

Anejo nº10. Cálculos hidráulicos



Indice

1	Introducción y objeto	3
2	Cálculo hidráulico del emisario de salida	3
3	Cálculo hidráulico EDAR.....	4
3.1	Tabla resumen de cotas principales	4
3.2	Cálculo de la línea piezométrica	5
3.3	Cálculos de los bombeos	16
4	Formulación empleada en el cálculo.....	23

1 Introducción y objeto

Se incluyen en este anejo todos los cálculos hidráulicos que comprende la realización del Proyecto de ampliación y mejora del tratamiento de la EDAR de Formentera.

2 Cálculo hidráulico del emisario de salida

Uno de los valores límites de para determinar la capacidad máxima de tratamiento de la EDAR de Formentera es la capacidad de transporte del emisario actual. Por ello se ha realizado una comprobación de la capacidad de transporte del mismo.

La siguiente información se ha extraído del proyecto de la mejora de la red de saneamiento de Formentera de 2018

Los caudales con los que se calcula el emisario en el anejo de cálculos hidráulicos del citado proyecto de la mejora de la red de saneamiento son los siguientes:

Año	Temporada baja		Temporada alta	
	l/sg	m³/h	l/sg	m³/h
2.017	7,97	28,69	34,99*	125,96
2.026	61,13	220,06	147,25	530,1
2.042	93,81	337,71	177,4	638,64

* Caudal de 2017 aportado por ABAQUA que corresponde con el caudal de temporada alta

Los valores de caudales de 2.026 y de 2.042 son valores estimativos adoptados por el proyectista en base a la NNSS.

A continuación, calculamos el caudal máximo que puede transportar el emisario.

El emisario está compuesto por dos tramos uno marino y otro terrestre, de las siguientes características:

	Ø	L	material	Ø interior	Rugosidad (mm)
Emisario marino	400	800	FC	365,2	1,00
Emisario terrestre	500	3.200	PEAD	440,6	0,30

Para el cálculo de las pérdidas de carga singulares se adoptan:

Caso de pérdida de carga	Uds	K	K total
Salida EDAR (embocadura)	1	0,5	0,5
Derivación	1	1,8	1,8
Transición 500 a 400 mm	1	0,6	0,6
Codos emisario terrestre (Tramo 1)	3	0,4	1,2
Codos emisario terrestre (Tramo 2)	20	0,4	8
Total suma de K emisario terrestre			12,10
Pérdidas singulares emisario marino			3,00

Vemos ahora la carga disponible que tiene en emisario

Cota rasante colector de salida en la EDAR	14,50 msnm
Nivel pleamar	0,50 m

Pérdidas en la descarga por diferencia de densidad 0,54 m
Carga disponible 13,46 m

Por seguridad adoptamos 13.00 metros

Calculamos ahora el caudal que consume esta carga disponible:

Pérdidas singulares emisario terrestre (suma de las K)

Uds	Ø (mm)	Q (m³/h)	V (m/sg)	K	
1	440,6	520	1,048	12,1	0,554

Pérdida de carga continua en tubería emisario terrestre

Longitud (m)	Ø (mm)	Caudal a buscar (m³/h)	Caudal (m³/h)	Perdida (m/km)	
3.200	440,6	520,00	520,00	1,982	
V (m/sg)	Rugosidad (mm)	Viscosidad cinemática			
0,947	0,30	1,31E-06			6,342

Pérdidas singulares emisario submarino

Uds	Ø (mm)	Q (m³/h)	V (m/sg)	K	
1	365,2	520,00	1,379	3,00	0,291

Pérdida de carga continua en tubería a presión emisario submarino.

Longitud (m)	Ø (mm)	Caudal a buscar (m³/h)	Caudal (m³/h)	Perdida (m/km)	
800	365,2	520,00	520,00	6,865	
V (m/sg)	Rugosidad (mm)	Viscosidad cinemática			
1,379	1,00	1,31E-06			5,49
Pérdidas totales					12,679

El caudal máximo que puede transportar el emisario agotando la carga disponible está en torno a los 500- 530 m³/h.

3 Cálculo hidráulico EDAR

3.1 Tabla resumen de cotas principales

Elemento	Agua	Coronación	Solera	Terreno	Elevación	Excavación
Cámara de cloración	17,51	17,70	14,95	16,85	0,85	1,90
Decantador	17,91	18,35	13,15	17,15	1,20	4,00
Arqueta reparto dec2ª	18,37	19,15	16,05	17,30	1,85	1,25
Reactor biológico	18,66	19,06	13,26	17,30	1,76	4,04
Decantador F-Q	19,12	19,80	14,64	17,31	2,49	2,67
Mezcla F-Q	19,35	19,80	17,90	17,31	2,49	-0,59
Reparto a F-Q	19,70	20,00	16,00	17,31	2,69	1,31
Desarenador	20,19	20,70	17,10	17,60	3,10	0,50

Elemento	Agua	Coronación	Solera	Terreno	Elevación	Excavación
Desbaste	20,71	21,00	20,00	17,60	3,40	-2,40
Arqueta llegada	20,71	21,30	20,00	17,60	3,70	-2,40
Tanque laminación	19,10	19,60	13,60	17,60	2,85	4,00
Digestor de fangos	18,20	18,60	13,60	17,60	1,00	4,00
Recirculación-exceso	17,91	18,35	14,25	17,15	1,20	2,90
B. fango digerido	18,20	18,60	13,50	17,60	1,00	4,10
Espesador	21,15	21,70	16,70	17,00	4,70	0,30
Tto fosas sépticas	17,85	18,40	14,35	17,60	0,80	3,25

3.2 Cálculo de la línea piezométrica

Datos iniciales de cálculo

Las cotas mas representativas de los elementos actuales son:

Cámara de cloración

Cota de coronación	17,70
Cota de vertedero de salida	17,45
Cota de solera	14,95
Cota de terreno	16,85

Decantador

Cota de coronación	18,35
Cota de vertedero de salida	17,85
Cota de fondo de canal de salida	17,55
Cota de fondo de parte cilíndrica	14,90
Cota de terreno	17,15

Reactor biológico

Cota de coronación	19,06
Cota de vertedero de salida	18,61
Cota de vertedero de entrada	18,70
Cota de solera	13,26
Cota de terreno	17,30

Tratamiento fisicoquímico

Cota de coronación	19,80
Cota de terreno	17,31
Cota solera canales de salida	18,81
Cota coronación canales de salida	19,10
Cota del vertedero de entrada a decantación lamelar	18,64
Cota del vertedero de entrada a cámara mezcla	18,96
Cota de solera canal salida a bypass y a biológico actual	16,00
Cota de solera de decantador y cámara floculación	14,64
Cota de solera de cámara de mezcla	17,90

Caudales para el dimensionamiento:

Caudal máximo de llegada EDAR	520,00 m ³ /h
-------------------------------	--------------------------

Caudal medio de tratamiento	166,67 m ³ /h
Caudal máximo de tratamiento biológico	400,00 m ³ /h
Caudal máximo de recirculación interna	700,00 m ³ /h
Caudal máximo de recirculación externa líneas actuales	200,00 m ³ /h
Caudal máximo de recirculación externa nueva línea	140,00 m ³ /h
Caudal de fangos en exceso nueva línea	20,00 m ³ /h

Cálculo de las pérdidas entre la cámara de cloración y el nuevo decantador

Para el cálculo, suponemos que por la cámara de cloración sale el caudal máximo de tratamiento, incluido el de bypass.

Caudal máximo de tratamiento 520,00 m³/h

La salida de la cámara de cloración se realiza mediante vertedero de hormigón

Vertedero rectangular de pared gruesa.

<i>Uds</i>	<i>Q total (m³/h)</i>	<i>Q unit. m³/h</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>μ</i>	
1,00	520,00	520,00	5,00	0,45	0,06
Cota del vertedero de salida de cámara de cloración					17,45
Cota de agua en cámara de cloración					17,51

Pérdidas de carga hasta el nuevo decantador

La conexión entre la cámara de cloración y el nuevo decantador se realiza mediante tubería PEAD 355 PN10

Caudal de tratamiento secundario 400,00 m³/h

Caudal considerado a cada decantador 133,33 m³/h

Desembocadura.

