

MEMORIA Y ANEJOS DEL PROYECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A HUESCA. CONDUCCIÓN DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN Y NUEVA ETAP

Nº EXP: 09.322-0380/2111

ANEJO 9.- CÁLCULOS FUNCIONALES ETAP

ÍNDICE

CONTENIDO

| | | | |
|--|-----------|--|-----------|
| 1. INTRODUCCIÓN | 5 | 5.8.4 Dióxido de carbono | 18 |
| 2. BASES DE PARTIDA | 5 | 5.8.5 Hidróxido de cal | 18 |
| 2.1 Caudales de diseño de la nueva ETAP | 5 | 5.8.6 Carbón activo en polvo | 18 |
| 2.2 Velocidades y Presiones de la conducción de entrada | 5 | 5.8.7 Instalaciones de reactivos coagulantes y floculantes | 19 |
| 2.3 Requerimientos de calidad en el agua tratada | 5 | 5.8.8 Peróxido de hidrógeno | 19 |
| 3. LINEA DE TRATAMIENTO | 6 | 5.9 Depósitos de agua tratada y depósito elevado | 19 |
| 4. DIAGRAMA DE BLOQUES | 8 | 5.10 Línea de fangos | 20 |
| 5. PARAMETROS Y JUSTIFICACIÓN DEL DISEÑO | 9 | 5.10.1 Depósito de homogeneización de fangos | 20 |
| 5.1 Control y registro de caudal de entrada a la ETAP | 9 | 5.10.2 Espesado de fangos | 20 |
| 5.2 Tamizado | 9 | 5.10.3 Depósito de fangos espesados | 20 |
| 5.3 Desinfección inicial y preoxidación | 9 | 5.10.4 Instalación de deshidratación de fangos | 20 |
| 5.3.1 Preozonización | 9 | 5.11 Depósito de recuperación de agua | 21 |
| 5.3.2 Otros desinfectantes y oxidantes | 10 | 6. CONCLUSIÓN | 21 |
| 5.4 Control de pH y ablandamiento | 10 | | |
| 5.4.1 Dosificación de CO ₂ | 10 | | |
| 5.4.2 Cámara de contacto para dosificación de cal | 11 | | |
| 5.5 Tratamiento físico – químico y decantación | 11 | | |
| 5.5.1 Cámaras de mezcla | 11 | | |
| 5.5.2 Cámaras de floculación | 12 | | |
| 5.5.3 Decantación | 12 | | |
| 5.6 Filtración por arena | 12 | | |
| 5.7 Tratamientos avanzados | 14 | | |
| 5.7.1 Bombeo intermedio | 14 | | |
| 5.7.2 Oxidación avanzada | 14 | | |
| 5.7.3 Filtración por carbón activo | 14 | | |
| 5.8 Instalaciones de reactivos de la línea de agua | 16 | | |
| 5.8.1 Generación de ozono | 16 | | |
| 5.8.2 Cloro | 17 | | |
| 5.8.3 Permanganato sódico | 18 | | |

ANEXOS:

ANEXO Nº 1.- CÁLCULOS FUNCIONALES

ANEXO Nº 2.- PLANOS ESQUEMÁTICOS DE LÍNEA PIEZOMÉTRICA

1. INTRODUCCIÓN

Se incluye en el presente anejo la justificación funcional de los procesos de la nueva ETAP de Huesca.

2. BASES DE PARTIDA

2.1 Caudales de diseño de la nueva ETAP

La nueva planta de tratamiento de agua potable se dimensiona para un caudal de 300 l/s, con una previsión de ampliación para alcanzar los 425 l/s en un futuro.

No obstante, llegado el momento de ampliar la capacidad de la nueva instalación de 300 l/s a 425 l/s y para minorar en lo posible las afecciones a la explotación de la nueva ETAP durante las obras de ampliación, determinados procesos parciales se van a dimensionar para el caudal futuro:

- Control y registro de caudal de entrada
- Tamizado
- Cámara de pre-ozonización
- Control de pH con CO₂ y cal
- Reparto a tratamiento físico químico
- Cámara de ozonización intermedia
- Línea de fangos de la ETAP
-

