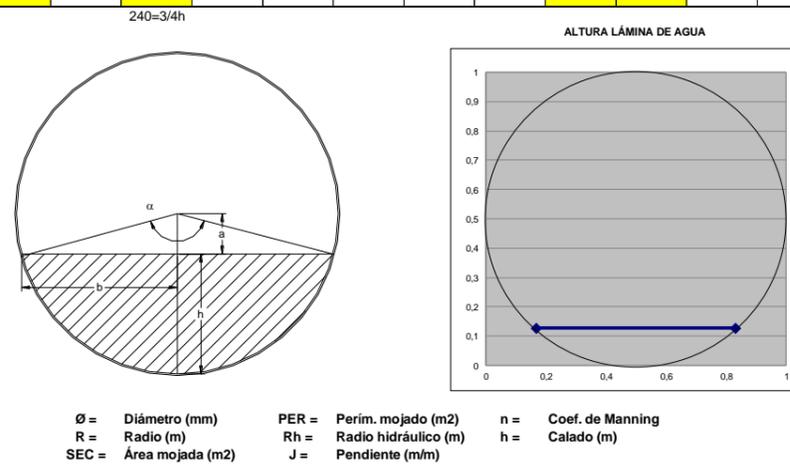
nº tubos	Ø (mm)	R	α	a	b	SEC	PER	Rh	J (m/m)	n	VEL (m/s)	h (m)	CAUDAL (l/s)
1	300	0,15	89	0,11	0,11	0,01	0,23	0,0267	0,0050	0,011	0,57	0,043	3,58



Para caudal medio en año de puesta en servicio

CALCULO HIDRAULICO CONDUCCION (FORMULA DE MANNING)

nº tubos	Ø (mm)	R	α	a	b	SEC	PER	Rh	J (m/m)	n	VEL (m/s)	h (m)	CAUDAL (l/s)
1	300	0,15	83	0,11	0,10	0,01	0,22	0,0238	0,0050	0,011	0,53	0,038	2,76



Para caudal máximo en año horizonte EBAR (5 Q_m)

Calculada anteriormente.

3.4 ESTACIÓN DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES DE CABECERA

Como se ha comentado, se ha previsto una EBAR la cual impulsará las aguas a tratar hasta la obra de llegada de la EDAR. La necesidad de la implantación de esta EBAR radica en que, si el colector de agrupación de vertidos se instalara con una pendiente del 0,5%, ésta llegaría a la EDAR con profundidades de zanja muy importantes.

Por ello, el colector vierte las aguas residuales al pozo de bombeo a una cota de 294,07 m.s.n.m. El pozo de bombeo estará materializado en fibra de vidrio reforzada con polímero (GRP), será circular de 1,2 metros de diámetro y contará con 5 metros de profundidad.

Se ha previsto la instalación de dos bombas (1+1 de reserva). Se adjunta en el apéndice 1 el cálculo realizado para la obtención de las características de las bombas.

Tras conversaciones mantenidas con empresa especialista, las bombas propuestas en el correspondiente anejo cuentan con una tecnología sin limitación de arranques por hora pudiendo así reducir las dimensiones del pozo de bombeo y el tiempo de retención de las aguas residuales en el mismo, por lo que se reducen igualmente los olores que puedan generarse.

La tubería de impulsión estará materializada por PVC-O de 140 mm de diámetro nominal hasta su llegada a la arqueta de entrada de la EDAR a una cota de vertido de 296 m.s.n.m.

3.5 CÁLCULO DE ALIVIOS DE LA EDAR

En este apartado se procede al cálculo y dimensionamiento de los distintos aliviaderos que componen la línea de agua de la EDAR de Escañuela. Los aliviaderos contemplados en la EDAR son los siguientes:

- Alivio en obra de llegada
- Alivio a la salida del pretratamiento
- Alivio en pozo de bombeo de alimentación a 1ª etapa de biológico
- Alivio en arqueta de reunión de salida de 1ª etapa de biológico
- Alivio en pozo de bombeo de alimentación a 2ª etapa de biológico

3.5.1 ALIVIO EN OBRA DE LLEGADA

En este primer caso, se dotará a la obra de llegada de un aliviadero consistente en una canalización de PVC-U de 250 mm de diámetro nominal embutida en hormigón en masa que conecte la arqueta de llegada con la arqueta de cabecera de la red de by-pass de la EDAR.

El alivio se situará en un alzado de la obra de llegada a una cota tal que quede por encima de la salida de las aguas a tratar hacia el pretratamiento y por debajo de la cota de llegada de la canalización de impulsión de cabecera.

3.5.2 ALIVIO A LA SALIDA DEL PRETRATAMIENTO

Este alivio estará situado entre la planta de pretratamiento compacto prevista y el pozo de bombeo de la primera etapa de humedales artificiales de flujo subsuperficial vertical (HAFSSV).

Este alivio debe dimensionarse para que sea capaz de eliminar el volumen de aguas sobrantes generadas por la diferencia entre el caudal de diseño del pretratamiento (5 Q_m) y el caudal punta de diseño (2,4 Q_m). Por ello, deberá aliviar un caudal igual a:

$$Q_{aliv} = 2,6 Q_m = 9,31 \text{ l/s}$$

Se ha previsto un aliviadero consistente en el corte a media caña de la conducción que comunica la salida del pretratamiento con el bombeo de la primera etapa de HAFSSV. Este tramo de canalización cortada será alojado en una arqueta de dimensiones interiores de 1 x 0,5 m (longitud x anchura), cuyo fondo estará dotado de una pendiente del 2% que llevará el agua aliviada hasta el punto bajo de dicha arqueta donde se situará la salida de la conducción que llevará estas aguas hasta la red de by-pass.

El procedimiento de dimensionamiento del aliviadero es el siguiente:

A) Cálculo de las características del flujo de entrada:

- 1) Calado de flujo: utilizando las tablas de Thormann y Franke para un valor de Q = 17,91 l/s el calado del flujo dn es igual a 123 mm.
- 2) Velocidad: utilizando las tablas de Thormann y Franke, la velocidad Vn es igual a 0,93 m/s.
- 3) Tipo de flujo: la siguiente ecuación empírica nos permite calcular el calado crítico (m) en una tubería circular de diámetro D (en metros) cuando circula un caudal Q (m³/s).

$$d_c = 0.483 \left(\frac{Q}{D} \right)^{2/3} + 0.083D$$

- 4) Aplicando esta ecuación para Q = 0,01791 m³/s y un diámetro D = 0,190 m el calado crítico dc es 115,81 mm. El flujo es, por tanto, subcrítico ya que dn > dc.