<i>Uds</i>	<i>Ø (mm)</i>	<i>Q (m³/h)</i>	<i>V (m/sg)</i>	<i>K</i>	
1,00	312,80	133,33	0,482	1,00	0,01

Codos N3D 90º.

<i>Uds</i>	<i>Ø (mm)</i>	<i>Q (m³/h)</i>	<i>V (m/sg)</i>	<i>K</i>	
3,00	312,80	133,33	0,482	0,30	0,01

Pérdida de carga continua en tubería a presión.

<i>Longitud (m)</i>	<i>Ø (mm)</i>	<i>Caudal a buscar (m³/h)</i>	<i>Caudal (m³/h)</i>	<i>Perdida (m/km)</i>	
25,00	312,80	133,33	133,33	0,900	
<i>V (m/sg)</i>	<i>Rugosidad (mm)</i>	<i>Viscosidad cinemática</i>			
0,482	0,50	1,31E-06			
					0,02

Embocadura.

<i>Uds</i>	<i>Ø (mm)</i>	<i>Q (m³/h)</i>	<i>V (m/sg)</i>	<i>K</i>	
1,00	312,80	133,33	0,482	0,50	0,01

Pérdidas totales 0,05

Cota de agua posible en arqueta de salida de nuevo decantador 17,56

Cota de coronación de decantadores existentes 18,35

Cota de coronación de decantador nuevo (= a los existentes) 18,35

Distancia coronación a solera canal perimetral (= a los existentes) 0,80

Cota de solera canal perimetral 17,55

Altura de agua en canal perimetral

Al ser un canal circular con aportación uniforme el caudal se divide por dos

Altura crítica en canales.

$Q \text{ (m}^3/\text{h)}$	Nº canales	$Q \text{ unit (m}^3/\text{h)}$	Ancho (m)	
66,67	1,00	66,67	0,30	0,07

Cota de agua en canal perimetral 17,63

Distancia solera canal perimetral a coronación canal perimetral 0,30

Cota del vertedero perimetral de hormigón (= a los existentes) 17,85

Distancia coronación canal perimetral hormigón a vertice inferior vertedero 0,03

Cota de vertice inferior vertederos thompson 17,88

Vertedero triangular de pared delgada

$Q \text{ total m}^3/\text{h}$	$\emptyset \text{ util decantador}$	Longitud vertedero	Distancia vertederos	Nº de vertederos	
133,33	14,50	45,553	0,250	182	
$Q \text{ unit. m}^3/\text{h}$	Angulo vertedero	μ			
0,733	90,00	0,40			0,03

Cota de agua en decantador nuevo 17,91

Altura recta decantador 4,00

Diámetro decantador 14,35

Diámetro poceta central 2,90

Pendiente zona conica 10,00 :1

Altura zona conica 0,60

Altura recta de la poceta central 0,60

Cota del fondo de la poceta central 13,15

Pérdidas hasta nueva arqueta de reparto a decantación

La conexión con la arqueta de reparto a decantación se realiza con tubería de PEAD de 355mm PN 10

Caudal de agua a cada decantador 133,33 m³/h

Caudal de recirculación nueva línea 140,00 m³/h

Caudal considerado a nuevo decantador 273,33 m³/h

Desembocadura.

Uds	$\emptyset \text{ (mm)}$	$Q \text{ (m}^3/\text{h)}$	$V \text{ (m/sg)}$	K	
1,00	312,80	273,33	0,988	1,00	0,05

Codos N3D 90°.

Uds	$\emptyset \text{ (mm)}$	$Q \text{ (m}^3/\text{h)}$	$V \text{ (m/sg)}$	K	
3,00	312,80	273,33	0,988	0,30	0,04

Pérdida de carga continua en tubería a presión.

Longitud (m)	$\emptyset \text{ (mm)}$	Caudal a buscar (m ³ /h)	Caudal (m ³ /h)	Perdida (m/km)	
38,00	312,80	273,33	273,33	3,651	
$V \text{ (m/sg)}$	Rugosidad (mm)	Viscosidad cinemática			
0,988	0,50	1,31E-06			0,14

Embocadura.

<i>Uds</i>	<i>Ø (mm)</i>	<i>Q (m³/h)</i>	<i>V (m/sg)</i>	<i>K</i>	
1,00	312,80	273,33	0,988	0,50	0,02
Pérdidas totales					0,26
Cota de agua en arqueta de salida a decantador nuevo					18,17
Comprobamos la cota en esta arqueta con el decantador actual que esta mas alejado					
Caudal de agua a cada decantador					133,33 m³/h
Caudal de recirculación decantadores actuales					200,00 m³/h
Caudal de recirculación máximo considerado a cada decantador actual					150,00 m³/h
Caudal considerado a decantadores actuales					283,33 m³/h
Para encajar la línea piezometrica ampliamos la tubería de conexión con los decantadores actuales a 400 mm de diámetro en PEAD PN10					
<u>Pérdidas en la tubería actual que no se cambia</u>					
<i>Desembocadura tubería actual</i>					
<i>Uds</i>	<i>Ø (mm)</i>	<i>Q (m³/h)</i>	<i>V (m/sg)</i>	<i>K</i>	
1,00	312,80	283,33	1,024	1,00	0,05
<i>Codos N3D 90º tubería actual</i>					
<i>Uds</i>	<i>Ø (mm)</i>	<i>Q (m³/h)</i>	<i>V (m/sg)</i>	<i>K</i>	
3,00	312,80	283,33	1,024	0,30	0,05
<i>Pérdida de carga continua en tubería a presión tubería actual</i>					
<i>Longitud (m)</i>	<i>Ø (mm)</i>	<i>Caudal a buscar (m³/h)</i>	<i>Caudal (m³/h)</i>	<i>Perdida (m/km)</i>	
28,00	312,80	283,33	283,33	3,918	
<i>V (m/sg)</i>	<i>Rugosidad (mm)</i>	<i>Viscosidad cinemática</i>			
1,024	0,50	1,31E-06			
					0,11
<u>Pérdidas en la tubería que se cambia</u>					
<i>Ensanchamiento brusco</i>					
<i>Ø menor</i>	<i>Ø mayor</i>	<i>Q (m³/h)</i>	<i>V Ø (m/sg)</i>	<i>V Ø (m/sg)</i>	
312,80	352,60	283,33	1,024	0,806	0,00
<i>Pérdida de carga continua en tubería a presión nueva tubería</i>					
<i>Longitud (m)</i>	<i>Ø (mm)</i>	<i>Caudal a buscar (m³/h)</i>	<i>Caudal (m³/h)</i>	<i>Perdida (m/km)</i>	
35,00	352,60	283,33	283,33	2,107	
<i>V (m/sg)</i>	<i>Rugosidad (mm)</i>	<i>Viscosidad cinemática</i>			
0,806	0,50	1,31E-06			
					0,07
<i>Codos N3D 90º tubería nueva</i>					
<i>Uds</i>	<i>Ø (mm)</i>	<i>Q (m³/h)</i>	<i>V (m/sg)</i>	<i>K</i>	
3,00	352,60	283,33	0,806	0,30	0,03
<i>Embocadura tubería nueva en arqueta de reparto</i>					
<i>Uds</i>	<i>Ø (mm)</i>	<i>Q (m³/h)</i>	<i>V (m/sg)</i>	<i>K</i>	
1,00	352,60	283,33	0,806	0,50	0,02

Pérdidas totales	0,33
Cota de agua en decantadores actuales	17,90
Cota de agua en salida arqueta reparto a decantación actual mas alejado	18,23
Cota de agua en salida arqueta reparto a decantación nuevo	18,17
Cota de agua adoptada en salida arqueta de reparto a decantadores	18,23

Pérdidas de carga en arqueta de reparto a decantadores

Guarda hasta el vertedero de reparto a decantadores	0,07
Cota de vertederos de reparto a decantadores	18,30
Distancia vertederos de reparto a coronación arqueta	0,85
Cota de coronación arqueta de reparto a decantadores	19,15
Altura arqueta de reparto a decantadores	3,10
Cota de solera arqueta de reparto a decantadores	16,05
Caudal máximo de tratamiento secundario	400,00 m ³ /h
Caudal máximo de recirculación	340,00 m ³ /h
Relacion de recirculación máxima	2,04 Qm
Caudal de salida a decantación	740,00 m ³ /h

Vertedero rectangular de pared gruesa.

