ANEJO Nº 3.- CÁLCULO DEL PROCESO DE TRATAMIENTO

INDICE

1 DATOS DE PARTIDA Y RESULTADOS A OBTENER 2
1.1 POBLACIÓN, CAUDALES Y CARGAS 2
1.2 CALIDAD EXIGIDA AL EFLUENTE 2
1.3 CALIDAD EXIGIDA AL FANGO 2
2 LÍNEA DE AGUA 3
2.1 PRETRATAMIENTO 3
2.1.1 POZO DE GRUESOS 3
2.1.2 BOMBEO DE ELEVACIÓN A ZONA DE CONFLUENCIA 4
2.1.3 DESBASTE DE FINOS 5
2.1.4 DESARENADO-DESENGRASADO 6
2.2 DECANTACIÓN PRIMARIA 7
2.3 REACTOR BIOLÓGICO 9
2.3.1 SOLUCIÓN ADOPTADA 9
2.3.2 DIMENSIONAMIENTO DEL REACTOR 10
2.4 DECANTACIÓN SECUNDARIA 17
2.5 BOMBEO DE ELEVACIÓN A TRAT. TERCIARIO 18
2.6 COAGULACIÓN 19
2.7 FLOCULACIÓN 20
2.8 DECANTACIÓN LAMELAR 20
2.9 FILTRACIÓN POR ARENA 22
2.10 CLORACIÓN 25
3 LÍNEA DE FANGOS 26
3.1 TAMIZADO DE FANGOS 26
3.2 ESPESAMIENTO POR GRAVEDAD (FANGOS PRIMARIOS) 26
3.3 ESPESAMIENTO DE FANGOS POR CENTRIFUGACIÓN (FANGOS SECUNDARIOS) 27
3.4 CÁMARA DE MEZCLA DE FANGOS 27
3.5 DIGESTIÓN ANAEROBIA 28
3.6 DEPÓSITO TAMPÓN DE FANGOS DIGERIDOS 33
3.7 DESHIDRATACIÓN DE FANGOS 33
4 CONCLUSIONES 35
APENDICE 1.- ESTUDIO DE SOLUCIONES 36

1 DATOS DE PARTIDA Y RESULTADOS A OBTENER

A continuación se exponen los datos que han servido para el diseño del anteproyecto.

1.1 POBLACIÓN, CAUDALES Y CARGAS

		Invierno	Verano
Población			
Población	(hab)		
Caudales			
Dotación saneamiento	(l/hab x día)	250	250
Caudal medio diario	(m3/día)	100.000	100.000
Caudal medio horario	(m3/hora)	4.166.67	4.166.67
Factor punta hidráulico adoptado (para caudal de colectores no provenientes de la EDAR existente)		1,45	1,45
Caudal punta hidráulico	(m3/hora)	2.227	2.227
DBO5			
Carga unitaria	(gr/hab x día)		
Carga	(kg/día)	45.900	45.900
Concentración	(mg/l)	459	459
DQO			
Carga	(kg/día)	68.300	68.300
Concentración	(mg/l)	683	683
SS			
Carga	(kg/día)	32.900	32.900
Concentración	(mg/l)	329	329
Nitrógeno NTK			
Carga	(kg/día)	6.000	6.000
Concentración	(mg/l)	60	60
Fósforo			
Carga	(kg/día)	1.100	1.100
Concentración	(mg/l)	11	11

1.2 CALIDAD EXIGIDA AL EFLUENTE

Las aguas depuradas son vertidas al cauce del río Guadalhorce en las proximidades de su desembocadura al mar. Este hecho limita el efecto de la potencial eutrofización que pudieran sufrir las aguas de citado río, ya que el efecto ocasionado en el mar es mínimo debido a su gran efecto diluyente. Dicho esto se puede afirmar que a fecha de redacción del presente anteproyecto las características del agua efluente de la EDAR deberían ser las exigidas en zona "no sensible" recogidas en la Directiva 91/271/CEE.

Propuestas de límite de vertido Zona no sensible		
Parámetro Diseño EDAR	**ppm**	**Rendimiento Mínimo de depuración**
DBO_5	25	90%
DQO	125	75%
SS	35	90%

Sin embargo, en previsión de que en un futuro próximo se pudieran endurecer las condiciones de vertido, se ha decidido proyectar una planta versátil capaz de generar un efluente de mayor calidad, asimilable al de "zonas sensibles", concretamente con capacidad de nitrificar-desnitrificar por vía biológica y fósforo por vía química.

Propuestas de límite de vertido Zona sensible		
Parámetro Diseño EDAR	**ppm**	**Rendimiento Mínimo de depuración**
DBO_5	25	90%
DQO	125	75%
SS	35	90%
Nt	10	80%
Pt	1	80%

1.3 CALIDAD EXIGIDA AL FANGO

A la salida de la deshidratación y previo al secado térmico se demanda la siguiente calidad al fango:

Parámetro	Valor
Sequedad (proporción en peso materia seca)	> 20%
Estabilidad (proporción en peso materia volátil)	< 60%

2 LÍNEA DE AGUA

2.1 *PRETRATAMIENTO*

2.1.1 POZO DE GRUESOS

Se considera que únicamente el agua bruta procedente de los tres colectores por gravedad que llegan a planta necesitan pasar por pozo de gruesos, el cual será dimensionado desde un punto de vista especialmente conservador. El agua bruta procedente de la EDAR existente llega bombeado, por lo que ya es sometida a un paso a través de rejas.

Cota lámina de agua en Colector Santa Amalia	11,20	m
Cota lámina de agua en Colector Alhaurín de la Torre	9,50	m
Cota lámina de agua en Colector Campanillas, Cártama y Alhaurín el Grande	4,50	m
Cota del terreno	15,00	m

Se proyecta como solución que el colector de Camapanillas, con cota de llegada de 4,50 m posea un pozo de gruesos y posterior bombeo independiente de los otros dos colectores por gravedad. De esta forma se aprovecha mejor la superior cota de llegada de los colectores de Santa Amalia y Alhaurín de la Torre, que poseerán un pozo de gruesos y bombeo en común adicional.

Caudales estimados sin efecto aplicar factor punta de 1,45

Caudal en Colector Santa Amalia	160	m3/d
Caudal en Colector Alhaurín de la Torre	11.300	m3/d
Caudal en Colector Campanillas, Cártama y Alhaurín el Grande	25.400	m3/d

Caudales estimados aplicando factor punta de 1,45

Factor punta	1,45	m3/d
Caudal en Colector Santa Amalia	232	m3/d
Caudal en Colector Alhaurín de la Torre	16.385	m3/d
Caudal en Colector Campanillas, Cártama y Alhaurín el Grande	36.830	m3/d

Pozo de gruesos - Colector Campanillas, Cártama y Alhaurín el Grande

Profundidad de seguridad bajo colector de Campanillas, Cártama y Alhaurín de la Torre para evitar que entre en carga	2,50	m
Altura	13,00	m
Cota de fondo del pozo	2,00	m
Factor punta de seguridad	1,45	
Caudal medio en pozo de gruesos	0,29	m3/s
Caudal medio en pozo de gruesos	25.400	m3/d
Caudal de diseño en pozo de gruesos	0,43	m3/s
Caudal de diseño en pozo de gruesos	36.830	m3/d
Número de pozos	1	
Dimensiones unitarias		
Largo	4,5	m
Ancho	4,5	m
Altura trapecial	1,0	m
Altura recta del líquido	2,5	m
Altura recta	12,0	m
Superficie total	20,25	m2
Volumen total a Qmed	70,07	m3
Ángulo trapecial	60	º
Lado "a"	2,00	m
Lado "b"	1,73	m
Volumen rectangular	49,815	m3
Volumen trapecial	10,70	m3
Volumen total	60,51	m3
Carga hidraulica a Qdiseño	52	m3/(m2*h)
Carga hidraulica a Qmax	76	m3/(m2*h)
Tiempo de retención a Qdiseño	206	s
Tiempo de retención a Qmax	142	s
Número de ventanas	2	ud
Extracción de residuos:	Cuchara bivalva en puente grúa	
Rejillas retención residuos:	Perfil de carriles	
Dimensiones unitarias		
Separación de barrotes:	0,08	m
Ancho de barrotes:	0,025	m
Limpieza de las rejillas:	Automático	
Nº rejas a instalar:	2	ud
Alto	1	m
Ancho	0,8	m
Superficie	0,80	m2
Altura útil	1,00	m

Ancho útil	0,61	m
Velocidad de paso a Qmax	0,35	m/s

Pozo de gruesos - Colector Santa Amalia y Alhaurín de la Torre

Profundidad de seguridad bajo Colector Santa Amalia y Alhaurín de la Torre	2,50	m
Altura	8,00	m
Cota de fondo del pozo	7,00	m
Factor punta de seguridad	1,45	
Caudal medio en pozo de gruesos	0,13	m3/s
Caudal medio en pozo de gruesos	11.460	m3/d
Caudal de diseño en pozo de gruesos	0,19	m3/s
Caudal de diseño en pozo de gruesos	16.617	m3/d
Número de pozos	1	

Dimensiones unitarias

Largo	4,5	m
Ancho	4,5	m
Altura trapecial	1,0	m
Altura recta del líquido	1,5	m
Altura recta	7,0	m
Superficie total	20,25	m2
Volumen total a Qmed	50,42	m3
Ángulo trapecial	60	º
Lado "a"	2,00	m
Lado "b"	1,73	m
Volumen rectangular	30,1725	m3
Volumen trapecial	10,70	m3
Volumen total	40,87	m3
Carga hidraulica a Qdiseño	24	m3/(m2*h)
Carga hidraulica a Qmax	34	m3/(m2*h)
Tiempo de retención a Qdiseño	308	s
Tiempo de retención a Qmax	212	s
Número de ventanas	2	ud
Extracción de residuos:	Cuchara bivalva en puente grúa	
Rejillas retención residuos:	Perfil de carriles	
Dimensiones unitarias		
Separación de barrotes:	0,08	m
Ancho de barrotes:	0,025	m
Limpieza de las rejillas:	Automático	
Nº rejas a instalar:	2	ud
Alto	1	m
Ancho	0,8	m
Superficie	0,80	m2
Altura útil	1,00	m
Ancho útil	0,61	m
Velocidad de paso a Qmax	0,16	m/s

2.1.2 BOMBEO DE ELEVACIÓN A ZONA DE CONFLUENCIA

El agua bruta que pasa por el pozo de gruesos necesita ser bombeada hasta alcanzar la misma cota de llegada del colector de agua procedente de la planta actual. Se proyecta, tras cada uno de los dos pozos de gruesos ya diseñados, una cámara de bombeo.

Bombeo - Colector Campanillas, Cártama y Alhaurín el Grande

Caudal medio de bombeo	25.400	m3/d
Caudal medio de bombeo	0,294	m3/s
Factor de seguridad	1,45	
Caudal máximo total a ser bombeado	0,43	m3/s
Caudal máximo total a ser bombeado	36.830	m3/d

Altura de elevación:

Nivel de líquido zona de confluencia	18,47	m
Nivel máximo elevación	18,97	m
Cota de fondo del pozo	2,00	m
Cota mínima de bombeo	3,00	m
Pérdidas estimadas en impulsión	0,66	m

Equipo de bombeo a instalar:

Caudal máximo a elevar	0,43	m3/s
Tipo de bombas instaladas	bombas sumergibles	
Número de bombas instaladas	4	ud
Número de bombas en funcionamiento	3	ud
Caudal unitario	512	m3/h
Altura manométrica	16,63	m.c.a.

Diseño del pozo de bombeo

Tiempo de retención	5	minutos
Volumen necesario	128	m3
Mínima altura agua aspiración bombas	1	m
Máxima lámina de agua alivio	13,49	m
Diámetro bombas	1	m
Separación entre bombas	1	m
Distancia bombas a pared	0,5	m
Ancho mínimo por bombas	8,0	m
Anchura adoptada	9	m
Largo	5,0	m
Tiempo de retención adoptado	20,2	min
Volumen máximo en alivio	517	m3

Bombeo - Colector Santa Amalia y Alhaurín de la Torre

Caudal medio de bombeo	11.460	m3/d
Caudal medio de bombeo	0,13	m3/s
Factor de seguridad	1,45	
Caudal máximo total a ser bombeado	0,19	m3/s
Caudal máximo total a ser bombeado	16.617	m3/d

Altura de elevación:

Nivel de líquido zona de confluencia	18,47
Nivel máximo elevación	18,97
Cota de fondo del pozo	7,00
Cota mínima de bombeo	8,00
Pérdidas estimadas en impulsión	1,00

Equipo de bombeo a instalar:

Caudal máximo a elevar	0,19	m3/s
Tipo de bombas instaladas	bombas sumergibles	
Número de bombas instaladas	4	ud
Número de bombas en funcionamiento	3	ud
Caudal unitario	231	m3/h
Altura manométrica	12,0	m.c.a.

Diseño del pozo de bombeo

Tiempo de retención	5	minutos
Volumen necesario	58	m3
Mínima altura agua aspiración bombas	1	m
Máxima lámina de agua alivio	13,96	m
Superficie a nivel medio	4,5	m2
Diámetro bombas	1	m
Separación entre bombas	1	m
Distancia bombas a pared	0,5	m
Ancho mínimo por bombas	8,0	m
Anchura adoptada	9	m
Largo	5,0	m
Tiempo de retención adoptado	27,1	min
Volumen máximo en alivio	313	m3

ZONA DE CONFLUENCIA

Tiempo de retención teórico	2	min
Caudal a recibir	100.000	m3/d
Cota de fondo	14,00	m
Cota máxima de agua en zona de confluencia	18,47	m
Cota coronación de muro	19,70	m
Altura lámina de agua	4,47	m
Anchura zona de confluencia	4,5	m
Longitud zona de confluencia	10,3	m
Superficie presentada	46,4	m2
Volumen presentado	207	m
Tiempo de retención adoptado	3,0	min

2.1.3 DESBASTE DE FINOS

El diseño de planta adoptado es aquel que aplica un cierto control sobre el caudal máximo bombeado desde la EDAR actual, de forma que la regulación hasta llegar al caudal de 100.000 m^3/d se deba a dicho bombeo, cuya capacidad máxima será de 70.000 m^3/d, mientras que el caudal que llegue por los colectores por gravedad sea variable, y cuya suma (colectores por gravedad más impulsión desde planta existente) no superará el citado valor de 100.000 m^3/d.

