

---

**ANEJO 7**

**CÁLCULOS DE PROCESO E INTEGRACIÓN DE LAS PARTES PROYECTADAS**

## ÍNDICE

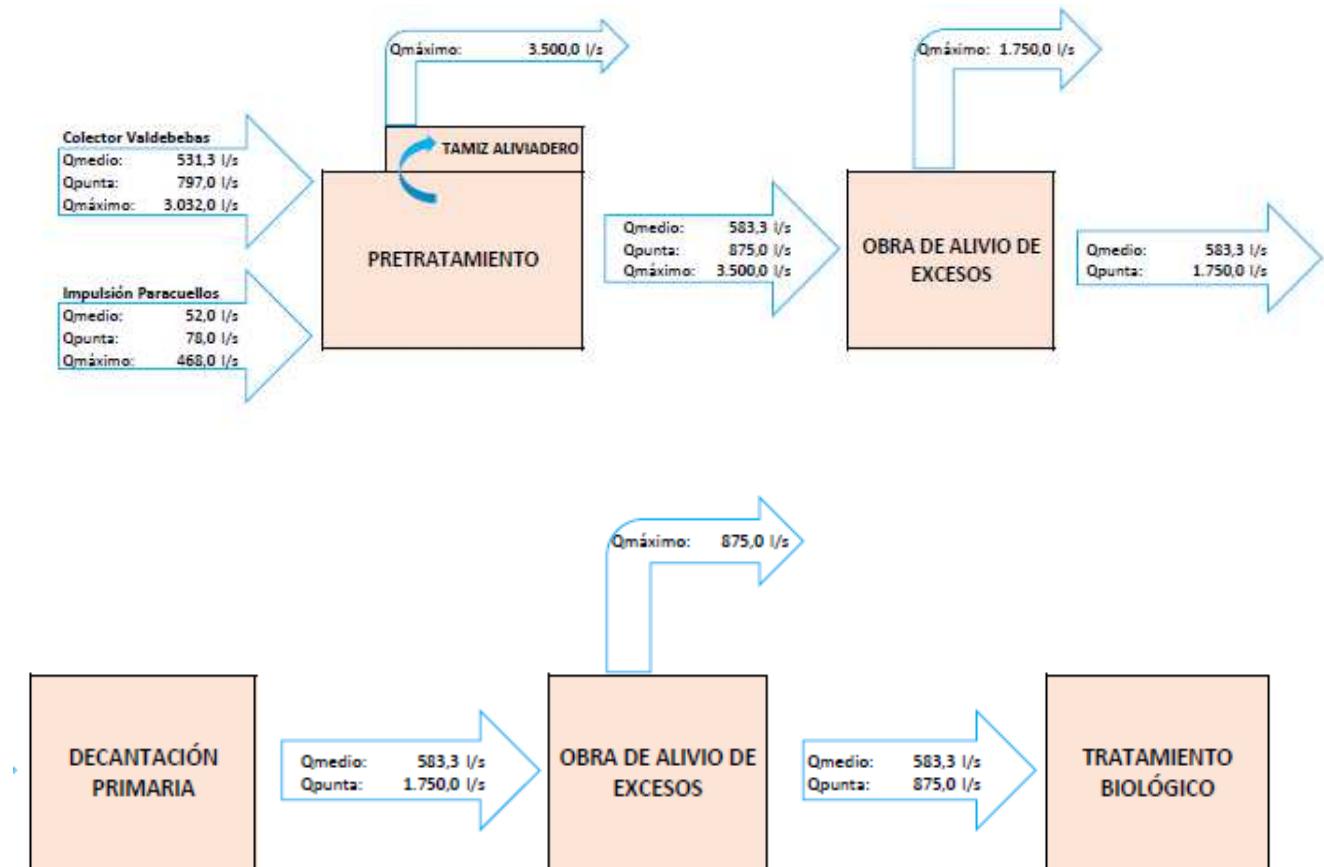
1. BASES DE DISEÑO .....	4
1.1. CAUDALES DE TRATAMIENTO .....	4
1.2. CAUDALES Y CARGAS CONTAMINANTES DEL AGUA BRUTA .....	4
1.3. CARGAS CONTAMINANTES EXIGIDAS AL VERTIDO .....	5
1.4. CARACTERÍSTICAS EXIGIDAS A LOS FANGOS .....	5
2. LÍNEA DE AGUA .....	5
2.1. PRETRATAMIENTO .....	6
2.1.1. Pozo de gruesos .....	6
2.1.2. Desbaste de muy gruesos .....	7
2.1.3. Bombeo de agua bruta .....	9
2.1.4. Desbaste de gruesos .....	9
2.1.5. Desbaste de finos .....	11
2.1.6. Desarenado - desengrasado .....	12
2.2. TRATAMIENTO PRIMARIO .....	15
2.2.1. Decantación primaria .....	15
2.2.2. Rendimientos de la decantación .....	15
2.2.3. Bombeos de fangos primarios y flotantes .....	16
2.3. REACTOR BIOLÓGICO .....	17
2.3.1. Caudales y cargas contaminantes de diseño .....	17
2.3.2. Configuraciones de operación del reactor biológico .....	17
2.3.3. Adición de fuente externa de materia orgánica (glicerina) .....	18
2.3.4. Caudales y cargas de entrada al reactor biológico .....	19
2.3.5. Balance de nitrógeno .....	20
2.3.6. Dimensiones del reactor biológico .....	20
2.3.7. Cálculos justificativos del reactor biológico .....	21
2.3.8. Recirculaciones internas y externa .....	23
2.3.9. Necesidades teóricas de oxígeno .....	24
2.3.10. Parrillas de difusores de aire .....	25
2.3.11. Estación de aireación .....	27

2.3.12. Bombeo de vaciados .....	28	4.2.3. Sistema de cogeneración.....	41
2.3.13. Eliminación química del fósforo.....	28	5. SERVICIOS AUXILIARES.....	42
2.4. DECANTACIÓN SECUNDARIA.....	29	5.1. AGUA DE SERVICIOS.....	42
2.4.1. Decantadores .....	29	5.2. DESODORIZACIÓN.....	42
2.4.2. Bombeos de fangos, flotantes y vaciados.....	29	5.2.1. Pretratamiento .....	42
<b>3. LÍNEA DE FANGOS.....</b>	<b>30</b>	5.2.2. Decantación primaria .....	43
3.1. BALANCE DE FANGOS .....	30	5.2.3. Línea de fangos.....	44
3.2. ESPESAMIENTO POR GRAVEDAD DE LOS FANGOS PRIMARIOS .....	31	<b>6. ANEXO I: MODELADO Y SIMULACIÓN MATEMÁTICA DE LAS CONFIGURACIONES DE OPERACIÓN DEL REACTOR BIOLÓGICO.....</b>	<b>46</b>
3.2.1. Tamizado de fangos .....	31	6.1. INTRODUCCIÓN.....	46
3.2.2. Espesadores de gravedad .....	31	6.2. FRACCIONAMIENTO DEL INFLUENTE Y CALIBRACIÓN DEL MODELO.....	46
3.2.3. Bombeo de fangos espesados.....	32	6.2.1. Fraccionamiento de los componentes expresados en gramos de DQO.....	46
3.3. ESPESAMIENTO POR FLOTACIÓN DE LOS FANGOS SECUNDARIOS .....	32	6.2.1.1. Sustrato soluble inerte (Fus).....	46
3.3.1. Espesadores de flotación .....	32	6.2.1.2. Fracción soluble rápidamente biodegradable (Fbs) .....	46
3.3.2. Elementos auxiliares del espesamiento.....	32	6.2.1.3. Sustrato producto de la fermentación (Fac).....	47
3.3.3. Bombeo de fangos espesados.....	33	6.2.1.4. Sustrato particulado inerte (Fus).....	47
3.3.4. Bombeo de sobrenadantes.....	33	6.2.1.5. Sustrato lentamente biodegradable (Fxsp) .....	47
3.4. DIGESTIÓN ANAEROBIA DE LOS FANGOS MIXTOS .....	33	6.2.1.6. Biomasa heterótrofa (FZbh).....	47
3.4.1. Bombeo de fangos mixtos espesados .....	33	6.2.1.7. Biomasa autótrofa (FZamob) .....	47
3.4.2. Digestores anaerobios .....	34	6.2.1.8. XPAO. Biomasa acumuladora de fosfatos (FZbp).....	47
3.4.3. Calentamiento de fangos .....	35	6.2.2. Determinación de los componentes expresados en gramos de nitrógeno.....	47
3.4.4. Instalaciones de calentamiento de fangos.....	35	6.2.2.1. S <sub>NO</sub> . Nitrato + Nitrito .....	47
3.4.5. Depósito tampón de fangos digeridos .....	36	6.2.2.2. S <sub>NH</sub> . Nitrógeno amoniacal .....	47
3.5. DESHIDRATACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE FANGOS .....	37	6.2.2.3. Nitrógeno orgánico .....	47
3.5.1. Deshidratación de fangos .....	37	6.2.3. Determinación de los componentes expresados en gramos de fósforo .....	47
3.5.2. Bombeo de escurridos .....	38	6.2.4. Fraccionamiento resultante del influente .....	48
3.5.3. Almacenamiento del fango deshidratado.....	38	<b>6.3. FRACCIONAMIENTO DE LOS RETORNOS.....</b>	<b>49</b>
<b>4. LÍNEA DE BIOGÁS.....</b>	<b>39</b>	6.3.1. Calibración de coeficientes cinéticos y estequiométricos.....	50
4.1. ALMACENAMIENTO Y QUEMADO DE EMERGENCIA .....	39	<b>6.4. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS.....</b>	<b>51</b>
4.2. COGENERACIÓN .....	39	6.5. CONCLUSIONES.....	56
4.2.1. Eliminación química del ácido sulfídrico en el biogás.....	39		
4.2.2. Sistema de acondicionamiento del biogás.....	40		

## 1. BASES DE DISEÑO

### 1.1. CAUDALES DE TRATAMIENTO

En el siguiente esquema se resumen los caudales de tratamiento en los distintos procesos que constituyen la línea de agua, incluyéndose los caudales máximos aliviados en cada obra de reparto:



Los caudales de agua bruta y las concentraciones de cargas contaminantes son las siguientes:

### 1.2. CAUDALES Y CARGAS CONTAMINANTES DEL AGUA BRUTA

Se muestran a continuación los caudales y cargas contaminantes del agua bruta para los dos escenarios de diseño contemplados, según la temperatura del agua:

- **DISEÑO INVIERNO:** temperatura del agua a 14°C.
- **DISEÑO VERANO:** temperatura del agua a 26°C.

CAUDALES DE AGUA BRUTA		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
Población de Diseño			
Habitantes equivalentes Diseño	[hab-eq]	260.398	260.398
Caudales de Diseño			
Caudal Medio	[l/s] [m <sup>3</sup> /h] [m <sup>3</sup> /día]	583 2.100 50.400	583 2.100 50.400
Caudal Punta	[l/s] [m <sup>3</sup> /h] [m <sup>3</sup> /día]	875 3.150 75.600	875 3.150 75.600
Caudal Máximo	[l/s] [m <sup>3</sup> /h] [m <sup>3</sup> /día]	3.500 12.600 302.400	3.500 12.600 302.400

CARGAS CONTAMINANTES DEL AGUA BRUTA		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
DBO <sub>5</sub> Afluente	[grDBO <sub>5</sub> /hab/día] [mg/l] [kg/día]	60,00 310,00 15.624	60,00 310,00 15.624
DBO <sub>5</sub> Afluente Máximo	[grDBO <sub>5</sub> /hab/día] [mg/l] [kg/día]	90,00 465,00 23.436	90,00 465,00 23.436
DQO Afluente	[grDQO/hab/día] [mg/l] [kg/día]	118,07 610,00 30.744	118,07 610,00 30.744
DQO Afluente Máximo	[grDQO/hab/día] [mg/l] [kg/día]	177,10 915,00 46.116	177,10 915,00 46.116
SST Afluente	[grSST/hab/día] [mg/l] [kg/día]	51,29 265,00 13.356	51,29 265,00 13.356
SST Afluente Máximo	[grSST/hab/día] [mg/l] [kg/día]	76,94 397,50 20.034	76,94 397,50 20.034
Nitrógeno NTK Afluente	[grNTK/hab/día] [mg/l] [kg/día]	13,55 70,00 3.528	13,55 70,00 3.528
Nitrógeno NTK Afluente Máximo	[grNTK/hab/día] [mg/l] [kg/día]	20,32 105,00 5.292	20,32 105,00 5.292
Nitrógeno N-NH <sub>4</sub> Afluente	[grN-NH <sub>4</sub> /hab/día] [mg/l] [kg/día]	7,35 38,00 1.915	7,35 38,00 1.915
Nitrógeno N-NH <sub>4</sub> Afluente Máximo	[grN-NH <sub>4</sub> /hab/día] [mg/l]	11,03 57,00	11,03 57,00

CARGAS CONTAMINANTES DEL AGUA BRUTA		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
	[kg/día]	2.873	2.873
Nitrógeno N-NO <sub>3</sub> - Afluente	[grN-NO <sub>3</sub> /hab/día] [mg/l] [kg/día]	0,27 1,40 71	0,27 1,40 71
Nitrógeno N-NO <sub>3</sub> - Afluente Máximo	[grN-NH <sub>4</sub> /hab/día] [mg/l] [kg/día]	0,41 2,10 106	0,41 2,10 106
Fósforo P-total Afluente	[gr P/hab/día] [mg/l] [kg/día]	1,45 7,50 378	1,45 7,50 378
Fósforo P-total Afluente Máximo	[gr P/hab/día] [mg/l] [kg/día]	2,18 11,25 567	2,18 11,25 567
Aceites y grasas Afluente	[gr/hab/día] [mg/l] [kg/día]	9,68 50,00 2.520	9,68 50,00 2.520
pH agua bruta	[s.u]	7,20	7,20
Temperatura mínima ambiente	[°C]	5	20
Temperatura media ambiente	[°C]	10	25
Temperatura máxima ambiente	[°C]	20	40
Temperatura media del agua	[°C]	14	26

### 1.3. CARGAS CONTAMINANTES EXIGIDAS AL VERTIDO

Las concentraciones de las cargas contaminantes exigidas en el vertido son las siguientes:

CARACTERÍSTICAS EXIGIDAS AL VERTIDO		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
DBO <sub>5</sub> Salida	[mg/l]	20,00	20,00
SST Salida	[mg/l]	20,00	20,00
Nitrógeno total	[mg/l]	10,00	10,00
Fósforo P-total	[mg/l]	1,00	1,00

### 1.4. CARACTERÍSTICAS EXIGIDAS A LOS FANGOS

Los fangos deshidratados deberán cumplir al menos con los siguientes parámetros:

CARACTERÍSTICAS EXIGIDAS A LOS FANGOS		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
Reducción de materia volátil	[%]	40	40
Sequedad del fango deshidratado	[%]	25	25

## 2. LÍNEA DE AGUA

En el dimensionamiento se han tenido en cuenta tanto los caudales como las cargas contaminantes debidos a los retornos procedentes de la línea de fangos, en función de su punto de incorporación a la línea de agua: sobrenadantes de los espesamientos en cabecera del pretratamiento, y escurridos de la deshidratación en la entrada al reactor biológico.

CAUDALES DE LOS RETORNOS DEL ESPESAMIENTO	DISEÑO INV.	DISEÑO VER.	
Caudales provenientes del espesamiento de fangos primarios			
Caudal de diseño medio de retornos	[m <sup>3</sup> /día]	418	414
Cargas contaminantes provenientes del espesamiento de fangos primarios			
DBO <sub>5</sub> Afluente	[mg/l] [kg/día]	450 188	450 186
DQO Afluente	[mg/l] [kg/día]	885 370	885 367
SST Afluente	[mg/l] [kg/día]	1.030 431	1.030 427
Nitrógeno NTK Afluente	[mg/l] [kg/día]	25 10	25 10
Nitrógeno N-NH <sub>4</sub> Afluente	[mg/l] [kg/día]	14 6	14 6
Nitrógeno N-NO <sub>3</sub> Afluente	[mg/l] [kg/día]	0,00 0,00	0,00 0,00
Fósforo P-total Afluente	[mg/l] [kg/día]	5,00 2,09	5,00 2,07
Caudales provenientes del espesamiento de fangos secundarios			
Caudal de diseño medio de retornos	[m <sup>3</sup> /día]	1.683	1.308
Cargas contaminantes provenientes del espesamiento de fangos secundarios			
DBO <sub>5</sub> Afluente	[mg/l] [kg/día]	200 337	200 262
DQO Afluente	[mg/l] [kg/día]	394 663	394 515
SST Afluente	[mg/l] [kg/día]	350 589	350 458
Nitrógeno NTK Afluente	[mg/l] [kg/día]	15 25	15 20
Nitrógeno N-NH <sub>4</sub> Afluente	[mg/l] [kg/día]	8 14	8 11
Nitrógeno N-NO <sub>3</sub> Afluente	[mg/l] [kg/día]	1,00 1,68	1,00 1,31
Fósforo P-total Afluente	[mg/l] [kg/día]	20 34	20 26
Caudales totales de retornos conjuntos			
Caudal de diseño medio de retornos adoptado	[m <sup>3</sup> /día]	2.102	1.722
Caudal horario medio de retornos adoptado	[m <sup>3</sup> /h]	87,58	71,76

CAUDALES DE LOS RETORNOS DEL ESPESAMIENTO		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
<b>Cargas de diseño de los retornos conjuntos</b>			
DBO <sub>5</sub> Afluente	[mg/l] [kg/día]	250 525	260 448
DQO Afluente	[mg/l] [kg/día]	491 1.033	512 882
SST Afluente	[mg/l] [kg/día]	485 1.020	514 885
Nitrógeno NTK Afluente	[mg/l] [kg/día]	17 36	17 30
Nitrógeno N-NH <sub>4</sub> Afluente	[mg/l] [kg/día]	9 19	9 16
Nitrógeno N-NO <sub>3</sub> Afluente	[mg/l] [kg/día]	0,80 1,68	0,76 1,31
Fósforo P-total Afluente	[mg/l] [kg/día]	17,01 35,76	16,39 28,23

CAUDALES DE DISEÑO (INCLUYENDO RETORNOS)		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
<b>Caudales de Diseño</b>			
Caudal Medio	[l/s] [m <sup>3</sup> /h] [m <sup>3</sup> /día]	608 2.188 52.502	603 2.172 52.122
Caudal Punta	[l/s] [m <sup>3</sup> /h] [m <sup>3</sup> /día]	899 3.238 77.702	895 3.222 77.322
Caudal Máximo	[l/s] [m <sup>3</sup> /h] [m <sup>3</sup> /día]	3.524 12.688 304.502	3.520 12.672 304.122

CARGAS CONTAMINANTES (INCLUYENDO RETORNOS)		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
DBO <sub>5</sub> Afluente	[grDBO <sub>5</sub> /hab/día] [mg/l] [kg/día]	62,02 307,59 16.149	61,72 308,35 16.072
DQO Afluente	[grDQO/hab/día] [mg/l] [kg/día]	122,03 605,26 31.777	121,45 606,76 31.626
SST Afluente	[grSST/hab/día] [mg/l] [kg/día]	55,21 273,82 14.376	54,69 273,22 14.241
Nitrógeno NTK Afluente	[grNTK/hab/día] [mg/l] [kg/día]	13,69 67,88 3.564	13,66 68,26 3.558
Nitrógeno N-NH <sub>4</sub> Afluente	[grN-NH <sub>4</sub> /hab/día] [mg/l] [kg/día]	7,43 36,85 1.935	7,42 37,06 1.931

CARGAS CONTAMINANTES (INCLUYENDO RETORNOS)		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
Nitrógeno N-NO <sub>3</sub> Afluente	[grN-NO <sub>3</sub> /hab/día] [mg/l] [kg/día]	0,28 1,38 72,24	0,28 1,38 71,87
Fósforo P-total Afluente	[gr P/hab/día] [mg/l] [kg/día]	1,59 7,88 414	1,56 7,79 406
ACEITES y grasas Afluente	[gr/hab/día] [mg/l] [kg/día]	9,68 48,00 2.520	9,68 48,35 2.520

## 2.1. PRETRATAMIENTO

### 2.1.1. Pozo de gruesos

PRETRATAMIENTO. POZO DE GRUESOS		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
<b>Caudales de diseño</b>			
Caudal Medio	[l/s] [m <sup>3</sup> /h] [m <sup>3</sup> /día]	608 2.188 52.502	603 2.172 52.122
Caudal Punta	[l/s] [m <sup>3</sup> /h] [m <sup>3</sup> /día]	899 3.238 77.702	895 3.222 77.322
Caudal Máximo	[l/s] [m <sup>3</sup> /h] [m <sup>3</sup> /día]	3.524 12.688 304.502	3.520 12.672 304.122
<b>A. PARÁMETROS DE DISEÑO</b>			
<b>A.1. Geometría</b>			
Forma constructiva	[-]	Troncocónica invertida	Troncocónica invertida
Número de pozos de gruesos a construir	[ud]	2	2
Número de pozos de gruesos en funcionamiento	[ud]	2	2
<b>A.2. Velocidad ascensional o carga hidráulica</b>			
Carga hidráulica máxima a caudal medio	[m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h]	100	100
Carga hidráulica máxima a caudal punta	[m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h]	200	200
Carga hidráulica máxima a caudal máximo	[m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h]	300	300
<b>A.3. Tiempo de retención</b>			
Tiempo de retención mínimo a caudal medio	[s]	120	120
Tiempo de retención mínimo a caudal punta	[s]	90	90
Tiempo de retención mínimo a caudal máximo	[s]	60	60
<b>B. DIMENSIONAMIENTO</b>			
<b>B.1. Definición de necesidades</b>			

PRETRATAMIENTO. POZO DE GRUESOS		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
Superficie total necesaria a caudal medio	[m <sup>2</sup> ]	21,88	21,72
Superficie total necesaria a caudal punta	[m <sup>2</sup> ]	16,19	16,11
Superficie total necesaria a caudal máximo	[m <sup>2</sup> ]	42,29	42,24
Superficie mínima a adoptar por pozo de gruesos	[m <sup>2</sup> ]	21,15	21,12
Volumen total a caudal medio	[m <sup>3</sup> ]	72,92	72,39
Volumen total a caudal punta	[m <sup>3</sup> ]	80,94	80,54
Volumen total a caudal máximo	[m <sup>3</sup> ]	211,46	211,20
Volumen mínimo a adoptar por pozo de gruesos	[m <sup>3</sup> ]	105,73	105,60
<b>B.2. Definición de dimensiones</b>			
<i>Zona recta</i>			
Longitud superior	[m]	6,50	6,50
Anchura superior	[m]	3,50	3,50
Calado útil a caudal medio	[m]	2,56	2,56
Calado útil a caudal punta	[m]	3,05	3,05
Calado útil a caudal máximo	[m]	4,04	4,04
<i>Zona troncocónica invertida</i>			
Ángulo inclinación	[º]	45	45
Longitud inferior	[m]	4,50	4,50
Anchura inferior	[m]	1,50	1,50
Altura zona troncocónica	[m]	1,00	1,00
Superficie unitaria útil adoptada	[m <sup>2</sup> ]	22,75	22,75
Superficie total útil adoptada	[m <sup>2</sup> ]	45,50	45,50
Volumen unitario útil adoptado (caudal medio)	[m <sup>3</sup> ]	72,20	72,20
Volumen unitario útil adoptado (caudal punta)	[m <sup>3</sup> ]	83,35	83,35
Volumen unitario útil adoptado (caudal máximo)	[m <sup>3</sup> ]	105,87	105,87
<b>C. PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO</b>			
<b>C.1. Velocidad ascensional o carga hidráulica</b>			
Carga hidráulica a caudal medio	[m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h]	48,08	47,73
Carga hidráulica a caudal punta	[m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h]	71,16	70,81
Carga hidráulica a caudal máximo	[m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h]	278,85	278,50
<b>C.2. Tiempo de retención</b>			
Tiempo de retención a caudal medio	[s]	238	239
Tiempo de retención a caudal punta	[s]	185	186
Tiempo de retención a caudal máximo	[s]	60	60
<b>D. EQUIPAMIENTO</b>			
<b>D.1. Cuchara bivalva</b>			
Número de equipos a instalar	[ud]	1	1
Tipo de cuchara	[‐]	Anfibio	Anfibio
Tipo de accionamiento	[‐]	Electrohidráulico	Electrohidráulico
Capacidad útil del equipo adoptado	[l]	500	500
Longitud inferior mínima necesaria para el manejo del	[m]	1,70	1,70

PRETRATAMIENTO. POZO DE GRUESOS		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
equipo			
Anchura inferior mínima necesaria para el manejo del equipo	[m]	0,89	0,89
<b>D.2. Sistema de almacenamiento de residuos</b>			
Número de contenedores a instalar	[ud]	1	1
Capacidad útil del contenedor adoptado	[l]	5.000	5.000
Ratio de producción específica de residuos	[l/m <sup>3</sup> ]	0,05	0,05
Volumen de residuos medios generados	[l/día]	2.625	2.606
Ritmo medio de retirada del contenedor	[días]	1,90	1,92
<b>D.3. Sistema de izado de la cuchara</b>			
Número de equipos a instalar	[ud]	1	1
Tipo de sistema	[‐]	Puente grúa	Puente grúa
Tipo de accionamiento	[‐]	Eléctrico	Eléctrico
Densidad del residuo considerado	[ton/m <sup>3</sup> ]	2,20	2,20
Capacidad mínima necesaria del sistema de izado	[kg]	1.620	1.620
Capacidad de elevación del sistema de izado adoptado	[kg]	2.000	2.000
<b>D.4. Tamizado en aliviadero</b>			
Lugar de instalación	[‐]	Arqueta previa al pozo gruesos	Arqueta previa al pozo gruesos
Número de unidades	[Ud]	1	1
Tipo de tamiz	[‐]	Sobre vertedero	Sobre vertedero
Tipo de descarga	[‐]	Aguas abajo del aliviadero	Aguas abajo del aliviadero
Caudal máximo admisible en aliviadero	[l/s]	3.524	3.520
Luz de malla	[mm]	6	6
Longitud total del aliviadero	[m]	8,00	8,00

### 2.1.2. Desbaste de muy gruesos

PRETRATAMIENTO. CANALES DE DESBASTE DE MUY GRUESOS		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
<b>Caudales de diseño</b>			
Caudal Medio	[l/s]	608	603
	[m <sup>3</sup> /h]	2.188	2.172
	[m <sup>3</sup> /día]	52.502	52.122
Caudal Máximo	[l/s]	3.524	3.520
	[m <sup>3</sup> /h]	12.688	12.672
	[m <sup>3</sup> /día]	304.502	304.122
<b>A. PARÁMETROS DE DISEÑO</b>			
<b>A.1. Geometría</b>			
Forma constructiva	[‐]	Rectangular	Rectangular
Nº total de canales a ejecutar	[ud]	3	3
Nº de canales con equipamiento automático	[ud]	2	2
Nº de canales con equipamiento automático (by-pass)	[ud]	1	1



PRETRATAMIENTO. CANALES DE DESBASTE DE MUY GRUESOS	DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
Anchura del tablero	[mm]	800
Altura del tablero	[mm]	4.500
Altura de accionamiento	[mm]	5.150

### 2.1.3. Bombeo de agua bruta

PRETRATAMIENTO. BOMBEO DE AGUA BRUTA		DISEÑO INV.		DISEÑO VER.	
Caudales de diseño					
Caudal Medio		[l/s]	608	603	603
		[m <sup>3</sup> /h]	2.188	2.172	2.172
		[m <sup>3</sup> /día]	52.502	52.122	52.122
Caudal Punta		[l/s]	899	895	895
		[m <sup>3</sup> /h]	3.238	3.222	3.222
		[m <sup>3</sup> /día]	77.702	77.322	77.322
Caudal Máximo		[l/s]	3.524	3.520	3.520
		[m <sup>3</sup> /h]	12.688	12.672	12.672
		[m <sup>3</sup> /día]	304.502	304.122	304.122
<b>A. PARÁMETROS DE DISEÑO</b>					
<b>A.1. Geometría</b>					
Forma		[-]	Rectangular	Rectangular	Rectangular
Número de cámaras construidas		[ud]	2	2	2
Número de cámaras en funcionamiento a caudal máximo		[ud]	2	2	2
Número de cámaras en funcionamiento a caudal medio/punta		[ud]	1	1	1
<b>A.2. Operación</b>					
Número máximo de arranques a caudal máximo		[ud/h]	6	6	6
Tiempo máximo de retención a caudal mínimo		[min]	15	15	15
<b>B. DIMENSIONAMIENTO</b>					
<b>B.1. Definición de las unidades de bombeo</b>					
Tipo de bomba		[-]	Centrífuga	Centrífuga	Centrífuga
Tipo de instalación		[-]	Sumergible	Sumergible	Sumergible
Regulación		[-]	Variador de frecuencia	Variador de frecuencia	Variador de frecuencia
Número de bombas instaladas		[ud]	6	6	6
Número de bombas en funcionamiento a caudal medio		[ud]	1	1	1
Número de bombas en funcionamiento a caudal punta		[ud]	2	2	2
Número de bombas en funcionamiento a caudal máximo		[ud]	5	5	5
Caudal máximo unitario necesario		[l/s]	705	704	704
Caudal mínimo unitario necesario		[l/s]	450	447	447
Caudal unitario adoptado		[l/s]	705	705	705
Caudal unitario máximo adoptado		[m <sup>3</sup> /h]	2.538	2.538	2.538
Altura manométrica de impulsión		[m.c.a.]	5,64	5,64	5,64
Caudal unitario punta adoptado		[m <sup>3</sup> /h]	2.188	2.172	2.172
Altura manométrica de impulsión		[m.c.a.]	7,06	7,06	7,06

PRETRATAMIENTO. BOMBEO DE AGUA BRUTA		DISEÑO INV.		DISEÑO VER.	
Caudal unitario medio adoptado	[m <sup>3</sup> /h]	1.619	1.611		
Altura manométrica de impulsión	[m.c.a.]	6,14	6,14		
<b>B.2. Definición de la cámara de bombeo</b>					
Situación	[-]	Caudal máximo	Caudal máximo		
Volumen útil necesario	[m <sup>3</sup> ]	217,85	217,85		
Longitud interior de cada pozo	[m]	6,50	6,50		
Anchura interior de cada pozo	[m]	7,34	7,34		
Calado total adoptado	[m]	5,15	5,15		
Calado útil disponible	[m]	4,10	4,10		
Volumen total adoptado	[m <sup>3</sup> ]	491,41	491,41		
Volumen útil total adoptado	[m <sup>3</sup> ]	391,22	391,22		
Superficie útil total adoptada	[m <sup>3</sup> ]	95,42	95,42		
<b>C. PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO</b>					
<b>C.1. Tiempo de retención</b>					
A caudal medio	[min]	5,37	10,81		
A caudal punta	[min]	3,63	7,29		
A caudal máximo	[min]	1,85	1,85		
<b>C.2. Nivel de arranque de las bombas</b>					
Nivel de arranque de la bomba nº1	[m]	2,16	2,16		
Nivel de arranque de la bomba nº2	[m]	2,59	2,59		
Nivel de arranque de la bomba nº3	[m]	2,89	2,89		
Nivel de arranque de la bomba nº4	[m]	3,12	3,12		
Nivel de arranque de la bomba nº5	[m]	3,33	3,33		
<b>C.3. Estimación de la potencia consumida a caudal máximo</b>					
Rendimiento estimado de la bomba	[%]	75,00	75,00		
Potencia unitaria consumida por bomba	[kW]	52,01	52,01		
Potencia total consumida por el bombeo	[kW]	260,04	260,04		
<b>C.4. Estimación de la frecuencia de trabajo de las bombas</b>					
Frecuencia de trabajo a caudal máximo	[Hz]	49,99	49,93		
Frecuencia de trabajo a caudal punta	[Hz]	31,89	31,74		
Frecuencia de trabajo a caudal medio	[Hz]	43,10	42,78		

#### 2.1.4. Desbaste de gruesos

PRETRATAMIENTO. CANALES DE DESBASTE DE GRUESOS		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
Caudales de diseño			
Caudal Medio		[l/s] [m <sup>3</sup> /h] [m <sup>3</sup> /día]	608 2.188 52.502
Caudal Máximo		[l/s] [m <sup>3</sup> /h] [m <sup>3</sup> /día]	3.524 12.688 304.502
<b>A. PARÁMETROS DE DISEÑO</b>			