Uds	Q total (m ³ /h)	Q unit. m ³ /h	Longitud (m)	μ	
3,00	740,00	246,67	1,80	0,45	0,07
Cota de agua en entrada a arqueta de reparto a decantadores					18,37

Pérdidas hasta la conexión con el tratamiento biológico

La conexión con el tratamiento biológico se realiza con tubería de 500 PEAD PN 10

Desembocadura.

Uds	Ø (mm)	Q (m ³ /h)	V (m/sg)	K	
1,00	440,60	740,00	1,348	1,00	0,09

Codos N3D 90°.

Uds	Ø (mm)	Q (m ³ /h)	V (m/sg)	K	
1,00	440,60	740,00	1,348	0,30	0,03

Pérdida de carga continua en tubería a presión hasta derivación a 400 mm

Longitud (m)	Ø (mm)	Caudal a buscar (m ³ /h)	Caudal (m ³ /h)	Perdida (m/km)	
5,00	440,60	740,00	740,00	4,383	
V (m/sg)	Rugosidad (mm)	Viscosidad cinemática			
1,348	0,50	1,31E-06			0,02

Pérdida de carga continua en tubería a presión en salida de 400 mm

Longitud (m)	Ø (mm)	Caudal a buscar (m ³ /h)	Caudal (m ³ /h)	Perdida (m/km)	
5,00	352,60	370,00	370,00	3,557	
V (m/sg)	Rugosidad (mm)	Viscosidad cinemática			
1,053	0,50	1,31E-06			0,02

Codos N3D 90°.

<i>Uds</i>	<i>Ø (mm)</i>	<i>Q (m³/h)</i>	<i>V (m/sg)</i>	<i>K</i>	
2,00	352,60	370,00	1,053	0,30	0,03

Embocadura.

<i>Uds</i>	<i>Ø (mm)</i>	<i>Q (m³/h)</i>	<i>V (m/sg)</i>	<i>K</i>	
1,00	352,60	370,00	1,053	0,50	0,03

Pérdidas totales 0,22

Cota de agua en arqueta de salida de biológico 18,59

Cota de vertedero de salida actual de biológico 18,61

Guarda en la descarga 0,02

Esta cota es compatible con el biológico actual en las condiciones de máximo caudal

Cota del vertedero de salida adoptado 18,61

Vertedero rectangular de pared delgada de salida de biológico

<i>Uds</i>	<i>Q total (m³/h)</i>	<i>Q unit. m³/h</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>μ</i>	
1,00	370,00	370,00	3,00	0,62	0,05

Cota de agua en reactor biológico 18,66

Cota del vertedero de entrada a biológico 18,70

Guarda en la descarga 0,04

Esta cota es compatible con el biológico actual en las condiciones de máximo caudal

Cota del vertedero de entrada adoptado 18,70

Cota de coronación de biológico 19,06

Cota de solera de biológico 13,26

Guarda en tratamiento biológico 0,36

Pérdidas en el vertedero de entrada

Vertedero rectangular de pared delgada de entrada de biológico

<i>Uds</i>	<i>Q total (m³/h)</i>	<i>Q unit. m³/h</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>μ</i>	
1,00	740,00	740,00	5,80	0,62	0,05

Cota de agua en la arqueta de entrada a biológico 18,75

Guarda hasta coronación de biológico 0,31

Pérdidas hasta el tratamiento fisicoquímico

La conexión del biológico con el fisicoquímico se realiza mediante una tubería Ø 500 PEAD PN 10

Desembocadura.

<i>Uds</i>	<i>Ø (mm)</i>	<i>Q (m³/h)</i>	<i>V (m/sg)</i>	<i>K</i>	
1,00	440,60	400,00	0,729	1,00	0,03

Codos N3D 90°.

<i>Uds</i>	<i>Ø (mm)</i>	<i>Q (m³/h)</i>	<i>V (m/sg)</i>	<i>K</i>	
3,00	440,60	400,00	0,729	0,30	0,02

Pérdida de carga continua en tubería a presión.

<i>Longitud (m)</i>	<i>Ø (mm)</i>	<i>Caudal a buscar (m³/h)</i>	<i>Caudal (m³/h)</i>	<i>Perdida (m/km)</i>
75,00	440,60	400,00	400,00	1,309

V (m/sg)	Rugosidad (mm)	Viscosidad cinemática	
0,729	0,50	1,31E-06	0,10

Embocadura.

Uds	$\varnothing$ (mm)	Q (m ³ /h)	V (m/sg)	K	
1,00	440,60	400,00	0,729	0,50	0,01

Pérdidas totales 0,16

Cota de agua en la arqueta de salida a biológico 18,92

Cota de coronación de fisicoquímico 19,80

Guarda hasta coronación de fisicoquímico 0,88

Caudales de tratamiento

Caudal total de entrada desde pretratamiento 520,00

Caudal máximo de paso hacia biológico 400,00

Caudales posibles entre F-Q y biológico

	Q total	A F-Q	A biológico	Bypass
Funcionamiento normal	520,00	120,00	400,00	0,00
F-Q en serie con biológico	520,00	520,00	400,00	120,00
Envío parcial a F-Q (20%)	520,00	104	400,00	120,00

Analizamos el caso mas desfavorable que es realizar pasar todo el caudal por el fisicoquímico

El vertedero de salida a biológico se posiciona por encima de la cota de agua de la llegada del tratamiento biológico.

Cota de agua en arqueta de salida a biológico 18,92

El paso de la arqueta de reparto hacia el fisicoquímico se realiza con una compuerta mural, esta compuerta obtura un pasamuro actual de diámetro 400 mm.

Hueco circular en muro.

Q total m ³ /h	Nº agujeros	Q unitario m ³ /h	$\varnothing$ agujeros	Sección m ²	
520,00	1	520	400,00	0,1257	
K		Velocidad (m/sg)			
1,50		1,149			0,10

Cota en el canal de salida de decantación lamelar 19,02

Cota de los vertederos de salida de decantación lamelar 19,10

Guarda en la descarga de los canales de salida de la decantación lamelar 0,08

La salida de la decantación lamelar se hace mediante seis canales de 0,25 m de anchura, cada canal tiene una longitud de 2,00 metros.

Calculamos la altura de agua sobre los canales, para saber la cota de agua en la decantación

Vertedero rectangular de pared delgada.

Uds	Q total (m ³ /h)	Q unit. m ³ /h	Longitud (m)	μ	
1,00	520,00	520,00	24,00	0,62	0,02
Altura considerada sobre vertice superior de los canales salida decantador lamelar					0,02

Cota de agua considerada en decantador lamelar 19,12

El paso del decantador lamelar hacia la cámara de floculación se hace mediante un vertedero sumergido, porque esta mas bajo que los canales de salida de la decantación lamelar.

Cota del vertedero de salida de la cámara de floculación 18,64

Altura de agua sobre el vertedero 0,48

Hueco rectangular en muro.

Q total m^3/h	Nº agujeros	Q unitario m^3/h	Altura hueco (m)	Anchura (m)	
520,00	1	520	0,48	5,15	
Sección (m^2)	Velocidad (m/sg)	K			
2,47		0,058	1,50		0,000

Siendo la perdida de carga despreciable

Cota en la cámara de floculación 19,12

El paso hacia la cámara de mezcla se hace con tubería de acero de 350 mm de diámetro

Embocadura.

Uds	Ø (mm)	Q (m^3/h)	V (m/sg)	K	
1,00	350,00	520,00	1,501	0,50	0,06

Codos N3D 90º.

Uds	Ø (mm)	Q (m^3/h)	V (m/sg)	K	
1,00	350,00	520,00	1,501	0,30	0,03

Pérdida de carga continua en tubería a presión.

Longitud (m)	Ø (mm)	Caudal a buscar (m^3/h)	Caudal (m^3/h)	Perdida (m/km)	
2,50	350,00	520,00	520,00	7,228	
V (m/sg)	Rugosidad (mm)	Viscosidad cinemática			
1,501	0,50	1,31E-06			0,02

Desembocadura.