Caudal diseño pretratamiento	1,16	m3/s
Tipo de tamiz	Automático de escaleras	
Número de tamices a instalar	3	ud
Número de tamices en servicio	3	ud
Número de tamices en reserva	0	ud
Dimensiones unitarias		

Caudal máximo en desbaste por línea	0,39	m3/s
Luz	0,003	m
Ancho canal	1,0	m
Ancho útil del canal	0,92	m
Grado de colmatación	30	%
Ancho útil del canal	0,92	m
Altura útil a Qdiseño	1	m
Velocidad de aproximación a Qdiseño	0,4	m/s
Velocidad de paso a Qdiseño con colmatación	1,0	m/s
Velocidad de paso a Qdiseño sin colmatación	0,7	m/s
Producción específica de residuos	0,08	$m^3/1000m^3$
Producción de residuos	8,00	m^3/d
Transporte de residuos	Tornillo transportador-prensa	
Destino de los residuos	Contenedor	

2.1.4 DESARENADO-DESENGRASADO

Caudal medio diario	100.000	m3/d
Caudal medio horario	4.167	m3/h
Caudal máximo horario	4.167	m3/h
Caudal máximo diario	100.000	m3/d
Tipo desarenador-desengrasador	Rectangular aireado	
Número de desarenadores instalados	3	ud
Carga hidraúlica a Qmed	12	m3/(m2*h)
Carga hidraúlica a Q_{max}	24	m3/(m2*h)
Tiempo de retención a Qmed	20	min
Tiempo de retención a Q_{max}	8	min
Superficie unitaria necesaria a Qmed	115,7	m2
Superficie unitaria necesaria a Q_{max}	57,9	m2
Volumen unitario necesario a Qmed	463,0	m3
Volumen unitario necesario a Q_{max}	185,2	m3
Profundidad teórica	4,0	m
Profundidad adoptada	3,5	m

Dimensiones unitarias

Largo	26,0	m
Ancho	5,0	m
Relación largo/ancho	5,0	
Superficie para esos datos	135,2	m2
Volumen para esos datos	473,2	m3
Ancho zona desarenado (70% total)	3,64	m
Ancho zona desengrasado (30% total)	1,56	m
Altura líquida total	3,5	m
Altura liquida recta (25% total)	0,88	m
Altura líquida trapecial (75% total)	2,63	m

INYECCIÓN DE AIRE

Caudal de aire a Qmax	8	Nm3/(m2*h)
Caudal de aire necesario por linea	740,7	Nm3/h
Caudal de aire total necesario	2.222	Nm3/h
Sistema de compresión de aire	motosoplantes	
Número de soplantes instaladas	4	ud
Número de soplantes funcionando	3	ud
Pérdidas de carga	0,8	m
Altura manométrica	4,30	m
Número de parrillas por linea	1	
Número de difusores por parrila	100	
Número de difusores por linea	100	
Sistema de inyección de aire	Difusores burbuja media	
Potencia de cada motosoplante	13	Kw

CÁLCULO DE POTENCIA DE MOTOSOPLANTES

$$P = \frac{Qa * \gamma * R * Ta}{75 * n * e_b} * \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^n - 1 \right] * 0.736$$

Qa = Caudal aspirado	0,206	m3/s
γ = Peso específico del aire	1,13	kg/m3

R = cte de los gases	29,27	m/K
Ta = temperatura ambiente	308	K
n = cte	0,283	
P_1 = Presión aspiración	1,02	kg/cm2
P_2 = Presión impulsión	1,50	kg/cm2
e_b = rendimiento de la soplante	0,65	para embolos rotativos
Presión relativa en impulsión	0,48	kg/cm2
Sumergencia de los difusores	4,00	m
Pérdida de carga supuesta	0,8	m.c.a.
Potencia unitaria	13	Kw

EXTRACCIÓN Y BOMBEO DE ARENAS

Producción teórica de arenas	0,45	kg/m3
Carga de arena a retirar	45.000	kg/d
Densidad de la arena	2,0	kg/l
Caudal de arena a retirar	22.500	l/d
Caudal de arena a retirar	22,50	m3/d
Caudal agua-arena a retirar	2.250	m3/d
Sistema de extracción	Bomba fija en poceta (no en puente). Rasqueta de fondo	
Tipo de bomba	Centrífuga vertical	
Número de bombas instaladas	3	
Caudal unitario teórico	88,2	m3/h
Caudal unitario adoptado	90,0	m3/h
Tiempo máximo teórico de bombeo	8,5	h
Separación y lavado de arena	Clasificador de vaivén	
Número de unidades	2	
Capacidad estricta	132	
Capacidad adoptada	200	
Destino final arena	Contenedor	

EXTRACCIÓN Y SEPARACIÓN DE FLOTANTES

Producción teórica de grasas	30	g/m3
Caudal medio diario	100.000	m3/d
Eliminación prevista	80	%
Concentración de salida prevista	30	g/l
Grasa total que entra a la planta	3.000.000	g/d
Grasa que se extrae del agua residual	2.400.000	g/d
Volumen a retirar al cabo del día	80,00	m3/d
Evacuación	Bombeo	
Nº de bombas instaladas	2	
Nº de bombas en funcionamiento	1	
Tiempo de funcionamiento	6	horas
Caudal unitario	13,3	m3/h
Destino	Concentrador de flotantes	

SEPARADOR DE GRASAS Y FLOTANTES

Sistema de separación y recogida	Barredor superficial automático a skimmer	
Número de concentradores	1	ud
Evacuación final	Contenedor	

2.2 *DECANTACIÓN PRIMARIA*

Caudal diario	100.000	m3/d
Caudal horario	4.167	m3/h
Caudal máximo horario	4.167	m3/h
Caudal máximo diario	100.000	m3/d
Tipo de decantador	Lamelar	
Forma	Rectangular	
Nº de decantadores en servicio	4	ud
Superficie proyectada por m3	5	m2/m3
Altura lamela	1,5	m
Longitud	10	m
Anchura unitaria	17	m
Anchura pasarela	1,5	m
Relación longitud/anchura	0,59	
Altura total	4,90	m
Volumen unitario de cada lamela	255,0	m3
Volumen total de lamelas	1020	m3
Superficie total proyectada	5.100	m2

Superficie decantación (0,8 rendimiento)	4.080	m2
Distancia media entre placas	80	mm
Material placas	PVC	
Peso:	50	Kg/m3
Longitud de placas	2,31	m
Altura de placas	2.000	mm
Velocidad de Hazen a Qdiseño	1,02	m3/(m2*h)
Velocidad de Hazen a Qmax	1,02	m3/(m2*h)
Retirada de flotantes	Barredor superficial automático a skimmer	

RECOGIDA DE AGUA CLARIFICADA DEL DECANTADOR

Forma	Canales transversales con vertederos triangulares a canal lateral	
Nº canales a instalar por decantador:	4	Ud
Longitud de cada canal:	17,0	m
Material:	PRFV	
Ancho del canal:	0,3	m
Calado máximo en el canal:	0,4	m
Superficie de paso	0,12	m2
Velocidad de circulación a Qmed:	0,60	m/s
Velocidad de circulación a Qmax	0,60	m/s
Longitud total del vertedero por decantador:	136	m
Carga sobre vertedero a Qmed:	7,7	m3/h/m
Carga sobre vertedero a Qmax	7,7	m3/h/m

Caudal	1,16	m3/s
Caudal	100.000	m3/d
DBO5	459	mg/l
DQO	683	mg/l
S.S.T.	329	mg/l
N-NH4	44,2	mg/l
N-NO3	0,3	mg/l
NTK	60,0	mg/l
P-PO4	5,4	mg/l

Rendimiento experimental en base a las analíticas del último año (06/2010-06/2011):

Rendimiento en DBO5	37,74	%
Rendimiento en DQO	43,04	%
Rendimiento en S.S.T.	61,40	%
Reducción en N-NH4	7,24	%
Reducción en N-NO3	34,48	%
Reducción en NTK	10,83	%
Reducción en P-PO4	0,00	%

Calidad de agua tratada:

DBO5	286	mg/l
DQO	389	mg/l
S.S.T.	127	mg/l
N-NH4	41,0	mg/l
N-NO3	0,19	mg/l
NTK	53,5	mg/l
P-PO4	4,4	mg/l
SS en el agua antes de decantación	329	mg/l
Fangos debidos a los SS	32.900	kg MS/d
Fangos totales producidos	32.900	kg MS/d
Rendimiento de la decantación	61,40	%
Fangos retenidos	20.201	kg/d
Concentración fangos a extraer	9,0	kg/m3
Peso sólidos suspensión en agua decantada	12.699	kg/d
Concentración de sólidos en suspensión del agua decantada	127,0	mg/l

BOMBEO DE FANGOS DECANTADOS A CÁMARA DE MEZCLA PREVIA DIGESTIÓN

Fangos decantados	20.201	kg/d
Concentración media	9,0	kg/m3
Volumen a extraer	2.245	m3/d
Nº bombas instaladas	5	ud
Nº bombas en funcionamiento	4	ud
Carga de sólidos horario	2.245	kg/h
Caudal unitario teórico	62	m3/h
Tiempo de extracción	9,0	h/d
Caudal unitario adoptado	70	m3/h
Altura manométrica	10	m.c.a.
Tipo de bombas	Centrífugas horizontales	

2.3 *REACTOR BIOLÓGICO*

2.3.1 SOLUCIÓN ADOPTADA

Tras el análisis de la información generada en el estudio de soluciones se ha adoptado como configuración de reactor a adoptar la siguiente.

- Un sistema de fangos activos convencional de media carga de flujo pistón, formado por un selector anóxico, dos cámaras facultativas y una última zona óxica, de forma que mediante diferentes posibilidades de recirculaciones y juegos de válvulas el sistema sea capaz tanto de eliminar materia orgánica exclusivamente como materia orgánica y nitrógeno hasta un límite de 10 ppm en el efluente.

Influente para diseño	S.S. (mg/l)	DBO_5 (mg/l)	DQO (mg/l)	$N\text{-}NH_4^+$ (mg/l)	$N\text{-}NO_3^-$ (mg/l)	$N\text{-}NO_2^-$ (mg/l)	N-NTK (mg/l)	P_t (mg/l)	PO_4^{3-} (mg/l)
	132	286	389	41	0,19	0,06	53,5	7,1	4,4

- La altura del reactor estará en 9 m, con una altura de lámina de agua de 8,5 m.
- La temperatura de diseño se fijó en:
  - o $T_{mínima}$: 15ºC
  - o $T_{máxima}$: 30ºC
- El agua influente del reactor es previamente decantada, lo que implicará que para alcanzar valor de Nt<10 ppm el by-pass de dicha decantación o la adición de algún reactivo con elevada cantidad de materia orgánica soluble (metanol, melaza, etc..)

El diagrama de proceso implicado es el siguiente:

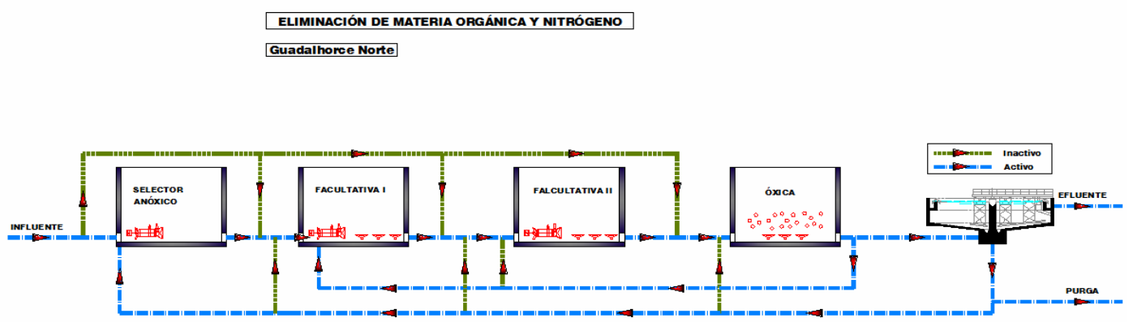


Figura 1. Configuración del reactor de Guadalhorce Norte

2.3.2 DIMENSIONAMIENTO DEL REACTOR

Tal y como se ha comentado anteriormente el criterio de dimensionamiento a aplicar es el de un sistema que cuenta con decantación primaria lamelar, a la vez que se exige una eliminación de nitrógeno que permita que su valor en el efluente sea de 10 ppm. Este hecho implicará que para alcanzar valor de Nt<10 ppm el by-pass de dicha decantación o la adición de algún reactivo con elevada cantidad de materia orgánica soluble (metanol, melaza, etc..), suficiente como para elevar el valor de la DQO

Las características del agua decantada a utilizar en el diseño coinciden con los valores medios registrados en la EDAR actual de Guadalhorce durante el año anterior a la realización del presente anteproyecto.

Agua decantada

Tal y como se ha comprobado en apartados anteriores del estudio de soluciones se ha comprobado que el ratio DQO/NTK de del agua decantada es de $\frac{356}{53,5} = 6.6$, valor bajo que impide una correcta desnitrificación (valor límite inferior entre 10 y 11).

Durante el diseño del sistema del reactor se cuantificará la cantidad de reactivo externo necesario a adicionar para alcanzar el valor de Nt<10 ppm.

Sobre el diagrama de proceso del tratamiento secundario global se marcan en color rosa las conducciones consideradas para el proceso de fangos activos convencionales de media carga con eliminación de materia orgánica.