PRETRATAMIENTO. CANALES DE DESBASTE DE GRUESOS				DISEÑO INV.	DISEÑO VER.	PRETRATAMIENTO. CANALES DE DESBASTE DE GRUESOS				DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
<b>A.1. Geometría</b>						<b>C.2. Velocidad de paso</b>					
Forma constructiva	[-]	Rectangular	Rectangular			Velocidad de acercamiento a caudal máximo	[m/s]	0,61	0,61		
Nº total de canales a ejecutar	[ud]	5	5			Calado previo al equipo de desbaste a caudal medio	[mm]	1.352	1.352		
Nº de canales equipados con equipamiento automático	[ud]	4	4			Calado previo al equipo de desbaste a caudal máximo	[mm]	1.705	1.705		
Nº de canales equipados con equipamiento automático (by-pass)	[ud]	1	1			Superficie útil de desbaste a caudal medio	[m <sup>2</sup> ]	0,72	0,72		
<b>A.2. Operación</b>						Superficie útil de desbaste a caudal máximo	[m <sup>2</sup> ]	0,91	0,91		
Número de canales funcionando a caudal medio	[ud]	1	1			Velocidad de paso a caudal medio	[m/s]	0,84	0,83		
Número de canales funcionando a caudal máximo	[ud]	4	4			Velocidad de paso a caudal máximo	[m/s]	0,97	0,96		
<b>A.3. Velocidades</b>						<b>C.3. Retención de residuos</b>					
Velocidad mínima de acercamiento a caudal medio	[m/s]	0,40	0,40			Ratio medio de residuos retenidos	[mg/l]	15	15		
Velocidad mínima de acercamiento a caudal máximo	[m/s]	0,60	0,60			Ratio máximo de residuos retenidos	[mg/l]	25	25		
Velocidad máxima de paso a caudal medio	[m/s]	1,00	1,00			Densidad media de los residuos retenidos	[kg/m <sup>3</sup> ]	800	800		
Velocidad máxima de paso a caudal máximo	[m/s]	1,40	1,40			Ratio medio de residuos retenidos según población	[l/(hab·año)]	3	3		
<b>B. DIMENSIONAMIENTO</b>						Ratio máximo de residuos retenidos según población	[l/(hab·año)]	5	5		
<b>B.1. Definición del equipo de desbaste a instalar</b>						Volumen diario de residuos medio a caudal medio	[m <sup>3</sup> /día]	0,98	0,98		
Tipo de equipo de separación	[-]	Reja de cadena con peines	Reja de cadena con peines			Volumen diario de residuos máximo a caudal medio	[m <sup>3</sup> /día]	1,64	1,63		
Accionamiento de lavado	[-]	Temporizado / Diferencia de nivel	Temporizado / Diferencia de nivel			Volumen diario de residuos medio a caudal máximo	[m <sup>3</sup> /día]	5,71	5,70		
Equipamiento adicional del equipo	[-]	Limitador de par	Limitador de par			Volumen diario de residuos máximo a caudal máximo	[m <sup>3</sup> /día]	9,52	9,50		
Número de equipos a instalar	[ud]	5	5			Volumen total diario de residuos medio por ratio de población	[m <sup>3</sup> /día]	2,14	2,14		
Atascamiento máximo permitido	[%]	30	30			Volumen total diario de residuos máximo por ratio de población	[m <sup>3</sup> /día]	3,57	3,57		
Anchura útil de la reja	[mm]	1.010	1.010		<b>D. EQUIPAMIENTO AUXILIAR</b>						
Ángulo de instalación	[º]	70	70		<b>D.1. Recogida de residuos separados</b>						
Luz de paso	[mm]	25	25		Número de equipos nuevos a instalar	[ud]	1	1			
Anchura del barrote	[mm]	8	8		Tipo de sistema	[-]	Tornillo	Tornillo			
Número de peines de limpieza por reja	[ud]	3	3		Tipo de tornillo	[-]	Transportador	Transportador			
Anchura útil de desbaste para máxima colmatación	[mm]	535	535		Número de horas mínimo de funcionamiento	[h/día]	4	4			
<b>B.2. Definición de las dimensiones comunes a los canales</b>					Capacidad unitaria necesaria	[m <sup>3</sup> /h]	2,38	2,38			
Anchura interior del canal (en zona previa de rejas)	[mm]	1.200	1.200		Capacidad unitaria adoptada	[m <sup>3</sup> /h]	3,20	3,20			
Altura total del canal (en zona de entrada)	[mm]	1.700	1.700		Posición	[-]	Horizontal	Horizontal			
Altura total del canal (en zona de rejas)	[mm]	2.200	2.200		Longitud total del tornillo	[m]	9,50	9,50			
<b>C. PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO</b>					Número de bocas de carga	[ud]	5	5			
<b>C.1. Velocidad de acercamiento</b>					Número de bocas de descarga	[ud]	1	1			
Caudal por canal a caudal total medio	[m <sup>3</sup> /h]	2.188	2.172		<b>D.2. Compactación de residuos separados</b>						
Caudal por canal a caudal total máximo	[m <sup>3</sup> /h]	3.172	3.168		Número de equipos nuevos a instalar	[ud]	1	1			
Calado previo en el canal a caudal medio	[mm]	852	852		Tipo de sistema	[-]	Prensa	Prensa			
Calado previo en el canal a caudal máximo	[mm]	1.205	1.205		Tipo de compactador	[-]	Lavador	Lavador			
Velocidad de acercamiento a caudal medio	[m/s]	0,59	0,59		Número de horas mínimo de funcionamiento	[h/día]	4	4			

PRETRATAMIENTO. CANALES DE DESBASTE DE GRUESOS		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
<b>D.3. Almacenamiento de residuos separados</b>			
Número de equipos nuevos a instalar	[ud]	1	1
Tipo de sistema	[‐]	Contenedor	Contenedor
Capacidad útil del contenedor	[litros]	5.000	5.000
Porcentaje de reducción por compactación	[%]	65	65
Volumen total diario medio de residuos almacenados	[m <sup>3</sup> /día]	0,75	0,75
Volumen total diario máximo de residuos almacenados	[m <sup>3</sup> /día]	3,33	3,33
Tiempo de almacenamiento medio	[días]	6,67	6,67
Tiempo de almacenamiento mínimo	[días]	1,50	1,50
<b>D.4. Aislamiento de entrada y salida a canales</b>			
Número de compuertas por canal	[ud]	2	2
Número de compuertas nuevas a instalar en total	[ud]	10	10
Tipo de compuerta	[‐]	Canal	Canal
Tipo de accionamiento	[‐]	Motorizado	Motorizado
Anchura del tablero	[mm]	1.200	1.200
Altura del tablero	[mm]	1.200	1.200
Altura de accionamiento	[mm]	2.200	2.200

#### 2.1.5. Desbaste de finos

PRETRATAMIENTO. CANALES DE DESBASTE DE FINOS		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
<b>Caudales de diseño</b>			
Caudal Medio	[l/s]	608	603
	[m <sup>3</sup> /h]	2.188	2.172
	[m <sup>3</sup> /día]	52.502	52.122
Caudal Máximo	[l/s]	3.524	3.520
	[m <sup>3</sup> /h]	12.688	12.672
	[m <sup>3</sup> /día]	304.502	304.122
<b>A. PARÁMETROS DE DISEÑO</b>			
<b>A.1. Geometría</b>			
Forma constructiva	[‐]	Rectangular	Rectangular
Nº total de canales construidos	[ud]	5	5
Nº de canales equipados con equipamiento automático	[ud]	4	4
Nº de canales equipados con equipamiento automático (by-pass)	[ud]	1	1
<b>A.2. Operación</b>			
Número de canales funcionando a caudal medio	[ud]	1	1
Número de canales funcionando a caudal máximo	[ud]	4	4
<b>A.3. Velocidades</b>			
Velocidad máxima de paso a caudal medio	[m/s]	1,20	1,20
Velocidad máxima de paso a caudal máximo	[m/s]	1,40	1,40

PRETRATAMIENTO. CANALES DE DESBASTE DE FINOS		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
<b>B. DIMENSIONAMIENTO</b>			
<b>B.1. Definición del equipo de desbaste a instalar</b>			
Tipo de equipo de separación	[‐]		Tamiz de escalera Temporizado / Alarma por nivel
Accionamiento de lavado	[‐]		Limitador de par
Equipamiento adicional del equipo	[‐]		Tamiz de escalera Temporizado / Alarma por nivel
Número de equipos a instalar	[ud]	5	5
Atascamiento máximo permitido	[%]	30	30
Anchura interior del canal	[mm]	1.200	1.200
Ángulo de instalación	[º]	46	46
Luz de paso	[mm]	3	3
Anchura de las pleinas	[mm]	3	3
Grado de separación de sólidos	[%]	83	83
Anchura útil de desbaste para máxima colmatación	[mm]	420	420
<b>B.2. Definición de las dimensiones comunes a todos los canales</b>			
Anchura interior del canal	[mm]	1.200	1.200
Altura total del canal (en zona de tamices)	[mm]	2.200	2.200
<b>C. PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO</b>			
<b>C.1. Velocidad de paso</b>			
Caudal por canal a caudal total medio	[m <sup>3</sup> /h]	2.188	2.172
Caudal por canal a caudal total máximo	[m <sup>3</sup> /h]	3.172	3.168
Calado previo al equipo de desbaste a caudal medio	[mm]	1.280	1.276
Calado previo al equipo de desbaste a caudal máximo	[mm]	1.611	1.610
Superficie útil de desbaste a caudal medio	[m <sup>2</sup> ]	0,54	0,54
Superficie útil de desbaste a caudal máximo	[m <sup>2</sup> ]	0,68	0,68
Velocidad de paso a caudal medio	[m/s]	1,13	1,13
Velocidad de paso a caudal máximo	[m/s]	1,30	1,30
<b>C.2. Retención de residuos</b>			
Ratio medio de residuos retenidos	[mg/l]	70	70
Ratio máximo de residuos retenidos	[mg/l]	100	100
Densidad media de los residuos retenidos	[kg/m <sup>3</sup> ]	1.100	1.100
Ratio medio de residuos retenidos según población	[l/(hab·año)]	15	15
Ratio máximo de residuos retenidos según población	[l/(hab·año)]	20	20
Volumen diario de residuos medio a caudal medio	[m <sup>3</sup> /día]	3,34	3,32
Volumen diario de residuos máximo a caudal medio	[m <sup>3</sup> /día]	4,77	4,74
Volumen diario de residuos medio a caudal máximo	[m <sup>3</sup> /día]	19,38	19,35
Volumen diario de residuos máximo a caudal máximo	[m <sup>3</sup> /día]	27,68	27,65
Volumen total diario de residuos medio por ratio de población	[m <sup>3</sup> /día]	10,70	10,70
Volumen total diario de residuos máximo por ratio de población	[m <sup>3</sup> /día]	14,27	14,27

PRETRATAMIENTO. CANALES DE DESBASTE DE FINOS		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
<b>D. EQUIPAMIENTO AUXILIAR</b>			
<b>D.1. Recogida de residuos separados</b>			
Número de equipos nuevos a instalar	[ud]	1	1
Tipo de sistema	[‐]	Tornillo	Tornillo
Tipo de tornillo	[‐]	Transportador	Transportador
Número de horas mínimo de funcionamiento	[h/día]	10	10
Capacidad unitaria necesaria	[m <sup>3</sup> /h]	2,77	2,76
Capacidad unitaria adoptada	[m <sup>3</sup> /h]	3,20	3,20
Posición	[‐]	Horizontal	Horizontal
Longitud total del tornillo	[m]	9,50	9,50
Número de bocas de carga	[ud]	5	5
Número de bocas de descarga	[ud]	1	1
<b>D.2. Compactación de residuos separados</b>			
Número de equipos nuevos a instalar	[ud]	1	1
Tipo de sistema	[‐]	Prensa	Prensa
Tipo de compactador	[‐]	Lavador	Lavador
Número de horas mínimo de funcionamiento	[h/día]	10	10
Capacidad unitaria necesaria	[m <sup>3</sup> /h]	2,77	2,76
Capacidad unitaria adoptada	[m <sup>3</sup> /h]	6,00	6,00
Tasa de reducción de volumen	[‐]	65	65
Tasa de reducción de humedad	[‐]	30	30
<b>D.3. Almacenamiento de residuos separados</b>			
Número de equipos nuevos a instalar	[ud]	1	1
Tipo de sistema	[‐]	Contenedor	Contenedor
Capacidad útil del contenedor	[litros]	5.000	5.000
Porcentaje de reducción por compactación	[‐]	65	65
Volumen total diario medio de residuos almacenados	[m <sup>3</sup> /día]	3,75	3,75
Volumen total diario máximo de residuos almacenados	[m <sup>3</sup> /día]	9,69	9,68
Tiempo de almacenamiento medio	[días]	1,33	1,33
Tiempo de almacenamiento mínimo	[días]	0,52	0,52

### 2.1.6. Desarenado - desengrasado

PRETRATAMIENTO. DESARENADO - DESENGRASADO		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
<b>Caudales de Diseño</b>			
<b>Caudal Medio</b>			
	[l/s]	608	603
	[m <sup>3</sup> /h]	2.188	2.172
	[m <sup>3</sup> /día]	52.502	52.122
<b>Caudal Punta</b>			
	[l/s]	899	895
	[m <sup>3</sup> /h]	3.238	3.222
	[m <sup>3</sup> /día]	77.702	77.322

PRETRATAMIENTO. DESARENADO - DESENGRASADO		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
Caudal Máximo	[l/s]	3.524	3.520
<b>A. PARÁMETROS DE DISEÑO</b>			
Número de unidades a ejecutar			
	[Ud]	4	4
Número de unidades equipadas			
	[Ud]	4	4
Número de unidades en funcionamiento a Q medio			
	[Ud]	2	2
Número de unidades en funcionamiento a Q punta			
	[Ud]	2	2
Número de unidades en funcionamiento a Q máximo			
	[Ud]	4	4
<b>A.1. Velocidad ascensional</b>			
Velocidad ascensional a Q medio	[m/h]	15	15
Velocidad ascensional a Q punta	[m/h]	25	25
Velocidad ascensional a Q máximo	[m/h]	35	35
<b>A.2. Velocidad horizontal</b>			
Velocidad horizontal a Q medio	[m/s]	0,030	0,030
Velocidad horizontal a Q punta	[m/s]	0,050	0,050
Velocidad horizontal a Q máximo	[m/s]	0,150	0,150
<b>A.3. Tiempo de retención</b>			
Tiempo de retención a Q medio	[min]	15	15
Tiempo de retención a Q punta	[min]	10	10
Tiempo de retención a Q máximo	[min]	5	5
<b>B. DIMENSIONAMIENTO</b>			
<b>B.1. Definición de necesidades</b>			
<b>Superficie horizontal</b>			
Superficie horizontal a Q medio por unidad	[m <sup>2</sup> /Ud]	72,92	72,39
Superficie horizontal a Q punta por unidad	[m <sup>2</sup> /Ud]	64,75	64,44
Superficie horizontal a Q máximo por unidad	[m <sup>2</sup> /Ud]	90,63	90,51
Superficie horizontal mínima necesaria por unidad	[m <sup>2</sup> /Ud]	90,63	90,51
<b>Superficie transversal</b>			
Superficie transversal a Q medio por unidad	[m <sup>2</sup> /Ud]	10,13	10,05
Superficie transversal a Q punta por unidad	[m <sup>2</sup> /Ud]	8,99	8,95
Superficie transversal a Q máximo por unidad	[m <sup>2</sup> /Ud]	5,87	5,87
Superficie transversal mínima necesaria por unidad	[m <sup>2</sup> /Ud]	10,13	10,05
<b>Volumen útil</b>			
Volumen útil a Q medio por unidad	[m <sup>3</sup> /Ud]	273,45	271,47
Volumen útil a Q punta por unidad	[m <sup>3</sup> /Ud]	269,80	268,48
Volumen útil a Q máximo por unidad	[m <sup>3</sup> /Ud]	264,32	264,00
Volumen útil mínimo necesario por unidad	[m <sup>3</sup> /Ud]	273,45	271,47
<b>B.2. Definición de dimensiones existentes</b>			
<b>Longitud</b>			
Longitud unitaria total adoptada	[m]	23,50	23,50

PRETRATAMIENTO. DESARENADO - DESENGRASADO				DISEÑO INV. DISEÑO VER.		
Longitud unitaria recta útil adoptada	[m]	22,70	22,70			
<b>Superficie horizontal</b>						
Anchura en superficie de la zona de extracción de arenas	[m]	2,50	2,50			
Anchura en superficie de la zona de recogida de grasas	[m]	1,50	1,50			
Anchura de la pantalla deflectora	[m]	0,20	0,20			
Ancho unitario útil en superficie	[m]	4,00	4,00			
Ancho unitario total en superficie	[m]	4,20	4,20			
Anchura de la poceta de recogida de arenas	[m]	0,50	0,50			
Distancia de la poceta de arenas a la pared en zona de flotación	[m]	0,90	0,90			
Distancia de la poceta de arenas a la pared en zona de recogida	[m]	2,80	2,80			
Superficie mínima requerida	[m <sup>2</sup> /Ud]	90,63	90,51			
Superficie adoptada por unidad	[m <sup>2</sup> /Ud]	90,80	90,80			
Relación Longitud:Anchura	[ <sup>-</sup> ]	5,68	5,68			
<b>Altura</b>						
Altura total útil	[m]	4,00	4,00			
Altura cónica en la zona de flotación de grasas	[m]	0,75	0,75			
Altura recta útil en la zona de flotación de grasas	[m]	3,25	3,25			
Ángulo del relleno de la zona de flotación de grasas	[ <sup>o</sup> ]	39,81	39,81			
Ángulo del relleno de la zona de recogida de grasas	[ <sup>o</sup> ]	45,00	45,00			
Altura cónica en la zona de recogida de grasas	[m]	2,80	2,80			
Altura recta útil en la zona de recogida de grasas	[m]	1,20	1,20			
Resguardo	[m]	0,50	0,50			
Altura total	[m]	4,50	4,50			
Relación Anchura:Profundidad	[ <sup>-</sup> ]	1,00	1,00			
<b>Superficie transversal</b>						
Superficie mínima requerida	[m <sup>2</sup> /Ud]	10,13	10,05			
Superficie resultante según dimensiones adoptadas	[m <sup>2</sup> /Ud]	12,30	12,30			
Superficie adoptada por unidad	[m <sup>2</sup> /Ud]	12,30	12,30			
<b>Volumen útil</b>						
Volumen mínimo requerido	[m <sup>3</sup> /Ud]	273,45	271,47			
Volumen útil adoptado por unidad	[m <sup>3</sup> /Ud]	279,27	279,27			
<b>C. PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO</b>						
<b>C.1. Velocidad ascensional</b>						
Velocidad ascensional a Q medio	[m/h]	12,05	11,96			
Velocidad ascensional a Q punta	[m/h]	17,83	17,74			
Velocidad ascensional a Q máximo	[m/h]	34,93	34,89			
<b>C.2. Velocidad horizontal</b>						
Velocidad horizontal a Q medio	[m/s]	0,025	0,025			
Velocidad horizontal a Q punta	[m/s]	0,037	0,036			
Velocidad horizontal a Q máximo	[m/s]	0,072	0,072			
<b>C.3. Tiempo de retención</b>						
Tiempo de retención a Q medio	[min]	15,32	15,43			
<b>PRETRATAMIENTO. DESARENADO - DESENGRASADO</b>				DISEÑO INV. DISEÑO VER.		
Tiempo de retención a Q punta	[min]	10,35	10,40			
Tiempo de retención a Q máximo	[min]	5,28	5,29			
<b>C.4. Rendimiento de separación según diámetro partícula a Q medio</b>						
Partículas de arena de diámetro 0,16 mm	[%]	97	100			
Partículas de arena de diámetro 0,20 mm	[%]	100	100			
Partículas de arena de diámetro 0,25 mm	[%]	100	100			
<b>C.5. Rendimiento de separación según diámetro partícula a Q máximo</b>						
Partículas de arena de diámetro 0,16 mm	[%]	85	85			
Partículas de arena de diámetro 0,20 mm	[%]	85	85			
Partículas de arena de diámetro 0,25 mm	[%]	95	95			
<b>D. EQUIPAMIENTO</b>						
<b>D.1. Puente desarenador - desengrasador</b>						
Número de equipos instalados	[ud]	4	4			
Tipo de desplazamiento	[ <sup>-</sup> ]	Longitudinal	Longitudinal			
Anchura útil del puente	[m]	1,00	1,00			
Longitud de desplazamiento	[m]	23,50	23,50			
Distancia entre los carriles de desplazamiento	[m]	4,20	4,20			
Anchura de la rasqueta barredera	[m]	1,50	1,50			
<b>D.2. Extracción de arenas</b>						
<i>1. Cálculo de la arena total extraída (a caudal medio)</i>						
Ratio adoptada de arena extraída por 1.000 m <sup>3</sup> tratados	[m <sup>3</sup> /1.000 m <sup>3</sup> ]	0,150	0,150			
Volumen diario de arena extraída	[m <sup>3</sup> /día]	7,88	7,82			
Volumen horario de arena extraída	[m <sup>3</sup> /h]	0,33	0,33			
Densidad de la arena	[kg/m <sup>3</sup> ]	2.000	2.000			
Cantidad horaria de arena extraída	[kg/h]	656	652			
Cantidad diaria de arena extraída	[kg/día]	15.751	15.637			
Concentración equivalente de arena en el agua bruta	[mg/l]	300	300			
Concentración de la extracción (% en peso)	[ <sup>-</sup> ]	2,00%	2,00%			
Cantidad horaria de mezcla de agua - arena extraída	[kg/h]	32.814	32.576			
Densidad de la mezcla agua - arena	[kg/m <sup>3</sup> ]	1.000	1.000			
Caudal horario de mezcla agua - arena total extraído	[m <sup>3</sup> /h]	32,81	32,58			
Caudal horario de mezcla agua - arena extraído por desarenador	[m <sup>3</sup> /h]	16,41	16,29			
<i>2. Cálculo de la arena total extraída (a caudal máximo)</i>						
Ratio adoptada de arena extraída por 1.000 m <sup>3</sup> tratados	[m <sup>3</sup> /1.000 m <sup>3</sup> ]	0,075	0,075			
Volumen diario de arena extraído	[m <sup>3</sup> /día]	22,84	22,81			
Volumen horario de arena extraído	[m <sup>3</sup> /h]	0,95	0,95			
Densidad de la arena	[kg/m <sup>3</sup> ]	2.000	2.000			
Cantidad horaria de arena extraída	[kg/h]	1.903	1.901			
Cantidad diaria de arena extraída	[kg/día]	45.675	45.618			
Concentración equivalente de arena en el agua bruta	[mg/l]	150	150			
Concentración de la extracción (% en peso)	[ <sup>-</sup> ]	1,50%	1,50%			
Cantidad horaria de mezcla de agua - arena extraída	[kg/h]	126.876	126.718			
Densidad de la mezcla agua - arena	[kg/m <sup>3</sup> ]	1.000	1.000			

PRETRATAMIENTO. DESARENADO - DESENGRASADO				DISEÑO INV.	DISEÑO VER.	PRETRATAMIENTO. DESARENADO - DESENGRASADO				DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
Caudal horario de mezcla agua - arena total extraído	[m <sup>3</sup> /h]	126,88	126,72			Número total de soplantes instaladas	[Ud]	5	5		
Caudal horario de mezcla agua - arena extraído por desarenador	[m <sup>3</sup> /h]	31,72	31,68			Número de soplantes en funcionamiento	[Ud]	4	4		
3. Selección del sistema de extracción						Tipo de soplante	[-]	Émbolos rotativos	Émbolos rotativos		
Número de horas medias de funcionamiento del bombeo	[h/d]	12	12			Tipo de regulación	[-]	Variador de frecuencia	Variador de frecuencia		
Número de bombas de arenas por desarenador	[Ud]	1	1			Caudal de aire unitario necesario por soplante	[Nm <sup>3</sup> /(h·Ud)]	726	726		
Caudal de extracción unitario necesario medio por sistema	[m <sup>3</sup> /h]	32,81	32,58			Caudal de aire unitario adoptado por soplante	[Nm <sup>3</sup> /(h·Ud)]	750	750		
Caudal de extracción unitario necesario máximo por sistema	[m <sup>3</sup> /h]	63,44	63,36			Altura manométrica de impulsión	[mca]	4,25	4,25		
Tipo de bombas de extracción	[-]	Centrífugas sumergibles	Centrífugas sumergibles			3. Selección de los difusores					
		Vórtex desplazado	Vórtex desplazado			Tipo de difusores	[-]	Membrana	Membrana		
Tipo de rodete	[-]					Tipo de burbuja	[-]	Gruesa	Gruesa		
Número de bombas nuevas a instalar	[Ud]	4	4			Caudal de aire unitario por difusor	[Nm <sup>3</sup> /(h·Ud)]	10	10		
Caudal unitario adoptado	[m <sup>3</sup> /h]	70	70			Número de difusores adoptados por depósito	[Ud]	73	73		
Altura manométrica	[mca]	2,50	2,50			Número total de difusores adoptados	[Ud]	292	292		
<b>D.3. Clasificación de arenas</b>						Densidad lineal de difusores adoptada	[Ud/ml]	3,22	3,22		
Caudal medio diario de mezcla aguas - arenas a tratar	[m <sup>3</sup> /día]	788	782			<b>D.5. Separación de grasas</b>					
Caudal máximo diario de mezcla aguas - arenas a tratar	[m <sup>3</sup> /día]	3.045	3.041			1. Criterio concentración de grasas					
Número de horas de funcionamiento en condiciones medias	[h/día]	12	12			Población equivalente de diseño	[hab]	260.398	260.398		
Número de horas de funcionamiento en condiciones máximas	[h/día]	18	18			Producción media específica de grasas	[g/hab día]	10	10		
Tipo de mecanismo de clasificación	[-]	Tornillo	Tornillo			Producción máxima específica de grasas	[g/hab día]	15	15		
Número de unidades a instalar	[Ud]	2	2			Carga diaria media de grasas a retirar	[kg/día]	2.520	2.520		
Número de unidades en funcionamiento	[Ud]	2	2			Carga diaria máxima de grasas a retirar	[kg/día]	3.906	3.906		
Número de unidades en reserva	[Ud]	0	0			Concentración de extracción de la mezcla agua - grasas a tratar	[g/l]	5,0	5,0		
Caudal medio horario total de tratamiento	[m <sup>3</sup> /h]	66	65			Rendimiento de separación	[%]	80	80		
Caudal máximo horario total de tratamiento	[m <sup>3</sup> /h]	169	169			Caudal medio de extracción de agua-grasas	[m <sup>3</sup> /día]	403	403		
Capacidad mínima unitaria necesaria	[m <sup>3</sup> /h]	85	84			Caudal máximo de extracción de agua-grasas	[m <sup>3</sup> /día]	625	625		
Capacidad unitaria adoptada por equipo	[m <sup>3</sup> /h]	100	100			<b>2. Criterio ratio de extracción</b>					
Número de contenedores instalados	[ud]	1	1			Ratio mezcla agua-grasas extraido por m <sup>3</sup> tratado a caudal medio	[l/m <sup>3</sup> ]	10	10		
Capacidad útil del contenedor	[litros]	5.000	5.000			Ratio mezcla agua-grasas extraido por m <sup>3</sup> tratado a caudal máximo	[l/m <sup>3</sup> ]	5	5		
Tiempo de almacenamiento a caudal medio	[días]	0,63	0,64			Capacidad media de extracción total prevista	[m <sup>3</sup> /día]	525	521		
Tiempo de almacenamiento a caudal máximo	[días]	0,22	0,22			Capacidad máxima de extracción total prevista	[m <sup>3</sup> /día]	1.523	1.521		
<b>D.4. Flotación de grasas</b>						<b>3. Selección del separador de grasas</b>					
1. Criterios de aireación						Caudal medio de mezcla aguas - grasas a tratar en pretratamiento	[m <sup>3</sup> /día]	525	521		
Ratio de aireación necesario por superficie horizontal útil	[Nm <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> ]	8	8			Caudal máximo de mezcla aguas - grasas a tratar en pretratamiento	[m <sup>3</sup> /día]	1.523	1.521		
Caudal de aire necesario por unidad	[Nm <sup>3</sup> /h]	726	726			Caudal medio de flotantes provenientes de la decantación primaria	[m <sup>3</sup> /día]	158	156		
Caudal de aire total necesario	[Nm <sup>3</sup> /h]	2.906	2.906			Caudal medio de flotantes provenientes de la decantación secundaria	[m <sup>3</sup> /día]	132	131		
Ratio de aireación necesario por volumen útil	[Nm <sup>3</sup> /h/m <sup>3</sup> ]	2	2			Caudal medio diario total de mezcla aguas - grasas a tratar	[m <sup>3</sup> /día]	815	809		
Caudal de aire necesario por unidad	[Nm <sup>3</sup> /h]	559	559			Caudal máximo diario total de mezcla aguas - grasas a tratar	[m <sup>3</sup> /día]	1.812	1.808		
Caudal de aire total necesario	[Nm <sup>3</sup> /h]	2.234	2.234			Número de horas de funcionamiento en condiciones medias	[h/día]	12	12		
Ratio de aireación necesario por longitud recta de canal	[Nm <sup>3</sup> /h/m]	18	18			Número de horas de funcionamiento en condiciones máximas	[h/día]	20	20		
Caudal de aire necesario por unidad	[Nm <sup>3</sup> /h]	409	409			Tipo de mecanismo de separación	[-]	Cadenas y rasquetas	Cadenas y rasquetas		
Caudal de aire total necesario	[Nm <sup>3</sup> /h]	1.634	1.634								
2. Selección de las soplantes											

PRETRATAMIENTO. DESARENADO - DESENGRASADO			
		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
Número de unidades a instalar	[Ud]	2	2
Número de unidades en funcionamiento	[Ud]	2	2
Capacidad mínima unitaria necesaria	[m <sup>3</sup> /h]	45	45
Capacidad unitaria adoptada por equipo	[m <sup>3</sup> /h]	50	50
Número de contenedores instalados	[ud]	2	2
Capacidad útil del contenedor	[litros]	1.000	1.000
Densidad de las grasas separadas	[kg/m <sup>3</sup> ]	800	800
Tiempo de almacenamiento a caudal medio	[días]	0,51	0,51
Tiempo de almacenamiento a caudal máximo	[días]	0,33	0,33

## 2.2. TRATAMIENTO PRIMARIO

### 2.2.1. Decantación primaria

DECANTACIÓN PRIMARIA			
		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
<b>Caudales de Diseño</b>			
Caudal Medio diario	[l/s]	608	603
	[m <sup>3</sup> /h]	2.188	2.172
	[m <sup>3</sup> /dia]	52.502	52.122
Caudal Punta	[l/s]	899	895
	[m <sup>3</sup> /h]	3.238	3.222
Caudal Máximo horario	[l/s]	1.750	1.750
	[m <sup>3</sup> /h]	6.300	6.300
<b>Tipos de decantadores</b>			
Tipo de geometría	[-]	Circular	Circular
Tipo de extracción de fangos	[-]	Barredera	Barredera
Número de decantadores a ejecutar y equipar	[ud]	4	4
Número de decantadores en funcionamiento	[ud]	4	4
<b>Cálculo de la superficie</b>			
Velocidad ascensional a caudal máximo	[m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h]	3,00	3,00
Superficie total a caudal máximo	[m <sup>2</sup> ]	2.100	2.100
Velocidad ascensional a caudal punta	[m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h]	2,50	2,50
Superficie total a caudal punta	[m <sup>2</sup> ]	1.295	1.289
Velocidad ascensional a caudal medio	[m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h]	1,25	1,25
Superficie total a caudal medio	[m <sup>2</sup> ]	1.750	1.737
Superficie necesaria	[m <sup>2</sup> ]	2.100	2.100
Diámetro mínimo necesario por decantador	[m]	25,85	25,85
Diámetro adoptado por decantador	[m]	26,00	26,00
Superficie total real disponible	[m <sup>2</sup> ]	2.124	2.124
<b>Cálculo del volumen</b>			
Tiempo de retención a caudal punta	[h]	1,00	1,00
Volumen total a caudal punta	[m <sup>3</sup> ]	3.238	3.222
Tiempo de retención a caudal medio	[h]	2,00	2,00

DECANTACIÓN PRIMARIA			
		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
Volumen total a caudal medio	[m <sup>3</sup> ]	4.375	4.344
Volumen necesario	[m <sup>3</sup> ]	4.375	4.344
Altura útil teórica del decantador en muro perimetral	[m]	2,06	2,05
Altura útil adoptada del decantador en muro perimetral	[m]	3,00	3,00
Volumen total real de decantación	[m <sup>3</sup> ]	6.371	6.371
<b>Cálculo del vertedero</b>			
Caudal por metrode vertedero a caudal punta	[m <sup>3</sup> /h/m]	30	30
Longitud mínima de vertedero a caudal punta por decantador	[m]	26,98	26,85
Caudal por metro lineal de vertedero a caudal medio	[m <sup>3</sup> /h/m]	20	20
Longitud mínima de vertedero a caudal medio por decantador	[m]	27,34	27,15
<b>Dimensiones de la zona de entrada y salida</b>			
<i>Zona de entrada</i>			
Pendiente de la solera	[%]	10,00	10,00
Diámetro recomendable de la corona de reparto	[m]	3,25	3,25
Altura recomendable de la corona de reparto	[m]	1,08	1,08
<i>Zona de salida</i>			
Tipo de vertedero	[-]	Simple exterior	Simple exterior
Diámetro del primer vertedero	[m]	26,00	26,00
Longitud total de vertedero por decantador	[m]	81,68	81,68
<b>Condiciones de funcionamiento</b>			
Volumen medio unitario	[m <sup>3</sup> ]	1.593	1.593
Superficie media unitaria	[m <sup>2</sup> ]	531	531
Velocidad ascensional a caudal máximo	[m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h]	2,97	2,97
Velocidad ascensional a caudal punta	[m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h]	1,52	1,52
Velocidad ascensional a caudal medio	[m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h]	1,03	1,02
Tiempo de retención a caudal máximo	[h]	1,01	1,01
Tiempo de retención a caudal punta	[h]	1,97	1,98
Tiempo de retención a caudal medio	[h]	2,91	2,93
Carga sobre vertedero a caudal máximo	[m <sup>3</sup> /h/m]	19,28	19,28
Carga sobre vertedero a caudal punta	[m <sup>3</sup> /h/m]	9,91	9,86
Carga sobre vertedero a caudal medio	[m <sup>3</sup> /h/m]	6,70	6,65

### 2.2.2. Rendimientos de la decantación

	DISEÑO INV.	DISEÑO VER.	
<b>RENDIMIENTOS DE ELIMINACIÓN</b>			
<b>By-pass de la decantación primaria</b>			
Fracción del caudal pretratado sometido a la decantación	[%]	100%	100%
<b>Reducción de cargas contaminantes</b>			
Rendimiento de eliminación de DBO <sub>5</sub>	[%]	35%	35%
Rendimiento de eliminación de DQO	[%]	35%	35%
Rendimiento de eliminación de SST	[%]	60%	60%
Rendimiento de eliminación de NTK	[%]	10%	10%
Rendimiento de eliminación de N-NH <sub>4</sub>	[%]	0%	0%
Rendimiento de eliminación de N-NO <sub>3</sub>	[%]	0%	0%
Rendimiento de eliminación de P	[%]	15%	15%

RENDIMIENTOS DE ELIMINACIÓN		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
<b>DBO<sub>5</sub></b>			
Kilos de DBO <sub>5</sub> entran al proceso	[kg/día]	16.149	16.072
Kilos de DBO <sub>5</sub> retenidos en el escalón	[kg/día]	5.652	5.625
Kilos de DBO <sub>5</sub> pasan	[kg/día]	10.497	10.447
Concentración de salida	[mg/l]	200	200
<b>DQO</b>			
Kilos de DQO entran al proceso	[kg/día]	31.777	31.626
Kilos de DQO retenidos en el escalón	[kg/día]	11.122	11.069
Kilos de DQO pasan	[kg/día]	20.655	20.557
Concentración de salida	[mg/l]	393	394
<b>SST</b>			
Kilos de SST entran al proceso	[kg/día]	14.376	14.241
Kilos de SST retenidos en el escalón	[kg/día]	8.626	8.544
Kilos de SST pasan	[kg/día]	5.750	5.696
Concentración de salida	[mg/l]	110	109
<b>NTK</b>			
Kilos de NTK entran al proceso	[kg/día]	3.564	3.558
Kilos de NTK retenidos en el escalón	[kg/día]	356	356
Kilos de NTK pasan	[kg/día]	3.207	3.202
Concentración de salida	[mg/l]	61	61
<b>N-NH<sub>4</sub></b>			
Kilos de N-NH <sub>4</sub> entran al proceso	[kg/día]	1.935	1.931
Kilos de N-NH <sub>4</sub> retenidos en el escalón	[kg/día]	0	0
Kilos de N-NH <sub>4</sub> pasan	[kg/día]	1.935	1.931
Concentración de salida	[mg/l]	37	37
<b>N-NO<sub>3</sub></b>			
Kilos de N-NO <sub>3</sub> entran al proceso	[kg/día]	72,24	71,87
Kilos de N-NO <sub>3</sub> retenidos en el escalón	[kg/día]	0,00	0,00
Kilos de N-NO <sub>3</sub> pasan	[kg/día]	72,24	71,87
Concentración de salida	[mg/l]	1,38	1,38
<b>P</b>			
Kilos de P entran al proceso	[kg/día]	414	406
Kilos de P retenidos en el escalón	[kg/día]	62	61
Kilos de P pasan	[kg/día]	352	345
Concentración de salida	[mg/l]	6,70	6,62

CÁLCULO DE LOS BOMBEOS		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
<b>Bombeo de fangos primarios</b>			
Número de arquetas de bombeo	[ud]	1	1
Tipo de instalación	[-]	Sumergible	Sumergible
Tipo de bomba	[-]	Centrífuga sumergible	Centrífuga sumergible
Regulación	[-]	Temporizada	Temporizada
Destino	[-]	Tamizado	Tamizado

### 2.2.3. Bombeos de fangos primarios y flotantes

CÁLCULO DE LOS BOMBEOS		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
<b>Bombeo de fangos primarios</b>			
Número de arquetas de bombeo	[ud]	1	1
Tipo de instalación	[-]	Sumergible	Sumergible
Tipo de bomba	[-]	Centrífuga sumergible	Centrífuga sumergible
Regulación	[-]	Temporizada	Temporizada
Destino	[-]	Tamizado	Tamizado

### 2.3. REACTOR BIOLÓGICO

#### 2.3.1. Caudales y cargas contaminantes de diseño

En la entrada al reactor biológico tiene lugar la incorporación de los escurridos provenientes de la deshidratación de fangos, que modifican los caudales y cargas provenientes de la decantación primaria.