Uds	Ø (mm)	Q (m^3/h)	V (m/sg)	K	
1,00	350,00	520,00	1,501	1,00	0,11

Total pérdidas de carga 0,22

Cota de agua en la cámara de mezcla 19,35

Cota del vertedero de entrada a cámara de mezcla 18,96

Cota de coronación de la cámara de mezcla y del F-Q 19,80

Guarda en la cámara de mezcla 0,84

El vertedero de entrada a la cámara de mezcla funcionaria tambien como vertedero sumergido porque esta mas bajo que los canales de salida de la decantación lamelar.

Hueco rectangular en muro.

Q total m^3/h	Nº agujeros	Q unitario m^3/h	Altura hueco (m)	Anchura (m)	
520,00	1	520	0,39	0,80	
Sección (m^2)	Velocidad (m/sg)	K			
0,31		0,469	1,50		0,02

Cota de agua en la entrada a la cámara de mezcla (aguas abajo del parshall actual) 19,36

Pérdidas hasta la arqueta de reparto de pretratamiento

La conexión del fisicoquímico con la arqueta de reparto se realiza con una tubería de 400 mm de diámetro en acero.

Embocadura.

<i>Uds</i>	<i>Ø (mm)</i>	<i>Q (m³/h)</i>	<i>V (m/sg)</i>	<i>K</i>	
1,00	400,00	520,00	1,149	0,50	0,03

Codos N3D 90º.

<i>Uds</i>	<i>Ø (mm)</i>	<i>Q (m³/h)</i>	<i>V (m/sg)</i>	<i>K</i>	
1,00	400,00	520,00	1,149	0,30	0,02

Pérdida de carga continua en tubería a presión.

<i>Longitud (m)</i>	<i>Ø (mm)</i>	<i>Caudal a buscar (m³/h)</i>	<i>Caudal (m³/h)</i>	<i>Perdida (m/km)</i>	
11,00	400,00	520,00	520,00	3,612	
<i>V (m/sg)</i>	<i>Rugosidad (mm)</i>	<i>Viscosidad cinemática</i>			
1,149	0,50	1,31E-06			0,04

Desembocadura.

<i>Uds</i>	<i>Ø (mm)</i>	<i>Q (m³/h)</i>	<i>V (m/sg)</i>	<i>K</i>	
1,00	400,00	520,00	1,149	1,00	0,07

Total pérdidas de carga 0,16

Cota de agua en la arqueta de salida a fisicoquímico 19,52

Guarda hasta vertedero de reparto 0,05

Cota del vertedero de reparto regulable 19,57

Vertedero rectangular de pared delgada de compuerta regulable

<i>Uds</i>	<i>Q total (m³/h)</i>	<i>Q unit. m³/h</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>μ</i>	
1,00	520,00	520,00	1,20	0,62	0,12

Cota de agua en la arqueta de llegada de pretratamiento 19,70

Guarda hasta coronación de arqueta 0,30

Cota de coronación de arqueta de reparto 20,00

Diferencia coronación arqueta reparto-coronación F-Q 0,20

Posicion mas alta de vertedero de salida a biológico 19,70

Cota de agua en la arqueta de salida a biológico 18,92

Salto hidraulico 0,78

Pérdidas hasta el pretratamiento

La conexión con el tratamiento pretratamiento se realiza mediante tubería de Ø 500 PEAD PN 10

Desembocadura.

<i>Uds</i>	<i>Ø (mm)</i>	<i>Q (m³/h)</i>	<i>V (m/sg)</i>	<i>K</i>	
1,00	500,00	520,00	0,736	1,00	0,03

Codos N3D 90º.

<i>Uds</i>	<i>Ø (mm)</i>	<i>Q (m³/h)</i>	<i>V (m/sg)</i>	<i>K</i>	
2,00	440,60	520,00	0,947	0,30	0,03
<i>Pérdida de carga continua en tubería a presión</i>					
<i>Longitud (m)</i>	<i>Ø (mm)</i>	<i>Caudal a buscar (m³/h)</i>	<i>Caudal (m³/h)</i>	<i>Perdida (m/km)</i>	
38,00	440,60	520,00	520,00	2,189	
<i>V (m/sg)</i>	<i>Rugosidad (mm)</i>	<i>Viscosidad cinemática</i>			
0,947	0,50	1,31E-06	0,08		
<i>Embocadura.</i>					
<i>Uds</i>	<i>Ø (mm)</i>	<i>Q (m³/h)</i>	<i>V (m/sg)</i>	<i>K</i>	
1,00	500,00	520,00	0,736	0,50	0,01
Pérdidas totales					0,15
Cota de agua en la arqueta de salida de desarenado					19,85
Guarda hasta vertedero de salida a tanque laminacion					0,10
Cota del vertedero de salida a tanque de laminacion					19,95
<i>Vertedero rectangular de pared gruesa de salida a tanque de laminacion</i>					
Rango de caudales		<i>Caudal m³/h</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>μ</i>	
Caudal máximo		520,00	2,50	0,45	0,09
Caudal máximo- caudal medio		353,33	2,50	0,45	0,07
Caudal máximo- caudal biológico		120,00	2,50	0,45	0,04
Cota de agua aliviando a tanque de laminacion aliviando caudal máximo					20,04
Guarda hasta vertedero de salida de desarenado aliviando caudal máximo					0,06
Guarda hasta vertedero de salida de desarenado aliviando caudal máximo					
Cota del vertedero de salida de desarenado					20,10
Distancia vertedero de salida a coronación					0,60
Cota de coronación de desarenado					20,70
<i>Vertedero rectangular de pared gruesa de salida de desarenado</i>					
<i>Uds</i>	<i>Q total (m³/h)</i>	<i>Q unit. m³/h</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>μ</i>	
1,00	520,00	520,00	2,50	0,45	0,09
Cota de agua en el canal de salida de desarenado					20,19
El paso de la arqueta de salida hacia el desarenado se realiza con un hueco, siendo la perdida de carga despreciable.					
Cota de agua en desarenado					20,19
El paso del desarenador al desbaste se realiza con un hueco, siendo la perdida de carga:					
<i>Hueco rectangular en muro.</i>					
<i>Q total m³/h</i>	<i>Nº agujeros</i>	<i>Q unitario m³/h</i>	<i>Altura hueco (m)</i>	<i>Anchura (m)</i>	
520,00	1	520	0,19	0,80	
<i>Sección (m²)</i>	<i>Velocidad (m/sg)</i>	<i>K</i>			
0,16		0,929	1,50	0,07	
Cota de agua en salida canales de desbaste					20,26

Diferencia coronación canales desbaste- desarenado	0,30
Cota de coronación canales desbaste	21,00
Cota de solera canales de desbaste	20,00
Calado minimo en salida canales desbaste	0,26
Perdida de carga en tamizado	0,45
Cota aguas arriba de tamices	20,71
Guarda hasta coronación	0,29
Diferencia coronación canales desbaste-arqueta llegada	0,30
Cota de coronación arqueta de llegada	21,30
Cota máxima de agua en arqueta de llegada	20,71
Guarda a vertedero de alivio	0,09
Cota del vertedero de alivio	20,80
Distancia vertedero a coronación	0,50
<i>Vertedero rectangular de alivio de caudal</i>	

<i>Uds</i>	<i>Q total (m³/h)</i>	<i>Q unit. m³/h</i>	<i>Longitud (m)</i>	<i>μ</i>	
1,00	520,00	520,00	2,00	0,63	0,09
Cota en arqueta de llegada aliviando					20,89
Guarda a coronación arqueta de llegada e inicio canales desbaste					0,41

Posicionamiento tanque de laminación

Cota máxima de agua posible en tanque de laminación (la del aliviadero entrada)	19,95
Guarda en el tanque de laminación	0,50
Cota de coronación tanque de laminación	19,60
Diferencia coronación tanque con coronación desarenado	-1,10
Distancia coronación tanque con solera	6,00
Cota de solera de tanque de laminación (igual a digestor)	13,60
Nivel máximo tanque de laminación	19,10