B) Cálculo de las características del flujo de salida:

- 5) Calado de flujo: Para un valor Q = 8,59 l/s, el calado del flujo dn es igual a 79 mm. Puesto que debe retenerse todo el caudal en tiempo seco, la altura c del vertedero será de al menos 79 mm por encima del fondo de la tubería.
- 6) Velocidad: utilizando las tablas de Thormann y Franke, la velocidad Vn es igual a 0,77 m/s.

C) Cálculo del vertedero:

- 7) Cálculo de la energía específica Ew usando la ecuación siguiente en el extremo de aguas arriba del vertedero:

$$E_w = 1.2 \frac{V_n^2}{2g} + (d_n - c)$$

$$E_w = 0,08026$$

- 8) Cálculo de c/Ew:

$$c/E_w = 0,079 / 0,08026 = 0,984$$

9) Cálculo de la longitud requerida de vertedero.

$$L = 2,03B*(5,28-2,63*c/Ew) = 2,03*0,190*(5,28-2,63*0,984) = 1,038 \text{ m}$$

Así pues, suponiendo una altura de vertedero de 79 mm sobre la altura de la tubería y una longitud de umbral de 1,5 metros > 1,038 m (Vertedero bilateral de 0,75 metros de longitud), se permite el paso del caudal punta (2,4 Q_m) hacia el biológico y el desagüe del resto de caudal hasta el caudal máximo (5 Q_m) hacia la red de by-pass general de la EDAR.

3.5.3 ALIVIO EN POZO DE BOMBEO DE ALIMENTACIÓN A 1ª ETAPA DE BIOLÓGICO

El pozo del bombeo de alimentación a la primera etapa de los HAFSsV contará con un aliviadero consistente en un orificio el cual será conectado igualmente con la red de by-pass. La existencia de este aliviadero radica en la necesidad de que en caso de que la instalación de impulsión deje de funcionar, las aguas puedan salir antes de llegar a la cota de entrada al mismo y generar flujo en dirección inversa al diseño de la línea de agua de la EDAR.

3.5.4 ALIVIO EN ARQUETA DE REUNIÓN DE SALIDA DE 1ª ETAPA DE BIOLÓGICO

Se dispondrá alivio materializado por conducción que conecta dicha arqueta con la red de by-pass y cuya entrada estará a la misma cota del fondo de la arqueta para dotar de elemento de vaciado a la misma. La necesidad de este alivio, que estará normalmente fuera de servicio mediante la instalación de una compuerta manual, radica en la dotación a la instalación de que las aguas tratadas en la primera etapa no puedan pasar a la segunda etapa por algún motivo.

3.5.5 ALIVIO EN POZO DE BOMBEO DE ALIMENTACIÓN A 2ª ETAPA DE BIOLÓGICO

Este alivio sería equivalente al comentado en el apartado 1.4.3. Sin embargo, en este caso, no se contempla su necesidad puesto que, en caso de fallo en el sistema de bombeo, el agua retrocederá por la canalización de alimentación hasta el aliviadero de la arqueta previa.

3.6 ESTACIÓN DE BOMBEO DE ALIMENTACIÓN A PRIMERA ETAPA DEL BIOLÓGICO

Esta EBAR se dimensiona según lo expuesto en el Anejo nº10, en el cual queda reflejado que las bombas de impulsión deben dimensionarse para un caudal de bombeo de 100 m³/h.

Adicionalmente, se conoce que la cota de la losa de la arqueta de impulsión es la correspondiente a 291,70 m.s.n.m, la cota mínima de la lámina de agua corresponde a 291,95 m.s.n.m. y la cota de impulsión corresponde a 294,2 m.s.n.m. Por tanto, el desnivel geométrico de la impulsión es de 2,25 metros a los que hay que sumar la altura generada por las pérdidas de

carga en las conducciones y en la propia estación de bombeo. Con todo ello, para esta impulsión la altura manométrica es de 4,41 m.c.a.

Para el caudal de diseño y dicha altura manométrica, las bombas deben contar con una potencia de 2 kW. En el apéndice 1 se adjuntan los cálculos justificativos.

Se dispondrán dos bombas, cuyas tuberías de impulsión se encuentran conectadas por electroválvula que permite en caso de necesidad utilizar cada una para la alimentación de cualquier celda de los humedales.

3.7 ESTACIÓN DE BOMBEO DE ALIMENTACIÓN A SEGUNDA ETAPA DEL BIOLÓGICO

De manera análoga al bombeo de la primera etapa, esta EBAR se dimensiona según lo expuesto en el Anejo nº10, en el cual queda reflejado que las bombas de impulsión deben dimensionarse para un caudal de bombeo de 50 m³/h.

Se conoce que la cota de la losa de la arqueta de impulsión es la correspondiente a 290,50 m.s.n.m, la cota mínima de la lámina de agua corresponde a 290,75 m.s.n.m. y la cota de impulsión corresponde a 292,50 m.s.n.m. Por tanto, el desnivel geométrico de la impulsión es de 2 metros a los que hay que sumar la altura generada por las pérdidas de carga en las conducciones, en la propia estación de bombeo y la presión de servicio de 0,3 m.c.a. de la que hay que dotar esta impulsión. Con todo ello, para esta impulsión la altura manométrica es de aproximadamente 4,19 m.c.a.

Para el caudal de diseño y dicha altura manométrica, las bombas deben contar con una potencia de 1 kW. En el apéndice 1 se adjuntan los cálculos justificativos.

Al igual que para la primera etapa, se dispondrán dos bombas cuyas tuberías de impulsión se encuentran conectadas por electroválvula que permite en caso de necesidad utilizar cada una para la alimentación de cualquier celda de los humedales.

3.8 CÁLCULO HIDRÁULICO RED DE BY-PASS / ALIVIOS

En este apartado se calcula la red interior de la EDAR en la que vierten todos los alivios previstos de los distintos elementos.