EFLUENTE DECANITADO		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
<b>Caudales provenientes del tratamiento primario</b>			
Caudal Medio diario	[l/s]	608	603
	[m <sup>3</sup> /h]	2.188	2.172
	[m <sup>3</sup> /día]	52.502	52.122
Caudal Punta diario	[l/s]	899	895
	[m <sup>3</sup> /h]	3.238	3.222
	[m <sup>3</sup> /día]	77.702	77.322
<b>Cargas contaminantes provenientes del tratamiento primario</b>			
Entrada DBO <sub>5</sub>	[mg/l]	200	200
	[kg/día]	10.497	10.447
Entrada DQO	[mg/l]	393	394
	[kg/día]	20.655	20.557
Entrada SST	[mg/l]	110	109
	[kg/día]	5.750	5.696
Entrada NTK	[mg/l]	61,09	61,44
	[kg/día]	3.207	3.202
Entrada N-NH <sub>4</sub>	[mg/l]	36,85	37,06
	[kg/día]	1.935	1.931
Entrada N-NO <sub>3</sub>	[mg/l]	1,38	1,38
	[kg/día]	72,24	71,87
Entrada P	[mg/l]	6,70	6,62
	[kg/día]	352	345

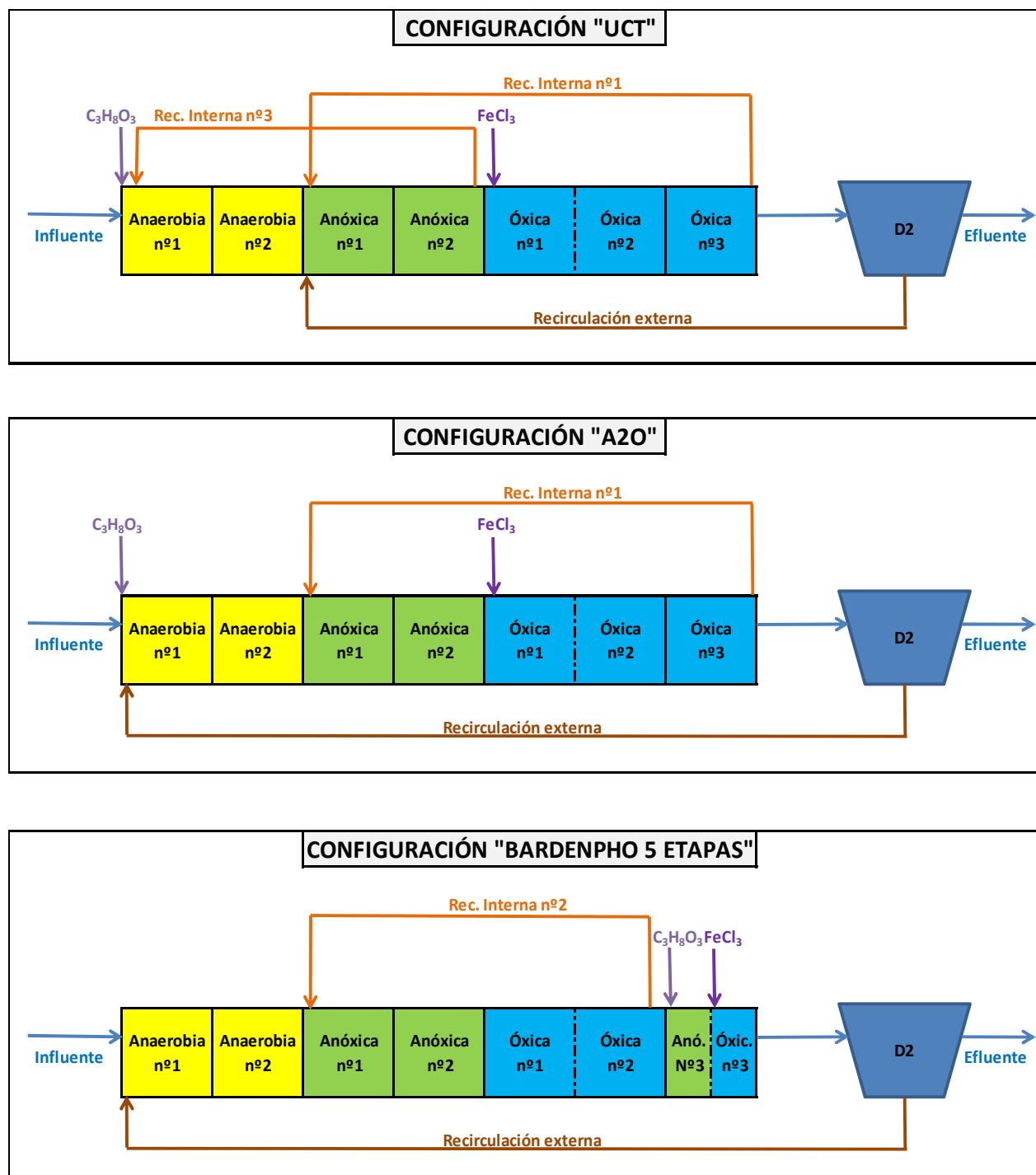
ESCURRIDOS DE LA DESHIDRATACIÓN		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
Entrada N-NO <sub>3</sub>	[mg/l]	1,00	1,00
	[kg/día]	0,40	0,34
Entrada P	[mg/l]	150,00	150,00
	[kg/día]	59,73	50,62

CAUDALES Y CARGAS DE ENTRADA AL REACTOR BIOLÓGICO		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
<b>Caudales de diseño</b>			
Caudal Medio diario	[l/s]	612	607
	[m <sup>3</sup> /h]	2.204	2.186
	[m <sup>3</sup> /día]	52.900	52.460
Caudal Punta diario	[l/s]	904	899
	[m <sup>3</sup> /h]	3.254	3.236
	[m <sup>3</sup> /día]	78.100	77.660
<b>Cargas contaminantes de entrada</b>			
Entrada DBO <sub>5</sub>	[mg/l]	204	204
	[kg/día]	10.815	10.717
Entrada DQO	[mg/l]	399	400
	[kg/día]	21.133	20.962
Entrada SST	[mg/l]	122	120
	[kg/día]	6.447	6.287
Entrada NTK	[mg/l]	67	67
	[kg/día]	3.546	3.489
Entrada N-NH <sub>4</sub>	[mg/l]	42	42
	[kg/día]	2.233	2.185
Entrada N-NO <sub>3</sub>	[mg/l]	1,37	1,38
	[kg/día]	72,64	72,21
Entrada P	[mg/l]	7,78	7,55
	[kg/día]	411,42	395,92

ESCURRIDOS DE LA DESHIDRATACIÓN		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
<b>Caudales provenientes de la deshidratación</b>			
Caudal de diseño medio de escurridos	[m <sup>3</sup> /día]	398	337
<b>Cargas contaminantes provenientes de la deshidratación</b>			
Entrada DBO <sub>5</sub>	[mg/l]	800	800
	[kg/día]	319	270
Entrada DQO	[mg/l]	1.200	1.200
	[kg/día]	478	405
Entrada SST	[mg/l]	1.750	1.750
	[kg/día]	697	591
Entrada NTK	[mg/l]	850	850
	[kg/día]	338	287
Entrada N-NH <sub>4</sub>	[mg/l]	750	750
	[kg/día]	299	253

#### 2.3.2. Configuraciones de operación del reactor biológico

En los siguientes esquemas se muestran las tres configuraciones de operación dispuestas:



Estas tres configuraciones de operación han sido simuladas mediante el software WEST, cuyos resultados se adjuntan como anexo al final del documento, concluyéndose que la más ventajosa en términos de explotación es la BARDENPHO 5 ETAPAS. Y la menos ventajosa es la UCT, que implica una mayor producción de fangos, un mayor consumo de reactivos, y unas mayores necesidades de aireación. Por ello, aplicándose un criterio conservador, todas las instalaciones se han dimensionado a partir de las

necesidades exigidas por la configuración UCT, que constituyen los cálculos mostrados en este anexo.

### 2.3.3. Adición de fuente externa de materia orgánica (glicerina)

FUENTE DE ADICIÓN EXTERNA DE MATERIA ORGÁNICA		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
Caudales de Diseño			
Caudal Medio	[l/s] [m <sup>3</sup> /h] [m <sup>3</sup> /día]	612 2.204 52.900	607 2.186 52.460
Caudal Punta	[l/s] [m <sup>3</sup> /h] [m <sup>3</sup> /día]	904 3.254 78.100	899 3.236 77.660
Características del producto a dosificar			
Producto a dosificar	[–]	Glicerina	Glicerina
Fórmula molecular	[–]	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>
Tipo de producto	[–]	Alcohol	Alcohol
Viscosidad dinámica del producto comercial (a 20°C)	[mPa·s]	1,50E+03	1,50E+03
Densidad del producto comercial (a 20°C)	[kg/l]	1,261	1,261
Cálculo de la dosificación de reactivo			
Ratios aplicados			
Ratio de demanda de carbono teórico	[kgDQO/kgNO <sub>3</sub> ]	4,60	4,60
Ratio de demanda de carbono adoptado	[kgDQO/kgNO <sub>3</sub> ]	5,00	5,00
Ratio de DQO por glicerina añadida	[kg DQO/kg react.]	1,00	1,00
Ratio de DQO por glicerina añadida	[kg DQO/m <sup>3</sup> react.]	1.261	1.261
Dosis real			
Punto de dosificación según esquema de operación			
Configuración "UCT"	[–]	Anaerobia nº1	Anaerobia nº1
Configuración "A2O"	[–]	Anaerobia nº1	Anaerobia nº1
Configuración "BARDENPHO 5 etapas"	[–]	Anóxica nº3	Anóxica nº3
Cantidad de fuente de carbono externa añadida	[kgDQO/día]	9.000	6.200
Cantidad de fuente de carbono externa añadida	[kgDBOs/día]	4.500	3.100
Demanda diaria media de reactivo comercial en volumen	[m <sup>3</sup> /día]	7,14	4,92
Demanda diaria media de reactivo comercial en peso	[ton/día]	9,00	6,20
Duración de la dosificación	[h/día]	24	24
Consumo horario medio	[l/h]	297	205
Consumo horario punta	[l/h]	439	303
Bombas de tránsito			
Número de bombas instaladas	[Ud]	1	1
Caudal unitario adoptado	[m <sup>3</sup> /h]	20	20
Altura manométrica	[mca]	10	10
Tipo de bomba	[–]	Centrífuga	Centrífuga
Depósitos de almacenamiento			
Autonomía de almacenamiento mínima para caudal medio	[d]	7	7
Volumen requerido	[m <sup>3</sup> ]	49,96	34,42
Número de depósitos	[Ud]	2	2
Volumen unitario necesario	[m <sup>3</sup> ]	24,98	17,21

FUENTE DE ADICIÓN EXTERNA DE MATERIA ORGÁNICA		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
Volumen unitario adoptado	[m <sup>3</sup> ]	25	25
Volumen total adoptado	[m <sup>3</sup> ]	50	50
Autonomía de almacenamiento resultante para dosis media	[d]	7,01	10,17
Material del depósito	[·]	PRFV	PRFV
<b>Bombas de dosificación</b>			
Número de bombas dosificadoras a instalar	[Ud]	5	5
Número de bombas en funcionamiento	[Ud]	4	4
Consumo diario punta	[l/h]	110	76
Caudal unitario de las bombas dosificadoras	[l/h]	120	120
Altura manométrica	[mca]	50	50
Tipo de bomba	[·]	Peristáltica	Peristáltica
Regulación	[·]	Variador de frecuencia	Variador de frecuencia

## 2.3.4. Caudales y cargas de entrada al reactor biológico

CALCULO DEL REACTOR BIOLOGICO		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
<b>Caudales de Diseño</b>			
Caudal Medio	[l/s]	612	607
	[m <sup>3</sup> /h]	2.204	2.186
	[m <sup>3</sup> /día]	52.900	52.460
Caudal Punta	[l/s]	904	899
	[m <sup>3</sup> /h]	3.254	3.236
	[m <sup>3</sup> /día]	78.100	77.660
<b>Cargas contaminantes de entrada</b>			
Entrada DBO <sub>5</sub> (sin fuente de carbono externo)	[mg/l]	204,45	204,29
	[kg/día]	10.815	10.717
Entrada DQO (sin fuente de carbono externo)	[mg/l]	399,49	399,58
	[kg/día]	21.133	20.962
Entrada DBO <sub>5</sub> (con aporte de fuente de carbono externo)	[mg/l]	289,52	263,38
	[kg/día]	15.315	13.817
Entrada DQO (con aporte de fuente de carbono externo)	[mg/l]	569,62	517,76
	[kg/día]	30.133	27.162
Entrada SST	[mg/l]	121,88	119,84
	[kg/día]	6.447	6.287
Entrada N-NTK	[mg/l]	67,03	66,51
	[kg/día]	3.546	3.489
Entrada N-NH <sub>4</sub>	[mg/l]	42,22	41,64
	[kg/día]	2.233	2.185

CALCULO DEL REACTOR BIOLOGICO		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
Entrada N-NO <sub>3</sub>	[mg/l]	1,37	1,38
	[kg/día]	72,64	72,21
<b>Entrada P-total</b>			
	[mg/l]	7,78	7,55
	[kg/día]	411	396
<b>Cargas contaminantes de salida</b>			
<b>DBO<sub>5</sub></b>			
Coeficiente de reducción de DBO <sub>5</sub>	[%]	93,09%	92,41%
Salida DBO <sub>5</sub> Tratamiento biológico	[mg/l]	20,00	20,00
	[kg/día]	1.058,00	1.049,19
<b>DQO</b>			
Coeficiente de reducción de DQO	[%]	84,20%	82,62%
Salida DQO Tratamiento biológico	[mg/l]	90,00	90,00
	[kg/día]	4.761,00	4.721,38
<b>SST</b>			
Coeficiente de reducción de SST	[%]	83,59%	83,31%
Salida SST Tratamiento biológico	[mg/l]	20,00	20,00
	[kg/día]	1.058,00	1.049,19
<b>Nt</b>			
Coeficiente de reducción de Nt	[%]	85,38%	85,27%
Salida Nt Tratamiento biológico	[mg/l]	10,00	10,00
	[kg/día]	529,00	524,60
<b>Pt</b>			
Coeficiente de reducción de Pt	[%]	87,14%	86,75%
Salida Pt Tratamiento biológico	[mg/l]	1,00	1,00
	[kg/día]	52,90	52,46
<b>Relaciones entre parámetros influentes</b>			
Factor de seguridad adoptado	[-]	1,45	1,45
Valores DQO/DBO <sub>5</sub>	[-]	1,97	1,97
Valores NTK/DBO <sub>5</sub>	[-]	0,23	0,25
Valores SST/DBO <sub>5</sub>	[-]	0,42	0,46
Valores DQO/NTK	[-]	8,50	7,78
Valores DBO <sub>5</sub> /NTK	[-]	4,32	3,96
Valores DQO/Ptotal	[-]	73,24	68,60
Valores Ptotal/DQO	[-]	0,014	0,015
Valores DBO <sub>5</sub> /Ptotal	[-]	37,23	34,90
Valores Ptotal/DBO <sub>5</sub>	[-]	0,027	0,029

## 2.3.5. Balance de nitrógeno

BALANCE DE NITRÓGENO		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
<b>Entrada</b>			
Nitrógeno orgánico entrada N-Norg	[mg/l] [kg/día]	24,81 1.313	24,87 1.304
Nitrógeno amoniacal entrada N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	[mg/l] [kg/día]	42,22 2.233	41,64 2.185
Nitrógeno amoniacal entrada N-NH <sub>3</sub>	[mg/l] [kg/día]	0,00 0,00	0,00 0,00
Nitratos entrada N-NO <sub>3</sub>	[mg/l] [kg/día]	1,37 72,64	1,38 72,21
Nitritos entrada N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	[mg/l] [kg/día]	0,00 0,00	0,00 0,00
Nitrogeno inorgánico total TIN	[mg/l] [kg/día]	43,59 2.306	43,02 2.257
Nitrógeno total Kjeldahl	[mg/l] [kg/día]	67,03 3.546	66,51 3.489
Nitrógeno Total	[mg/l] [kg/día]	68,40 3.618	67,89 3.561
<b>Efluente</b>			
Nitrógeno orgánico en efluente	[mg/l] [kg/día]	1,68 88,64	1,66 87,23
Nitrógeno orgánico en fangos exceso	[mg/l] [kg/día]	14,48 765,77	13,17 690,84
Nitrógeno amoniacal fugado en efluente (adoptado)	[mg/l] [kg/día]	1,00 52,90	0,50 26,23
Nitrógeno nitrificable	[kg/día]	48,68 2.575,00	49,98 2.621,80
Nitrógeno NTK fugado en los SS del efluente	[mg/l] [kg/día]	1,20 63,48	1,20 62,95
Nitratos máximos en la salida del efluente	[mg/l] [kg/día]	6,10 322,69	6,60 346,23
Nitrógeno total disuelto en el efluente	[mg/l] [-] [kg/día]	9,98 OK 527,71	9,96 OK 522,64
Nitrógeno a desnitrificar	[mg/l] [kg/día]	43,95 2.324,95	44,75 2.347,77

## 2.3.6. Dimensiones del reactor biológico

DIMENSIONES DEL REACTOR BIOLÓGICO		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
Número de reactores a ejecutar	[Ud]	4	4
Número de reactores en funcionamiento	[Ud]	4	4
Altura del agua en tanque aireacion	[m]	6,50	6,50
Resguardo libre	[m]	0,50	0,50

DIMENSIONES DEL REACTOR BIOLÓGICO	DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
Forma	[-]	Rectangular
<b>ZONA ANAEROBIA</b>		
Dimensiones de la zona anaerobia		
Número de cámaras por reactor	[ud]	2
Forma	[-]	Rectangular
Altura de aguas útil	[m]	6,50
Resguardo libre	[m]	0,50
Longitud útil	[m]	7,00
Anchura útil	[m]	10,20
Volumen útil por reactor	[m <sup>3</sup> ]	928
Volumen útil total	[m <sup>3</sup> ]	3.713
<b>Complemento agitacion de cada cámara</b>		
Sistema de agitación	[-]	Agitador sumergible
Número de unidades instaladas por cámara	[Ud]	1
Potencia instalada por agitador	[kW]	3,00
Ratio de agitación por cámara	[W/m <sup>3</sup> ]	6,46
<b>ZONA ANÓXICA</b>		
Dimensiones de la cámara anóxica nº1		
Número de cámaras por reactor	[ud]	1
Forma	[-]	Rectangular
Altura de aguas útil	[m]	6,50
Resguardo libre	[m]	0,50
Longitud útil	[m]	22,40
Anchura útil	[m]	21,00
Volumen útil por reactor	[m <sup>3</sup> ]	3.058
Volumen útil total	[m <sup>3</sup> ]	12.230
<b>Complemento agitacion de cada cámara</b>		
Sistema de agitación	[-]	Agitador sumergible
Número de unidades instaladas por cámara	[Ud]	2
Potencia instalada por agitador	[kW]	5,00
Ratio de agitación por cámara	[W/m <sup>3</sup> ]	3,27
<b>Dimensiones de la cámara anóxica nº2</b>		
Número de cámaras por reactor	[ud]	1
Forma	[-]	Rectangular
Altura de aguas útil	[m]	6,50
Resguardo libre	[m]	0,50
Longitud útil	[m]	22,40
Anchura útil	[m]	21,00
Volumen útil	[m <sup>3</sup> ]	3.058
Volumen útil por reactor	[m <sup>3</sup> ]	12.230
<b>Complemento agitacion cámara anóxica nº2</b>		
Sistema de agitación	[-]	Agitador sumergible
Número de unidades instaladas por cámara	[Ud]	2
Potencia instalada por agitador	[kW]	5,00
Ratio de agitación por cámara	[W/m <sup>3</sup> ]	3,27



DIMENSIONES DEL REACTOR BIOLÓGICO		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
<b>ZONA ÓXICA</b>			
<b>Dimensiones de la cámara óxica nº1</b>			
Número de cámaras por reactor	[ud]	1	1
Forma	[ - ]	Rectangular	Rectangular
Altura de aguas útil	[m]	6,50	6,50
Resguardo libre	[m]	0,50	0,50
Longitud útil	[m]	14,90	14,90
Anchura útil	[m]	21,00	21,00
Volumen útil por reactor	[m³]	2.034	2.034
Volumen útil total	[m³]	8.135	8.135
<b>Dimensiones de la cámara óxica nº2</b>			
Número de cámaras por reactor	[ud]	1	1
Forma	[ - ]	Rectangular	Rectangular
Altura de aguas útil	[m]	6,50	6,50
Resguardo libre	[m]	0,50	0,50
Longitud útil	[m]	14,90	14,90
Anchura útil	[m]	21,00	21,00
Volumen útil por reactor	[m³]	2.034	2.034
Volumen útil total	[m³]	8.135	8.135
<b>Dimensiones de la cámara óxica nº3 (anóxica-óxica en Bardenpho 5 etapas)</b>			
Número de cámaras por reactor	[ud]	1	1
Forma	[ - ]	Rectangular	Rectangular
Altura de aguas útil	[m]	6,50	6,50
Resguardo libre	[m]	0,50	0,50
Longitud útil	[m]	14,90	14,90
Anchura útil	[m]	21,00	21,00
Volumen útil por reactor	[m³]	2.034	2.034
Volumen útil total	[m³]	8.135	8.135
<b>Complemento agitación cámara anóxica nº3 (configuración Bardenpho)</b>			
Sistema de agitación	[ - ]	Agitador sumergible	Agitador sumergible
Número de unidades instaladas por cámara	[Ud]	1	1
Potencia instalada por agitador	[kW]	5,00	5,00
Ratio de agitación por cámara	[W/m³]	4,92	4,92

### 2.3.7. Cálculos justificativos del reactor biológico

CALCULO DEL REACTOR BIOLOGICO		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
<b>Condicionantes de ubicación</b>			
Temperatura mínima ambiente	[°C]	5	20
Temperatura media ambiente	[°C]	10	25
Temperatura máxima ambiente	[°C]	20	40
Temperatura media del agua	[°C]	14	26
Altura sobre el nivel del mar	[m.s.n.m.]	610	610
<b>Parámetros de diseño</b>			
Concentración de SST en el efluente	[mg/l]	20	20
Concentración media de oxígeno en las cámaras óxicas	[mg/l]	2,00	2,00

CALCULO DEL REACTOR BIOLOGICO		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
Concentración teórica de MLSS en reactor anóxico - óxico	[mg/l]	3.014	3.014
Conc. adoptada de MLSS en reactor anóxico - óxico	[mg/l]	3.000	3.000
Concentración adoptada de MLSS en reactor anaerobio	[mg/l]	2.000	2.000
Porcentaje estimado de volátiles	[ - ]	0,740	0,730
Concentración de sólidos volátiles en en reactor	[mg/l]	2.220	2.190
<b>Volumenes del reactor biológico adoptado</b>			
Volumen total zona anaerobia	[m³]	3.713	3.713
Volumen total zona anóxica	[m³]	24.461	24.461
Volumen total zona óxica	[m³]	24.406	24.406
Volumen total zonas anóxica + óxica	[m³]	48.867	48.867
Volumen total reactor biológico adoptado	[m³]	52.580	52.580
<b>Comprobación de los parámetros de funcionamiento</b>			
Tiempo de retención hidráulico a caudal medio	[h]	23,85	22,36
Tiempo de retención hidráulico a caudal punta	[h]	16,16	15,10
Comprobación de la edad del fango	[días]	12,96	16,69
Carga másica	[kgDBO <sub>5</sub> /d/kgMLSS]	0,10	0,09
Carga volúmica	[kg DBO <sub>5</sub> /d/m³]	0,29	0,26
<b>Cálculo de la zona anaerobia necesaria</b>			
<i>1. Datos de partida</i>			
Ratio en el influente DQO/NTK	[ - ]	8,50	7,78
Tipo de proceso recomendado (s/Cape Town)	[ - ]	UCT	UCT
<i>2. Cálculo del volumen</i>			
Tiempo mínimo de contacto de diseño (s/ATV)	[h]	0,65	0,65
Volumen teórico de la zona anaerobia (s/ATV)	[m³]	3.548	3.524
Tiempo de retención a caudal medio (entre 1 y 2h)	[h]	1,50	1,50
Volumen teórico de la zona anaerobia	[m³]	3.306	3.279
Volumen adoptado en la zona anaerobia	[m³]	3.713	3.713
Tiempo de retención en la zona anaerobia a caudal medio	[h]	1,68	1,70
<i>3. Eliminación química del fósforo (s/ATV sin anaerobia)</i>			
Concentración de fósforo en la entrada al reactor (C <sub>P,ER</sub> )	[mg/l]	7,78	7,55
Fósforo consumido en la formación de biomasa (X <sub>P,BM</sub> )	[mg/l]	2,90	2,63
Fósforo eliminado por vía biológica (X <sub>P,BIOP</sub> ) en anóxica	[mg/l]	1,45	1,32
Concentración de fósforo máximo en el efluente (C <sub>P,SDS</sub> )	[mg/l]	1,00	1,00
Fósforo medio a eliminar vía química (X <sub>P,PRE</sub> )	[mg/l]	2,43	2,60
Fangos debido al fósforo eliminado por vía biológica	[kgSST/día]	230	207
Fangos debido al fósforo eliminado por vía química	[kgSST/día]	869	919
Fangos en exceso debido al fósforo total eliminado	[kgSST/día]	1.099	1.127
<i>4. Eliminación biológica del fósforo (s/ATV con anaerobia)</i>			
Concentración de fósforo en la entrada al reactor (C <sub>P,ER</sub> )	[mg/l]	7,78	7,55
Fósforo consumido en la formación de biomasa (X <sub>P,BM</sub> )	[mg/l]	2,90	2,63
Fósforo eliminado por vía biológica en exceso (X <sub>P,BIOP</sub> )	[mg/l]	3,62	3,29
Concentración de fósforo máximo en el efluente (C <sub>P,SDS</sub> )	[mg/l]	1,00	1,00
Fósforo medio a eliminar vía química (X <sub>P,PRE</sub> )	[mg/l]	0,26	0,62
Fangos debido al fósforo eliminado por vía biológica	[kgSST/día]	574	518
Fangos debido al fósforo eliminado por vía química	[kgSST/día]	94	220
Fangos en exceso debido al fósforo total eliminado	[kgSST/día]	668	738
<b>Cálculo de la zona anóxica necesaria (s/ATV)</b>			

CALCULO DEL REACTOR BIOLOGICO		DISEÑO INV.		DISEÑO VER.	
Factor de seguridad	[-]	1,45	1,45		
Tipo de desnitrificación	[-]	Preconectada	Preconectada		
Necesidades mínimas de eliminación de N por desnitrificación	[kg NO <sub>3</sub> /kg DBO.]	0,152	0,170		
Relación vol. desnitrificación/vol. total (anóxico+óxico)	[%]	50%	50%		
Elim. de nitrógeno teórica s/ la zona anóxica a 12°C	[kg NO <sub>3</sub> /kg DBO]	0,150	0,150		
Elim. de nitrógeno teórica s/ la zona anóxica y T <sub>agua</sub>	[kg NO <sub>3</sub> /kg DBO]	0,153	0,171		
Capacidad de desnitrificación necesaria	[mg/l]	43,95	44,75		
Capacidad máxima de desnitrificación adoptada	[mg/l]	44,30	45,04		
Comprobación de la zona anóxica adoptada	[-]	OK	OK		
<b>Comprobación de la capacidad de desnitrificación (s/cinéticas)</b>					
Volumen total zona anóxica	[m <sup>3</sup> ]	24.461	24.461		
Concentración media del licor mezcla	[mgSST/l]	3.000	3.000		
Porcentaje medio de volátiles en el licor mezcla	[%]	74,00%	73,00%		
Velocidad máxima de desnitrificación a 20°C	[kgNO <sub>3</sub> /kgSSV/d]	0,08	0,08		
Concentración media de oxígeno en las cámaras anóxicas	[mg/l]	0,05	0,05		
Temperatura media del agua	[°C]	14	26		
Factor corrector de temperatura	[-]	0,60	1,68		
Velocidad de desnitrificación en las cond. de operación	[kgNO <sub>3</sub> /kgSSV/d]	0,045	0,127		
Cantidad máxima de nitratos desnitrificables	[kgNO <sub>3</sub> /día]	2.461	6.828		
Cantidad diaria de nitratos a desnitrificar	[kgNO <sub>3</sub> /día]	2.325	2.348		
Comprobación de la zona anóxica adoptada	[-]	OK	OK		
<b>Cálculo de la edad del fango (s/ATV-A131)</b>					
Edad de fango para la eliminación de materia carbonácea	[días]	4,00	4,00		
Edad de fango para la nitrificación	[días]	5,44	1,68		
Edad de fango teórica para la nitrificación-desnitrificación	[días]	10,89	3,36		
Edad del fango adoptada	[días]	12,96	16,69		
<b>Cálculo de la edad mínima para la nitrificación (s/cinéticas)</b>					
<i>1. Datos de partida: coef. cinéticos y estequiométricos adoptados</i>					
Vel. máx. de crecimiento de las bacterias nitrificantes a 20°C	[d <sup>-1</sup> ]	0,50	0,50		
Constante de semisaturación del amonio K <sub>N</sub>	[mgNH <sub>4</sub> /l]	0,75	0,75		
Coeficiente de temperatura	[-]	1,10	1,10		
Coeficiente de oxígeno disuelto K <sub>O</sub>	[mgO <sub>2</sub> /l]	0,70	0,70		
<i>2. Corrección por efecto de la concentración de amonio</i>					
Concentración de nitrógeno amoniacial en el efluente	[mg/l]	1,00	0,50		
Factor corrector de concentración de amonio	[-]	0,57	0,40		
<i>3. Corrección por efecto de la temperatura</i>					
Temperatura media del agua	[°C]	14	26		
Factor corrector de temperatura	[-]	0,56	1,77		
<i>4. Corrección por efecto del pH</i>					
pH medio del agua	[-]	7,20	7,20		
Factor corrector de pH	[-]	1,00	1,00		
<i>5. Corrección por efecto del oxígeno disuelto</i>					
Concentración media de oxígeno en las cámaras óxicas	[mg/l]	2,00	2,00		
Factor corrector del oxígeno disuelto	[-]	0,74	0,74		
<i>6. Determinación de la edad mínima para la nitrificación</i>					
Factor múltiple de corrección	[-]	0,24	0,52		
Vel. de crecimiento de las bacterias nitrificantes resultante	[d <sup>-1</sup> ]	0,12	0,26		
Edad de fango teórica mínima necesaria	[días]	8,37	3,81		
Factor de seguridad en el cálculo	[-]	1,50	1,50		

CÁLCULO DEL REACTOR BIOLOGICO		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
Edad de fango mínima adoptada	[días]	12,56	5,72
Edad del fango adoptada	[días]	12,96	16,69
Comprobación de la edad de fango adoptada	[‐]	OK	OK
<b>7. Comprobación con la ATV-A131</b>			
Entrada de DBO <sub>5</sub>	[kg/día]	15.315	13.817
Factor de seguridad	[‐]	1,45	1,45
Relación vol. desnitrificación/vol. total (anóxico+óxico)	[%]	50%	50%
Edad de fango mínima para la nitrificación	[días]	5,44	1,68
Edad de fango teórica para la nitrificación-desnitrificación	[días]	10,89	3,36
<b>Comprobación de la capacidad de nitrificación (s/cinéticas)</b>			
<b>1. Datos de partida: coeficientes cinéticos y estequiométricos</b>			
Caudal medio diario	[m <sup>3</sup> /día]	52.900	52.460
Coeficiente Y <sub>N</sub> de producción de bacterias nitrificantes	[gX <sub>N</sub> /gX <sub>V</sub> ]	0,08	0,08
Concentración de MLSS adoptada	[mg/l]	3.000	3.000
Relación entre SSV y SST en el reactor	[‐]	0,74	0,73
Edad del fango adoptada	[días]	12,96	16,69
Volumen del reactor (anox-ox) adoptado	[m <sup>3</sup> ]	48.867	48.867
Volumen del reactor óxico adoptado	[m <sup>3</sup> ]	24.406	24.406
Concentración de nitrógeno amoniacial en el efluente	[mg/l]	1,00	0,50
Velocidad de crecimiento de las bacterias nitrificantes	[d <sup>-1</sup> ]	0,12	0,26
<b>2. Cálculo de la producción de sólidos volátiles</b>			
Tasa de producción de sólidos volátiles	[gSSV/m <sup>3</sup> .d]	171,25	131,25
Carga de sólidos volátiles diarios generados	[kg SSV/d]	8.368	6.414
<b>3. Cálculo de la fracción de bacterias nitrificantes</b>			
Carga de nitrógeno NTK de entrada	[kg/día]	3.546	3.489
Carga de nitrógeno orgánico fugado en efluente	[kg/día]	89	87
Carga de nitrógeno orgánico fugado en los fangos	[kg/día]	766	691
Carga de nitrógeno amoniacial fugado en el efluente	[kg/día]	53	26
Carga de nitrógeno fugado en los SS del efluente	[kg/día]	63	63
Carga de nitrógeno nitrificable	[kg/día]	2.575	2.622
Tasa de producción de bacterias nitrificantes	[kgX <sub>N</sub> /día]	206,00	209,74
Fracción de bacterias nitrificantes en la biomasa	[kgX <sub>N</sub> /kgSSV]	0,02	0,03
<b>4. Cálculo de la tasa de nitrificación</b>			
Cálculo de la tasa de nitrificación	[gNTK/m <sup>3</sup> .d]	110,28	321,86
Cantidad máxima de nitrógeno nitrificable	[kgNTK/día]	2.692	7.855
Cantidad diaria de nitrógeno a nitrificar	[kgNTK/día]	2.575	2.622
Comprobación de la zona óxica adoptada	[‐]	OK	OK
<b>Cálculo de la DBO<sub>5</sub> en el efluente (s/Metcalf&amp;Eddy)</b>			
<b>1. Datos de partida</b>			
Concentración de SST prevista en el efluente	[mg SST/l]	20	20
<b>2. Cálculo de la DBO<sub>5</sub> soluble en el efluente</b>			
Concentración de DBO <sub>5</sub> soluble en el efluente	[mg DBO <sub>5</sub> /l]	2,00	2,00
<b>3. Cálculo de la DBO<sub>5</sub> particulada en el efluente</b>			
Relación entre SSV y SST en el reactor	[mgSSV/mgSST]	0,74	0,73
Concentración de DBO <sub>5</sub> particulado en el efluente	[mg DBO <sub>5</sub> /l]	12,61	12,44
<b>4. Conclusión</b>			
Concentración total de DBO <sub>5</sub> en el efluente	[mg DBO <sub>5</sub> /l]	14,61	14,44
Concentración máxima de DBO <sub>5</sub> en el efluente admitida	[mg DBO <sub>5</sub> /l]	20,00	20,00

