Agencia de Medio Ambiente y Agua
CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO

PLIEGO DE BASES TÉCNICAS PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES.

INDICE

1. OBJETO DEL PLIEGO.....1

2. CRITERIOS DE DISEÑO DE LOS PROCESOS UNITARIOS.....1

2.1. Obra de entrada y pozo de gruesos.....1

2.2. Bombeo de entrada.....2

2.3. Desbaste.....3

2.4. Desarenado – desengrasado de limpieza manual.....4

2.5. Desarenado – desengrasado aireado de limpieza automática.....5

2.6. Retirada de residuos del pretratamiento.....9

2.7. Decantación primaria.....9

2.8. Tratamientos biológicos de cultivo fijo.....10

2.9. Tratamientos biológicos de cultivo en suspensión.....12

2.10. Decantación secundaria.....16

2.11. Recirculación de lodos.....18

2.12. Otros procesos “no convencionales”.....18

2.13. Purga de lodos.....23

2.14. Espesado de lodos.....24

2.15. Estabilización de lodos.....26

2.16. Deshidratación y almacenamiento de lodos.....28

2.17. Tratamientos avanzados.....31

2.18. Tratamiento de olores.....36

3. CRITERIOS DE CONFIGURACIÓN HIDRÁULICA Y DE PROCESO.....38

3.1. Alivio en cabecera de planta y bypass general.....38

3.2. Alivio tras pretratamiento.....38

3.3. Bypass.....39

3.4. Elementos de reparto.....39

3.5. Combinación y flexibilidad entre líneas.....39

3.6. Resguardos hidráulicos.....40

3.7. Vaciados y sobrenadantes.....40

3.8. Vertido del efluente.....40

3.9. Medida de caudales.....40

3.10. Conducciones.....41

3.11. Otras consideraciones de interés.....43

4. INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....43

4.1. Media tensión y centro de transformación.....43

4.2. Centros de Control de Motores.....45

4.3. Líneas eléctricas.....46

4.4. Red de tierras.....46

5. INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL DE LA PLANTA.....46

5.1. Telecontrol.....47

5.2. Telemando.....48

5.3. Automatismos.....48

5.4. Alarmas.....49

5.5. Instrumentación.....49

5.6. Comunicaciones.....50

5.7. Cuadro sinóptico.....50

6. SERVICIOS AUXILIARES.....50

6.1. Agua potable.....50

6.2. Agua de servicio y riego.....51

6.3. Aire comprimido.....52

6.4. Telefonía.....52

7. SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES.....52

7.1. Elementos de protección individual.....52

7.2. Elementos de protección colectiva.....53

7.3. Protección del CT.....54

7.4. Seguridad de máquinas.....54

7.5. Ruidos.....54

8. MANTENIMIENTO Y REPUESTOS.....54

8.1. Criterios de diseño enfocados al mantenimiento.....55

8.2. Taller.....55

8.3. Repuestos.....56

9. LABORATORIO.....57

10. OBRA CIVIL.....58

11. EDIFICIOS.....59

11.1. Programa de necesidades.....59

11.2. Características constructivas.....61

12. URBANIZACIÓN, CERRAMIENTO Y JARDINERÍA.....64

12.1. Urbanización.....64

12.2. Drenaje.....64

12.3. Alumbrado exterior.....65

12.4. Tomas de fuerza.....65

12.5. Cerramiento.....66

12.6. Jardinería.....66

12.7. Camino de acceso.....66

1. OBJETO DEL PLIEGO

El objeto del presente Pliego de Bases Técnicas es describir de manera genérica las condiciones técnicas que deberán de cumplirse en el diseño y construcción de Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales licitadas por la Agencia de Medio Ambiente y Agua de Andalucía y .CONSEJERIA DE MEDIO AMBIENTE Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO

Las condiciones reguladas por este Pliego son:

- Criterios de diseño para:
    - Procesos unitarios de tratamiento
    - Configuración hidráulica
    - Instalaciones eléctricas, instrumentación y control
    - Obra civil, edificación y urbanización.
    - Otros criterios de diseño (seguridad, repuestos, etc.)
- Especificaciones Técnicas a cumplir por los materiales y suministros
- Especificaciones Técnicas a cumplir por los equipos electromecánicos

2. CRITERIOS DE DISEÑO DE LOS PROCESOS UNITARIOS

2.1. Obra de entrada y pozo de gruesos

La necesidad de incluirlo se especificará en cada pliego en particular. Se recomienda su utilización siempre que el colector de llegada tenga un diámetro superior o igual a 600 mm de diámetro.

En caso de considerarse necesario, se tendrán en cuenta para su diseño las siguientes consideraciones:

- Se diseñará de manera que queden retenidos únicamente sólidos muy gruesos, considerándose un tiempo de retención de al menos 1 minuto para el caudal máximo de pretratamiento.
- El fondo del pozo será de forma tronco–piramidal invertida con vigas tipo carril embebidas en el hormigón para su protección durante la limpieza, la cual se efectuará con cuchara bivalva soportada por un polipasto de accionamiento eléctrico.
- Para depositar la cuchara, se preverá una estructura metálica en el interior del pozo de manera que pueda “descansar” la cuchara y escurrirse sobre el pozo, sin necesidad de tener accionado el polipasto.

- Los residuos extraídos del pozo se almacenarán en contenedor para su transporte a vertedero.

2.2. Bombeo de entrada

Como norma general se seguirán las siguientes recomendaciones, si bien podrán estudiarse en caso de plantas de muy pequeño tamaño soluciones singulares, enfocadas hacia la sencillez y facilidad de explotación:

- Si se cuenta con pozo de gruesos, se proyectará posteriormente a él una reja de pre-desbaste de limpieza manual, a modo de protección de las bombas. La luz de paso de esta reja se elegirá en función del paso de sólidos admitido por las bombas.
- La elevación se realizará mediante bombas centrífugas sumergibles. El bombeo será capaz de elevar la totalidad del caudal máximo de pretratamiento. La modulación será como mínimo de dos unidades, más otra de reserva de iguales características que las anteriores (2+1R).
- Se dispondrá de un variador de frecuencia para evitar, en la medida de lo posible, escalonamientos bruscos en la alimentación. Se dotará al pozo de bombeo del medidor de nivel necesario para el correcto funcionamiento del variador. Se preverán también los mecanismos que permitan que éste actúe indistintamente sobre cualquiera de las bombas.
- No obstante lo dispuesto en el apartado anterior, se dispondrá como alternativa de seguridad un sistema de control del bombeo “clásico”, basado en boyas de nivel máximo y mínimo.
- Se dispondrá un rebosadero a una cota suficiente para permitir, en caso de parada de las bombas, el alivio a la red general de bypass. Si no fuera posible, se incluirá un grupo electrógeno que permita la elevación del agua bruta al desbaste.
- La geometría del pozo de bombeo será la necesaria para evitar zonas de remanso en las que se produzcan depósitos de sedimentos. Las paredes estarán inclinadas en la proximidad del fondo y se dispondrá un muro deflector para evitar turbulencias en la entrada.

- Se prestará especial atención a las distancias de separación entre bombas y entre éstas y las paredes del pozo, de manera que se respeten las mínimas especificadas por el fabricante.
- Sobre el pozo de bombeo se dispondrá de un sistema de izado de las bombas que permita una explotación correcta del bombeo y la carga y descarga de las mismas sobre camión.
- La arqueta o cámara de descarga de las bombas de elevación, de la cual arrancarán los canales de desbaste, llevará un vertedero de retorno al pozo, que entraría en funcionamiento si se cierran accidentalmente las compuertas de aislamiento de los citados canales.

2.3. Desbaste

Salvo casos singulares o las posibles matizaciones de los correspondientes Pliegos de Prescripciones Técnicas Particulares (PPTP), los criterios generales para configurar las líneas de proceso serán los siguientes:

	Número de líneas de desbaste	
	Coef.de estacionalidad < 1,5	Coef. de estacionalidad > 1,5
Población > 30.000 hab-eq	2	≥ 2
Población < 30.000 hab-eq	1	2

Tabla 1: Determinación número de líneas de desbaste

El coeficiente de estacionalidad se define en este caso como la relación entre los caudales punta horarios correspondientes a las situaciones de temporada de máxima estacionalidad y de temporada valle.

El desbaste se proyectará con capacidad para tratar el caudal máximo de pretratamiento, e incluirá una reja recta de gruesos con limpieza automática y separación entre barrotes de 30mm, y un tamiz autolimpiante con luz de paso de 3 mm. Cada línea contará con sus correspondientes elementos de aislamiento de entrada y salida.

En paralelo, se dispondrá siempre un canal de bypass con una reja de limpieza manual de 15 mm de luz de paso.

En el caso de que el agua venga impulsada, podrá obviarse el desbaste de gruesos, pasando directamente al tamizado. En este caso deberá elegirse un tamiz especialmente robusto.

En el diseño del desbaste se tendrá en cuenta:

- Velocidad de acercamiento en el canal ≥ 0,4 m/s a caudal mínimo.
- Velocidad de paso a caudal máximo ≤ 1,2 m/s (con atascamiento máximo del 30%).

La disposición de las compuertas será tal que en cualquier caso garantice la no acumulación de grasas o flotantes en la lámina de agua.

Los elementos de limpieza, tanto de rejas como de tamices, se adaptarán perfectamente a los barrotes o láminas, y serán fácilmente reemplazables por partes. La parte superior estará dotada de un sistema limpia peine eficaz, que evite la caída de residuos al agua.

Se prestará especial atención al diseño de la unión entre la reja y la base del canal, de manera que no se provoque la acumulación de residuos en este “punto muerto”.

Para la evacuación del detritus de rejas y tamices se utilizarán preferentemente tornillos transportadores-compactadores que descargarán sobre contenedores.

2.4. Desarenado – desengrasado de limpieza manual

Como norma general se instalarán únicamente en plantas de pequeño tamaño (< 3.000 habitantes equivalentes), salvo en casos específicos o cuando los Pliegos Particulares así los determinen.

2.4.1. Desarenador

Se diseñarán en forma de canal, verificándose los siguientes parámetros:

- Velocidad horizontal recomendada ≈ 0,3 m/sg
- Longitud > 20 veces la lámina de agua

Para mantener la velocidad de paso en el entorno recomendado, se recomienda la instalación aguas abajo de secciones de control.

Preferentemente, se diseñará un doble canal con funcionamiento alternativo, de forma que uno de los canales pueda tratar hasta el caudal máximo de diseño mientras en el otro se efectúan labores de mantenimiento.

Para el aislamiento se preverán las compuertas necesarias aguas arriba y aguas abajo.

Para facilitar a los operarios las tareas de limpieza, se deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Ancho del canal ≥ 30 cm.
- Profundidad del canal (incluyendo resguardo) ≤ 70 cm

2.4.2. Desengrasador

Se diseñará un recinto con una pantalla de salida a modo de bafle, de modo que se evite el movimiento en la zona más superficial. Se habrán de verificar los siguientes parámetros:

- Tiempo de retención: entre 10 y 15 minutos a caudal medio.
- Altura de agua ≤ 1,5 m.

2.5. Desarenado – desengrasado aireado de limpieza automática

Los criterios para configuración de líneas serán los mismos que los considerados para el desbaste en el apartado 2.3. En el caso de que se proyecte una única línea de desarenado - desengrasado, se preverá el bypass del mismo.

El desarenado–desengrasado se realizará preferentemente en canal con insuflación lateral de aire, con captación de flotantes y grasas en la superficie, y de arenas en el fondo.

Se debe garantizar la eliminación de un 90% de las partículas de tamaño igual o superior a las 200 micras, con un contenido de las mismas en materia orgánica inferior al 5%.

El Proyectista definirá claramente y justificarán las formas y disposición de los distintos elementos así como los caudales de insuflación de aire, extracción de agua con arena, y de agua con grasa y flotantes.

En cualquier caso, se mantendrá una relación longitud / anchura igual o superior a 5:1 en el canal desarenador.

El sistema unitario de extracción de arenas y flotantes estará constituido por un puente de traslación longitudinal de anchura útil mínima 80 cm. El puente alojará y soportará los siguientes equipos:

- Grupo motobomba para la extracción de arenas, con sus correspondientes tuberías y elementos accesorios.
- Sistema de rasquetas superficiales para el arrastre y extracción de flotantes.
- La alimentación eléctrica será extensible o de guirnalda y estarán previstos interruptores de final de carrera y de paro de seguridad. El sistema de traslación del puente tendrá un limitador de par. Las paradas o faltas de corriente en el puente tendrán su correspondiente sistema de alarma.

En el caso de plantas con un caudal máximo de pretratamiento inferior a 250 m^3/h, se podrá omitir el puente de traslación, quedando fija la bomba de extracción de arenas. En este caso la solera del recinto tendrá forma troncopiramidal invertida para favorecer la aspiración de la bomba desde la zona inferior.

En el diseño del recinto se proyectará un tabique separador de la zona de tranquilización respecto a la de aportación de aire. En caso de que el proyectista no considere oportuna la colocación de dicho tabique, deberá prever una zona de tranquilización al final del recinto. En este caso la rasqueta de recogida de flotantes tendrá la misma anchura del puente.

La salida del agua será por vertedero con un tranquilizador previo.

Las características que deberá satisfacer esta unidad serán las siguientes:

- Velocidad ascensional a caudal máximo de pretratamiento ≤ 24 m/h.
- Velocidad ascensional a caudal medio ≤ 12 m/h.
- Tiempo de retención a caudal máximo de pretratamiento ≥ 8 minutos.

- Tiempo de retención a caudal medio ≥ 20 minutos.

2.5.1. Extracción y separación de arenas

Las arenas se extraerán mediante bombeo colocado a bordo del puente, y pasarán a un canal lateral que las conducirá al sistema de separación. La bomba de arena será fácilmente extraíble desde el puente para simplificar reparaciones y otras labores de mantenimiento.

Se preverá como mínimo la siguiente capacidad de extracción de la mezcla agua – arena en condiciones normales:

- Municipios interiores: 50 litros/m^3 de agua residual a Qmax
- Municipios litorales: 80 litros/m^3 de agua residual a Qmax

En caso de existencia de vertidos industriales que puedan generar gran cantidad de arenas (industria cerámica, del mármol, etc.) estos valores se incrementarán a juicio del proyectista.