2.2 Velocidades y Presiones de la conducción de entrada

| CONDUCCIÓN DE ENTRADA | | | | | | |
|-----------------------|--------------------|--------------|--|---|--|-----------------|
| DIÁMETRO (mm) | COTA EMBALSE (m) | CAUDAL (l/s) | PRESION DINÁMICA FINAL TUBERÍA COTA 506,35 (mca) | CARGA HIDRAULICA NECESARIA EN LA ENTRADA DE LA ETAP | PRESION DINÁMICA A LA ENTRADA DE LA ETAP (mca) | VELOCIDAD (m/s) |
| 700 | Cota Mínima 542,00 | 425 | 19,72 | 514,31 | 11,76 | 1,104 |
| | | 300 | 27,44 | 513,87 | 19,92 | 0,78 |
| | Cota Máxima 579,50 | 425 | 57,22 | 514,31 | 49,26 | 1,104 |
| | | 300 | 64,94 | 513,87 | 59,96 | 0,78 |

Nota: la cota final de la conducción de entrada a la ETAP es la 506,35 msnm si bien la cota piezométrica necesaria en la entrada de la ETAP por proceso resulta la 514.31 (a 425 l/s), o la 513,87 msnm (a 300 l/s) tal y como se justifica en el apéndice nº 2 del Anejo 10. Por ello, que se aportan ambos resultados de presión.

Cabe destacar, que no habrá presiones estáticas nocturnas más elevadas por el funcionamiento continuo 24 h, adaptándose al caudal demandado, las pérdidas de carga generadas por las válvulas reguladoras de las 3 fuentes de suministros ubicadas en el Edificio de Conexiones. Además, en caso de tener que sectorizar la planta con la válvula de mariposa de entrada PN16, incluso en una hipotética rotura de las válvulas reguladoras de presión y las válvulas de corte existentes, dado que las cotas de los depósitos de Montearagón y Balsas de Loporzano no superan el nivel 605 msnm, no se superarían los 10 bar de presión en entrada a planta en situación estática y sin caudal, mencionando de nuevo que la probabilidad de dicha casuística es totalmente despreciable.

2.3 Requerimientos de calidad en el agua tratada

La calidad del agua una vez potabilizada deberá alcanzar los parámetros previstos en el Anexo nº 1.- Parámetros y valores paramétricos definidos en el Real Decreto 3/2023, de 10 de enero, por el que se establecen los criterios técnico-sanitarios de la calidad del agua de consumo, su control y suministro:

| Parámetros microbiológicos | | | |
|----------------------------|--|-------------------|---------------------|
| Nº | Parámetro | Valor Paramétrico | Unidad |
| 1 | Escherichia coli. | 0,00 | UFC o NMP en 100 ml |
| 2 | Enterococo intestinal. | 0,00 | UFC o NMP en 100 ml |
| 3 | Clostridium perfringens (incluidas las esporas). | 0,00 | UFC en 100 ml |
| 4 | Legionella spp. | 100,00 | UFC en 1 L |

| Valores paramétricos de los parámetros químicos | | | |
|---|----------------------------------|-------------------|--------|
| Nº | Parámetro | Valor Paramétrico | Unidad |
| 5 | Acrilamida (CAS 79-06-01). | 0,10 | µg/L |
| 6 | Antimonio. | 10,00 | µg/L |
| 7 | Arsénico. | 10,00 | µg/L |
| 8 | Benceno (CAS 71-43-2). | 1,00 | µg/L |
| 9 | Benzo(a)pireno (CAS 50-32-8). | 0,01 | µg/L |
| 10 | Bisfenol a (CAS 80-05-7). | 2,50 | µg/L |
| 11 | Boro. | 1,50 | mg/L |
| 12 | Bromato. | 10,00 | µg/L |
| 13 | Cadmio. | 5,00 | µg/L |
| 14 | Cianuro total. | 50,00 | µg/L |
| 15 | Clorato. | 0,25 | mg/L |
| 16 | Clorito. | 0,25 | mg/L |
| 17 | Cloruro de Vinilo (CAS 75-01-4). | 0,50 | µg/L |
| 18 | Cobre. | 2,00 | mg/L |
| 19 | Cromo total. | 25,00 | µg/L |
| 20 | 1,2-Dicloroetano (CAS 107-06-2). | 3,00 | µg/L |
| 21 | Epiclorhidrina (CAS 106-89-8). | 0,10 | µg/L |
| 22 | Fluoruro. | 1,50 | mg/L |
| 23 | Mercurio. | 1,00 | µg/L |