CALCULO DEL REACTOR BIOLOGICO		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
<b>Cálculo de la DBO<sub>5</sub> en el efluente (s/cinéticas)</b>			
1. Datos de partida			
Temperatura media del agua	[°C]	14	26
Edad del fango	[días]	12,96	16,69
Carga mísica referida a los SST	[kgDBO <sub>5</sub> /d/ kg MLSS]	0,099	0,090
Coeficiente para respiración endógena a 20°C (Kd)	[d <sup>-1</sup> ]	0,066	0,062
Coef. para respiración endógena a la T de proceso (Kd)	[d <sup>-1</sup> ]	0,056	0,074
Coef. fb' (fracción rápidamente biodegradable de SSV)	[ <sup>-</sup> ]	0,80	0,80
Velocidad máxima de crecimiento de las bacterias ( $\mu_{\text{máx}}$ )	[d <sup>-1</sup> ]	3,80	3,80
Constante de semisaturación (Ks)	[mg DBO <sub>5</sub> /l]	60	60
Concentración de SST prevista en el efluente	[mg SST/l]	20	20
2. Cálculo de la DBO <sub>5</sub> soluble en el efluente			
Coeficiente fb (fracción biodegradable de los SSV)	[ <sup>-</sup> ]	0,70	0,64
Concentración de DBO <sub>5</sub> soluble en el efluente	[mg DBO <sub>5</sub> /l]	1,89	1,74
3. Cálculo de la DBO <sub>5</sub> particulada en el efluente			
Relación entre SSV y SST en el reactor	[ <sup>-</sup> ]	0,74	0,73
Concentración de DBO <sub>5</sub> particulado en el efluente	[mg DBO <sub>5</sub> /l]	10,35	9,38
4. Conclusión			
Concentración total de DBO <sub>5</sub> en el efluente	[mg DBO <sub>5</sub> /l]	12,24	11,12
Concentración máxima de DBO <sub>5</sub> en el efluente admitida	[mg DBO <sub>5</sub> /l]	20,00	20,00
Comprobación de la validez del reactor biológico	[ <sup>-</sup> ]	OK	OK
<b>Cálculo de la DBO<sub>5</sub> en el efluente (s/CEDEX)</b>			
Concentración de DBO <sub>5</sub> en la entrada al reactor	[mg/l]	289,52	263,38
Carga mísica	[kgDBO <sub>5</sub> /d/ kg MLSS]	0,10	0,09
Temperatura del agua	[°C]	14	26
Factor K <sub>m</sub> de eliminación de DBO <sub>5</sub> , según la temperatura	[d <sup>-1</sup> ]	252	576
Concentración de MLSS en el reactor	[mg SST/l]	3.000	3.000
Concentración de SST prevista en el efluente	[mg SST/l]	20	20
Concentración de DBO <sub>5</sub> soluble en el efluente	[mg DBO <sub>5</sub> /l]	1,18	0,47
Concentración de DBO <sub>5</sub> particulada en los SS del efluente	[mg DBO <sub>5</sub> /l]	5,05	4,79
Concentración total de DBO <sub>5</sub> en el efluente	[mg DBO <sub>5</sub> /l]	6,22	5,26
Concentración máxima de DBO <sub>5</sub> en el efluente admitida	[mg DBO <sub>5</sub> /l]	20,00	20,00
Reducción total de DBO <sub>5</sub>	[ <sup>-</sup> ]	97,85%	98,00%
<b>Cálculo de la producción de fangos en exceso</b>			
Conc. de DQO filtrada en el aporte de carbono externo	[mg/l]	170	118
Contribución de la fuente externa de carbono	[kg/día]	4.500	3.100
Relación X <sub>SST</sub> /C <sub>DBO<sub>5</sub></sub>	[ <sup>-</sup> ]	0,60	0,59
Factor corrector temperatura para la resp. endógena	[ <sup>-</sup> ]	0,93	2,15
Tiempo retención celular diseño	[días]	12,96	16,69
Producción de fango biológico en exceso sobre DBO <sub>5</sub>	[kgSST/kgDBO <sub>5</sub> ent.]	0,70	0,59
Fango biológico en exceso diario generado	[kgSST/día]	10.782	8.104
Fango diario por eliminación biológica del fósforo	[kgSST/día]	230	207
Fango diario por eliminación química del fósforo	[kgSST/día]	869	919
Producción de fango en exceso adoptada	[kg SST/día]	11.881	9.231
Concentración teórica de purga y recirculación	[mg SST/l]	7.445	7.445
Concentración adoptada de purga y recirculación	[mg SST/l]	6.000	6.000
Caudal diario de fangos en exceso	[m <sup>3</sup> /día]	1.980	1.538

## 2.3.8. Recirculaciones internas y externa

CALCULO DE LAS RECIRCULACIONES	DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
<b>Recirculación de fangos externa</b>		
Origen	[ <sup>-</sup> ]	Decantador secundario
Destino según esquema de operación		Decantador secundario
Configuración "UCT"	[ <sup>-</sup> ]	Anóxica nº1
Configuración "A2O"	[ <sup>-</sup> ]	Anaerobia nº1
Configuración "BARDENPHO 5 etapas"	[ <sup>-</sup> ]	Anaerobia nº1
% Recirculación externa teórica necesaria	[ <sup>-</sup> ]	100%
% Recirculación externa adoptada	[ <sup>-</sup> ]	100%
Caudal de recirculación total necesario	[m <sup>3</sup> /h]	2.204
Caudal de recirculación total adoptado	[m <sup>3</sup> /h]	2.204
Tipo de bombas	[ <sup>-</sup> ]	Centrífugas sumergibles
Número de cámaras de bombeo	[Ud]	1
Número de bombas totales a instalar	[Ud]	5
Número de bombas totales en reserva	[Ud]	1
Caudal horario unitario necesario	[m <sup>3</sup> /h]	551
Caudal horario unitario adoptado	[m <sup>3</sup> /h]	555
Altura manométrica necesaria	[m.c.a.]	5,01
Altura manométrica adoptada	[m.c.a.]	5,10
<b>Recirculación interna del licor mezcla nº1 (desnitrificación)</b>		
Origen	[ <sup>-</sup> ]	Óxica nº3
Destino según esquema de operación		Óxica nº3
Configuración "UCT"	[ <sup>-</sup> ]	Anóxica nº1
Configuración "A2O"	[ <sup>-</sup> ]	Anóxica nº1
Configuración "BARDENPHO 5 etapas"	[ <sup>-</sup> ]	Anóxica nº1
% Recirculación total teórica necesaria	[ <sup>-</sup> ]	698
% Recirculación interna necesaria	[ <sup>-</sup> ]	598
% Recirculación interna adoptada	[ <sup>-</sup> ]	600%
Caudal de recirculación interna necesario	[m <sup>3</sup> /h]	13.225
Concentración de la recirculación interna	[mg/l]	3.000
Tipo de bombas	[ <sup>-</sup> ]	Axiales sumergibles
Número de grupos de bombeo (1 grupo por reactor)	[Ud]	4
Número de bombas totales a instalar	[Ud]	8
Número de bombas en funcionamiento	[Ud]	8
Número de bombas en reserva instaladas	[ud]	0
Número de bombas en reserva (en almacén)	[Ud]	1
Caudal unitario teórico	[m <sup>3</sup> /h]	1.653
Caudal unitario adoptado	[m <sup>3</sup> /h]	1.660
Altura manométrica necesaria	[m.c.a.]	1,76
Altura manométrica adoptada	[m.c.a.]	1,80

CALCULO DE LAS RECIRCULACIONES		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
<b>Recirculación interna del licor mezcla nº2 (desnitrificación)</b>			
Origen	[·]	Óxica nº2	Óxica nº2
Destino según esquema de operación			
Configuración "UCT"	[·]	-	-
Configuración "A2O"	[·]	-	-
Configuración "BARDENPHO 5 etapas"	[·]	Anóxica nº1	Anóxica nº1
Recirculación interna adoptada	[%]	350%	350%
Caudal total de recirculación necesario	[m <sup>3</sup> /h]	7.715	7.650
Concentración recirculación	[mg/l]	3.000	3.000
Tipo de bombas e instalación	[·]	Axiales sumergibles	Axiales sumergibles
Número de grupos de bombeo (1 grupo por reactor)	[Ud]	4	4
Número de bombas totales a instalar	[ud]	4	4
Número de bombas en funcionamiento	[ud]	4	4
Número de bombas en reserva instaladas	[ud]	0	0
Número de bombas en reserva (en almacén)	[ud]	1	1
Caudal horario unitario necesario	[m <sup>3</sup> /h]	1.929	1.913
Caudal horario unitario adoptado	[m <sup>3</sup> /h]	1.952	1.952
Altura manométrica necesaria	[m.c.a.]	1,66	1,66
Altura manométrica adoptada	[m.c.a.]	1,70	1,70
<b>Recirculación interna del licor mezcla nº3 (eliminación del fósforo)</b>			
Origen	[·]	Anóxica nº2	Anóxica nº2
Destino según esquema de operación			
Configuración "UCT"	[·]	Anaerobia nº1	Anaerobia nº1
Configuración "A2O"	[·]	-	-
Configuración "BARDENPHO 5 etapas"	[·]	-	-
Recirculación interna adoptada	[%]	200%	200%
Caudal total de recirculación necesario	[m <sup>3</sup> /h]	4.408	4.372
Concentración recirculación	[mg/l]	3.000	3.000
Tipo de bombas e instalación	[·]	Axiales sumergibles	Axiales sumergibles
Número de grupos de bombeo (1 grupo por reactor)	[Ud]	4	4
Número de bombas totales a instalar	[ud]	4	4
Número de bombas en funcionamiento	[ud]	4	4
Número de bombas en reserva instaladas	[ud]	0	0
Número de bombas en reserva (en almacén)	[ud]	1	1
Caudal horario unitario necesario	[m <sup>3</sup> /h]	1.102	1.093
Caudal horario unitario adoptado	[m <sup>3</sup> /h]	1.110	1.110
Altura manométrica necesaria	[m.c.a.]	1,64	1,64
Altura manométrica adoptada	[m.c.a.]	1,70	1,70

## 2.3.9. Necesidades teóricas de oxígeno

CÁLCULO DE LAS NECESIDADES TEÓRICAS DE OXÍGENO		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
<b>Datos de partida</b>			
Caudal medio de tratamiento	[m <sup>3</sup> /día]	52.900	52.460
Concentración de DBO <sub>5</sub> en el influente (sin fuente externa)	[mg/l]	204,45	204,29
Concentración de DBO <sub>5</sub> en el efluente	[mg/l]	6,22	5,26
Concentración de DBO <sub>5</sub> soluble en el efluente	[mg/l]	1,18	0,47
Volumen de reactor (anóxica+óxica)	[m <sup>3</sup> ]	48.867	48.867
Concentración de sólidos totales suspendidos en el reactor	[kg/m <sup>3</sup> ]	3,00	3,00
Carga mísica	[kg DBO <sub>5</sub> /d/kg MLSS]	0,099	0,090
Temperatura media del agua	[°C]	14	26
Edad del fango	[días]	12,96	16,69
Nitrógeno nitrificable	[mg/l]	48,68	49,98
Nitratos desnitrificados	[mg/l]	43,95	44,75
<b>Necesidades medias de O<sub>2</sub> para elim. de materia carbonácea</b>			
1. <i>Modelo Eckenfelder</i>			
Coeficiente para síntesis celular	[kg O <sub>2</sub> /kg DBO <sub>5</sub> ]	0,65	0,65
Coeficiente para respiración endógena a 20°C	[d <sup>-1</sup> ]	0,066	0,062
Coeficiente para respiración endógena a la T de proceso	[d <sup>-1</sup> ]	0,056	0,074
Necesidades medias para síntesis	[kg O <sub>2</sub> /d]	6.989	6.950
Necesidades medias para respiración endógena	[kg O <sub>2</sub> /d]	8.151	10.790
2. <i>Modelo Water Research Center</i> (válido para 0,1 < Cm < 0,5)			
Validez del modelo	[·]	NO	NO
Coeficiente para síntesis celular	[kg O <sub>2</sub> /kg DBO <sub>5</sub> ]	0,75	0,75
Coeficiente para respiración endógena	[d <sup>-1</sup> ]	0,060	0,060
Necesidades medias para síntesis	[kg O <sub>2</sub> /d]	8.065	8.019
Necesidades medias para respiración endógena	[kg O <sub>2</sub> /d]	6.597	6.597
3. <i>Modelo ATV-A131</i>			
Coeficiente para síntesis celular	[kg O <sub>2</sub> /kg DBO <sub>5</sub> ]	0,56	0,56
Coeficiente para respiración endógena a la T de proceso	[d <sup>-1</sup> ]	0,594	0,758
Necesidades medias para síntesis	[kg O <sub>2</sub> /d]	5.872	5.847
Necesidades medias para respiración endógena	[kg O <sub>2</sub> /d]	6.225	7.914
4. <i>Promedio de los modelos anteriores</i>			
Necesidades medias promedio para síntesis	[kg O <sub>2</sub> /d]	6.431	6.398
Necesidades medias promedio para respiración endógena	[kg O <sub>2</sub> /d]	7.188	9.352
5. <i>Necesidades medias adoptadas</i>			
Necesidades medias adoptadas para síntesis	[kg O <sub>2</sub> /d]	6.431	6.398
Necesidades medias adoptadas para respiración endógena	[kg O <sub>2</sub> /d]	7.188	9.352
Necesidades medias totales	[kg O <sub>2</sub> /d]	13.618	15.751
<b>Necesidades medias de O<sub>2</sub> para elim. de materia nitrogenada</b>			
1. <i>Nitrificación</i>			
Coeficiente estequiométrico para la nitrificación	[kg O <sub>2</sub> /kg NO <sub>3</sub> ]	4,57	4,57
Necesidades medias para nitrificación	[kg O <sub>2</sub> /d]	11.768	11.982
2. <i>Desnitrificación</i>			
Coeficiente estequiométrico para la desnitrificación	[kg O <sub>2</sub> /kg NO <sub>3</sub> ]	2,86	2,86
Necesidades medias para nitrificación	[kg O <sub>2</sub> /d]	-6.649	-6.715

CÁLCULO DE LAS NECESIDADES TEÓRICAS DE OXÍGENO		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
<b>Necesidades medias de oxígeno totales</b>			
Necesidades medias diarias de oxígeno	[kg O <sub>2</sub> /d]	18.737	21.018
Necesidades medias horarias de oxígeno	[kg O <sub>2</sub> /h]	780,70	875,73
Ratio de demanda media de oxígeno	[kg O <sub>2</sub> /kg DBO <sub>5</sub> elim.]	1,79	2,01
<b>Necesidades punta de oxígeno totales</b>			
Coeficiente punta de caudal	[-]	1,48	1,48
Coeficiente punta de contaminación de materia carbonácea	[-]	1,50	1,50
Coeficiente punta de contaminación de materia nitrificante	[-]	1,50	1,50
Necesidades punta adoptadas para síntesis	[kg O <sub>2</sub> /h]	401,93	399,91
Necesidades punta adoptadas para respiración endógena	[kg O <sub>2</sub> /h]	299,48	389,67
Necesidades punta adoptadas para nitrificación	[kg O <sub>2</sub> /h]	735,48	748,85
Necesidades punta adoptadas para desnitrificación	[kg O <sub>2</sub> /h]	-415,58	-419,66
Necesidades punta horarias de oxígeno	[kg O <sub>2</sub> /h]	1.021,31	1.118,76
Ratio de punta sobre el oxígeno medio	[-]	1,31	1,28

## 2.3.10. Parrillas de difusores de aire

CALCULO DE LAS PARRILLAS DE AIREACIÓN		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
<b>Resumen de necesidades</b>			
Necesidad total teórica de oxígeno media	[kg O <sub>2</sub> /h]	780,70	875,73
Necesidad total teórica de oxígeno punta	[kg O <sub>2</sub> /h]	1.021,31	1.118,76
Necesidad total teórica de oxígeno media por reactor biológico	[kg O <sub>2</sub> /h]	195,18	218,93
Necesidad total teórica de oxígeno punta por reactor biológico	[kg O <sub>2</sub> /h]	255,33	279,69
Concentración media de oxígeno en zonas óxicas	[mg/l]	2,00	2,00
<b>PARRILLAS DE AIRE EN LA ZONA ÓXICA Nº1 (NECESIDADES PUNTA)</b>			
<b>Geometría</b>			
Número de cámaras por reactor	[ud]	1	1
Altura de aguas útil	[m]	6,50	6,50
Altura de instalación del difusor	[m]	0,25	0,25
Forma	[-]	Rectangular	Rectangular
Longitud	[m]	14,90	14,90
Ancho	[m]	21,00	21,00
Superficie	[m <sup>2</sup> ]	312,90	312,90
<b>Distribución espacial de la demanda por linea</b>			
Proporción del oxígeno a distribuir en esta cámara	[%]	43,00%	43,00%
Necesidad teórica de oxígeno por cámara (AOR)	[kg O <sub>2</sub> /h]	109,79	120,27
<b>Factores de transferencia</b>			
Temperatura del agua en el tanque de aireación	[°C]	14	26
Temperatura del aire exterior aspirado	[°C]	20	40
Contenido de oxígeno en el aire	[kg/m <sup>3</sup> ]	0,277	0,277
Altitud	[m.s.n.m.]	610	610
Concentración de sólidos en el reactor	[mg/l]	3.000	3.000
Influencia de transferencia (agua, aireación, geometría...) $\alpha$	[-]	0,55	0,55
Influencia de colmatación: F	[-]	0,90	0,90
Influencia de salinidad del agua $\beta$	[-]	0,97	0,97
Influencia de temperatura del agua $\tau$	[-]	1,13	0,89
Influencia de altitud $\Omega$	[-]	0,931	0,936
SOTE CW	[%]	40,27	40,27
SOTE PW	[%]	14,64	14,54
Coeficiente de transferencia	[-]	0,36	0,36
Necesidad real de oxígeno por cámara (SOR)	[kg O <sub>2</sub> /h]	230,82	260,74
Caudal de aire ambiental aspirado por cámara	[m <sup>3</sup> /h]	2.222	2.669
Caudal de aire suministrado por cámara	[Nm <sup>3</sup> /h]	2.069	2.337
Caudal de aire total suministrado	[Nm <sup>3</sup> /h]	8.277	9.350
<b>Parrillas de difusión de oxígeno</b>			
Número de parrillas por cámara óxica	[ud]	1	1
Número de difusores por parrilla	[ud]	570	570

CALCULO DE LAS PARRILLAS DE AIREACIÓN		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
Influencia de altitud $\Omega$	[-]	0,931	0,936
SOTE CW	[%]	39,28	39,28
SOTE PW	[%]	14,28	14,18
Coeficiente de transferencia	[-]	0,36	0,36
Necesidad real de oxígeno por cámara (SOR)	[kg O <sub>2</sub> /h]	301,95	333,10
Caudal de aire ambiental aspirado por cámara	[m <sup>3</sup> /h]	2.980	3.496
Caudal de aire suministrado por cámara	[Nm <sup>3</sup> /h]	2.775	3.061
Caudal de aire total suministrado	[Nm <sup>3</sup> /h]	11.101	12.246
<b>Parrillas de difusión de oxígeno</b>			
Número de parrillas por cámara óxica	[ud]	1	1
Número de difusores por parrilla	[ud]	570	570
Número de difusores por cámara óxica	[ud]	570	570
Número total de difusores totales en cámaras óxicas	[ud]	2.280	2.280
Densidad de difusores por parrilla	[dif/m <sup>2</sup> ]	1,82	1,82
Caudal medio por difusor en condiciones punta	[Nm <sup>3</sup> /h/ud]	4,87	5,37
<b>PARRILLAS DE AIRE EN LA ZONA ÓXICA Nº1 (NECESIDADES MEDIAS)</b>			
<b>Geometría</b>			
Número de cámaras por reactor	[ud]	1	1
Altura de aguas útil	[m]	6,50	6,50
Altura de instalación del difusor	[m]	0,25	0,25
Forma	[-]	Rectangular	Rectangular
Longitud	[m]	14,90	14,90
Ancho	[m]	21,00	21,00
Superficie	[m <sup>2</sup> ]	312,90	312,90
<b>Distribución espacial de la demanda por linea</b>			
Proporción del oxígeno a distribuir en esta cámara	[%]	43,00%	43,00%
Necesidad teórica de oxígeno por cámara (AOR)	[kg O <sub>2</sub> /h]	83,93	94,14
<b>Factores de transferencia</b>			
Temperatura del agua en el tanque de aireación	[°C]	14	26
Temperatura del aire exterior aspirado	[°C]	20	40
Contenido de oxígeno en el aire	[kg/m <sup>3</sup> ]	0,277	0,277
Altitud	[m.s.n.m.]	610	610
Concentración de sólidos en el reactor	[mg/l]	3.000	3.000
Influencia de transferencia (agua, aireación, geometría...) $\alpha$	[-]	0,55	0,55
Influencia de colmatación: F	[-]	0,90	0,90
Influencia de salinidad del agua $\beta$	[-]	0,97	0,97
Influencia de temperatura del agua $\tau$	[-]	1,13	0,89
Influencia de altitud $\Omega$	[-]	0,931	0,936
SOTE CW	[%]	40,27	40,27
SOTE PW	[%]	14,64	14,54
Coeficiente de transferencia	[-]	0,36	0,36
Necesidad real de oxígeno por cámara (SOR)	[kg O <sub>2</sub> /h]	230,82	260,74
Caudal de aire ambiental aspirado por cámara	[m <sup>3</sup> /h]	2.222	2.669
Caudal de aire suministrado por cámara	[Nm <sup>3</sup> /h]	2.069	2.337
Caudal de aire total suministrado	[Nm <sup>3</sup> /h]	8.277	9.350
<b>Parrillas de difusión de oxígeno</b>			
Número de parrillas por cámara óxica	[ud]	1	1
Número de difusores por parrilla	[ud]	570	570



CALCULO DE LAS PARRILLAS DE AIREACIÓN		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
Influencia de transferencia (agua, aireación, geometría...) $\alpha$	[·]	0,65	0,65
Influencia de colmatación: F	[·]	0,90	0,90
Influencia de salinidad del agua $\beta$	[·]	0,97	0,97
Influencia de temperatura del agua $\tau$	[·]	1,13	0,89
Influencia de altitud $\Omega$	[·]	0,931	0,936
SOTE cw	[%]	38,74	38,74
SOTE pw	[%]	16,65	16,53
Coeficiente de transferencia	[·]	0,43	0,43
Necesidad real de oxígeno por cámara (SOR)	[kg O <sub>2</sub> /h]	130,72	144,20
Caudal de aire ambiental aspirado por cámara	[m <sup>3</sup> /h]	1.308	1.534
Caudal de aire suministrado por cámara	[Nm <sup>3</sup> /h]	1.218	1.344
Caudal de aire total suministrado	[Nm <sup>3</sup> /h]	4.873	5.375
<b>Parrillas de difusión de oxígeno</b>			
Número de parrillas por cámara óxica	[ud]	2	2
Número de difusores por parrilla	[ud]	182	182
Número de difusores por cámara óxica	[ud]	364	364
Número total de difusores totales en cámaras óxicas	[ud]	1.456	1.456
Densidad de difusores por parrilla	[dif/m <sup>2</sup> ]	1,16	1,16
Caudal medio por difusor en condiciones punta	[Nm <sup>3</sup> /h/ud]	3,35	3,69
<b>PARRILLAS DE AIRE EN LA ZONA ÓXICA Nº3 (NECESIDADES MEDIAS)</b>			
<b>Geometría</b>			
Número de cámaras por reactor	[ud]	1	1
Altura de aguas útil	[m]	6,50	6,50
Altura de instalación del difusor	[m]	0,25	0,25
Forma	[·]	Rectangular	Rectangular
Longitud	[m]	14,90	14,90
Ancho	[m]	21,00	21,00
Superficie	[m <sup>2</sup> ]	312,90	312,90
<b>Distribución espacial de la demanda por linea</b>			
Proporción del oxígeno a distribuir en esta cámara	[%]	22,00%	22,00%
Necesidad teórica de oxígeno por cámara (AOR)	[kg O <sub>2</sub> /h]	42,94	42,94
<b>Factores de transferencia</b>			
Temperatura del agua en el tanque de aireación	[°C]	14	26
Temperatura del aire exterior aspirado	[°C]	20	40
Contenido de oxígeno en el aire	[Kg/m <sup>3</sup> ]	0,277	0,277
Altitud	[m.s.n.m.]	610	610
Concentración de sólidos en el reactor	[mg/l]	3.000	3.000
Influencia de transferencia (agua, aireación, geometría...) $\alpha$	[·]	0,65	0,65
Influencia de colmatación: F	[·]	0,90	0,90
Influencia de salinidad del agua $\beta$	[·]	0,97	0,97
Influencia de temperatura del agua $\tau$	[·]	1,13	0,89
Influencia de altitud $\Omega$	[·]	0,931	0,936
SOTE cw	[%]	40,21	40,21
SOTE pw	[%]	17,28	17,16
Coeficiente de transferencia	[·]	0,43	0,43
Necesidad real de oxígeno por cámara (SOR)	[kg O <sub>2</sub> /h]	99,92	100,63
Caudal de aire ambiental aspirado por cámara	[m <sup>3</sup> /h]	963	1.032
Caudal de aire suministrado por cámara	[Nm <sup>3</sup> /h]	897	903

CALCULO DE LAS PARRILLAS DE AIREACIÓN		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
Caudal de aire total suministrado	[Nm <sup>3</sup> /h]	3.589	3.614
<b>Parrillas de difusión de oxígeno</b>			
Número de parrillas por cámara óxica	[ud]	2	2
Número de difusores por parrilla	[ud]	182	182
Número de difusores por cámara óxica	[ud]	364	364
Número total de difusores totales en cámaras óxicas	[ud]	1.456	1.456
Densidad de difusores por parrilla	[dif/m <sup>2</sup> ]	1,16	1,16
Caudal medio por difusor en condiciones medias	[Nm <sup>3</sup> /h/ud]	2,46	2,48

### 2.3.11. Estación de aireación

CÁLCULO DE LA ESTACIÓN DE AIREACIÓN NECESARIA		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
Caudal de aire global en condiciones medias	[Nm <sup>3</sup> /h]	18.007	19.149
Caudal de aire global en condiciones punta	[Nm <sup>3</sup> /h]	24.304	26.811
Tiempo de funcionamiento en condiciones punta	[h]	24	24
Caudal de aire total necesario	[Nm <sup>3</sup> /h]	24.304	26.811
<b>Tipo de soplantes seleccionadas</b>			
Número de equipos a instalar	[ud]	5	5
Número de equipos en reserva	[ud]	1	1
Altura manométrica	[m.c.a.]	7,50	7,50
Temperatura del aire exterior aspirado	[°C]	20	40
Caudal de aire unitario teórico	[Nm <sup>3</sup> /h]	6.076	6.703
Caudal de aire unitario adoptado	[Nm <sup>3</sup> /h]	7.000	7.000
Caudal de aire total adoptado	[Nm <sup>3</sup> /h]	28.000	28.000
Horas de funcionamiento en condiciones medias a plena carga	[h]	15,43	16,41
Horas de funcionamiento en condiciones punta a plena carga	[h]	20,83	22,98
<b>Ánálisis de las condiciones de operación en continuo para las necesidades medias</b>			
Caudal de aire global	[Nm <sup>3</sup> /día]	432.176	459.574
Número de horas de funcionamiento	[h]	24	24
Número de equipos en funcionamiento	[ud]	3	3
Caudal de aire unitario máximo por equipo	[Nm <sup>3</sup> /h]	7.000	7.000
Factor de carga de los equipos en funcionamiento	[%]	86%	91%
<b>Ánálisis de las condiciones de operación en continuo para las necesidades punta</b>			
Caudal de aire global	[Nm <sup>3</sup> /día]	583.307	643.471
Número de horas de funcionamiento	[h]	24	24
Número de equipos en funcionamiento	[ud]	4	4
Caudal de aire unitario máximo por equipo	[Nm <sup>3</sup> /h]	7.000	7.000
Factor de carga de los equipos en funcionamiento	[%]	87%	96%
<b>Ánálisis de las condiciones de operación para mantener en suspensión el medio</b>			
Caudal de aire global	[Nm <sup>3</sup> /día]	197.352	197.352
Número de horas de funcionamiento	[h]	24	24
Número de equipos en funcionamiento	[ud]	2	2
Caudal de aire unitario máximo por equipo	[Nm <sup>3</sup> /h]	7.000	7.000
Factor de carga de los equipos en funcionamiento	[%]	59%	59%

### 2.3.12. Bombeo de vaciados

CÁLCULO DEL BOMBEO DE VACIADOS		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
<b>Bombeo de vaciados</b>			
Máximo volumen a vaciar (un reactor biológico)	[m <sup>3</sup> ]	13.145	13.145
Tiempo de vaciado	[h]	48	48
Caudal de vaciados	[m <sup>3</sup> /h]	274	274
Tipo de bombas e instalación	[-]	Centrífugas sumergibles	Centrífugas sumergibles
Destino	[-]	Desbaste	Desbaste
Número de bombas a instalar	[Ud]	2	2
Número de bombas en funcionamiento	[Ud]	1	1
Caudal horario unitario necesario	[m <sup>3</sup> /h]	274	274
Caudal horario unitario adoptado	[m <sup>3</sup> /h]	284,80	284,80
Altura manométrica	[mca]	13,66	13,66

### 2.3.13. Eliminación química del fósforo

ELIMINACIÓN QUÍMICA DEL FOSFORO		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
Caudales de Diseño			
Caudal Medio		[l/s]	612
		[m <sup>3</sup> /h]	2.204
		[m <sup>3</sup> /dia]	52.900
Caudal Punta		[l/s]	904
		[m <sup>3</sup> /h]	3.254
		[m <sup>3</sup> /dia]	78.100
<b>Balance del fósforo</b>			
Entrada de fósforo media (con elim. biológica del fósforo)		[mg/l]	1,26
Carga diaria a caudal medio		[kg/día]	66,83
Entrada de fósforo máxima (sin elim. biológica del fósforo)		[mg/l]	3,43
Carga diaria a caudal medio		[kg/día]	181,69
Carga diaria a caudal punta		[kg/día]	268,24
Salida máxima posible en fósforo		[mg/l]	1,00
Carga diaria a caudal medio		[kg/día]	52,90
Carga diaria a caudal punta		[kg/día]	78,10
Fósforo medio restante a eliminar vía química		[mg/l]	0,26
Fósforo máximo restante a eliminar vía química		[mg/l]	2,43
Reactivos a emplear		[-]	FeCl <sub>3</sub>
Proceso tipo a emplear		[-]	Co-precipitación
<b>Dosificación de sal metálica</b>			
Relación molar ión-fósforo adoptada		[#]	1,50
Dosificación de sal metálica		[kg Fe/kg P]	2,70
Volumen de cloruro férrico		[kg]	7,85
Riqueza del producto comercial		[%]	40%
Densidad del producto comercial		[kg/l]	1,42
Necesidades de reactivo		[l FeCl <sub>3</sub> /Kg P]	13,82

ELIMINACIÓN QUÍMICA DEL FOSFORO		DISEÑO INV.		DISEÑO VER.	
Dosificación media de sal metálica	[mg/l]	2,07		4,88	
Dosificación máxima de sal metálica (a caudal medio)	[mg/l]	19,11		20,38	
Dosificación máxima de sal metálica (a caudal punta)	[mg/l]	19,11		20,38	
Caudal horario medio de sal metálica	[kg/h]	4,56		10,66	
Caudal horario máximo de sal metálica (a caudal medio)	[kg/h]	42,13		44,56	
Caudal horario máximo de sal metálica (a caudal punta)	[kg/h]	62,20		65,96	
Dosificación media de producto comercial	[l/h]	8,02		18,76	
Dosificación máxima de producto comercial (a caudal medio)	[l/h]	74,18		78,45	
Dosificación máxima de producto comercial (a caudal punta)	[l/h]	109,51		116,13	
<b>Producción diaria de fango químico</b>					
Ratio de producción de fango químico	[kg SST/kg Fe]	2,50		2,50	
Fango medio químico (caudal medio y con eliminación biológica)	[kg/día]	94		220	
Fango medio químico (caudal medio y sin eliminación biológica)	[kg/día]	870		920	
Fango máximo químico (caudal punta y sin eliminación biológica)	[kg/día]	1.285		1.362	
<b>Bombas de trasvase</b>					
Número de bombas instaladas	[Ud]	1		1	
Caudal unitario adoptado	[m³/h]	20		20	
Altura manométrica	[mca]	10		10	
Tipo de bomba	[ - ]	Centrífuga		Centrífuga	
<b>Depósitos de almacenamiento</b>					
Autonomía de almacenamiento (caudal medio sin elim. biológica)	[d]	15		15	
Volumen total requerido	[m³]	26,70		28,24	
Número de depósitos	[Ud]	2		2	
Capacidad unitaria de almacenamiento	[m³]	15		15	
Capacidad total de almacenamiento	[m³]	30		30	
Capacidad total de almacenamiento	[litros]	30.000		30.000	
Autonomía de almacenamiento (caudal medio con elim. biológica)	[días]	155,84		66,62	
Autonomía de almacenamiento (caudal medio sin elim. biológica)	[días]	16,85		15,93	
Autonomía de almacenamiento (caudal punta sin elim. biológica)	[días]	11,41		10,76	
<b>Bombas de dosificación</b>					
Punto de dosificación según esquema de operación					
Configuración "UCT"	[ - ]	Óxica nº1		Óxica nº1	
Configuración "A2O"	[ - ]	Óxica nº1		Óxica nº1	
Configuración "BARDENPHO 5 etapas"	[ - ]	Óxica nº3		Óxica nº3	
Número de bombas instaladas	[Ud]	5		5	
Número de bombas en reserva	[Ud]	1		1	
Caudal unitario medio necesario	[l/h]	2,01		4,69	
Caudal unitario máximo necesario	[l/h]	27,38		29,03	
Caudal unitario máximo adoptado	[l/h]	30		30	
Altura manométrica	[mca]	50		50	
Tipo de bomba	[ - ]	Peristáltica		Peristáltica	
Regulación	[ - ]	Variador de frecuencia		Variador de frecuencia	