El tipo de bomba recomendada será de eje vertical e irá acoplada al puente, por lo que la extracción de arenas será continua, no admitiéndose soluciones que impliquen el arrastre de las arenas hasta el extremo de los tanques, para su posterior bombeo desde aquél.

El sistema de automatismos preverá paradas y arranques de estas bombas, sincronizadas con los momentos de parada del puente y un sistema de alarma ante atascamientos.

La arena se concentrará mediante un mecanismo eficaz, con retorno del agua a cabecera de planta.

2.5.2. Eliminación y concentración de grasas y aceites.

El sistema deberá suministrar el aire necesario para la flotación de las grasas.

En el caso de optar por turbinas sumergidas, se justificará por el proyectista los parámetros de diseño, de acuerdo a su experiencia y las recomendaciones del suministrador de los equipos.

Si se opta por difusores de burbuja gruesa, éstos se colocarán preferentemente en un lateral del recinto. Las características que deberá satisfacer el sistema de aireación en este caso son:

- Caudal aireación ≥ 4 $Nm^3/m^2 \cdot h$ a caudal medio.
- Caudal aireación ≥ 8 $Nm^3/m^2 \cdot h$ a caudal máximo.

Los flotantes se recogerán en la zona de tranquilización del canal y, mediante unas rasquetas de superficie, serán trasladadas a un concentrador y retiradas posteriormente a un contenedor. El diseño garantizará la recogida de flotantes en toda la superficie, de manera que se evite la acumulación en zonas muertas, para lo cual se dispondrá de un sistema con doble rasqueta y accionamiento por contrapeso.

Se prestará especial atención y se justificará debidamente la solución adoptada para que las variaciones de nivel no afecten a la eficiencia del sistema de extracción de flotantes.

El suministro de aire se realizará mediante soplantes accionadas por motores de dos velocidades, con capacidad suficiente para inyectar el caudal máximo de aire de diseño a una altura manométrica no inferior a la de la lámina de agua incrementada en 50 cm. Como mínimo se dispondrán dos unidades, permaneciendo una de ellas en reserva.

El conjunto de equipos de suministro de aire incluirá las soplantes, dotadas de sus correspondientes filtros de aire y válvulas de seguridad, válvulas de aislamiento, válvulas antirretorno, conductos y boquillas difusoras del tipo inatascable.

En las soplantes se prestará especial atención al control del nivel de ruidos y vibraciones, contemplándose en el diseño elementos previsores de dilataciones, uniones y accesorios, así como los elementos de cubrición que sean necesarios de manera que el nivel sonoro en el interior de la sala donde estén ubicadas no supere los 75 dBA.

La concentración de las grasas se efectuará preferentemente en un recinto provisto de un sistema de barrido continuo, cuyo diseño e instalación estarán debidamente justificados por el proyectista.

2.6. Retirada de residuos del pretratamiento

Se incluirán contenedores para la recogida de residuos del desbaste, tamizado, clasificador de arenas y concentrador de grasas. El modelo será compatible con el sistema de recogida de residuos urbanos del municipio en el que se proyecta la EDAR.

Se incluirá en cada planta como mínimo 5 contenedores, correspondientes a:

- Desbaste
- Tamizado
- Lavador de arenas
- Concentrador de grasas
- Reserva

En el caso de que se utilicen contenedores metálicos sin ruedas, se colocarán carriles metálicos embebidos en la solera para evitar desperfectos sobre el pavimento.

La descarga de la cuchara bivalva se efectuará como norma general sobre un contenedor metálico tipo “bañera”.

2.7. Decantación primaria

Los parámetros principales de diseño se ajustarán a los siguientes criterios:

- Carga hidráulica superficial a caudal medio ≤ 1,3 m/h
- Carga hidráulica superficial a caudal punta ≤ 2,5 m/h
- Carga por m.l. de vertedero a caudal medio ≤ 10 m^3/m.h
- Carga por m.l. de vertedero a caudal punta ≤ 40 m^3/m.h
- Calado en la vertical del vertedero ≥ 2,8 m

La componente horizontal de velocidad del flujo en el interior del decantador será menor a 1,5m/min, para evitar el arrastre de los sólidos suspendidos.

Salvo que se hayan realizado previamente pruebas en planta piloto o ensayos de sedimentabilidad, las fases posteriores de tratamiento se dimensionarán teniendo en cuenta que el rendimiento (sin adición de reactivos) no será superior al 30% para DBO5 ni al 60% para SS.

El bombeo de lodo primario se dimensionará para extraer la producción diaria en 8 horas, y contará siempre con una unidad de reserva.

La velocidad máxima de arrastre de las rasquetas será:

- Elementos circulares: ≤ 120 m/h (en la periferia)
- Elementos rectangulares: ≤ 60 m/h

2.8. Tratamientos biológicos de cultivo fijo

Como norma general, salvo especificaciones particulares, se diseñará el proceso para alcanzar las siguientes concentraciones en el efluente:

- DBO5 < 25 mg/l
- SS < 35 mg/l
- DQO < 125 mg/l

2.8.1. Contactores biológicos rotativos (biodiscos)

La forma del contactor, el material soporte para fijación de la biomasa, el mecanismo de accionamiento, la velocidad de giro y el grado de sumergencia deberá ser perfectamente definido y justificado por el proyectista.

Igualmente, justificará el proyectista el número de etapas y la carga orgánica prevista para cada una de ellas en función de su diseño, su experiencia, la configuración adoptada, etc.

No obstante, en ningún caso se sobrepasará una carga orgánica media de 10 gramos de DBO_5 total por metro cuadrado y día. La carga orgánica en la primera etapa nunca sobrepasará los 40 gramos de DBO5 total por metro cuadrado y día.

En el caso de que se considere necesario un funcionamiento en varias etapas, es conveniente dotar al sistema de la mayor versatilidad y flexibilidad en el

funcionamiento posibles (recirculación de efluentes, bypass de etapas intermedias, etc.)

En el caso de que el contactor se alimente con el efluente séptico (por ejemplo, laguna anaerobia previa) se preverá un sistema de pre-aireación, además de incrementar la superficie teórica de contacto necesaria en al menos un 15%.

2.8.2. Filtros percoladores

Como soporte para fijación de la biomasa se utilizará un material plástico, con bajo peso, elevado porcentaje de huecos y alta superficie específica.

El filtro será de forma cilíndrica y la altura efectiva de material de relleno será como mínimo de 3 m.

La distribución del agua residual sobre el lecho debe ser uniforme, asegurando que quede regado en todas sus partes por el agua residual. Para ello el reparto de agua se efectuará mediante un distribuidor rotativo motorizado y accionado por un variador de frecuencia que permita regular la velocidad de giro y, en consecuencia, la tasa instantánea de riego (factor *SK*).

Se diseñará el sistema de recirculación conveniente para garantizar el riego mínimo, independientemente del caudal de entrada. Se recirculará el agua percolada, antes de su paso a la zona de clarificación. La recirculación se controlará de una forma sencilla y robusta. Se preferirán sistemas basados en la hidráulica (juego de vertederos y niveles) que basados en instrumentación y control electrónico.

El número de etapas y las cargas orgánica e hidráulica previstas para cada una de ellas serán justificados por el proyectista en función de su fórmula de diseño, su experiencia, el modelo de relleno adoptado, etc.

No obstante, la carga hidráulica aplicada nunca será superior a 2 m/h, la carga orgánica nunca será superior a 0,6 kg de DBO5 por m3 y día.

La superficie específica teórica del material de soporte nunca será superior a 150 m2/m3. A efectos de cálculo, no se considerará como superficie efectiva de contacto más del 85% de la teórica declarada por el fabricante.

En el caso de que se considere necesario un funcionamiento en varias torres, es conveniente dotar al sistema de la mayor versatilidad y flexibilidad posible

en el funcionamiento (alternar funcionamiento en serie ó paralelo, intercambio de equipos, posibilidad de inversión del orden de las etapas, etc.)

El relleno se sustentará sobre un falso fondo construido mediante placas de rejilla tipo “tramex” de material plástico. La separación entre el falso fondo y la solera del lecho será de al menos 50 cm.

El sistema de ventilación será por tiro natural de aire a través de huecos instalados entre la solera del lecho y el falso fondo.

La superficie total de los huecos de ventilación será como mínimo un 5 por mil de la superficie exterior del lecho. Cada hueco tendrá unas dimensiones mínimas de manera que pueda inscribirse una circunferencia de 30 cm de diámetro.

La zona superior del lecho será fácilmente accesible para labores de inspección y mantenimiento, mediante una escalera adosada a la torre de desarrollo en espiral, con un ancho mínimo de 80 cm.

En la parte superior, se contará con una plataforma de trabajo e inspección tipo “tramex”, con unas dimensiones mínimas de 1 x 2 m^2. Tanto la escalera como la plataforma estarán protegidas por las correspondientes barandillas.

Para el bombeo al lecho se utilizarán bombas centrífugas sumergibles. El bombeo será capaz para elevar la totalidad del caudal máximo con el mayor nivel previsto de recirculación. La modulación será como mínimo de dos unidades más otra de reserva de igual características que las anteriores (2+1R).

Se dispondrá de un sistema de izado de las bombas que permita una explotación correcta del bombeo.

El recinto para el alojamiento del relleno se construirá preferentemente de hormigón armado. En caso de elegirse otro material, se prestará especial interés a garantizar su impermeabilidad.

2.9. Tratamientos biológicos de cultivo en suspensión

2.9.1. Consideraciones generales

Como norma general, salvo especificación en contra en los Pliegos Particulares, se proyectarán dos reactores con una capacidad de tratamiento unitaria del 50% de la total, en aquellas plantas con capacidad superior a 15.000 hab-eq.

Como norma general, salvo especificaciones particulares, se diseñará el proceso para alcanzar las siguientes concentraciones en el efluente:

- DBO5 < 25 mg/l
- SS < 35 mg/l
- DQO < 125 mg/l

En el caso de necesidad de eliminación de nutrientes, los límites de emisión se definirán en los Pliegos particulares.

La forma geométrica del reactor se diseñará teniendo en cuenta los criterios y experiencia del proyectista sobre sistemas de este tipo, no existiendo en principio preferencia alguna, salvo el respetar las líneas generales apuntadas en los siguientes epígrafes. En cualquier caso, quedará perfectamente garantizada la inexistencia de zonas muertas o flujos preferenciales.

Se especificará claramente el régimen de funcionamiento en verano, invierno, así como en las diferentes situaciones de estacionalidad previstas, tanto en condiciones actuales como futuras, indicándose para cada situación las necesidades del sistema de aireación en condiciones punta y medias, concentración de SSLM, producción de lodos, coeficiente de transferencia, etc.

Los equipos de aporte de oxígeno serán libremente elegidos por el proyectista, según su criterio, teniendo en cuenta las indicaciones que se hacen a continuación.

En el caso de elegir la opción de difusores sumergidos:

- El calado útil mínimo a considerar será de 4,5 m, siendo recomendables al menos 5 m.

- En el caso de preverse una única línea de tratamiento, sólo se admitirá esta solución si se justifica adecuadamente un procedimiento de mantenimiento del sistema durante el funcionamiento ordinario de la planta.

- El suministro de aire se realizará preferentemente mediante soplantes de lóbulos rotativos. Únicamente cuando haya que recurrir a equipos unidades con aporte unitario superior a 5.000 Nm^3/h, se podrán seleccionar compresores centrífugos. Como mínimo se dispondrán dos unidades, permaneciendo una de ellas en reserva (1+1R).

- Para la elección de los equipos de aporte de aire, se preverá una temperatura del aire en la aspiración de al menos 35ºC.

- Las soplantes estarán accionadas preferiblemente con variadores de frecuencia, de manera que se pueda ajustar los aportes a los requerimientos en cada momento. Las soplantes estarán dotadas de sus correspondientes filtros de aire y válvulas de seguridad, válvulas de aislamiento y válvulas antirretorno. Se prestará especial atención al control del nivel de ruidos y vibraciones, contemplándose en el diseño elementos previsores de dilataciones, uniones y accesorios, así como los elementos de cubrición que sean necesarios de manera que el nivel sonoro en el interior de la sala donde estén ubicadas no supere los 75 dBA.

- La ubicación de las parrillas se justificará en función de la secuencia de zonas anóxicas, aerobias o facultativas previstas y la densidad de difusores será la que permita alcanzar la mayor eficiencia en la transferencia de oxígeno (ETO), según las especificaciones del fabricante. Se dispondrán también los mecanismos pertinentes para la purga de los conductos de reparto de aire

- El número de difusores se elegirá de manera que para los períodos punta de aporte de oxígeno, el caudal unitario por difusor sea inferior al 80% del máximo admisible indicado por el fabricante.

En el caso de elegir sistemas de aireación superficial:

- No se deberán superar nunca los 4 m de calado útil.

- Se dispondrá un sistema de regulación de la sumergencia del equipo.

El proyectista estudiará la suficiencia del sistema de aireación/agitación para garantizar la suspensión homogénea del líquido mezcla en todo momento, incluso en períodos de ausencia de oxigenación.

El proyectista deberá definir el sistema de regulación de la aportación de aire en las distintas zonas del reactor, que estará preferentemente automatizado en función de las mediciones de oxígeno y/o del potencial redox.

Para contribuir a combatir durante la explotación posibles episodios de exceso de microorganismos filamentosos (bulking) o exceso de espumas (foaming), se preverá un dispositivo de dosificación de agua clorada. Está podrá aplicarse indistintamente en la recirculación de lodos o bien ser rociada sobre la superficie del reactor.

La preparación de la solución se hará a partir de hipoclorito sódico. Se diseñará la instalación para poder dosificar diariamente hasta 10 kg de Cl_2 por tonelada de MS presente en el reactor.

Se preverá una semana de autonomía en el almacenamiento del hipoclorito sódico.

