

## **ANEJO 7**

### **DIMENSIONAMIENTO**

## Datos de partida

### Población y cargas contaminantes

Población equivalente (hab-eq)	2.500,0
Dotación (L/hab/d)	250,0
Carga de DBO <sub>5</sub> (g/hab-eq/d)	60,0
Carga de SS (g/hab-eq/d)	75,0
Carga de DQO (g/hab-eq/d)	120,0
Carga de NTK (g/hab-eq/d)	12,0
Carga de PT (g/hab-eq/d)	2,0
Carga de aceites y grasas (g/hab-eq/d)	10,5

### Caudales de diseño

Díario (m <sup>3</sup> /d)	625,0
Horario	
Medio (Qd/24) (m <sup>3</sup> /h)	26,0
Punta (3 x Qm) (m <sup>3</sup> /h)	78,1
Máximo (5 x Qm) (m <sup>3</sup> /h)	130,2

### Cargas contaminantes

#### DBO<sub>5</sub>

Carga diaria (kg/d)	150,0
Concentración media (mg/L)	240,0
Concentración máxima (mg/L)	360,0

#### SS

Carga diaria (kg/d)	187,5
Concentración media (mg/L)	300,0
Concentración máxima (mg/L)	450,0

#### DQO

Carga diaria (kg/d)	300,0
Concentración media (mg/L)	480,0
Concentración máxima (mg/L)	720,0

#### NTK

Carga diaria (kg/d)	30,0
Concentración media (mg/L)	48,0
Concentración máxima (mg/L)	72,0

**Fósforo total**

Carga diaria (kg/d)	5,0
Concentración media (mg/L)	8,0
Concentración máxima (mg/L)	12,0

**Aceites y grasas**

Carga diaria (kg/d)	26,3
Concentración media (mg/L)	42,0
Concentración máxima (mg/L)	63,0

<b>Temperaturas de diseño</b>
-------------------------------

Temperatura mínima del agua residual (°C)	14,0
Temperatura máxima del agua residual (°C)	22,0

## Resultados a obtener

Característica del efluente	Sobre 24 horas
DBO <sub>5</sub> (mg/L)	25,0
SS (mg/L)	35,0
DQO (mg/L)	125,0

Además de ello, el agua será clara, sin coloración y no tendrá olor desagradable.

Características del fango	
Sequedad mínima tras deshidratación (%)	22,0
Estabilidad (% SSV)	60,0

## Llegada de agua bruta

### By-pass general

Caudal máximo a by-pass (m <sup>3</sup> /h)	130,2
Diámetro colector (mm)	400

### Protección de las bombas

Tipo de reja	Reja automática
Luz entre barrotes (mm)	25
Ancho de canal (mm):	500

### Producción y almacenamiento de residuos

Índice produc. resid. (L/1.000heq/d)	20,0
Volumen diario de residuos (L/d)	50,0
Tipo	Contenedor metálico
Nº de unidades	1
Capacidad unitaria (m <sup>3</sup> )	0,8
Capacidad de almacenamiento (d)	16,0

### Equipo de elevación agua bruta

#### Caudales

Medio (m <sup>3</sup> /h)	26,0
Punta (m <sup>3</sup> /h)	78,1
Máximo (m <sup>3</sup> /h)	130,2

Relación Qmax/Qm	5,0
------------------	-----

#### Equipo de bombeo

Tipo	Centrífuga sumergible
Regulación	Sonda de Nivel
Número de unidades	
Instaladas	3
En funcionamiento	3
Caudal	
Mínimo unitario(m <sup>3</sup> /h)	43,4
Unitario adoptado (m <sup>3</sup> /h)	43,6
Altura de impulsión (m.c.a)	6,0
Número máximo arranques/hora	8,0

## Pozo de bombeo

### Dimensiones mínimas

Longitud (m)	2,3
Anchura	
Separación entre eje bombas (m)	1,0
Anchura mínima (m)	3,0
Anchura seleccionada (m)	3,2

$$\text{Mínimo Volúmen útil} = \frac{\text{Tiempo entre arranques} \times \text{Caudal bomba}}{4}$$

Volumen mínimo útil por bomba (m <sup>3</sup> )	1,36
Altura útil por bomba (m)	0,19
Altura sumergencia bombas (m)	0,50
Separación alarma - parada B1 (m)	0,15
Separación entre puntos control (m)	0,15
Intervalo de control niveles máx y mín (m)	0,49
Altura mínima lámina de agua (m)	1,14

### Dimensiones útiles

Longitud (m)	2,3
Anchura (m)	3,2
Altura lámina de agua (m)	1,1
Volumen útil (m <sup>3</sup> )	8,4

### Tiempo de retención

A Qm (min)	19,2
A Qp (min)	6,4
A Qmax (min)	3,8

## Pretratamiento

### Equipo compacto prefabricado

#### Caudales

Caudal medio ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	26,0
Caudal punta ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	78,1
Caudal máximo ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	130,2

#### Tipo de equipo

Planta de pretratamiento compacta con desbaste,  
desarenado y desengrasado aireado.

#### Nº de unidades instaladas

1

#### Nº de unidades en funcionamiento

A Qm (ud)	1
A Qp (ud)	1
A Qmax (ud)	1

#### Desbaste

##### Características del tamiz:

Tipo de tamiz:	Tamiz a sinfín inclinado
Luz de paso (mm):	3,0
Ancho del cilindro (mm):	600
Sistema de transporte de residuos:	Tornillo transportador
Sistema de compactado de residuos:	Tramo final del transportador
Inclinación:	35°
Altura de descarga de sólidos compactados (mm):	1.500
Caudal máximo de paso agua limpia ( $\text{m}^3/\text{h}$ ):	432

#### Desarenado

##### Criterios de dimensionamiento

Tamaño de partículas de referencia ( $\mu\text{m}$ ):	200,0
Rendimiento mínimo de sedimentación (%):	90,0
Velocidad de arrastre para $d < 200 \mu\text{m}$ ( $\text{cm/s}$ ):	27,0
Velocidad de sedimentación $d < 200 \mu\text{m}$ ( $\text{m/h}$ ):	61,2
Carga superficial máxima para rendimiento $> 90\%$ ( $\text{m/h}$ ):	28,0
Tiempo de retención mínimo para sedimentación (min):	1,32

##### Características del equipo desarenador

Tipo:	Canal longitudinal aireado
Ancho del canal (mm):	1.350
Calado (mm):	1.350
Longitud (mm):	6.000
Diámetro tubería de salida (mm):	300
Área transversal a nivel mínimo ( $\text{m}^2$ ):	0,96

Volumen total a nivel mínimo (m3)	5,76
Acumulación de arenas:	Transportador de tornillo horizontal
Retirada de arenas:	Transportador de tornillo inclinado

### Parámetros de funcionamiento

Relación longitud anchura:	4
<i>Lámina de agua sobre rasante tubería salida:</i>	
A Qm (mm)	82
A Qp (mm)	151
A Qmax (mm)	201
<i>Área transversal total</i>	
A Qm (m2)	1,07
A Qp (m2)	1,16
A Qmax (m2)	1,23
<i>Volumen total</i>	
A Qm (m3)	6,43
A Qp (m3)	6,98
A Qmax (m3)	7,39
<i>Carga superficial</i>	
A Qm (m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> )	3,22
A Qp (m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> )	9,65
A Qmax (m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> )	16,08
<i>Velocidad transversal</i>	
A Qm (m/h)	24,31
A Qp (m/h)	67,11
A Qmax (m/h)	105,79
<i>Tiempo de retención</i>	
A Qm (min)	14,81
A Qp (min)	5,36
A Qmax (min)	3,40

### **Desengrasado**

Tipo:	Canal de tranquilización paralelo al desarenador
Ancho del canal (mm):	~ 400
Deflector de separación (mm):	> 300
Sistema de retirada:	Rasqueta de barrido superficial
Altura de descarga de grasas (mm):	1.000

### **Aireación - Agitación**

Tipo de aireación	Compresor rotativo de paletas
Caudal mínimo total de aire	
Carga lineal mínima (Nm <sup>3</sup> /h/m)	2,5
Carga volúmica mínima (Nm <sup>3</sup> /h/m <sup>3</sup> )	3,5
Caudal de aire por superficie (Nm <sup>3</sup> /h)	15,0
Caudal de aire por volumen (Nm <sup>3</sup> /h)	25,8

Soplante



Nº de unidades instaladas	1
Nº de unidades en funcionamiento	
A Qm (ud)	1
A Qp (ud)	1
A Qmax (ud)	1
Caudal unitario por soplante (Nm <sup>3</sup> /h)	30,0
Presión de trabajo (bar)	0,40

### Producción y almacenamiento de residuos tamizado

#### Producción de residuos

Índice de producción de residuos	
Desbaste de finos (L/1.000heq/d)	40,0
Volumen diario	
Residuos desbaste de finos (L/d)	100,0

#### Reducción volumen de residuos

Tipo	Cesta Tamiz con Tornillo transportador compactador
Reducción de volumen (%)	67,0
Volumen prensado (L/d)	33,0
Nº unidades instaladas	1
Nº unidades en funcionamiento	1

#### Almacenamiento de residuos

Tipo	Contenedor Polietileno de alta densidad
Nº de unidades	1
Capacidad unitaria (m <sup>3</sup> )	0,8
Capacidad de almacenamiento (d)	24,2

### Producción, lavado y almacenamiento de arenas

#### Producción de arenas

Producción unitaria arenas secas (l/m <sup>3</sup> )	0,03
Densidad aparente arenas (kg/l):	1,6

#### Producción arenas secas

Producción volúmica (L/d)	18,8
Producción másica (kg/d)	30,0

#### Almacenamiento arenas secas

Tipo	Contenedor polietileno de alta densidad
------	---

Nº de unidades	1
Capacidad unitaria (m <sup>3</sup> )	0,8
Capacidad de almacenamiento (d)	42,7

### Extracción de grasas

#### Datos de partida

Concentración de grasas (mg/l)	42,0
Concentración grasas salida (mg/l)	10.000,0
Rdto eliminación grasas desemulsionables (%)	90,0
Densidad grasas (Tn/m <sup>3</sup> )	0,70

#### Volumen grasas-agua

Producción másica (kg/d)	23,6
Volumen (m <sup>3</sup> /d)	2,4

#### Producción de grasas

Producción volúmica (L/d)	33,8
Producción másica (kg/d)	23,6

#### Almacenamiento grasas

Tipo	Contenedor Polietileno de alta densidad
Nº de unidades	1
Capacidad unitaria (m <sup>3</sup> )	0,2
Capacidad de almacenamiento (d)	5,9