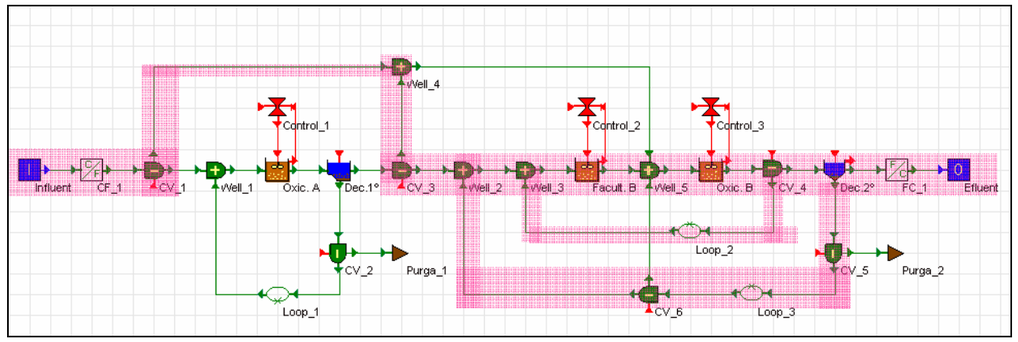
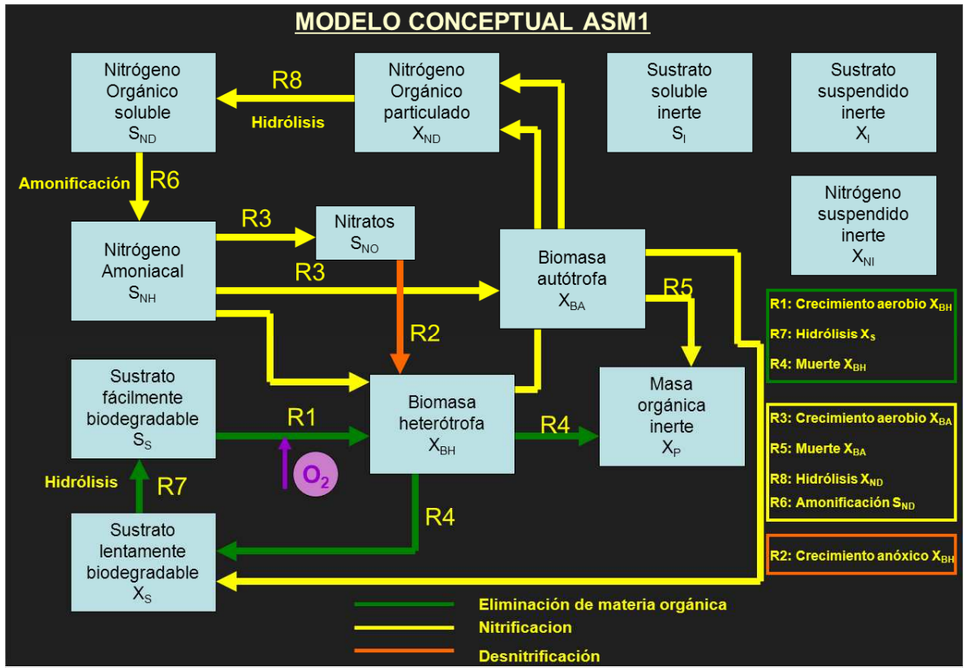


Figura 2. Conducciones de proceso utilizadas en el caso de eliminar MO+N.

2.3.2.1 FUNDAMENTOS DEL MODELO MATEMÁTICO EMPLEADO

A continuación se exponen las bases sobre las que se desarrolla el modelo de fangos activados Nº1 de la IWA (ASM1), tanto en forma de cálculo, ecuaciones cinéticas y coeficientes estequiométricos.

El diagrama evolución de los diferentes componentes contemplados en el ASM1 es el siguiente:



Ecuaciones cinéticas utilizadas

$$R1 = \mu_H \frac{S_S}{K_S + S_S} \frac{S_O}{K_{OH} + S_O} X_{BH}$$

$$R2 = \mu_H \frac{S_S}{K_S + S_S} \frac{K_{OH}}{K_{OH} + S_O} \frac{S_{NO}}{K_{NO} + S_{NO}} \eta_g X_{BH}$$

$$R3 = \mu_A \frac{S_{NH}}{K_{NH} + S_{NH}} \frac{S_O}{K_{O,A} + S_O} X_{BA}$$

$$R4 = b_H * X_{BH}$$
$$R5 = b_A * X_{BA}$$
$$R6 = K_A * S_{ND} * X_{BH}$$

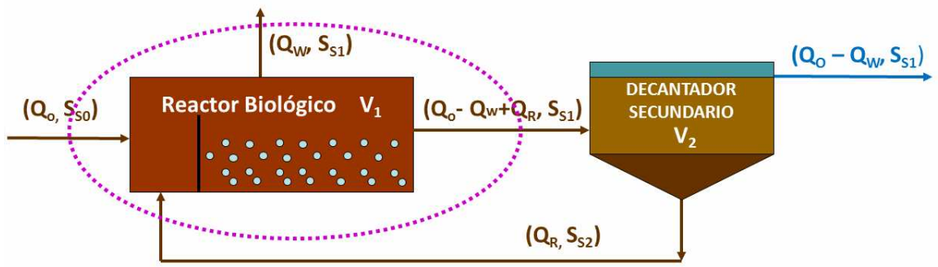
$$R7 = K_h \frac{X_S / X_{BH}}{K_X + \left(X_S / X_{BH} \right)} \left(\frac{S_O}{K_{OH} + S_O} + \eta_h \frac{K_{OH}}{K_{OH} + S_O} \frac{S_{NO}}{K_{NO} + S_{NO}} \right) X_{BH}$$

$$R8 = R7 * \frac{X_{ND}}{X_S}$$

Matriz estequiométrica utilizada

	Componentes / Reacciones	S_S	X_S	X_{BH}	X_{BA}	X_P	S_O	S_{NO}	S_{NH}	S_{ND}	X_{ND}	Cinéticas
1	Crecimiento aerobio de heterótrofos	$-\frac{1}{Y_H}$		1			$-\frac{1-Y_H}{Y_H}$		$-i_{XB}$			R1
2	Crecimiento anóxico de heterótrofos	$-\frac{1}{Y_H}$		1				$-\frac{1-Y_H}{2.86\ Y_H}$	$-i_{XB}$			R2
3	Crecimiento aerobio de autótrofos				1		$-\frac{4.57-Y_A}{Y_A}$	$\frac{1}{Y_A}$	$-i_{XB}$ - (1/YA)			R3
4	Desaparación de heterótrofos		$1-f_P$	-1		f_P					$i_{XB}-f_p i_{xp}$	R4
5	Desaparación de autótrofos		$1-f_P$		-1	f_P					$i_{XB}-f_p i_{xp}$	R5
6	Amonificación de S_{ND}								1	-1		R6
7	Hidrólisis de X_S	1	-1									R7
8	Hidrólisis de X_{ND}									1	-1	R8

Forma de trabajar del simulador matemático con las ecuaciones y coeficientes anteriores



BALANCE DE MATERIA

$$V_1 \frac{dS_S}{dt} = Q_0 S_{S0} + Q_R S_{S2} - Q_w S_{S1} - (Q_0 - Q_w + Q_R) S_{S1} + variación(g/d)$$

$$\frac{dS_S}{dt} = \rho_7 - \frac{1}{Y_H}\rho_1 - \frac{1}{Y_H}\rho_2 \quad (g/(m^3 * d))$$

Se muestra en este diagrama un balance materia de un sistema formado por un reactor y un decantador secundario. En él se han dibujado las flechas de:

- Influente al reactor
- Purga de fangos desde el propio reactor
- Salida del reactor y por tanto entrada al decantador
- Recirculación externa
- Efluente desde el decantador.

Cada una de las líneas de agua mencionadas tiene unos valores concretos de caudales y concentraciones. Se ha escogido en este ejemplo concreto el balance de materia referido a la fracción Ss de la DQO, que como se ha dicho anteriormente corresponde con la fracción fácilmente biodegradable.

Si se realiza un balance de materia sobre la zona marcada por la elipse en color violeta, se puede decir que la variación de la cantidad de Ss respecto al tiempo (expresada en g/d) vendrá dada por las entradas menos las salidas más la variación de Ss por el efecto de las reacciones en las que se vea implicada.

Es por eso que la citada variación (cuyo valor vendrá dado según la reacción tanto de aparición como desaparición) dependerá de las reacciones en las que se vea implicada, de forma que con el símbolo "ρ" nos referiremos a la velocidad con la que se da la reacción en la que está implicada, la cual se ve multiplicada por su coeficiente estequiométrico correspondiente.

Parámetros cinéticos y coeficientes estequiométricos del ASM1

Símbolo	Unidades	Valor a 10°C	Valor a 20°C	Rangos a 20°C
	Coeficientes estequiométricos			
Y_A	g de DQO de células formadas / g N oxidado	0.24	0.24	0.07-0.28
Y_H	g de DQO de células formadas / g DQO oxidado	0.67	0.67	0.46-0.69
f_P	adimensional	0.08	0.008	-
i_{XB}	g N / g DQO de biomasa	0.086	0.086	-
i_{XP}	g N / g DQO de productos	0.06	0.06	0.02-0.1
	Parámetros cinéticos			
$\mu_{H,max}$	$día^{-1}$	3.0	6.0	3.0-13.2
K_S	g DQO/m^3	20.0	20.0	10-180
$K_{O,H}$	g O_2/m^3	0.20	0.20	0.01-0.2
K_{NO}	g N-NO_3/m^3	0.50	0.50	-
b_H	$día^{-1}$	0.20	0.62	0.05-1.6
η_g	adimensional	0.8	0.8	-
η_h	adimensional	0.4	0.4	0.4-1
k_h,	g DQO lentamente biodeg./ g DQO células .día	1.0	3.0	1.0-3.0
K_X	g DQO lentamente biodeg./ g DQO células	0.01	0.03	0.01-0.03
$\mu_{A,max}$	$día^{-1}$	0.3	0.8	0.34-0.8
K_{NH}	g N-NH_3/m^3	1.0	1.0	-
$K_{O,A}$	g O_2/m^3	0.4	0.4	-
k_a	m^3./ g DQO. día ..... $día^{-1}$ ...	0.04	0.08	-
b_A	.....	-	0.15	-

**Habitualmente, a excepción de aguas residuales industriales, los parámetros de la tabla anterior no necesitan ser modificados respecto a los propuestos por el modelo.*

2.3.2.2 DIMENSIONAMIENTO A 15ºC

Para la determinación del volumen del reactor es necesario utilizar la menor temperatura de operación prevista, el cual marcará la previsiblemente peor calidad del efluente del año y la máxima producción de fangos. Para la estimación de la potencia de soplantes a instalar se recalculará el sistema para una temperatura de diseño de 30ºC.

Los valores de cálculo obtenidos son los siguientes:

Influente	
DBO_5 (mg/l)	286
DQO (mg/l)	389
N-NH4 (mg/l)	39,9
N-NO_3^- (mg/l)	0,19
Nt (mg/l)	53,5
NTK (mg/l)	53,3

ENTRADAS A MODELIZADOR	
DQOt (g/m^3)	389
Nt (g/m^3)	53,5
SSV/SST	0,75

CARACTERIZACIÓN DEL AGUA	
Q_{IN}	100.000
S_I	31
Ss	241
So	0,0
S_{NO}	0,2
S_{ND}	7,2
S_{NH}	40
S_{ALK}	100
X_I	88
X_S	85
X_{BH}	31
X_{BA}	0,0
X_P	0,0
X_{ND}	2,5

OPERACIÓN		
Caudal	100.000	m3/d
T	ºC	15
QIN	m3/d	100.000
QRE (B)	m3/d	100.000
Qpurga (B)	m3/d	2500
QRI (B)	m3/d	500.000
DQO	ppm	389
DBO5	ppm	286
Nt	ppm	53,5
OD(B)SP	mg/l	2,0
Vol(Facult)	m3	17.000
Vol (B)	m3	43.000

SIMULACIÓN-CALIBRACIÓN			
Caudal	100.000	m3/d	Límites
DQOt efl.	mg/l	51	90
DQOf efl.	mg/l	33	
DQOp efl.	mg/l	18	

Caudal	100.000	m3/d	Límites
DBOt efl.	mg/l	14	25
DBO5f efl.	mg/l	8,9	
DBO5p efl.	mg/l	4,8	
Nt	mgN/l	8,8	10
N-NH4+	mgN/l	1,50	
N-NO3-	mgN/l	6	
Norg	mgN/l	1,4	
NTK	mgN/l	2,9	
SRT (B)	d	11,1	
SSLM (B)	kg/d	3.745	
SSTef	mg/l	16	30
P fangos (B)	kg/d	18.725	
P fangos (total)	kg/d	18.725	
Consumo O2 (B)	kg/d	30.048	
Consumo O2 (total)	kg/d	30.048	

Rendimientos de eliminación en Tratamiento Terciario	
Rendimiento en DQO soluble (%)	0,25
Rendimiento en DQO particulada (%)	0,6
Rendimiento en DQO total (%)	0,37
Rendimiento DBO_5 soluble salida (%)	0,25
Rendimiento DBO_5 particulada salida (%)	0,6
Renddimiento DBO_5 total salida (%)	0,37
Rendimiento en S.S.T. (%)	0,31
Reducción en N-NH4 (%)	0
Reducción en N-NO3 (%)	0
Reducción en Norg (%)	0,12

Calidad Proceso Convencional + Terciario	
DQO soluble salida (mg/l)	24,8
DQO particulada salida (mg/l)	7,2
DQO total salida (mg/l)	32,0
DBO_5 soluble salida (mg/l)	6,7
DBO_5 particulada salida (mg/l)	1,9
DBO_5 total salida (mg/l)	8,6
S.S.T. salida (mg/l)	11,1
N-NH4 salida (mg/l)	1,5
N-NO3 salida (mg/l)	5,8
Norg salida (mg/l)	1,2
NTK salida (mg/l)	2,7
Nt salida (mg/l)	8,5

Cálculos para el metanol

Caudal (m3/d)	100.000
Concentración DQO total decantada (mg/l)	389
Concentración DQO soluble decantada (mg/l)	154,4
Carga de DQO soluble decantada (kg/d)	15.440
Concentración DQO soluble necesaria (mg/l)	241,0
Carga DQO soluble necesaria (kg/d)	24.100
Déficit de DQO soluble (kg/d)	8.660,0
Carga de Metanol (kg/d)	5.782
Carga de Metanol necesaria (kg/d)	3.849
Coste metanol (€/ton)	330
Coste diario metanol (€/d)	1.270

2.3.2.3 DIMENSIONAMIENTO A 30ºC

Tal y como se ha comentado anteriormente, para la estimación de la potencia de soplantes a instalar se recalcula el sistema para una temperatura de diseño de 30ºC.