2.9.2. Proceso de lodos activados

El reactor se dimensionará para eliminar la contaminación carbonosa y, en el caso de que los Pliegos Particulares así lo requieran, eliminar nitrógeno. En el caso de que se requiriese la eliminación por vía biológica del fósforo, se tratará con detalle en los pliegos específicos.

En cuanto a la geometría del reactor, ésta será preferiblemente de flujo pistón, o bien simulando el mismo mediante varios reactores de mezcla completa en serie.

Los principales parámetros de diseño estarán enmarcados dentro de los criterios siguientes:

- La concentración de cálculo de sólidos en suspensión en el reactor, será inferior o igual a 3 g SS/l. Podrán preverse concentraciones

superiores, siempre que se justifiquen por el proyectista y estén apoyadas en experiencias previas favorables del sistema propuesto.

- El SRT (tiempo medio de retención celular ó edad del lodo) de diseño se justificará en función de la temperatura mínima prevista para el influente en cada época. En cualquier caso, siempre será superior a 3 días.

2.9.3. Caso específico de aireación prolongada

El reactor se diseñará para conseguir la estabilización del lodo en el propio reactor.

Dado que esta estabilización conduce imperiosamente a un tiempo de retención celular (edad del lodo) superior al necesario para el proceso de nitrificación, se tendrán en cuenta las demandas de oxígeno necesarias para la misma.

Así mismo, se preverá la desnitrificación parcial en el propio reactor, lo que, además de disminuir los requerimientos de oxígeno, contribuirá a evitar posibles desnitrificaciones incontroladas en la etapa de clarificación que puedan originar escape de flóculos con el efluente. Para ello, salvo que el proyectista justifique lo contrario, el volumen de la zona anóxica será de al menos el 20% del volumen total del reactor.

Los principales parámetros de diseño estarán enmarcados dentro de los criterios siguientes:

- La carga másica deberá ser en todos los casos inferior a 0,1 kg DBO5 / kg SSLM·día.
- La concentración de cálculo de sólidos en suspensión en el reactor, será preferentemente inferior o igual a 4 g SS/l.
- El tiempo de retención celular (edad del lodo) de diseño se justificará en función de la temperatura mínima prevista para el agua influente en cada época. En cualquier caso, siempre será superior a 16 días.

2.10. Decantación secundaria

La decantación secundaria se efectuará preferentemente en decantadores circulares. Los criterios principales de diseño serán función del proceso biológico precedente, que condicionará la sedimentabilidad del flóculo.

	Aireación prolongada	**Lodos activados**	**Procesos biopelícula**
Carga superficial a Q medio (m/h)	≤ 0,5	≤ 0,6	≤ 0,7
Carga superficial a Q punta (m/h)	≤ 1	≤ 1,2	≤ 1,4
Carga de sólidos a Q medio (kg SS/m^2/h)	≤ 2	≤ 2,5	-------
Carga de sólidos a Q punta (kg SS/m^2/h)	≤ 4	≤ 5	-------
Calado en el borde (m)	≥ 3,5	≥ 3,5	≥ 2,7

Tabla 2: Criterios de diseño para la decantación secundaria

La extracción de lodos será desde la poceta central a la que serán conducidos mediante rasquetas de arrastre. Dichas rasquetas deberán ser fácilmente desmontables y extraibles. Cuando el diámetro resultante supere los 30 m. podrá plantearse la extracción mediante succión ó el puente con doble rasqueta.

La lámina de agua sobre vertedero será mayor de 2 cm a caudal medio y menor de 6 cm a caudal punta. Para ello se dotará dicho elemento de las entalladuras o almenados correspondientes. Asimismo, se dispondrá de un deflector que impida el escape de flotantes con el efluente final.

El decantador irá equipado con un puente rodante radial construido con perfiles laminados y apoyado en el muro exterior del recinto, que contará con una capa de rodadura adecuada a tal fin.

Las características mínimas que deberá cumplir son:

- Ancho útil pasarela ≥ 0,8 m
- Pasarela cerrada, con suelo tramex.

El proyectista definirá claramente el sistema de entrada y salida de agua, justificando que el propuesto permite un correcto funcionamiento. La entrada del agua a los decantadores se realizará mediante campana deflectora, siendo la velocidad máxima admisible en la conducción de entrada de 0,6 m/s.

El diámetro de la campana será como mínimo un cuarto del diámetro del decantador y la profundidad de la misma de al menos un tercio de la altura cilíndrica del mismo.

La pendiente de la solera estará comprendida entre 1:10 y 1:15.

El puente contará con un sistema eficaz de eliminación de flotantes, que serán bombeados al concentrador de grasas. Para las plantas de capacidad superior 30.000 habitantes equivalentes, se recomienda instalar un concentrador de flotantes de la decantación independiente del concentrador de grasas instalado en el pretratamiento.

Las velocidades de traslación serán definidas y justificadas por el proyectista.

El canal periférico de recogida de agua decantada será preferentemente exterior, resultando el muro vertedero vertical sin discontinuidades a lo largo de toda la altura del decantador. El diámetro efectivo para el cálculo de la superficie de decantación se computará desde la cara interior del muro principal.

2.11. Recirculación de lodos

En los procesos biológicos de cultivo en suspensión, el proyectista definirá justificadamente la capacidad de recirculación necesaria para mantener el equilibrio biológico del sistema proyectado. En todo caso, la capacidad instalada no será inferior al 150% del caudal medio diario, llegando hasta el 200% en el caso de procesos de aireación prolongada.

Se instalarán como mínimo tres unidades de bombeo iguales. Todas las bombas podrán trabajar en paralelo, y en condiciones normales de operación, una de ellas permanecerá en reserva. En ningún caso la parada de las bombas será simultánea.

Se dispondrá de al menos un variador de frecuencia para evitar, en la medida de lo posible, escalonamientos bruscos en la recirculación. Se preverán

también los mecanismos que permitan que el variador pueda actuar indistintamente sobre cualquiera de las bombas.

En el caso de que el reactor biológico se modulase en varias líneas, se garantizará que cada una de ellas pueda operar con un porcentaje de recirculación independiente.

Las válvulas de retención del bombeo serán preferentemente de tipo bola.

2.12. Otros procesos "no convencionales"

2.12.1. Filtros de turba

Ha de tenerse en cuenta que la utilización de este proceso requiere de un tratamiento primario previo ó, como mínimo, un tamizado con una luz de paso de 500 micras.

La superficie activa de turba necesaria se calculará, según el más restrictivo de los siguientes criterios:

- Carga hidráulica ≤ 0,6 $m^3/m^2/d$
- Carga de sólidos ≤ 0,24 kg $SS/m^2/d$
- Carga orgánica ≤ 0,30 kg $DBO5/m^2/d$

A esta superficie activa se añadirá un 100% de superficie de reserva.

La superficie total obtenida se distribuirá en módulos de superficie unitaria inferior a los 200 m^2.

Se recomienda que se modulen en un número par. Con la distribución de los módulos se intentará obtener la máxima flexibilidad en la operación. Serán todos fácilmente accesibles para labores de mantenimiento e inspección.

La sección de cada filtro estará compuesta, de arriba hacia abajo por:

- 50 cm de turba (la potencia se medirá una vez colocada y alisada, sometiéndola a una inundación con una carga de 0,3 m de agua sobre el nivel de la turba).
- 10 cm de arena silícea.
- 10 cm de gravilla.

- 15-20 cm de grava.

En esta última capa irán alojadas las tuberías de drenaje. Estas desaguarán en lámina libre, de manera que el dren quede ventilado; es decir, el lecho funcionará por percolación y nunca inundado.

Los muros verticales dispondrán de una guarda hidráulica de al menos 40 cm sobre el nivel de la turba y cada módulo dispondrá de un rebosadero de seguridad.

La turba a colocar será negra y desprovista de elementos fibrosos. El tamaño de las partículas estará comprendido entre 0,1 y 3 mm. En cuanto a sus características químicas, deberán aproximarse a los siguientes valores:

PH (extracto 1:5)	6-8
Conductividad (extracto 1:5) (dS/cm)	< 5
Cenizas (%)	≈ 45
Materia orgánica por calcinación (%)	≈ 55
Extracto húmico total (%)	20-30
Ácidos húmicos (%)	10-20
C.I.C. (meq/100 g)	≥ 125
Hierro (ppm)	< 9.000
Relación C/N	20 –25

Tabla 3: Características químicas turba

Otras características químicas recomendables, aunque no obligatorias, son:

Nitrógeno Kjeldahl (%N)	1,2 – 1,5
P total (%P2O5)	<1
K total (%K2O)	<0,3
Ca total (%Ca)	<7
Mg total (%Mg)	<2
Cobre (ppm)	<10
Manganeso (ppm)	<50
Sodio (%Na)	<0,1

Tabla 4: Otras características químicas recomendables turba

Los muros verticales se construirán siempre de hormigón armado. La solera podrá ejecutarse del mismo material, o también con una lámina sintética (PVC, PEAD ó EPDM) con un espesor mínimo de 1,5 mm, debidamente protegida con un geotextil con misión antipunzonante.

El reparto se realizará mediante mangueras perforadas de polietileno de 50 mm de diámetro, repartidas uniformemente para evitar caminos preferenciales. Las mangueras irán conectadas a un colector de distribución común que discurrirá adosado a uno de los muros del lecho, de manera que interfiera lo menos posible en las labores de mantenimiento. Cada manguera dispondrá de una válvula de aislamiento y una conexión rápida.

Se diseñará cuidadosamente el reparto, de manera que en el punto de alimentación más alejado, y en la hipótesis hidráulicamente más desfavorable, la presión disponible sea de al menos 50 cm de columna de agua.

2.12.2. Lagunas de estabilización

Las entradas y salidas estarán enfrentadas, de manera que se eviten flujos preferenciales. En balsas de gran superficie, la entrada y salida se distribuirá en varios puntos. La salida se realizará por superficie y estará dotada de un deflector que evite el arrastre de flotantes.

Todas las balsas contarán con un resguardo hidráulico de al menos 50 cm sobre el máximo nivel de agua esperado. Este resguardo podrá incrementarse en zonas donde sean frecuentes vientos de gran intensidad.

De recurrirse a balsas construidas en tierra e impermeabilizadas con geomembrana, el espesor de la misma será de al menos 1,5 mm y se protegerá mediante una lámina de geotextil. Se garantizará por el fabricante el comportamiento frente a la radiación UV durante al menos 10 años.

En el caso de impermeabilización con arcilla, se protegerá con escollera la zona de resguardo.

2.12.2.1. Lagunas anaerobias

El volumen útil y la geometría se calcularán teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

- Carga orgánica volumétrica, expresada en g DBO5/m^3/d (Cv): 300 ≥ Cv ≥ 120.
- Tiempo de retención hidráulico ≥ 2 días
- Calado útil ≥ 4 m.

La alimentación se realizará a mitad de calado, aproximadamente.

Para el diseño de tratamientos posteriores aguas abajo, se considerará como máximo un rendimiento del 45%, tanto en DBO_5 como en Sólidos en Suspensión.

En el caso de que se prevea en fase de explotación que los lodos acumulados sean purgados periódicamente (bien por un camión cisterna, bien por un equipo de deshidratación portátil montado sobre camión), se tendrán en cuenta en el diseño todos los aspectos tendentes a facilitar esta labor: facilidad de accesos y maniobra, tomas de fondo, etc.

2.12.2.2. Lagunas facultativas

El volumen útil y la geometría se calcularán teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

- Carga orgánica superficial ≤ 100 kg DBO_5/Ha/día.
- Tiempo de retención hidráulico: ≥ 21 días.
- Calado (H): 2 m ≥ H ≥ 1,5 m.

La alimentación se efectuará a una profundidad aproximada de 30 cm. desde la superficie.

Para el diseño de tratamientos posteriores aguas abajo, se considerará como máximo un rendimiento del 75% en DBO_5.

2.12.2.3. Lagunas de maduración

El volumen útil y la geometría se calcularán teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

- Carga orgánica superficial ≤ 100 kg DBO_5/Ha/día.

- Tiempo de retención hidráulico ≥ 5 días.
- Calado (H): 0,9 m ≥ H ≥ 1 m.

Podrá preverse una superficie mayor, o una distribución en varias balsas en serie, en función del porcentaje de eliminación de patógenos deseado.

La alimentación se efectuará a una profundidad aproximada de 30 cm. desde la superficie.

2.12.3. Humedales artificiales

La configuración recomendada para depuradoras basadas en la tecnología de humedal artificial es la siguiente: tratamiento primario (desbaste + Imhoff) seguido de humedal artificial de flujo subsuperficial vertical (HAFSsV) y, por último, una etapa de humedal artificial de flujo subsuperficial horizontal (HAFSsH).

Cualquier otra configuración tendrá que ser explícitamente aprobada por el Técnico Responsable del Proyecto.

La carga orgánica aplicada no superará los 20 gr DBO5/m^2 y día en el caso de HAFSsV y 12 gr DBO5/ m^2 y día en el caso de HAFSsH.

Al dimensionar la superficie necesaria de humedales se considerará que el rendimiento del tratamiento primario es nulo.

Para el cálculo de la etapa de HAFSsH se considerará un rendimiento máximo de eliminación de DBO5 en la etapa HAFSsV del 80%.

La pendiente del fondo será aproximadamente del 1%.

Se recurrirá a impermeabilización mediante lámina de PEAD con espesor mínimo de 1,5 mm protegida por una lámina de geotextil de 150-300 gr/cm2.

El árido será limpio y su tamaño se seleccionará de manera que se garantice la conductividad hidráulica para los caudales de diseño. En ningún caso se compactará tras la puesta en obra.

El sistema de recogida de agua se diseñará que pueda regularse el nivel de agua en el medio. También se preverá la posibilidad de limpieza con agua a presión de las conducciones de entrada y salida.

2.13. Purga de lodos

El Proyectista definirá justificadamente el exceso de lodos que se produce en el sistema proyectado y que será bombeado al tratamiento previsto.

No obstante, se diseñará como mínimo la línea de lodos para la siguiente producción específica de lodos (kg SS producidos / kg DBO5 eliminados).