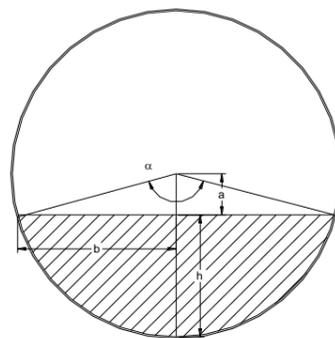
El caudal máximo que deberá transportar esta conducción, en el caso más desfavorable, es el caudal máximo que puede transportar la conducción de impulsión de entrada a la EDAR o lo que es lo mismo 5 veces el caudal medio (17,91 l/s).

Como se ha podido comprobar en apartados anteriores, los posibles caudales de alivio son bastante pequeños en relación a la capacidad de la que se ha dotado a la red de by-pass con las canalizaciones y pendiente de las mismas. Por tanto, se puede afirmar que esta red queda sobredimensionada ya que con las conducciones mínimas previstas son capaces de transportar caudales mucho mayores. A continuación, se adjunta a modo de comprobación el tramo más desfavorable (menor pendiente) de los que la componen.

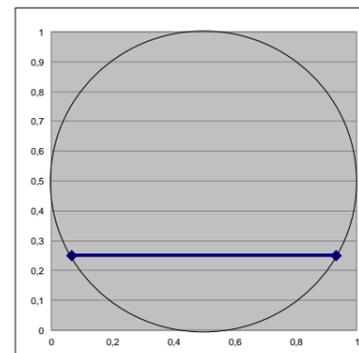
CALCULO HIDRAULICO CONDUCCION (FORMULA DE MANNING)

nº tubos	Ø (mm)	R	α	a	b	SEC	PER	Rh	J (m/m)	n	VEL (m/s)	h (m)	CAUDAL (l/s)
1	300	0,15	120	0,07	0,13	0,01	0,31	0,0441	0,0130	0,011	1,29	0,075	17,91

$240=3/4h$



ALTURA LÁMINA DE AGUA



- Ø = Diámetro (mm)
- R = Radio (m)
- SEC = Área mojada (m²)
- PER = Perim. mojado (m)
- Rh = Radio hidráulico (m)
- J = Pendiente (m/m)
- n = Coef. de Manning
- h = Calado (m)

3.9 DISEÑO HIDRÁULICO DE LA EDAR

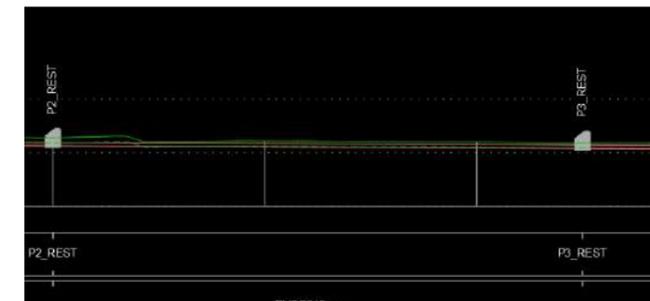
Adicionalmente a todo lo anterior y en relación con el funcionamiento hidráulico de la EDAR, las conexiones entre la obra de llegada y pretratamiento, el pretratamiento y el pozo de bombeo de la primera etapa, la red de desagüe de ambas etapas de humedales así como la conexión de la arqueta de salida – toma de muestras con el colector del efluente, se han previsto que se materialicen con canalizaciones de PVC-U enterradas con pendiente mínima de 0,5%, salvo en los tramos donde deban disponerse los caudalímetros. Los caudalímetros se dispondrán en arquetas enterradas o semienterradas en las que se evite la entrada de agua de lluvia que altere las medidas de aquéllos.

Como conclusión, se puede afirmar que para los caudales a tratar que se estiman y las conducciones y pendientes a las que se le ha dotado a la instalación, no es necesaria su comprobación hidráulica, puesto que aquéllas cuentan con una capacidad muy superior a estos caudales.

3.10 COLECTOR DEL EFLUENTE

Estará materializado con PVC-U de 315 mm de diámetro nominal instalado a una pendiente constante del 0,5%. Dado que el caudal máximo que va a transportar es el equivalente a 17,91 l/s, estaríamos en el mismo caso de comprobación hidráulica que para el colector de agrupación de vertidos por gravedad del apartado 3.3, por lo que se remite a dicho apartado.

La particularidad en este caso, es la escasa profundidad a la que dicha canalización debe ser instalada. Todo ello debido a la escasa cota con la que cuenta la parcela de la EDAR con respecto al cauce. Como puede observarse en el Documento nº2 de Planos, del cual se ha obtenido la siguiente captura, el recubrimiento de esta canalización es mínimo llegando en algunos puntos a ser únicamente de 10 cm, por lo que se proyecta la protección de dicha canalización con hormigón en masa en toda su longitud.



4. CONCLUSIONES

Se justifica en el apéndice 2 la línea piezométrica calculada a lo largo de todos los elementos que componen la EDAR.

APÉNDICE 1.- DIMENSIONAMIENTO DE BOMBEO

BOMBEO DE CABECERA

TUBERÍA DE IMPULSIÓN

Z _{inicio}	292,50	m	Altura geométrica inicio de la impulsión
Z _{fin}	296,00	m	Altura geométrica fin de la impulsión
Δh ₁	-	m.c.a.	Altura manométrica a la salida de la impulsión

ASPIRACIÓN

Z _{máx}	293,75	m	Cota máxima de lámina de agua en la cámara de aspiración
Z _{mín}	292,50	m	Cota mínima lámina de agua en la cámara de aspiración

CARACTERÍSTICAS DE LA IMPULSIÓN

Q	20,00	l/s	Caudal
L	660	m	Longitud
ID	135	mm	Diámetro
V	1,40	m/s	Velocidad

MATERIAL DE LA IMPULSIÓN

k _a	0,015	mm	Rugosidad uniforme equivalente
ν	1,31E-06	m ² /s	Viscosidad cinemática del fluido

PERDIDAS DE CARGA EN LA IMPULSIÓN

Pérdidas de carga en elementos singulares

	K	nº	nº·K
Codos 90°	0,30	2	0,60
Codos 45°	0,20	6	1,20
Codos 22,5°	0,10	2	0,20
Vál.cierre	0,20	1	0,20
Vál.retención	0,90	2	1,80
Arqu.rotura	1,00	1	1,00
	K_{TOTAL}		5,00

ΔH₁ 0,50 m.c.a.