Influente	
DBO_5 (mg/l)	286
DQO (mg/l)	389
N-NH4 (mg/l)	40,4
$N\text{-}NO_3^-$ (mg/l)	0,19
Nt (mg/l)	53,5
NTK (mg/l)	53,3

ENTRADAS A MODELIZADOR	
DQOt (g/m^3)	389
Nt (g/m^3)	53,5
SSV/SST	0,75

CARACTERIZACIÓN DEL AGUA	
Q_{IN}	100.000
S_I	28
Ss	154 → 241*
So	0,0
S_{NO}	0,2
S_{ND}	7,2
S_{NH}	40
S_{ALK}	100
X_I	88
X_S	85
X_{BH}	31
X_{BA}	0,0
X_P	0,0
X_{ND}	2,5

OPERACIÓN		
Caudal	100.000	m3/d
T	ºC	30
Q_{IN}	m3/d	100.000
Q_{RE}	m3/d	100.000
Q_{purga}	m3/d	2.000
Q_{RI}	m3/d	500.000
DQO	ppm	389
DBO_5	ppm	286
Nt	ppm	53,5
OD(setpoint)	mg/l	1,0
Vol(selector +Facultativas)	m3	17.000
Vol (óxica)	m3	43.000

SIMULACIÓN-CALIBRACIÓN			
Caudal	100.000	m3/d	Límites
DQOt efl.	mg/l	48	90
DQOf efl.	mg/l	35	
DQOp efl.	mg/l	13	
DBOt efl.	mg/l	13	25
DBO5f efl.	mg/l	9,5	
DBO5p efl.	mg/l	3,4	
Nt	mgN/l	7,7	10
N-NH4+	mgN/l	0,90	
N-NO3-	mgN/l	6	
Norg	mgN/l	1,0	
NTK	mgN/l	1,9	
SRT	d	13,5	
SSLM	kg/d	3.273	
SSTef	mg/l	11,4	30
P fangos	kg/d	13.092	
Consumo O2 (total)	kg/d	37.204	

Rendimientos de eliminación en Tratamiento Terciario	
Rendimiento en DQO soluble (%)	0,25
Rendimiento en DQO particulada (%)	0,6
Rendimiento en DQO total (%)	0,35
Rendimiento DBO_5 soluble salida (%)	0,25
Rendimiento DBO_5 particulada salida (%)	0,6
Rendimiento DBO_5 total salida (%)	0,35
Rendimiento en S.S.T. (%)	0,31
Reducción en N-NH4 (%)	0
Reducción en N-NO3 (%)	0
Reducción en Norg (%)	0,12

Calidad Proceso Convencional + Terciario	
DQO soluble salida (mg/l)	26,5
DQO particulada salida (mg/l)	5,1
DQO total salida (mg/l)	31,6
DBO_5 soluble salida (mg/l)	7,1
DBO_5 particulada salida (mg/l)	1,4
DBO_5 total salida (mg/l)	8,5
S.S.T. salida (mg/l)	7,9
N-NH4 salida (mg/l)	0,9
N-NO3 salida (mg/l)	5,8
Norg salida (mg/l)	0,9
NTK salida (mg/l)	1,8
Nt salida (mg/l)	7,6

En este caso, calculados los volúmenes mediante simulador (V_{oxico}= 43.000 m^3 y $V_{anoxico}$= 17.000 m^3) y el consumo teórico de oxígeno por parte de los microorganismos, queda por diseñar las dimensiones exactas del reactor biológico y el sistema de suministro de aire.

2.3.2.4 Dimensiones del reactor biológico

ZONA ÓXICA	Invierno	Verano	
Volumen total teórico	43.000	43.000	m3
Número de líneas	3	3	ud
Volumen unitario teórico	14.333	14.333	m3
Altura de lámina de agua	8,5	8,5	m
Longitud total adoptada	78	78	m
Anchura óxica con tabique	20	20	m
Anchura tabique	0,3	0,3	m
Anchura óxica real	19,70	19,70	m
La zona óxica se puede considerar dividida en dos partes			
Zona óxica mayor			
Anchura	9,85	9,85	m
Longitud	78	78	m
Volumen	6.531	6.531	m3
Zona óxica menor			
Anchura	9,85	9,85	m
Longitud	10,20	10,20	m
Volumen	7.837	7.837	m3
Suma de volúmenes óxicos por línea	14.367	14.367	m3

ZONAS SELECTOR ANÓXICO			
Volumen total teórico	5.667	5.667	m3
Número de líneas	3	3	ud
Volumen unitario teórico	1.889	1.889	m3
Anchura	9,85	9,85	m3
Longitud	22,60	22,60	m
Volumen real adoptado	1.892	1.892	m3

ZONAS FACULTATIVA I			
Volumen total teórico	5.667	5.667	m3
Número de líneas	3	3	ud
Volumen unitario teórico	1.889	1.889	m3
Anchura	9,85	9,85	m3
Longitud	22,60	22,60	m
Volumen real adoptado	1.892	1.892	m3

ZONAS FACULTATIVA II			
Volumen total teórico	5.667	5.667	m3
Número de líneas	3	3	ud
Volumen unitario teórico	1.889	1.889	m3
Anchura	9,85	9,85	m3
Longitud	22,60	22,60	m
Volumen real adoptado	1.892	1.892	m3

VOLUMENES TOTALES (selector + facultativa + óxica)			
Volumen total zona oxica (m^3)	43.102	43.102	m3
Volumen total facultativas (m^3)	11.353	11.353	m3
Volumen total selector anóxico (m^3)	5.677	5.677	m3
Volumen total (m^3)	60.131	60.131	m3
Fracción de anoxia	28,32	28,32	%

2.3.2.5 Necesidades de oxígeno

Las necesidades de consumo de oxígeno son:

INVIERNO

Consumo O2 (total)	kg/d	30.048
	kg/h	1.252

VERANO

Consumo O2 (total)	kg/d	37.204
	kg/h	1.550

CAPACIDAD DE OXIGENACIÓN

Temperatura de referencia	15,00	30,0	ºC
Cs´10 (concentración saturación O2 a 10ºC)	11,33	11,33	mg/l
Solubilidad oxígeno disuelto a temperatura de diseño	10,15	7,63	mg/l
β	0,8	0,8	
Cs (concentración saturación O2 en la cuba a temperatura de diseño)	8,12	6,10	mg/l
CL (concentración O2 a mantener en licor mezcla)	2,0	2,0	mg/l
(D10/DT)^0,5 (Coef. Difusión a 10ºC/Coef, difusión a TªC)	0,911	0,682	
Po (Presión atmosférica a nivel del mar)	760	760	mmHg
Altura de la EDAR	15	15	m
Ph (Presión atmosférica a la altitud de la EDAR)	757,44	757,44	mmHg
alfa	0,6	0,6	
Oc total (Capacidad oxigenación requerida)	3.531	4.881	kgO2/h
Oc unitario (Capacidad oxigenación requerida)	1.177	1.626,96	kgO2/h
Or/Oc	0,355	0,318	
Número de líneas	3	3	ud
Oc total (Capacidad oxigenación requerida)	84.747	117.141	kgO2/d
1 m3 de aire en condiciones normales tiene	0,289	0,289	kgO2/m3
Rendimiento de difusor de burbuja gruesa	0,03	0,03	1/m
Sumergencia de los difusores	8,25	8,25	m
Rendimiento total	0,25	0,25	
Necesidades de aire totales	49.368	68.238	Nm3/h
Necesidades de aire unitarias	16.456	22.746	Nm3/h

CÁLCULO DE POTENCIA DE MOTOSOPLANTES

Qa = Caudal aspirado	13,71	18,96	m3/s
= Peso específico del aire	1,13	1,13	kg/m3
R = cte de los gases	29,27	29,27	m/K
Ta = temperatura ambiente	288	308	K
n = cte	0,283	0,283	
P_1 = Presión aspiración	1,020604	1,020604	kg/cm2
P_2 = Presión impulsión	1,935604	1,935604	kg/cm2
eb = rendimiento de la soplante	0,65	0,65	para embolos rotativos
Presión relativa en impulsión	0,915	0,915	kg/cm2
Sumergencia de los difusores	8,25	8,25	m
Pérdida de carga supuesta	0,9	0,9	m.c.a.
Potencia total	1.384	2.046	Kw
Nº de turbocompresores a instalar	4	4	ud
Nº de turbocompresores en funcionamiento	3	3	ud
Potencia teórica unitaria	461	682	Kw
Caudal teórico por soplante	5.485	7.582	Nm3/h
Caudal adaptado por soplante	7.700	7.700	Nm3/h

2.3.2.6 Recirculaciones de fangos

RECIRCULACIÓN DE FANGO

Caudal medio agua residual(Q)	4.167	4.167	m3/h
Caudal recirculado externo (Qr)	6.250	6.250	m3/h
Caudal recirculado interno (Qr)	20.833	20.833	m3/h
Concentración del agua residual	3,75	3,27	g/l
Concentración del recirculado	6,24	5,46	g/l
% recirculación externa ((Qr/Q)	150	150	%
% recirculación interna (Qr/Q)	500	500	%

SISTEMA DE RECIRCULACIÓN INTERNA — Bombas de hélice en pared

Número de líneas de reactor	3	3	ud
% recirculación interna	500	500	%
Caudal total necesario de Rint	20.833	20.833	m3/h
Caudal total necesario de Rint por línea de reactor	6.944	6.944	m3/h
Nº de unidades de bombeo por línea a instalar	4	4	ud
Nº de unidades de bombeo por línea a instalar en funcionamiento	3	3	ud
Caudal unitario	2.315	2.315	m3/h
Altura de elevación	0,5	0,5	m.c.a.
Nº de unidades de bombeo totales instaladas	12	12	ud
Nº de unidades de bombeo totales en funcionamiento	9	9	ud

SISTEMA DE RECIRCULACIÓN EXTERNA — Bombas de hélice

Número de líneas de reactor	3	3	ud
% recirculación externa	150	150	%
Caudal total necesario de Rext	6.250	6.250	m3/h
Caudal total necesario de Rext por línea de reactor	2.083	2.083	m3/h
Nº de unidades de bombeo totales a instalar	4	4	ud
Nº de unidades de bombeo totales en funcionamiento	3	3	ud
Caudal unitario	694	694	m3/h
Altura de elevación	6	6	m.c.a.

2.3.2.7 Eliminación química de fósforo

Balance del fósforo

Fosforo total aportado	1.100	1.100	kg/d
Concentración de fósforo agua bruta	11,00	11,00	ppm
Fósforo total deseado en el efluente	0,7	0,7	mg/l
PT retirado en fangos en exceso (0,01·Fe)	187	131	kg/d
Fósforo a eliminar (diferencia)	913	969	kg/d
% Reducción via química	83	88	%
PT eliminado por via química	843	899	kg/d
PT eliminado por via química	8,4	9,0	mg/l
PT en efluente	70	70	kg/d
PT en efluente	0,70	0,70	mg/l

Reactivos a utilizar

Reactivo a utilizar Cloruro férrico

La dosis recomendad por la Norma Alemana ATV A-131 y Manual of Practice 7 WPCF
es de 1,5 mol de FeCl3 por mol de P eliminado

Peso de un mol de fósforo	30,97	30,97	g
Peso de un mol de hierro (Fe)	55,84	55,84	g
Peso de un mol de cloro (Cl3)	35,45	35,45	g

Es decir:

Kg Fe / Kg p eliminado	2,70	2,70	kg/kg
FeCl3 / Kg p eliminado	7,85	7,85	kg/kg

Necesidades de producto comercial

Riqueza en peso	42	42	%
Densidad	1,4	1,4	kg/l
Consumo	11.258	12.010	l/d

Dosificación

Consumo	11.258	12.010	l/d
Consumo	469	500	l/h
Número bombas en servicio	3	3	Ud
Número bombas en reserva	1	1	Ud
Número bombas total	4	4	Ud
Capacidad media	156	167	l/h
Tipo de bomba a instalar	Pistón-membrana		

Almacenamiento

Volumen requerido por día	11.258	12.010	l/d
Autonomía requerida	12	12	d
Volumen necesario	135	144	m^3
Número depósitos	2	2	Ud
Volumen necesario unitario	68	72	m^3
Volumen necesario unitario adoptado	75	75	m^3
Autonomía real	13,3	12,5	d

Fangos producidos en la eliminación de fósforo

Fangos adicionales producidos (Norma ATV A-131)	57,3	61,1	mg/l
Fangos adicional	5.731	6.114	kg/d
Fangos en exceso generados biológicamente	18.725	13.092	kg/d
Fangos en exceso totales	24.456	19.206	kg/d

2.4 *DECANTACIÓN SECUNDARIA*

Caudal diario	100.000	m3/d
Caudal horario	4.167	m3/h
Caudal punta horario	4.167	m3/h
Caudal punta diario	100.000	m3/d

Tipo	De rasquetas	
Forma	Rectangular	
Nº de unidades a proyectar	6	ud
Nº de unidades totales tras ampliación	6	Ud
Nº de decantadores		ud
Índice volumétrico de fangos (IVF)	150	ml/g
Concentración sólidos en reactor MLSS (2,5-4)	3,5	g/l

En un decantador secundario se distinguen 4 zonas funcionales:

H1 (ZONA DE CLARIFICACIÓN)

H1	0,5	m

H2 (ZONA DE SEPARACIÓN DE LA MEZCLA

AGUA-FANGO)

Carga volumétrica de fangos a no superar (qSV)	0,475	m3/(m2*h)
Volumen comparativo de fangos (CSV)	525	ml/l
Carga superficial (qA)	0,905	m/h
Porcentaje de recirculación de fangos (RV)	1,5	%
Concentración en el caudal de recirculación (DSRS)	5,90	g/l
Concentración de sólidos en el fondo del decantador (DSTF)	8,43	g/l
Parámetro de DSFT	0,7	
Tiempo de espesamiento (tE)	2,02	h
Concentración de la zona de espesamiento C	1106,26	l/m3
Superficie (Qmax/qA)	4605,26	m2
Longitud decantador	67	m
Anchura decantador	20	m
Superficie presentada por los decantadores	8.040	m2
Superficie unitaria	1.340	m2
H2	2,38	m

H3 (ZONA DE ALMACENAMIENTO)

H3	1,07	m

H4 (ZONA DE ESPESAMIENTO Y BARRIDO)

H4	2,17	m
Sumatorio de alturas	6,12	m

Por motivos prácticos y basados en la experiencia, la altura adoptada resulta menor que la teórica obtenida para este caso:

Altura adoptada	4,00	m
Relación longitud-anchura	3,35	
Relación Longitud profundidad	16,75	
Profundidad calculada	4,34	m
Volumen total	32.160	m3
Carga hidráulica	0,52	m3/m2/h
Carga hidráulica a Qpunta	0,52	m3/m2/h
Tiempo de permanencia	7,72	h
Tiempo de permanencia a Qpunta	7,72	h
Carga sobre vertedero	1,81	$kg/m^2 \cdot h$
Carga sobre vertedero a Qpunta	1,81	$kg/m^2 \cdot h$
Caudal por ml de vertedero	5,18	$m^3/m \cdot h$
Caudal por ml de vertedero a Qpunta	5,18	$m^3/m \cdot h$
Longitud unitaria de vertedero	134,0	m

RETIRADA DE ESPUMAS Y FLOTANTES

Sistema de extracción	Barredor superficial automático a skimmer	
Evacuación	Por bombeo a pozo común	
Tipo de bomba	Centrífuga sumergible	
Nº de bombas previstas por decantador	2	ud
Nº de bombas totales	12	ud
Caudal unitario	15	m3/h
Altura manométrica	1,2	m.c.a.

BOMBEO FANGOS EN EXCESO

Fangos en exceso	24.456	kg/d
Concentración de la purga	5,95	kg/m3
Caudal diario	4.110	m3/d
Sistema de elevación	Bombas sumergibles	
Unidades a instalar	3	
Nº unidades en funcionamiento	2	ud
Tiempo de bombeo por bomba	18	h
Caudal total	228	m3/h
Caudal unitario teórico	114	m3/h
Altura de elevación	8	m.c.a.
Caudal unitario bombas	115	m3/h

2.5 *BOMBEO DE ELEVACIÓN A TRAT. TERCIARIO*

Nivel de líquido entrada a terciario	16,90

Nivel máximo elevación	16,90	
Cota muro entrada terciario	17,40	
Nivel líquido previsto pozo para bombas sumergibles	16,00	
Pérdidas estimadas en impulsión	0,40	

Equipo de bombeo a instalar:

Caudal máximo a elevar	1,16	m3/s
Tipo de bombas instaladas	bombas sumergibles	
Número de bombas instaladas	4	ud
Número de bombas en funcionamiento	3	ud
Caudal unitario	1.389	m3/h
Altura manométrica	1,80	m

<u>Diseño del pozo de bombeo</u>

Tiempo de retención	5,0	minutos
Volumen necesario	347	m3
Mínima altura agua aspiración bombas	1,0	m
Máxima lámina de agua alivio	4,5	m
Superficie a nivel medio	99,2	m2
Diámetro bombas	1,0	m
Separación entre bombas	1,0	m
Distancia bombas a pared	0,5	m
Ancho mínimo por bombas	8,0	m
Anchura adoptada	10	m
Largo	10,0	m
Tiempo de retención adoptado	6,5	min
Volumen máximo en alivio	450	m3

2.6 *COAGULACIÓN*

Caudal a tratar	1,16	m3/s
	4.167	m3/h
Mecanismo de coagulación	Agitador sumergible	
Forma del tanque	Cuadrada	
Temperatura media del agua	15	ºC
Viscosidad dinámica del agua	0,001139	Kg/(m*s)
Densidad del agua	1000	kg/m3
Nº de tanques	2	

<u>Diseño</u>

Tiempo de contacto por gradiente de velocidad (Letterman)	19.514	
Gradiente de velocidad adoptado (G)	1000	s^(-1)
Tiempo de contacto adoptado (T)	100	s

Dimensiones del tanque

Sección del coagulador	cuadrada	
Volumen de cada tanque	58	m3
Longitud de cada lado	3,87	m
Longitud y anchura adoptada	4,0	m
Altura del agua	4,0	m
Altura del muro adoptada	4,5	m

Diseño del agitador

Nº de agitadores/tanque	1	ud
Características del agitador:		
Sistema de formación de turbulencia	Agitación mecánica	
Tipo de agitador	Sumergido	
Disposición del agitador	Vertical	

Reactivo	Cl3Fe*	
Dosificación	30	ppm
Concentración reactivo	45	%
Densidad	1,4	kg/l
Consumo horario	198	l/h
Consumo diario	4.762	l/día
Nº de bombas en operación	3	ud
Nº de bombas en reserva	2	ud
Caudal necesario unitario:	66	l/h
Caudal adoptado:	100	l/h
Equipo dosificador	Bombas de desplazamiento positivo	
Control de dosificación	Atutomático/Manual	
Autonomía depósito almacenam.	7	días
Volumen necesario	33.333	litros
Nº de depósitos	1	ud
Se adopta	35	m3
Sistema de trasvase desde el medio de suministro hasta su almacenamiento	Bombeo	
Número de bombas	1	ud
Tipo de bombas	centrífugas	

*Se ha realizado el cálculo de la producción de fangos en base al reactivo FeCl3 ya que frente al sulfato de alúmina (posiblemente el que utilizará el futuro explotador por no dar problemas de color al agua tratada que disminuya la eficiencia del sistema Ultravioleta), presenta una mayor producción de fangos. A modo informativo se expone a continuación el cálculo en caso de utilizar sulfato de alúmina.

Precipitación de sulfato de aluminio

Dosis de sulfato de aluminio	30	mg/l
Contenido en aluminio en sulfato de aluminio	0,16	mgAl/mg Al2(SO4)3
Cantidad diaria de aluminio dosificada	472	Kg Al/día
Hierro consumido en formación de hidróxidos	472	Kg Al/día
Producción específica de fangos	1,948	Kg MS/kg Al
Fangos debidos a hidróxidos de aluminio	920 < 1.647 (Cl_3Fe)	kg MS/d

2.7 *FLOCULACIÓN*

Caudal máximo diario	69,4	m3/min
Caudal máximo horario	4.167	m3/h
Nº de tanques	2	
Factor de sobredimensionamiento	1	
Tiempo de retención	20	min
Sección del floculador	cuadrada	
Volumen	694	m3
Longitud de cada lado (iteración 1)	8,86	m
Altura (iteración 1)	5,00	m
Longitud adoptada para cada lado	13,0	m
Altura del agua	4,1	m
Altura del muro	4,6	m

Por el significativo volumen del coagulador no resulta apropiado instalar un agitador de las grandes dimensiones que ello supondría y se considera apropiado dividir en dos las cámaras proyectadas, manteniendo el volumen total y la sección cuadrada

Número de cámaras en las que se divide el floculador	2,0	ud
Longitud de cada lado	9,2	m
Longitud adoptada	9,2	m
Altura adoptada	4,1	m
Volumen total	695	m3

DOSIFICACIÓN DE POLI A PARTIR DE REACTIVO EN POLVO

Reactivo	Polielectrolito	
Dosis de diseño:		
Media	5	ppm
Máxima	5	ppm
Peso diario:		
Medio	500	kg/d
Máximo	500	kg/d
Dilución de la preparación primaria	0,5	%
Dilución de la preparación secundaria	0,2	%
Caudal medio de poli a dosificar	100	m3/d
Caudal máximo de poli a dosificar	100	m3/d
Caudal medio a dosificar	4,2	m3/h
Caudal punta a dosificar	4,2	m3/h
Consumo horario medio de poli	20,8	kg/h
Consumo horario medio de poli	20,83	kg/h
Nº de equipos de preparación automática de poli	1	ud
Nº de equipos en servicio	1	ud
Capacidad unitaria	5.000	l/h
Sistema de agitación	Electroagitador de eje vertical	
Nº de electroagitadores	1	ud
Forma de alimentación	Bomba tornillo helicoidal	
Nº unidades instaladas	3	ud
Nº unidades en servicio	2	ud
Caudal unitario		
Medio	2.083	l/h
Máximo	2.083	l/h
Caudal unitario de las bombas	2.000	l/h

En la cámara de floculación se realizará el ajuste de pH necesario mediante inyección de una base (sosa).

2.8 *DECANTACIÓN LAMELAR*

Horas de caudal medio al día	24	h/d
Caudal medio diario	100.000	m3/d
Caudal medio horario	4.167	m3/h
Factor punta	1,0	

Tipo de decantador	Lamelar	
Forma	Rectangular	
Nº de decantadores en servicio	2	ud
Ángulo inclinación lamela	60	º
Superficie proyectada por m3	5	m2/m3
Altura lamela	1,5	m
Longitud	9,5	m
Anchura unitaria	17	m
Anchura pasarela	1,5	m
Relación longitud/anchura	0,56	
Altura total	4,90	m
Volumen unitario de cada lamela	242,3	m3
Volumen total de lamelas	485	m3
Superficie total proyectada	2.423	m2
Superficie decantación (0,8 rendimiento)	1.938	m2
Distancia media entre placas	80	mm
Material placas	PVC	
Peso:	50	Kg/m3
Longitud de placas	2,31	m
Altura de placas	2.000	mm
Velocidad de Hazen	2,15	m3/(m2*h)
Carga hidráulica a superficie de decantación	12,90	m3/(m2*h)

ZONA DE MADURACIÓN (1ª zona)

Tiempo de retención total teórico	4,0	min
Volumen teórico unitario necesario	139	m3
Anchura unitaria adaptada	2,00	m
Longitud unitaria	17,0	m
Profundidad	4,9	m
Volumen unitario adoptado	166,6	m3
Tiempo de retención adoptado	4,80	min

ZONA DE MADURACIÓN (2ª zona)

Tiempo de retención total teórico	8,0	min
Volumen teórico unitario necesario	278	m3
Anchura unitaria adaptada	3,50	m
Longitud unitaria	17,0	m
Profundidad	4,9	m
Volumen unitario adoptado	291,6	m3
Tiempo de retención adoptado	8,4	min
Sistema de recogida de flotantes	Barredor superficial automático a skimmer	

RECOGIDA DE AGUA CLARIFICADA DEL DECANTADOR

Forma	Canales transversales con vertederos triangulares a canal lateral	
Nº canales a instalar por decantador:	6	Ud
Longitud de cada canal:	17,0	m
Material:	PRFV	
Ancho del canal:	0,3	m
Calado máximo en el canal:	0,4	m
Superficie de paso	0,12	m2
Velocidad de circulación a Qmedio	0,80	m/s
Longitud total del vertedero por decantador:	204	m
Carga sobre vertedero a Qmed:	10,2	m3/h/m

<u>Rendimiento de la decantación lamelar</u>

Precipitación de cloruro férrico

Dosis de cloruro férrico	25	mg/l
Contenido de hierro en cloruro férrico	0,344	mg Fe/mg $FeCl_3$
Cantidad diaria de hierro dosificada	861	kg Fe/d
Hierro consumido en formación de hidróxidos	861	kg Fe/d
Producción específica de fangos	1,913	Kg MS/kg Fe
Fangos debidos a hidróxidos de hierro	1.647	kg MS/d

Las caracterización del influente tras decantacion secundaria es:

Caudal	100.000	m3/d
DBO5	14,0	mg/l
DQO	51,0	mg/l
S.S.T.	16,1	mg/l
N-NH4	1,50	mg/l
N-NO3	6,0	mg/l
NTK	2,90	mg/l

P-PO4	0,7	mg/l
Rendimiento esperado en el tratamiento terciario:		
Rendimiento en DBO5	38%	%
Rendimiento en DQO	38%	%
Rendimiento en S.S.T.	31%	%
Reducción en N-NH4	0%	%
Reducción en N-NO3	0%	%
Reducción en Norg	12%	%
Reducción en P-PO4	0%	%
Calidad de agua tratada		
DBO5	8,7	mg/l
DQO	31,6	mg/l
S.S.T.	11,1	mg/l
N-NH4	1,5	mg/l
N-NO3	6,0	mg/l
NTK	2,6	mg/l
P-PO4	0,7	mg/l
Si se suman los sólidos que incorporase el agua influente antes de pasar por la coagulación		
SS en el agua antes de añadir reactivo coagulante	16,1	mg/l
Fangos debidos a los SS	1.610	kg MS/d
Fangos totales producidos	3.257	kg MS/d
Rendimiento de la decantación	31%	%
Fangos retenidos	1.010	kg/d
Concentración fangos a extraer	3,0	kg/m3
Peso sólidos suspensión en agua decantada	2.247	kg/d
Concentración de sólidos en suspensión del agua decantada	22,5	mg/l

2.9 *FILTRACIÓN POR ARENA*

Caudal a tratar	1,16	m3/s
	4.167	m3/h
Tipo de filtros	Abiertos	
Sistema de filtración	Por gravedad	
Regulación	Nivel constante, pérdida de carga variable	
Sistema de regulación	Aguas abajo	
Control de funcionamiento	Semi-automático	
Composición del lecho filtrante	Homogeneo	
Número de filtro	8	ud