## Reactor biológico baja carga

	<u>Diseño</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
<b><u>Datos de partida</u></b>		
Temperaturas medias de cálculo del licor (°C):	14,00	22,00
Caudal medio agua bruta (m <sup>3</sup> /h):	26,04	26,04
DBO <sub>5</sub> :		
Entrada (DBO <sub>5er</sub> ) (s/descomp. estimada):		
Total media (DBO <sub>5er</sub> ) (mg/L):	240,00	240,00
Soluble (SDBO <sub>5er</sub> ) (mg/L):	120,00	120,00
Coloidal (CDBO <sub>5er</sub> ) (mg/L):	48,00	48,00
Decantable (DBO <sub>5dec,er</sub> ) (mg/L):	72,00	72,00
Salida:		
Concentración (DBO <sub>5sr</sub> ) (mg/L):	25,00	25,00
SST:		
Entrada (s/descomposición estimada):		
Sólidos en Suspensión Totales (SST <sub>er</sub> ) (mg/L):	300,00	300,00
Sólidos Suspensión Volátiles (SSV <sub>er</sub> ) (mg/L):	210,00	210,00
Sólidos Suspensión Minerales (SSM <sub>er</sub> ) (mg/L):	90,00	90,00
Salida:		
Concentración (SST <sub>sr</sub> ) (mg/L):	35,00	35,00
DQO:		
Entrada (s/descomposición estimada):		
Total (mg/L):	480,00	480,00
Biodegradable (Sbi) (mg/L):	384,00	384,00
Salida:		
Concentración (mg/L):	125,00	125,00
Nitrógeno:		
Entrada (s/descomposición estimada):		
NT <sub>er</sub> (mg/L):	48,00	48,00
NTK <sub>er</sub> (mg/L):	48,00	48,00
N-NO <sub>3er</sub> (mg/L):	0,00	0,00
Recirculaciones unitarias:		
Del decant. 2º (m <sup>3</sup> /h/reactor):	40,00	40,00
Del reactor (licor mixto) (m <sup>3</sup> /h/reactor):	17.280,00	17.280,00
Alcalinidad entrada (mg CO <sub>3</sub> Ca/L):	300,00	300,00
pH agua bruta:	7,50	7,50

	<u>Diseño</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
<b><u>Criterios de dimensionamiento</u></b>		
Descomposición reactor:		
Fracción zona óxica estimada (fx) (%):	75,00	75,00
Fracción zona anóxica (fa) (%):	25,00	25,00
Parámetros de funcionamiento:		
Carga másica (Cm):		
Máximo (kg DBO <sub>5</sub> /kg SSLM/d):	0,100	0,100
Mínimo (kg DBO <sub>5</sub> /kg SSLM/d):	0,050	0,050
[SSLM]:		
Estimada (kg SSLM/m <sup>3</sup> ):	<b>3,50</b>	<b>3,50</b>
Alcalinidad:		
Mínima de salida (mg CO <sub>3</sub> Ca/L):	100,00	100,00
Consumo por nitrifi. (mg CO <sub>3</sub> Ca/mg NTK <sub>oxid</sub> ):	7,00	7,00
Aporte por desnitr. (mg CO <sub>3</sub> Ca/mg N-NO <sub>3red</sub> ):	-3,50	-3,50

### **Cálculo del volumen mínimo del reactor biológico**

El volumen mínimo del reactor (V<sub>min</sub>) vendrá dado por:

$$V_{\min} = \frac{DBO_{5elim}}{Cm \times [SSLM]}$$

donde:

V <sub>min</sub>	=	Volumen total reactor (m <sup>3</sup> )
DBO <sub>5elim</sub>	=	DBO <sub>5</sub> eliminada en el reactor (kg DBO <sub>5elim</sub> /d)
Cm	=	Carga másica (kg DBO <sub>5</sub> /kg SSLM/d)
[SSLM]	=	Concentración de sólidos en reactor (kg SSLM/m <sup>3</sup> )

La carga másica (Cm) está íntimamente relacionada con la edad del lodo (E) por medio de la expresión

$$E = \frac{1}{P_{esp} \times Cm}$$

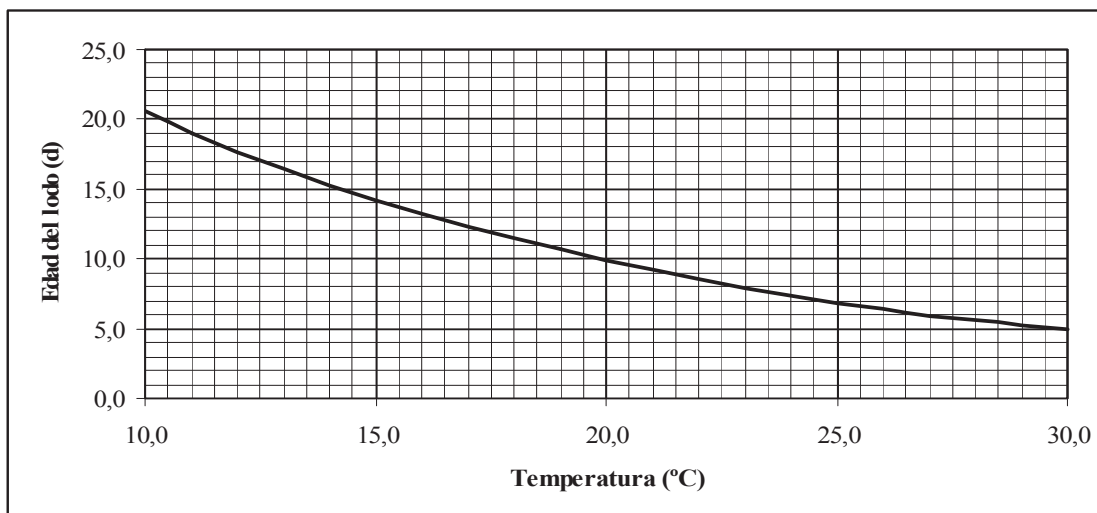
donde:

P <sub>esp</sub>	=	Producción específica de fangos (kg F <sub>exc</sub> /kg DBO <sub>5elim</sub> )
E	=	Edad del lodo (d)

La **edad del lodo mínima** ( $E_{\min}$ ) (tiempo de retención celular) será tal que cumpla dos condiciones:

#### A) Edad mínima para estabilización de lodos

La edad mínima para estabilización del lodo estará en función de la temperatura y se determinará por medio de gráficas del CEDEX.



	<b>Diseño</b>	
	<b>Invierno</b>	<b>Verano</b>
Edad mínima del lodo (E):		
Para estabilización del fango (d):	15,25	8,53

#### B) Edad mínima para nitrificación estable

Para poder asegurar una nitrificación estable, el lodo deberá tener una edad mínima (E) que dependerá de la temperatura (t) del licor en el reactor. Esto asegurará que la producción de las bacterias nitrificantes sea ligeramente superior a su eliminación.

La **tasa de producción** según las experiencias de Van Haandel, Dold y Marais de la U.C.T. (Universidad de Cape Town, Sudáfrica) vendrá dada por la siguiente expresión:

$$P_{\text{Nit}} = \mu_{nT} \times (1 - f_a)$$

donde:

$P_{\text{Nit}}$	=	Tasa de producción ( $d^{-1}$ )
$\mu_{nT}$	=	Tasa de crecimiento de las bacterias del género <i>Nitrosomonas</i> para la temperatura T( $d^{-1}$ )

Temperatura (°C)	$\mu_{nT}$ ( $d^{-1}$ )
14,00	0,199
22,00	0,504

$f_a$  = Fracción anóxica del reactor biológico

La **tasa de eliminación**, según este mismo grupo, puede ser debida a:

a) *Eliminación con los fangos en exceso*. La producción de la biomasa eliminada diariamente con la masa total es:

$$f_e = \frac{1}{E}; (d^{-1})$$

b) *Por endogénesis*. La eliminación de biomasa diaria por endogénesis vendrá dada por el coeficiente  $b_{nT}$ .

Temperatura (°C)	$b_{nT} (d^{-1})$
14,00	0,034
22,00	0,042

En el **equilibrio**:

$$\mu_{nT} \times (1 - f_a) \geq \frac{1}{E} + b_{nT}$$

por tanto, la edad crítica del fango ( $E_c$ ) para conseguir el equilibrio será:

$$E_c = \frac{1}{\mu_{nT} \times (1 - f_a) - b_{nT}}$$

Para asegurar que no se produzca un lavado del cultivo de las bacterias nitrificantes con una punta de caudal, y conseguir una nitrificación estable ( $E_{min}$ ) en el reactor, la edad crítica se multiplicará por un factor de seguridad ( $S_f$ ).

$$E_{min} = \frac{S_f}{\mu_{nT} \times (1 - f_a) - b_{nT}}$$

	<b>Diseño</b>	
	<b>Invierno</b>	<b>Verano</b>
Edad mínima del lodo (E):		
Para nitrif. estable (para t°C):		
Edad crítica (para t°C) (d):	8,63	2,98
Factor de seguridad (Sf):	1,50	1,50
Edad mínima (para t°C) (d):	12,95	4,46

En resumen, la **edad mínima del lodo**, para las condiciones de diseño, será:

	<b>Diseño</b>	
	<b>Invierno</b>	<b>Verano</b>
<b>Edad mínima del lodo (E):</b>		
Para estabilización del fango (d):	15,25	8,53
Para nitrif. estable (UCT) (para t°C) (d):	12,95	4,46
<b>Edad del lodo considerada (d):</b>	<b>18,00</b>	<b>18,00</b>

Como se ha discutido anteriormente, la carga másica (Cm) está íntimamente relacionada con la edad del lodo (E) por medio de la expresión:

$$E = \frac{1}{P_{esp} \times Cm}$$

La **producción específica de fangos** viene definida por la ecuación de Huiskens:

$$P_{esp} = 1,2 \times Cm^{0,23} + 0,50 \times \left( \frac{SS_{er}}{DBO_{er}} - 0,60 \right)$$

Por tanto, la **carga másica**, para la edad del lodo seleccionada, se calculará resolviendo la siguiente expresión:

$$E = \frac{1}{1,2 \times Cm^{1,23} + 0,50 \times \left( \frac{SS_{er}}{DBO_{er}} - 0,60 \right) \times Cm}$$

Así, para las condiciones de diseño, la **carga másica** y la **producción específica de fango** será:

	<u>Diseño</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
Carga másica (kg DBO <sub>5</sub> /kg SSLM/d):	<b>0,059</b>	<b>0,059</b>
Producción específica de lodos (kg SS/kg DBO <sub>5elim</sub> ):	0,950	0,950
Así, el <b>volumen mínimo</b> del tratamiento biológico será	<b>656,27</b>	<b>656,27</b>

### Características del Reactor Biológico

Tipo:	Baja carga, Carrusel Decantador concéntrico	
Número de unidades:		
En funcionamiento:	1,00	1,00
En reserva:	0,00	0,00
Volumen mínimo unitario:		
Zona anóxica (m <sup>3</sup> ):	164,07	164,07
Zona óxica (m <sup>3</sup> ):	492,20	492,20
Total (m <sup>3</sup> ):	656,27	656,27

### Características geométricas unitarias:

Canales rectos:			
Nº de canales:		0,00	
Canales curvos tipo 1:			
Nº de canales:		2,00	
Radio (m):		8,80	
Ancho canal (m):		4,00	
Altura útil (m):		4,00	
Volumen reactor biológico:			
Volumen unitario:			
Ocupado por decantación secund. (m <sup>3</sup> /reactor):		289,53	
Zona anóxica (m <sup>3</sup> /reactor):		170,90	
Zona óxica (m <sup>3</sup> /reactor):		512,71	
Total unitario (m <sup>3</sup> /reactor):		683,61	
Volumen total (m <sup>3</sup> ):	683,61		683,61

### Parámetros de funcionamiento

Carga másica			
Sobre entrada (kg DBO <sub>5</sub> /kgSSLM/d)	0,063		0,063
Sobre eliminada (kg DBO <sub>5</sub> /kgSSLM/d)	0,056		0,056
Carga volúmica			
Sobre entrada (kg DBO <sub>5</sub> /m <sup>3</sup> /d)	0,219		0,219
Sobre eliminada (kg DBO <sub>5</sub> /m <sup>3</sup> /d)	0,197		0,197
MLSS en reactor (M) (kg/m <sup>3</sup> )	3,50		3,50
Edad del fango (d)	18,87		18,87
Tiempo de retención hidráulico			
Sobre Q med (h)	26,25		26,25
Sobre Q punta (h)	8,75		8,75
Producción de fangos			
Producción específica (kg MS/kg DBO <sub>5</sub> elim)	0,944		0,944
Fangos en exceso (kg/d)	126,82		126,82