	Producción específica
Procesos de aireación prolongada	0,8
Procesos de película fija	0,8
Procesos de lodos activados	1

Tabla 5: Producción específica de fangos (kg SS/ kg DBO5 eliminado)

La manipulación de lodos en exceso se llevará a cabo mediante un sistema independiente del empleado para la recirculación. La extracción se realizará como mínimo con dos unidades iguales (una de ellas en reserva) y su capacidad total debe permitir extraer el volumen diario en ocho horas como máximo. Las bombas serán preferentemente centrífugas sumergibles, si bien podrán utilizarse unidades de desplazamiento positivo en pequeñas instalaciones.

En el caso de que el proceso biológico se modulase en varias líneas, se garantizará que cada una de ellas pueda operar con un porcentaje de purga independiente.

Para la selección de las mencionadas unidades de extracción, se considerará siempre un margen de reserva del 15% sobre el caudal teórico necesario.

Las válvulas de retención del bombeo serán preferentemente de tipo bola.

2.14. Espesado de lodos

2.14.1. Espesado por gravedad

Como norma general, se diseñará un único espesador, aunque el número de unidades podrá particularizarse en los pliegos específicos de cada actuación.

Las características más destacables para el diseño de un espesador por gravedad serán las siguientes, en función del origen del lodo a espesar:

	Carga hidráulica ($m^3/m^2/h$)	**Carga másica (kg SST $/m^2/d$)**	**Altura útil (m)**
Lodos primarios	≤ 1,4	80 – 90	≥ 3
Lodos de cultivo fijo	≤ 0,9	50 – 60	≥ 3
Lodos de cultivo en suspensión	≤ 0,5	30 – 40	≥ 3

Tabla 6: Parámetros diseño espesador

El proyectista estimará la concentración alcanzada en el lodo espesado. Sin embargo, en ningún caso se considerarán concentraciones previstas superiores a las siguientes:

	Concentración máxima de lodo espesado (%)
Lodos primarios	≤ 8
Lodos de cultivo fijo	≤ 4,5
Lodos de cultivo en suspensión	≤ 3

Tabla 7: Concentraciones máximas lodos espesados

El espesador se dimensionará teniendo en cuenta que pueda servir también como depósito de almacenamiento de lodos espesados, permitiendo acumular el volumen purgado durante 72 horas de funcionamiento nominal. Para calcular este volumen, se considerará una concentración del lodo promedio entre la de purga y la máxima alcanzable.

Cuando el diámetro resultante supere los 4 metros, se dotará de un sistema de rasquetas que se definirá claramente con formas, pesos y protecciones. En espesadores de diámetro superior a 16 metros se incluirá un mecanismo de elevación al objeto de minimizar los efectos perjudiciales que pueda causar el alto par de arranque.

Se especificará detenidamente el sistema de arrastre, que deberá ser central, con sus correspondientes pares nominales y de funcionamiento, velocidades...

También se definirán los coeficientes de seguridad de cada componente de arrastre y los pares de alarma y de parada.

Las bombas de lodos espesados serán de tornillo excéntrico. Se preverá una unidad por cada equipo posterior de deshidratación, además de una unidad de reserva común. Las bombas se seleccionarán de manera que el caudal nominal de funcionamiento sea inferior al 60% de la capacidad máxima de impulsión del equipo.

2.14.2. Espesado por flotación

Se diseñarán para poder espesar todo el lodo previsto en 40 horas semanales.

Se recomienda la posibilidad de añadir polielectrolito. La dosificación se hará en la cámara de mezcla del lodo con el agua presurizada. El sistema de preparación y dosificación de polielectrolito será independiente del que se disponga para la deshidratación. El conjunto se proyectará para una dosificación de hasta 5 g por kg M.S. Los criterios generales de diseño serán similares a los que se exponen en el apartado 2.16.2.

Contará con un sistema de recogida de flotantes en superficie de altura ajustable y rasquetas de fondo. Los accionamientos de ambos elementos serán independientes.

El diseño del tanque de presurización se hará conforme a la normativa en vigor de recipientes a presión.

Los parámetros de diseño serán los siguientes:

- Relación aire / lodo: entre 0,02:1 y 0,06:1
- Carga de sólidos: entre 2 y 4 $kg/m^2/h$.
- Carga hidráulica: $\leq$ 5 $m^3/m^2/h$
- Altura mínima útil: 2,5 m
- Velocidad de barrido de los skimmer: entre 0,5 y 5 m/min.

2.15. Estabilización de lodos

2.15.1. Digestión anaerobia

En caso de preverse este proceso, en los pliegos particulares se preverán los criterios a seguir.

2.15.2. Digestión aerobia

El tiempo de retención celular (SRT) a alcanzar en el digestor será tal, que sumado al obtenido en el proceso biológico previo, se alcance un mínimo de 16 días. Este período podrá incrementarse por el proyectista en función de la temperatura mínima prevista para el agua.

La concentración de sólidos en el reactor se limitará a un máximo de 20 g/l.

Partiendo de estos mínimos, el proyectista justificará el volumen realmente necesario en función de la temperatura, proceso de tratamiento anterior y experiencia y saber hacer en el diseño de instalaciones similares.

La capacidad de oxigenación necesaria para el proceso (excluidas las unidades de reserva) será como mínimo la obtenida según la siguiente expresión:

O_2 requerido = 2 kg O_2 / kg MV eliminada + 1,8 kg O_2 / kg DBO5 en lodos 1º

Además de la oxigenación el sistema debe contar con una agitación eficaz, por lo que complementariamente a los criterios antes expresados se deberán cumplir igualmente los siguientes:

	Lodos biológicos	**Lodos mixtos**
Aireación superficial	30 W/m^3	45 W/m^3
Aireación mediante difusores	20 litros/min/m^3 de reactor	30 litros/min/m^3 de reactor

Tabla 8: Aireación de fangos digestión aerobia

Los valores de la tabla anterior podrán ser corregidos a la baja si se dota al reactor de mecanismos independientes de agitación.

La elección de los equipos de aireación y agitación será justificada por el proyectista en función de su experiencia, así como la configuración de los elementos y su forma de operación (en continuo, en modo *batch*...).

Los procesos deberán alcanzar una reducción en sólidos volátiles del 40%.

En el caso de que se opte por una digestión termófila autosostenida (ATAD), los criterios anteriores no serán de aplicación, debiendo el diseño estar soportado por experiencias previas del proyectista y/o los suministradores de la tecnología específica del proceso. Sólo se aplicará este sistema cuando pueda garantizarse una concentración del lodo a la entrada del proceso superior al 3%.

2.15.3. Estabilización alcalina

El objetivo es que la alcalinidad suministrada deberá ser suficiente para que el pH se mantenga por encima de 11 transcurridas 48 horas.

Se utilizará preferentemente como reactivo cal hidratada ($Ca(OH)_2$), con una dosis mínima será de 0,3 kg de $Ca(OH)_2$ por kg de materia seca en el lodo.

El objetivo es que la alcalinidad suministrada deberá ser suficiente para que el pH se mantenga por encima de 11 transcurridas 48 horas.

La mezcla podrá hacerse antes o después de la deshidratación, en función del criterio del proyectista y su experiencia en este tipo de instalaciones.

En el primer caso, se dosificará en forma de lechada, con una riqueza mínima de 200 g/l. Se prestará especial cuidado al diseño de la fase posterior de secado y a la elección de los equipos, teniendo en cuenta la mayor capacidad necesaria, así como los posibles problemas de corrosión, abrasión, desgaste...

En caso de dosificarse posteriormente a la deshidratación, se dosificará en polvo mediante un mezclador de paletas.

El silo de cal se dimensionará para una autonomía de abastecimiento de 15 días en condiciones normales. Las paredes inferiores serán troncocónicas y dispondrá de un sistema de fondo vibrante para facilitar la descarga.

La preparación de la lechada tendrá lugar en una cámara con un tiempo de permanencia de al menos 30 minutos, en el que se alcanzará un pH mínimo de 12,5. Los equipos de agitación serán de palas de gran diámetro y baja velocidad (<100 rpm), con una potencia específica de al menos 100 W/m^3 y preferiblemente dotados de variador de frecuencia.

La zona de preparación estará situada lo más próxima posible al punto de dosificación, minimizando el recorrido de la lechada.

Los equipos de mezclado serán seleccionados por el proyectista en función de su experiencia, y avalados por el suministrador.

2.16. Deshidratación y almacenamiento de lodos

2.16.1. Criterios generales

Salvo que en los Pliegos Particulares se especifique lo contrario, las instalaciones de deshidratación se deben dimensionar de manera que el contenido en materia seca del lodo sea superior al 20 % y el contenido en materias en suspensión del sobrenadante sea inferior al 0,2 %.

Todos los equipos de deshidratación y acondicionamiento del lodo deben alojarse en edificio diseñado al efecto. Este edificio debe dotarse (polipastos, tomas de agua...) y diseñarse (alturas, dimensiones...), de manera que se faciliten las labores de explotación y manutención de los equipos en él alojados.

Las bombas de elevación del lodo espesado a deshidratación serán preferentemente de tornillo helicoidal y de caudal variable. Se dispondrá una unidad por cada equipo de deshidratación más una de reserva.

2.16.2. Acondicionamiento químico

Previamente a la fase de deshidratación, debe preverse el acondicionamiento químico del lodo mediante la dosificación de un floculante, preferentemente un polielectrolito catiónico convenientemente diluido, de los comercializados para tal fin.

El sistema de preparación y dosificación de polielectrolito deberá estar preparado para una dosificación como mínimo de 7 kg/tn MS.

La instalación, salvo indicación en contra en los pliegos particulares, será de tipo compacto de preparación automática y constará de los siguientes elementos:

- Tolva de almacenamiento de polielectrolito en polvo.
- Dosificador de polielectrolito en polvo.

- Sistema de dilución con llegada automática de agua.
- Cubas de dilución y almacenamiento.
- Bombas dosificadoras de tornillo helicoidal y caudal variable.

Se establecerá el tiempo mínimo de maduración del polielectrolito diluido por encima de una hora.

Se preverá una bomba dosificadora por cada equipo de deshidratación posterior, además de una unidad común de reserva.

2.16.3. Equipos de deshidratación

En principio y siempre que no se indique lo contrario en los pliegos particulares, se podrá optar por cualquier sistema de deshidratación de los señalados en este apartado, siempre que se garanticen los parámetros de salida y atendiendo a criterios de facilidad de explotación y mantenimiento.

Como norma general, se instalará un equipo dejando espacio libre en la sala para la instalación de otro de similares características.

2.16.3.1. Filtros Banda

Deberán preverse equipos con criterio de robustez, facilidad de mantenimiento y cumpliendo la reglamentación de seguridad al respecto.

Para el dimensionamiento del equipo se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Se trabajará 5 días a la semana durante 6 horas día. De esta manera se contemplan los periodos de limpieza y conservación del equipo.
- El floculante se añadirá preferentemente en la tubería de alimentación de lodos.
- La secuencia de secado constará de tres partes: deshidratación por gravedad, cuña y presión.
- La capacidad máxima a considerar del equipo será de 100 kg MS por hora y metro de banda.
- La regulación y el tensado de las telas deberán ser automatizados.

- Deberá equiparse al edificio de deshidratación de tomas de agua industrial con la presión suficiente (aprox. 8 bar), para el lavado de las telas.

2.16.3.2. Centrífugas

Serán del tipo centrífugas decantadoras horizontales con regulación de la velocidad diferencial. Dispondrán de rotor cilindro –cónico.

Todas las partes en contacto con el lodo serán de acero inoxidable.

Se elegirán los equipos para tratar todo el lodo generado en las instalaciones durante una semana, en 35 horas de funcionamiento (7 horas día, 5 días semana).

En la selección del equipo primarán los siguientes conceptos:

- Compromiso entre la sequedad del lodo y calidad del escurrido.
- Posibilidad de regulación del nivel de escurrido.

2.16.3.3. Sacos filtrantes

Su aplicación estará circunscrita a plantas de tamaño inferior a los 2.000 habitantes equivalentes. En los pliegos específicos de cada actuación se detallarán los requerimientos a exigir.

2.16.4. Almacenamiento de lodos

La finalidad de este almacenamiento es permitir la adecuación entre el ritmo de producción de lodos y el de evacuación para su destino final.

La instalación se diseñará con una capacidad de almacenamiento correspondiente al menos a la producción de 2 días.

Se elegirán contenedores metálicos cuando el volumen resultante sea inferior a 6 m^3 de capacidad de almacenamiento. En este caso, se dispondrá un tornillo transportador de descarga del lodo deshidratado.

En el caso de que se elija una tolva de almacenamiento, se dispondrá una bomba de elevación, y otra de reserva de las mismas características. Éstas serán preferentemente de tornillo helicoidal y caudal variable.

La tolva cumplirá con los siguientes requisitos:

- La extracción se efectuará por el fondo y descargará directamente sobre camión.
- El fondo de la tolva debe tener una pendiente mínima de 45° de forma que se facilite su evacuación por gravedad.
- En cualquier caso, se debe plantear un sistema alternativo de vaciado mediante elementos mecánicos.
- Dadas las especiales características del lodo, la tolva deberá estar revestida interiormente de un material inerte que pueda resistir adecuadamente la abrasión y la corrosión.
- Para evitar problemas de olores la tolva deberá estar totalmente cubierta.

2.17. Tratamientos avanzados

2.17.1. Eliminación de fósforo por vía química

Se justificará detalladamente la cantidad de fósforo a precipitar para alcanzar el objetivo de salida, teniendo en cuenta:

- La eliminación en etapas de tratamiento anteriores
- La fracción que escapa con el efluente
- La fracción incluida en los lodos

Salvo que el proyectista justifique detalladamente la idoneidad de otro reactivo, se utilizarán como coagulantes sales trivalentes de hierro o aluminio.

La dosificación se realizará previamente a la decantación secundaria.

La relación estequiométrica a considerar, en ningún caso será inferior a 1,6 moles de Fe ó Al por mol de P.

Se preverá un tanque de almacenamiento del producto comercial que permita una autonomía de funcionamiento de 15 días.

Se instalará una bomba dosificadora por cada línea de decantación secundaria, además de una bomba común de reserva de idénticas características. Estas bombas se seleccionarán de manera que puedan proporcionar hasta un 20% de caudal extra sobre la hipótesis de diseño.