Pérdidas de carga en el tratamiento de fosas sépticas

Cota del terreno en la ubicación del tratamiento de fosas sépticas	17,60
Elevacion de tratamiento sobre el terreno	0,80
Cota de coronación de tratamiento de fosas sépticas	18,40
Nivel máximo considerado en arqueta de llegada	18,15
Perdida de carga en reja de entrada	0,30
Cota en aguas debajo de la reja	17,85
El paso hacia el pozo de gruesos se realiza mediante un hueco que no tiene perdida de carga	
Cota de agua en pozo de gruesos	17,85
Altura del pozo de gruesos	2,50
Cota de solera de pozo de gruesos	15,35
El paso hacia el tanque de almacenamiento se realiza mediante un hueco que no tiene perdida de carga	
Cota de agua en tanque de almacenamiento	17,85
Altura del tanque de almacenamiento	3,50
Cota de solera del tanque de almacenamiento	14,35

3.3 Cálculos de los bombeos

Cálculos de los bombeos

Cálculo bombeo de recirculación

Caudal máximo de recirculación externa nuevo decantador	140 m ³ /h
Nº de bombas a instalar	1,00 +1R
Caudal unitario por bomba	140,00 m ³ /h
Caudal unitario por bomba adoptado	140,00 m ³ /h
Cota de agua en decantador	17,91 m

Pérdidas entre decantadores y arqueta de recirculación

Al caudal de recirculación se une el caudal de fangos en exceso.

Caudal total de fangos en exceso	20,00 m ³ /h
Caudal de recirculación por línea	140,00 m ³ /h
Caudal total a extraer en nuevo decantador	160,00 m ³ /h

Calculamos las pérdidas de carga en la aspiración

Embocadura.

Uds	Ø (mm)	Q (m ³ /h)	V (m/sg)	K	
1,00	250,00	160,00	0,905	0,50	0,021 m

Pérdida de carga continua en tubería a presión

Longitud (m)	Ø (mm)	Caudal a buscar (m ³ /h)	Caudal (m ³ /h)	Perdida (m/km)	
15,00	250,00	160,00	160,00	4,082	
V (m/sg)	Rugosidad (mm)	Viscosidad cinemática			
0,905	0,50	1,31E-06			0,061 m

Válvula de compuerta.

Uds	Ø (mm)	Q (m ³ /h)	V (m/sg)	K	
1,00	250,00	160,00	0,905	0,07	0,003 m

Codos N3D 90º.

Uds	Ø (mm)	Q (m ³ /h)	V (m/sg)	K	
2,00	250,00	160,00	0,905	0,30	0,025 m

Desembocadura.

Uds	Ø (mm)	Q (m ³ /h)	V (m/sg)	K	
1,00	250,00	160,00	0,905	1,00	0,042 m

Total pérdidas de carga en aspiración	0,152 m
Cota de agua en funcionamiento en arqueta de recirculación	17,76 m
Cota de coronación arqueta entrada a biológico	19,060 m
Altura colector impulsión sobre coronación biológico	0,250 m
Cota generatriz superior del colector de impulsión	19,31 m
Altura geométrica mínima de impulsión	1,55 m

Pérdidas en la impulsión de las bombas

Embocadura bomba

Uds	Ø (mm)	Q (m³/h)	V (m/sg)	K	
1,00	125,00	140,00	3,169	0,50	0,256 m

Ensanchamiento brusco

Ø menor	Ø mayor	Q (m³/h)	V Ø (m/sg)	V Ø (m/sg)	
125,00	200,00	140,00	3,169	1,238	0,190

Válvula de compuerta.

Uds	Ø (mm)	Q (m³/h)	V (m/sg)	K	
1,00	200,00	140,00	1,238	0,07	0,005 m

Válvula de retención de bola

Uds	Ø (mm)	Q (m³/h)	V (m/sg)	K	
1,00	200,00	140,00	1,238	2,00	0,156 m

Pérdida de carga continua en tubería a presión impulsión individual

Longitud (m)	Ø (mm)	Caudal a buscar (m³/h)	Caudal (m³/h)	Perdida (m/km)	
8,00	200,00	140,00	140,00	10,022	
V (m/sg)	Rugosidad (mm)	Viscosidad cinemática			
1,238	0,50	1,31E-06			0,080 m

Codos N3D 90º en impulsión individual

Uds	Ø (mm)	Q (m³/h)	V (m/sg)	K	
2,00	200,00	140,00	1,238	0,30	0,047 m

T de derivación de llegada.

Uds	Ø (mm)	Q (m³/h)	V (m/sg)	K	
1,00	200,00	140,00	1,238	1,450	0,113 m

Codos N3D 90º en impulsión general

Uds	Ø (mm)	Q (m³/h)	V (m/sg)	K	
3,00	200,00	140,00	1,238	0,30	0,070 m

Pérdida de carga continua en tubería a presión impulsión general

Longitud (m)	Ø (mm)	Caudal a buscar (m³/h)	Caudal (m³/h)	Perdida (m/km)	
65,00	200,00	140,00	140,00	10,022	
V (m/sg)	Rugosidad (mm)	Viscosidad cinemática			
1,238	0,50	1,31E-06			0,651 m

Desembocadura.

Uds	Ø (mm)	Q (m³/h)	V (m/sg)	K	
1,00	200,00	140,00	1,238	1,00	0,078 m

Total pérdidas de carga en la impulsión

1,65 m

Altura manométrica de impulsión calculada

3,20 mca

Altura manométrica adoptada

3,50 mca

Bombeo de fangos en exceso

Caudal a impulsar	20,00 m ³ /h
Nº de bombas por línea	1,00 +1R
Caudal unitario por bomba	20,00 m ³ /h
Cota de agua en la arqueta de recirculación (ya calculada)	17,76 m
Calculamos la altura de impulsión al espesador por ser la mas desfavorable.	
Cota de coronación de espesador	21,25
Cota eje del pasamuro entrada a espesador	21,15 m
Altura geométrica de impulsión	3,39 m

Pérdidas en la impulsión de las bombas

Ensanchamiento brusco salida de bomba

ϕ menor	ϕ mayor	Q (m ³ /h)	V ϕ (m/sg)	V ϕ (m/sg)	
65,00	80,00	20,00	1,674	1,105	0,016 m

Válvula de compuerta.

Uds	ϕ (mm)	Q (m ³ /h)	V (m/sg)	K	
1,00	80,00	20,00	1,105	0,07	0,004 m

Válvula de retención de bola.

Uds	ϕ (mm)	Q (m ³ /h)	V (m/sg)	K	
1,00	80,00	20,00	1,105	2,00	0,125 m

Codos N3D 90º.

Uds	ϕ (mm)	Q (m ³ /h)	V (m/sg)	K	
2,00	80,00	20,00	1,105	0,30	0,037 m

Pérdida de carga continua en tubería impulsión cada línea

Longitud (m)	ϕ (mm)	Caudal a buscar (m ³ /h)	Caudal (m ³ /h)	Perdida (m/km)	
8,00	80,00	20,00	20,00	26,218	
V (m/sg)	Rugosidad (mm)	Viscosidad cinemática			
1,105	0,50	1,31E-06			0,210 m

T de derivación de llegada.

Uds	ϕ (mm)	Q (m ³ /h)	V (m/sg)	K	
1,00	80,00	20,00	1,105	1,450	0,090 m

Pérdida de carga continua en tubería a presión general a espesador

Longitud (m)	ϕ (mm)	Caudal a buscar (m ³ /h)	Caudal (m ³ /h)	Perdida (m/km)	
30,00	80,00	20,00	20,00	26,217	
V (m/sg)	Rugosidad (mm)	Viscosidad cinemática			
1,105	0,50	1,31E-06			0,787 m

Codos N3D 90º.