## 2.4. DECANTACIÓN SECUNDARIA

### 2.4.1. Decantadores

DECANTACIÓN SECUNDARIA		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
<b>Caudales de Diseño</b>			
Caudal Medio	[l/s]	612	607
	[m <sup>3</sup> /h]	2.204	2.186
	[m <sup>3</sup> /día]	52.900	52.460
Caudal Punta	[l/s]	904	899
	[m <sup>3</sup> /h]	3.254	3.236
<b>Tipo de decantadores</b>			
Tipo de geometría	[·]	Circular	Circular
Tipo de extracción de fangos	[·]	Barredera	Barredera
Alcance diametral del puente	[·]	1/2	1/2
Número de decantadores a ejecutar	[ud]	4	4
Número de decantadores en funcionamiento	[ud]	4	4
<b>Cálculo mediante la ATV-A131</b>			
<i>Criterios de diseño</i>			
Caudal unitario de diseño	[m <sup>3</sup> /s]	0,226	0,225
Relación entre componente vertical y horizontal	[·]	0,12	0,12
Tasa de recirculación adoptada	[%]	68%	68%
Concentración teórica de sólidos en el reactor biológico	[kg/m <sup>3</sup> ]	3,01	3,01
Concentración adoptada de sólidos en el reactor biológico	[kg/m <sup>3</sup> ]	3,00	3,00
Índice de volumen de fangos, IVF	[l/kg]	125	125
Carga de volumen de fangos teórica	[l/m <sup>2</sup> h]	500	500
Volumen comparativo de fango, VSV	[l/m <sup>2</sup> h]	377	377
Velocidad ascensional admisible	[m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h]	1,33	1,33
Velocidad ascensional real	[m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h]	0,87	0,87
Carga de volumen de fangos real	[l/m <sup>2</sup> h]	328	326
Comprobación con la velocidad ascensional admisible	[·]	OK	OK
Comprobación con la carga de volumen de fangos admisible	[·]	OK	OK
Tiempo de espesamiento	[h]	2,35	2,35
Concentración de sólidos en el fondo del decantador	[kg/m <sup>3</sup> ]	10,64	10,64
Concentración teórica en la recirculación externa y purga	[kg/m <sup>3</sup> ]	7,45	7,45
Concentración adoptada en la recirculación externa y purga (SST <sub>REC</sub> )	[kg/m <sup>3</sup> ]	6,00	6,00
<i>Profundidades</i>			
h <sub>1</sub> - Zona de agua clara y corrientes de recirculación	[m]	0,50	0,50
h <sub>2</sub> - Zona de separación y corrientes de recirculación	[m]	1,17	1,17
h <sub>3</sub> - Zona de corrientes de densidad y almacenamiento	[m]	0,76	0,76
h <sub>4</sub> - Zona de espesamiento y evacuación de fangos	[m]	0,97	0,96
h <sub>T</sub> - Profundidad total	[m]	3,40	3,39
Profundidad en vertedero	[m]	2,19	2,18
Comprobación con la altura en vertedero adoptada	[·]	OK	OK
<b>Cálculo de la superficie</b>			

DECANTACIÓN SECUNDARIA		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
Velocidad ascensional a caudal punta	[m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h]	1,20	1,20
Carga de sólidos a caudal punta	[kgSS/m <sup>2</sup> /h]	4,00	4,00
Superficie total a caudal punta	[m <sup>2</sup> ]	2.712	2.697
Velocidad ascensional a caudal medio	[m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h]	0,60	0,60
Carga de sólidos a caudal medio	[kgSS/m <sup>2</sup> /h]	2,20	2,20
Superficie total a caudal medio	[m <sup>2</sup> ]	3.674	3.643
Diámetro teórico decantador circular	[m]	34,20	34,05
Diámetro adoptado decantador circular	[m]	34,50	34,50
Área total real de decantación	[m <sup>2</sup> ]	3.739	3.739
<b>Cálculo del volumen</b>			
Tiempo de retención a caudal punta	[h]	2,50	2,50
Volumen total a caudal punta	[m <sup>3</sup> ]	8.135	8.090
Tiempo de retención a caudal medio	[h]	5,00	5,00
Volumen total a caudal medio	[m <sup>3</sup> ]	11.021	10.929
Altura útil teórica del decantador en muro perimetral	[m]	2,95	2,92
Altura útil adoptada del decantador en muro perimetral	[m]	4,00	4,00
Volumen total real de decantación	[m <sup>3</sup> ]	14.957	14.957
<b>Cálculo del vertedero</b>			
Caudal por metro lineal de vertedero a caudal punta	[m <sup>3</sup> /h/m]	10	10
Longitud mínima de vertedero a caudal punta por decantador	[m]	81,35	80,90
Caudal por metro lineal de vertedero a caudal medio	[m <sup>3</sup> /h/m]	6	6
Longitud mínima de vertedero a caudal medio por decantador	[m]	91,84	91,08
Tipo de vertedero	[·]	Simple exterior	Simple exterior
Diámetro del primer vertedero	[m]	34,50	34,50
Longitud total de vertedero por decantador	[m]	108,38	108,38
<b>Condiciones de funcionamiento</b>			
Volumen medio unitario	[m <sup>3</sup> ]	3.739	3.739
Superficie media unitaria	[m <sup>2</sup> ]	935	935
Velocidad ascensional a caudal punta	[m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h]	0,87	0,87
Velocidad ascensional a caudal medio	[m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h]	0,59	0,58
Carga de sólidos a caudal punta	[kgSS/m <sup>2</sup> /h]	2,62	2,61
Carga de sólidos a caudal medio	[kgSS/m <sup>2</sup> /h]	1,78	1,76
Tiempo de retención a caudal punta	[h]	4,60	4,62
Tiempo de retención a caudal medio	[h]	6,79	6,84
Carga sobre vertedero a caudal punta	[m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h]	7,51	7,46
Carga sobre vertedero a caudal medio	[m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h]	5,08	5,04

### 2.4.2. Bombeos de fangos, flotantes y vaciados

CÁLCULO DE LOS BOMBEOS	DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
<b>Bombeo de fangos en exceso</b>		
Número de arquetas de bombeo	[ud]	1
Caudal de fangos totales	[m <sup>3</sup> /día]	1.980
		1.538

CÁLCULO DE LOS BOMBEOS		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
Tipo de bombas e instalación	[ - ]	Centrífugas sumergibles	Centrífugas sumergibles
Regulación	[ - ]	Variador de frecuencia	Variador de frecuencia
Destino	[ - ]	Espesamiento	Espesamiento
Número de bombas a instalar	[ Ud ]	5	5
Número de bombas en funcionamiento	[ Ud ]	4	4
Número de bombas en reserva	[ Ud ]	1	1
Horas de purga	[ h/día ]	8	8
Caudal horario total	[ m³/h ]	248	192
Caudal horario unitario necesario	[ m³/h ]	62	48
Caudal horario unitario adoptado	[ m³/h ]	66,50	66,50
Altura manométrica necesaria	[ m.c.a. ]	6,29	6,29
Altura manométrica adoptada	[ m.c.a. ]	6,57	6,57
<b>Bombeo de flotantes</b>			
Número de arquetas de bombeo	[ ud ]	1	1
Caudal de flotantes	[ m³/día ]	132	131
Tipo de bombas e instalación	[ - ]	Centrífugas sumergibles	Centrífugas sumergibles
Destino	[ - ]	Concentrador de grasas	Concentrador de grasas
Número de bombas a instalar	[ Ud ]	3	3
Número de bombas en reserva	[ Ud ]	1	1
Horas de purga	[ h/día ]	4	4
Caudal horario total	[ m³/h ]	33	33
Caudal horario unitario necesario	[ m³/h ]	17	16
Caudal horario unitario estimado	[ m³/h ]	22,41	22,41
Altura manométrica adoptada	[ m.c.a. ]	10,77	10,77
<b>Bombeo de vaciados</b>			
Número de arquetas de bombeo	[ ud ]	1	1
Máximo volumen a vaciar (un decantador)	[ m³ ]	3.739	3.739
Tiempo de vaciado	[ h ]	48	48
Caudal de vaciados	[ m³/h ]	78	78
Tipo de bombas e instalación	[ - ]	Centrífugas sumergibles	Centrífugas sumergibles
Destino	[ - ]	Desbaste	Desbaste
Número de bombas a instalar	[ Ud ]	2	2
Número de bombas en funcionamiento	[ Ud ]	1	1
Número de bombas en reserva	[ Ud ]	1	1
Caudal horario unitario necesario	[ m³/h ]	78	78
Caudal horario unitario adoptado	[ m³/h ]	84,71	84,71
Altura manométrica	[ mca ]	16,17	16,17

### 3. LÍNEA DE FANGOS

#### 3.1. BALANCE DE FANGOS

RESUMEN DE LA PRODUCCIÓN DE FANGOS	DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
<b>FANGOS PROCEDENTES DE LA DECANTACIÓN PRIMARIA</b>		
Fangos totales generados	[ kg SST/día ]	8.626
Fracción volátil media	[ % ]	75%
Fangos volátiles generados	[ kg SSV/día ]	6.469
Concentración en la purga	[ g/l ]	15
Caudal diario de fangos	[ m³/día ]	575
Horas de purga	[ h/día ]	8
Caudal horario de fangos	[ m³/h ]	72
Destino de los fangos	[ - ]	
		Espesamiento por gravedad
<b>FANGOS PROCEDENTES DEL TRATAMIENTO SECUNDARIO</b>		
<i>Fangos generados en el tratamiento biológico</i>		
Fangos totales generados	[ kg SST/día ]	11.012
Fracción volátil media	[ % ]	74%
Fangos volátiles generados	[ kg SSV/día ]	8.149
<i>Fangos generados en la eliminación química del fósforo</i>		
Fangos totales generados	[ kg SST/día ]	869
Fracción volátil media	[ % ]	0%
Fangos volátiles generados	[ kg SSV/día ]	0
<i>Fangos totales generados</i>		
Fangos totales generados	[ kg SST/día ]	11.881
Fracción volátil media	[ % ]	69%
Fangos volátiles generados	[ kg SSV/día ]	8.149
Concentración media en la purga	[ g/l ]	6,00
Caudal diario de fangos	[ m³/día ]	1.980
Horas de purga	[ h/día ]	8
Caudal horario de fangos	[ m³/h ]	248
Destino de los fangos	[ - ]	
		Espesamiento por flotación

## 3.2. ESPESAMIENTO POR GRAVEDAD DE LOS FANGOS PRIMARIOS

## 3.2.1. Tamizado de fangos

CÁLCULO DEL TAMIZADO DE FANGOS PRIMARIOS		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
<b>Caudales de Diseño</b>			
<b>FANGOS ENTRANTES AL TAMIZADO</b>			
Fangos totales de entrada	[kg SST/día]	8.626	8.544
Fracción volátil media	[%]	75%	75%
Fangos volátiles de entrada	[kg SSV/día]	6.469	6.408
Concentración mínima de fangos entrantes	[g/l]	10	10
Caudal medio diario entrante	[m³/día]	863	854
Caudal horario medio de entrada	[m³/h]	35,94	35,60
Duración media del bombeo	[h/día]	8	8
Caudal horario máximo de entrada	[m³/h]	107,82	106,80
<b>Tamizado previo de fangos</b>			
Tipo de tamiz	[-]	Rotativo	Rotativo
Número de unidades a instalar	[ud]	2	2
Número de unidades en funcionamiento	[ud]	1	1
Caudal horario máximo de fangos a tamizar	[m³/h]	108	107
Caudal unitario necesario por equipo	[m³/h]	108	107
Caudal unitario adoptado por equipo	[m³/h]	120	120
Luz de malla	[mm]	3	3
<b>Recogida de residuos tamizados</b>			
Ratio medio de residuos retenidos	[mg/l]	200	200
Densidad media de los residuos retenidos	[kg/m³]	1.000	1.000
Volumen diario de residuos medio a caudal medio	[m³/día]	0,12	0,11
Número de equipos de recogida de residuos	[ud]	1	1
Tipo de sistema	[-]	Tornillo	Tornillo
Tipo de tornillo	[-]	Transportador	Transportador
Número de horas mínimo de funcionamiento	[h/día]	8	8
Capacidad unitaria necesaria	[m³/h]	0,01	0,01
Capacidad unitaria adoptada	[m³/h]	1,00	1,00
Posición	[-]	Horizontal	Horizontal
Longitud total del tornillo	[m]	4,50	4,50
Número de bocas de carga	[ud]	2	2
Número de bocas de descarga	[ud]	1	1
<b>Almacenamiento de residuos separados</b>			
Número de contenedores	[ud]	1	1
Tipo de sistema	[-]	Contenedor	Contenedor
Capacidad útil del contenedor	[litros]	1.000	1.000
Volumen total diario medio de residuos almacenados	[m³/día]	0,12	0,11
Tiempo de almacenamiento medio	[días]	8,69	8,78

## 3.2.2. Espesadores de gravedad

CÁLCULO DE LOS ESPESADORES		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
<b>Caudales de Diseño</b>			
<b>FANGOS ENTRANTES AL ESPESAMIENTO</b>			
Fangos totales de entrada	[kg SST/día]	8.626	8.544
Fracción volátil media	[%]	75%	75%
Fangos volátiles de entrada	[kg SSV/día]	6.469	6.408
Concentración media de fangos entrantes	[g/l]	15	15
Caudal medio diario entrante	[m³/día]	575	570
Caudal horario medio de entrada	[m³/h]	23,96	23,73
Duración media del bombeo	[h/día]	8	8
Caudal horario máximo de entrada	[m³/h]	71,88	71,20
<b>Parámetros de diseño</b>			
Carga de sólidos	[kg SS/(m²·día)]	75	75
Carga hidráulica	[m³/(m²·h)]	0,90	0,90
Tiempo de retención hidráulica máxima	[h]	24	24
<b>Condiciones de funcionamiento</b>			
Caudal de entrada a espesamiento	[m³/día]	575	570
Concentración de entrada a espesamiento	[%]	1,50%	1,50%
Caudal de salida de espesamiento	[m³/día]	157	155
Concentración de salida de espesamiento	[%]	5,50%	5,50%
Caudal de sobrenadantes	[m³/día]	418	414
<b>Cálculo de los espesadores</b>			
Número de unidades ejecutadas	[ud]	2	2
Número de unidades en funcionamiento	[ud]	2	2
<b>Cálculo de la superficie</b>			
Superficie mínima total por carga hidráulica	[m²]	79,87	79,11
Superficie mínima total por carga de sólidos	[m²]	115,01	113,92
Superficie mínima unitaria necesaria	[m²]	57,50	56,96
Diámetro interior mínimo necesario por espesador	[m]	8,56	8,52
Diámetro interior unitario adoptado por espesador	[m]	9,00	9,00
Diámetro inferior de la poceta de fangos	[m]	1,50	1,50
Superficie total disponible de espesamiento	[m²]	127	127
Superficie unitaria disponible por espesador	[m²]	64	64
<b>Cálculo del volumen</b>			
Volumen total necesario por tiempo de retención	[m³]	575	570
Volumen mínimo unitario por espesador	[m³]	288	285
Altura recta útil adoptada	[m]	4,00	4,00
Resguardo del espesador	[m]	0,60	0,60
Altura cónica de cada espesador	[m]	0,40	0,40
Volumen total disponible de espesamiento	[m³]	529	529
<b>Comprobación de los parámetros de diseño</b>			
Carga de sólidos	[kg SS/(m²·día)]	67,79	67,15
Carga hidráulica	[m³/(m²·h)]	0,56	0,56
Tiempo de retención hidráulico	[horas]	22,09	22,30

### 3.2.3. Bombeo de fangos espesados

CÁLCULO DEL BOMBEO DE FANGOS ESPESADOS		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
<b>Fangos espesados</b>			
Caudal de fangos espesados	[m <sup>3</sup> /día]	156,83	155,35
Destino de los fangos	[-]	Cámara mezcla	Cámara mezcla
Tipo de bombas	[-]	Helicoidal	Helicoidal
Número de bombas nuevas a instalar	[Ud]	3	3
Número de bombas en funcionamiento	[Ud]	2	2
Horas de purga	[h/día]	8	8
Caudal horario total	[m <sup>3</sup> /h]	19,60	19,42
Caudal horario unitario necesario	[m <sup>3</sup> /h]	9,80	9,71
Caudal horario unitario adoptado	[m <sup>3</sup> /h]	15	15
Altura manométrica	[m.c.a.]	10	10

CÁLCULO DE LOS ESPESADORES		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
Volumen mínimo unitario por espesador	[m <sup>3</sup> ]	28	21
Altura recta útil del espesador	[m]	3,00	3,00
Resguardo del espesador	[m]	0,60	0,60
Altura cónica del espesador	[m]	0,40	0,40
Volumen unitario disponible por espesador	[m <sup>3</sup> ]	223,83	223,83
Volumen total disponible de espesamiento	[m <sup>3</sup> ]	447,65	447,65
Comprobación de los parámetros de diseño			
Carga hidráulica (incluyendo recirculación)	[m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> ·h)]	2,19	2,10
Carga de sólidos diaria	[kg SS/(m <sup>2</sup> ·día)]	84	65
Tiempo de retención (sin recirculación)	[min]	326	419
Tiempo de retención (con recirculación)	[min]	87	90

### 3.3.2. Elementos auxiliares del espesamiento

CÁLCULO DE LOS ELEMENTOS AUXILIARES		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
<b>Cálculo de la recirculación</b>			
Temperatura del fango	[°C]	14	26
Relación aire fango	[ml aire/mg fango]	0,040	0,040
Caudal mísico de aire a introducir	[kg aire/hora]	30,74	23,88
Caudal mínimo de aire a introducir	[Nm <sup>3</sup> /h]	19,80	15,38
Presión de recirc. manométrica	[kPa]	700	700
Presión de recirculación	[Atm]	7,91	7,91
Solubilidad del aire	[ml/l]	22,76	17,24
Caudal de recirculación necesario	[m <sup>3</sup> /h]	228	234
Porcentaje de recirculación sobre el caudal medio	[%]	276%	364%
Caudal de entrada total (incluyendo recirculación)	[m <sup>3</sup> /h]	310	298
<b>Compresores</b>			
Unidades a instalar	[ud]	3	3
Unidades en funcionamiento	[ud]	2	2
Unidades en reserva	[ud]	1	1
Caudal de aire comprimido total a introducir	[Nm <sup>3</sup> /h]	19,80	15,38
Caudal de aire comprimido por compresor	[Nm <sup>3</sup> /h]	9,90	7,69
Presión manométrica del sistema	[bar]	7,0	7,0
Caudal unitario adoptado por compresor	[Nm <sup>3</sup> /h]	25	25
Presión de operación adoptada por compresor	[bar]	7	7
<b>Bombas de recirculación</b>			
Tipo de bombas	[-]	Centrífugas	Centrífugas
Tipo de instalación	[-]	Horizontal	Horizontal
Unidades a instalar	[ud]	3	3
Unidades en funcionamiento	[ud]	2	2
Unidades en reserva	[ud]	1	1
Caudal de impulsión total	[m <sup>3</sup> /h]	228	234
Caudal unitario necesario por bomba	[m <sup>3</sup> /h]	114	117
Caudal unitario adoptado por bomba	[m <sup>3</sup> /h]	120	120
Altura manométrica	[m.c.a.]	60	60

### 3.3. ESPESAMIENTO POR FLOTACIÓN DE LOS FANGOS SECUNDARIOS

#### 3.3.1. Espesadores de flotación

CÁLCULO DE LOS ESPESADORES		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
<b>Parámetros de diseño</b>			
Carga hidráulica horaria (incluyendo recirculación)	[m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> ·h)]	2,50	2,50
Carga de sólidos diaria	[kg SS/(m <sup>2</sup> ·día)]	85	85
Tiempo de retención	[min]	40	40
<b>Parámetros de funcionamiento</b>			
Caudal de entrada a espesamiento	[m <sup>3</sup> /día]	1.980	1.538
Concentración de entrada a espesamiento	[%]	0,60%	0,60%
Caudal de salida de espesamiento	[m <sup>3</sup> /día]	297	231
Concentración de salida de espesamiento	[%]	4,00%	4,00%
Caudal de sobrenadantes	[m <sup>3</sup> /día]	1.683	1.308
<b>Cálculo de los espesadores</b>			
Número de unidades a ejecutar	[ud]	2	2
Número de unidades en funcionamiento	[ud]	2	2
<b>Cálculo de la superficie</b>			
Superficie mínima total por carga hidráulica	[m <sup>2</sup> ]	124,10	119,08
Superficie mínima total por carga de sólidos	[m <sup>2</sup> ]	139,78	108,60
Superficie mínima unitaria necesaria	[m <sup>2</sup> ]	69,89	59,54
Diámetro interior mínimo necesario por espesador	[m]	9,43	8,71
Diámetro interior unitario adoptado por espesador	[m]	9,50	9,50
Diámetro inferior de la poceta de fangos	[m]	1,50	1,50
Superficie unitaria disponible por espesador	[m <sup>2</sup> ]	70,88	70,88
Superficie total disponible de espesamiento	[m <sup>2</sup> ]	141,76	141,76
<b>Cálculo del volumen</b>			
Volumen total necesario por tiempo de retención	[m <sup>3</sup> ]	55	43



CÁLCULO DE LOS ELEMENTOS AUXILIARES		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
<b>Calderín de presurización</b>			
Tiempo de retención	[min]	1,20	1,20
Volumen total necesario	[m <sup>3</sup> ]	4,56	4,67
Unidades a instalar	[ud]	2	2
Volumen unitario necesario	[m <sup>3</sup> ]	2,28	2,34
<b>Instalación de polielectrolito</b>			
Concentración del polielectrolito	[g/l]	5,0	5,0
Dosis máxima de polielectrolito	[kg poli/ton MS]	4,0	4,0
Volumen diario	[l/día]	9.505	7.385
Cantidad de polieletrolito	[kg/h]	1,98	1,54
Equipo de preparación			
Número unidades equipo de preparación a instalar	[Ud]	1	1
Número unidades equipo de preparación en funcionamiento	[Ud]	1	1
Capacidad equipo de preparación teórico	[l/h]	396	308
Capacidad equipo de preparación adoptado	[l/h]	550	550
Bombas de polielectrolito			
Caudal total bombas dosificadoras	[l/h]	396	308
Nº de bombas dosificadoras a instalar	[Ud]	3	3
Nº de bombas dosificadoras en funcionamiento	[Ud]	2	2
Nº de bombas dosificadoras en reserva	[Ud]	1	1
Caudal unitario teórico	[l/h]	198	154
Caudal unitario adoptado	[l/h]	250	250
Altura manométrica	[m.c.a.]	20	20

### 3.3.3. Bombeo de fangos espesados

CÁLCULO DEL BOMBEO DE FANGOS ESPESADOS		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
<b>Fangos espesados en los espesadores</b>			
Caudal de fangos espesados	[m <sup>3</sup> /día]	297,04	230,77
Destino de los fangos	[ - ]	Cámara mezcla	Cámara mezcla
Tipo de purga	[ - ]	Bombeo	Bombeo
Tipo de bombas	[ - ]	Helicoidal	Helicoidal
Número de bombas instaladas	[Ud]	3	3
Número de bombas en funcionamiento	[Ud]	2	2
Número de bombas en reserva	[Ud]	1	1
Horas de purga	[h/día]	8	8
Caudal horario total	[m <sup>3</sup> /h]	37,13	28,85
Caudal horario unitario necesario	[m <sup>3</sup> /h]	18,56	14,42
Caudal horario unitario adoptado	[m <sup>3</sup> /h]	25	25
Altura manométrica	[m.c.a.]	10	10

### 3.3.4. Bombeo de sobrenadantes

CÁLCULO DEL BOMBEO DE SOBRENADANTES		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
<b>Escurridos procedentes del espesamiento por gravedad</b>			
Caudal de sobrenadantes generado por día de la semana	[m <sup>3</sup> /día]	418	414
Caudal de sobrenadantes generado por día de espesamiento	[m <sup>3</sup> /día]	418	414
<b>Escurridos procedentes del espesamiento por flotación</b>			
Caudal de sobrenadantes generado por día de la semana	[m <sup>3</sup> /día]	1.683	1.308
Caudal de sobrenadantes generado por día de espesamiento	[m <sup>3</sup> /día]	1.683	1.308
<b>Reunión de sobrenadantes</b>			
Caudal de sobrenadantes y escurridos por día de la semana	[m <sup>3</sup> /día]	2.101	1.722
Caudal de sobrenadantes y escurridos por hora semanal	[m <sup>3</sup> /h]	87,56	71,75
<b>Depósito de mezcla y almacenamiento de sobrenadantes</b>			
Tiempo de retención	[h]	1,00	1,00
Volumen unitario necesario de cada depósito	[m <sup>3</sup> ]	87,56	71,75
Longitud unitaria de la cámara	[m]	5,50	5,50
Anchura unitaria de la cámara	[m]	5,35	5,35
Lámina máxima	[m]	3,00	3,00
Volumen total adoptado	[m <sup>3</sup> ]	88,28	88,28
Potencia unitaria de agitación	[W/m <sup>3</sup> ]	15	15
Número de agitadores por cámara	[Ud]	1	1
Potencia unitaria necesaria por agitador	[kW]	1,32	1,32
Potencia unitaria adoptada por agitador	[kW]	1,50	1,50
<b>Impulsión conjunta de los sobrenadantes</b>			
Tipo de bombas e instalación	[ - ]	Centrífugas sumergibles	Centrífugas sumergibles
Destino	[ - ]	Pretratamiento	Pretratamiento
Número de bombas adoptadas	[Ud]	3	3
Número de bombas en funcionamiento	[Ud]	2	2
Número de bombas en reserva	[Ud]	1	1
Caudal horario máximo	[m <sup>3</sup> /h]	88	72
Caudal horario unitario necesario	[m <sup>3</sup> /h]	44	36
Caudal horario unitario adoptado	[m <sup>3</sup> /h]	52,68	52,68
Altura manométrica	[mca]	10,22	10,22

### 3.4. DIGESTIÓN ANAEROBIA DE LOS FANGOS MIXTOS

#### 3.4.1. Bombeo de fangos mixtos espesados

BOMBEO DE FANGOS MIXTOS A DIGESTIÓN ANAEROBIA		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
<b>FANGOS PROCEDENTES DEL ESPESAMIENTO POR GRAVEDAD</b>			
Fangos totales diarios	[kg SST/día]	8.626	8.544
Fracción volátil media	[%]	75,00%	75,00%
Fangos volátiles totales	[kg SSV/día]	6.469	6.408
Concentración media de los fangos	[kg/m <sup>3</sup> ]	55	55



BOMBEO DE FANGOS MIXTOS A DIGESTIÓN ANAEROBIA		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
Caudal medio diario	[m <sup>3</sup> /día]	157	155
<b>FANGOS PROCEDENTES DEL ESPESAMIENTO POR FLOTACIÓN</b>			
Fangos totales diarios	[kg SST/día]	11.881	9.231
Fracción volátil media	[%]	68,59%	65,73%
Fangos volátiles totales	[kg SSV/día]	8.149	6.067
Concentración media de los fangos	[kg/m <sup>3</sup> ]	40	40
Caudal medio diario	[m <sup>3</sup> /día]	297	231
<b>TOTAL FANGOS A BOMBEAR A DIGESTIÓN ANAEROBIA</b>			
Fangos totales diarios	[kg SST/día]	20.507	17.775
Fracción volátil media	[%]	71,28%	70,19%
Fangos volátiles totales	[kg SSV/día]	14.618	12.476
Concentración media de los fangos	[kg/m <sup>3</sup> ]	45,18	46,04
Caudal medio diario	[m <sup>3</sup> /día]	454	386
<b>Cámara de mezcla de fangos espesados</b>			
Número de cámaras a construir	[Ud]	1	1
Volumen total de fangos a mezclar	[m <sup>3</sup> /día]	454	386
Tiempo de retención	[h]	3,00	3,00
Volumen unitario necesario de cada depósito	[m <sup>3</sup> ]	56,73	48,27
Longitud unitaria de la cámara	[m]	5,50	5,50
Anchura unitaria de la cámara	[m]	4,80	4,80
Altura máxima de fango	[m]	2,50	2,50
Volumen unitario adoptado	[m <sup>3</sup> ]	66,00	66,00
Volumen total adoptado	[m <sup>3</sup> ]	66,00	66,00
Potencia unitaria de agitación	[W/m <sup>3</sup> ]	20	20
Número de agitadores por cámara	[Ud]	1	1
Potencia unitaria necesaria por agitador	[kW]	1,32	1,32
Potencia unitaria adoptada por agitador	[kW]	1,50	1,50
<b>Bombeo de fangos mixtos a los digestores</b>			
Tipología	[-]	Helicoidal	Helicoidal
Número de bombas a instalar	[Ud]	3	3
Número de bombas en reserva	[Ud]	1	1
Caudal a bombear a la digestión	[m <sup>3</sup> /día]	454	386
Duración bombeo a digestión	[h/día]	12	12
Caudal horario de fangos	[m <sup>3</sup> /h]	38	32
Caudal unitario bomba necesario	[m <sup>3</sup> /h]	18,91	16,09
Caudal unitario de las bombas adoptadas	[m <sup>3</sup> /h]	25	25
Altura manométrica de impulsión	[m.c.a.]	20	20

### 3.4.2. Digestores anaerobios

CÁLCULO DEL DIGESTOR		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
<b>Parámetros de Diseño</b>			
Número de etapas	[-]	1	1
Rendimiento de reducción de sólidos volátiles (<60% s/NBR)	[%]	45,00	45,00
Fangos volátiles diarios eliminados	[kg SSV/día]	6.578	5.614

CÁLCULO DEL DIGESTOR		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
Número de digestores a ejecutar	[ud]	2	2
Número de digestores en funcionamiento	[ud]	2	2
Temperatura en digestión	[°C]	35	35
Retención hidráulica en digestor	[d]	21	21
Carga de sólidos totales	[kgSST/m <sup>3</sup> /día]	3,00	3,00
Carga de sólidos volátiles	[kgSSV/m <sup>3</sup> /día]	2,00	2,00
<b>Cálculo del volumen total de digestión necesario</b>			
Fangos digeridos diariamente	[kg SST/día]	13.929	12.161
Caudal extraído diariamente de la digestión	[m <sup>3</sup> /día]	454	386
Concentración de salida del fango digerido	[kgSSV/m <sup>3</sup> ]	30,69	31,50
Volumen útil de digestión por tiempo de retención	[m <sup>3</sup> ]	9.531	8.109
Volumen útil de digestión por carga SST	[m <sup>3</sup> ]	6.836	5.925
Volumen útil de digestión por carga SSV	[m <sup>3</sup> ]	7.309	6.238
Volumen útil de digestión total por cálculo	[m <sup>3</sup> ]	9.531	8.109
Volumen de digestión unitario necesario	[m <sup>3</sup> ]	4.766	4.054
<b>Dimensiones unitarias de los digestores</b>			
Diámetro interior	[m]	20,00	20,00
Pendiente de la solera	[°]	5,00	5,00
Diámetro base inferior troncocónica	[m]	2,00	2,00
Altura cónica de fondo	[m]	0,79	0,79
Altura cilíndrica recta con fango	[m]	14,90	14,90
Altura cilíndrica recta superior con biogás	[m]	0,10	0,10
Altura esférica en cubierta	[m]	2,35	2,35
Altura total	[m]	18,14	18,14
Volumen útil adoptado por digestor	[m <sup>3</sup> ]	4.772	4.772
Volumen total útil adoptado	[m <sup>3</sup> ]	9.545	9.545
Comprobación del volumen adoptado	[-]	OK	OK
<b>Comprobación de las condiciones de funcionamiento</b>			
Tiempo de retención medio	[d]	21,03	24,72
Carga de SST en digestión	[kgSST/m <sup>3</sup> /día]	2,15	1,86
Carga de SSV en digestión	[kgSSV/m <sup>3</sup> /día]	1,53	1,31
Estabilidad en los fangos digeridos (como % en peso de sólidos volátiles)	[%]	58%	56%
<b>Sistema de agitación y mezcla</b>			
Tipo de sistema	[-]	Rotamix	Rotamix
Tipo de bomba de recirculación	[-]	Trituradora	Trituradora
Número de bombas instaladas	[ud]	3	3
Número de bombas en funcionamiento	[ud]	2	2
Número de bombas en reserva	[ud]	1	1
Volumen total de fango a recircular	[m <sup>3</sup> /día]	9.545	9.545
Nº máximo de ciclos de recirculación diarios	[ciclos/día]	6	6
Duración de cada ciclo de recirculación	[horas]	4,00	4,00
Caudal total de fango a recircular	[m <sup>3</sup> /h]	2.386	2.386
Caudal unitario necesario por bomba	[m <sup>3</sup> /h]	1.193	1.193
Caudal unitario adoptado por bomba	[m <sup>3</sup> /h]	1.200	1.200
Altura manométrica de impulsión	[mca]	10	10

CÁLCULO DEL DIGESTOR		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
Regulación de las bombas	[-]	Variador de frecuencia	Variador de frecuencia
Número de boquillas dobles en la zona inferior por digestor	[ud]	3	3
Número de boquillas simples en la pared por digestor	[ud]	4	4
Número de boquillas simples antiespumas por digestor	[ud]	1	1
<b>Bombas de vaciado y trasiego</b>			
Tipo de bombas instaladas	[-]	Helicoidal	Helicoidal
Número de bombas instaladas	[ud]	2	2
Número de bombas en funcionamiento	[ud]	1	1
Caudal total diario máximo de fango a trasegar	[m <sup>3</sup> /día]	454	386
Funcionamiento diario del bombeo	[horas]	24	24
Caudal total horario máximo de fango a trasegar	[m <sup>3</sup> /h]	19	16
Caudal unitario necesario por bomba	[m <sup>3</sup> /h]	19	16
Caudal unitario adoptado por bomba	[m <sup>3</sup> /h]	25	25
Altura manométrica de impulsión	[mca]	20	20

### 3.4.3. Calentamiento de fangos

CÁLCULO DEL CALENTAMIENTO DE FANGOS		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
<b>Determinación de las superficies</b>			
Profundidad de enterramiento	[m]	4,00	4,00
Superficie pared cilíndrica situada sobre el terreno con espumas y biogás	[m <sup>2</sup> ]	6	6
Superficie pared cilíndrica situada sobre el terreno con fango	[m <sup>2</sup> ]	685	685
Superficie pared cilíndrica situada bajo el terreno	[m <sup>2</sup> ]	251	251
Superficie cúpula	[m <sup>2</sup> ]	332	332
Superficie solera	[m <sup>2</sup> ]	315	315
<b>Datos climatológicos de diseño</b>			
Temperatura media del aire en el mes más frío de la época	[°C]	5	20
Temperatura media del suelo en el mes más frío de la época	[°C]	10	25
Temperatura media del fango fresco	[°C]	14	26
Temperatura del fango y biogás en el digestor	[°C]	35	35
<b>Coeficientes de transmisión de calor</b>			
Coeficiente de conductividad de la capa de espuma de poliuretano	[kcal/h·m·°C]	0,02	0,02
Coeficiente de conductividad del hormigón armado	[kcal/h·m·°C]	1,40	1,40
Coeficiente de conductividad del hormigón en masa	[kcal/h·m·°C]	1,10	1,10
Coeficiente de película en la interfase pared - fango	[kcal/h·m <sup>2</sup> ·°C]	50	50
Coeficiente de película en la interfase pared - biogás	[kcal/h·m <sup>2</sup> ·°C]	8	8
Coeficiente de película en la interfase pared - aire	[kcal/h·m <sup>2</sup> ·°C]	12	12
Coeficiente de película en la interfase pared - suelo	[kcal/h·m <sup>2</sup> ·°C]	5	5
<b>Espesores de los materiales de ejecución</b>			
Espesor del hormigón en cúpula	[m]	0,30	0,30
Espesor del hormigón en pared vertical	[m]	0,50	0,50
Espesor del hormigón en solera	[m]	0,60	0,60
Espesor del hormigón en masa	[m]	0,10	0,10
Espesor de la capa de poliuretano en la cúpula	[m]	0,05	0,05