### Comprobación de la DBO<sub>5</sub> de salida

La DBO<sub>5</sub> del efluente (DBO<sub>5sr</sub>) será la suma de la DBO<sub>5</sub> soluble (SDBO<sub>5sr</sub>) más la DBO<sub>5</sub> debida a los SS del efluente (DBO<sub>5SS</sub>):

$$DBO_{5sr} = SDBO_{5sr} + DBO_{5SS}$$

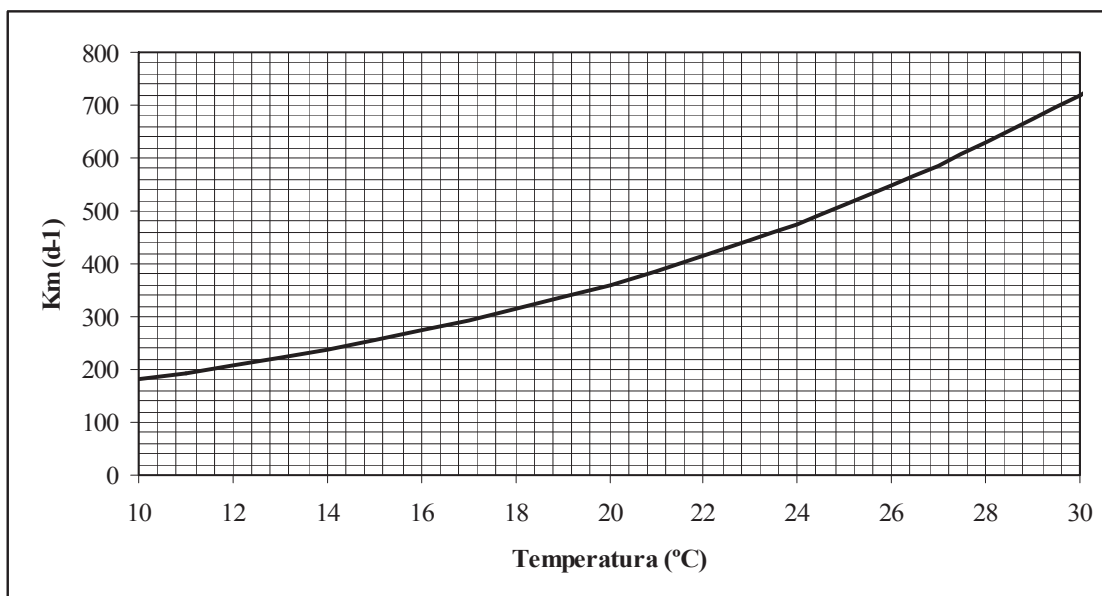
### DBO<sub>5</sub> disuelta en el efluente (SDBO<sub>5sr</sub>):

La DBO<sub>5</sub> disuelta en el efluente (SDBO<sub>5sr</sub>) vendrá dada por la expresión:

$$SDBO_{5sr} = \frac{DBO_{5er}}{1 + \frac{Km \times DBO_{5er}}{[SSLM] \times Cm \times 1000}}$$

donde:

$$\begin{aligned} DBO_{5er} &= \text{DBO}_5 \text{ entrada reactor (mg DBO}_5\text{/L)} \\ Km &= \text{Coeficiente de eliminación DBO}_5 \text{ (d}^{-1}\text{)} \end{aligned}$$



Temperatura (°C)	Km (d <sup>-1</sup> )
14,00	238,08
22,00	413,76

$$\begin{aligned} Cm &= \text{Carga másica (kg DBO}_5\text{/kg SSLM/d)} \\ [SSLM] &= \text{Concentración de sólidos en reactor (kg SSLM/m}^3\text{)} \end{aligned}$$

### DBO<sub>5</sub> debido a los SS (DBO<sub>5SS</sub>):

$$DBO_{5SS} = \begin{cases} \text{Para } Cm < 0,5 \Rightarrow SS_S \times 0,8 \times Cm^{0,5} \\ \text{Para } Cm \geq 0,5 \Rightarrow SS_S \times 0,58 \end{cases}$$

Por tanto, la **DBO<sub>5</sub> del efluente** para las distintas condiciones de diseño, según cálculos, serán:

	<u>Diseño</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
Soluble (SDBO <sub>5sr</sub> ) (mg/L):	0,82	0,47
Asociada a SS (SSDBO <sub>5sr</sub> ) (mg/L):	6,64	6,64
TOTAL CALCULADA (DBO <sub>5sr</sub> ) (mg/L):	<b>7,46</b>	<b>7,11</b>
DBO <sub>5</sub> salida máx. estima. (DBO <sub>5sr</sub> ) (mg/L):	25,00	25,00

### Grado de nitrificación

Para conocer el **grado de nitrificación** del sistema se ha de conocer cuanto NTK se va a oxidar (NTK<sub>ox</sub>).

El NTK a oxidar (NTK<sub>ox</sub>) será igual al NTK de entrada al reactor (NTK<sub>er</sub>) menos:

- NTK insoluble decantable (NTK<sub>dec</sub>) ~ 10,00 % NTK<sub>er</sub>
- NTK refractario (NTK<sub>ref</sub>) ~ 4,00 % NTK<sub>er</sub>
- NTK asociados a SS del efluente (NTK<sub>ss</sub>) ~ 10,00 % SSV<sub>s</sub>
- Las fugas de amoníaco (Na)
- NTK consumido por la biología del proceso (NTK<sub>bio</sub>)

Las fugas de N-NH<sub>4</sub> (Na) se determinará siguiendo las experiencias de Van Haandel, Dold y Marais de la U.C.T. (Universidad de Cape Town) (Suráfrica). Según estos investigadores, el N-NH<sub>4</sub> que no se nitrifica (Na) debido a la configuración del sistema viene dado por la expresión:

$$Na = \frac{K_{nT} \times \left( b_{nT} + \frac{1}{E} \right)}{\mu_{nT} \times fx - \left( b_{nT} + \frac{1}{E} \right)}$$

donde:

- Na = N-NH<sub>4</sub> que no se nitrifica (mg/L)
- K<sub>nT</sub> = Coeficiente de saturación para nitrificación (mg N-NH<sub>4</sub>/L) para la temperatura t (°C)

Temperatura (°C)	K <sub>nT</sub> (d <sup>-1</sup> )
14,00	0,499
22,00	1,261

- b<sub>nT</sub> = Tasa de endogénesis a la temperatura t (°C) (anteriormente descrita)
- E = Edad del lodo (d)
- μ<sub>nT</sub> = Tasa de crecimiento de las bacterias nitrificantes del género *Nitrosomonas* a la temperatura t (°C) (anteriormente descrita)
- fx = Fracción de fangos del reactor óxico con relación a la masa total de fangos

El NTK consumido por la biología del proceso ( $NTK_{bio}$ ) será el contenido en la masa activa residual más en la masa volátil inerte. Marais ha propuesto que la masa activa de los fangos, degradable e inerte, contiene un 10% de nitrógeno incorporado por asimilación.

$$NTK_{bio} = \left[ \frac{Y \times (1 + f_{res} \times b_T \times E)}{1 + b_T \times E} + \frac{SSV_{iner,er}}{DBO_{5er}} \right] \times 10 \times \frac{DBO_{5elim}}{100}$$

donde:

$Y$  = Coeficiente de producción (kg  $SS_{bio}$ /kg  $DBO_{5elim}$ )

Temperatura (°C)	$Y$ (kg/kg)
14,00	0,711
22,00	0,711

$b_T$  = Coeficiente de pérdida de biomasa por respiración endógena para la temperatura  $T$  ( $d^{-1}$ )

Temperatura (°C)	$b_T$ ( $d^{-1}$ )
14,00	0,155
22,00	0,195

$f_{res}$  = Fracción de masa sintetizada residualmente  
 $SSV_{iner,er}$  = Sólidos en suspensión volátiles inertes de entrada en el reactor biológico (mg/L)

Por tanto, el **grado máximo de nitrificación** del sistema será:

	<b>Diseño</b>	
	<b>Invierno</b>	<b>Verano</b>
NTK agua bruta ( $NTK_1$ ) (mg/L):	48,00	48,00
NTK $_{insol.,decant.}$ ( $NTK_{dec}$ ) (mg/L):	4,80	4,80
NTK refractario ( $NTK_{ref}$ ) (mg/L):	1,92	1,92
NTK asociado a $SS_{sr}$ ( $NTK_{SS}$ ) (mg/L):	2,06	2,02
NTK consumido por biología $DBO_5$ ( $NTK_{bio}$ ) (mg/L):	12,84	12,30
Fugas de $N-NH_4$ (Na) (mg/L):	0,69	0,42
<b>NTK a oxidar (<math>NTK_{ox}</math>) (mg/L):</b>	<b>25,69</b>	<b>26,53</b>

### Grado de desnitrificación

El **grado de desnitrificación** del sistema ( $N-NO_{3red}$ ) debe ser menor que:

- La máxima desnitrificación posible debida a la  $DBO_5$  soluble de entrada al reactor
- La máxima desnitrificación posible debida a la configuración del sistema
- La máxima desnitrificación posible por recirculaciones del sistema

### Desnitrificación debido a la $DBO_5$ soluble

La desnitrificación máxima posible por la  $DBO_5$  soluble de entrada en el reactor ( $SDBO_{5er}$ ), será:

$$N - NO_{3red} = \frac{SDBO_{5er}}{4,60}$$

Por tanto, el **grado máximo de desnitrificación** debido a la  $DBO_5$  soluble de entrada al reactor será:

	<b>Diseño</b>	
	<b>Invierno</b>	<b>Verano</b>
Máxima desnitrificación ( $N-NO_{3red}$ ) (mg/L):	<b>26,09</b>	<b>26,09</b>

### Desnitrificación debido a la configuración del sistema

La máxima desnitrificación posible debido a la configuración del sistema ( $D_c$ ) se determinará siguiendo las experiencias de Van Haandel, Dold y Marais de la U.C.T. (Universidad de Cape Town) (Sudáfrica). Según estos investigadores, la máxima concentración de nitrógeno como nitrato que se puede desnitrificar ( $D_c$ ) debido a la configuración del sistema viene dada por la expresión:

$$D_c = S_{bi} \times \left[ \frac{f_{bs} \times (1 - P \times Y)}{2,86} + \frac{Y \times E \times K_{2T} \times fa}{1 + b_{hT} \times E} \right]$$

donde:

$D_c$	=	Concentración de $N-NO_3$ que se puede desnitrificar (mg/L)
$S_{bi}$	=	Concentración de DQO biodegradable en el influente al reactor (mg/L)
$f_{bs}$	=	Mínimo ( $1,66 \times DBO_5$ ; $0,80 \times DQO$ )
$P$	=	Relación DQO/SSV
$Y$	=	Coeficiente crecimiento bacterias heterótrofas
$E$	=	Edad del lodo (días)
$K_{2T}$	=	Coeficiente de desnitrificación para la temperatura $t$ ( $^{\circ}C$ ) (mg $N-NO_3$ /mg SSV/d)

Temperatura ( $^{\circ}C$ )	$K_{2T}$
14,00	0,063
22,00	0,117

$fa$	=	Fracción de fangos del reactor anóxico con relación a la masa total de fangos.
$b_{hT}$	=	Coeficiente que representa la proporción de pérdida de masa de las bacterias heterótrofas por respiración endógena, expresada en una fracción por día.