Se tendrán en cuenta los fangos químicos generados en este proceso a la hora de dimensionar el volumen de reactor biológico así como en el diseño de la línea de lodos.

2.17.2. Filtración en medio granular

La instalación de filtrado (características del medio o medios filtrantes, dirección del flujo, velocidad de funcionamiento, secuencia y parámetros de lavado, tipo de boquillas...) se dimensionará según la experiencia previa y saber hacer de cada proyectista. Al estar muchos sistemas sometidos a patente, no ha lugar unas prescripciones técnicas muy limitativas. No obstante, se dan a continuación algunas pautas básicas de configuración de la instalación, y unos parámetros básicos de diseño, que serán de obligado cumplimiento.

En caso de requerirse a la salida del tratamiento una concentración de sólidos en suspensión < 5 mg/l, o bien una turbidez < 2 NTU, será necesaria una coagulación previa. Se recomienda una capacidad dosificadora de hasta 0,2 ppm de polielectrolito.

Esta coagulación también será necesaria cuando la clarificación secundaria previa produzca un efluente con una concentración de sólidos suspendidos superior a 40 mg/l.

En los casos anteriores, la instalación de preparación y dosificación de polielectrolito será totalmente independiente de otras instalaciones similares que puedan existir en la planta (deshidratación, espesado...)

Para evitar crecimientos bacterianos en el medio, se dispondrá un sistema que permita, periódicamente, desinfectarlo.

La velocidad normal de funcionamiento será:

- Filtros por gravedad < 8 m/h
- Filtros a presión < 12 m/h

Los filtros trabajarán a velocidad y nivel constante, compensando progresivamente la pérdida de carga que provoca el ensuciamiento con la mayor apertura de la válvula reguladora a la salida.

Durante la fase de lavado de algún filtro, la velocidad máxima en los restantes será:

- Filtros por gravedad < 10 m/h
- Filtros a presión < 14 m/h

El material de filtración cumplirá la norma AWWA B100-96.

Los equipos de aportación de agua de lavado, se dimensionarán de manera que puedan alcanzarse como mínimo una velocidad de 25 m/h, siendo recomendable un rango entre 25 y 40 m/h.

El depósito de agua de lavado se dimensionará para poder efectuar un lavado de hasta 15 minutos a la velocidad máxima permitida.

En la fase de arrastre con aire, los equipos de producción de aire se seleccionarán para aportar aire a una velocidad de paso por el filtro entre 40 y 50 $Nm^3/m^2 \cdot h$.

En el caso de filtros por gravedad, se cuidará el diseño de las galerías de tuberías de recogida de agua tratada y de alimentación de agua y aire de lavado. Deberá prestarse especial atención a:

- Drenaje.
- Iluminación.
- Ventilación.
- Accesibilidad y facilidad de movimientos para las tareas de mantenimiento.

2.17.3. Filtros de anillas

Como norma general, se utilizarán en plantas de pequeño tamaño, donde el volumen a filtrar sea inferior a 150 m^3/h.

La filtración mediante anillas deberá ser de limpieza automática para procesos en continuo, permitiendo el contralavado por inversión del flujo con el agua filtrada.

La instalación deberá diseñarse de manera que siempre se obtendrá el caudal nominal de agua tratada incluso con unidades en contralavado.

Al igual que para los filtros sobre medio granular, se dispondrá un sistema que permita, periódicamente, desinfectar el interior del filtro.

El grado de filtración se definirá por el proyectista y vendrá dado por la calidad a obtener en el efluente.

Deberán definirse los siguientes parámetros:

- Presión máxima (atm)
- Presión mínima de contralavado (atm)
- Caudal (m^3/h) por cabezal de filtración
- Número de cabezales necesarios
- Superficie de filtración (cm^2)
- Volumen de filtración (cm^3)
- Longitud de batería (m)
- Altura de batería (m)

2.17.4. Desinfección con ozono

La generación de ozono se efectuará preferentemente a partir oxígeno puro, salvo en pequeña instalaciones en que podrá producirse a partir del aire atmosférico.

La dosificación se efectuará insuflando el aire altamente enriquecido en ozono producido en el generador, a través de una parrilla de difusores porosos, en el fondo de una cámara laberíntica de contacto.

Tanto la dosis de ozono como el tiempo de contacto se justificarán por el proyectista en función de las características del agua de alimentación y de los objetivos de calidad del agua tratada. En cualquier caso se deberán cumplir los siguientes parámetros mínimos:

- Dosis $\geq$ 15 g ozono /m^3
- Tiempo de contacto $\geq$ 12 min
- Calado efectivo de la cámara de contacto $\geq$ 5 m

El sistema contará con un destructor de ozono residual, que garantice una concentración de ozono en el gas evacuado a la atmósfera menor de 0,02 mg/m^3.

La sala donde se ubique el sistema contará con un analizador de ozono. Se tendrá especial cuidado en su diseño, de manera que se mantengan temperaturas moderadas (< 30ºC) y baja humedad relativa (<60%), así como ventilación forzada.

2.17.5. Desinfección mediante radiación UVA

Los rayos ultravioletas forman parte del espectro electromagnético y tienen longitudes de onda comprendida entre 150 nm y 400 nm. Para obtener el mayor efecto germicida posible, las radiaciones deben estar comprendidas en el rango entre 200 y 280 nm (UV-C).

Para el diseño del sistema de desinfección mediante radiación ultravioleta se deberá tener en cuenta los siguientes factores:

- Las características del efluente, fundamentalmente la turbiedad. Es recomendable que el flujo a través de la cámara sea turbulento y que el agua reciba los rayos UV desde todas las direcciones.
- Deben evitarse los cortocircuitos; es decir no debe quedar ninguna parte del agua sin recibir tratamiento.
- La dosis reales recibidas por todos los microorganismos deben ser superiores a 30 mWs/cm^2
- El diseño deberá realizarse teniendo en cuenta el envejecimiento de las lámparas. Deberá garantizarse que las lámparas perderán como máximo un 25 % de intensidad con 12.000 horas de funcionamiento.
- Debe realizarse el cálculo teniendo en cuenta el sistema de limpieza escogido (manual, mecánico, químico o mecánico-químico).

En cuanto al sistema de colocación deberá escogerse por parte del proyectista entre canal abierto o tubería.

Deberá garantizarse asimismo las lámparas ante posibles fallos de funcionamiento, al menos 1.000 horas.

2.17.6. Cloración del efluente

Se usará preferentemente hipoclorito sódico, dosificado en una cámara de contacto laberíntica.

Tanto la dosis de cloro, como el tiempo de contacto se justificarán por el proyectista en función de las características del agua de alimentación y de los objetivos de calidad del agua tratada. En cualquier caso se deberán cumplir los siguientes parámetros mínimos:

- La capacidad de dosificación a instalar será como mínimo de 6 mg Cl_2/l para el caudal punta.
- El tiempo de contacto de la solución clorada con el agua, será superior a 15 minutos en el supuesto de caudal punta.
- La capacidad de almacenamiento permitirá una autonomía de 15 días de funcionamiento.
- Se contará con una bomba dosificadora de reserva.

2.18. Tratamiento de olores

2.18.1. Criterios de confinamiento y renovación de aire

En la red de conductos para extracción de aire se evitará el diseño en serie, entendiendo como tal la circulación en serie de aire viciado entre diferentes salas para la extracción en “fin de línea”.

Se procurará preferentemente captar el aire en la fuente, mediante sistemas de cúpulas o cubiertas ajustables que cubran los focos de emisión.

Para aquellos espacios que queden totalmente confinados y sin posibilidad de acceso de personal, bastará mantener el recinto en una depresión de 25 Pascales con respecto al exterior.

En caso de que se recurra a la ventilación general de las salas, se procurarán como mínimo 10 renovaciones por hora de las estancias. La ubicación de las tomas dependerá de la densidad relativa de los gases que se prevean producir. Como norma general, en zonas de pretratamiento (previsible emanación de H_2S), las tomas se colocarán a nivel de suelo y en zonas de tratamiento de

lodos (previsible emanación de compuestos derivados del amoníaco) en la parte superior.

2.18.2. Torres de lavado químico

Su utilización, salvo que los pliegos específicos de cada caso determinen lo contrario, se restringirá a plantas de gran tamaño (> 50.000 hab-eq)

Como norma general se seguirán los siguientes criterios de diseño:

Se proyectarán dos etapas en serie.

En la primera torre, se eliminarán los compuestos nitrogenados (amoníaco y aminas), para lo que producirá un rociado con ácido sulfúrico, manteniendo en el baño un pH entre 2 y 3.

En la segunda torre se producirá un lavado alcalino con recirculación para la eliminación de H_2S y una gran parte de los mercaptanos y dimetil-sulfuros. Se mantendrá un pH en torno a 9 (baño de NaOH) y un cloro residual de aproximadamente 0,5 g/l.

Los criterios de diseño de las torres serán:

- Tiempo de retención del aire (en el relleno) > 1,3 seg
- Profundidad de relleno > 1,8 m
- Tasa de líquido lavador > 2 l/m3 de aire.

2.18.3. Carbón activado

Se utilizará carbón activado impregnado en hidróxido sódico o potásico, que cumpla las siguientes características:

- Actividad del tetracloruro de carbono (ASTM D 3476) > 60%.
- Dureza (ASTM D 3802) > 90%.
- Resistencia al flujo de aire < 1,6 kPa por metro de lecho de carbón.
- Densidad aparente > 0,4 g/cm^3
- Temperatura de ignición > 300 ºC.

La velocidad de paso por el filtro será inferior a 0,5 m/s.

3. CRITERIOS DE CONFIGURACIÓN HIDRÁULICA Y DE PROCESO

3.1. Alivio en cabecera de planta y bypass general

El caudal máximo (Qmax) a admitir en el pretratamiento se deberá analizar particularizadamente en cada proyecto. En caso de concursos de proyecto y obra deberá quedar perfectamente fijado en los pliegos particulares. En ningún caso la relación entre Qmax y el caudal medio de diseño (expresados en m^3/h) será inferior a 3.

Se dispondrá de compuertas de aislamiento que permitan desviar la totalidad del caudal de llegada, sirviendo el aliviadero de comienzo de la red general de bypass.

Los caudales aliviados serán sometidos, antes del vertido al cauce receptor, a un tamizado con una luz de paso máxima de 6 mm.

3.2. Alivio tras pretratamiento

El caudal punta a admitir en el proceso de tratamiento se analizará también detenidamente en cada proyecto. En caso de concursos de proyecto y obra deberá quedar perfectamente fijado en los pliegos particulares. En ningún caso la relación entre Qp y el caudal medio de diseño (expresados en m^3/h) será inferior a los valores expresados en la siguiente tabla.

	Coeficiente punta mínimo a considerar.
Capacidad de tratamiento < 10.000 hab-eq	2
Capacidad de tratamiento > 10.000 hab-eq	1,7

Tabla 9: Coeficiente punta mínimo a considerar

Deberá definirse con exactitud el funcionamiento del aliviadero, cuyo vertido se conectará con la red de bypass de la planta.

Se elegirán preferentemente sistemas sencillos basados en la diferencia de niveles sobre vertederos. En este caso se prestará especial atención a la relación entre las longitudes de los mismos, debiendo ser:

$$L_{\text{vertedero de alivio}} >> L_{\text{vertedero de entrada}}$$

3.3. Bypass

Se proyectará una red general de bypass, arrancando desde la obra de llegada o desde el rebosadero del pozo de bombeo. A ésta se verterán tanto los excesos sobre el caudal máximo de pretratamiento como la totalidad del influente en caso de aislamiento total de la instalación.

Antes de la entrada del agua a cada fase del proceso, se preverá la posibilidad de derivar los caudales hacia la red general de bypass.

Cada tramo de la red de bypass se dimensionará para el máximo caudal capaz de tratar el elemento que resulta aislado.

En el caso de plantas en las que se prevean ampliaciones futuras, quedando preparada para admitir más líneas de proceso, los bypass se dimensionarán teniendo en cuenta los caudales futuros.

3.4. Elementos de reparto

En los elementos de distribución a diferentes líneas de proceso en paralelo, se garantizará el equirreparto de caudales, así como la posibilidad de aislamiento de alguna línea sin que afecte al reparto de las demás.

Se prestará especial atención al cumplimiento de los resguardos hidráulicos en estos elementos.

En caso de utilizarse vertederos de pared delgada, la carga de agua sobre el vertedero no superará los 25 cm.

3.5. Combinación y flexibilidad entre líneas

Se procurará dotar a la planta de la máxima flexibilidad y posibilidad de combinación entre líneas de proceso.

Esta flexibilidad se refiere tanto a conceptos puramente hidráulicos como a parámetros de proceso (por ejemplo, posibilidad de conseguir recirculación y purga de lodos independientes en cada línea de un proceso biológico).

3.6. Resguardos hidráulicos

En todos los recintos de proceso, el resguardo sobre la lámina de agua será de al menos 40 cm en la situación más desfavorable.

En elementos que puedan resultar comunes para futuras ampliaciones, se calcularán los resguardos teniendo en cuenta las cotas de agua originadas por los caudales futuros.

3.7. Vaciados y sobrenadantes

Todos los elementos de proceso dispondrán de posibilidad de vaciado, conectados con cabecera de planta. El diámetro mínimo de la red de vaciados será de 250 mm.

Todos los elementos de proceso que produzcan escurridos o sobrenadantes, dispondrán la conexión de los mismos a cabecera de planta (salvo los flotantes recogidos en los clarificadores secundarios, cuyo destino se indica en el apartado 2.10).

3.8. Vertido del efluente

Se estudiará la cota de vertido de manera que no se produzcan retrocesos hidráulicos en la línea de proceso para el caso de un caudal de avenida en el cauce receptor correspondiente al período de retorno de 100 años.

En el vertido del agua ya depurada se procurará que su incorporación al cauce receptor se haga de manera que la turbulencia originada sea mínima, al objeto de evitar la formación de espumas.

Así mismo, se tomarán las medidas oportunas para evitar socavamientos en el entorno del punto de vertido.