Pérdida de carga en tubería (Prandtl-colebrook)

l 0,00921 m/m Pérdida de carga unitaria

ΔH₂ 6,08 m.c.a.

Pérdida de carga total

ΔH_{Impulsión} 6,57 m.c.a.

CARACTERÍSTICAS DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO

Nº bombas	1 +1	
Q bomba	20,00	l/s Caudal por bomba
D colector	100	mm Diámetro del colector de salida
Velocidad	2,55	m/s Velocidad

PERDIDAS DE CARGA EN LA ESTACIÓN DE BOMBEO

Pérdidas de carga en elementos singulares

	K	nº	nº·K
Codos 90°	0,30	2	0,60
Codos 45°	0,20	2	0,40
Codos 22,5°	0,10	-	-
Vál.cierre	0,20	2	0,40
Vál.retención	0,90	2	1,80
Con.colector	0,40	1	0,40
	K_{TOTAL}		3,60

ΔH₁ 1,19 m.c.a.

Pérdida de carga en tubería (Prandtl-colebrook)

l Se desprecia m/m Pérdida de carga unitaria

ΔH₂ Se desprecia m.c.a.

Pérdida de carga total

ΔH_{Est. bombeo} 1,19 m.c.a.

ALTURA MANOMÉTRICA

Zpiezométrica	296,00	m.c.a.	Altura piezométrica a la salida de la impulsión
ΔH _{Impulsión}	6,57	m.c.a.	Pérdida de carga en la impulsión
Zpiezométrica	302,57	m.c.a.	Altura piezométrica a la entrada de la impulsión
Zgeométrica	292,50	m	Altura geométrica al inicio de la impulsión
H	10,07	m.c.a.	Altura manométrica al inicio de la impulsión
ΔH _{Est. bombeo}	1,19	m.c.a.	Pérdida de carga en la estación de bombeo
Z _{mín}	292,50	m	Altura geométrica mínima arqueta de aspiración de bombas
ΔH	11,26	m.c.a.	Altura manométrica a dar por las bombas

SELECCIÓN DE BOMBA

Potencia hidráulica	2,21	kW
Rendimiento bomba	0,674	
Potencia absorbida motor	3,28	kW
Potencia motor	4,00	kW

BOMBEO DE ALIMENTACIÓN A PRIMERA ETAPA DE BIOLÓGICO

TUBERÍA DE IMPULSIÓN

Z _{inicio}	291,70	m	Altura geométrica inicio de la impulsión
Z _{fin}	294,20	m	Altura geométrica fin de la impulsión
Δh ₁	-	m.c.a.	Altura manométrica a la salida de la impulsión

ASPIRACIÓN

Z _{máx}	292,95	m	Cota máxima de lámina de agua en la cámara de aspiración
Z _{mín}	291,95	m	Cota mínima lámina de agua en la cámara de aspiración

CARACTERÍSTICAS DE LA IMPULSIÓN

Q	27,778	l/s	Caudal
L	70	m	Longitud
ID	152	mm	Diámetro
V	1,531	m/s	Velocidad

MATERIAL DE LA IMPULSIÓN

k _a	0,015	mm	PVC-O Rugosidad uniforme equivalente
ν	1,31E-06	m ² /s	Viscosidad cinemática del fluido

PERDIDAS DE CARGA EN LA IMPULSIÓN

Pérdidas de carga en elementos singulares

	K	nº	nº·K
Codos 90°	0,30	4	1,20
Codos 45°	0,20	2	0,40
Codos 22,5°	0,10	-	-
Vál.cierre	0,20	1	0,20
Vál.retención	0,90	-	-
Arqu.rotura	1,00	1	1,00
		K_{TOTAL}	2,80

ΔH₁ 0,33 m.c.a.

Pérdida de carga en tubería (Prandtl-colebrook)

l	0,00961	m/m	Pérdida de carga unitaria
ΔH ₂	0,67	m.c.a.	

Pérdida de carga total

ΔH_{Impulsión} 1,01 m.c.a.

CARACTERÍSTICAS DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO

Nº bombas	1 +1	
Q bomba	27,78	l/s Caudal por bomba
D colector	100,00	mm Diámetro del colector de salida
Velocidad	3,54	m/s Velocidad

PÉRDIDAS DE CARGA EN LA ESTACIÓN DE BOMBEO

Pérdidas de carga en elementos singulares

	K	nº	nº·K
Codos 90°	0,30	1	0,30
Codos 45°	0,20	-	-
Codos 22,5°	0,10	-	-
Vál.cierre	0,20	1	0,20
Vál.retención	0,90	1	0,90
Con.colector	0,40	1	0,40
		K_{TOTAL}	1,80

ΔH₁ 1,15 m.c.a.

Pérdida de carga en tubería (Prandtl-colebrook)

l	Se desprecia	m/m	Pérdida de carga unitaria
ΔH ₂	Se desprecia	m.c.a.	

Pérdida de carga total

ΔH_{Est. bombeo} 1,15 m.c.a.