Temperatura ( $^{\circ}C$ )	$b_{hT}$
14,00	0,202
22,00	0,254

Por tanto, el **grado máximo de desnitrificación** debido a la configuración del sistema será:

	<u>Diseño</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
Máxima desnitrificación (N-NO <sub>3red</sub> ) (mg/L):	<b>21,14</b>	<b>26,88</b>

#### Desnitrificación debido a recirculaciones

La desnitrificación máxima posible debido a las recirculaciones del sistema será:

$$N - NO_{3red} = NTK_{OX} \times \frac{R + A}{1 + R + A}$$

	<u>Diseño</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
Tasa de recirculación externa (R):	1,54	1,54
Tasa de recirculación interna (A):	663,55	663,55
Máxima desnitrificación (N-NO <sub>3red</sub> ) (mg/L):	<b>25,65</b>	<b>26,49</b>

En resumen, el **grado máximo de desnitrificación** del sistema será:

- Debido SDBO <sub>5</sub> (N-NO <sub>3red</sub> ) (mg/L):	26,09	26,09
- Debido a biocinéticas (N-NO <sub>3red</sub> ) (mg/L):	21,14	26,88
- Debido a recirculaciones (N-NO <sub>3red</sub> ) (mg/L):	25,65	26,49
- <b>Máxima desnitrificación (N-NO<sub>3red</sub>) (mg/L)</b>	<b>21,14</b>	<b>26,09</b>

#### Balance de nitrógeno

El nitrógeno de salida del sistema será:

$$NT_{sr} = NTK_S + NTK_{OX} - (N - NO_{3red})$$

El NTK de salida vendrá dado por la siguiente expresión:

$$NTK_S = NTK_{er} - NTK_{OX} - NTK_{bio} - NTK_{dec}$$

Por tanto, el NT de salida será:

	<u>Diseño</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
NTK <sub>er</sub> (mg/L):	48,00	48,00
NTK <sub>S</sub> (mg/L):	4,67	4,37
NTK <sub>OX</sub> (mg/L):	25,69	26,53
NTK <sub>bio</sub> (mg/L):	12,84	12,30
N-NO <sub>3red</sub> (mg/L):	21,14	26,09
<b>NT<sub>sr</sub> (mg/L):</b>	<b>9,22</b>	<b>4,81</b>

### **Balance de alcalinidad**

La alcalinidad "residual" una vez nitrificado y desnitrificado debe ser al menos 100 mg de  $\text{CO}_3\text{Ca/L}$  (aprox. 10°F de TAC). A este punto hay que considerar que:

- + La nitrificación consume 7,0 g  $\text{CO}_3\text{Ca/g}$   $\text{N-NO}_3$  producido
- + La desnitrificación aporta 3,5 g  $\text{CO}_3\text{Ca/g}$   $\text{N-NO}_3$  reducido

	<b><u>Diseño</u></b>	
	<b><u>Invierno</u></b>	<b><u>Verano</u></b>
Alcalinidad residual mínima ( $\text{mgCO}_3 \text{ Ca/L}$ ):	100,00	100,00
Consumo alc. por nitrificación ( $\text{mg CO}_3\text{Ca/mg NTK}_{\text{ox}}$ ):	179,85	185,72
Aporte alc. por desnitrificación ( $\text{mg CO}_3\text{Ca/mg N-NO}_{3\text{red}}$ ):	-73,99	-91,30
Alcalinidad de entrada:		
Mínima ( $\text{mg CO}_3\text{Ca/L}$ ):	<b>205,86</b>	<b>194,41</b>
Prevista ( $\text{mg CO}_3\text{Ca/L}$ ):	<b>300,00</b>	<b>300,00</b>

## Acelerador de flujo

### Datos de partida

Caudal de tratamiento ( $\text{m}^3/\text{d}$ )	625,0
Reactor biológico	
Nº unidades en funcionamiento	1
Ancho canal (m)	4,0
Altura lámina de agua (m)	4,0
Volumen unitario ( $\text{m}^3$ )	683,6

### Aceleradores de flujo

Nº de aceleradores por carrusel	1
Nº de aceleradores en funcionamiento	1
Potencia unitaria (kW)	4,0
Potencia total instalada (kW)	4,0
Densidad de agitación ( $\text{W}/\text{m}^3$ )	5,9
Velocidad mínima de circulación (m/s)	0,30
Caudal de circulación ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	17.280,0
Capacidad de recirculación s/Qmed (%)	66.355,2

## Aireación

	<u>Diseño</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
<b><u>Datos de Partida</u></b>		
Altitud topográfica (m):	980,00	980,00
Temperaturas medias (°C):		
Temperatura media del licor (t) (°C):	14,00	22,00
Temperatura media del aire (t) (°C):	10,00	25,00
Caudales:		
Caudal medio (m³/h):	26,04	26,04
Caudal punta (m³/h):	78,13	78,13
DBO <sub>5</sub> : Caudal máximo a derivación (m³/h)		
Entrada (DBO <sub>5er</sub> ):		
Concentración media (mg/L):	240,00	240,00
Concentración máxima (mg/L):	360,00	360,00
Salida soluble (DBO <sub>5sr</sub> ):		
Concentración (mg/L):	0,82	0,47
N calculado:		
NTK a oxidar (mg/L):	25,69	26,53
N-NO <sub>3</sub> a reducir (mg/L):	21,14	26,09
Reactores:		
Nº de unidades en funcionamiento:	1,00	1,00
Volúmenes unitarios:		
Anóxico (m³ <sub>anóxico</sub> /reactor):	170,90	
Oxíco (m³ <sub>oxíco</sub> /reactor):	512,71	
Total (m³/reactor):	683,61	
Alturas:		
Altura del licor en reactor (m):	4,00	
Sumergencia equipos de aireación (s) (m):	3,75	
Parámetros de funcionamiento:		
Carga másica (Cm) (kg DBO <sub>5</sub> /kg SSLM/d):	0,056	0,056
[SSLM] (kg SSLM/m³):	3,50	3,50
Edad del lodo (E) (d):	18,87	18,87

### **Características equipo de aireación**

Soplante:	Embolo rotativo trilobular
Domos difusores:	
Tipo:	Difusores de burbuja fina
Caudal máximo unitario (Nm³/h):	2,80
Rendimiento difusor/m sumergencia (%):	5,00



### Cálculo del coeficiente punta

El coeficiente punta ( $C_p$ ) dependerá del coeficiente punta de contaminación ( $C_c$ ) y de las necesidades temporales de oxigenación.

El coeficiente punta de contaminación ( $C_c$ ) será la punta de  $DBO_5$  ( $C_1$ ) por la punta de caudales ( $C_2$ ) y por el coeficiente de simultaneidad entre ambas puntas ( $C_s$ ). Matemáticamente:

$$C_c = C_1 \times C_2 \times C_s$$

donde:

$$C_1 = \text{Coeficiente punta } DBO_5$$

$$C_1 = \frac{DBO_{5Max}}{DBO_{5med}}$$

$$C_2 = \text{Coeficiente punta caudal}$$

$$C_2 = \frac{Q_p}{Q_m}$$

$$C_s = \text{Coeficiente de simultaneidad entre ambas puntas}$$

El coeficiente punta de oxigenación vendrá dado por:

$$C_p = \frac{C_c \times \frac{O_{S,m}}{DBO_{5elim}} + \frac{O_R}{DBO_{5elim}}}{\frac{O_{S,m} + O_R}{DBO_{5elim}}}$$

donde:

$$O_{S,m} = \text{Necesidades teóricas medias de oxígeno para síntesis (kg/h)}$$

$$O_R = \text{Necesidades teóricas de oxígeno para respiración endógena (kg/h)}$$

$$DBO_{5elim} = \text{DBO}_5 \text{ eliminada (kg/h)}$$

Este coeficiente punta de oxigenación sólo se aplicará al oxígeno necesario para la síntesis, la nitrificación y la desnitrificación, siendo su valor igual a 1,00 para las necesidades de respiración endógena bacteriana (endogénesis).

Por tanto, el coeficiente punta de oxigenación para las distintas condiciones de diseño vendrá dado por

	<u>Diseño</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
Punta de $DBO_5$ ( $C_1$ ):	1,50	1,50
Punta de caudales ( $C_2$ ):	3,00	3,00
Coeficiente simultaneidad ( $C_s$ ):	0,45	0,45
Punta de contaminación ( $C_c$ ):	2,03	2,03
<b>Coeficiente punta (<math>C_p</math>):</b>	<b>1,61</b>	<b>1,55</b>

### Cálculo de las necesidades teóricas de oxigenación

Las necesidades teóricas de oxígeno ( $O_T$ ) vendrán dadas por la suma de las necesidades para síntesis ( $O_S$ ), necesidades para respiración endógena ( $O_R$ ), necesidades para nitrificación ( $O_N$ ) y el aporte por desnitrificación ( $O_D$ ).

#### Necesidades de oxígeno para síntesis ( $O_S$ )

Necesidades teóricas medias de oxígeno para síntesis:

$$O_{S,m} = a \times \frac{Q_m \times DBO_{5elim}}{1.000}$$

donde:

$O_{S,m}$	=	Necesidades teóricas medias de oxígeno para síntesis (kg/h)
$DBO_{5elim}$	=	$DBO_5$ eliminada (g/m <sup>3</sup> )
$Q_m$	=	Caudal medio (m <sup>3</sup> /h)
$a$	=	Coefficiente síntesis (kg $O_2$ /kg $DBO_{5elim}$ )

Necesidades teóricas punta de oxígeno para síntesis:

$$O_{S,P} = C_P \times O_{S,m}$$

donde:

$O_{S,P}$	=	Necesidades teóricas punta de oxígeno para síntesis (kg/h)
$C_P$	=	Coefficiente punta de oxigenación

Las necesidades de oxigenación para **síntesis** en las condiciones estudiadas serán:

	<u>Invierno</u>	<u>Diseño</u>	<u>Verano</u>
Coef. de oxigenación para síntesis (kg $O_2$ /kg $DBO_{5elim}$ ):	0,660		0,660
Necesidades teóricas para síntesis:			
Medias (kg $O_2$ /h):	4,11		4,12
Coefficiente de oxigenación ( $C_P$ ):	1,61		1,55
Puntas (kg $O_2$ /h):	6,61		6,38

### Necesidades de oxígeno para respiración endógena ( $O_R$ )

$$O_R = \frac{b \times V_{O_{xico}} \times [SSLM]}{24}$$

donde:

$O_R$	=	Necesidades teóricas de oxígeno para respiración endógena (kg/h)
$b_T$	=	Coeficiente respiración endógena (kg $O_2$ SSLM/d)
$V_{oxico}$	=	Volumen óxico ( $m^3$ )
[SSLM]	=	Concentración de sólidos en suspensión en el reactor biológico (kg/ $m^3$ )

Las necesidades de oxigenación para **respiración endógena** en las condiciones estudiadas serán:

	<u>Diseño</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
Coef. de oxig. para endogénesis (kg $O_2$ /kg SSLM/d):	0,038	0,048
Necesidades teóricas para respiración endógena:		
Medias (kg $O_2$ /h):	2,84	3,57
Coeficiente de oxigenación ( $C_p$ ):	1,00	1,00
Puntas (kg $O_2$ /h):	2,84	3,57

### Necesidades de oxígeno para nitrificación ( $O_N$ )

Necesidades teóricas medias de oxígeno para nitrificación:

$$O_{N,m} = c \times \frac{[N - NH_{4ox}] \times Q_m}{1.000}$$

donde:

$O_{N,m}$	=	Necesidades teóricas medias de oxígeno para nitrificación (kg/h)
$c$	=	Coeficiente de nitrificación (kg $O_2$ /kg NTK <sub>ox</sub> )
[NTK <sub>ox</sub> ]	=	NTK oxidado (g/ $m^3$ )
$Q_m$	=	Caudal medio ( $m^3$ /h)