3.9. Medida de caudales

La medida de caudal se podrá realizar tanto por medidores electromagnéticos como ultrasónicos.

En el caso de utilizar caudalímetros electromagnéticos, se tendrán en cuenta las recomendaciones del fabricante en cuanto a velocidades de paso y distancias mínimas. En concreto, el rango de velocidades debe situarse entre 1

m/s y 2 m/s a caudal medio. Las distancias entre elementos perturbadores (codos, válvulas, reducciones...) deben ser al menos 5 veces el diámetro aguas arriba y 3 veces aguas abajo del caudalímetro.

Habrán de evitarse también vibraciones en la tubería.

Los electrodos deben quedar en el eje horizontal y el medidor no debe estar instalado en tramos de tubería parcialmente llena.

Par caudalímetros ultrasónicos en canales abiertos, tanto si es sobre vertedero como en canal tipo Parshall (en este caso debe ser prefabricado), se tendrán en cuenta las prescripciones dadas por el fabricante en cuanto a distancias tanto hasta el punto de medición desde la entrada del canal, como desde éste hasta la garganta.

3.10. Conducciones

3.10.1. Criterios de cálculo

Los tramos de conducciones en lámina libre se calcularán de forma que en las condiciones de caudal máximo, el calado no supere el 85% del diámetro útil.

Las conducciones de lodos primarios, lodos espesados o lodos deshidratados serán siempre impulsadas.

Se dimensionarán para funcionar dentro del siguiente rango de velocidades:

Fluido transportado	**V máx (m/s)**
Conducciones de agua o licor mezcla	1,5
Conducciones de lodo espesado	1
Conducciones impulsadas de lodo deshidratado	0,08
Conducciones de aire	12 m/s

Tabla 10: Velocidades máximas en conducciones

En las conducciones que funcionen muy esporádicamente, o tan sólo en caso de emergencia (bypass, vaciados, etc.) podrá admitirse mayor tolerancia en los criterios.

El proyectista definirá el tipo de conducción seleccionada para cada tramo en cuanto a material, diámetro, rigidez, timbraje y tipo de junta. En los tramos que

discurran a la intemperie se garantizará un perfecto comportamiento frente a los agentes atmosféricos.

3.10.2. Criterios de trazado

Se deberá prestar atención especial al diseño del trazado, de manera que se minimicen las pérdidas de carga en la misma; se evitarán recorridos innecesarios y un exceso de codos o singularidades en la conducción. En la medida de lo posible, es recomendable si varias conducciones discurren en paralelo, alojarlas en canaletas registrables, de la anchura necesaria para su mantenimiento.

Las conducciones se procurarán diseñar de manera que se minimicen al máximo los cruces a distinto nivel.

Se evitarán en la medida de lo posible los cruces bajo viales. Si fuesen necesarios, se efectuarán perpendicularmente a la dirección del vial.

Toda la valvulería será accesible con comodidad para el personal de mantenimiento.

3.10.3. Materiales

Los materiales a utilizar serán los siguientes:

Para las redes de aire se utilizará exclusivamente acero inoxidable AISI 316 L.

En general, en las redes de proceso se admitirán tuberías de Policloruro de Vinilo (PVC), Polietileno de Alta Densidad (PEAD), Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio (PRFV), Acero Inoxidable o Acero Galvanizado. PVC, PEAD y PRFV se reservarán para conducciones enterradas, mientras que para tuberías aéreas sólo podrá utilizarse Acero Inoxidable o Galvanizado. Por otra parte, para redes en presión no podrá utilizarse PRFV ni PVC. En cuanto a las piezas especiales de calderería tras las impulsiones (codos, T, piezas “pantalón”, etc.) se proyectarán siempre de acero inoxidable AISI 316 L.

Sólo se permitirá el empleo de tuberías de fundicion dúctil en el caso de que se justifique perfectamente el idóneo comportamiento del recubrimiento interior frente al agua residual o los lodos, según el caso.

La posibilidad de empleo de tuberías de hormigón armado se restringirá a la red general de bypass.

En cuanto a las redes que no pueden considerarse específicamente de proceso (agua de servicio, riego, etc.), se seguirán las indicaciones del apartado 6.2.

Queda totalmente proscrito el empleo de conducciones de asbesto cemento.

3.11. Otras consideraciones de interés

En el diseño general se reducirá la posibilidad de generación de olores debido a largos tiempos de permanencia del agua residual que generen condiciones de septicidad. Se prestará especial atención a que las arquetas no queden permanentemente llenas, o a evitar que tramos de la red puedan quedar “en carga” indefinidamente.

4. INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Se incluye en este apartado todo lo referente al suministro eléctrico tanto en media como en baja tensión.

El proyectista describirá detalladamente tanto el funcionamiento de la instalación como todos los equipos y aparamenta necesaria (modelos, cantidades, etc.), incluyendo los esquemas necesarios para una perfecta comprensión.

4.1. Media tensión y centro de transformación

El proyectista definirá las instalaciones de media tensión y transformación conforme a los Reglamentos y Normas en vigor y especialmente las especificaciones de la Compañía Suministradora de Electricidad.

Deberán preverse en los presupuestos del proyecto las partidas correspondientes a derechos de enganche, realización y legalización del proyecto eléctrico, y verificación de los elementos de medida.

Se diseñará la línea de media tensión con capacidad suficiente para hacer frente a posibles ampliaciones futuras.

Para la elección del tipo de acometida (aérea o subterránea) habrá de tenerse en cuenta especialmente los condicionantes medioambientales.

Para dimensionar el centro de transformación se tendrá en cuenta el siguiente criterio: se tomará cada centro o elemento de consumo (descontando las reservas) y se calculará a partir de su potencia nominal, la correspondiente potencia absorbida de la red y seguidamente, de acuerdo al factor de potencia respectivo, se determinarán tanto la potencia activa como la reactiva. Para obtener la potencia aparente del transformador a instalar, se considerará un coeficiente de simultaneidad cuyo valor deberá ser justificado y nunca inferior a 0,85. El valor así calculado se mayorará en un 20% y se elegirá el conjunto de transformadores comerciales más próximo, por exceso. Para la determinación del factor de potencia siempre se considerará que no está funcionando la batería de condensadores instalada para la corrección del mismo.

El centro de transformación deberá incluir como mínimo los seccionadores e interruptores generales de todo el conjunto, con capacidad de corte adecuada, estando el rearme de los contactos especialmente contemplado y disponiéndose las protecciones habituales de temperatura y nivel de aceite.

Se instalará un bote de condensadores por cada transformador para compensar el factor de potencia del mismo.

Además, se instalará una batería de condensadores regulable para compensar el factor de potencia del resto de la instalación. Para el dimensionamiento de dicha batería se considerará factor de potencia final de 0.99 en cualquier punto de funcionamiento de las instalaciones.

Se prestará especial atención a la ubicación del centro de transformación dentro de la planta, procurando que se sitúe cerca de los elementos de mayor consumo eléctrico.

La salida de baja tensión del transformador irá a un cuadro general de distribución (CGD) el cual dispondrá de al menos un 20% de reserva tanto de potencia en barras como de espacio vacío suficiente para una posible ampliación futura.

Del CGD partirán las salidas a los diferentes Centros de Control de Motores (CCM), y a los cuadros de alumbrado y auxiliares. Estas salidas se equiparán

con interruptores automáticos magnetotérmicos, así como con protección diferencial ajustable.

4.2. Centros de Control de Motores

Los posibles CCM se implantarán atendiendo a criterios de ahorro de líneas, de control local de los distintos procesos y de otros que el proyectista considere convenientes.

Los cuadros eléctricos contendrán los contactores y arrancadores, elementos de seguridad intrínseca (fusibles, magnetotérmicos, etc.), las conexiones de los distintos elementos en manual o en automático con sus pilotos de funcionamiento real y los automatismos más simples de seguridad duplicada y alarmas básicas. En particular las protecciones tanto magnetotérmicas como diferenciales serán individuales por cada equipo; no se podrá establecer protección diferencial por zonas. No se emplearán protecciones fusibles a menos que por razones de poder de corte en las instalaciones sea estrictamente necesario y siempre que no se encuentre protección de tipo magnetotérmico equivalente en el mercado.

Para el arranque de equipos electromecánicos de potencia mayor a 7,5 kw se emplearán obligatoriamente arrancadores estáticos o electrónicos.

Cada cuadro llevará el sistema correspondiente de resistencias de caldeo, ventiladores, transformadores necesarios para corrientes de señalización y los aparatos de medida de tensión e intensidad.

El principio de ventilación de los cuadros será por sobrepresión y la entrada de aire vendrá provista de un sistema filtrante.

En los cuadros siempre quedará un 20% de reserva de potencia tanto en barras como en protección general de cabecera del mismo, así como de espacio disponible para futuras ampliaciones.

Todos los cuadros llevarán numeración de hilos y etiquetas que faciliten la localización de los equipos.

Los elementos en los cuadros se agruparán de forma lógica, es decir, según las zonas a las que correspondan, estando los distintos elementos de un mismo

equipo agrupados. No obstante, se diferenciará claramente el cableado de fuerza del cableado de mando y señalización mediante código de colores.

Aparte del Cuadro General descrito en el apartado anterior, salvo en el caso de instalaciones de pequeño tamaño o con escasa cantidad de equipos electromecánicos, es recomendable que la planta cuente con al menos dos CCM. Los cuadros de alumbrado y servicios generales serán independientes de los de control de proceso.

4.3. Líneas eléctricas

La canalización del cableado será por zanjas o por bandejas perforadas con tapa, según su localización, disponiéndose en ambos casos de un 25% de espacio de reserva para nuevos tendidos de cables.

Los registros de las zanjas estarán separados un máximo de 30 m, rellenándose aquéllas con una mezcla de arena y fibra de vidrio, disponiéndose los conductores según norma y bajo tubo.

Los cables estarán perfectamente definidos en el proyecto en lo que respecta a secciones, tipo, modelo, materiales, mediciones, etc. tanto para conductores de fuerza como de mando y señalización.

Deberán preverse las actuaciones necesarias de protección contra roedores; mediante el uso espumas adecuadas, cable armado, etc.

4.4. Red de tierras

Se proyectará una red perimetral de puesta a tierra mediante conductor de cobre desnudo y picas o placas de tierra, sistema pararrayos atmosféricos, todo en concordancia con la reglamentación vigente.

A la red anterior se conectarán las puestas a tierra propias de equipos electromecánicos, puestas a tierra de alumbrado, canalizaciones metálicas, tuberías metálicas y estructura de los edificios proyectados.

5. INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL DE LA PLANTA

Las instalaciones dispondrán de tres niveles de control: un primer nivel constará de los automatismos de seguridad básica y de funcionamiento manual, un segundo nivel, de automatismo general integrado, y el tercer nivel, de supervisión.

Todas las plantas contarán con la instalación de primer nivel. Los niveles segundo y tercero se incluirán según el tamaño y complejidad de la planta y la gestión prevista. Deberá particularizarse al efecto en los pliegos específicos.

El primer nivel comprenderá las paradas comandadas por limitadores de par, sondas de nivel de seguridad, enclavamientos (en caso de existir), arrancadores estáticos, paradas comandadas por relés magnetotérmicos, y cualquier otro automatismo que el proyectista considere conveniente y así lo justifique. Estos automatismos se resolverán con los elementos eléctricos clásicos: relés, contactores, elementos de protección (como fusibles, magnetotérmicos, etc.), colocados en el cuadro correspondiente.

El segundo nivel comprenderá el control automático local a través de autómata programable. Si hay varios autómatas, irán integrados en una red para que puedan intercambiarse los datos que necesiten.

El cable de red será apantallado y discurrirá por conducción metálica puesta a tierra. Para zonas de tormenta y sobre todo para instalaciones exteriores de larga distancia, se dispondrá de un equipo de descarga y protección contra sobretensión a cada extremo de la línea. En estos casos, se recomienda también el uso de fibra óptica.

El tercer nivel será el del sistema de supervisión. En uno de los autómatas, o conectado a la red, se dispondrá un sistema informático que sirva de interface para la Entrada/Salida de datos, para su tratamiento estadístico, y para la supervisión automática de los procesos.

La programación se hará pensando en criterios de seguridad y funcionamiento, de forma que si falla el tercer nivel puedan funcionar los autómatas locales correspondientes al segundo nivel de control. Se deberá dotar a la planta de un autómata por cada CCM. En función de la envergadura de la planta y de su

posible integración en un sistema general de telecontrol, podrá dotarse de un tercero que realice las funciones de supervisión y comunicación.

El funcionamiento de este automatismo integrado será definido por el proyectista y deberá incluir como mínimo, salvo justificación en sentido contrario, las actuaciones que se definen en los apartados siguientes:

5.1. Telecontrol

Se telecontrolarán al menos las siguientes señales:

- Estado de cada equipo (manual, automático, parado, fallo, etc.)
- Funcionamiento real (cuentahoras en cada equipo, para poder llevar el mantenimiento).
- Consumo de cada motor de más de 1,5 CV.
- Posición de las sondas de nivel y de los finales de carrera.
- Disparo de los térmicos en motores de más de 1,5 CV.
- Señales de los instrumentos de medida.
- Señales de vertidos por aliviaderos.
- Caudales resultantes en cada punto de tratamiento (si son medibles).
- Posiciones extremas de las compuertas automáticas (si las hay).

5.2. Telemando

El sistema de telemando será apto para al menos las siguientes operaciones:

- Órdenes de marcha y parada de todos los equipos con enclavamiento en el cuadro local.
- Rearme de los térmicos controlados.
- Cambio de consignas de bucles de control

5.3. Automatismos

Se automatizará la secuencia de arranque y parada de máquinas en función de niveles, de los valores de los distintos caudales, de los tiempos acumulados de funcionamiento, de oxígeno disuelto en la balsa de aireación, de actividades de reparación o mantenimiento...