Uds	ϕ (mm)	Q (m ³ /h)	V (m/sg)	K	
-----	-------------	-----------------------	----------	---	--

2,00	80,00	20,00	1,105	0,30	0,037 m
<i>Desembocadura.</i>					
<i>Uds</i>	<i>Ø (mm)</i>	<i>Q (m³/h)</i>	<i>V (m/sg)</i>	<i>K</i>	
1,00	80,00	20,00	1,105	1,00	0,062 m
Total pérdidas de carga en la impulsión					1,369 m
Altura manométrica de impulsión					4,76 mca
Altura manométrica de impulsión adoptada					5,00 mca

Bombeo de flotantes

Caudal a impulsar	5,00 m³/h
Nº de bombas	1,00 +1R
Caudal unitario por bomba	5,00 m³/h

Cota de coronación arqueta bombeo de flotantes	18,35 m
Cota de solera arqueta bombeo de flotantes	15,70 m
Cota máxima de agua en la arqueta de flotantes	17,91 m
Cota mínima de agua en la arqueta de flotantes	15,90 m
Cota de coronación desarenadores	20,70 m
Altura geométrica mínima de impulsión	2,79 m
Altura geométrica máxima de impulsión	4,80 m

Pérdidas en la impulsión de las bombas

Embocadura bomba

<i>Uds</i>	<i>Ø (mm)</i>	<i>Q (m³/h)</i>	<i>V (m/sg)</i>	<i>K</i>	
1,00	65,00	5,00	0,419	0,50	0,004 m

Ensanchamiento brusco

<i>Ø menor</i>	<i>Ø mayor</i>	<i>Q (m³/h)</i>	<i>V Ø (m/sg)</i>	<i>V Ø (m/sg)</i>	
65,00	80,00	5,00	0,419	0,276	0,001 m

Válvula de compuerta.

<i>Uds</i>	<i>Ø (mm)</i>	<i>Q (m³/h)</i>	<i>V (m/sg)</i>	<i>K</i>	
1,00	80,00	5,00	0,276	0,07	0,000 m

Válvula de retención de bola.

<i>Uds</i>	<i>Ø (mm)</i>	<i>Q (m³/h)</i>	<i>V (m/sg)</i>	<i>K</i>	
1,00	80,00	5,00	0,276	2,00	0,008 m

Pérdida de carga continua en tubería a presion

<i>Longitud (m)</i>	<i>Ø (mm)</i>	<i>Caudal a buscar (m³/h)</i>	<i>Caudal (m³/h)</i>	<i>Perdida (m/km)</i>	
80,00	80,00	5,00	5,00	1,787	
<i>V (m/sg)</i>	<i>Rugosidad (mm)</i>	<i>Viscosidad cinemática</i>			
0,276	0,50	1,31E-06			0,143 m

Codos N3D 90º.

<i>Uds</i>	<i>Ø (mm)</i>	<i>Q (m³/h)</i>	<i>V (m/sg)</i>	<i>K</i>	
5,00	80,00	5,00	0,276	0,30	0,006 m

Desembocadura.

<i>Uds</i>	<i>Ø (mm)</i>	<i>Q (m³/h)</i>	<i>V (m/sg)</i>	<i>K</i>	
1,00	80,00	5,00	0,276	1,00	0,004 m
Total pérdidas de carga en la impulsión					0,166 m
Altura manométrica mínima de impulsión					2,96 mca
Altura manométrica máxima de impulsión					4,97 mca
Altura manométrica de impulsión adoptada					5,00 mca

Bombeo de fango digerido a espesador

Cota máxima de agua en digestor	18,20 m
Cota de solera de digestor	13,60 m
Cota de coronación de espesador	21,25 m
Altura geométrica mínima	3,05 m
Altura geométrica máxima	7,65 m
Caudal de impulsión	8,00 m³/h
Numero de bombas	2,00 +2R
Caudal unitario por bomba	5,00 m³/h

Pérdidas de carga en la impulsión

Ensanchamiento brusco

<i>Ø menor</i>	<i>Ø mayor</i>	<i>Q (m³/h)</i>	<i>V Ø (m/sg)</i>	<i>V Ø (m/sg)</i>	
65,00	80,00	5,00	0,419	0,276	0,001

Válvula de retención de bola.

<i>Uds</i>	<i>Ø (mm)</i>	<i>Q (m³/h)</i>	<i>V (m/sg)</i>	<i>K</i>	
1,00	80,00	5,00	0,276	2,00	0,008

Válvula de compuerta.

<i>Uds</i>	<i>Ø (mm)</i>	<i>Q (m³/h)</i>	<i>V (m/sg)</i>	<i>K</i>	
1,00	80,00	5,00	0,276	0,07	0,000

Codos N3D 90°.

<i>Uds</i>	<i>Ø (mm)</i>	<i>Q (m³/h)</i>	<i>V (m/sg)</i>	<i>K</i>	
2,00	80,00	5,00	0,276	0,30	0,002

Pérdida de carga continua en tubería a presión impulsiones por línea

<i>Longitud (m)</i>	<i>Ø (mm)</i>	<i>Caudal a buscar (m³/h)</i>	<i>Caudal (m³/h)</i>	<i>Perdida (m/km)</i>	
8,00	80,00	5,00	5,00	1,787	
<i>V (m/sg)</i>	<i>Rugosidad (mm)</i>	<i>Viscosidad cinemática</i>			
0,276	0,50	1,31E-06			0,014

Pérdida de carga continua en tubería a presión impulsiones por línea

<i>Longitud (m)</i>	<i>Ø (mm)</i>	<i>Caudal a buscar (m³/h)</i>	<i>Caudal (m³/h)</i>	<i>Perdida (m/km)</i>	
25,00	80,00	10,00	10,00	6,766	
<i>V (m/sg)</i>	<i>Rugosidad (mm)</i>	<i>Viscosidad cinemática</i>			

0,553	0,50	1,31E-06			0,169
<i>Codos N3D 90°.</i>					
<i>Uds</i>	<i>Ø (mm)</i>	<i>Q (m³/h)</i>	<i>V (m/sg)</i>	<i>K</i>	
3,00	80,00	10,00	0,553	0,30	0,014
<i>Desembocadura.</i>					
<i>Uds</i>	<i>Ø (mm)</i>	<i>Q (m³/h)</i>	<i>V (m/sg)</i>	<i>K</i>	
1,00	80,00	10,00	0,553	1,00	0,016
Total pérdidas de carga					0,224
Altura manométrica mínima					3,27 mca
Altura manométrica máxima					7,87 mca
Altura manométrica media					5,57 mca
Altura manométrica adoptada					6,00 mca

Bombeo de recuperacion de tanque de laminación

Cota máxima de agua en tanque de laminación	20,45 m
Cota de solera de tanque de laminación	13,60 m
Cota de coronación de desarenador	20,70 m
Altura geométrica mínima	0,25 m
Altura geométrica máxima	7,10 m
Caudal de impulsión	150 m³/h
Numero de bombas	1 +1R
Caudal unitario por bomba	150 m³/h

Pérdidas de carga en la impulsión

Ensanchamiento brusco

<i>Ø menor</i>	<i>Ø mayor</i>	<i>Q (m³/h)</i>	<i>V Ø (m/sg)</i>	<i>V Ø (m/sg)</i>	
100,00	200,00	150,00	5,305	1,326	0,807

Válvula de retención de bola.

<i>Uds</i>	<i>Ø (mm)</i>	<i>Q (m³/h)</i>	<i>V (m/sg)</i>	<i>K</i>	
1,00	200,00	150,00	1,326	2,00	0,179

Válvula de compuerta.

<i>Uds</i>	<i>Ø (mm)</i>	<i>Q (m³/h)</i>	<i>V (m/sg)</i>	<i>K</i>	
1,00	200,00	150,00	1,326	0,07	0,006

Codos N3D 90°.

<i>Uds</i>	<i>Ø (mm)</i>	<i>Q (m³/h)</i>	<i>V (m/sg)</i>	<i>K</i>	
3,00	200,00	150,00	1,326	0,30	0,081

Pérdida de carga continua en tubería a presión.

<i>Longitud (m)</i>	<i>Ø (mm)</i>	<i>Caudal a buscar (m³/h)</i>	<i>Caudal (m³/h)</i>	<i>Perdida (m/km)</i>	
6,00	150,00	150,00	150,00	51,775	
<i>V (m/sg)</i>	<i>Rugosidad (mm)</i>	<i>Viscosidad cinemática</i>			
2,358	0,50	1,31E-06			0,311

Desembocadura.