Necesidades teóricas punta de oxígeno para nitrificación:

$$O_{N,P} = C_P \times O_{N,m}$$

donde:

$O_{N,P}$	=	Necesidades teóricas punta de oxígeno para nitrificación (kg/h)
$C_p$	=	Coeficiente punta de oxigenación

Las necesidades de oxigenación para **nitrificación** en las condiciones estudiadas serán:

	<u>Diseño</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
Coef. oxigenación para nitrificación (kg O <sub>2</sub> /kg NTK <sub>ox</sub> ):	4,60	4,60
Necesidades teóricas para nitrificación:		
Medias (kg O <sub>2</sub> /h):	3,08	3,18
Coeficiente de oxigenación (C <sub>p</sub> ):	1,61	1,55
Puntas (kg O <sub>2</sub> /h):	4,94	4,92

#### Necesidades de oxígeno para desnitrificación (O<sub>D</sub>)

Necesidades teóricas medias de oxígeno para desnitrificación:

$$O_D = d \times \frac{[N - NO_{3red}] \times Q_m}{1.000}$$

donde:

O<sub>D,m</sub> = Necesidades teóricas medias de oxígeno para  
desnitrificación (kg/h)  
d = Coeficiente de desnitrificación (kg O<sub>2</sub>/kg N-NO<sub>3red</sub>)

[N-NO<sub>3red</sub>] = N-NO<sub>3</sub> reducido (g/m<sup>3</sup>)  
Q<sub>m</sub> = Caudal medio (m<sup>3</sup>/h)

Necesidades teóricas punta de oxígeno para nitrificación:

$$O_{D,P} = C_P \times O_{D,m}$$

donde:

O<sub>D,P</sub> = Necesidades teóricas punta de oxígeno para  
nitrificación (kg/h)  
C<sub>p</sub> = Coeficiente punta de oxigenación

Las aportaciones de oxígeno por **desnitrificación** en las condiciones estudiadas serán:

	<u>Diseño</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
Coef. Oxig. por desnitrificación (kg O <sub>2</sub> /kg N-NO <sub>3red</sub> ):	-2,86	-2,86
Necesidades teóricas para desnitrificación:		
Medias (kg O <sub>2</sub> /h):	-1,57	-1,94
Coeficiente de oxigenación (C <sub>p</sub> ):	1,61	1,55
Puntas (kg O <sub>2</sub> /h):	-2,53	-3,01

A partir de los cálculos anteriores, las **necesidades teóricas de oxigenación totales** serán:

	<u>Diseño</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
Diarias (kg O <sub>2</sub> /d):	202,92	214,14
Horarias:		
Medias (kg O <sub>2</sub> /h):	8,45	8,92
Puntas (kg O <sub>2</sub> /h):	11,86	11,86

### **Cálculo del coeficiente de transferencia (K<sub>T</sub>)**

El coeficiente de transferencia (K<sub>T</sub>) relaciona las necesidades teóricas de oxígeno (O<sub>T</sub>) con las reales (O<sub>Real</sub>) .

$$O_{Real} = \frac{O_T}{K_T}$$

$$K_T = \frac{K_1 \times K_2}{K_3}$$

donde:

K <sub>1</sub>	=	Coeficiente que relaciona la capacidad de transferencia de oxígeno en el líquido problema y en el agua destilada
K <sub>2</sub>	=	Coeficiente que tiene en cuenta el valor de saturación del oxígeno en el líquido problema
K <sub>3</sub>	=	Coeficiente que tiene en cuenta la variación de la capacidad de transferencia de oxígeno en función de la temperatura real del medio

Coeficiente K<sub>1</sub> ó factor α

Depende de las características del agua residual, en particular la concentración de detergentes y de las grasas, la concentración de las materias en suspensión en el reactor, la geometría del reactor biológico y el sistema de aireación adoptado.

K <sub>1</sub>	=	0,60
----------------	---	------

Coeficiente K<sub>2</sub>

Este coeficiente tiene en cuenta el valor de saturación del oxígeno en el líquido problema, en función de las características de los fangos activados, temperatura, presión atmosférica y del contenido de oxígeno disuelto que se quiera mantener en el reacto

$$K_2 = \frac{C_{sw} - C_l}{C_s}$$

donde:

$C_{sw}$  = Coeficiente que depende de las características del agua residual, nivel de saturación del oxígeno en agua destilada, de la presión barométrica a la altitud del emplazamiento de la E.D.A.R. y de la sumergencia del aireador.

$$C_{sw} = Z \times C_{ss} \times P \times S$$

donde:

$Z$  = Depende de las características del agua residual  
= **0,95**

$C_{ss}$  = Saturación de  $O_2$  en agua limpia ( $mgO_2/L$ ) en función de la  $t^a$  considerada

Temperatura ( $^{\circ}C$ )	$C_{ss}$ ( $mg/L$ )
14,00	10,4
22,00	8,8

$P$  = Coeficiente de presión

$$P = 1 - 0,111 \times \frac{h}{1.000}$$

= **0,891**

$S$  = Coeficiente de sumergencia

$$S = \frac{10,33 + 0,28 \times s}{10,33}$$

= **1,10**

$Cl$  = Nivel deseado de  $O_2$  en el reactor biológico ( $mg/L$ )  
= **2,00**

$C_s$  = Nivel saturación de  $O_2$  en agua pura y condiciones normales  
= **11,33**

Por tanto, los valores del **coeficiente  $K_2$**  para las distintas condiciones de diseño serán:

	<u>Diseño</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
Coeficiente $K_2$ (según desarrollo):	<b>0,68</b>	<b>0,55</b>

Coeficiente  $K_3$

Coeficiente que tiene en cuenta la variación de la capacidad de transferencia en función de la temperatura del licor mixto.

$$K_3 = 1,0188^{(10-T)}$$

	<u>Diseño</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
Coeficiente $K_3$ (para $t^\circ\text{C}$ ):	<b>0,9282</b>	<b>0,7997</b>

Así, los valores del **coeficiente de transferencia ( $K_T$ )** para las distintas condiciones estudiadas será:

	<u>Diseño</u>	
	<u>Invierno</u>	<u>Verano</u>
Coeficiente de transferencia ( $K_T$ ):	<b>0,438</b>	<b>0,413</b>

### Cálculo de las necesidades reales de oxígeno

Necesidades teóricas de oxigenación:

Diarias (kg  $\text{O}_2/\text{d}$ ): 202,92 214,14

Horarias:

Medias (kg  $\text{O}_2/\text{h}$ ): 8,45 8,92

Puntas (kg  $\text{O}_2/\text{h}$ ): 11,86 11,86

Coeficiente de transferencia ( $K_T$ ): 0,438 0,413

Necesidades reales de oxigenación:

Diarias (kg  $\text{O}_2/\text{d}$ ): 463,58 518,57

Horarias:

Medias (kg  $\text{O}_2/\text{h}$ ): 19,32 21,61

Puntas (kg  $\text{O}_2/\text{h}$ ): 27,10 28,73

### Cálculo de las necesidades de aireación

Caudal de aire necesario para mantener en suspensión los microorganismos en la cámara óxica

1.- Por carga volúmica:

$$NA_{ag,v} = C_V \times V_{oxic}$$

donde:

$NA_{ag,v}$	=	Caudal de aire necesaria para agitación por carga volúmica ( $\text{Nm}^3/\text{h}$ )
$C_V$	=	Carga volúmica ( $\text{Nm}^3/\text{h}/\text{m}^3$ )
$V_{oxic}$	=	Volumen zona óxica ( $\text{m}^3$ )

2.- Por carga superficial:

$$NA_{ag,s} = C_S \times S_{oxic}$$

donde:

$NA_{ag,s}$	=	Caudal de aire necesaria para agitación por carga superficial (Nm <sup>3</sup> /h)
$C_S$	=	Carga superficial (Nm <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> )
$S_{oxic}$	=	Superficie zona óxica (m <sup>2</sup> )

Caudal necesaria para oxigenación

$$NA_{ox} = \frac{O_{Real,punta}}{R_S} \times \frac{100}{R_{O_2,N}} \times 1000$$

donde:

$NA_{ox}$	=	Caudal de aire para oxigenación (Nm <sup>3</sup> /h)
$O_{Real,punta}$	=	Necesidades reales de oxigenación punta (kg O <sub>2</sub> /h)
$R_S$	=	Rendimiento difusor a (s) m (%)
<b><math>R_S = R \times S</math></b>		
$S$	=	Sumergencia (m)
$R$	=	Rendimiento difusor por metro de sumergencia (%)
$R_{O_2,N}$	=	Riqueza de oxígeno en condiciones de normales (g O <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> aire)

Los caudales de aire para las condiciones de trabajo serán las siguientes:

	<u>Invierno</u>	<u>Diseño</u>	<u>Verano</u>
Caudal de aire necesario para agitación:			
Carga mínima para agitación:			
Volúmica ( $C_{v,min}$ ) (Nm <sup>3</sup> /h/m <sup>3</sup> óxico):		1,00	
Superficial ( $C_{s,min}$ ) (Nm <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> óxico):		4,00	
Caudal mínimo para agitación:			
Por carga volúmica mínima (Nm <sup>3</sup> /h):	512,7		512,7
Por carga superficial mínima (Nm <sup>3</sup> /h):	512,7		512,7
Caudal de aire necesario para oxigenación:			
Diario (Nm <sup>3</sup> /d):	8.858,6		9.909,5
Horario:			
Medio (Nm <sup>3</sup> /h):	369,1		412,9
Punta (Nm <sup>3</sup> /h):	517,8		549,0



Caudal mínimo necesario ( $\text{Nm}^3/\text{h}$ ): **517,8** **549,0**

### **Soplante considerada**

Tipo:	Embolo rotativo trilobular	
Nº unidades:		
Instaladas:		2,00
En funcionamiento:	1,00	1,00
Características unitarias:		
Caudal unitario ( $\text{Nm}^3/\text{h}$ ):		600,00
Altura (m.c.a.):		4,25
Aporte $\text{O}_2$ :		
Unitario ( $\text{kg O}_2/\text{h/soplante}$ ):	30,00	27,05
Total ( $\text{kg O}_2/\text{h/reactor}$ ):	30,00	27,05
Parámetros de funcionamiento:		
Funcionamiento medio ( $\text{h/d}$ ):	14,76	16,52
Agitación:		
Volumica ( $C_{V,\min}$ ) ( $\text{Nm}^3/\text{h/m}^3_{\text{óxico}}$ ):	1,17	1,17
Superficial ( $C_{S,\min}$ ) ( $\text{Nm}^3/\text{h/m}^2_{\text{óxico}}$ ):	4,68	4,68
Oc-load:		
Máximo ( $\text{kg O}_2/\text{kg DBO}_{5\text{elim}}$ ) (24 h/d):	4,82	4,34
Medio ( $\text{kg O}_2/\text{kg DBO}_{5\text{elim}}$ ) (medio):	2,96	2,98

### **Domos difusores considerados**

	<b><u>Invierno</u></b>	<b><u>Diseño</u></b>	<b><u>Verano</u></b>
Tipo:	Difusores de burbuja fina		
Cálculo de difusores:			
Nº reactores en funcionamiento:	1,00		1,00
Nº mínimo de difusores (por reactor):		214,29	
Nº de difusores adoptados (por reactor):		<b>220,00</b>	
Parámetros de funcionamiento:			
Caudal unitario ( $\text{Nm}^3/\text{h/difusor}$ ):		2,73	