En particular:

- Secuencias de arranque y parada de las bombas de agua bruta.
- Secuencia del sistema de limpieza de rejas o tamices y sincronismo con el funcionamiento de tornillos transportadores.
- Id. id., del movimiento del puente desarenador y su sincronismo con el bombeo de arenas.
- Id. id., del movimiento del puente de los decantadores y del sistema de rasquetas del espesador.
- Id. id., de las purgas de lodos en exceso y lodos espesados, bombeos de lodos, deshidratación y dosificación de polielectrolito.
- Test de las posiciones y funcionamiento de las sondas de nivel, finales de carrera, limitadores de par, y de los elementos similares a éstos y de señal digital.
- Conteos de tiempos de funcionamiento y evaluaciones y totalización de caudales en función de las potencias absorbidas, señales de hitos para el mantenimiento...
- Regulación de compuertas en función de los caudales medidos, para obtener repartos iguales de caudal o repartos a voluntad, comandados a través del ordenador, el cual dispondrá de un sistema de alimentación ininterrumpida (S.A.I.), que garantice su funcionamiento en caso de caída de tensión en la red.

5.4. Alarmas

Incidencias cuyo conocimiento sea urgente a efectos de las oportunas medidas correctoras. Entre ellas: disfunciones entre mando y funcionamiento, vertidos por aliviaderos, señales en los limitadores de par...

5.5. Instrumentación

Tanto los elementos sensores como los de normalización de las señales estarán perfectamente definidos por el Proyectista.

Como mínimo, las medidas que deberán incluirse serán las siguientes, salvo particularizaciones al efecto en los Pliegos de cada concurso:

- Caudales de agua bruta y agua tratada.
- Caudales de recirculación, lodos en exceso y lodos a deshidratación.
- pH, temperatura y conductividad del agua bruta.
- Oxígeno disuelto y sólidos en suspensión en cada cuba de aireación.
- Concentración de fangos.

No obstante, si el proyectista lo cree oportuno podrá incluir la instrumentación adicional que considere necesaria para un completo y eficaz control de la planta.

5.6. Comunicaciones

En el caso de que la planta pertenezca a un sistema de explotación más amplio o su funcionamiento deba sincronizarse con instalaciones anejas (estaciones de bombeo, instalaciones de reutilización…), se dotará a la planta de un sistema de comunicación compatible, de forma que pueda integrarse con la infraestructura de comunicaciones existente.

La línea telefónica será de la Red Telefónica Conmutada (RTC), salvo que se demuestre fehacientemente la no viabilidad de la misma. En este caso, se optará por GSM y el módem a instalar en el PC será compatible con este sistema.

El PC deberá llevar módem para transmisión de datos tanto si la línea es RTC o GSM.

5.7. Cuadro sinóptico

Se deberá integrar en el control de la planta un sistema (video, retroproyección, etc.) que permita visualizar a gran escala en la sala de control las pantallas del SCADA instalado.

Este sistema deberá ofrecer una calidad suficiente para poder mostrar a los visitantes el funcionamiento de la planta, incluso con los niveles de iluminación en la sala definidos en este Pliego.

6. SERVICIOS AUXILIARES

6.1. Agua potable

Todas las plantas contarán con una acometida de agua potable desde la red general de suministro, garantizando una presión mínima en la acometida de 2 kg/cm^2. La acometida deberá adecuarse a las normas técnicas de la empresa suministradora de agua potable. En caso de ser necesario, se preverá grupo de presión adecuado.

6.2. Agua de servicio y riego

El agua de servicio se captará tras la última fase de tratamiento y alimentará una red de distribución de donde se conectarán las tomas para los distintos cometidos: riego, limpieza, etc. Se preverá la arqueta u obra de toma necesaria, según las necesidades previstas. La red será preferentemente en anillo, previendo aislamientos parciales para reparaciones.

Se proyectará un sistema de desinfección para el agua de servicio, para garantizar menos de 100 CF/100 ml.

Se dispondrá filtro autolimpiante y grupo de presión. Debe garantizarse una presión mínima de 2 kg/cm^2 en cualquier punto de la red.

La red de riego se diseñará en consonancia con el proyecto de la jardinería. En condiciones normales, el riego se efectuará con la red de agua de servicios (agua depurada), si bien tendrá la posibilidad de conexión de emergencia a la red de agua potable.

Como norma general, el sistema de riego se automatizará.

La red de mangueo y limpieza dispondrá de las tomas necesarias en los lugares susceptibles de acumulación de suciedad a fin de remover la misma.

Como mínimo se instalarán tomas junto a:

- Obra de llegada y pozo de gruesos
- Pretratamiento (especialmente zona de contenedores)
- Zona de deshidratación
- Tolva de lodos y zona de evacuación de lodos
- Pozos de bombeo
- Reactores biológicos
- Decantadores y espesadores

6.3. Aire comprimido

Se proyectarán los equipos y la instalación necesaria de aire a presión en el caso de que haya equipos que lo requieran (válvulas de manguito elástico, tensado de bandas de filtros, etc.)

6.4. Telefonía

Todas las plantas dispondrán de una línea de comunicación telefónica con el exterior, así como de los terminales teléfonicos necesarios en el edificio de control. En el caso de plantas de muy escaso tamaño podrá obviarse este requerimiento, especificándose en su caso en los pliegos particulares, o prescribir la instalación de telefonía móvil. En cualquier caso, si se precisa transmisión de datos para telecontrol, el sistema de telefonía que se instale deberá ser capaz de soportar la transmisión de voz y datos.

7. SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES

Se garantizará, desde la fase de diseño, que se incorporan las medidas necesarias para el cumplimiento de la normativa de seguridad y salud durante la explotación de la planta.

En este sentido, el anejo de explotación y mantenimiento del proyecto, contendrá el estudio de seguridad y salud durante la fase de puesta en marcha y período de pruebas.

Como mínimo imprescindible, se incluirán en el proyecto los siguientes elementos:

7.1. Elementos de protección individual

- Protectores de oído (en el caso de instalación de soplantes o turbocompresores): 1 unidad por cada operario previsto en el estudio de explotación, además de dos unidades de reserva para visitas.
- Guantes de protección: 1 unidad por cada operario previsto en el estudio de explotación.
- Cascos y mascarillas de uso ocasional.
- Arnés de seguridad (en el caso de que las labores de mantenimiento habituales requieran trabajos en altura): 1 unidad
- Caretas antigás: 2 unidades

7.2. Elementos de protección colectiva

- Extintores.
- Flotadores de cuerdas en las pasarelas y caminos próximos a los depósitos grandes.
- Quitamiedos en escaleras de gato.
- Detectores de gases y de ausencia de oxígeno en el caso de pozos visitables.

- Barandillas: Todos los recintos de la instalación estarán resguardados frente a caídas al menos 120 cm sobre el nivel del suelo o de la pasarela correspondiente. En caso de que los muros no alcancen dicha altura, se prolongarán con barandillas de aluminio o acero inoxidable hasta dicha cota. En caso de lagunas de estabilización (salvo en el caso de balsas anaerobias) podrá evitarse esta prescripción, aunque se preverán medidas de seguridad equivalentes.

- Pasarelas y peldaños: en el exterior, los peldaños y las pasarelas elevadas sobre recintos se ejecutarán con rejillas tipo ”tramex”, que serán de acero inoxidable, o bien PRFV con resistencia mecánica garantizada a las cargas de diseño y resistencia a la degradación lumínica de al menos 15 años.

- Carteles y señalizaciones con recomendaciones de seguridad.

- Botoneras de seguridad (“setas de emergencia”): Se incluirán para todos los motores de aquellos elementos que puedan producir daños a las personas y no puedan enclavarse en modo manual desde las proximidades de su zona de mantenimiento.

- Alarmas contra intrusismo, con señales acústico–luminosas y registro en ordenador central. Excepcionalmente, en plantas de muy gran tamaño, se podrá incluir un sistema de circuito cerrado de televisión.

- En caso de ser necesaria la manipulación de productos químicos, se dotará a los recintos con duchas de emergencia y lava ojos, y se estará a lo exigido en la reglamentación existente.

7.3. Protección del CT

Se estará a la normativa del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación (R.D. 3.275/82). Se tendrán en cuenta las prescripciones de la Compañía Suministradora.

7.4. Seguridad de máquinas

Todas las máquinas y equipos electromecánicos deberán cumplir la reglamentación en vigor en materia de seguridad. Especialmente deberá prestarse atención a la necesidad de proteger mediante carenados aquellos equipos con partes móviles accesibles al personal operario (rejas, tamices, filtros banda, etc.)

7.5. Ruidos

Las condiciones acústicas de los edificios o salas donde se ubiquen equipos con un gran nivel sonoro (especialmente soplantes, compresores, ventiladores, etc.), deberán cumplir con lo establecido en el Decreto 6/2012, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica en Andalucía, Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, y normativa estatal que sea de aplicación.

8. MANTENIMIENTO Y REPUESTOS

Como norma general, se incluirá en el proyecto un taller equipado con el utillaje mínimo para poder efectuar reparaciones que no sean de gran envergadura, así como trabajos de mantenimiento y conservación rutinarios. Asimismo, se incluirán los repuestos considerados necesarios para asegurar el normal funcionamiento de la planta durante los dos años siguientes a su puesta en marcha.

8.1. Criterios de diseño enfocados al mantenimiento

Todos los elementos de la planta deberán gozar de una accesibilidad fácil y segura.

Cuando sean necesarias plataformas para el accionamiento y mantenimiento de los diferentes equipos, contarán con una anchura útil no inferior a 100 cm y las correspondientes barandillas.

La disposición de las soplantes, compresores, bombas... será tal que exista una distancia mínima libre entre las partes más próximas a las máquinas, y entre éstas y las paredes, de un metro.

8.2. Taller

El equipamiento mínimo se puede establecer, como criterio general, en función de la envergadura de la depuradora proyectada. En el caso de proyectarse un conjunto de plantas cercanas para ser mantenidos por el mismo ente, o de integrarse la planta proyectada en un sistema general ya existente, se particularizará la solución en cada caso.

8.2.1. Plantas menores de 3.000 habitantes equivalentes

No será necesario incluir equipamiento mínimo de taller.

8.2.2. Plantas entre 3.000 y 30.000 habitantes equivalentes

Deberán incluirse al menos lo siguientes elementos:

- Estantería metálica con baldas.
- Escalera portátil
- Caja de herramientas dotada para pequeñas reparaciones mecánicas y eléctricas (juego de llaves, destornilladores, alicates, martillo...
- Conjunto de pequeño material de tipo mecánico (tornillos, tuercas, arandelas...)
- Conjunto de pequeño material de tipo eléctrico (conductor de cobre, contactores, relés...)
- Engrasador tipo pistola
- Desbarbador
- Tester ó polímetro eléctrico.
- Taladro portátil con un juego de brocas de acero rápido de distinto diámetro y aplicaciones.
- Compresor portátil de aire (tan sólo en el caso de que la EDAR no disponga de red de aire a presión)

8.2.3. Plantas entre 3.000 y 30.000 habitantes equivalentes

Se incluirá además de lo mencionado:

- Banco de trabajo construido con chapa de acero laminada en frío y provisto de cajón y bandeja supletoria.
- Tornillo paralelo de banco.
- Armario para herramientas con baldas.
- Trácter de 500 kg.
- Terraja progresiva para roscas.
- Juego de llaves de carraca.
- Soldador eléctrico y gafas de seguridad.
- Pinza amperimétrica.
- Taladro fijo.

8.3. Repuestos

Se incluirá como mínimo un *stock* con los siguientes elementos de reserva, de iguales características a los instalados.

- Un conjunto de motor y bomba de arenas.
- Un rotor y un estátor de reserva para cada conjunto de bombas de tornillo excéntrico de las mismas características.
- Un cierre mecánico de cada modelo de los existentes (bombas sumergibles, agitadores...)
- Una rueda de desplazamiento de cada modelo de puente decantador.

9. LABORATORIO

El laboratorio se dotará al menos con el siguiente equipamiento:

- Balanza de precisión.

- Microscopio óptico.
- Incubador para medida de DBO5.
- Medidor portátil de pH.
- Medidor portátil de oxígeno disuelto.
- Nevera de 50 litros.
- Equipo de filtración por vacío.
- Estufa de secado.
- Horno de mufla.
- Termómetro digital.
- Destilador de agua.
- Medidor de conductividad.
- Conos Imhoff.
- Conos de filtración.
- 2 tomamuestras automáticos

Se complementará con el material fungible necesario para las tareas habituales como pipetas, matraces, reactivos, tubos de ensayo...

En el caso de proyectarse un conjunto de plantas cercanas para ser mantenidos por el mismo ente, o de integrarse la planta proyectada en un sistema general ya existente, se particularizará la solución en cada caso. Así mismo, en caso de plantas de escaso tamaño, se podrán prever dotaciones menos exigentes.

10. OBRA CIVIL

Los materiales a emplear en la obra deberán cumplir las condiciones mínimas establecidas en el anejo correspondiente de este Pliego de Bases Técnicas.

Los proyectos se deberán adaptar a la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08). En base a lo dispuesto en la EHE-08, se considera que las

instalaciones se encuentran sometidas a la clase general de exposición IV, y como consecuencia la relación máxima agua/cemento debe ser de 0,5, el contenido mínimo en cemento de 325 kg/m^3 y los recubrimientos mínimos serán de 35 mm. Con estos parámetros, el hormigón a emplear tendrá una resistencia característica mínima de 30 N/mm^2. En todo lo demás se estará a lo que especifique la citada instrucción.

Por otra parte, para elementos de hormigón armado en contacto con el agua residual, deben considerarse en la clase específica de exposición Qb, por lo que el recubrimiento mínimo no será inferior a 40 mm, y el contenido de cemento mínimo será de 350 kg/m^3.

Los materiales para rellenos cumplirán las condiciones que se establecen en el PG–3 y en función de las características del terreno subyacente y de las funciones a cumplir por el relleno.

Se utilizarán suelos seleccionados siempre que el material utilizado para rellenos (tanto de tipo terraplén como otros) proceda de préstamos, y no de la excavación. Cuando el terreno proceda de la excavación tendrá como mínimo la clasificación de suelo adecuado.

El terreno deberá ser tratado de forma conveniente, según se deduzca del anejo geotécnico disponible. Así, será de obligado cumplimiento por parte del proyectista el estudio y consideración de dicho informe geotécnico y de las conclusiones y recomendaciones incluidas en el mismo.