CÁLCULO DEL CALENTAMIENTO DE FANGOS		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
Espesor de la capa de poliuretano en la pared cilíndrica	[m]	0,05	0,05
<b>Cálculo de los coeficientes globales de transmisión</b>			
Coeficiente global en la cúpula	[kcal/h·m <sup>2</sup> ·°C]	0,34	0,34
Coeficiente global en pared cilíndrica sobre el terreno con biogás	[kcal/h·m <sup>2</sup> ·°C]	0,33	0,33
Coeficiente global en pared cilíndrica sobre el terreno con fango	[kcal/h·m <sup>2</sup> ·°C]	0,34	0,34
Coeficiente global en pared cilíndrica bajo el terreno	[kcal/h·m <sup>2</sup> ·°C]	1,73	1,73
Coeficiente global en la solera	[kcal/h·m <sup>2</sup> ·°C]	1,35	1,35
<b>Cálculo de las necesidades caloríficas globales</b>			
Pérdidas en la cúpula	[kcal/h]	3.403	1.701
Pérdidas en la pared cilíndrica sobre el terreno con biogás	[kcal/h]	61	31
Pérdidas en la pared cilíndrica sobre el terreno con fango	[kcal/h]	6.940	3.470
Pérdidas en la pared cilíndrica bajo el terreno	[kcal/h]	10.887	4.355
Pérdidas en la solera	[kcal/h]	10.654	4.262
Pérdidas totales por radiación por digestor	[kcal/h]	31.945	13.818
Pérdidas totales por radiación en los digestores	[kcal/h]	63.890	27.637
Calor específico del fango	[kcal/kg·°C]	1.050	1.050
Cantidad de calor necesaria para calentar el fango	[kcal/h]	416.991	152.037
Cantidad de calor total necesaria horaria	[kcal/h]	480.881	179.674
Cantidad de calor total necesaria diaria	[kcal/día]	11.541.143	4.312.170
Funcionamiento diario de la calefacción de fangos	[horas]	21	8
Cantidad de calor total horaria a suministrar	[kcal/h]	549.578	539.021

### 3.4.4. Instalaciones de calentamiento de fangos

CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE CALENTAMIENTO		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
<b>Intercambiadores de calor</b>			
Cantidad de calor total horaria teórica a suministrar	[kcal/h]	549.578	539.021
Coeficiente real de intercambio	[-]	0,95	0,95
Cantidad de calor total horaria real a suministrar	[kcal/h]	578.503	567.391
Temperatura de entrada del agua	[°C]	68	68
Temperatura de salida del agua	[°C]	63	63
Temperatura de entrada del fango	[°C]	33	33
Temperatura de salida del fango	[°C]	37	37
Incremento logarítmico de la temperatura	[°C]	30,50	30,50
Tipo de intercambiador	[-]	Espiral	Espiral
Número de intercambiadores instalados	[Ud]	3	3
Número de intercambiadores en funcionamiento	[Ud]	2	2
Numero de intercambiadores en reserva	[Ud]	1	1
Coeficiente de transmisión del calor de cada intercambiador	[kcal/h·m <sup>2</sup> ·°C]	1.098	1098
Superficie necesaria de intercambio por cada intercambiador	[m <sup>2</sup> ]	8,64	8,47
Capacidad unitaria necesaria por intercambiador de calor	[kcal/h]	289.252	283.695
Capacidad unitaria adoptada por intercambiador de calor	[kcal/h]	300.000	300.000
<b>Calderas</b>			
<b>Determinación de la capacidad de las calderas</b>			
Capacidad total necesaria de las calderas	[kcal/h]	578.503	567.391
Coeficiente de seguridad de sobredimensionamiento	[%]	10%	10%



ALMACENAMIENTO DE LOS FANGOS DIGERIDOS		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
<b>Cálculo del volumen</b>			
Volumen total necesario por tiempo de retención	[m <sup>3</sup> ]	1.229	1.046
Altura recta útil de cada depósito	[m]	5,60	5,60
Resguardo del depósito	[m]	0,50	0,50
Altura cónica de cada depósito	[m]	1,88	1,88
Volumen total disponible	[m <sup>3</sup> ]	1.260	1.260
<b>Comprobación de los parámetros de diseño</b>			
Carga de sólidos	[kg SS/(m <sup>2</sup> ·día)]	69	60
Carga hidráulica	[m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> ·h)]	0,09	0,08
Tiempo de retención	[horas]	67	78
<b>Complemento agitación de cada depósito</b>			
Sistema agitación	[-]	Agitador	Agitador
Número de unidades instaladas por depósito	[Ud]	2	2
Número de unidades en funcionamiento	[Ud]	1	1
Diámetro de la hélice	[mm]	480	480
Velocidad de giro hélice	[rpm]	446	446
Potencia instalada por agitador	[kW]	7,50	7,50

DESHIDRATACION DE FANGOS		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
<b>Deshidratación de fangos</b>			
<b>Fangos digeridos</b>		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
Fangos diarios de entrada	[kg SST/día]	13.929	12.161
Concentración de los fangos de entrada	[%]	3,07%	3,15%
Caudal diario de fangos	[m <sup>3</sup> /día]	454	386
<b>Parámetros de diseño</b>			
Días de funcionamiento a la semana	[días/semana]	5	5
Horas de funcionamiento por día de deshidratación	[h/día]	14	14
Carga diaria de fangos a tratar por día de deshidratación	[kg SST/día]	19.501	17.026
Carga horaria de fangos a tratar por día de deshidratación	[kg SST/h]	1.393	1.216
Caudal diario de fangos a tratar por día de la semana	[m <sup>3</sup> /día]	453,87	386,13
Caudal diario de fangos a tratar por día de deshidratación	[m <sup>3</sup> /día]	635,41	540,58
Caudal horario de fangos a tratar por día de deshidratación	[m <sup>3</sup> /h]	45,39	38,61
<b>Fangos deshidratados</b>		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
Carga diaria de fangos deshidratados	[kg SST/día]	13.929	12.161
Concentración del fango deshidratado	[kg/m <sup>3</sup> ]	250	250
Caudal diario de fangos deshidratados por día de la semana	[m <sup>3</sup> /día]	55,72	48,64
Concentración de volátiles en los fangos deshidratados	[%]	57,72%	56,42%
Caudal diario de fangos deshidratados por día de deshidratación	[m <sup>3</sup> /día]	78,00	68,10
<b>Cálculo del bombeo de fangos a deshidratación</b>			
Tipo de bombas	[-]	Helicoidal	Helicoidal
Regulación	[-]	Variador de frecuencia	Variador de frecuencia
<b>Deshidratacion de fangos</b>		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
Número de bombas instaladas por grupo de bombeo	[Ud]	2	2
Número de bombas en funcionamiento	[Ud]	1	1
Número de bombas en reserva	[Ud]	1	1
Días de funcionamiento a la semana	[días/semana]	5	5
Horas de funcionamiento por día de deshidratación	[h/día]	14	14
Caudal horario unitario necesario	[m <sup>3</sup> /h]	45,39	38,61
Caudal horario unitario adoptado	[m <sup>3</sup> /h]	50	50
Altura manométrica	[mca]	20	20
<b>Cálculo de la preparación y dosificación de polielectrolito</b>			
<b>Características polielectrolito</b>		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
Concentración del polielectrolito	[g/l]	5,0	5,0
Dosis máxima de polielectrolito (diseño)	[kg poli/t MS]	10,0	10,0
Dosis media de polielectrolito (explotación)	[kg poli/t MS]	7,0	7,0
Volumen diario	[l/día]	39.001	34.051
Cantidad de polieletrolito	[kg/h]	13,93	12,16
<b>Equipo de preparación</b>			
Número unidades equipo de preparación instaladas	[ud]	1	1
Número unidades equipo de preparación en funcionamiento	[ud]	1	1
Capacidad equipo de preparación necesaria	[l/h]	2.786	2.432
Capacidad equipo de preparación adoptado	[l/h]	4.000	4.000
<b>Bombas de dosificación</b>		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
Tipo de bombas	[-]	Helicoidal	Helicoidal
Regulación	[-]	Variador de frecuencia	Variador de frecuencia
Caudal total a dosificar	[l/h]	2.786	2.432
Nº de bombas dosificadoras instaladas	[Ud]	3	3
Nº de bombas dosificadoras en funcionamiento	[Ud]	2	2
Nº de bombas dosificadoras en reserva	[Ud]	1	1
Caudal unitario teórico	[l/h]	1.393	1.216
Caudal unitario adoptado	[l/h]	1.500	1.500
Altura manométrica	[mca]	20	20
<b>Cálculo de la deshidratación</b>			
<b>Decantadoras centrífugas</b>		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
Caudal horario de fango a deshidratación	[m <sup>3</sup> /h]	45,39	38,61
Carga horaria de fango a deshidratación	[kg/h]	1.393	1.216
Número de equipos a instalar	[ud]	2	2
Número de equipos en funcionamiento	[ud]	1	1
Número de equipos en reserva	[ud]	1	1
Caudal hidráulico unitario necesario	[m <sup>3</sup> /h]	45,39	38,61
Carga horaria de fango unitaria necesaria	[kg/h]	1.393	1.216
Carga horaria unitaria adoptada por equipo a instalar	[kg/h]	1.500	1.500
Caudal hidráulico unitario adoptado por equipo a instalar	[m <sup>3</sup> /h]	50,00	50,00

### 3.5. DESHIDRATACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE FANGOS

#### 3.5.1. Deshidratación de fangos

DESHIDRATACION DE FANGOS		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
<b>Deshidratación de fangos</b>			
<b>Fangos digeridos</b>		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
Fangos diarios de entrada	[kg SST/día]	13.929	12.161
Concentración de los fangos de entrada	[%]	3,07%	3,15%
Caudal diario de fangos	[m <sup>3</sup> /día]	454	386
<b>Parámetros de diseño</b>		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
Días de funcionamiento a la semana	[días/semana]	5	5
Horas de funcionamiento por día de deshidratación	[h/día]	14	14
Carga diaria de fangos a tratar por día de deshidratación	[kg SST/día]	19.501	17.026
Carga horaria de fangos a tratar por día de deshidratación	[kg SST/h]	1.393	1.216
Caudal diario de fangos a tratar por día de la semana	[m <sup>3</sup> /día]	453,87	386,13
Caudal diario de fangos a tratar por día de deshidratación	[m <sup>3</sup> /día]	635,41	540,58
Caudal horario de fangos a tratar por día de deshidratación	[m <sup>3</sup> /h]	45,39	38,61
<b>Fangos deshidratados</b>		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
Carga diaria de fangos deshidratados	[kg SST/día]	13.929	12.161
Concentración del fango deshidratado	[kg/m <sup>3</sup> ]	250	250
Caudal diario de fangos deshidratados por día de la semana	[m <sup>3</sup> /día]	55,72	48,64
Concentración de volátiles en los fangos deshidratados	[%]	57,72%	56,42%
Caudal diario de fangos deshidratados por día de deshidratación	[m <sup>3</sup> /día]	78,00	68,10
<b>Cálculo del bombeo de fangos a deshidratación</b>		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
Tipo de bombas	[-]	Helicoidal	Helicoidal
Regulación	[-]	Variador de frecuencia	Variador de frecuencia

### 3.5.2. Bombeo de escurridos

CÁLCULO DEL BOMBEO DE ESCURRIDOS		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
<b>Reunión de escurridos</b>			
Caudal de escurridos por día de deshidratación	[m <sup>3</sup> /día]	557	472
Caudal de escurridos por hora de deshidratación	[m <sup>3</sup> /h]	39,82	33,75
<b>Depósito de mezcla y almacenamiento de sobrenadantes</b>			
Tiempo de retención	[h]	2,00	2,00
Volumen unitario necesario de cada depósito	[m <sup>3</sup> ]	79,63	67,50
Longitud unitaria de la cámara	[m]	5,30	5,30
Anchura unitaria de la cámara	[m]	4,80	4,80
Lámina máxima	[m]	3,50	3,50
Volumen total adoptado	[m <sup>3</sup> ]	89,04	89,04
Potencia unitaria de agitación	[W/m <sup>3</sup> ]	15	15
Número de agitadores por cámara	[Ud]	1	1
Potencia unitaria necesaria por agitador	[kW]	1,34	1,34
Potencia unitaria adoptada por agitador	[kW]	1,50	1,50
<b>Impulsión conjunta de los sobrenadantes</b>			
Tipo de bombas e instalación	[-]	Centrífugas sumergibles	Centrífugas sumergibles
Destino	[-]	Reactor biológico	Reactor biológico
Número de bombas adoptadas	[Ud]	2	2
Número de bombas en funcionamiento	[Ud]	1	1
Número de bombas en reserva	[Ud]	1	1
Caudal horario máximo	[m <sup>3</sup> /h]	40	34
Caudal horario unitario necesario	[m <sup>3</sup> /h]	40	34
Caudal horario unitario adoptado	[m <sup>3</sup> /h]	52,68	52,68
Altura manométrica	[mca]	10,22	10,22

Altura manométrica	[bar]	12	12
<b>Sistema de almacenamiento</b>			
Capacidad de almacenamiento por día de deshidratación	[días]	3	3
Capacidad total de almacenamiento necesaria	[m <sup>3</sup> ]	234	204
Número de depósitos adoptados	[ud]	2	2
Tipo de sistema de almacenamiento	[-]	Silo	Silo
Capacidad unitaria de almacenamiento	[m <sup>3</sup> ]	125	125
Capacidad total de almacenamiento adoptado	[m <sup>3</sup> ]	250	250
Tiempo de almacenamiento (por días de deshidratación)	[días]	3,21	3,67
Tiempo de almacenamiento (por días de la semana)	[días]	4,49	5,14

### 3.5.3. Almacenamiento del fango deshidratado

CÁLCULO DEL ALMACENAMIENTO DEL FANGO		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
<b>Transporte del fango deshidratado</b>			
Tipo de equipos	[-]	Bomba helicoidal	Bomba helicoidal
Regulación	[-]	Variador de frecuencia	Variador de frecuencia
Número de equipos a instalar	[ud]	2	2
Número de equipos en funcionamiento	[ud]	1	1
Horas de funcionamiento por día de deshidratación	[h/día]	14	14
Caudal horario total a trasladar	[m <sup>3</sup> /h]	5,57	5,57
Caudal horario unitario a trasladar	[m <sup>3</sup> /h]	5,57	5,57
Sobredimensionamiento	[-]	1,10	1,10
Caudal horario unitario necesario	[m <sup>3</sup> /h]	6,13	5,35
Caudal horario unitario adoptado	[m <sup>3</sup> /h]	6,50	6,50

## 4. LÍNEA DE BIOGÁS

### 4.1. ALMACENAMIENTO Y QUEMADO DE EMERGENCIA

PRODUCCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE BIOGÁS		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
<b>Cálculo de la producción de biogás</b>			
Funcionamiento del digestor	[ - ]	Continuo	Continuo
Fangos volátiles diarios eliminados	[kg SSV/día]	6.578	5.614
Producción teórica de biogás (s/temperatura y retención)	[Nm <sup>3</sup> /kgSSV elim.]	0,88	0,89
Producción media de biogás adoptada	[Nm <sup>3</sup> /kgSSV elim.]	0,90	0,90
Producción prevista de biogás	[Nm <sup>3</sup> /día]	5.920	5.053
Ratio de producción mínima de gas	[ % ]	75	75
Ratio de producción máxima de biogás	[ % ]	125	125
Producción horaria de biogás (media)	[Nm <sup>3</sup> /h]	247	211
Producción horaria de biogás (max)	[Nm <sup>3</sup> /h]	308	263
Producción horaria de biogás (min)	[Nm <sup>3</sup> /h]	185	158
Presión del gas producido	[mm.c.a.]	200	200
<b>Cálculo del almacenamiento de biogás</b>			
Sistema de almacenamiento del gas	[ - ]	Gasómetro	Gasómetro
Número de depósitos adoptados	[ud]	2	2
Tipo de gasómetro	[ - ]	Membrana	Membrana
1. Criterio según producción media diaria			
Porcentaje determinado de la producción media	[ % ]	50	50
Producción media proveniente de la digestión	[Nm <sup>3</sup> /h]	247	211
Necesidades mínimas según almacenamiento	[Nm <sup>3</sup> ]	2.960	2.526
2. Criterio según necesidades de calefacción			
Duración del consumo en la instalación de calefacción	[horas]	24	24
Caudal horario consumo en la calefacción	[Nm <sup>3</sup> /h]	141	139
Necesidades mínimas de almacenamiento según calefacción	[Nm <sup>3</sup> ]	3.394	3.329
Capacidad total de almacenamiento unitaria necesaria	[Nm <sup>3</sup> ]	1.697	1.664
Capacidad de almacenamiento adoptada por gasómetro	[Nm <sup>3</sup> ]	1.720	1.720
Presión de almacenamiento	[mm.c.a.]	200	200
Número de horas de consumo en la instalación de calefacción	[h]	24,33	24,80
Almacenamiento adoptado sobre la producción media	[ % ]	58	68
<b>Cálculo del sistema de quemado de emergencia</b>			
Sistema de quemado del biogás	[ - ]	Antorcha	Antorcha
Tipo de llama	[ - ]	Cerrada	Cerrada
Número de antorchas a instalar	[ud]	1	1
Producción media horaria de biogás	[Nm <sup>3</sup> /h]	247	211
Capacidad mínima de quemado sobre la producción media	[veces]	2	2
Capacidad mínima necesaria por antorcha	[Nm <sup>3</sup> /h]	493	421
Capacidad de la antorcha adoptada	[Nm <sup>3</sup> /h]	500	500

## 4.2. COGENERACIÓN

### 4.2.1. Eliminación química del ácido sulfídrico en el biogás

CÁLCULO DE LA ELIMINACIÓN QUÍMICA DE SULFHÍDRICO	DISEÑO INV.	DISEÑO VER.	
<b>Reducción de H<sub>2</sub>S en el biogás</b>			
Concentración máxima de H <sub>2</sub> S en biogás	[mg/m <sup>3</sup> ]	5.000	5.000
Producción media horaria de biogás en todos los digestores	[m <sup>3</sup> /h]	246,68	210,53
Producción media diaria de biogás	[m <sup>3</sup> /día]	5.920	5.053
Cantidad de H <sub>2</sub> S en el biogás	[kg H <sub>2</sub> S/día]	29,60	25,26
Reactivos a emplear	[ - ]	FeCl <sub>3</sub>	FeCl <sub>3</sub>
Punto de dosificación	[ - ]	Digestor	Digestor
Dosis media de FeCl <sub>3</sub>	[kg FeCl <sub>3</sub> /kg H <sub>2</sub> S]	3,19	3,19
Dosis máxima de FeCl <sub>3</sub>	[kg FeCl <sub>3</sub> /kg H <sub>2</sub> S]	3,67	3,67
Consumo de FeCl <sub>3</sub> diario a dosis media	[kg FeCl <sub>3</sub> /día]	94,43	80,59
Consumo de FeCl <sub>3</sub> diario a dosis máxima	[kg FeCl <sub>3</sub> /día]	108,59	92,68
Concentración de producto comercial	[g FeCl <sub>3</sub> /litro]	545,00	545,00
Volumen diario de producto comercial	[l/día]	173,27	147,87
<b>Bombas de trasvase</b>			
Número de bombas instaladas	[Ud]	1	1
Caudal unitario adoptado	[m <sup>3</sup> /h]	20	20
Altura manométrica	[mca]	10	10
Tipo de bomba	[ - ]	Centrífuga	Centrífuga
<b>Depósitos de almacenamiento</b>			
Número de días de almacenamiento	[días]	15	15
Volumen necesario de almacenamiento	[l]	2.599	2.218
Número de depósitos de almacenamiento	[Ud]	1	1
Volumen adoptado de almacenamiento	[l]	3.000	3.000
Número días almacenamiento a dosis media	[días]	17,31	20,29
Número días almacenamiento a dosis máxima	[días]	15,06	17,64
<b>Bombas de dosificación</b>			
Número de horas de dosificación	[h/día]	24	24
Capacidad de dosificación necesaria a dosis media	[l/h]	7,22	6,16
Capacidad de dosificación necesaria a dosis máxima	[l/h]	8,30	7,09
Número de bombas instaladas	[Ud]	3	3
Número de bombas en servicio	[Ud]	2	2
Número de bombas en reserva	[Ud]	1	1
Capacidad de dosificación necesaria por bomba	[l/h]	4,15	3,54
Capacidad de dosificación adoptada por bomba	[l/h]	5,00	5,00
Altura manométrica de impulsión	[mca]	50	50
Tipo de bomba	[ - ]	Peristáltica	Peristáltica
Regulación	[ - ]	Variador de frecuencia	Variador de frecuencia

## 4.2.2. Sistema de acondicionamiento del biogás

CÁLCULO DEL SISTEMA DE ACONDICIONAMIENTO DE BIOGÁS		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
<b>Datos de partida</b>			
Poder calorífico del biogás	[kcal/Nm <sup>3</sup> ]	5.000	5.000
Caudal diario medio de biogás a tratar	[Nm <sup>3</sup> /día]	5.920	5.053
Caudal horario máximo de biogás a tratar	[Nm <sup>3</sup> /h]	283,74	283,74
Concentración de metano en el biogás	[%]	65	65
Humedad relativa del biogás	[%]	100	100
Temperatura del biogás	[°C]	38	38
Calor específico del biogás	[kcal/kg·°C]	1,40	1,40
Densidad del biogás a tratar	[kg/Nm <sup>3</sup> ]	1,14	1,14
Concentración de siloxanos en el biogás	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	30	30
Concentración de H <sub>2</sub> S en el biogás	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	400	400
<b>ETAPA Nº1. DESHUMIDIFICACIÓN</b>			
Condensador - lado biogás			
Caudal mísico de biogás	[kg/h]	323	323
Temperatura de entrada del biogás	[°C]	38	38
Temperatura de salida del biogás	[°C]	4	4
Calor de intercambio necesario	[kcal/h]	15.397	15.397
Potencia de intercambio necesario	[kW]	17,91	17,91
Condensador - lado refrigerante			
Tipo de refrigerante	[-]	Agua glicolada al 34%	Agua glicolada al 34%
Calor específico del refrigerante	[kcal/kg·°C]	0,85	0,85
Densidad del refrigerante	[kg/m <sup>3</sup> ]	1,05	1,05
Temperatura de entrada del refrigerante	[°C]	1	1
Temperatura de salida del refrigerante	[°C]	5	5
Caudal mísico de refrigerante	[kg/h]	4.528	4.528
Intercambiador de calor			
Número de intercambiadores	[ud]	1	1
Tipo de intercambiador	[-]	Carcasa y tubos	Carcasa y tubos
Potencia nominal necesaria	[kW]	18	18
Potencia nominal adoptada	[kW]	18,3	18,3
Coeficiente de transmisión del calor del intercambiador	[kcal/h·m <sup>2</sup> ·°C]	1.134	1.134
Superficie de intercambio adoptada	[m <sup>2</sup> ]	13,88	13,88
Máquina de refrigeración			
Número de máquinas	[ud]	1	1
Tipo de compresor	[-]	Hermético rotativo	Hermético rotativo
Capacidad frigorífica del compresor	[kW]	20,9	20,9
Potencia eléctrica instalada por el compresor	[kW]	7,48	7,48
Potencia eléctrica absorbida por el compresor	[kW]	6,41	6,41
Número de ventiladores	[ud]	2	2
Tipo de ventilador	[-]	Axial	Axial
Caudal de aire de ventilación	[m <sup>3</sup> /h]	11.500	11.500
Caudal de aire por ventilador	[m <sup>3</sup> /h]	5.750	5.750

CÁLCULO DEL SISTEMA DE ACONDICIONAMIENTO DE BIOGÁS		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
<b>ETAPA Nº2. ELIMINACIÓN DE SILOXANOS</b>			
Número de filtros	[ud]	1	1
Tipo de relleno	[-]	Carbón activo	Carbón activo
Caudal horario de biogás a tratar	[Nm <sup>3</sup> /h]	284	284
Concentración de siloxanos en el biogás	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	30	30
Rendimiento en la reducción de siloxanos en la deshumidificación	[%]	30	30
Concentración de siloxanos en el biogás de entrada al filtro	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	21,00	21,00
Rendimiento en la reducción de siloxanos	[%]	95	95
Concentración de siloxanos en la salida	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	1,05	1,05
Carga horaria de siloxanos a eliminar	[g/h]	5,66	5,66
Capacidad de eliminación del carbón activo	[g/kg]	49	49
Cantidad de carbón activo adoptado	[kg]	530	530
Vida útil del carbón activo adoptado	[horas]	4.588	4.588
Autonomía del carbón activo adoptado	[días]	209	209
Densidad del carbón activo	[kg/l]	0,48	0,48
Volumen de carbón activo adoptado	[litros]	1.104	1.104
Diámetro del filtro	[mm]	1.283	1.283
Velocidad del biogás a través del filtro	[m/s]	0,06	0,06
Tiempo de retención del biogás en el filtro	[s]	14,01	14,01
<b>ETAPA Nº3. ELIMINACIÓN DE SULFHÍDRICO</b>			
Número de filtros	[ud]	1	1
Tipo de relleno	[-]	Carbón activo	Carbón activo
Caudal horario de biogás a tratar	[Nm <sup>3</sup> /h]	284	284
Concentración de sulfhídrico en el biogás	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	400	400
Rendimiento en la reducción de sulfhídrico	[%]	97	97
Concentración de sulfhídrico en la salida	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	12,00	12,00
Carga horaria de sulfhídrico a eliminar	[g/h]	110,09	110,09
Capacidad de eliminación del carbón activo	[g/kg]	800	800
Cantidad de carbón activo adoptado	[kg]	530	530
Vida útil del carbón activo adoptado	[horas]	3.851	3.851
Autonomía del carbón activo adoptado	[días]	175	175
Densidad del carbón activo	[kg/l]	0,48	0,48
Volumen de carbón activo adoptado	[litros]	1.104	1.104
Diámetro del filtro	[mm]	1.270	1.270
Velocidad del biogás a través del filtro	[m/s]	0,06	0,06
Tiempo de retención del biogás en el filtro	[s]	14,01	14,01
<b>ETAPA Nº4. IMPULSIÓN A COGENERADORES</b>			
Cantidad media horaria de biogás consumido en la cogeneración	[Nm <sup>3</sup> /h]	283,74	283,74
Tipo de sistema de compresión del biogás	[-]	Ventilador centrífugo	Ventilador centrífugo
Número de equipos instalados	[ud]	2	2
Número de equipos en funcionamiento	[ud]	1	1
Caudal unitario necesario por equipo	[Nm <sup>3</sup> /h]	284	284
Caudal unitario adoptado por equipo	[Nm <sup>3</sup> /h]	320	320
Presión de aspiración	[mbar]	5	5
Presión diferencial de impulsión	[mbar]	37	37

## 4.2.3. Sistema de cogeneración

COGENERACIÓN		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
<b>CAUDAL DE FANGOS Y BIOGÁS DIARIO</b>			
Poder calorífico del biogás	[kcal/Nm <sup>3</sup> ]	5.000	5.000
Caudal diario medio de biogás generado	[Nm <sup>3</sup> /día]	5.920	5.053
Capacidad energética media disponible	[kWh/día]	34.429	29.383
Capacidad energética media disponible	[kWh/hora]	1.435	1.224
<b>Determinación del número de grupos y de funcionamiento</b>			
Nº de grupos motogeneradores a instalar	[ud]	2	2
Nº de grupos motogeneradores en funcionamiento	[ud]	2	2
Consumo energético teórico por grupo cogenerador a plena carga	[kW]	825	825
Consumo de combustible teórico por grupo a plena carga	[Nm <sup>3</sup> /h]	142	142
Consumo energético máximo total por todos los grupos	[kW]	1.650	1.650
Número de horas máximo de funcionamiento diario admisibles	[horas/día]	22,00	22,00
Número de horas de funcionamiento diario adoptadas	[horas/día]	20,87	17,81
Consumo energético total diario	[kWh/día]	34.429	29.383
Fracción del biogás generado consumido en la motogeneración	[%]	100,00%	100,00%
Número de cilindros	[ud]	8	8
Disposición de los cilindros	[-]	V	V
Régimen de giro	[rpm]	1.500	1.500
Rendimiento mecánico del grupo motogenerador a plena carga	[%]	41,60%	41,60%
<b>Cálculo de la energía eléctrica recuperable</b>			
Rendimiento eléctrico del grupo motogenerador a plena carga	[%]	40,00%	40,00%
Potencia eléctrica disponible en bornes de cada alternador	[kWe]	330	330
Energía eléctrica diaria generada	[kWe/día]	13.771	11.753
Velocidad de giro del alternador	[rpm]	1.500	1.500
Rendimiento del alternador con factor de potencia unitario	[%]	96,20%	96,20%
Tensión nominal de generación	[V]	400	400
Frecuencia de generación	[Hz]	50	50
<b>Cálculo de la energía térmica recuperable</b>			
Rendimiento térmico del grupo motogenerador a plena carga	[%]	44,00%	44,00%
Potencia térmica recuperada por cada grupo a plena carga	[kWt]	363	363
Energía térmica horaria media disponible	[kW/h]	631	539
Tipo de intercambiador principal	[-]	Placas	Placas
Tipo de intercambiador en circuito de gases de escape	[-]	Carcasa y tubos	Carcasa y tubos
Fracción de la energía térmica recuperada en los gases de escape	[%]	45,45%	45,45%
Energía térmica horaria disponible en los gases de escape	[kW/h]	287	245
Fracción de la energía térmica recuperada en el encamisado	[%]	54,55%	54,55%
Energía térmica horaria disponible en el encamisado de motores	[kW/h]	344	294
Sist. de refrigeración de emergencia del circuito principal	[-]	Aerorrefrigerador	Aerorrefrigerador
Sist. de refrigeración de emergencia de la 2 <sup>a</sup> etapa del intercooler	[-]	Aerorrefrigerador	Aerorrefrigerador
<b>BALANCE TÉRMICO GLOBAL</b>			
<b>Calentamiento digestión anaerobia</b>			
Energía térmica diaria necesaria en total	[kcal/día]	11.541.143	4.312.170

COGENERACIÓN	DISEÑO INV.	DISEÑO VER.	
Energía térmica horaria necesaria en total	[kW/h]	559	209
Energía térmica horaria recuperada de los gases de escape	[kW/h]	287	245
Energía térmica horaria recuperada del encamisado de motores	[kW/h]	344	294
Energía térmica adicional por consumo de biogás en calderas	[kW/h]	0	0
Rendimiento de la caldera convencional	[%]	90%	90%
Consumo de biogás en caldera convencional	[Nm <sup>3</sup> /día]	0	0
Energía térmica diaria excedente en total	[kW/h]	72	330
Energía térmica diaria excedente en total	[kcal/día]	1.483.653	6.803.622
<b>BALANCE GLOBAL DEL BIOGÁS</b>			
Fracción del biogás generado consumido en motogeneración	[%]	100,00%	100,00%
Fracción del biogás generado consumido en calderas	[%]	0,00%	0,00%
Fracción del biogás generado consumido en antorcha	[%]	0,00%	0,00%

## 5. SERVICIOS AUXILIARES

### 5.1. AGUA DE SERVICIOS

TRATAMIENTO DEL AGUA DE SERVICIOS		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
<b>Caudales de Diseño</b>			
Caudal medio de tratamiento	[l/s] [m³/h]	22,22 80	22,22 80
<b>Grupo de presión de agua industrial</b>			
Número de bombas instaladas	[ud]	3	3
Número de bombas en funcionamiento	[ud]	2	2
Número de bombas en reserva	[ud]	1	1
Tipo de bomba	[ $\cdot$ ]	Vertical	Vertical
Regulación de cada bomba	[ $\cdot$ ]	Variador de frecuencia	Variador de frecuencia
Caudal horario unitario adoptado	[m³/h]	40	40
Caudal horario total medio adoptado	[m³/h]	80	80
Altura manométrica	[mca]	50	50
<b>Filtración</b>			
Número de filtros a instalar	[ud]	1	1
Tipo de filtro	[ $\cdot$ ]	Malla	Malla
Tipo de limpieza	[ $\cdot$ ]	Automática	Automática
Grado de filtración	[micras]	20	20
Caudal horario total adoptado	[m³/h]	80	80
Superficie filtrante de cada filtro	[cm²]	13.210	13.210
Presión mínima de trabajo	[bar]	3,5	3,5
Presión máxima de trabajo	[bar]	10	10
Caudal de agua de lavado	[m³/h]	25	25
Presión mínima de agua de lavado	[bar]	3,5	3,5
Tiempo de ciclo de lavado	[s]	25	25
Concentración máxima de SST a la entrada	[mg/l]	20	20
<b>Sistema de desinfección</b>			
Número de sistemas a instalar	[ud]	1	1
Tipo de desinfección	[ $\cdot$ ]	UV	UV
Tipo de instalación	[ $\cdot$ ]	Tubería	Tubería
Concentración de SST máxima a la entrada	[mg/l]	10	10
Transmitancia mínima	[ $\%$ ]	55	55
Grado de desinfección (P90 de las muestras mensuales)	[UFC/100 ml]	200	200
Número de lámparas por reactor	[ud]	8	8
Potencia unitaria por lámpara	[W]	250	250
Sistema de limpieza automático	[ $\cdot$ ]	Mecánica	Mecánica