## Recirculación de fangos biológicos

### Necesidades de recirculación

#### Por Índice Volumétrico del Fango

Para IVF = 100 mg/l (%)	53,8
Para IVF = 125 mg/l (%)	77,8
Para IVF = 150 mg/l (%)	110,5

#### Por Balance de Masas

Concentración de MLSS ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	3,5
Concentración en recirculación ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	8,0
Recirculación necesaria (%)	77,8

**Capac. mínima (% Qmed)** 150,0

### Equipos recirculación de fangos

Tipo	Sumergible
Destino	Cámara anóxica
Nº de unidades instaladas	3
Nº de unidades funcionando	2
Caudales	
Caudal unitario mínimo ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	19,5
Caudal unitario adoptado ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	20,0
Altura manométrica (m.c.a)	2,0
% recirculación (con reserva)	230,4
% recirculación (sin reserva)	153,6
Tiempo de funcionamiento (h/d)	23,4

## Decantación secundaria

### Diseño

#### Datos de Partida

Caudales:	
Medio (m <sup>3</sup> /h):	26,0
Punta (m <sup>3</sup> /h):	78,1
Recirculación (m <sup>3</sup> /h/decantador):	40,0
Conc. sólidos entrada decantador (kg/m <sup>3</sup> ):	3,5
Conc. sólidos en recirculación (kg/m <sup>3</sup> ):	8,0

#### Criterios de dimensionamiento

Carga hidráulica máxima:	
A Q medio (m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> ):	0,70
A Q punta (m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> ):	1,70
Carga de sólidos:	
A Q medio (kg SST/m <sup>2</sup> /h):	3,00
A Q punta (kg SST/m <sup>2</sup> /h):	6,00
Caudal efluente:	
A Q medio (m <sup>3</sup> /h/ml):	6,00
A Q punta (m <sup>3</sup> /h/ml):	12,00
Tiempo de retención (tr):	
A Q medio:	
Máxima (h):	5,00
Mínima (h):	3,00
A Q punta (h):	2,50
Calado sobre borde (m):	
Máximo (m):	4,00
Mínimo (m):	2,50

### Dimensionamiento

#### ***Cálculo del diámetro***

1.- Por carga hidráulica:

S/criterios dimensionamiento:

$$\Phi = 2 \times \sqrt{\frac{Q}{\pi \times C_h}}$$

donde:

$\Phi$	=	Diámetro (m)
Q	=	Caudal (m <sup>3</sup> /h)
$C_h$	=	Carga hidráulica (m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> )

2.- Por carga de sólidos:

$$\Phi = 2 \times \sqrt{\frac{[SSLM] \times Q}{\pi \times C_s}}$$

donde:

$\Phi$	=	Diámetro (m)
[SSLM]	=	Concentración de sólidos en suspensión en el reactor (kg/m <sup>3</sup> )
Q	=	Caudal (m <sup>3</sup> /h)
C <sub>s</sub>	=	Carga de sólidos (kg/h/m <sup>2</sup> )

Así, para las siguientes unidades:

#### Diseño

Nº de unidades:

1

Las **superficies** y los **diámetros** mínimos para las condiciones de estudio serán:

*Por carga hidráulica:*

S/Criterios de dimensionamiento:

A Q medio:

Superficie (m <sup>2</sup> /ud):	37,2
Diámetro (m/ud):	6,9

A Q punta:

Superficie (m <sup>2</sup> /ud):	46,0
Diámetro (m/ud):	7,6

*Por carga de sólidos:*

A Q medio:

Superficie (m <sup>2</sup> /ud):	30,4
Diámetro (m/ud):	6,2

A Q punta:

Superficie (m <sup>2</sup> /ud):	45,6
Diámetro (m/ud):	7,6

#### **Cálculo del diámetro hidráulico**

Vendrá definida por caudal efluente.

$$\Phi = \frac{Q}{\pi \times L_{ef}}$$

donde:

$\Phi$	=	Diámetro (m)
Q	=	Caudal (m <sup>3</sup> /h)
L <sub>ef</sub>	=	Caudal efluente (m <sup>3</sup> /h/ml)

Por tanto, el **diámetro hidráulico** para las distintas condiciones de diseño será:

A Q medio:

Longitud (ml/ud):	4,3
Diámetro hidráulico (m/ud):	1,4

A Q punta:

Longitud (ml/ud):	6,5
-------------------	-----

Diámetro hidráulico (m/ud): 2,1

En resumen, las dimensiones mínimas serán:

Diámetro (m/ud): 7,6  
Diámetro hidráulico (m/ud): 2,1

#### ***Elección del decantador:***

Características unitarias:  
Diámetro (m/ud): 9,0  
Superficie (m<sup>2</sup>/ud): 63,6

#### ***Cálculo del volumen y calado***

S/criterios dimensionamiento:

El volumen mínimo ( $V_{\min}$ ) y por tanto la altura mínima vendrá determinada por los tiempos de retención mínimos en las diferentes condiciones:

$$V = Q \times tr$$

donde:

V	=	Volumen (m <sup>3</sup> )
Q	=	Caudal (m <sup>3</sup> /h)
tr	=	Tiempo de retención hidráulico (h)

Por tanto, el calado mínimo será:

$$h = \frac{V}{\pi \times \left(\frac{\Phi}{2}\right)^2}$$

El volumen máximo ( $V_{\max}$ ) y por tanto el calado máximo vendrá determinado por el tiempo de retención máximo a caudal medio ( $Q_m$ ):

Los **volúmenes** y los **calados** mínimos para las condiciones de estudio serán:

	<b><u>Diseño</u></b>
<i>S/tiempo retención (tr):</i>	
Volumen mínimo:	
A Q medio:	
Volumen (m <sup>3</sup> /ud):	78,1
Calado (h) (m/ud):	1,2
A Q punta:	
Volumen (m <sup>3</sup> /ud):	195,3
Calado (h) (m/ud):	3,1
Volumen máximo a Q medio:	
Volumen (m <sup>3</sup> /ud):	130,2
Calado (h) (m/ud):	2,0
Calado:	
Máximo calculado (m):	2,0
Mínimo calculado (m):	3,1

### Características del decantador secundario

Nº de unidades:	1
Tipo:	Circular con puente
Definición geométrica (unitaria):	
Diámetro (m):	9,0
Calado (m):	3,5
Pendiente del fondo (%):	10,0
Recogida del caudal:	
Tipo:	Perimetral
Diámetro hidráulico (m):	9,0
Longitud de recogida (m):	28,3
Superficie de decantación (m <sup>2</sup> ):	63,6
Volumen s.i./poceta central (m <sup>3</sup> ):	222,7

### Parámetros de funcionamiento

Carga hidráulica máxima:	
A Q medio (m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> ):	0,41
A Q punta (m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> ):	1,23
Carga de sólidos:	
A Q medio (kg SST/m <sup>2</sup> /h):	1,43
A Q punta (kg SST/m <sup>2</sup> /h):	4,30
A Q (M + R) (kg SST/m <sup>2</sup> /h):	3,63
Tiempo de retención:	
A Q medio (h):	8,55
A Q punta (h):	2,85
Caudal efluente:	
A Q medio (m <sup>3</sup> /h/ml):	0,92
A Q punta (m <sup>3</sup> /h/ml):	2,76

### Purga y bombeo de flotantes

Producción de grasas (kg/m <sup>3</sup> ):	0,010
Producción de grasas (kg/d/decantador):	6,3
Concentración (g/L):	6,0
Caudal diario (m <sup>3</sup> /d/decantador):	1,0
Sistema de extracción:	Barredor superficial
Evacuación:	Por gravedad a pozo de flotantes
Tipo de bomba	Sumergible
Nº de unidades instaladas	2
Nº de unidades en funcionamiento	1
Caudal unitario (m <sup>3</sup> /h)	10,0
Altura manométrica (m.c.a)	5,0

## Eliminación de fósforo vía química

### Datos de partida

#### Caudales

Medio (m <sup>3</sup> /h)	26,0
Punta (m <sup>3</sup> /h)	78,1

#### Fósforo entrada (mg/L)

8,0

#### Eliminado por biología

Cons. esp. (mg P/100 mg DBO <sub>5</sub> elim):	0,6
Consumo (mg P/L)	1,4

#### Salida

Soluble (mg P/L)	1,7
Asociado a los SS (mg P/L)	0,4
Total salida (mg P/L)	2,0

#### Balance

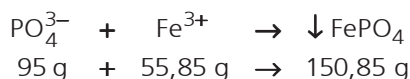
Entrada (mg/L)	8,0
Consumido por biología (mg/L)	1,4
Salida (mg P/L)	2,0
A eliminar vía química (mg P/L)	4,6

### Reactivo

Nombre comercial	Cloruro férrico
Formula química	FeCl <sub>3</sub>
Estado	Líquido
Riqueza producto comercial (%)	40,0
Riqueza producto comercial (g/L)	566,8
Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	1.417,0

#### Reacción

Al añadir sales de hierro al agua residual, reaccionan con el ortofosfato soluble para producir un precipitado muy insoluble, ortofosfato de aluminio u ortofosfato férrico, respectivamente.



#### Dosis de producto químico puro

Mínimo (mg/L)	24,1
Considerado	
Media (mg/L)	36,0
Máxima (mg/L)	50,0

### Rel. estequiométrica mol Fe/mol Pelim

Media	1,5
Máxima	2,1

### Consumo producto químico comercial

Másico	
A Qm y dosis media (kg/d)	39,7
A Qm y dosis máxima (kg/d)	55,1
Volúmico	
A Qm y dosis media (L/d)	28,0
A Qm y dosis máxima (L/d)	38,9

## Instalación de dosificación

### Dosificación de reactivo

Tipo	Bombas dosificadoras pistón membrana
Regulación	manual
Nº dosificadores instalados	2
Nº dosificadores en funcionamiento	1
	1,6
Caudal unitario (L/h)	0 - 1,62
Caudal unitario adoptado (L/h)	0,1 - 2,0

## Almacenamiento

Tipo de depósito	Circular de fondo plano (PRFV)
Autonomía de almacenamiento (d)	25,0
Volumen a almacenar (m <sup>3</sup> )	1,0
Nº de unidades	1
Volumen unitario adoptado (m <sup>3</sup> )	1,0
Autonomía a dosis media (d)	25,7



## Producción y características de los fangos secundarios

### Fangos biológicos

#### Producción específica

S/cálculo (kg fangos MS/kg DBO<sub>5</sub> elim) 0,944

#### Balance DBO<sub>5</sub>

Entrada agua bruta (kg/d) 150,0

Eliminada en biológico (kg/d) 145,6

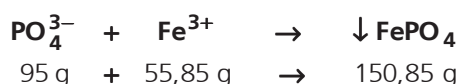
#### Producción fangos biológicos (kg/d)

137,4

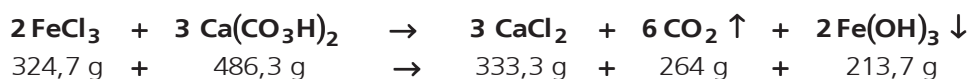
### Fangos químicos (estimación)

#### Reacción

Al añadir sales de hierro al agua residual, reaccionan con el ortofosfato soluble para producir un precipitado muy insoluble, ortofosfato férrico.