| Valores paramétricos de los parámetros químicos | | | |
|---|---|-------------------|--------------------|
| Nº | Parámetro | Valor Paramétrico | Unidad |
| 24 | Microcistina – LR. | 1,00 | µg/L |
| 25 | Níquel. | 20,00 | µg/L |
| 26 | Nitrato. | 50,00 | mg/L |
| 27 | Nitritos. | 0,50 | mg/L |
| 28 | Plaguicida individual. | 0,10 | µg/L |
| 29 | Plomo. | 5,00 | µg/L |
| 30 | Selenio. | 20,00 | µg/L |
| 31 | Uranio. | 30,00 | µg/L |
| Parámetros sumatorios | | | |
| 32 | Σ5 Ácidos Haloacéticos (HAH). | 60,00 | µg/L |
| 33 | Σ4 Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos (HPA). | 0,10 | µg/L |
| 34 | Σ20 PFAS. | 0,10 | µg/L |
| 35 | Σn Plaguicidas totales. | 0,50 | µg/L |
| 36 | Σ2 Tricloroeteno + Tetracloroeteno. | 10,00 | µg/L |
| 37 | Σ4 Trihalometanos (THM). | 100,00 | µg/L |
| Parámetros Indicadores de Calidad | | | |
| Nº | Parámetro | Valor Paramétrico | Unidad |
| 38 | Bacterias coliformes | 0,00 | UFC o NMP / 100 ml |
| 39 | Recuento de colonias a 22 °C. | 100,00 | UFC / 1 ml |
| 40 | Colifagos somáticos. | 0,00 | UFP / 100 ml |
| 41 | Aluminio. | 200,00 | µg/L |
| 42 | Amonio. | 0,50 | mg/L |
| 43 | Carbono Orgánico total. | 5,00 | mg/L |
| 44 | Cloro combinado residual. | 2,00 | mg/L |
| 45 | Cloro libre residual. | 1,00 | mg/L |
| 46 | Cloruro. | 250,00 | mg/L |
| 47 | Conductividad. | 2.500,00 | µS/cm a 20 °C |
| 48 | Hierro. | 200,00 | µg/L |
| 49 | Manganeso. | 50,00 | µg/L |
| 50 | Oxidabilidad. | 5,00 | mg/L |
| 51 | pH. | 6,5 a 9,5 | Unidades pH |
| 52 | Sodio. | 200,00 | mg/L |
| 53 | Sulfato. | 250,00 | mg/L |
| 54 | Turbidez. | 0,80 | UNF |
| 55 | Índice de Langelier. | +/- 0,5 | Unidades de pH |
| Características Organolépticas | | | |
| Nº | Parámetro | Valor Paramétrico | Unidad |
| 56 | Color | 15,00 | mg/L Pt/Co |
| 57 | Olor | 3,00 | Índice dilución |
| 58 | Sabor | 3,00 | Índice dilución |

| Valores paramétricos de las sustancias radiactivas. | | | |
|---|---|-------------------|--------|
| Nº | Parámetro | Valor Paramétrico | Unidad |
| 59 | Actividad alfa total. | 0,10 | Bq/L |
| 60 | Actividad beta resto. | 1,00 | Bq/L |
| 61 | Radón. | 500,00 | Bq/L |
| 62 | Tritio. | 100,00 | Bq/L |
| 63 | Dosis Indicativa (Σ radionucleidos) DI. | 0,10 | MSv |

3. LINEA DE TRATAMIENTO

La nueva potabilizadora se sitúa en una parcela de unos 2,5 Ha situada a 1 km al norte de la población de Huesca, cerca de la confluencia de las conducciones actuales de agua potable, y de la futura procedente del embalse de Montearagón. La parcela se sitúa en la parte superior de un cerro, prácticamente llana a las cotas 509-510.