## 5.2. DESODORIZACIÓN

### 5.2.1. Pretratamiento

DESODORIZACIÓN DEL PRETRATAMIENTO	DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
<b>Renovaciones horarias</b>		
Número de renovaciones en focos con extracciones selectivas	[ud/hora]	10
Número de renovaciones en edificios	[ud/hora]	3
<b>Edificio de pretratamiento</b>		
Número de edificios a desodorizar	[ud]	1
Superficie libre del edificio	[m²]	1.556
Altura libre del edificio	[m]	10,85
Espacio ocupado por salas y depósitos	[%]	35%
Número de renovaciones horarias	[ud/hora]	3
Caudal total a tratamiento de olores	[m³/h]	32.927
<b>Obra de llegada</b>		
Número de cámaras a desodorizar	[ud]	1
Superficie libre de cada cámara	[m²]	40,00
Resguardo medio libre	[m]	3,40
Volumen libre de cada cámara	[m³]	136,00
Número de renovaciones horarias	[ud/hora]	10
Caudal total a tratamiento de olores	[m³/h]	1.360
<b>Pozos de gruesos</b>		
Número de cámaras a desodorizar	[ud]	2
Superficie libre de cada cámara	[m²]	22,75
Resguardo medio libre	[m]	2,80
Volumen libre de cada cámara	[m³]	63,70
Número de renovaciones horarias	[ud/hora]	10
Caudal total a tratamiento de olores	[m³/h]	1.274
<b>Reparto y salida a canales de desbaste de muy gruesos</b>		
Número de canales a desodorizar	[ud]	2
Superficie libre de cada canal	[m²]	7,04
Resguardo medio libre	[m]	2,55
Volumen libre de cada cámara	[m³]	17,95
Número de renovaciones horarias	[ud/hora]	10
Caudal total a tratamiento de olores	[m³/h]	359
<b>Canales de desbaste de muy gruesos</b>		
Número de canales a desodorizar	[ud]	2
Superficie libre de cada canal	[m²]	3,60
Resguardo medio libre	[m]	2,55
Volumen libre de cada canal	[m³]	9,18
Número de renovaciones horarias	[ud/hora]	10
Caudal total a tratamiento de olores	[m³/h]	184
<b>Cámaras de bombeo de agua bruta</b>		
Número de cámaras a desodorizar	[ud]	2
Superficie libre de cada cámara	[m²]	47,71
Resguardo medio libre	[m]	2,60

DESODORIZACIÓN DEL PRETRATAMIENTO		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
Volumen libre de cada cámara	[m <sup>3</sup> ]	124,05	124,05
Número de renovaciones horarias	[ud/hora]	10	10
Caudal total a tratamiento de olores	[m <sup>3</sup> /h]	2.481	2.481
<b>Reparto a canales de desbaste</b>			
Número de canales a desodorizar	[ud]	1	1
Superficie libre de cada cámara	[m <sup>2</sup> ]	20,25	20,25
Resguardo medio libre	[m]	0,80	0,80
Volumen libre de cada cámara	[m <sup>3</sup> ]	16,20	16,20
Número de renovaciones horarias	[ud/hora]	10	10
Caudal total a tratamiento de olores	[m <sup>3</sup> /h]	162	162
<b>Canales de desbaste</b>			
Número de canales a desodorizar	[ud]	4	4
Superficie libre de cada canal	[m <sup>2</sup> ]	9,08	9,08
Resguardo medio libre	[m]	0,80	0,80
Volumen libre de cada canal	[m <sup>3</sup> ]	7,27	7,27
Número de renovaciones horarias	[ud/hora]	10	10
Caudal total a tratamiento de olores	[m <sup>3</sup> /h]	291	291
<b>Reparto a canales desarenadores - desengrasadores</b>			
Número de cámaras a desodorizar	[ud]	1	1
Superficie libre de cada cámara	[m <sup>2</sup> ]	18,50	18,50
Resguardo medio libre	[m]	0,80	0,80
Volumen libre de cada cámara	[m <sup>3</sup> ]	14,80	14,80
Número de renovaciones horarias	[ud/hora]	10	10
Caudal total a tratamiento de olores	[m <sup>3</sup> /h]	148	148
<b>Canales desarenadores - desengrasadores</b>			
Número de canales en funcionamiento a desodorizar	[ud]	4	4
Superficie libre de cada canal	[m <sup>2</sup> ]	98,70	98,70
Resguardo medio libre	[m]	0,50	0,50
Volumen libre de cada canal	[m <sup>3</sup> ]	49,35	49,35
Número de renovaciones horarias	[ud/hora]	10	10
Caudal máximo total de aireación	[m <sup>3</sup> /h]	3.000	3.000
Caudal total a tratamiento de olores	[m <sup>3</sup> /h]	3.000	3.000
<b>Salida de canales desarenadores - desengrasadores</b>			
Número de cámaras a desodorizar	[ud]	1	1
Superficie libre de cada cámara	[m <sup>2</sup> ]	76,05	76,05
Resguardo medio libre	[m]	1,10	1,10
Volumen libre de cada cámara	[m <sup>3</sup> ]	83,66	83,66
Número de renovaciones horarias	[ud/hora]	10	10
Caudal total a tratamiento de olores	[m <sup>3</sup> /h]	837	837
<b>TOTAL</b>			
Caudal total a tratamiento de olores	[m <sup>3</sup> /h]	43.022	43.022
<b>SISTEMA DE TRATAMIENTO</b>			
<b>Diseño</b>			
Caudal total adoptado	[m <sup>3</sup> /h]	44.000	44.000
Concentración promedio de H <sub>2</sub> S	[mg/m <sup>3</sup> ]	20	20
Concentración promedio de NH <sub>3</sub>	[mg/m <sup>3</sup> ]	8	8

DESODORIZACIÓN DEL PRETRATAMIENTO		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
Concentración promedio de CH <sub>3</sub> SH	[mg/m <sup>3</sup> ]	1	1
Eficacia de absorción en H <sub>2</sub> S	[%]	99	99
Eficacia de absorción en NH <sub>3</sub>	[%]	99	99
Eficacia de absorción en resto de contaminantes	[%]	98	98
<b>Ventiladores</b>			
Número de ventiladores a instalar	[ud]	1	1
Tipo de ventilador	[-]	Centrífugo	Centrífugo
Caudal total a impulsar	[m <sup>3</sup> /h]	44.000	44.000
Caudal unitario necesario	[m <sup>3</sup> /h]	44.000	44.000
Caudal unitario adoptado	[m <sup>3</sup> /h]	44.000	44.000
Presión de impulsión	[Pa]	1.500	1.500
<b>Sistema de tratamiento</b>			
Caudal total a tratamiento de olores	[m <sup>3</sup> /h]	44.000	44.000
Tipo de sistema de tratamiento	[-]	Biotrickling	Biotrickling
Número de torres a instalar	[ud]	1	1
Material de las torres	[-]	PRFV	PRFV
Velocidad máxima de paso	[m/s]	2,00	2,00
Número de pasos por cada torre	[ud]	1	1
Diámetro mínimo de la torre	[mm]	2.789	2.789
Diámetro adoptado para cada torre	[mm]	3.500	3.500
Altura total de cada torre	[mm]	6.700	6.700
Tipo de bombas de recirculación	[-]	Centrífuga horizontal	Centrífuga horizontal
Número de bombas de recirculación instaladas	[ud]	1	1
Número de bombas de recirculación en funcionamiento	[ud]	1	1
Caudal de cada bomba de recirculación	[m <sup>3</sup> /h]	43	43
Altura manométrica	[mca]	18	18
Reactivos auxiliares	[-]	Nutrientes	Nutrientes
Número de depósitos de almacenamiento	[ud]	1	1
Volumen de cada depósito de almacenamiento	[litros]	1.000	1.000
Tipo de bombas dosificadoras	[-]	Membrana	Membrana
Número de bombas dosificadoras instaladas	[ud]	1	1
Número de bombas dosificadoras en funcionamiento	[ud]	1	1
Caudal de cada bomba dosificadora	[l/h]	10	10
Altura manométrica	[bar]	2	2

## 5.2.2. Decantación primaria

DESODORIZACIÓN DE LA DECANCIÓN PRIMARIA		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
<b>Renovaciones horarias</b>			
Número de renovaciones en focos con extracciones selectivas	[ud/hora]	5	5
<b>Decantadores primarios</b>			
Número de depósitos en funcionamiento a desodorizar	[ud]	4	4
Tipo de cubierta	[-]	Domo aluminio	Domo aluminio
Diámetro del vertedero externo	[m]	28,30	28,30
Anchura del pasillo perimetral	[m]	1,00	1,00
Altura esférica	[m]	3,80	3,80

DESODORIZACIÓN DE LA DECANTACIÓN PRIMARIA		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
Altura cilíndrica del peto	[m]	2,50	2,50
Volumen unitario a desodorizar	[m <sup>3</sup> ]	2.995	2.995
Número de renovaciones horarias	[ud/hora]	5	5
Caudal total a tratamiento de olores	[m <sup>3</sup> /h]	59.909	59.909
SISTEMA DE TRATAMIENTO			
<b>Diseño</b>			
Caudal total adoptado	[m <sup>3</sup> /h]	60.000	60.000
Concentración promedio de H <sub>2</sub> S	[mg/m <sup>3</sup> ]	10	10
Concentración promedio de NH <sub>3</sub>	[mg/m <sup>3</sup> ]	3	3
Concentración promedio de CH <sub>3</sub> SH	[mg/m <sup>3</sup> ]	0,5	0,5
Eficacia de absorción en H <sub>2</sub> S	[%]	99	99
Eficacia de absorción en NH <sub>3</sub>	[%]	99	99
Eficacia de absorción en resto de contaminantes	[%]	98	98
<b>Ventiladores</b>			
Número de ventiladores a instalar	[ud]	4	4
Tipo de ventilador	[‐]	Centrífugo	Centrífugo
Caudal total a impulsar	[m <sup>3</sup> /h]	60.000	60.000
Caudal unitario necesario	[m <sup>3</sup> /h]	15.000	15.000
Caudal unitario adoptado	[m <sup>3</sup> /h]	15.000	15.000
Presión de impulsión	[Pa]	1.500	1.500
<b>Sistema de tratamiento</b>			
Caudal total a tratamiento de olores	[m <sup>3</sup> /h]	60.000	60.000
Tipo de sistema de tratamiento	[‐]	Biotrickling	Biotrickling
Número de torres a instalar	[ud]	2	2
Material de las torres	[‐]	PRFV	PRFV
Velocidad máxima de paso	[m/s]	2,00	2,00
Número de pasos por cada torre	[ud]	1	1
Diámetro mínimo de la torre	[mm]	2.303	2.303
Diámetro adoptado para cada torre	[mm]	2.500	2.500
Altura total de cada torre	[mm]	6.700	6.700
Tipo de bombas de recirculación	[‐]	Centrífuga horizontal	Centrífuga horizontal
Número de bombas de recirculación instaladas	[ud]	2	2
Número de bombas de recirculación en funcionamiento	[ud]	2	2
Caudal de cada bomba de recirculación	[m <sup>3</sup> /h]	35	35
Altura manométrica	[mca]	18	18
Reactivos auxiliares	[‐]	Nutrientes	Nutrientes
Número de depósitos de almacenamiento	[ud]	2	2
Volumen de cada depósito de almacenamiento	[litros]	1.000	1.000
Tipo de bombas dosificadoras	[‐]	Membrana	Membrana
Número de bombas dosificadoras instaladas	[ud]	2	2
Número de bombas dosificadoras en funcionamiento	[ud]	2	2
Caudal de cada bomba dosificadora	[l/h]	10	10
Altura manométrica	[bar]	2	2

## 5.2.3. Línea de fangos

DESODORIZACIÓN DE LA LÍNEA DE FANGOS	DISEÑO INV.	DISEÑO VER.	
<b>Renovaciones horarias</b>			
Número de renovaciones en focos con extracciones selectivas	[ud/hora]	10	10
Número de renovaciones en edificios	[ud/hora]	10	10
<b>Edificio de tamizado de fangos</b>			
Número de salas a desodorizar	[ud]	1	1
Superficie libre de cada sala	[m <sup>2</sup> ]	68	68
Altura libre de la sala	[m]	5,50	5,50
Espacio ocupado por diversos equipamientos	[%]	10%	10%
Número de renovaciones horarias	[ud/hora]	10	10
Caudal total a tratamiento de olores	[m <sup>3</sup> /h]	3.359	3.359
<b>Edificio de deshidratación</b>			
Número de salas a desodorizar	[ud]	1	1
Superficie libre de cada sala	[m <sup>2</sup> ]	173	173
Altura libre de la sala	[m]	5,50	5,50
Espacio ocupado por diversos equipamientos	[%]	10%	10%
Número de renovaciones horarias	[ud/hora]	10	10
Caudal total a tratamiento de olores	[m <sup>3</sup> /h]	8.539	8.539
<b>Espesador de fangos por gravedad</b>			
Número de depósitos en funcionamiento a desodorizar	[ud]	2	2
Diámetro del depósito	[m]	9,00	9,00
Resguardo medio libre	[m]	0,75	0,75
Volumen unitario a desodorizar	[m <sup>3</sup> ]	90,12	90,12
Número de renovaciones horarias	[ud/hora]	10	10
Caudal total a tratamiento de olores	[m <sup>3</sup> /h]	1.802	1.802
<b>Espesador de fangos biológicos por flotación</b>			
Número de depósitos en funcionamiento a desodorizar	[ud]	2	2
Diámetro del depósito	[m]	9,50	9,50
Resguardo medio libre	[m]	0,75	0,75
Volumen unitario a desodorizar	[m <sup>3</sup> ]	100,42	100,42
Número de renovaciones horarias	[ud/hora]	10	10
Caudal total a tratamiento de olores	[m <sup>3</sup> /h]	2.008	2.008
<b>Postespesador de fangos digeridos</b>			
Número de depósitos en funcionamiento a desodorizar	[ud]	1	1
Diámetro del depósito	[m]	16,00	16,00
Resguardo medio libre	[m]	2,00	2,00
Volumen unitario a desodorizar	[m <sup>3</sup> ]	536,16	536,16
Número de renovaciones horarias	[ud/hora]	10	10
Caudal total a tratamiento de olores	[m <sup>3</sup> /h]	5.362	5.362
<b>Cámara de fangos mixtos</b>			
Número de depósitos en funcionamiento a desodorizar	[ud]	1	1
Superficie libre de cada depósito	[m <sup>2</sup> ]	26,40	26,40
Resguardo medio libre	[m]	1,50	1,50
Volumen libre de cada depósito	[m <sup>3</sup> ]	39,60	39,60
Número de renovaciones horarias	[ud/hora]	10	10
Caudal total a tratamiento de olores	[m <sup>3</sup> /h]	396	396
<b>Silo fangos</b>			

DESODORIZACIÓN DE LA LÍNEA DE FANGOS		DISEÑO INV.	DISEÑO VER.
Número de silos a desodorizar	[ud]	2	2
Volumen total de cada silo de fangos	[m <sup>3</sup> ]	125	125
Número de renovaciones horarias	[ud/hora]	10	10
Caudal total a tratamiento de olores	[m <sup>3</sup> /h]	2.500	2.500
<b>TOTAL</b>			
Caudal total a tratamiento de olores	[m <sup>3</sup> /h]	23.966	23.966
SISTEMA DE TRATAMIENTO			
<b>Diseño</b>			
Caudal total adoptado	[m <sup>3</sup> /h]	25.000	25.000
Concentración promedio de H <sub>2</sub> S	[mg/m <sup>3</sup> ]	10	10
Concentración promedio de NH <sub>3</sub>	[mg/m <sup>3</sup> ]	8	8
Concentración promedio de CH <sub>3</sub> SH	[mg/m <sup>3</sup> ]	3	3
Eficacia de absorción en H <sub>2</sub> S	[%]	99	99
Eficacia de absorción en NH <sub>3</sub>	[%]	99	99
Eficacia de absorción en resto de contaminantes	[%]	98	98
<b>Ventiladores</b>			
Número de ventiladores a instalar	[ud]	1	1
Tipo de ventilador	[‐]	Centrífugo	Centrífugo
Caudal total a impulsar	[m <sup>3</sup> /h]	25.000	25.000
Caudal unitario necesario	[m <sup>3</sup> /h]	25.000	25.000
Caudal unitario adoptado	[m <sup>3</sup> /h]	25.000	25.000
Presión de impulsión	[Pa]	1.500	1.500
<b>Scrubbers</b>			
Tipo de sistema de tratamiento	[‐]	Carbón activo	Carbón activo
Número de scrubbers a instalar	[#]	1	1
Número de scrubbers en funcionamiento	[#]	1	1
Velocidad máxima de paso	[m/s]	0,50	0,50
Número de lechos de carbón	[#]	2	2
Diámetro mínimo de la torre	[mm]	728	728
Diámetro adoptado de la torre	[mm]	3.000	3.000
Velocidad de paso resultante	[m/s]	0,03	0,03
Tiempo de retención necesario	[s]	1	1
Altura necesaria de los lechos de carbón	[mm]	982	982
<b>Carbón activo</b>			
Autonomía del carbón	[d]	150	150
Eficacia en la adsorción	[%]	99,0	99,0
Densidad del carbón activo	[kg/m <sup>3</sup> ]	520	520
Cantidad de carbón activo necesaria según autonomía	[kg]	4.455	4.455
Cantidad de carbón activo necesaria según tiempo de retención	[kg]	3.611	3.611
Cantidad de carbón activo adoptada	[kg]	4.600	4.600

## 6. ANEXO I: MODELADO Y SIMULACIÓN MATEMÁTICA DE LAS CONFIGURACIONES DE OPERACIÓN DEL REACTOR BIOLÓGICO

### 6.1. INTRODUCCIÓN

Se ha realizado un estudio de alternativas de simulación relativo a cuatro posibles configuraciones de reactor biológico con capacidad de eliminación biológica de nitrógeno y fósforo. Dichas configuraciones se corresponden a las de “UCT”, “UCT Modificado”, “A2O” y “Bardenpho de 5 etapas”.

Sobre dichas cuatro configuraciones, a partir de un influente calibrado según el protocolo del software Biowin, se han modelado en el software WEST, y simulado el comportamiento que presentan dichas configuraciones en cuanto a calidad del efluente alcanzada y costes de explotación asociados (oxigenación, bombeos y reactivos), al objeto de compararlos y extraer las posibles conclusiones que indiquen las posibles ventajas que pueda ofrecer un sistema frente a otro.

### 6.2. FRACCIONAMIENTO DEL INFLUENTE Y CALIBRACIÓN DEL MODELO

Para la determinación del fraccionamiento de la totalidad de componentes que requieren las herramientas de simulación matemática mediante modelos de fangos activados (ASM), expresados en gramos de DQO, nitrógeno y fósforo, se ha procedido a utilizar el valor correspondiente al de “Diseño-Invierno”.

Para la determinación del fraccionamiento de la totalidad de componentes que requiere el modelo matemático, se ha procedido en primer lugar a utilizar el diseño a tal efecto disponible. Como suele ocurrir en los casos en los que no se cuenta con un plan analítico específico para caracterización del influente en caso de uso de un modelo matemático, dicha información es limitada, conllevando la aplicación de protocolos de fraccionamiento propios desarrollado para el software Biowin y una posterior auto-evaluación del ajuste del fraccionamiento realizado. De esta forma, se ha realizado un fraccionamiento del influente, el cual es justificado en detalle a continuación.

Se quiere indicar que aunque se ha escogido el protocolo de calibración del software Biowin, se ha simulado con la herramienta informática WEST, al haber una equivalencia de fracciones entre cada uno de los dos modelos utilizados para ambos software (modelo BioWin ASDM en el caso del software Biowin, y el ASM2d de la IWA en el caso del software WEST).

Los datos analíticos fijados para el escenario de “Diseño-Invierno”, han sido los siguientes (correspondientes al influente antes de la decantación primaria, ya con el efecto de los retornos de los espesadores de gravedad y flotación):

PARÁMETRO	PROMEDIO (ppm)
DQO total	605,26
DBO5 total	307,59
NTK	67,88
N-NH4+	36,85
P Total	7,88
SST	273,82

Tabla 1. Valores de concentraciones promedio

Se quiere indicar que la información analítica disponible, si bien ayuda a caracterizar el influente, no permite una completa caracterización única, ya que no se cuentan con valores de gran importancia como los de la fracción soluble de la DQO, tanto en el influente como efluente, lo que hubiera permitido realizar mediante protocolos de fraccionamiento, una caracterización inequívoca de la fracción soluble inerte, y contribuir a la determinación de la fracción soluble biodegradable.

De cualquier forma, con la información disponible, en base al protocolo de fraccionamiento propio desarrollado para el software Biowin y a experiencias en trabajos similares anteriores, se realiza un fraccionamiento del influente, el cual es justificado en detalle a continuación.

#### 6.2.1. Fraccionamiento de los componentes expresados en gramos de DQO

##### 6.2.1.1. Sustrato soluble inerte (Fus)

Para la determinación de la fracción soluble inerte (SI según modelo ASM2d de la IWA, Fus según nomenclatura BioWin ASDM), se ha adoptado el valor de un 5,75% sobre la DQO, el cual ha sido obtenido a partir de datos de bibliografía.

##### 6.2.1.2. Fracción soluble rápidamente biodegradable (Fbs)

Para la determinación de la fracción soluble biodegradable total (Fbs-Readily biodegradable (including Acetate)), se calcula a partir del cálculo de la supuesta cantidad de DQO tras su floculación y paso por filtro de 0,45 micras, es decir, las fracciones solubles inertes y biodegradables (sin considerar la coloidal, que sería retenida en dicho proceso de filtrado), que se ha cifrado en 188,2 ppm, lo que supone que la fracción total soluble en el influente (Fbs) sea de 20,25 % de la DQO total.

6.2.1.3. *Sustrato producto de la fermentación (Fac)*

Siguiendo la secuencia de fraccionamiento comenzada en los apartados anteriores, y habiendo adoptado que la suma de las fracciones Fbs sea del 20,25%, se adopta una concentración de 30,4 ppm para la fracción Fac, por lo que su valor representa el 5,0% de la DQO total, y la diferencia de 15,25% se corresponderá con la fracción Sbsc (*Complex Readily Biodegradable COD*).

 6.2.1.4. *Sustrato particulado inerte (Fus)*

El valor de la fracción asignado al parámetro Fus en este caso proviene de la experiencia y valores recomendados por la bibliografía, situándolo en un 12,0%.

 6.2.1.5. *Sustrato lentamente biodegradable (Fxsp)*

Su valor suele calcularse en base a la diferencia de 100 menos el resto de fracciones conocidas, tanto solubles como particuladas, de manera que el resultado obtenido es de 57,0%.

 6.2.1.6. *Biomasa heterótrofa (FZbh)*

Su valor es habitualmente bajo en el influente de las aguas residuales y posee una muy baja influencia en los resultados de la simulación, ya que su concentración en el reactor viene condicionada por la cantidad de alimento disponible. Esta biomasa crece en función de la cantidad de sustrato soluble que hay en el reactor y, al acabar su ciclo de vida muere, convirtiéndose una fracción de ella en XS y por tanto materia orgánica susceptible de ser consumida como alimento por el resto de bacterias. Por ello se ha adoptado el valor del 5,0%.

 6.2.1.7. *Biomasa autótrofa (FZamob)*

Su presencia en el influente es despreciable, por lo que puede suponerse que su valor es del 0,01%.

 6.2.1.8. *X<sub>PAO</sub>. Biomasa acumuladora de fosfatos (FZbp)*

Su presencia en el influente es despreciable, por lo que puede suponerse que su valor es del 0,01%.

 6.2.2. **Determinación de los componentes expresados en gramos de nitrógeno**

 6.2.2.1. *S<sub>NO</sub>. Nitrato + Nitrito*

Su valor es habitualmente bajo en el agua residual influente, disponiendo de un valor promedio a tal efecto, consistente en 1,38 ppm de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

 6.2.2.2. *S<sub>NH</sub>. Nitrógeno amoniacial*

Al igual que con los nitratos, se dispone de un valor promedio, consistente en 37,1 ppm de N-H<sub>4</sub><sup>+</sup>.

 6.2.2.3. *Nitrógeno orgánico*

Al respecto del nitrógeno orgánico asociado a las diferentes fracciones de la DQO “i”, al haber tomado como criterio de determinación de los valores del amonio a partir del Nt, menos el resto de fracciones que lo componen menos el mencionado NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, ha sido necesario modificar al alza los valores estándar de la bibliografía en cuanto al nitrógeno (un 51,3% de incremento, y sin modificar el valor relativo a la fracción asociada a la biomasa).

	Adoptados (g N/gDQO)	Según IWA (g N/gDQO)
i(N <sub>SI</sub> )	0,01513	0,01
i(N <sub>SF</sub> )	0,04539	0,03
i(N <sub>XI</sub> )	0,04539	0,03
i(N <sub>XBH</sub> )	0,07	0,07
i(N <sub>XS</sub> )	0,061	0,04

 6.2.3. **Determinación de los componentes expresados en gramos de fósforo**

Al respecto del fósforo orgánico asociado a las diferentes fracciones de la DQO “i”, al haber tomado como criterio de determinación de los valores del fosfato a partir del Pt, menos el resto de fracciones que lo componen menos el mencionado PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, se han mantenido las fracciones orgánicas asociadas a las DQO que propone la IWA para el ASM2d.

	Adoptados (g P/gDQO)	Según IWA (g P/gDQO)
i(P <sub>SI</sub> )	0	0
i(P <sub>SF</sub> )	0,01	0,01

	Adoptados (g P/gDQO)	Según IWA (g P/gDQO)
i( $P_{xi}$ )	0,01	0,01
i( $P_{XBH}$ )	0,02	0,02
i( $P_{xs}$ )	0,01	0,01

#### 6.2.4. Fraccionamiento resultante del influente

Con la información anterior introducida, el propio simulador muestra el consecuente fraccionamiento realizado para la DQO, comparando dichos valores con el margen de error máximo permitido para validar dicho fraccionamiento, el cual es mostrado en la parte derecha de la siguiente imagen con sombreado de color verde y amarillo, y en donde se puede observar que el grado de coherencia del fraccionamiento realizado, es para los seis parámetros evaluados (CODt; Soluble COD (GFC); cBOD5; FF COD;fcBOD5 (GFC); VSS; TSS), de “Excelente”, y por lo tanto puede considerarse como chequeado y validado.

Influent COD fractions	Default	Estimate	Notes
<b>Fbs</b>	0,160	0,202	
<b>Fus</b>	0,050	0,058	
<b>Fup</b>	0,130	<b>0,120</b>	
<b>Fzbh</b>	0,020	<b>0,050</b>	
<b>Fxs</b>	0,640	0,570	
<b>Fxsp</b>	0,750	<b>0,745</b>	
Influent values	Measured (From Step 1)	Calculated (Based on fractions above)	Match Status
CODt	607		
Soluble COD (GFC)	243	245	<b>Excellent</b>
FF COD	157	157	<b>Excellent</b>
cBOD5	308	302	<b>Excellent</b>
fcBOD5 (GFC)	150	150	<b>Excellent</b>
VSS	216	218	<b>Excellent</b>
TSS	276	278	<b>Excellent</b>
Calculated concentrations (from CODt & fractions)			
Sus	35	SI	

Xi	73	XI	
Sbs (Sbsc + Sbsa)	123	SF+SA	
Sbsc	92	SF	
Sbsa	30	SA	
Xs (c+p)	345	XS+coloidal que pasa filtro	
Zbh	30	XBH	
Xsc	88	coloidal que pasa filtro	Added to Ss for BOD calcs
Xsp	257	XS	

Como resultado del fraccionamiento realizado, la caracterización del agua residual resultante ha sido el siguiente (tanto en el modelo *BioWin ASDM* com en el *ASM2d* de la IWA en el caso del software WEST:

Nomenclatura ASDM Biowin	ASDM Biowin	Nomenclatura ASM2d IWA (WEST)
<b>Nombre</b>	<b>Fracción</b>	
Fbs - Readily biodegradable (including Acetate) [gCOD/g of total COD]	0,202	S <sub>F+SA</sub>
	0,247	% de acetato dentro de (S <sub>F+SA</sub> )
Fac - Acetate [gCOD/g of readily biodegradable COD]		
Fxsp - Non-colloidal slowly biodegradable [gCOD/g of slowly degradable COD]	0,745	No existente en ASM2d
Fus - Unbiodegradable soluble [gCOD/g of total COD]	0,058	S <sub>I</sub>
Fup - Unbiodegradable particulate [gCOD/g of total COD]	0,120	X <sub>I</sub>
Fna - Ammonia [gNH3-N/gTKN]	0,543	S <sub>NH</sub>
Fnox - Particulate organic nitrogen [gN/g Organic N]	0,500	
Fnus - Soluble unbiodegradable TKN [gN/gTKN]	0,020	
FupN - N:COD ratio for unbiodegradable part. COD [gN/gCOD]	0,035	
Fpo4 - Phosphate [gPO4-P/gTP]	0,277	S <sub>P0</sub>
FupP - P:COD ratio for influent unbiodegradable part. COD [gP/gCOD]	0,011	
FZbh - Non-poly-P heterotrophs [gCOD/g of total COD]	0,0500	X <sub>BH</sub>
FZbm - Anoxic methanol utilizers [gCOD/g of total COD]	0,0001	
FZaob - Ammonia oxidizers [gCOD/g of total COD]	0,0001	
FZnob - Nitrite oxidizers [gCOD/g of total COD]	0,0001	
FZamob - Anaerobic ammonia oxidizers [gCOD/g of total COD]	0,0001	

Nomenclatura ASDM Biowin		ASDM Biowin	Nomenclatura ASM2d IWA (WEST)
Nombre		Fracción	
FZbp - PAOs [gCOD/g of total COD]		0,0001	
FZbpa - Propionic acetogens [gCOD/g of total COD]		0,0001	
FZbam - Acetoclastic methanogens [gCOD/g of total COD]		0,0001	
FZbhm - H <sub>2</sub> -utilizing methanogens [gCOD/g of total COD]		0,0001	
FZe - Endogenous products COD fraction [gCOD/g of total COD]		0,0000	

Tabla 2. Fraccionamiento del agua bruta según modelo usado en Biowin y ASM2d

Fracción total Soluble	Fracción total particulada
7,94%	92,06%
Nomenclatura ASM2d IWA	% DQO
S <sub>I</sub>	1,15
S <sub>F</sub> +S <sub>A</sub>	6,79
S <sub>A</sub>	2,18
X <sub>I</sub>	17,0
X <sub>H</sub>	5,46
X <sub>S</sub>	57,07
TOTAL	100

Tabla 4. Concentraciones de los retornos calculadas para la DQO

Concentraciones calculadas			Fracciones en modelo
Nomenclatura ASDM Biowin	Valor (ppm)	Nomenclatura ASM2d IWA	
Sus	35	S <sub>I</sub>	5,75%
Xi	73	X <sub>I</sub>	12,00%
Sbs (Sbsc + Sbsa)	123	S <sub>F</sub> +S <sub>A</sub>	20,25%
Sbsc	93	S <sub>F</sub>	15,25%
Sbsa	30	S <sub>A</sub>	5,00%
Xs (c+p)	345	X <sub>S</sub> +coloidal que pasa filtro	57,00%
Zbh	30	X <sub>BH</sub>	5,00%
Xsc	88	coloidal que pasa filtro	14,54%
Xsp	257	X <sub>S</sub>	42,47%
SUMA TOTAL FRACCIONES DQO			100,0%

Tabla 3. Concentraciones y fracciones del agua bruta calculadas para la DQO, según modelo Biowin y ASM2d

### 6.3. FRACTIONAMIENTO DE LOS RETORNOS

El simulador contempla, además de la entrada del agua bruta, los retornos relativos al efluente procedente de la deshidratación, el cual es directamente introducido a cabecera del reactor biológico, junto al influente de agua bruta (incluso retornos ya incorporados de los sobrenadantes de los espesamientos) previamente decantado.

Su fraccionamiento ha sido obtenido a partir de relaciones habituales entre las fracciones particuladas y solubles que presenta ese tipo de retornos, habiendo obtenido el siguiente:

El fraccionamiento anterior, transformado a nomenclatura del modelo Biowin ASDM:

Nomenclatura ASDM Biowin		Nomenclatura ASM2d IWA
Nombre	Fracción	
Fbs - Readily biodegradable (including Acetate) [gCOD/g of total COD]	0,068	S <sub>F</sub> +S <sub>A</sub>
Fac - Acetate [gCOD/g of readily biodegradable COD]	0,321	% de acetato dentro de (S <sub>F</sub> +S <sub>A</sub> )
Fxsp - Non-colloidal slowly biodegradable [gCOD/g of slowly degradable COD]	0,820	No existente en ASM2d
Fus - Unbiodegradable soluble [gCOD/g of total COD]	0,0115	S <sub>I</sub>
Fup - Unbiodegradable particulate [gCOD/g of total COD]	0,170	X <sub>I</sub>
Fna - Ammonia [gNH3-N/gTKN]	0,779	S <sub>NH</sub>
Fnox - Particulate organic nitrogen [gN/g Organic N]	0,500	
Fnus - Soluble unbiodegradable TKN [gN/gTKN]	0,020	
FupN - N:COD ratio for unbiodegradable part. COD [gN/gCOD]	0,035	
Fpo4 - Phosphate [gPO4-P/gTP]	0,926	S <sub>P</sub>
FupP - P:COD ratio for influent unbiodegradable part. COD [gP/gCOD]	0,011	
FZbh - Non-poly-P heterotrophs [gCOD/g of total COD]	0,0546	X <sub>BH</sub>
FZbm - Anoxic methanol utilizers [gCOD/g of total COD]	0,0001	
FZaob - Ammonia oxidizers [gCOD/g of total COD]	0,0001	
FZnob - Nitrite oxidizers [gCOD/g of total COD]	0,0001	
FZamob - Anaerobic ammonia oxidizers [gCOD/g of total COD]	0,0001	
FZbp - PAOs [gCOD/g of total COD]	0,0001	

Nomenclatura ASDM Biowin			Nomenclatura ASM2d IWA
Nombre	Fracción		
FZbpa - Propionic acetogens [gCOD/g of total COD]	0,0001		
FZbam - Acetoclastic methanogens [gCOD/g of total COD]	0,0001		
FZbhm - H2-utilizing methanogens [gCOD/g of total COD]	0,0001		
FZe - Endogenous products COD fraction [gCOD/g of total COD]	0,0000		

Tabla 5. Fraccionamiento de los retornos según modelo usado en Biowin y West (ASM2d)

Concentraciones calculadas			Fracciones
Nomenclatura ASDM Biowin	Valor (ppm)	Nomenclatura ASM2d IWA	
Sus	3	SI	<b>0,0115</b>
Xi	43	XI	<b>0,1700</b>
Sbs (Sbsc + Sbsa)	17	SF+SA	<b>0,0679</b>
Sbsc	12	SF	0,0461
Sbsa	5	SA	0,0218
Xs (c+p)	175	XS+coloidal que pasa filtro	<b>0,6960</b>
Zbh	14	XBH	<b>0,0546</b>
Xsc	32	coloidal que pasa filtro	0,1253
Xsp	144	XS	0,5707
SUMA TOTAL FRAZIONES DQO			<b>1,000</b>

Tabla 6. Concentraciones y fracciones del agua bruta calculadas para la DQO, según modelo Biowin y West (ASM2d)

Con la información anterior introducida, el propio simulador muestra el consecuente fraccionamiento realizado para la DQO, comparando dichos valores con el margen de error máximo permitido para validar dicho fraccionamiento, el cual es mostrado en la parte derecha de la siguiente imagen con sombreado de color verde y amarillo, y en donde se puede observar que el grado de coherencia del fraccionamiento realizado, es para cuatro parámetros evaluados (CODt; FF COD; fcBOD5 (GFC); VSS; TSS), de "Excelente", y de "Aceptable" para dos de ellos (Soluble COD (GFC) y cBOD5); por lo tanto puede considerarse como chequeado y validado.