Si aun queda Fe<sup>3+</sup> libre después de eliminar todo el ortofosfato, este reaccionará con la alcalinidad del agua dando hidróxido férrico, elementos altamente insolubles, según la reacción:



#### Datos de partida

Caudales diarios (m<sup>3</sup>/d) 625,0

Dosificación reactivo

Media (mg/L) 36,0

Máxima (mg/L) 50,0

#### Producción de fangos químicos

Producción de FePO<sub>4</sub> (kg/d) 20,9

Producción de Fe(OH)<sub>3</sub> (kg/d) 5,8

Total (kg/d) 26,7

### Fangos en exceso (s/cálculos)

Concentración (kg/m<sup>3</sup>) 8,0

#### Producción diaria

Másicos (kg/d) 164,0

Volúmicos (m<sup>3</sup>/d) 20,5

## Bombeo de fangos en exceso

### Datos de partida

#### Caudales

Producción fangos en exceso (kg/d)	164,0
Concentración de fangos (kg/m <sup>3</sup> )	8,0
Caudal volúmico (m <sup>3</sup> /d)	20,5

<b>Tiempo de purga (h/d)</b>	<b>12,0</b>
------------------------------	-------------

### Equipo de bombeo

Tipo	Sumergible
Destino	Espesador
Nº de unidades instaladas	2
Nº de unidades en funcionamiento	1
Caudales	
Caudal bombeo (m <sup>3</sup> /h)	1,7
Caudal unitario mínimo (m <sup>3</sup> /h)	1,7
Caudal unitario adoptado (m <sup>3</sup> /h)	3,0
Altura manométrica (m.c.a.)	6,0
Tiempo de funcionamiento (h/d)	6,8

## Espesamiento de fangos

### Datos de partida

#### Caudales Volúmicos

Diario ( $\text{m}^3/\text{d}$ )	20,5
Horarios ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	1,7

#### Caudales Másico

Diario ( $\text{kg}/\text{d}$ )	164,0
Horario ( $\text{kg}/\text{h}$ )	13,7

#### Concentración del fangos

Entrada ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	8,0
Salida ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	30,0

### Espesador

Tipo	Gravedad
Forma	Estático prefabricado cilindrico-troncocónico
Nº de unidades:	1

#### Criterios de dimensionamiento

Carga hidráulica ( $\text{m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ )	0,40
Carga de sólidos ( $\text{kg}/\text{m}^2/\text{d}$ )	25,0
Tiempo de retención de fangos (d)	3,0

#### Dimensiones mínimas unitarias

Diámetro	
Por carga hidráulica (m)	2,3
Por carga de sólidos (m)	2,9
Volumen	
Por tiempo retención fangos ( $\text{m}^3$ )	20,1

#### Dimensiones unitarias

Parte cilíndrica:	
Diámetro (m)	3,5
Altura (m)	1,60
Superficie de espesamiento ( $\text{m}^2$ )	9,6
Volumen ( $\text{m}^3$ )	15,4
Parte troncocónica:	
Diámetro superior (m)	3,5
Diámetro inferior (m)	0,25
Altura (m)	1,75
Pendiente del fondo	47,1
Volumen ( $\text{m}^3$ )	6,0
Volumen total ( $\text{m}^3$ )	21,4

### Parámetros de funcionamiento

#### *Carga hidráulica*

Horaria ( $\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ )	0,18
Diaria ( $\text{m}^3/\text{d}/\text{m}^2$ )	2,1

#### *Carga de sólidos*

Horaria ( $\text{kg}/\text{h}/\text{m}^2$ )	1,4
Diaria ( $\text{kg}/\text{d}/\text{m}^2$ )	17,1

#### *Tiempo de retención hidráulico (d)*

1,0

#### *Tiempo de retención de fangos (d)*

3,2

#### *Concentración del fango*

Media en espesador ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	24,5
Salida ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	30,0

## Deshidratación mecánica de fangos

### Datos de partida

Fangos espesados EDAR Alcaraz

Caudal volúmico diario (m <sup>3</sup> /d)	5,5
Caudal másico diario (kg/d)	164,0
Concentración fango (kg/m <sup>3</sup> )	30,0
Días de trabajo (d/semana)	3,0
Horas diarias de trabajo (h/d)	7,0

Caudales de funcionamiento fangos Alcaraz

Caudales volúmenes:

Diario (m <sup>3</sup> /d)	12,7
Horario (m <sup>3</sup> /h)	1,8

Caudales másicos:

Diario (kg/d)	382,7
Horario (kg/h)	54,7

### Bombeo extracción de fangos espesados Alcaraz

#### Instalación

Tipo de Bomba	Tornillo Helicoidal
Regulación	Variador mecánico
Nº de unidades instaladas	2
Nº de unidades funcionando	1
Procedencia Fangos	Espesador
Destino Fangos	A centrífuga

#### Dimensiones bomba

Caudal unitario mínimo ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	1,1
Caudal unitario máximo ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	2,0
Altura geométrica (m.c.a)	10,0

### Equipo de deshidratación

Tipo de instalación	Centrífuga
Nº de unidades instaladas	1
Nº de unidades funcionando	1

#### Dimensionamiento:

##### Caudales unitarios:

Volúmico ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	1,8
Másico ( $\text{kg}/\text{h}$ )	54,7

##### Concentración MS fango:

Entrada (%)	3,0
Salida (%)	22,0

##### Centrífuga:

Caudal volúmico ( $\text{m}^3/\text{h}$ ) MS al 3%	2,0
Caudal másico ( $\text{kg}/\text{h}$ )	60,0

Funcionamiento medio diario (h/d)	3,0
-----------------------------------	-----

### Transporte y almacenamiento de fangos

#### Extracción equipo de deshidratación

Sistema de transporte	Bomba helicoidal de alta presión
Nº de unidades instaladas	1
Nº de unidades en funcionamiento	2
Caudal unitario necesario (m <sup>3</sup> /h)	2,0
Caudal unitario adoptado (m <sup>3</sup> /h)	2,0

#### Almacenamiento

Capacidad de almacenamiento (d)	3,0
Tipo de almacenamiento	Remolque
Número de unidades	1
Volumen unitario	
Mínimo (m <sup>3</sup> )	2,2
Adoptado (m <sup>3</sup> )	6,0
Autonomía de almacenamiento (d)	8,0

## Acondicionamiento químico de fangos

### Datos de partida

Días de funcionamiento (d/semana)	5,0
Horas diarias de trabajo (h/d)	5,1
Caudales volúmicos:	
Diario (m <sup>3</sup> /d)	7,7
Horario (m <sup>3</sup> /h)	1,5
Caudales máscicos:	
Diario (kg/d)	229,7
Horario (kg/h)	45,0

### Reactivos de floculación

Tipo de Reactivo	Polielectrolito catiónico En polvo
Características	
Suministro del producto: sacos (kg)	25,0
Riqueza producto comercial (%)	100,0
Densidad media (kg/m <sup>3</sup> )	1.000,0

### Dosificación de reactivo

Dosis de reactivo puro	
Media (kg/TnMS)	5,0
Máxima (kg/TnMS)	7,0
Consumo de reactivo (por tiempo de funcionamiento)	
Horario	
A dosis media (kg/h)	0,2
A dosis máxima (kg/h)	0,3
Diario	
A dosis media (kg/d)	1,1
A dosis máxima (kg/d)	1,6

### Almacenamiento

Autonomía mínima (d)	30
Cantidad necesaria (a dosis media) (kg)	34,4
Nº sacos	2
Autonomía (d)	43,5



### Dosificación de producto sólido

Sistema	Eyector automático de polielectrolito
Nº de unidades instaladas	1
Capacidad necesaria máxima (kg/h)	0,6

### Dilución

Sistema	Automático
---------	------------

#### Dilución

Concentración solución madre (%)	0,5
Consumo solución madre	
Medio (L/h)	45,0
Máximo (L/h)	63,0
Diario (L/d)	229,7

#### Preparación dilución

Nº de cubas instaladas	1
Nº de cubas en servicio	1
Capacidad necesaria (L)	126,0
Capacidad adoptada (L)	200,0

#### Dosificación

Tipo de Bomba	De tornillo helicoidal
Sistema de regulación	Variador mecánico
Nº dosificadoras inst.	2
Nº dosificadoras servicio	1
Caudal unitario necesario (L/h)	63,0
Caudal unitario adoptado (L/h)	80,0

#### Afino de dilución

Sistema	Rotámetro
Dilución alcanzada (%)	0,1
Consumo solución diluida	
Medio (L/h)	225,0
Máximo (L/h)	315,0
Nº de rotámetros instalados	1
Nº de rotámetros funcionando	1
Caudal de agua necesario (L/h)	235,0
Caudal unitario adoptado (L/h)	400,0

## Dimensionamiento de las conducciones

### Línea de agua

#### Impulsión individual de agua bruta

Caudal	43,4	m <sup>3</sup> /h
Velocidad		
Mínima	1,0	m/s
Máxima	1,5	m/s
Diámetro		
Máximo	123,9	mm
Mínimo	101,2	mm
Diámetro adoptado	125,0	mm
Velocidad en tubería	1,0	m/s
Material	Inox	

#### Entrada y Salida Pretratamiento

Caudal	130,2	m <sup>3</sup> /h
Velocidad		
Mínima	1,0	m/s
Máxima	1,5	m/s
Diámetro		
Máximo	214,6	mm
Mínimo	175,2	mm
Diámetro adoptado	200,0	mm
Velocidad en tubería	1,2	m/s
Material	Inox	

#### Entrada reactor biológico

Caudal	78,1	m <sup>3</sup> /h
Velocidad		
Mínima	1,0	m/s
Máxima	1,5	m/s
Diámetro		
Máximo	166,2	mm
Mínimo	135,7	mm
Diámetro adoptado	150,0	mm
Velocidad en tubería	1,2	m/s
Material	Inox	

### Salida reactor biológico

Caudal	118,1	m <sup>3</sup> /h
Velocidad		
Mínima	0,8	m/s
Máxima	1,0	m/s
Diámetro		
Máximo	228,5	mm
Mínimo	204,4	mm
Diámetro adoptado	200,0	mm
Velocidad en tubería	1,0	m/s
Material	Inox	

### Salida de decantador secundario

Caudal	78,1	m <sup>3</sup> /h
Velocidad		
Mínima	1,0	m/s
Máxima	1,5	m/s
Diámetro		
Máximo	166,2	mm
Mínimo	135,7	mm
Diámetro adoptado	150,0	mm
Velocidad en tubería	1,2	m/s
Material	Inox	

## Línea de fangos

### Bombeo recirculación de fango

Caudal	40,0	m <sup>3</sup> /h
Velocidad		
Mínima	1,5	m/s
Máxima	2,0	m/s
Diámetro		
Máximo	97,1	mm
Mínimo	84,1	mm
Diámetro adoptado	100,0	mm
Velocidad en tubería	1,4	m/s
Material	Inox	

### Bombeo de fango en exceso

Caudal	3,0	m <sup>3</sup> /h
Velocidad		
Mínima	1,5	m/s
Máxima	2,0	m/s
Diámetro		
Máximo	26,6	mm
Mínimo	23,0	mm
Diámetro adoptado	65,0	mm

Velocidad en tubería  
Material

0,3 m/s  
Inox

### Salida espesador a deshidratación

Caudal	2,0	m <sup>3</sup> /h
Velocidad		
Mínima	0,5	m/s
Máxima	1,0	m/s
Diámetro		
Máximo	37,6	mm
Mínimo	26,6	mm
Diámetro adoptado	65,0	mm
Velocidad en tubería	0,2	m/s
Material	Inox	

### Línea de flotantes

#### Impulsión flotantes secundarios

Caudal	10,0	m <sup>3</sup> /h
Velocidad		
Mínima	1,0	m/s
Máxima	1,5	m/s
Diámetro		
Máximo	59,5	mm
Mínimo	48,6	mm
Diámetro adoptado	80,0	mm
Velocidad en tubería	0,6	m/s
Material	Inox	