Disposición	En línea	
Tasa de filtrado con todos los filtros en servicio a Qmed	192	m/d
Tasa de filtrado con un filtro parado a Qmed	280	m/d
Superficie unitaria de filtrado	70	m2
Tasa de filtración adpotada	180	m/d

Dimensiones principales

Longitud	10	m
Número de celdas por filtro	2	ud
Anchura total útil	7	m
Anchura de cada celda	3,5	m
Anchura total (incluido canal central)	8,4	m
Altura de la celda		
Hasta falso fondo	3,15	m
Hidráulica	2,65	m
Altura de la lámina de agua sobre el lecho filtrante	1,5	m
Superficie útil unitaria	70	m2
Superficie útil total	560	m2

Lecho filtrante

Material	Arena silícea	
Talla efectiva	0,7	mm
Coeficiente de uniformidad	1,7	
Porosidad del lecho	0,4	
Espesor del lecho de arena	1,15	m
Volumen por filtro	80,5	m3
Densidad aparente en seco	1,6	Tn/m3
Peso por filtro	129	Tn

Falso fondo

Sistema por toberas		
Largo de placa	1	m
Ancho de placa	0,7	m
Número de placas por filtro	100	ud
Densidad de toberas por m2	36	
Número de toberas en total	20.160	ud
Material de toberas	Polipropileno con negro de humo	
Material casquillo	Polietileno	

Sistema de distribución agua y aire de lavado y recogida de agua filtrada	Canal central	
Ancho de canal central	1,4	m

Regulación de los filtros

Tipo de regulador	De nivel por flotador	
Función	Proporcional	
Tipo de señal	Neumática	
Alimentación	20	p.s.i.
Campo de regulación	(+/-) 40	mm
Precisión (error)	2	
Órgano de respuesta	Válvula de mariposa	
Diámetro		
Actuador	Cilíndrico neumático de doble efecto con posicionador	

Control de pérdida de carga

Sistema	Transmisión de presión diferencial	
Tipo de señal	Eléctrica 4 a 20 mA	
Tipo de indicador	Digital, 0 a 2000 mm.c.a.	
Situación indicador	En transmisor de presión	
Control de pérdida límite	Alarma en sala de control	
Tipo de alarma	Óptica y acústica	

Ciclo de filtración

Caudal a tratar	4.167	m3/h
Sólidos en entrada a filtros	1.111	kg/d
Rendimiento eliminación en filtros	98	%
Sólidos retenidos en filtros	1.089	kg/d
	45,4	kg/h
Concentración sólidos en agua entrada a filtros	11,1	mg/l
Número de filtros	8	ud
Superficie unitaria	70	m2
Altura de arena	1,15	m
Altura de agua sobre la arena	1,5	m
		g/m3
Capacidad de retención de sólidos en arena	1.250	arena
Cantidad máxima de sólidos retenida por ciclo	805	kg
Duración del ciclo de filtración	17,7	h
Capacidad de filtración	73.943	m3/ciclo

Duración del ciclo adoptada	17,0	h
Número de lavados al día	11,3	lavados/d
Numero de lavados al dia adoptados	12,0	lavados/d
		g/m3
Capacidad de retención resultante	1.197,4	arena
Volumen adoptado del agua producida	70.833	m3/ciclo
Duración de cada lavado:		
Vaciado	5	min
Formación del colchón de aire	16	min
Lavado (agua + aire) + arrastre superficial	7	min
Lavado solo con agua y purga + arrastre superficial	2	min
Aclarado + arrastre superficial	6	min
Total	36	min
Horas diarias dedicadas al lavado de filtros	7,2	h/d

Agua de lavado

Caudal específico de diseño:		
esponjamiento	12,5	m3/m2.h
lavado final	25	m3/m2.h
Caudal de agua necesario	1.750	m3/h
Número de bombas:		
Activas	1	uds
Reserva	1	uds
Caudal unitario necesario	1.750	m3/h
Caudal unitario adoptado	2.000	m3/h
Caudal total agua de lavado	2.000	m3/h
Presión de funcionamiento	10	m.c.a.
Tiempo de lavado:		
esponjamiento	4	min
lavado final	7,5	min
Necesidades de agua de lavado		
esponjamiento	58	m3
lavado final	219	m3
Consumo total agua de lavado	277	m3
Caudal filtrado	18.750	m3
Porcentaje de pérdidas por lavado	1,48%	

Colector de aspiración

Velocidad de diseño	2,0	m/s
Caudal total impulsión	0,6	m3/s
Diámetro correspondiente a velocidad de diseño	594,7	mm
Diámetro adoptado	600	mm

Velocidad real		2,0	m/s

Colector de impulsión

Velocidad de diseño		2	m/s
Caudal total impulsión		0,6	m3/s
Diámetro correspondiente a velocidad de diseño		594,7	mm
Diámetro adoptado		600	mm
Velocidad real		2,0	m/s

AIRE DE LAVADO

Caudal específico de diseño		50	m3/m2 h
Caudal de aire necesario		3.500	Nm3/h
Número de compresores:			
Activos		1	uds
Reserva		1	uds
Caudal unitario necesario		3.500	Nm3/h
Caudal unitario adoptado		4000	Nm3/h
Caudal total aire de lavado		4.000	Nm3/h
Presión en la impulsión = altura lecho filtrante + altura de agua hasta vertedero lavado + 1,5			
Altura lecho filtrante		1,15	m
altura agua hasta vertedero		0,5	m
Presión mínima en la impulsión		3,15	m
Presión de funcionamiento		3,65	m.c.a.
Potencia soplante		51,5	Kw

Colector de aspiración soplante

Velocidad de aspiración	≤	10,00	m/s
Caudal aspirado		1,11	m3/s
Sección necesaria		0,11	m2
Diámetro correspondiente a velocidad de diseño		376,13	mm
Diámetro adoptado		400,0	mm
Velocidad real en la aspiración		8,84	m/s

Colector de impulsión soplante

Velocidad de impulsión	≤	25	m/s
Caudal total impulsión		1,11	m3/s
Diámetro correspondiente a velocidad de diseño		237,88	mm
Diámetro adoptado		250,0	mm
Velocidad real		22,64	m/s

VALVULERIA

	Ø estricto mm	Ø adoptado mm	velocidad m/s
Entrada agua a filtros	374,63	400	1,32
Salida agua filtrada y regul. de nivel	324,44	350	1,72
Entrada agua lavado	594,71	600	1,96
Vaciado parcial y salida agua lavado		600	3,93
Entrada aire lavado	237,88	250	22,64
Vaciado		300	-----
Venteo		25	-----

DEPÓSITO DE AGUA DE LAVADO

Consumo de agua de lavado por filtro	277	m3
Nº de lavados a almacenar	1	uds
Volumen de depósito teórico	277	m3
Dimensiones de depósito teóricas		
ancho	7,00	m
largo	10,00	m
altura de agua	3,50	m
Volumen inutilizable por el NSPH	70,00	m3
Volumen de depósito necesario	347	m3
Dimensiones de depósito adoptadas		
ancho	9,0	m
largo	10,0	m
altura de agua	4,0	m
Volumen de depósito adoptado adoptado	360,00	m3

AGUA REGENERADA

Bombas de impulsión agua tratada a salida

Tipo	Sumergible	
Activas	2	uds
Reserva	1	uds
Caudal total necesario	4.167	m3/h
Caudal unitario necesario	2.083	m3/h

Parámetros de funcionamiento

Velocidad de filtración		
Nominal a Qmed	7,4	m3/m2/h
Nominal a Qmed	179	m3/m2/d
Nominal a Qmax	7,4	m3/m2/d
Nominal a Qmax	179	m3/m2/d
A Qmed con un filtro en lavado	204	m3/m2/d
Con lavado simultáneo a Qmed	8,50	m3/m2/h
Con lavado simultáneo a Qmax	8,50	m3/m2/h
Gasto de agua en un lavado	277	m3
Nºreynolds	0,93	
Coeficiente de arrastre	29,26	
Pérdida de carga en lecho limpio	0,89	m.c.a.
Pérdidas de carga con lecho colmatado	2,5	m.c.a.

Prestaciones

Carrera prevista del ciclo de filtrado a caudal nominal	36	h
Porcentaje de pérdida sobre caudal nominal, sin recuperación	1,48%	%
Pérdida anual de lecho filtrante	5	%

DEPÓSITO DE LAMINACIÓN DE AGUA SUCIA LAVADO DE FILTROS

Caudal de agua sucia generada en cada lavado				2.625	m3/h
Duración de cada lavado con agua				11,5	min
Volumen de agua sucia generada en cada lavado				277	m3
Nº de lavados al día				12	lavados/d
Nº de horas de laminación				10	h
Nº de lavados en	10	horas		5	lavados
Volumen de agua sucia generada en		10	horas	1.385	m3
Intervalo entre lavados				2,0	h
Nº de bombas instaladas				2	ud
Nº de bombas operativas				1	ud
Altura manométrica				6	m.c.a
Destino				Cabecera pretratamiento	
Caudal unitario				139	m3/h
Volumen del depósito				1.253	m3
Altura del depósito				4	m
Superficie del depósito sin tener en cuenta NPSH				313,2	m2
Volumen inutilizable por el NSPH				313,2	m3
Volumen del depósito necesario				1.566	m3
Altura del depósito				4	m
Superficie del depósito				391,45	m2
Anchura				20	m
Longitud				20	m
Destino del agua filtrada				Sistema desinfección por UV	

2.10 *CLORACIÓN*

Caudal de agua a tratar:	1,16	m3/s
	4.167	m3/h
Reactivo	Hipoclorito sódico	
Dosis de producto puro:	1	ppm.
Riqueza de producto comercial:	120	gr/l
Densidad del producto	1,24	Kg/l
Cantidad de producto puro a dosificar:	4.167	gr/h
Cantidad de producto comercial:	34,7	l/h
Caudal de producto a dosificar :	100,0	l/h
Número de bombas dosificadoras en operac.:	2	Uds.
Número de bombas dosificadoras en reserv.:	1	Uds.
Caudal de dosificación por bomba:	50	l/h
Tiempo de reserva de producto almacenado:	15	días
Número de tanques de almacenamiento:	1	
Volumen de cada tanque de almacenamiento:	36	m3
Consumo anual de producto comercial:	37	Ton

3 LÍNEA DE FANGOS

3.1 *TAMIZADO DE FANGOS*

Peso diario de fangos retenidos en decatanción primaria	20.201	kg/d
Concentración de la purga:	9,00	kg/m3
Caudal diario de fangos primarios:	2.245	m3/d
Horas de purga	9	h
Caudal horario máximo:	249	m3/h
Sistema de tamizado:	Tamiz en escalera autolimpiable	
Luz de paso:	3	mm
Nº unidades instaladas tras ampliación	3	ud
Nº unidades en funcionamiento tras ampliación	2	ud
Nº unidades en reserva tras ampliación	1	ud
Sistema de limpieza:	Automático	
Recogida de residuos:	Tornillo transportador-compactador	
Capacidad del tornillo transportador:	1	m3/h
Destino fangos tamizados:	Espesadores de gravedad	

3.2 *ESPESAMIENTO POR GRAVEDAD (FANGOS PRIMARIOS)*

Fangos provenientes del terciario

Los fangos procedentes del tratamiento terciario son recirculados a cabecera del decantador primario lamelar, por lo que se puede suponer a efectos de cálculo que dichos fangos serán posteriormente tratados en el espesador por gravedad.

Fangos decantados	1.010	kg/d
Concentración media	3,0	kg/m3
Volumen a extraer	337	m3/d
Nº bombas instaladas	2	ud
Nº bomas en funcionamiento	1	ud
Caudal unitario teórico	28,0	m3/h
Tiempo de extracción	12,0	h
Caudal unitario adoptado	40,0	m3/h

Fangos primarios

Peso fangos	20.201	kg/d
Concentración a la entrada	9	kg/m3
Caudal de entrada	2.245	m3/d
Caudal horario	249	m3/h
Peso fangos	21.210	kg/d
Concentración a la entrada	8,71	kg/m3
Caudal de entrada	2.434	m3/d
Caudal horario	289	m3/h
Tipo	Gravedad- Espesadores	
Nº de unidades a ampliar	3	ud
Concentración a la salida	55	kg/m3
Caudal de fangos espesados	386	m3/d
Caudal de sobrenadante	2.048	m3/d
Horas de funcionamiento	14,2	h
Nº de bombas instaladas tras ampliación	4,0	ud
Nº de bombas instaladas en funcionamiento tras ampliación	3,0	ud
Caudal unitario horario de nueva bomba	48	m3/h
Caudal unitario diario de nueva bomba	683	m3/d
Destino sobrenadante	Reactor biológico	
Dimensiones:		
Diámetro	10	m
Altura cilíndrica útil	4	m
Pendiente del fondo	12	%
Altura cónica	0,60	m
Superficie unitaria	79	m2
Volumen unitario	330	m3
Tiempo de extracción	9,0	h
Caudal de entrada	270	m3/h
Carga hidraulica	1,15	m3/(m2/h)
Carga de sólidos	90,06	kg/(m2/d)
Tiempo de retención	9,8	h

Bombeo de fangos decantados a cámara de mezcla

Caudal espesado total a bombear	386	m3/d
Altura manométrica	20	mca
Horas de funcionamiento diarias	8	h

Caudal unitario teórico	16,1	m3/h
Nº de unidades existentes tras ampliación	4	ud
Nº de unidades en servicio	3	ud
Caudal unitario teórico tras ampliación	16,1	m3/h