Influent COD fractions	Default	Estimate	Notes
Fbs	0,160	0,068	
Fus	0,050	0,012	
Fup	0,130	<b>0,170</b>	

<b>Fzbh</b>	0,020	<b>0,055</b>	
Fxs	0,640	0,696	
<b>Fxsp</b>	0,750	<b>0,820</b>	
<b>Influent values</b>	<b>Measured (From Step 1)</b>	<b>Calculated (Based on fractions above)</b>	<b>Match Status</b>
CODt	252		
Soluble COD (GFC)	50	52	<b>Acceptable</b>
FF COD	20	20	<b>Excellent</b>
cBOD5	101	118	<b>Acceptable</b>
fcBOD5 (GFC)	35	34,5	<b>Excellent</b>
VSS	111	112	<b>Excellent</b>
TSS	171	172	<b>Excellent</b>
<b>Calculated concentrations (from CODt &amp; fractions)</b>			
Sus	3	SI	
Xi	43	XI	
Sbs (Sbsc + Sbsa)	17	SF+SA	
Sbsc	12	SF	
Sbsa	5	SA	
Xs (c+p)	175	XS+coloidal que pasa filtro	
Zbh	14	XBH	
Xsc	32	coloidal que pasa filtro	
Xsp	144	XS	

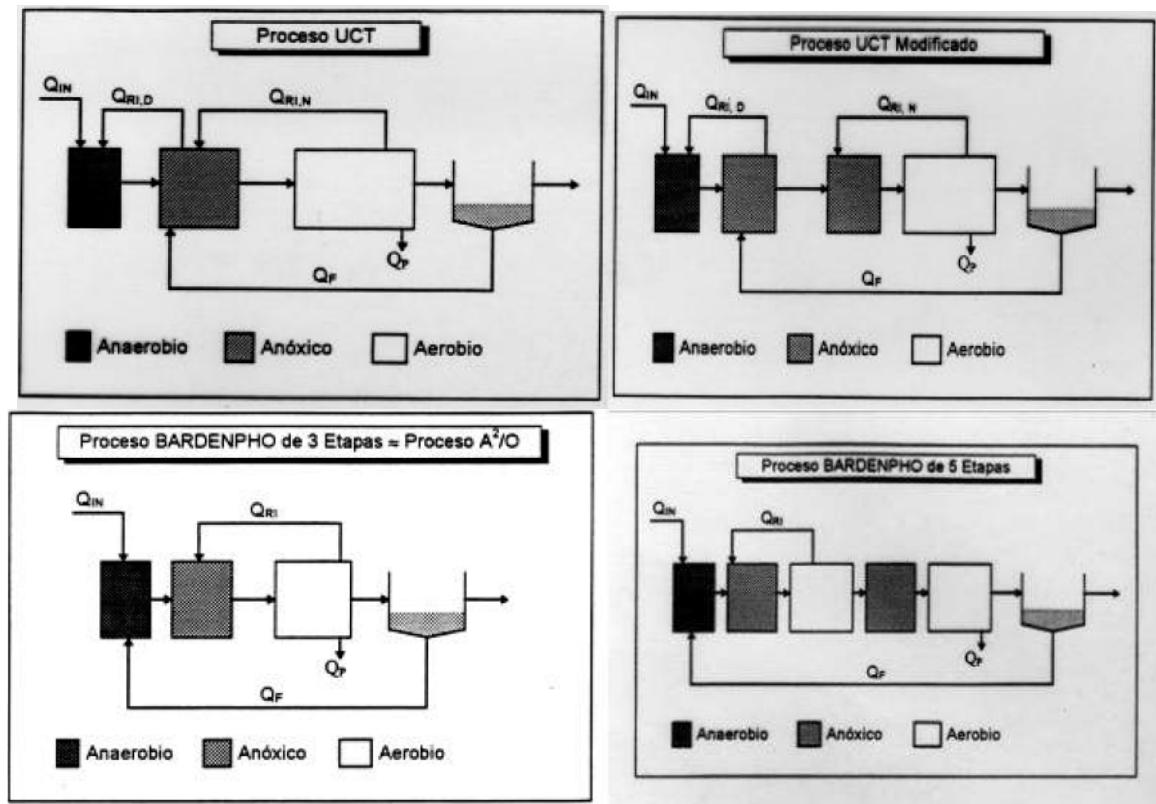
### 6.3.1. Calibración de coeficientes cinéticos y estequiométricos

Se ha adoptado el criterio de mantener los valores oficiales del modelo utilizado para la simulación (ASM2d en el software WEST) relativos a coeficientes cinéticos y estequiométricos. Resulta de práctica habitual y muy recomendable, mantener dichos valores que ofrece el modelo por defecto en todos aquellos estudios que no cuentan con un proceso de calibración y validación del modelo.

#### 6.4. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

En primer lugar, se ha realizado un estudio relativo a cuatro posibles configuraciones de reactor biológico con capacidad de eliminación biológica de nitrógeno y fósforo. Dichas configuraciones se corresponden a las de “UCT”, “UCT Modificado”, “A2O” y “Bardenpho de 5 etapas”.

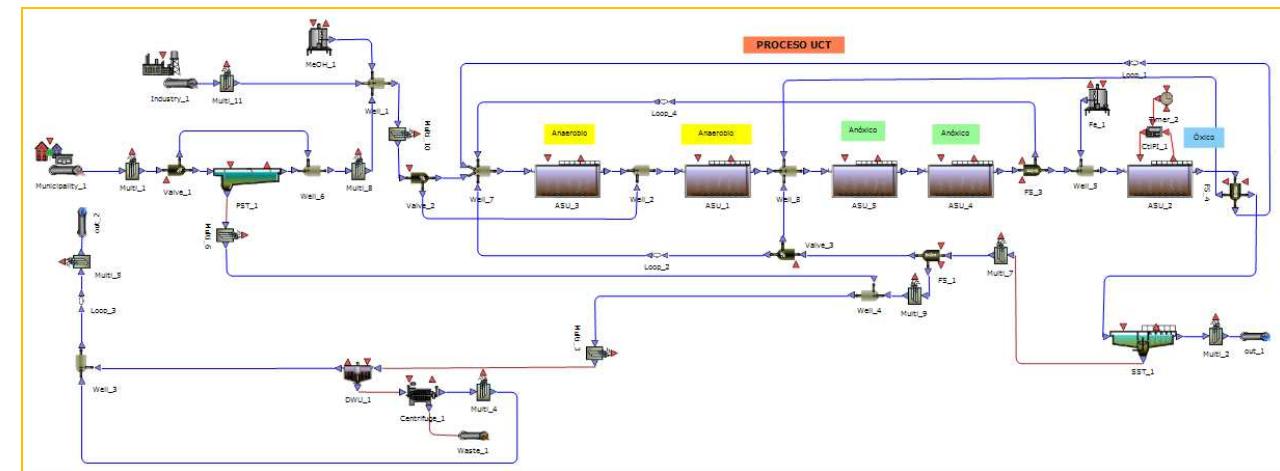
Esquemáticamente, dichas configuraciones se corresponden con las de los siguientes cuatro diagramas:



En el diagrama anterior, en negro se representan las zonas anaerobias, en gris las anóxicas y en blanco las óxicas.

Sobre dichas cuatro configuraciones, se han modelado en el software WEST, y simulado el comportamiento que presentan dichas configuraciones en cuanto a calidad del efluente alcanzada y costes de explotación asociados (agitación, oxigenación, bombeos y reactivos), al objeto de compararlos y extraer las posibles conclusiones que indiquen las posibles ventajas que pueda ofrecer un sistema frente a otro.

La configuración UCT generada en WEST, es la que se muestra en la siguiente imagen:

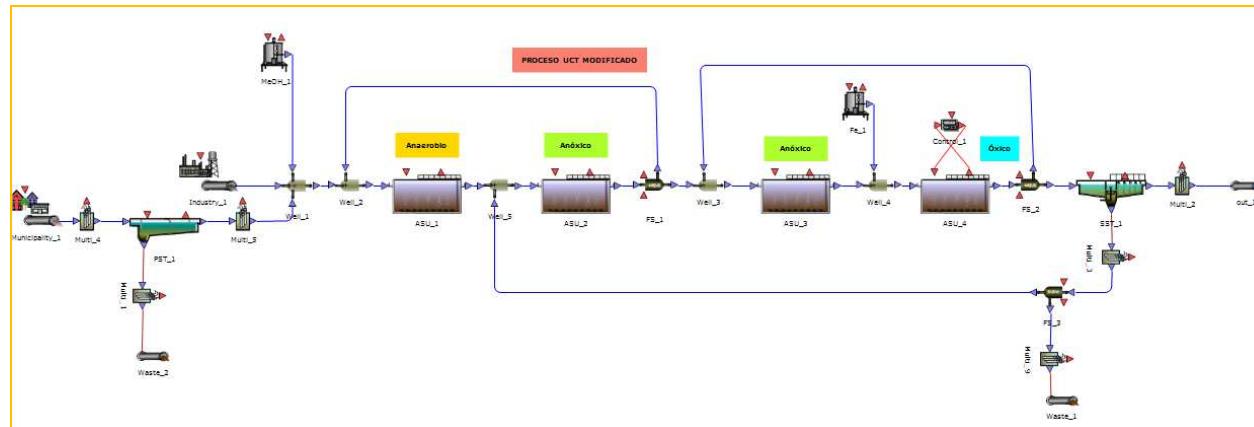


Tal y como se observa en el diagrama anterior, se han representado los siguientes aspectos:

- Influente de agua bruta antes de ser decantado, con los retornos de los espesadores ya incorporados, y que se cuenta con el bloque operacional de la decantación primaria.
- Influente diferenciado, tras la decantación primaria, relativo a los retornos procedentes de la deshidratación.
- Bombeos internos, además de los de purgas de fangos secundarios y primarios, relativos a:
  - De zona óxica a zona anóxica.
  - De decantador secundario a zona anóxica.
  - De zona anóxica a zona anaerobia.
- Control de la aireación mediante sistema Proporcional/Integral (PI) con posibilidad de temporización de periodos de marcha y paro.
- Posibilidad de adición de reactivos químicos para mejora de la desnitrificación (glicerina) y eliminación química de fósforo (cloruro férrico).



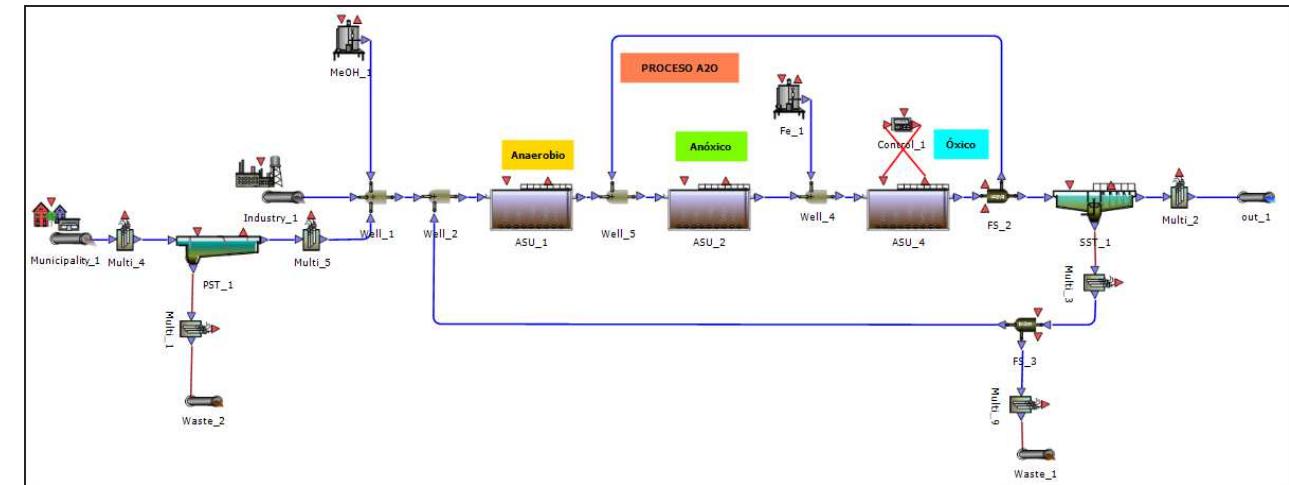
La **configuración UCT modificado** generada en WEST, es la que se muestra en la siguiente imagen:



Tal y como se observa en el diagrama anterior, se han representado los siguientes aspectos:

- Influente de agua bruta antes de ser decantado, con los retornos de los espesadores ya incorporados, y que se cuenta con el bloque operacional de la decantación primaria.
- Influente diferenciado, tras la decantación primaria, relativo a los retornos procedentes de la deshidratación.
- Bombeos internos, además de los de purgas de fangos secundarios y primarios, relativos a:
  - De zona óxica a zona anóxica 2.
  - De decantador secundario a zona anóxica 1.
  - De zona anóxica 1 a zona anaerobia.
- Control de la aireación mediante sistema Proporcional/Integral (PI) con posibilidad de temporización de periodos de marcha y paro.
- Posibilidad de adición de reactivos químicos para mejora de la desnitrificación (glicerina) y eliminación química de fósforo (cloruro férrico).

La **configuración A<sup>2</sup>O** generada en WEST, es la que se muestra en la siguiente imagen:

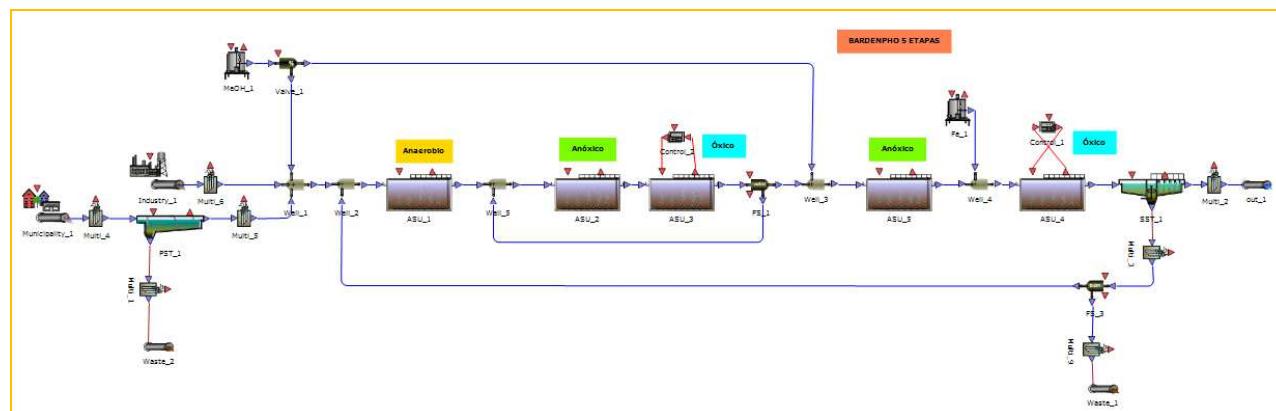


Tal y como se observa en el diagrama anterior, se han representado los siguientes aspectos:

- Influente de agua bruta antes de ser decantado, con los retornos de los espesadores ya incorporados, y que se cuenta con el bloque operacional de la decantación primaria.
- Influente diferenciado, tras la decantación primaria, relativo a los retornos procedentes de la deshidratación.
- Bombeos internos, además de los de purgas de fangos secundarios y primarios, relativos a:
  - De decantador secundario a zona anaerobia.
  - De zona óxica a zona anóxica.
- Control de la aireación mediante sistema Proporcional/Integral (PI) con posibilidad de temporización de periodos de marcha y paro.
- Posibilidad de adición de reactivos químicos para mejora de la desnitrificación (glicerina) y eliminación química de fósforo (cloruro férrico).



La **configuración Bardenpho de 5 etapas** generada en WEST, es la que se muestra en la siguiente imagen:



Tal y como se observa en el diagrama anterior, se han representado los siguientes aspectos:

- Influente de agua bruta antes de ser decantado, con los retornos de los espesadores ya incorporados, y que se cuenta con el bloque operacional de la decantación primaria.
- Influente diferenciado, tras la decantación primaria, relativo a los retornos procedentes del tratamiento de la deshidratación.
- Bombeos internos, además de los de purgas de fangos secundarios y primarios, relativos a:
  - De primera zona óxica a zona anóxica.
  - De decantador secundario a zona anaerobia.
- Control de la aireación mediante sistema Proporcional/Integral (PI) con posibilidad de temporización de periodos de marcha y paro.
- Posibilidad de adición de reactivos químicos para mejora de la desnitrificación (glicerina, en última zona anóxica) y eliminación química de fósforo (cloruro férrico)

A continuación, se expone los resultados obtenidos y las estrategias de explotación optimizadas que consiguen una calidad del efluente por debajo de los valores exigidos en pliego en cuanto a materia orgánica (expresada en DQO, DBO<sub>5</sub> y SS), así como en los diferentes componentes nitrogenados y fosfatados exigidos según autorización de vertido, para cada una de las cuatro configuraciones de reactores expuestas (UCT, UCT Modificado, A<sup>2</sup>O y Bardenpho 5 etapas).

Se quiere mencionar que, debido a las características del fraccionamiento del influente realizado, con una caracterización de las diferentes fracciones particuladas y solubles, tanto biodegradables como inertes, el

criterio adoptado de rendimiento de eficiencia de retención de fracciones particuladas ha sido condicionado al objeto de que sea de un 10% en el caso del NTK y del 15% en el del Pt, ambos coincidentes con los criterios de rendimientos aplicados en el dimensionamiento de la EDAR. Este hecho implica que la eficiencia de eliminación de la DQO sea del 20% en lugar del 35% utilizado en el mencionado dimensionamiento (por las razones argumentadas del fraccionamiento aplicado al influente y el rendimiento de retención condicionado de las fracciones particuladas en la decantación primaria). De esta manera, mientras el estudio de simulación expuesto representa un escenario concreto de diseño, el del dimensionamiento representa otro escenario de diseño más exigente y de máximos, con menos DQO disponible en el agua bruta de entrada, que conlleva una mayor demanda de sustrato soluble externo (glicerina), y por ende una mayor producción de fangos.

Parámetro	Unidades	UCT Invierno (14°C)	UCT MODIFICADO Invierno (14°C)	A <sup>2</sup> O Invierno (14°C)	Bardenpho 5 Etapas (14°C)
DATOS DE OPERACIÓN					
Temperatura	°C	14,0	14,0	14,0	14,0
Edad del fango	d	12,8	11,2	14,0	13,3
QIN	m <sup>3</sup> /d	52.502	52.502	52.502	52.502
%Anaerobia 1	%	100	100	100	100
%PreAnóxica	%	0	0	0	0
Q Rec. Externa	m <sup>3</sup> /d	53.070	51.765	52.224	52.112
	%	101%	99%	99%	99%
QRI (Óxica a Anóxica)	m <sup>3</sup> /d	300.000	300.000	315.000	180.000
	%	571%	571%	600%	343%
QRI (Anóxica a Anaerobia)	m <sup>3</sup> /d	104.040	104.040	0	0
		198%	198%	0%	0%
Qpurga primario	m <sup>3</sup> /d	360	360	360	360
Qpurga secundario	m <sup>3</sup> /d	1.930	2.235	1.776	1.888
DQO	ppm	605	605	605	605
DBO <sub>5</sub>	ppm	308	308	308	308
Nt	ppm	69,3	69,3	69,3	69,3
NTK	ppm	67,9	67,9	67,9	67,9
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	ppm	36,9	36,9	36,9	36,9
Pt	ppm	7,9	7,9	7,9	7,9
P-PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	ppm	3,9	3,9	3,9	3,9
Carga DQO	kg/d	31.777	31.777	31.777	31.777
Carga DB <sub>5</sub> O	kg/d	16.149	16.149	16.149	16.149
Carga Nt	kg/d	3.636	3.636	3.636	3.636

Parámetro	Unidades	UCT Invierno (14°C)	UCT MODIFICADO Invierno (14°C)	A <sup>2</sup> O Invierno (14°C)	Bardenpho 5 Etapas (14°C)
Carga NTK	kg/d	3.564	3.564	3.564	3.564
Carga NH4+	kg/d	1.935	1.935	1.935	1.935
Carga Pt	kg/d	414	414	414	414
Carga P-PO4-	kg/d	203	203	203	203
Volumen total anaerobio	m <sup>3</sup>	3.713	3.713	3.713	3.713
Volumen total anóxico	m <sup>3</sup>	24.462	24.462	24.462	28.529
Volumen total óxico	m <sup>3</sup>	24.405	24.405	24.405	20.338
OD_Oxico2_SP	mg/l	2,0	2,0	1,8	1,6
<b>RESULTADOS SIMULACIÓN</b>					
DQOt efl.	mg/l	56,5	56,5	56,2	56,1
DBO5t efl.	mg/l	8,83	9,4	8,3	8,7
SSTef	mg/l	20,01	19,8	20,0	19,9
Nt	mgN/l	9,7	9,8	9,6	9,3
N-NH4+	mgN/l	1,75	1,87	1,46	0,89
N-NO3-	mgN/l	5,99	6,02	6,28	6,76
Pt	mgN/l	0,73	0,63	0,76	0,70
P-PO4-	mgN/l	0,10	0,09	0,09	0,07
Carga DQO	kg/d	2.966	2.967	2.948	2.946
Carga DBO5	kg/d	463,6	495,6	435,8	456,8
Carga Nt	kg/d	506,6	514,5	504,0	488,3
Carga N-NH4+	kg/d	91,9	98,2	76,7	46,7
Carga N-NO3-	kg/d	314	316	330	355
Carga Pt	kg/d	38,3	33,1	39,9	36,8
Carga P-PO4-	kg/d	5,3	4,7	4,7	3,6
SSTLM (zona anaerobia)	mg/l	2.067	2.015	2.992	2.984
SSTLM (zona anóxica)	mg/l	3.007	2.995	2.995	2.990
SSTLM (zona óxica)	mg/l	2.999	3.001	2.988	2.989
Consumo de FeCl <sub>3</sub>	m <sup>3</sup> /d	0,0	0,0	0,0	0,0
Consumo de sustrato externo	m <sup>3</sup> /d	2,0	4,5	1,2	1,3
Equivalencia del sustrato a kg de DQO	kgDQO/d	2.996	6.740	1.797	1.947
Caudal de purga de fangos 2º	m <sup>3</sup> /d	1.930	2.235	1.776	1.888
Concentración fangos 2º	ppm	6.028	6.029	6.090	6.053
Kilogramos de fango 2º a espesar	kg MS/d	11.634	13.475	10.816	11.428
Consumo O <sub>2</sub> total	kg/d	18.248	19.667	18.179	17.580
Consumo total energético	kWh/d	28.514	29.262	24.874	19.127
Consumo energía oxigenación	kWh/d	10.138	10.926	10.099	9.767

Parámetro	Unidades	UCT Invierno (14°C)	UCT MODIFICADO Invierno (14°C)	A <sup>2</sup> O Invierno (14°C)	Bardenpho 5 Etapas (14°C)
Energía bombeos	kWh/d	18.376	18.336	14.774	9.360
Q Rec. Externa	kWh/d	2.123	2.071	2.089	2.084
QRI (Óxica a Anóxica)	kWh/d	12.000	12.000	12.600	7.200
QRI (Anóxica a Anaerobia)	kWh/d	4.162	4.162	0	0
Qpurga 1º	kWh/d	14,4	14,4	14,4	14,4
Qpurga 2º	kg/d	77,2	89,4	71,0	75,5

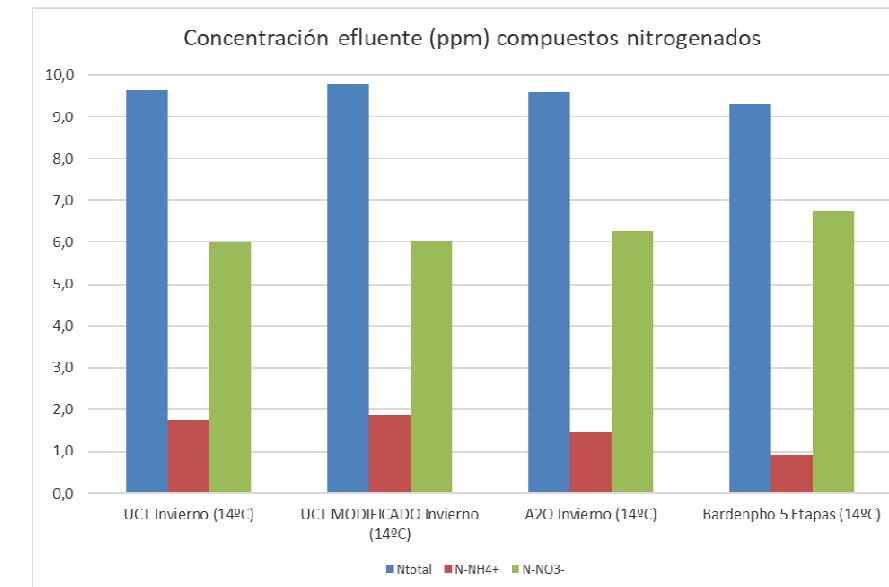
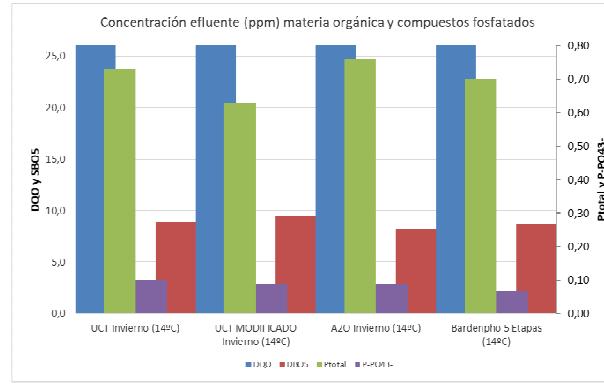
Sobre el conjunto de las cuatro configuraciones simuladas de diseño de la instalación correspondientes a “invierno-14°C”, destacan los siguientes aspectos:

- La planta cumple en cualquiera de los escenarios analizados con las exigencias de vertido, y con cierta holgura, ya que las concentraciones de SSLM con las que se ha operado en la cámara óxica (la que registra concentración) son en torno a 3.000 ppm el cual, llegado el caso, podría ser ligeramente aumentado para trabajar con una mayor concentración de SSLM si la carga contaminante influente fuese superior a la considerada en la simulación. En el conjunto del reactor, se exponen las concentraciones de SSLM obtenidas:

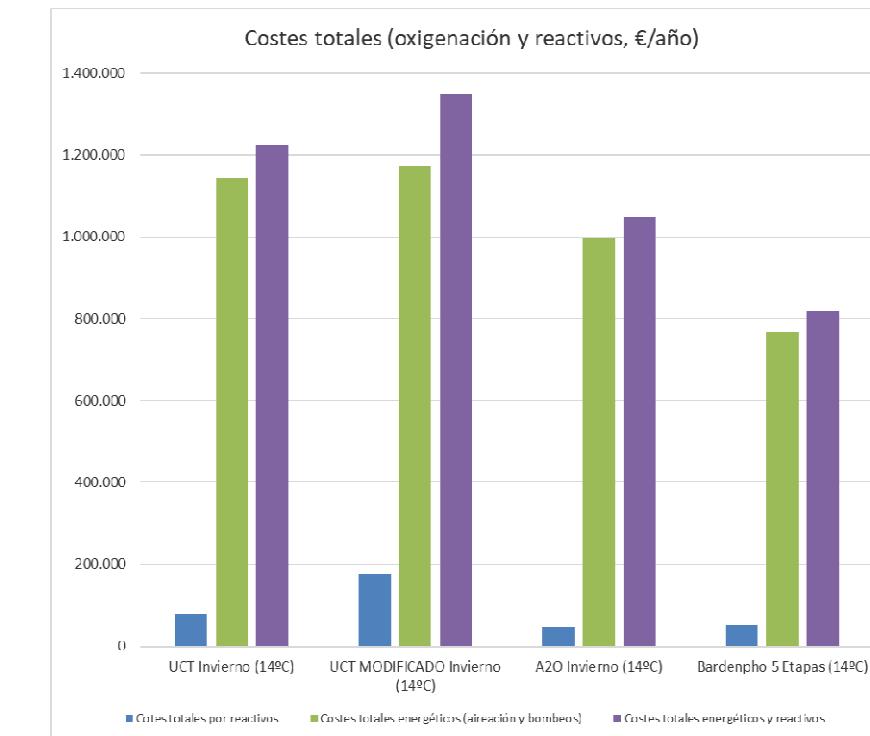
Parámetro	Unidades	UCT Invierno (14°C)	UCT MODIFICADO Invierno (14°C)	A <sup>2</sup> O Invierno (14°C)	Bardenpho 5 Etapas (14°C)
SSTLM (zona anaerobia)	mg/l	2.067	2.015	2.992	2.984
SSTLM (zona anóxica)	mg/l	3.007	2.995	2.995	2.990
SSTLM (zona óxica)	mg/l	2.999	3.001	2.988	2.989

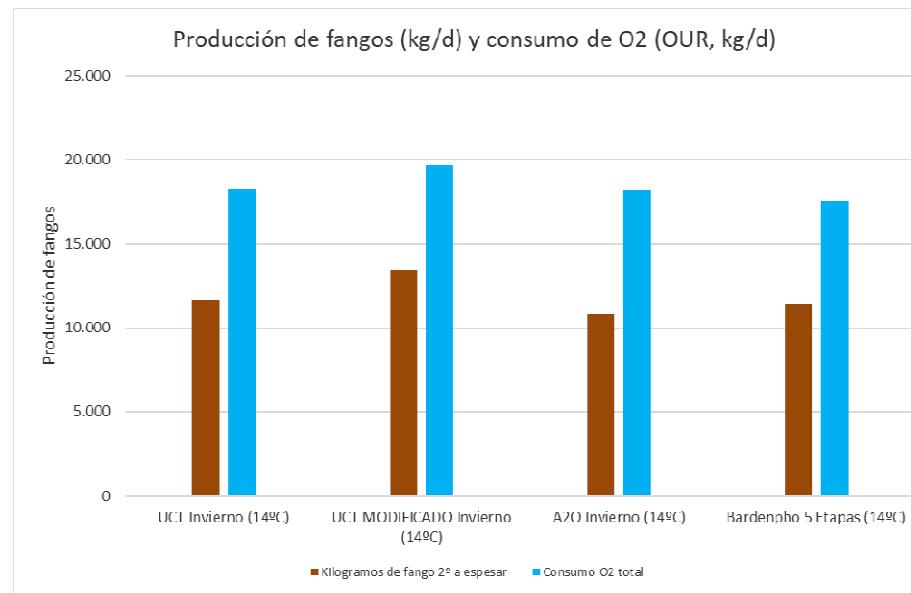
Se quiere mencionar que dichos valores de los SSLM obtenidos en la simulación de cada cámara del reactor es consecuencia de un cálculo y no de una hipótesis de funcionamiento, ya que es en función de las cargas contaminantes de entrada, temperatura del licor mezcla, y diferentes parámetros de operación (caudal de purga, consignas de oxigenación, caudales de recirculación, etc...). Es por ello que dicho valor de SSLM es una consecuencia de la forma de operación, y no es por tanto un grado de libertad, asemejándose a la realidad de la explotación de la planta, en la que el valor de la concentración de los SSLM se obtiene como una consecuencia del resto de condicionantes indicados.

- La calidad del efluente conseguida en cuanto al fósforo, se ha obtenido sin necesidad de adicionar reactivo químico para su precipitación en todos los casos. En las dos configuraciones que contienen la recirculación interna desde zona anóxica a zona anaerobia (UCT y UCT Modificado), se ha comprobado que resultaba conveniente aplicar el máximo caudal posible del 200% (104.040 m<sup>3</sup>/d), y en el caso de la configuración UCT, se ha reducido el caudal de recirculación interna de zona óxica a anóxica hasta el mínimo posible que, permitiendo cumplir el valor del nitrógeno total, permitía mejorar al máximo las cualidades de eliminación biológica de fósforo en la zona anóxica, por una menor recirculación de nitratos y oxígeno.
- La calidad del efluente conseguida en cuanto al nitrógeno, se ha alcanzado aplicando ratios variables, desde el 600% en el caso del sistema A<sup>2</sup>O, hasta el 343% en el sistema Bardenpho de 5 etapas.
  - El valor del nitrógeno total ha sido cumplido en todas las configuraciones, aunque con valores ligeramente por debajo de los 10 ppm considerados como límite de vertido.
  - En cuanto al nitrógeno amoniacal (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), su valor ha sido nitrificado con cierta holgura en el caso del sistema Bardenpho de 5 etapas, lo que denota la robustez de la configuración óxica prevista.
  - Respecto a los nitratos (N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), en las cuatro configuraciones analizadas ha sido necesario añadir dosis de sustrato soluble externo (glicerina), para de esta forma compensar la falta de materia orgánica biodegradable necesaria para la desnitrificación, aunque con menor aporte en los sistemas A<sup>2</sup>O y Bardenpho de 5 etapas respecto a las otras dos.



- La producción de fangos secundarios resulta superior en aquellos escenarios con mayor adición de glicerina, siendo por lo tanto la de mayor producción la de la configuración UCT Modificado (+24,6%), y en segundo lugar la del proceso UCT (+7,6%), frente a la de mínima producción que representa el de Bardenpho de 5 etapas. En cuanto a los consumos de oxígeno, son mayores en aquellas configuraciones en las que hay una mayor inyección de glicerina.





También se concluye que la configuración “UCT modificado” es la que mayores costes de operación implica; por ello, esta configuración no ha sido considerada en el diseño del reactor biológico proyectado, que sí podrá operarse en cualquier momento en cualquiera de las otras configuraciones estudiadas: “UCT”, “A<sup>2</sup>O” y “Bardenpho de 5 etapas”.

- Los valores anteriores muestran que la configuración Bardenpho de 5 etapas sería la de menores costes tanto por reactivos, como energéticos, lo que sumado al cumplimiento de la calidad de vertido exigida, haría de esta configuración la más competitiva desde el punto de vista de operación.

## 6.5. CONCLUSIONES

Se ha realizado un estudio de simulación relativo a cuatro posibles configuraciones de reactor biológico con capacidad de eliminación biológica de nitrógeno y fósforo. Dichas configuraciones se corresponden a las de “UCT”, “UCT Modificado”, “A<sup>2</sup>O” y “Bardenpho de 5 etapas”.

Sobre dichas cuatro configuraciones, a partir de un influente calibrado según el protocolo del software BIOWIN, se han modelado en el software WEST, y simulado el comportamiento que presentan dichas configuraciones en cuanto a calidad del efluente alcanzada y costes de explotación asociados (oxigenación, bombeos y reactivos), al objeto de compararlos y extraer las posibles conclusiones que indiquen las posibles ventajas que pueda ofrecer un sistema frente a otro.

Se ha comprobado que las cuatro configuraciones son capaces de cumplir con la calidad exigida al efluente, aunque con variaciones significativas en los consumos de reactivos químicos y en las necesidades de oxigenación y consumos energéticos asociados a los bombeos implicados.

Como resultado, se ha concluido que la configuración “Bardenpho de 5 etapas” sería la de menores costes de operación tanto por reactivos, como energéticos, lo que sumado al cumplimiento de la calidad de vertido exigida, haría de esta configuración la más competitiva.