ALTURA MANOMÉTRICA

Zpiezométrica	294,20	m.c.a.	Altura piezométrica a la salida de la impulsión
ΔH _{Impulsión}	1,01	m.c.a.	Pérdida de carga en la impulsión
Zpiezométrica	295,21	m.c.a.	Altura piezométrica a la entrada de la impulsión
Zgeométrica	291,70	m	Altura geométrica al inicio de la impulsión
H	3,51	m.c.a.	Altura manométrica al inicio de la impulsión
ΔH _{Est. bombeo}	1,15	m.c.a.	Pérdida de carga en la estación de bombeo
Z _{mín}	291,95	m	Altura geométrica mínima arqueta de aspiración de bombas
ΔH	4,41	m.c.a.	Altura manométrica a dar por las bombas

SELECCIÓN DE BOMBA

Potencia hidráulica	1,20	kW
Rendimiento bomba	0,748	
Potencia absorbida motor	1,60	kW
Potencia motor	2,00	kW

BOMBEO DE ALIMENTACIÓN A SEGUNDA ETAPA DE BIOLÓGICO

TUBERÍA DE IMPULSIÓN

Z _{inicio}	290,50	m	Altura geométrica inicio de la impulsión
Z _{fin}	292,55	m	Altura geométrica fin de la impulsión
Δh ₁	0,30	m.c.a.	Altura manométrica a la salida de la impulsión

ASPIRACIÓN

Z _{máx}	291,75	m	Cota máxima de lámina de agua en la cámara de aspiración
Z _{mín}	290,75	m	Cota mínima lámina de agua en la cámara de aspiración

CARACTERÍSTICAS DE LA IMPULSIÓN

Q	13,89	l/s	Caudal
L	60	m	Longitud
ID	104,40	mm	Diámetro
V	1,62	m/s	Velocidad

MATERIAL DE LA IMPULSIÓN

k _a	0,015	mm	PVC-O Rugosidad uniforme equivalente
ν	1,31E-06	m ² /s	Viscosidad cinemática del fluido

PERDIDAS DE CARGA EN LA IMPULSIÓN

Pérdidas de carga en elementos singulares

	K	nº	nº·K
Codos 90°	0,30	4	1,20
Codos 45°	0,20	2	0,40
Codos 22,5°	0,10	-	-
Vál.cierre	0,20	1	0,20
Vál.retención	0,90	-	-
Arqu.rotura	1,00	1	1,00
	K_{TOTAL}		2,80

ΔH₁ 0,38 m.c.a.

Pérdida de carga en tubería (Prandtl-colebrook)

l 0,01696 m/m Pérdida de carga unitaria

ΔH₂ 1,02 m.c.a.

Pérdida de carga total

ΔH_{Impulsión} 1,39 m.c.a.

CARACTERÍSTICAS DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO

Nº bombas	1 +1	Caudal por bomba
Q bomba	13,89 l/s	Dímetro del colector de salida
D colector	80,00 mm	Velocidad
Velocidad	2,76 m/s	

PÉRDIDAS DE CARGA EN LA ESTACIÓN DE BOMBEO

Pérdidas de carga en elementos singulares

	K	nº	nº·K
Codos 90°	0,30	1	0,30
Codos 45°	0,20	-	-
Codos 22,5°	0,10	-	-
Vál.cierre	0,20	1	0,20
Vál.retención	0,90	1	0,90
Con.colector	0,40	1	0,40
	K_{TOTAL}		1,80

ΔH₁ 0,70 m.c.a.

Pérdida de carga en tubería (Prandtl-colebrook)

l Se desprecia m/m Pérdida de carga unitaria

ΔH₂ Se desprecia m.c.a.

Pérdida de carga total

ΔH_{Est. bombeo} 0,70 m.c.a.

ALTURA MANOMÉTRICA

Z _{piezométrica}	292,85	m.c.a.	Altura piezométrica a la salida de la impulsión
ΔH _{Impulsión}	1,39	m.c.a.	Pérdida de carga en la impulsión
Z _{piezométrica}	294,24	m.c.a.	Altura piezométrica a la entrada de la impulsión
Z _{geométrica}	290,50	m	Altura geométrica al inicio de la impulsión
H	3,74	m.c.a.	Altura manométrica al inicio de la impulsión
ΔH _{Est. bombeo}	0,70	m.c.a.	Pérdida de carga en la estación de bombeo
Z _{mín}	290,75	m	Altura geométrica mínima arqueta de aspiración de bombas
ΔH	4,19	m.c.a.	Altura manométrica a dar por las bombas

SELECCIÓN DE BOMBA

Potencia hidráulica	0,57	kW
Rendimiento bomba	0,75	
Potencia absorbida motor	0,76	kW
Potencia motor	1,00	kW

APÉNDICE 2.- CÁLCULO DE LÍNEA PIEZOMÉTRICA

1. DATOS DE PARTIDA.

Cota rasante de tubería en arqueta de llegada a pretratamiento actual: **296,00**
 Cota l.a. en arqueta de descarga: **295,45**

Caudales de entrada:

Caudal medio: **12,89 m³/h**
 Caudal máximo: **64,43 m³/h**

Caudales del proceso:

- Pretratamiento:
 Caudal máximo (Q_{max-pret}): **64,43 m³/h**

- Biológico:
 Caudal máximo (Q_{max-bio}): **30,93 m³/h**

2. CÁLCULO DE LA LÍNEA PIEZOMÉTRICA.

2.1. OBRA DE LLEGADA

Datos de partida:

Cota inicial lámina de agua: **296,00**
 Profundidad de obra de llegada: **0,55 m**
 Cota final lámina de agua: **295,45**
 Cota lámina de agua en funcionamiento según Manning: **295,51**

2.2. CONEXIÓN OBRA DE LLEGADA - PRETRATAMIENTO

Datos de partida:

Nº de líneas: **1**
 Caudal máximo de entrada: **64,43 m³/h**
 Diámetro interior tubería:
 Tramo 1 (DN200): **190,2 mm**
 Tramo 2 (caudalímetro): **190,2 mm**
 Tramo 3 (DN200): **190,2 mm**
 Velocidad del fluido:
 Tramo 1: **0,6 m/s**
 Tramo 2: **0,6 m/s**
 Tramo 3: **0,6 m/s**
 Viscosidad cinemática del agua: **1,30E-06 m²/s**

Cota inicial lámina de agua: **295,51**

Cálculo de la pérdida de carga en el tramo 1:

a.- Tramo recto:

Longitud de la tubería: **5,70 m**
 Diámetro de la tubería: **190,2 mm** (DN200)
 Rugosidad de la tubería: **0,015 mm**
 Coeficiente de uso: **1,10**

Pérdida de carga				
Q (m ³ /h)	Q (l/s)	v (m/s)	J (m.c.a./Km)	DH _t * (m)
64,4	17,9	0,63	1,19	0,007

* La pérdida de carga en la tubería ha sido calculada mediante la expresión propuesta por Prandtl-Colebrook.

b.- Accidentes:

Accidente	nº uds.	K _i
Contracción brusca	1	0,50
Expansión brusca	1	0,50
Codos a 45º	0	0,19
Codos a 90º	1	0,33
Válvula de compuerta	1	0,30
Válvula de retención	0	2,00
Cono convergente	0	0,00
Cono divergente	0	0,00
Coeficiente total de accidentes:		1,63
Pérdida de carga en accidentes (m):		0,033

c.- Pérdida de carga total en tramo 1:

Pérdida de carga en tramo recto:	0,007 m
Pérdida de carga en accidentes:	0,033 m
Pérdida de carga total en tramo 1:	0,040 m

Cálculo de la pérdida de carga en el tramo 2: (Caudalímetro)

a.- Tramo recto:

Longitud de la tubería: **0,77 m**
 Diámetro de la tubería: **190,2 mm** (DN200)
 Rugosidad de la tubería: **0,011 mm**
 Coeficiente de uso: **1,10**

Pérdida de carga				
Q (m ³ /h)	Q (l/s)	v (m/s)	J (m/km)	DH _t * (m)
64,4	17,9	0,63	1,19	0,001

* La pérdida de carga en la tubería ha sido calculada mediante la expresión propuesta por Prandtl-Colebrook.

b.-Accidentes:

Accidente	nº uds.	K _i
Contracción brusca	0	0,50
Expansion brusca	0	0,50
Codos a 45°	0	0,19
Codos a 90°	0	0,33
Válvula de compuerta	0	0,30
Válvula de retención	0	2,00
Cono convergente	1	0,14
Cono divergente	1	0,24
Coeficiente total de accidentes:		0,38
Pérdida de carga en accidentes (m):		0,008

c.-Pérdida de carga total en tramo 2:

Pérdida de carga en accidentes:	0,010 m
Pérdida de carga total en tramo 2:	0,010 m

Cálculo de la pérdida de carga en el tramo 3:

a.- Tramo recto:

Longitud de la tubería:	6,47 m	
Diámetro de la tubería:	190,2 mm	(DN200)
Rugosidad de la tubería:	0,015 mm	
Coeficiente de uso:	1,10	

Pérdida de carga				
Q	Q	v	J	DH _t *
(m³/h)	(l/s)	(m/s)	(m/km)	(m)
64,4	17,9	0,63	1,19	0,008

* La pérdida de carga en la tubería ha sido calculada mediante la expresión propuesta por Prandtl-Colebrook.

b.-Accidentes:

Accidente	nº uds.	K _i
Contracción brusca	2	0,50
Expansion brusca	2	0,50
Codos a 45°	0	0,19
Codos a 90°	0	0,33
Válvula de compuerta	1	0,30
Válvula de retención	0	2,00
Cono convergente	0	0,00
Cono divergente	0	0,00
Coeficiente total de accidentes:		2,30
Pérdida de carga en accidentes (m):		0,047

c.-Pérdida de carga total en tramo 3:

Pérdida de carga en tramo recto:	0,008 m
Pérdida de carga en accidentes:	0,047 m
Pérdida de carga total en tramo 3:	0,055 m

Cálculo de la pérdida de carga en la conducción:

Pérdida de carga en tramo 1:	0,040 m
Pérdida de carga en tramo 2:	0,010 m
Pérdida de carga en tramo 3:	0,055 m
Pérdida de carga total en conducción	0,105 m

Cota lámina de agua a la salida:

Cota lámina en entrada a Pretratamiento 295,40

2.3. PRETRATAMIENTO

Datos de partida:

Cota inicial lámina de agua: 295,40

Diferencia de cota entre entrada y salida planta compacta: 0,25 m

Cota final lámina de agua: 295,15

2.4. DE PRETRATAMIENTO A ARQUETA DE ALIVIO PREVIA BOMBEO 1ª ETAPA

Datos de partida:

Nº de líneas:	1
Caudal máximo de entrada:	64,43 m³/h
Diámetro interior tubería:	
Tramo (DN200):	190,2 mm
Velocidad del fluido:	
Tramo:	0,6 m/s
Viscosidad cinemática del agua:	1,30E-06 m²/s

Cota inicial lámina de agua: 295,15

Cálculo de la pérdida de carga de salida de planta de pretratamiento a arqueta de alivio:

a.- Tramo recto:

Longitud de la tubería:	2,50 m	
Diámetro de la tubería:	200,0 mm	(DN200)
Rugosidad de la tubería:	0,016 mm	
Coeficiente de uso:	1,10	

Pérdida de carga				
Q	Q	v	J	DH _t *
(m³/h)	(l/s)	(m/s)	(m/km)	(m)
64,4	17,9	0,57	0,91	0,003

* La pérdida de carga en la tubería ha sido calculada mediante la expresión propuesta por Prandtl-Colebrook.

b.-Accidentes:

Accidente	nº uds.	K _i
Contracción brusca	0	0,50
Expansión brusca	0	0,50
Codos a 45°	0	0,19
Codos a 90°	0	0,33
Válvula de compuerta	1	0,30
Válvula de retención	0	2,00
Cono convergente	0	0,00
Cono divergente	0	0,00
Coeficiente total de accidentes:		0,30
Pérdida de carga en accidentes (m):		0,005

c.-Pérdida de carga total:

Pérdida de carga en tramo recto:	0,003 m
Pérdida de carga en accidentes:	0,005 m
Pérdida de carga total en tramo:	0,008 m

Cota lámina de agua arqueta de alivio: 295,14

Resguardo: 0,61 m

Cota coronación arqueta de alivio: 295,75

Profundidad: 1,00 m

Cota solera arqueta de alivio: 294,75

Cálculo de la pérdida de carga en arqueta de alivio:

Despreciable

Cálculo de la pérdida de carga desde arqueta de alivio hasta pozo de registro:

a.- Tramo recto:

Longitud de la tubería: 4,70 m
 Diámetro de la tubería: 190,2 mm (DN200)
 Rugosidad de la tubería: 0,015 mm
 Coeficiente de uso: 1,10

Pérdida de carga				
Q	Q	v	J	DH _t *
(m ³ /h)	(l/s)	(m/s)	(m/km)	(m)
30,9	8,6	0,63	0,27	0,001

* La pérdida de carga en la tubería ha sido calculada mediante la expresión propuesta por Prandtl-Colebrook.