3.3 *ESPESAMIENTO DE FANGOS POR CENTRIFUGACIÓN (FANGOS SECUNDARIOS)*

Decantadores:		
.Caudal horario de purgas de decantadores	228,3	m3/h
.Volumen diario de fangos	4.110	m3/d
.Concentración de extracción	5,95	g/l
.Producción diaria de fangos	24.456	KgMS/d
Fangos provenientes de otro punto de la planta	NO	
Producción total de fangos	24.456	Kg MS/día
Concentración de extracción	5,95	g/l
Volumen diario de fangos	4.110	m3/día
Ciclos de extracción de fangos	18	h/d
Caudal horario de fangos	228,3	m3/h
Tipo de bombas de alimentación	Centrífugas	
Número de bombas a instalar	3	ud
Número de bombas en servicio	2	ud
Caudal unitario necesario de bombas	114	m3/h
Caudal unitario adoptado de bombas	115	m3/h
Producción horaria de fangos	1.359	Kg MS/h
Volumen de fangos horario	228	m3/h
Número de centrífugas instaladas	3	ud
Número de centrífugas en funcionamiento	2	ud
Carga de sólidos unitaria	679	Kg MS/h/ud
Concentración de extracción de fangos	40	g/l
Capacidad de tratamiento unitaria	114	m3/h
Capacidad unitaria adoptada	115	m3/h
Caudal de fangos espesados diarios	611	m3/d
Caudal de fangos espesados unitariamente diarios	306	m3/d
Caudal de sobrenadante diario	3.499	m3/d
Caudal de fangos espesados horario	34,0	m3/h
Caudal de fangos espesados unitariamente horario	17,0	m3/h
Caudal de sobrenadante horario	194	m3/h
Tipo de bombas de alimentación a cámara de mezcla	Tornillo	
Número de bombas a instalar	3	ud
Número de bombas en servicio	2	ud
Caudal unitario necesario de bombas	17,0	m3/h

ACONDICIONAMIENTO DE FANGOS

Reactivo	Polielectrolito	
Dosis de diseño:		
Media	3,5	kg/t
Máxima	7	kg/t
Peso diario:		
Medio	86	kg/d
Máximo	171	kg/d
Dilución de la preparación primaria	0,5	%
Dilución de la preparación secundaria	0,2	%
Caudal medio de poli a dosificar	17,1	m3/d
Caudal máximo de poli a dosificar	34,2	m3/d
Caudal medio a dosificar a centrífugas	1,0	m3/h
Caudal punta a dosificar a centrífugas	1,9	m3/h
Consumo horario maximo de poli	9,5	kg/h
Consumo horario medio de poli	4,8	kg/h
Nº de equipos de preparación automática de poli	1	ud
Nº de equipos en servicio	1	ud
Capacidad unitaria	2.000	l/h
Sistema de agitación	Electroagitador de eje vertical	
Nº de electroagitadores	1	ud
Forma de alimentación	Bomba tornillo helicoidal	
Nº unidades instaladas	4	ud
Nº unidades en servicio	3	ud
Caudal unitario		
Medio	317	l/h
Máximo	634	l/h

3.4 *CÁMARA DE MEZCLA DE FANGOS*

Peso fangos espesados por gravedad	21.210	kg/d
Concentración fangos espesados por gravedad	55	kg/m3
Caudal diario tras espesado	386	m3/d
Tiempo de extracción	8,0	h
Caudal horario de fangos	16	m3/h
Peso fangos espesados por flotación	24.456	kg/d

Concentración fangos espesados por flotación	40	kg/m3
Caudal diario tras espesado	611	m3/d
Tiempo de extracción	18,0	h
Caudal horario de fangos biológicos	34,0	m3/h
Caudal instant. med. de fango de mezcla	50	m3/h
Caudal diario fangos espesados	997	m3/d
Peso fangos espesados totales	45.666	kg/d
Concentración fangos espesados totales	45,8	kg/m3
Caudal diario total	997	m3/d
Tiempo de extracción	12	h
Caudal horario de fangos a digestión	83	m3/h
Nº cámaras de mezcla a instalar	1	ud
Tiempo permanencia mínimo	2	h
Volumen teórico requerido (para mezcla)	100	m3
Dimensiones:		
Radio	4,5	m
Altura útil	2	m
Volumen unitario adoptado	127	m3
Tiempo de retención	2,54	h
Sistema de homogenización	Electroagitador sumergido	

BOMBEO FANGOS MEZCLADOS A DIGESTIÓN

Peso fangos mezclados	45.666	kg/d
Concentración	45,8	kg/m3
Caudal diario	997	m3/d
Tiempo de extracción	12	h
Caudal horario de fangos	83,1	m3/h
Tipo de bombas	bomba tornillo helicoidal	
Nº de bombas instaladas	4	ud
Nº de bombas en funcionamiento	3	ud
Caudal unitario teórico	27,7	m3/h
Caudal unitario adoptado	28	m3/h
Altura manométrica	15	m.c.a.
Destino	Digestión	

3.5 *DIGESTIÓN ANAEROBIA*

CARCTERÍSTICAS DE LOS FANGOS

Peso fangos primarios	21.210	kg/d
Peso fangos biológicos espesados	24.456	kg/d
Peso fango total a digerir	45.666	kg/d
Concentración media	45,8	kg/m3
Caudal diario	997	m3/d
Contenido en materia volátil	75,0	%
Peso en materia volátil	34.249	kg/d
Contenido en materia no volátil	25,0	%
Peso en materia no volátil	11.416	kg/d
Reducción prevista en materia volátil	45,0	%

CARACTERÍSTICAS DE LA DIGESTIÓN

Tipo	alta carga	
Nº de etapas	1	ud
Temperatura	35,0	ªC

DIGESTIÓN PRIMARIA
DIGESTOR

Duración prevista	20,0	d
Volumen necesario	19.941	m3
Nº de digestores	3,00	ud
Volumen unitario necesario	6.647	m3
Dimensiones:		
Diámetro	29,70	m
Altura cilíndrica	8,85	m
Pendiente del fondo	16,0	%
Altura cónica del fondo	2,38	m
Altura cónica de la parte superior (almacena gas)	1,30	m
Altura total util	11,23	m
Volumen unitario	6.677	m3
Volumen total	20.030	m3
Duración real de la digestión primaria	20,09	d
Carga volumétrica solidos totales	2,28	kg/(m3*d)
Carga volumétrica solidos volátiles	1,71	kg/(m3*d)

Caudal de sobrenadante generado que retorna a tratamiento	399	m3/d
Caudal de sobrenadante generado que retorna a tratamiento	16,6	m3/h

BOMBEO DE SIEMBRA Y VACIADO

Nº de bombas a instalar:	2	Ud
Nº de bombas en funcionamiento:	1	Ud
Caudal unitario:	100	m3/h
Altura manométrica:	10	m.c.a.
Tipo de bomba:	Tornillo helicoidal	
Utilización de la bomba:	Trasvase entre digestores y vaciado a depósito tampón	

OPERACIONES DE MANTENIMIENTO

Bocas de hombre por digestor	2	ud
Diámetro de la boca de hombre	1,2	m
Ascensor para acceso a cúpula de digestor	1	ud

SISTEMA DE AGITACIÓN DINOMIX

Agitación y rotura de costra digestores primarios

Sistema	Por bombas en exterior (Dinomix)	
Caudal requerido por digestor	1.360	m3/h
Tipo de bombas	Centrífugas semiaxiales	
Nº de bombas instaladas por digestor	2	ud
Nº de bombas en servicio por digestor	1	ud
Nº total de bombas en servicio	6	ud
Caudal unitario	1.360	m3/h
Altura manométrica de la bomba	3	m.c.a.
Tiempo de mezcla	4,91	h
Boquillas de entrada a digestión instaladas	3	ud
Boquillas de entrada a digestión en funcionamiento	2	ud
Caudal que circula por cada boquilla	2.720	m3/h
Diámetro de boquillas	215	mm

Sistema de tamizado

Nº de unidades de tamizado a pie de cada digestor para recirculación de fango en digestión	1	ud
Tipo	En canal autolimpiante	
Nº de unidades totales de tamices	3	ud
Luz de paso del tamiz	3	mm
Caudal tamizado unitariamente	1.360	m3/h

Sistemas de medición de caudal

Caudalímetros en tubería de entrada de fango fresco a digerir por digestor	1	ud
Nº de unidades totales	3	ud
Caudalímetros en tubería de recirculación de fango en digestión por digestor	1	ud
Nº de unidades totales	3	ud
Digestores primarios agitados	3	ud
Volumen total agitación	20.030	m3

Características fangos digeridos

Cantidad materia mineral	11.416	kg/d
Cantidad MV	34.249	kg/d
Destruida	18.837	kg/d
No destruida	15.412	kg/d
Cantidad de MS	26.829	kg/d
Concentración	26,9	Kg/m3

Condiciones de operación

Tiempo de retención	20,1	días
Carga MV	1,71	Kg/d/m3
Carga MS	1,34	Kg/d/m3

CARACTERÍSTICAS DE LOS FANGOS DIGERIDOS

Porcentaje fangos orgánicos eliminados en digestión	45,00	%
Peso de fangos orgánicos eliminados en digestión	15.412	kg/d
Peso de fangos orgánicos sin eliminar	18.837	kg/d
Peso de fangos inorgánicos	11.416	kg/d
Peso de fangos digeridos	30.254	kg/d
Caudal	997	m3/d
Concentración salida digestor	30,3	kg/m3
Destino	Espesador de fangos digeridos (EDAR Existente)	

PRODUCCIÓN DE GAS

Peso de fangos orgánicos eliminados en la digestión	15.412	kg/d

Producción teórica de gas	0,90	m3/(kgSVdestruido)
Caudal de gas producido	13.871	m3/d
Presión	200	mmca
Poder calorífico del gas	5.000	kcal/m3
Calorías disponibles	69.355.114	kcal/d

El biogas producido en la planta será aprovechado en la misma para calentamiento y agitación de fangos en calderas. El exceso de biogás generado será enviado hasta la EDAR existente para la cogeneración, por lo que los gasómetros que a continuación se diseñan son para instalar en la nueva planta.

ALMACENAMIENTO DE BAJA PRESIÓN

Sistema de almacenamiento	Gasómetro de membrana	
Nº de gasómetros instalados	2	ud
Capacidad almacenamiento gasómetros	25,0	% caudal gas total
Volumen teórico unitario de los gasómetros	3.468	m3
Volumen teórico de los gasómetros	1.734	m3
Dimensiones:		
Diámetro exterior	15,00	m
Altura exterior	11,50	m
Presión almacenamiento	200	mm.c.a.
Volumen útil unitario	1.766	m3
Volumen total unitario	3.449	m3
Gasómetro a instalar en planta existente	2200	M3

El equipamiento mecánico necesario para cada digestor será dispuesto a pie de cada uno de ellos en un total de tres edificios (uno por digestor), no diseñando por tanto un único edificio de digestión

INSTALACIÓN DE QUEMADORES DE GAS

Caudal de gas diario producido	13.871	m3/d
Caudal de gas horario producido	578	m3/h
Nº de quemadores	2	ud
Factor de seguridad	215	%
Capacidad unitaria	1.243	m3/h
Diámetro de la antorcha	200	mm

Los quemadores de gas sí deberán ser instalado en la nueva planta:

CALENTAMIENTO DE FANGOS

TEMPERATURAS CONSIDERADAS

Mínimas de diseño:		
Aire	6,0	ºC
Fangos a la entrada del digestor	13,0	ºC
Terreno	10,0	ºC
Fangos de digestión	35,0	ºC
Medias de diseño:		
Aire	18,0	ºC
Fangos a la entrada del digestor	18,0	ºC
Terreno	18,0	ºC
Fangos de digestión	35,0	ºC

COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN DE CALOR

Cubierta hormigón-aire	2,4	Kcal/(h*m2)
Pared hormigón-aire zona gas	2,0	Kcal/(h*m2)
Pared hormigón-aire zona fangos	2,0	Kcal/(h*m2)
Pared hormigón-suelo	1,8	Kcal/(h*m2)
Fondo hormigón-suelo	1,2	Kcal/(h*m2)

CALENTAMIENTO DE FANGO FRESCO

Volumen de fangos a calentar	997	m3/d
Diferencia de temperatura		
Máxima	22,0	ºC
Media	17,0	ºC
Calor necesario		
Máximo	21.934.722	kcal/d
Mínimo	16.949.558	kcal/d
Calor necesario		
Máximo	913.947	kcal/h
Mínimo	706.232	kcal/h

PÉRDIDAS DE CALOR EN INTERCAMBIADORES Y TUBERÍAS

Porcentaje respecto al valor necesario para calentar fangos	10,0	%
Calor necesario horario		
Máximo	91.395	kcal/h
Mínimo	70.623	kcal/h

PÉRDIDAS DE CALOR POR TRANSMISIÓN UNITARIA

Superficies:		
Cúpula	698	m2
Pared zona fangos	546	m2
Pared zona enterrada	280	m2
Altura digestor enterrada	3,00	m
Solera	701	m2
Pérdidas de calor en la cúpula		
Máxima	48.563	Kcal/h
Media	28.468	Kcal/h
Diferencia de temperatura		
Máxima	29,0	ºC
Media	17,0	ºC
Pérdidas de calor en paredes no enterradas zona fangos		
Máxima	31.642	Kcal/h
Media	18.549,02	Kcal/h
Diferencia de temperatura		
Máxima	29,0	ºC
Media	17,0	ºC
Pérdidas de calor en paredes enterradas		
Máxima	12.590	Kcal/h
Media	8.561	Kcal/h
Diferencia de temperatura		
Máxima	25,0	ºC
Media	17,0	ºC
Pérdidas de calor en la solera		
Máxima	21.037	Kcal/h
Media	14.305	Kcal/h
Diferencia de temperatura		
Máxima	25,0	ºC
Media	17,0	ºC
TOTALES		
Máxima	113.833	Kcal/h
Media	69.884	Kcal/h

DEMANDA TÉRMICA TOTAL POR

TRANSMISIÓN		
Factor de seguridad	1,50	
Máxima por digestor	170.749	Kcal/h
Media por digestor	104.825	Kcal/h
Máxima total	512.248	Kcal/h
Media total	314.476	Kcal/h
DEMANDA TÉRMICA TOTAL		
Máxima por digestor	505.863	Kcal/h
Media por digestor	293.893	Kcal/h
Máxima	1.517.590	Kcal/h
Media	881.680	Kcal/h

INTERCAMBIADOR DE CALOR

Tipo	Espiral	
Nº de unidades instaladas	3	ud
Nº de unidades en servicio	3	ud
Potencia unitaria requerida	505.863	Kcal/h
Potencia total requerida	1.517.590	Kcal/h

CIRCUITO DE AGUA CALIENTE

Temperatura entrada agua al intercambiador	75,0	ºC
Temperatura salida agua del intercambiador	70,1	ºC
Salto térmico	4,9	ºC
Temperatura entrada fango al intercambiador	32,0	ºC
Temperatura salida fango del intercambiador	37,7	ºC
Salto térmico	5,7	ºC
Incremento logarítmico de la temperatura	37,7	ºC
Coeficiente de transmisión de calor del acero	460	kcal/(h*m2ºC)
Superficie total necesaria de intercambio	88	m2
Coeficiente de transmisión de calor del agua	1.000	kcal/(h*m2ºC)
Caudal total teórico de agua caliente	310	m3/h
Nº de bombas de recirculación agua caliente	4	ud
Nº de bombas en funcionamiento	3	ud
Caudal unitario	103	m3/h
Altura manométrica	10	m.c.a.