<i>Uds</i>	<i>Ø (mm)</i>	<i>Q (m³/h)</i>	<i>V (m/sg)</i>	<i>K</i>	
1,00	150,00	150,00	2,358	1,00	0,283
Total pérdidas de carga					1,667
Altura manométrica mínima					1,92 mca
Altura manométrica máxima					8,77 mca
Altura manométrica media					5,34 mca
Altura manométrica adoptada					7,00 mca

Bombeo de recuperacion de tanque almacenamiento fosas septicas

Cota máxima de agua en tanque	17,85 m
Cota de solera de tanque	14,35 m
Cota de coronación de desarenador	20,70 m
Altura geométrica mínima	2,85 m
Altura geométrica máxima	6,35 m
Caudal de impulsión	30,00 m³/h
Numero de bombas	1 +1R
Caudal unitario por bomba	30,00 m³/h

Pérdidas de carga en la impulsión

Ensanchamiento brusco

<i>Ø menor</i>	<i>Ø mayor</i>	<i>Q (m³/h)</i>	<i>V Ø (m/sg)</i>	<i>V Ø (m/sg)</i>	
80,00	100,00	30,00	1,658	1,061	0,018

Válvula de retención de bola.

<i>Uds</i>	<i>Ø (mm)</i>	<i>Q (m³/h)</i>	<i>V (m/sg)</i>	<i>K</i>	
1,00	100,00	30,00	1,061	2,00	0,115

Válvula de compuerta.

<i>Uds</i>	<i>Ø (mm)</i>	<i>Q (m³/h)</i>	<i>V (m/sg)</i>	<i>K</i>	
1,00	100,00	30,00	1,061	0,07	0,004

Codos N3D 90º.

<i>Uds</i>	<i>Ø (mm)</i>	<i>Q (m³/h)</i>	<i>V (m/sg)</i>	<i>K</i>	
3,00	100,00	30,00	1,061	0,30	0,052

Pérdida de carga continua en tubería a presión.

<i>Longitud (m)</i>	<i>Ø (mm)</i>	<i>Caudal a buscar (m³/h)</i>	<i>Caudal (m³/h)</i>	<i>Perdida (m/km)</i>	
25,00	100,00	30,00	30,00	18,070	
<i>V (m/sg)</i>	<i>Rugosidad (mm)</i>	<i>Viscosidad cinemática</i>			
1,061	0,50	1,31E-06			0,452

Desembocadura.

<i>Uds</i>	<i>Ø (mm)</i>	<i>Q (m³/h)</i>	<i>V (m/sg)</i>	<i>K</i>	
1,00	100,00	30,00	1,061	1,00	0,057
Total pérdidas de carga					0,698
Altura manométrica mínima					3,55 mca
Altura manométrica máxima					7,05 mca
Altura manométrica media					5,30 mca

Altura manométrica adoptada

6,00 mca

4 Formulación empleada en el cálculo

FORMULACION EMPLEADA EN EL CALCULO

Para el cálculo de pérdidas de cargas en puntos singulares de las conducciones se utilizará la siguiente fórmula:

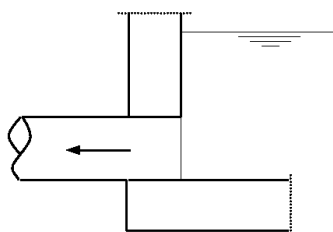
K = Coeficiente.
 V = Velocidad (m/s)
 g = 9.81 m/s²
 h = Pérdida de carga

$$h = K \frac{V^2}{2g}$$

Para el cálculo de la velocidad se usará:

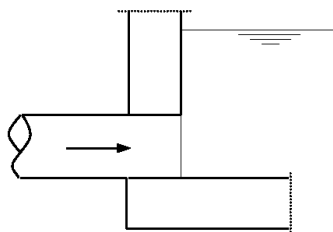
Q = Caudal (m³/h)
 ϕ = Diámetro (mm)
 V = Velocidad

$$V = \frac{Q \cdot 3600}{\frac{\phi^2}{1000} \cdot \pi \cdot 4}$$



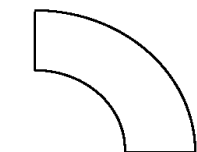
Embocadura

$h = K(V^2/2g)$
 $K = 0.5$



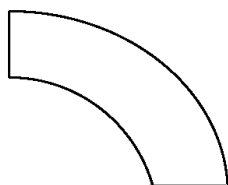
Desembocadura

$h = K(V^2/2g)$
 $K = 1$



Codo a 90° radio normal

$h = K(V^2/2g)$
 $K = 0.3$



Codo a 90° gran radio

$h = K(V^2/2g)$
 $K = 0.2$



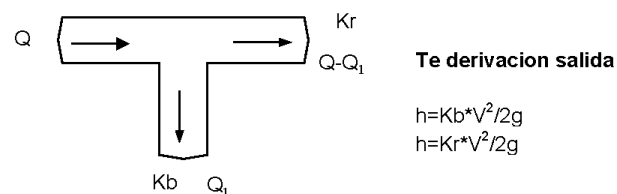
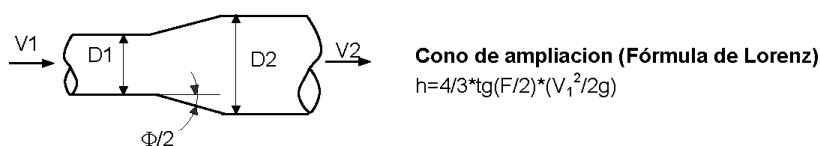
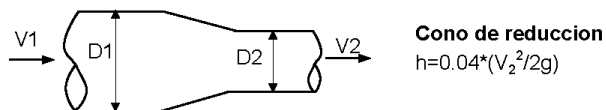
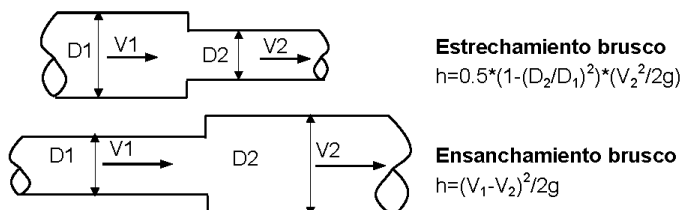
Codo a 45°

$h = K(V^2/2g)$
 $K = 0.2$

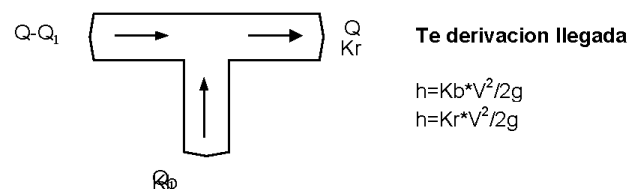


Codo a 180°

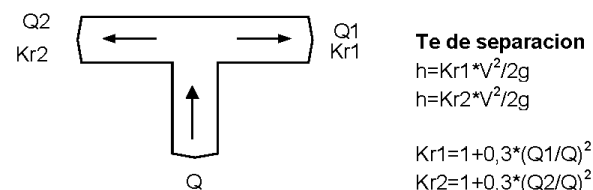
$h = K(V^2/2g)$
 $K = 0.4$



Q_1/Q	0,00	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50
K_b	1,00	1,00	1,01	1,03	1,05	1,09
K_r	0,00	0,004	0,02	0,04	0,06	0,10
Q_1/Q	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	
K_b	1,15	1,22	1,32	1,38	1,45	
K_r	0,15	0,20	0,26	0,32	0,40	

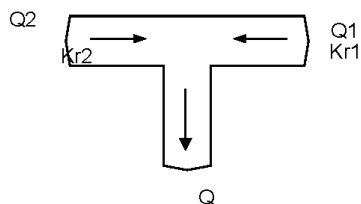


Q_1/Q	0,00	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50
K_b	0,60	0,37	0,18	0,07	0,26	0,46
K_r	0,00	0,160	0,27	0,38	0,46	0,53
Q_1/Q	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	
K_b	0,62	0,78	0,94	1,08	1,20	
K_r	0,57	0,59	0,60	0,59	0,55	



$$K_{r1} = 1 + 0,3 * (Q_1/Q)^2$$

$$K_{r2} = 1 + 0,3 * (Q_2/Q)^2$$



Te de union

$$h = Kr1 \cdot V^2 / 2g$$

$$h = Kr2 \cdot V^2 / 2g$$

$$Kr1 = 2 + 3 \cdot [(Q1/Q)^2 - (Q2/Q)]$$

$$Kr2 = 2 + 3 \cdot [(Q2/Q)^2 - (Q1/Q)]$$

VALVULAS	
TIPO	k
Compuerta	0,07
Mariposa	0,12
Retencion de clapeta	2,00
Retencion de bola	2,00
Valvula de flotador	6,00
Valvula de pie	0,80

Para el cálculo de pérdidas de cargas continuas en las conducciones se utilizará la fórmula de Prandt-Colebrook.

$$Q = \frac{\pi \cdot \sigma^2}{4 \cdot 10^6} \cdot \left(-2 \log \left(\frac{2.51 \cdot 10^6 \cdot v}{\sigma \cdot \sqrt{2gJ\sigma}} \right) + \frac{K}{\sigma \cdot 3.71} \right) \cdot \sqrt{2gJ\sigma} \cdot 3.6$$

Siendo:

Q = Caudal(m³/h).