b.-Accidentes:

Accidente	nº uds.	K _i
Contracción brusca	1	0,50
Expansión brusca	1	0,50
Codos a 45°	0	0,19
Codos a 90°	0	0,33
Válvula de compuerta	0	0,30
Válvula de retención	0	2,00
Cono convergente	1	0,14
Cono divergente	1	0,24
Coeficiente total de accidentes:		1,38
Pérdida de carga en accidentes (m):		0,028

c.-Pérdida de carga total:

Pérdida de carga en tramo recto:	0,001 m
Pérdida de carga en accidentes:	0,028 m
Pérdida de carga total en tramo:	0,029 m

Cota lámina de agua a entrada de pozo de registro: 295,12

Resguardo: 0,58 m

Cota coronación a entrada de pozo bombeo 1ª etapa biológico: 295,70

Profundidad: 1,56 m

Cota fondo de pozo de registro o cota final de lámina de agua: 294,14

Cálculo de la pérdida de carga desde pozo de registro hasta pozo de bombeo 1ª etapa HAFSSV:

a.- Tramo recto:

Longitud de la tubería: 24,70 m
 Diámetro de la tubería: 190,2 mm (DN200)
 Rugosidad de la tubería: 0,015 mm
 Coeficiente de uso: 1,10

Pérdida de carga				
Q	Q	v	J	DH _t *
(m ³ /h)	(l/s)	(m/s)	(m/km)	(m)
30,9	8,6	0,63	0,27	0,007

* La pérdida de carga en la tubería ha sido calculada mediante la expresión propuesta por Prandtl-Colebrook.

b.-Accidentes:

Accidente	nº uds.	K _i
Contracción brusca	1	0,50
Expansion brusca	1	0,50
Codos a 45°	0	0,19
Codos a 90°	0	0,33
Válvula de compuerta	0	0,30
Válvula de retención	0	2,00
Cono convergente	0	0,14
Cono divergente	0	0,24
Coeficiente total de accidentes:		1,00
Pérdida de carga en accidentes (m):		0,021

c.-Pérdida de carga total:

Pérdida de carga en tramo recto:	0,007 m
Pérdida de carga en accidentes:	0,021 m
Pérdida de carga total en tramo:	0,029 m

Cota lámina de agua a entrada de pozo bombeo 1ª etapa biológico: 294,11

Resguardo: 0,44 m

Cota coronación a entrada de pozo bombeo 1ª etapa biológico: 294,55

2.5. POZO DE BOMBEO 1ª ETAPA DE BIOLÓGICO

Cota lámina de agua a entrada de pozo bombeo 1ª etapa biológico adoptada: 293,77

Profundidad de pozo de bombeo: 2,07 m

Cota lámina fondo de pozo bombeo 1ª etapa biológico: 291,70

2.6. BOMBEO 1ª ETAPA DE BIOLÓGICO

Se remite a justificación de cálculo de bombeo en Apéndice 1

Cota máxima lámina de agua: 292,95

Bombeo 6,25 m³ para pozo de 6,25 m² Diferencia cotas máxima y mínima: 1,00 m

Cota mínima lámina de agua: 291,95

Impulsión hasta cota: 294,20

2.7. HUMEDALES HAFSSV 1ª ETAPA

Pérdida de carga en lecho:

Cota inferior de los filtros: 292,80 m

Cota inicial lámina de agua: 292,80

2.8. CONEXIÓN 1ª ETAPA HAFSSV - POZO DE BOMBEO 2ª ETAPA HAFSSV

Cálculo de la pérdida de carga en el tramo 1:

Datos de partida:

Nº de líneas:	1
Caudal máximo de entrada:	30,93 m³/h
Diámetro interior tubería:	
Tramo 1 (DN200):	190,2 mm
Tramo 2 (arqueta):	190,2 mm
Tramo 3 (DN200):	190,2 mm
Velocidad del fluido:	
Tramo 1:	0,6 m/s
Tramo 2:	0,6 m/s
Tramo 3:	0,6 m/s
Viscosidad cinemática del agua:	1,30E-06 m²/s

a.- Tramo recto:

Longitud de la tubería:	34,20 m	
Diámetro de la tubería:	190,2 mm	(DN200)
Rugosidad de la tubería:	0,015 mm	
Coefficiente de uso:	1,10	

Pérdida de carga				
Q (m³/h)	Q (l/s)	v (m/s)	J (m/km)	DH _i * (m)
30,9	8,6	0,30	0,28	0,011

* La pérdida de carga en la tubería ha sido calculada mediante la expresión propuesta por Prandtl-Colebrook.

b.-Accidentes:

Accidente	nº uds.	K _i
Contracción brusca	2	0,50
Expansion brusca	2	0,50
Codos a 45°	0	0,19
Codos a 90°	2	0,33
Coeficiente total de accidentes:		2,66
Pérdida de carga en accidentes (m):		0,012

c.-Pérdida de carga total en la conducción:

Pérdida de carga en tramo recto:	0,011 m
Pérdida de carga en accidentes:	0,012 m
Pérdida de carga total en tramo 1:	0,023 m

Cálculo de la pérdida de carga en el tramo 2 (Arqueta):

Cota lámina de agua a entrada de pozo de registro: 292,78

Resguardo: 1,42 m

Cota coronación a entrada de pozo bombeo 1ª etapa biológico: 294,20

Profundidad: 2,13 m

Cota fondo de pozo de registro o cota final de lámina de agua: 292,07

Cálculo de la pérdida de carga en el tramo 3:

a.- Tramo recto:

Longitud de la tubería: 13,60 m
 Diámetro de la tubería: 190,2 mm (DN200)
 Rugosidad de la tubería: 0,015 mm
 Coeficiente de uso: 1,10

Pérdida de carga				
Q (m³/h)	Q (l/s)	v (m/s)	J (m/km)	DH _t * (m)
30,9	8,6	0,65	0,27	0,004

* La pérdida de carga en la tubería ha sido calculada mediante la expresión propuesta por Prandtl-Colebrook.

b.-Accidentes:

Accidente	nº uds.	K _i
Contracción brusca	0	0,50
Expansion brusca	1	0,50
Codos a 45°	0	0,19
Codos a 90°	0	0,33
Válvula de compuerta	1	0,30
Válvula de retención	0	2,00
Cono convergente	0	0,14
Cono divergente	0	0,00
Coeficiente total de accidentes:		0,80
Pérdida de carga en accidentes (m):		0,02

c.-Pérdida de carga total en tramo 2:

Pérdida de carga en tramo recto:	0,004 m
Pérdida de carga en accidentes:	0,017 m
Pérdida de carga total en tramo 2:	0,021 m

Cálculo de la pérdida de carga en la conducción:

Pérdida de carga en tramo 1:	0,02 m
Pérdida de carga en tramo 2:	0,02 m
Pérdida de carga total en conducción	0,04 m

Cota lámina de agua a la salida:

Cota lámina de agua a la llegada al pozo bombeo 2ª etapa biológico: 292,03

2.9. POZO DE BOMBEO 2ª ETAPA DE BIOLÓGICO

Cota lámina de agua a entrada de pozo bombeo 2ª etapa biológico adoptada: 292,00

Caída en interior de pozo de bombeo: 1,50 m

Cota lámina fondo de pozo bombeo 2ª etapa biológico: 290,50

2.10. BOMBEO 1ª ETAPA DE BIOLÓGICO

Se remite a justificación de cálculo de bombeo en Apéndice 1

Cota máxima lámina de agua: 291,75

Bombeo 6,25 m³ para pozo de 6,25 m² Diferencia cotas máxima y mínima: 1,00 m

Cota mínima lámina de agua: 290,75

Impulsión hasta cota: 292,85

2.11. HUMEDALES HAFSsV 1ª ETAPA

Pérdida de carga en lecho:

Cota inferior de los filtros: 291,37 m

Cota inicial lámina de agua: 291,37

2.12. CONEXIÓN 2ª ETAPA HAFSsV - ARQUETA SALIDA

Datos de partida:

Nº de líneas: 1
 Caudal máximo de entrada: 30,93 m³/h
 Diámetro interior tubería:
 Tramo 1 (DN200): 190,2 mm
 Tramo 2 (caudalímetro): 190,2 mm
 Tramo 3 (DN200): 190,2 mm
 Velocidad del fluido:
 Tramo 1: 0,6 m/s
 Tramo 2: 0,6 m/s
 Tramo 3: 0,6 m/s
 Viscosidad cinemática del agua: 1,30E-06 m²/s

Cota inicial lámina de agua: 291,37

Cálculo de la pérdida de carga en el tramo 1:

a.- Tramo recto:

Longitud de la tubería: 30,00 m
 Diámetro de la tubería: 190,2 mm (DN200)
 Rugosidad de la tubería: 0,015 mm
 Coeficiente de uso: 1,10

Pérdida de carga				
Q (m ³ /h)	Q (l/s)	v (m/s)	J (m/km)	DH _t * (m)
30,9	8,6	0,65	0,27	0,009

* La pérdida de carga en la tubería ha sido calculada mediante la expresión propuesta por Prandtl-Colebrook.

b.-Accidentes:

Accidente	nº uds.	K _i
Contracción brusca	2	0,50
Expansion brusca	2	0,50
Codos a 45°	0	0,19
Codos a 90°	2	0,33
Válvula de compuerta	0	0,30
Válvula de retención	0	2,00
Cono convergente	0	0,00
Cono divergente	0	0,00
Coeficiente total de accidentes:		2,66
Pérdida de carga en accidentes (m):		0,057

c.-Pérdida de carga total en tramo 1:

Pérdida de carga en tramo recto:	0,009 m
Pérdida de carga en accidentes:	0,057 m
Pérdida de carga total en tramo 1:	0,066 m

Cota lámina de agua a entrada de arqueta de muestras: 291,30

Cota lámina de agua a entrada de arqueta de muestras adoptada: 291,25

Resguardo: 1,35 m

Cota coronación a entrada de arqueta de muestras: 292,60

Profundidad: 1,35 m

Cota fondo de arqueta de muestras: 291,25

Cálculo de la pérdida de carga en el tramo 2: (Caudalímetro)

a.-Accidentes:

Accidente	nº uds.	K _i
Contracción brusca	1	0,50
Expansion brusca	1	0,50
Codos a 45°	0	0,19
Codos a 90°	0	0,33
Válvula de compuerta	0	0,30
Válvula de retención	0	2,00
Cono convergente	1	0,14
Cono divergente 20,0	1	0,24
Coeficiente total de accidentes:		1,38
Pérdida de carga en accidentes (m):		0,029

b.-Pérdida de carga total en tramo 2:

Pérdida de carga en accidentes:	0,029 m
Pérdida de carga total en tramo 2:	0,029 m

Cálculo de la pérdida de carga en el tramo 3:

a.- Tramo recto:

Longitud de la tubería: 24,00 m
 Diámetro de la tubería: 190,2 mm (DN200)
 Rugosidad de la tubería: 0,015 mm
 Coeficiente de uso: 1,10

Pérdida de carga				
Q (m ³ /h)	Q (l/s)	v (m/s)	J (m/km)	DH _t * (m)
30,9	8,6	0,65	0,27	0,007

* La pérdida de carga en la tubería ha sido calculada mediante la expresión propuesta por Prandtl-Colebrook.

b.-Accidentes:

Accidente	nº uds.	K _i
Contracción brusca	0	0,50
Expansion brusca	1	0,50
Codos a 45°	0	0,19
Codos a 90°	0	0,33
Válvula de compuerta	0	0,30
Válvula de retención	0	2,00
Cono convergente	0	0,14
Cono divergente	0	0,24
Coeficiente total de accidentes:		0,50
Pérdida de carga en accidentes (m):		0,011

c.-Pérdida de carga total en tramo 3:

Pérdida de carga en tramo recto:	0,007 m
Pérdida de carga en accidentes:	0,011 m
Pérdida de carga total en tramo 3:	0,018 m



Cálculo de la pérdida de carga en la conducción:

Pérdida de carga en tramo 2:	0,029 m
Pérdida de carga en tramo 3:	0,018 m
Pérdida de carga total en conducción	0,047 m

Cota lámina de agua arqueta salida: 291,20

Cota lámina de agua arqueta salida adoptada: 291,14