Bombas de aceleración de agua caliente

Caudal total teórico de agua caliente	204	m3/h
Nº de bombas de recirculación agua caliente	4	ud
Nº de bombas en funcionamiento	3	ud
Caudal unitario	68	m3/h
Altura manométrica	8	m.c.a.

CALDERA DE AGUA CALIENTE

Tipo	Pirotubular	
Nº de unidades instaladas	3	ud
No de unidades en servicio	3	ud
Margen de seguridad	1,30	
Potencia total teórica	1.972.866	Kcal/h
Potencia unitaria teórica	657.622	Kcal/h
Temperatura de salida	80,0	ºC
Temperatura de entrada	70,0	ºC
Salto térmico	10,0	ºC
Tipo de quemador	Dual (gasóleo-biogas)	

CONSUMO DE GAS DE LA DIGESTIÓN

Potencia unitaria de la caldera	657.622	Kcal/h
Rendimiento global de la combustión	85,0	%
Potencia calorífica quemada	773.673	Kcal/h
Poder calorífico del gas	5.000	Kcal/m3
Caudal de gas consumido por ud. de caldera	155	m3/h
Número de soplantes a caldera a instalar	4,00	ud
Número de soplantes a caldera en funcionamiento	3,00	ud
Caudal unitario de la soplante	170	m3/h
Presión de trabajo	60,00	mbar

INSTALACIÓN AUXILIAR DE GASÓLEO

Poder calorífico del gasóleo	8.500	Kcal/l
Potencia unitaria requerida	773.673	Kcal/h
Potencia total requerida	2.321.019	Kcal/h
Consumo máximo teórico	273	l/h
Sistema de almacenamiento	Depósito	
Capacidad de almacenamiento (una semana)	45.874	l

AJUSTE DE pH EN DIGESTORES

Bombeo de alimentación a digestores con lechada de cal al 5%

Peso de fango a digerir	45.666	kg/d
Concentración media	45,8	kg/m3
Volumen diario	997	m3/d
Dosificación de Ca(OH)2	3,00	kg/m3
Horas de dosificación diaria	12,0	h
Consumo horario cal	2.991	kg/d
Concentración lechada de cal	40,0	kg/m3
Caudal horario necesario	75	m3/h
Número de cubas de dilución	1	ud
Volumen unitario cubas	5,0	m3
Sistema de agitación	Electroagitador vertical	
Potencia agitador	2,0	CV
Número de bombas instaladas	2	ud
Número de bombas en servicio	1	ud
Caudal unitario	90	m3/h
Altura manométrica	15	mca

La aplicación de cal se realizará exclusivamente en situaciones de emergencia en las que la etapa metanogénica tenga dificultades para tener lugar (arranques de digestor, desviaciones en el equilibrio dinámico, etc…)

CLORURO FÉRRICO PARA ELIMINACIÓN DEL SULFHÍDRICO

a) Consumo

Caudal de gas producido:	13.871	m3/d
Concentración sulfhídrico en el gas de digestión	1,50	%
Consumo medio de cloruro férrico comercial por 1000 m3 de biogas:	154	l/1000 m3
Consumo máximo de cloruro férrico comercial por 1000 m3 de biogas:	231	l/1000 m3
Consumos:		
- Medio diario:	2.136	l/d
- Máximo diario:	3.204	l/d
- Medio horario (12 h):	178	l/h
- Máximo horario (12 h):	267	l/h
Necesidad media diaria:	2.136	l/d

b) Almacenamiento

Capacidad almacenamiento:	15	día
Concentración Cl3Fe:	0,545	kg/l
Densidad:	1,40	kg/l
Volumen requerido:	32.042	l
Nº depósitos a instalar	2	Ud
Volumen unitario:	15	m3
Volumen total:	30,00	m3
Tiempo de almacenamiento	14,0	días
Control de nivel:		

Sistema de trasvase desde suministro a almacenamiento

Nº bombas instaladas	2	Ud
Nº bombas en funcionamiento:	1	Ud
Caudal unitario:	2,5	m3/h
Altura manométrica:	10	m.c.a.

3.6 *DEPÓSITO TAMPÓN DE FANGOS DIGERIDOS*

Peso fangos digeridos	30.254	kg/d
Concentración a la entrada	30,3	kg/m3
Caudal de entrada	997	m3/d
Destino de fangos digeridos	Depósito tampón (existente y nuevo gemelo al existente)	
Tipo	Gravedad	
Nº unidades existentes en EDAR actual	1	ud

BOMBEO DE FANGOS

Tal y como se demuestra en el anejo de cálculos hidráulicos, teóricamente y por temas de cotas, no resulta necesario realizar un bombeo de fangos digeridos hasta los depósitos tampón.

Cota de fangos en digestor	*24,70*	*m*
Cota de fangos en depósito tampón existente	*14,00*	*m*
Altura geométrica disponible	*10,70*	*m*
Altura manométrica disponible tras restar pérdida de carga	*1,68*	*m*

No obstante, en caso de que por motivos de seguridad sí resultase necesario instalar el equipo de bombeo capaz de conducir el fango desde la planta nueva hasta la existente, el dimensionamiento sería similar al siguiente:

Arqueta de confluencia de fangos digeridos previa bombeo

Dimensiones:

Ancho	4	m
Largo	4	m
Alto	5	m
Volumen	80	m3
TRH	1,9	h
Tipo:	Bombas centrífugas de rodete desplazado	
Nº unidades a instalar	3	ud
Nº unidades en funcionamiento	2	ud
Caudal unitario teórico	31	m3/h
Altura manométrica	20	m.c.a.
Horas de funcionamiento al día	16	h/d
Incremento de la concentración por efecto del espesamiento	5	kg/m3
Concentración a la salida	35,3	kg/m3
Caudal de fangos espesados total	856	m3/d
Caudal de sobrenadante total	141	m3/d
Destino sobrenadante	Cabecera de planta	

Dimensiones de depósito gemelo al existente:

Diámetro	16	m
Altura cilíndrica útil	7	m
Pendiente del fondo	12	%
Altura cónica	0,96	m
Altura total util	7,96	m
Superficie unitaria	201	m2
Superficie total	201	m2
Volumen unitario	1.471	m3
Volumen total	1.471	m3
Carga de sólidos	150,55	kg/(m2/d)
Tiempo de retención total (entre depósito existente y nuevo)	70,8	h
Sistema de homogeneización:	Agitador sumergible	
Nº agitadores a instalar:	1	Ud
Nº agitadores en funcionamiento:	1	Ud
Potencia unitaria:	4	KW
Potencia total instalada:	4	KW

3.7 *DESHIDRATACIÓN DE FANGOS*

FANGOS A SECAR

Peso fangos a deshidratar	30.254	kg/d
Concentración a la entrada	35,3	kg/m3
Caudal de entrada	856	m3/d
Días útiles a la semana	5	d
Horas de funcionamiento	16	h
Peso de fangos a secar por día útil	42.355	kg/d
Caudal de fangos a secar por día útil	1.198	m3/d

BOMBEO DE FANGOS

El fango a ser deshidratado es enviado mediante doble tubería hasta las nuevas instalaciones de deshidratación de la EDAR existente

Tipo:	Bomba tornillo helicoidal	
Nº unidades adicionales a instalar	4	ud
Nº unidades en funcionamiento	3	ud
Caudal unitario teórico	25	m3/h
Altura manométrica	20	m.c.a.

INSTALACIONES DE SECADO

Nº unidades a instalar	3	ud
Caudal unitario teórico	25	m3/h
Caudal unitario adoptado	29	m3/h
Número de unidades instaladas	3	ud
Nº unidades en funcionamiento	3	ud

ACONDICIONAMIENTO DE FANGOS

Reactivo	Polielectrolito	
Dosis de diseño:		
Media	5	kg/t
Máxima	7	kg/t
Peso diario:		
Medio	212	kg/d
Máximo	296	kg/d
Dilución de la preparación primaria	0,5	%
Dilución de la preparación secundaria	0,2	%

Caudal medio de poli a dosificar	42,4	m3/d
Caudal máximo de poli a dosificar	59,3	m3/d
Caudal medio a dosificar a centrífugas	2,6	m3/h
Caudal punta a dosificar a centrífugas	3,7	m3/h
Consumo horario máximo de poli	18,5	kg/h
Consumo horario medio de poli	13,2	kg/h
Nº de equipos de preparación automática de poli	1	ud
Nº de equipos en servicio	1	ud
Capacidad unitaria	4.000	l/h
Sistema de agitación	Electroagitador de eje vertical	
Nº de electroagitadores	1	ud
Forma de alimentación	Bomba tornillo helicoidal	
Nº unidades instaladas	4	ud
Nº unidades en servicio	3	ud
Caudal unitario		
Medio	882	l/h
Máximo	1.235	l/h
Caudal unitario de las bombas	1.500	l/h

FANGOS SECOS

Peso de fangos secos (por día útil)	42.355	kg/d
Concentración	22	%
Caudal diario total de fangos secos (por día útil)	193	m3/d
Caudal horario total de fangos secos (por día útil)	12,0	m3/h
Densidad	220	kg/m3

Extracción fango seco	Bombas tornillo helicoidal	
Nº de bombas a instalar	2	ud
Nº de bombas en servicio	1	ud
Capacidad unitaria	12	m3/h

DESTINO DEL FANGO DESHIDRATADO

Posibilidad A)	Foso de mezcla a secado térmico existente con capacidad suficiente para ampliación
Posibilidad B)	A tolvas existentes

Nº de tolvas existentes	4	ud
Capacidad unitaria de las tolvas existentes	100	m3
Tiempo de almacenamiento	2,1	d

ESCURRIDO

Caudal de agua escurrido al deshidratar por día útil	1.006	m3/d
Caudal de agua escurrido al deshidratar por hora	63	m3/h

4 CONCLUSIONES

Tal y como se ha podido constatar a lo largo de la secuencia de dimensionamiento del proceso, la planta calculada cumple se ajusta a los requerimientos de condicionantes del diseño previamente establecidos, tanto en datos del efluente, sistemas de depuración como calidad del efluente.

A modo de resumen de la calidad del agua esperada tras la decantación secundaria y tras el tratamiento terciario se exponen las siguientes tablas:

TABLA COMPARATIVA			
Parámetro	**Unidades**	**Invierno**	**Verano**
DATOS DE OPERACIÓN			
T	ºC	15,0	30,0
QIN	d	100.000	100.000,0
QRE (B)	kgDBO5/d/kg SSLM	100.000	100.000
Qpurga (B)	m3/d	2.500	2.000
QRI (B)	ppm	500.000	500.000
DQO	ppm	389	389
DBO5	ppm	286	286
Nt	ppm	53,5	53,5
OD(B)SP	kg/d	2,0	1,0
Vol(Facult)	kg/d	17.000	17.000
Vol (B)	mg/l	43.000	43.000
RESULTADOS TRAS DECANTACIÓN SECUNDARIA			
DQOt efl.	mg/l	51	48
DQOf efl.	mg/l	33	35
DQOp efl.	mg/l	18	13
DBOt efl.	mg/l	14	13
DBO5f efl.	mg/l	8,9	9,5
DBO5p efl.	mg/l	4,8	3,4
Nt	mgN/l	8,8	7,7
N-NH4+	mgN/l	1,5	0,9
N-NO3-	mgN/l	6	5,8
Norg	mgN/l	1,4	1,0
NTK	mgN/l	2,9	1,9
SRT (B)	kg/d	11,1	13,5
SSLM (B)	kg/d	3.745	3.273
SSTef	mg/l	16	11
P fangos (total)	kg/d	18.725	13.092
Consumo O2 (total)	kg/d	30.048	37.204
RESULTADOS TRAS TRATAMIENTO TERCIARIO			
DQO_filt_efl	mg/l	25	26
DQO_part_efl	mg/l	7,2	5,1
DQO total efl	mg/l	32	32
DBO_5_filt_efl	mg/l	6,7	7,1
DBO_5_part_efl	mg/l	1,9	1,4
DBO_5 total efl	mg/l	8,6	8,5
S.S.T. salida	mg/l	11,1	7,9
N-NH4 salida	mg/l	1,50	0,9
N-NO3 salida	mg/l	6	5,8
Norg salida	mg/l	1,2	0,9
NTK salida	mg/l	2,7	1,8
Nt salida	mg/l	8,5	7,6

APENDICE 1.- ESTUDIO DE SOLUCIONES

A continuación se expone el estudio de soluciones realizado al objeto de seleccionar el sistema de configuración de reactor más adecuado al sistema mediante modelado y simulación matemática (software WEST®). El citado estudio se compone de tres documentos:

- 1.- Propuestas de esquemas de funcionamiento
- 2.- Calibrado y validación del modelo matemático
- 3.- Simulaciones de la EDAR de Guadalhorce Norte. Estudio comparativo