σ = Diámetro(mm).

v = Viscosidad cinemática(m²/s).

g = 9.81m²/s

J = Pérdida de carga unitaria(m/km).

K = Rugosidad absoluta media(mm).

La pérdida de carga total en la conducción viene calculada por la expresión:

$$h = \text{Pérdida de carga total} \quad h = \frac{J \cdot L}{1000}$$

Siendo:

J= Pérdida de carga unitaria(m/km).

L= Longitud total de la conducción(m).

Tipo tubería	k	k
	Tub. nueva	Tub. Usada
Aluminio, cobre, latón	<0,025	0,025
PVC, polietileno	<0,025	0,025
Fibrocemento	<0,025	0,025
Fundicion desnuda	0,22	0,330
Fundicion recubierta	0,10	0,220
Hormigon muy liso	0,30	0,600
Hormigon liso	0,50	1,000
Hormigon rugoso	1,00	4,000
Hormigon in situ	1,50	5,000

Para el cálculo de pérdidas de cargas en huecos rectangulares en muros se utilizará la siguiente fórmula:

K= Coeficiente. (1,50)

V= Velocidad(m/s)

g= 9.81m/s²

$$h = \text{Pérdida de carga} \quad h = K \frac{V^2}{2g}$$

Para el calculo de la velocidad se usara:

Q= Caudal(m³/h)

S= Seccion=A*B(m²)

Siendo: $V = \frac{Q}{3600 \cdot S}$

Para el cálculo de pérdidas de cargas en huecos circulares en muros se utilizará la siguiente fórmula:

K= Coeficiente (1,50)

V= Velocidad(m/s)

g= 9.81m/s²

$$h = \text{Pérdida de carga} \quad h = K \frac{V^2}{2g}$$

Para el cálculo de la velocidad se usará:

D= Diámetro(mm).

Q= Caudal(m³/h)

$$S = \text{Sección} = \frac{\left(\frac{D}{1000}\right)^2 \cdot \pi}{4}$$

Siendo: $V = \frac{Q}{3600 \cdot S}$

Calculo de vertederos triangulares de pared delgada

$$\text{Fórmula} = Q = N \cdot 3600 \cdot \frac{4}{5} \cdot \mu \cdot h^2 \cdot \sqrt{2gh} \cdot \tan \frac{\theta}{2}$$

Siendo:

Q= Caudal del vertedero en m³/h

μ= Coeficiente de caudal del vertedero (0,40)

N= Numero de vertederos

Ø= Angulo en grados del vertedero

h= Altura de agua en el vertedero

Calculo de vertederos rectangulares

$$\text{Fórmula} = Q = \mu \cdot l \cdot h \cdot \sqrt{2gh}$$

Siendo:

Q= Caudal del vertedero en m³/sg

μ= Coeficiente de caudal del vertedero

Pared delgada = 0,62

Pared gruesa = 0,45

l= Longitud del vertedero (m)

h= Altura de agua en el vertedero (m)

Calculo de agujeros circulares de pared delgada.

$$\text{Fórmula} = Q = K \cdot S \cdot \sqrt{2gh}$$

Siendo:

Q= Caudal del agujero en m³/sg

K= Coeficiente de caudal del agujero (0,62)

S= Seccion del agujero en m²

h= Altura de agua desde el centro del agujero (m)

Calculo de la altura crítica en canales.

Para el cálculo de la altura de descarga en canales se utilizará la siguiente formula:

$$H_c = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{g \cdot b^2}}$$

Siendo:

Hc= Altura crítica(m).

Q= Caudal unitario(m³/h).

b= Ancho de canal(m).

Para el cálculo de pérdidas de cargas en canales se utilizará la formula de Manning

$$\text{Formula= } Q = S \cdot 3600 \cdot \frac{1}{\mu} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot J^{\frac{1}{2}}$$

Siendo:

Q= Caudal(m³/h).

S= Sección mojada(m²).

μ= Coeficiente de rugosidad

R= Radio hidráulico(m).

J= Pendiente(m/m).

V= Velocidad(m/s).

Resultando la pérdida de carga total:

h= J*L(Longitud canal)

Calculo de la pérdida de carga en rejas.

Para el cálculo de la altura de descarga en canales se utilizará la formula de Kirschner:

$$\Delta h = f \cdot \left(\frac{a}{b}\right)^{\frac{4}{3}} \cdot \frac{v^2}{2g} \cdot \sin \alpha$$

Siendo:

f= Coeficiente de forma de los barrotes.

a= Anchura de barrotes(mm).

b= Separación de barrotes(mm).

v= Velocidad de paso(m/s).

α= Angulo de inclinación de la reja con la horizontal(°).

La velocidad de paso la obtenemos a partir de:

$$V = ((Q/3600)/(S \cdot K)) \cdot ((a+b)/b)$$

Siendo:

Q= Caudal unitario(m³/h).

A= Altura de agua(m).

B= Ancho de canal(m).

S= A*B=Sección útil(m²).

a= Anchura de barrotes(mm).

b= Separación de barrotes(mm).

C= Colmatación(%).

K= Coeficiente de colmatación=1-C/100

Para el cálculo de pérdidas de carga en tuberías a seccion parcial se utilizará

La formula de Manning

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

en la que:

Tipo tubería	n Tub. nueva	n Tub. Usada
PVC, polietileno	0,0090	0,010
Fibrocemento	0,0095	0,011
Fundicion desnuda	0,013	0,017
Fundicion recubierta	0,100	0,220
Hormigon	0,013	0,017
Acero	0,080	0,011
Paredes ladrillo	0,012	0,030
Paredes de tierra	0,020	0,033
Hormigon in situ	1,500	5,000

La formula general de Colebrook

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left(\frac{K}{12.84R} + \frac{2.51}{Re \sqrt{\lambda}} \right)$$

Donde:

R= Radio hidraulico en m
K= Coeficiente de rugosidad absoluta en m
l=Coeficiente de friccion en m/m
Re= numero de Reynolds

l y Re se obtienen de :

$$j = \lambda \frac{V^2}{8gR} \quad Re = \frac{4VR}{v}$$

Siendo:

V=velocidad de circulacion en m/s
j=perdida de carga unitaria en m/m
v=viscosidad cinematica en m²/s

Despejando l y Re de las anteriores ecuaciones se obtiene

$$V = -2\sqrt{8gRj} \log \left(\frac{K}{14.84R} + \frac{0.63v}{R\sqrt{8gRj}} \right)$$

que permite obtener la velocidad de circulacion V en funcion del radio hidraulico R y la perdida de carga unitaria igual a la pendiente j.

Para los coeficientes de rugosidad de las tuberías se tomarán

Tipo tubería	k Tub. nueva	k Tub. Usada
Aluminio, cobre, laton	<0,025	0,025
PVC, polietileno	<0,025	0,025
Fibrocemento	<0,025	0,025
Fundicion desnuda	0,22	0,330
Fundicion recubierta	0,10	0,220
Hormigon muy liso	0,30	0,600
Hormigon liso	0,50	1,000
Hormigon rugoso	1,00	4,000
Hormigon in situ	1,50	5,000