### Línea de aire

#### Biológico

Caudal	600,0	m <sup>3</sup> /h
Velocidad máxima en tubería	12,0	m/s
Diámetro mínimo	133,0	mm
Diámetro adoptado	150,0	mm
Velocidad en tubería	9,4	m/s
Material	Inox	

## Resumen de Variables Técnicas

### E.D.A.R. de 2,500 hab.eq.

#### Datos de partida

- Habitantes - equivalentes	2.500,0	Hab - eq
- Caudal medio	26,0	m <sup>3</sup> /h
- Caudal punta	78,1	m <sup>3</sup> /h
- Caudal máximo	130,2	m <sup>3</sup> /h
- Contaminación en DBO	150,0	kg/d
- Contaminación en S.S.	187,5	kg/d
- Contaminación en DQO	300,0	kg/d
- Contaminación en Nt	30,0	kg/d
- Contaminación en Pt	5,0	kg/d
- Temperatura mínima de diseño	14,0	°C
- Temperatura Máxima de diseño	22,0	°C

#### Resultados mínimos previstos

#### Máximo vertido

- DBO <sub>5</sub>	25,0	mg/L
- S.S.	35,0	mg/L
- DQO	125,0	mg/L
- Contenido máx. SSV en fangos (%)	60,0	%
- Sequedad mínima en fangos deshidratados	22,0	%

#### Obra de llegada

##### *By-pass general*

- Caudal máximo a aliviar	130,2	m <sup>3</sup> /h
- Diámetro by-pass de planta	400,0	mm

##### *Reja Protección bombeo*

Tipo de reja	Reja automática
Luz entre barrotes	25,0 mm

##### *Bombeo de Agua Bruta*

Tipo de bomba	Centrífuga sumergible
	Sonda de Nivel
Nº de unidades instaladas	3 Ud
Nº de unidades funcionando	3 Ud
Caudal unitario	43,6 m <sup>3</sup> /h

##### *Pozo de Bombeo*

Volumen útil	8,4 m <sup>3</sup>
Longitud	2,3 m
Anchura	3,2 m
Altura lámina agua	1,1 m

### Desarenado-desengrasado

- Tipo de equipo	Planta de pretratamiento compacta con desbaste, desarenado y desengrasado aireado.
- Número de unidades	1 Ud
<b>Desbaste</b>	
- Tipo de tamiz	Tamiz a sinfín inclinado
- Luz de paso (mm)	3
- Ancho del cilindro (mm)	600
- Caudal máximo de paso agua limpia (m <sup>3</sup> /h)	432
<b>Desarenado-Desengrasado</b>	
- Volumén útil (unitario) a Q <sub>max</sub>	7,4 m <sup>3</sup>
- Superficie útil (unitario) a Q <sub>max</sub>	8,1 m <sup>2</sup>
- Longitud útil (unitario)	6,0 m
- Ancho total	1,4 m
- Velocidad ascensional	
A Q <sub>med</sub>	3,2 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>
A Q <sub>p</sub>	9,6 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>
A Q <sub>max</sub>	16,1 m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>
- Tiempo de retención	
A Q <sub>med</sub>	14,8 min
A Q <sub>p</sub>	5,4 min
A Q <sub>max</sub>	3,4 min
- Sistema de aireación	Compresor rotativo de paletas
- Nº de unidades	1,0 Ud
- Caudal unitario	30,0 Nm <sup>3</sup> /h
- Suministro de aire	2,5 Nm <sup>3</sup> /h/m
- Sistema extracción de arenas	Cesta Tamiz con Tornillo transportador compactador
- Sistema eliminación grasas	Barredor superficial
- Almacenamiento de arenas	
Tipo	Contenedor Polietileno de alta densidad
Nº de unidades	1 Ud
Capacidad	0,8 m <sup>3</sup>
Autonomía de almacenamiento	42,7 d
- Almacenamiento de grasas	
Tipo	Contenedor Polietileno de alta densidad
Nº de unidades	1,0 Ud
Capacidad	0,2 m <sup>3</sup>
Autonomía de almacenamiento	5,9 d

### Medida de caudal

- Tipo de medidor	Caudalímetro electromagnético
-------------------	-------------------------------

### Reactor biológico

Número de unidades:		
En funcionamiento:	1	
En reserva:	0	
Volumen unitario:		
Zona anóxica	170,9	m <sup>3</sup>
Zona óxica	512,7	m <sup>3</sup>
Total unitario	683,6	m <sup>3</sup>
Volumen total biológico	683,6	m <sup>3</sup>
Carga másica		
Sobre entrada	0,063	kg DBO <sub>5</sub> /d/kgSSLM
Sobre eliminada	0,056	kg DBO <sub>5</sub> /d/kgSSLM
Carga volúmica		
Sobre entrada	0,219	kg DBO <sub>5</sub> /d/m <sup>3</sup>
Sobre eliminada	0,197	kg DBO <sub>5</sub> /d/m <sup>3</sup>
MLSS en reactor (M)	3,5	kg/m <sup>3</sup>
Edad del fango	18,9	d
Tiempo de retención hidráulico		
Sobre Q med	26,3	h
Sobre Q p	8,8	h
Producción de fangos biológicos		
Prod. espec. (kg MS/kg DBO <sub>5</sub> elim)	0,944	kg/kg
Fangos biológicos en exceso (kg/d)	126,8	kg/d

### Aceleradores de corriente

Tipo	Aceleradores de flujo	
Nº de unidades instaladas por reactor:	1	Ud
Potencia unitaria:	4,0	kW
Potencia específica instalada	5,9	W/m <sup>3</sup>

Nec. de aireación	T. Mín.	T. Máx.	
- Aportación nominal de O <sub>2</sub>	2,96	2,98	kg O <sub>2</sub> /kg DBO <sub>5elim</sub>
- Coeficiente Punta	1,6	1,5	
- Coeficiente global de transferencia	0,438	0,413	
- Necesidad diarias real de O <sub>2</sub>	463,6	518,6	kgO <sub>2</sub> /d
- Necesidades medias	19,3	21,6	KgO <sub>2</sub> /h
- Necesidades puntas	27,1	28,7	KgO <sub>2</sub> /h



Equipos de aereación		T. Mín.	T. Máx.
- Sistema de aportación de O <sub>2</sub>		Embolo rotativo trilobular	
- Número total de unidades instaladas:		2,00	2,00 Ud
Características unitarias:			
- Caudal unitario:		600,00	600,00 Nm <sup>3</sup> /h
- Altura:		4,25	4,25 m.c.a.
- Parámetros de funcionamiento			
Funcionamiento medio diario		14,76	16,52 h/d

Decantación secundaria			
- Nº de unidades		1	Ud
- Diámetro		9,0	m
- Calado en la vertical del vertedero		3,5	m
- Volúmen total útil		222,7	m <sup>3</sup>
- Sistema de recogida de fangos		Rasquetas	
- Carga hidráulica			
A Q medio		0,41	m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>
A Q punta		1,23	m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>
- Carga de sólidos			
A Q medio		1,43	kg/h/m <sup>2</sup>
A Q punta		4,30	kg/h/m <sup>2</sup>
- Tiempo de retención			
A Q medio		8,6	h
A Q punta		2,9	h
- Caudal por unidad de vertedero a Q <sub>máx.</sub>		2,8	m <sup>3</sup> /h/ml

Eliminación de fósforo vía química			
Nombre comercial		Cloruro férrico	
Formula química		FeCl <sub>3</sub>	
Dosis de producto químico puro			
Media		36	mg/L
Máxima		50	mg/L
Rel. estequiométrica mol Fe/mol Pelim			
Media		1,5	
Máxima		2,1	
Volumen del depósito de almacenamiento		1,0	m <sup>3</sup>
Autonomía a dosis media		25,7	d
Tipo de bombas dosificadoras	Bombas dosificadoras pistón membrana		
Nº dosificadores instalados		2	Ud
Nº dosificadores en funcionamiento		1	Ud
Caudal unitario adoptado		0,1 -2.0	L/h

### Producción de fango

Producción másica		
Fangos biológicos en exceso	137,4	kg/d
Fangos químicos:	26,7	kg/d
Fangos totales	164,0	kg/d
Producción volúmica	20,5	m <sup>3</sup> /d

### Recirculación del fango

- Tipo	Sumergible	
- Nº de unidades instaladas	3	
- Nº de unidades en funcionamiento	2	
- Caudal unitario	20,0	m <sup>3</sup> /h
- Capacidad disponible sin reserva	153,6	% s/Qmed

### Bombes de fangos en exceso a espesador

- Tipo	Sumergible	
- Nº de unidades instaladas	2	Ud
- Nº de unidades en funcionamiento	1	Ud
- Caudal unitario	3,0	m <sup>3</sup> /h

### Bombes de flotantes

- Tipo	Sumergible	
- Número de unidades instaladas	2	Ud
- Número de unidades en funcionamiento	1	Ud
- Capacidad unitaria	10,0	m <sup>3</sup> /h

### Espesamiento de fangos

- Concentración de entrada	0,8	%
- Concentración de salida	3,0	%
- Tipo	Estático prefabricado	
- Nº de unidades	1	
- Diámetro	3,5	m
- Altura cilíndrica útil	1,6	m
- Altura troncocónica	1,8	
- Volumen útil	21,4	m <sup>3</sup>
- Carga hidráulica	0,18	m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup>
- Carga sólidos	17,05	kg/d/m <sup>2</sup>
- Tiempo de retención de fangos	3,2	d

### Bombeo fangos a deshidratación

- Tipo	Tornillo Helicoidal
- Nº de unidades instaladas	2 Ud
- Nº de unidades en funcionamiento	1 Ud
- Caudal unitario	2,0 m <sup>3</sup> /h

### Acondicionamiento químico

- Tipo	Polielectrolito catiónico
- Dosis reactivo puro sobre materia seca (media)	
Media	5,0 mg/L
Máxima	7,0 mg/L
- Consumo diario previsto (medio)	1,1 kg/d
- Nº sacos	2 Ud
- Suministro	25,0 kg
- Autonomía	43,5 d
- Dosificación de producto sólido	
Sistema	Eyector automático de polielectrolito
Nº de unidades instaladas	1 Ud
Capacidad necesaria máxima	0,6 kg/h

- Dilución		
Sistema	Automático	
Concentración solución madre	0,5	%
Nº de cubas		
Instaladas	1	Ud
En servicio	1	Ud
Capacidad	200,0	L
- Dosificación		
Tipo de Bomba	De tornillo helicoidal	
Nº de bombas		
Instaladas	2	Ud
En servicio	1	Ud
Caudal máximo	80,0	L/h
- Afino de dilución		
Sistema	Rotámetro	
Concentración dilución	0,1	%
Nº de rotámetros		
Instalados	1	Ud
En servicio	1	Ud
Caudal máximo	400,0	L/h

#### Centrífuga

- Días de trabajo a la semana	3	d/seman.
- Horas de funcionamiento al día	7,0	h/d
- Nº de unidades instaladas	1	Ud
- Nº de unidades en funcionamiento	1	Ud
- Caudal volúmico unitario	2,0	m <sup>3</sup> /h
- Caudal másico unitario	60,0	kg/h
- Concentración MS fango de salida	22,0	%

#### Transporte y almacenamiento de fangos

- Salida a almacenamiento		
Sistema de transporte	Bomba helicoidal de alta presión	
Nº de unidades	2	Ud
Caudal	1,0	m <sup>3</sup> /h
- Almacenamiento		
Tipo	Remolque	
Nº de unidades	1	Ud
Capacidad	6,0	m <sup>3</sup>
Autonomía de almacenamiento	8,05	d