Además, el proyectista deberá proponer soluciones a las problemáticas definidas en el informe geotécnico, definiendo que medidas adoptará en obra para la mejora del terreno.

La cimentación de los diferentes elementos estará en función de las recomendaciones que figuren en el informe geotécnico oportuno.

En el caso de que los elementos enterrados de la instalación (reactor biológico, decantadores, etc.) alcancen el nivel freático será necesario tomar las medidas adecuadas para la excavación de los mismos, igualmente, se estudiará la flotabilidad de los elementos y se tendrán en cuenta las subpresiones en los cálculos estructurales. Si de los cálculos realizados se deduce que los elementos flotan, deberán adoptarse las medidas oportunas que, a juicio del proyectista, hagan falta para evitar la flotabilidad.

En el caso concreto de las arquetas, y salvo las que se dispongan en viales, todas sobresaldrán del terreno un mínimo de 25 cm, disponiéndose de tapas con cierre estanco. En el interior de las mismas y en la junta entre solera y alzado es aconsejable realizar una media caña para evitar fugas.

Respecto a los recintos de proceso, los muros también sobresaldrán del terreno un mínimo de 25 cm.

11. EDIFICIOS

Las edificaciones se cuidarán en cuanto a calidad y estética, buscando tres objetivos principales: funcionalidad, integración en el entorno y durabilidad de la instalación.

El proyectista deberá definir y valorar los detalles y elementos constructivos necesarios para conseguir los objetivos definidos anteriormente.

En cualquier caso, se tendrán en cuenta las ordenanzas que al respecto disponga cada Ayuntamiento (Normas subsidiarias, Planes parciales, Proyecto de Urbanización, etc.) a efectos de alturas permitidas, coeficientes de edificabilidad, etc.

En los siguientes apartados se fijan criterios mínimos de diseño, con carácter general, que podrán ser matizados en los pliegos particulares.

11.1. Programa de necesidades

Además de las necesidades de superficie inherentes a cada fase del proceso de tratamiento, se preverá una zona de control–explotación ajustada al siguiente programa de necesidades:

- Despacho: 15 m^2
- Sala de control: 25 m^2
- Laboratorio: 15 m^2
- Taller/Almacén: 25 m^2
- Aseos: 10 m^2

- Vestuario: 20 m^2

En plantas con capacidad de tratamiento menor de 30.000 hab-eq, podrán unificarse en una única dependencia el despacho y la sala de control.

En cuanto al laboratorio, en el caso de proyectarse un conjunto de plantas cercanas para ser mantenidos por el mismo ente, o de integrarse la planta proyectada en un sistema general ya existente, se particularizará la solución en cada caso.

El mobiliario mínimo a considerar será el siguiente:

Para la zona de control y despachos:

- Mesa de despacho incluyendo cajón normal y cajón archivador (2 ud).
- Silla de despacho (2 ud).
- Papelera (2 ud).
- Estantería con entrepaños.
- Perchero.

Para uso del personal de servicio se preverán 2 armarios–roperos biplaza, metálicos, montados en batería y 1 banco de vestuario, también metálico y con asientos tipo plastificado. Se dispondrá también un espejo de pared de tamaño adecuado y de estética acorde al habitáculo.

Para el laboratorio:

- Mesa mural con tablero de granito, con tratamiento antiácido, y fregadero de gres de 2 cubetas con grifo de agua tipo mezclador. En la parte inferior dispondrá de puertas y cajones en número suficiente para desarrollar las labores previstas.
- Mesa de trabajo, incluyendo cajón normal y archivador.
- Vitrina para reactivos con puertas correderas acristaladas y entrepaños graduables.
- 2 sillas giratorias de estructura metálica, con asiento y respaldo tapizados adecuadamente.

Esta zona de control–explotación no tiene obligatoriamente que constituir un edificio aislado, pudiendo integrarse junto con otros servicios siempre que se garanticen la independencia de acceso y el aislamiento entre zonas necesarios.

Se ubicará en una zona estratégicamente situada desde donde se dominen la mayoría de las instalaciones y la puerta de acceso a la planta.

La iluminación será la adecuada según el tipo de habitáculo, y los niveles mínimos a mantener serán los siguientes:

- Laboratorio, sala de control y despacho: 500 lux.
- Taller y zonas de trabajo manual: 300 lux.
- Almacén, pasillos, hall, zona social, servicios: 150 lux
- Vestuarios: 150 lux.

Asimismo, se dispondrá alumbrado de emergencia para señalización en los casos en que se interrumpa el suministro eléctrico habitual.

11.2. Características constructivas

11.2.1. Cimentación

La cimentación de los diferentes edificios estará en función de las características del terreno, que se definirán en el informe geotécnico oportuno.

A la vista de tales características y de la propuesta de actuación que se deduzca de éstas, el proyectista adoptará de forma responsable y razonadamente la tipología de cimentación que entienda más conveniente, teniendo en cuenta las solicitaciones admisibles del terreno y las requeridas por los diferentes usos a los que destinen los mencionados edificios.

La estructura de los edificios garantizará la estabilidad, funcionamiento y robustez de éstos. Se admitirá, en principio, cualquier tipo de estructura (hormigón armado, fábrica de muros de carga, metálica…), adoptándose la más idónea, a juicio del proyectista, para cada uno de los usos a los que se tenga previsto destinar cada edificio. En función de la estructura elegida, se dispondrán en la cimentación los elementos necesarios para su correcta ejecución (especies, placas de anclaje…), justificándose mediante cálculo la solución adoptada.

11.2.2. Cerramiento

El cerramiento exterior de los edificios elegido por el proyectista, se adecuará por una parte y en lo que se refiere a sus características técnicas, a los parámetros de estabilidad y garantía de buen funcionamiento recogidos en las normativas técnicas vigentes, asegurando siempre su perfecta estanqueidad, aislamiento térmico, y disponiéndose los mecanismos de insonorización para aquellos edificios en los que sea preciso.

Se adecuará, por otra parte, a la estética y a la integración en el paisaje circundante.

Se utilizará para ello cerramiento de fábrica (de ladrillo visto o pintado, bloques de hormigón, etc.), prohibiéndose expresamente la utilización de cerramientos metálicos. El acabado exterior se proyectará teniendo en cuenta el más sencillo mantenimiento del mismo.

En aras de homogeneizar los materiales empleados, la distribución interior de los edificios se realizará con el mismo material que el utilizado en exteriores, excepción hecha de aquellos otros que el proyectista, por razones de flexibilidad y sencillez, decida realizar con otro tipo de materiales (paneles de cartón – yeso, etc.)

11.2.3. Revestimientos

Se dispondrán las siguientes solerías:

- Taller/almacén/zona de secado/edificio de pretratamiento: mortero de cemento ruleteado de espesor mínimo de 3 cm y acabado con pintura antideslizante a base de polvo de cuarzo.
- Laboratorio y aseos: gres de 1ª calidad (con tratamiento antiácido en el laboratorio) y rodapiés del mismo material.
- Resto de dependencias y zonas comunes: terrazo de 1ª calidad pulido y abrillantado, con rodapiés y zanquines del mismo material.

En cuanto a los revestimientos de las zonas interiores deberá distinguirse según sea el tipo de dependencia:

- Laboratorio y aseos: alicatado de 1ª calidad.

- Taller/almacén: enfoscado maestreado y pintura plástica lisa.
- Zona de secado: azulejo de 1ª calidad hasta una altura mínima de 2 m, a partir de la cual se enfoscará y pintará con pintura plástica lisa.
- Resto: paredes y techos (estos últimos también en las anteriores dependencias) guarnecidos con pasta de yeso y pintura plástica lisa.

El aislamiento acústico del recinto de ubicación de las soplantes de aireación se realizará mediante emparchado interior de tabique de ladrillo perforado y se dispondrá puerta de doble chapa en acero galvanizado y pintado, con relleno interior de poliuretano de manera que cumpla la normativa vigente de emisión de ruidos.

11.2.4. Cubiertas

Se proyectarán de forma que se consiga la total estanqueidad y aislamiento de los edificios. A tales efectos, serán preferiblemente no visitables, salvo en los casos en los que se prevea la ubicación de instalaciones que requieran de un mantenimiento periódico. La evacuación de pluviales será siempre hacia el exterior de los edificios mediante gárgolas o bajantes.

Se cuidará que la cornisa y los remates de la unión fachada–cubierta contribuyan a la estética final.

11.2.5. Carpinterías

Tanto las ventanas, cuya estética y encaje en las fachadas se cuidará al máximo, como las puertas de paso, en general, serán de aluminio lacado y con luna de 5 mm. Las ventanas serán practicables y no correderas a efectos de garantizar la estanqueidad de las mismas. Las puertas en el taller almacén y en el edificio de deshidratación, se proyectarán en perfilería metálica y con los mecanismos necesarios de cuelgue y seguridad para facilitar el manejo.

12. URBANIZACIÓN, CERRAMIENTO Y JARDINERÍA

Se procederá a la insonorización del edificio o sala donde se ubiquen equipos con un gran nivel sonoro (especialmente soplantes, compresores, ventiladores, etc.), para dar cumplimento como mínimo a lo establecido en el Decreto

326/2003, de 25 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la contaminación Acústica en Andalucía y normativa estatal.

12.1. Urbanización

Los firmes se ajustarán a la Instrucción de Carreteras 6.1 y 2 I.C.

En las zonas que se prevean de maniobra de camiones o maquinaria pesada, los firmes serán rígidos.

No se admitirán en ningún caso soluciones consistentes en tratamientos superficiales, salvo en plantas basadas en tecnologías no convencionales con gran ocupación de terreno y longitud de viales elevada.

Se dotará a los viales de las pendientes necesarias para facilitar la evacuación de las aguas pluviales.

Como norma general, se dispondrán las aceras rodeando completamente a los edificios proyectados y con sus correspondientes bordillos. El acerado se ejecutará en hormigón (solera de 10 cm) con loseta hidráulica; el bordillo, prefabricado. La anchura mínima total será de 1,20 m.

Las calzadas conectarán todos los edificios y recintos de proceso, de manera que se garantice una fácil accesibilidad a los mismos a efectos de explotación. Su anchura mínima será de 4 metros entre caras externas de bordillos, ampliándose en las zonas de maniobra.

Todos los recintos se rodearán de un paseo peatonal de 1,20 m de anchura y constituidos por gravilla.

12.2. Drenaje

12.2.1. <u>Drenaje profundo bajo elementos.</u>

Siempre que de la caracterización del terreno se deduzca la necesidad de drenar bajo las soleras de los elementos, se colocará un drenaje de fondo bajo todos los recintos fundamentales de la instalación que contengan agua. El drenaje de fondo estará formado por una capa de 20 cm como mínimo de material drenante (material granular en capas filtrantes, según se define en el Anejo correspondiente de este Pliego de Bases Técnicas). Bajo esta capa se colocarán un geotextil y los tubos drenantes, de forma tal que todo el conjunto

permita evacuar las filtraciones que lleguen, a una o más arquetas de registro que formen parte de la red general de by-pass.

12.2.2. Drenaje superficial

Se dotará a las instalaciones de los medios necesarios para la evacuación del agua de lluvia: pendiente suficiente para los viales, imbornales en los puntos bajos, cunetas de pie de talud...

La red de pluviales se conectará al retorno de sobrenadantes a cabecera de instalación. Se preverá también la posibilidad de derivación al by-pass general.

El diámetro nominal mínimo será de 300 mm para los colectores de pluviales, y de 200 mm para las acometidas desde imbornales o sumideros a la red.

Las conexiones de sumideros a la red de pluviales, y de ésta a la arqueta final de sobrenadantes, se realizará mediante sifón, por lo que el diseño deberá permitir la inspección para eliminar posibles atascos.

12.3. Alumbrado exterior

Se preverá un alumbrado exterior que evite la contaminación lumínica. En general la iluminación se apoyará en báculos de altura máxima 4 m, y será de tipo mural en el entorno de los edificios. Se alcanzará un nivel mínimo de iluminación de 10 lux en toda la parcela. En todo momento se cuidará la estética del sistema de alumbrado; para ello se deberán tener en cuenta la normativa que se establezca al respecto a nivel estatal y autonómico, así como las pautas del Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía y otras instituciones.

12.4. Tomas de fuerza

Junto a las zonas donde se prevean posibles labores de mantenimiento se colocarán tomas de fuerza monofásicas previstas para una demanda de potencia de 1,5 kW, que posibiliten el acoplamiento de equipos portátiles de iluminación, así como herramientas eléctricas.

12.5. Cerramiento

El tipo de cerramiento no será uniforme a lo largo de todo el perímetro.

En el entorno de los accesos consistirá en:

- Cimentación mediante zapata corrida de hormigón, de 40 cm de ancho, sobresaliendo 15 cm del nivel del terreno.
- Muro de fábrica de 0,80 m de altura, con remate superior.
- Marco de acero galvanizado, con perfiles metálicos en enrejado, de altura 2 m

El conjunto se pintará.

En el resto del perímetro se mantiene la misma cimentación pero se sustituye el muro de fábrica y el herraje por una malla galvanizada de simple torsión y 2,80 m de altura, con postes metálicos y tensores.

El acceso de vehículos a las instalaciones se realizará a través de puertas de perfilería metálica, colgadas de columnas de fábrica laterales. La anchura libre total será de 6 metros como mínimo.

Para el acceso peatonal se preverá próxima a la anterior una puerta de ancho mínimo 1,5 m.

La apertura de ambas se accionará preferentemente desde el edificio de control, salvo en plantas de muy escaso tamaño.

12.6. Jardinería

La jardinería tendrá una doble función: mejorar el aspecto interior de la planta y aminorar el impacto ambiental de la misma. Dada la variabilidad en la ubicación geográfica de la parcela de las obras, los condicionantes al respecto se estudiarán específicamente en cada caso.

12.7. Camino de acceso

Como norma general, el ancho mínimo de los caminos de acceso a las instalaciones será de 5 m y el firme según lo dispuesto en la instrucción de carreteras 6.1 y 2 I.C.

En los casos de enlace con vías existentes, para el diseño de la conexión se deberán seguir las indicaciones del organismo titular.