Dispone de los siguientes procesos y elementos en su línea de agua:

1. Obra de entrada, registro y control de caudales de entrada.
2. Tamizado de las aguas mediante dos (1+1R) canales con un equipo automático de luz de paso 6,00 mm y retención de los posibles sólidos de mayor tamaño que pueda traer el agua desde las fuentes de suministros.
3. Preoxidación y desinfección inicial del agua mediante diversos sistemas, cloración, preozonización y dosificación de permanganato potásico con una cámara de preozonización de 264 m³ para eliminar los microorganismos patógenos, destruir la materia orgánica y evitar la presencia de sabores, olores molestos así como sustancias que puedan ser peligrosas para la salud.
4. Tratamientos previos para equilibrar el agua, ajustar su pH y reducir su dureza mediante CO₂ o cal. Se han dispuesto de sendas cámaras específicas de contacto.
5. Tratamiento físico químico con el objetivo de eliminar los sólidos en suspensión y obtener valores de turbidez adecuados. Se proyectan tres líneas cada una de ellas de capacidad de 100 l/s con cámara de mezcla de coagulante de 17,36 m³, cámara de floculación de 278,25 m³ y decantador lamelar de dimensiones 11,0 x 11,00 x 5,45 m de calado útil.
6. Filtración por arena, tal y como requiere el Real Decreto 3/2023, compuesto de seis líneas con una superficie unitaria de 103,68 m². Los filtros son abiertos con un espesor de arena de 1,00 m y falsos fondos construidos en acero inoxidable con la tecnología de pantalla Vee-wire.

Además, se dispondrán de instalaciones de lavado de los filtros en tres etapas denominadas, agitación, lavado y aclarado (aire, aire – agua y agua) dimensionadas respectivamente con velocidades de 60 m/h para el aire, 12,5 m/h y 25 m/h para el agua en las fases de lavado y aclarado. Estas instalaciones se ubican en el interior de un edificio junto con un depósito de agua filtrada y un bombeo que impulsará el agua a los tratamientos avanzados.



| INSTALACIONES PROYECTADAS | |
|---------------------------|--|
| NÚMERO | DESCRIPCIÓN |
| 1 | ARQUETAS DE MEDIDA DE CAUDAL DE ENTRADA |
| 2 | PREOZONIZACIÓN, AJUSTE DE PH Y ALCALINIDAD |
| 3 | EDIFICIO DE PERÓXIDO DE HIDRÓGENO |
| 4 | FÍSICO-QUÍMICO Y DECANtación |
| 5 | EDIFICIO DE HIPOCLORITO SÓDICO |
| 6 | EDIFICIO DE REACTIVOS |
| 7 | FILTRACIÓN POR ARENA |
| 8 | OZONIZACIÓN INTERMEDIA |
| 9 | FILTRACIÓN POR CARBÓN ACTIVO |
| 10 | TRATAMIENTO DE FANGOS |
| 11 | ESPEADOR DE GRAVEDAD |
| 12 | DEPÓSITOS DE REGULACIÓN DE AGUA TRATADA |
| 13 | DEPÓSITO DE CARGA |
| 14 | EDIFICIO DE CONTROL |
| 15 | APARCAMIENTO |
| 16 | PANELES SOLARES |
| 17 | PREFABRICADO PARA INVERSORES |
| 18 | CENTRO DE SECCIONAMIENTO Y TRANSFORMACIÓN |
| 19 | INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO CO2 Y O2 |
| 20 | ARQUETA DE VÁLVULAS |
| 21 | ARQUETA DE MEDIDA DE CAUDAL DE AGUA FILTRADA |
| 22 | BOMBEO DE VACIADOS |
| 23 | BOMBEO DE REBOSES Y DRENAJES |

7. Tratamientos y procesos avanzados para asegurar la eliminación de otros contaminantes peligrosos para la salud, como restos de pesticidas, disruptores endocrinos, etc. que consisten en una oxidación avanzada mediante ozonización intermedia y dosificación de peróxido de hidrógeno, con una filtración posterior de carbón activado granular en cuatro líneas con un tiempo de retención superior a 15 min.
8. Edificio de reactivos para alojar las instalaciones de almacenamiento, preparación y dosificación de reactivos de la línea de agua, incluyendo coagulante, floculante, producción de ozono, carbón activo en polvo, carbonato y permanganato.
9. Las instalaciones de almacenamiento y dosificación de hipoclorito para preoxidación y desinfección final y peróxido de hidrógeno se ubican en sendos edificios específicos de acuerdo con las normas de APQ en vigor.

Todos los elementos de la planta disponen de derivaciones que permitirán su parada o puesta en servicio en función de los contaminantes presentes en el agua a tratar.

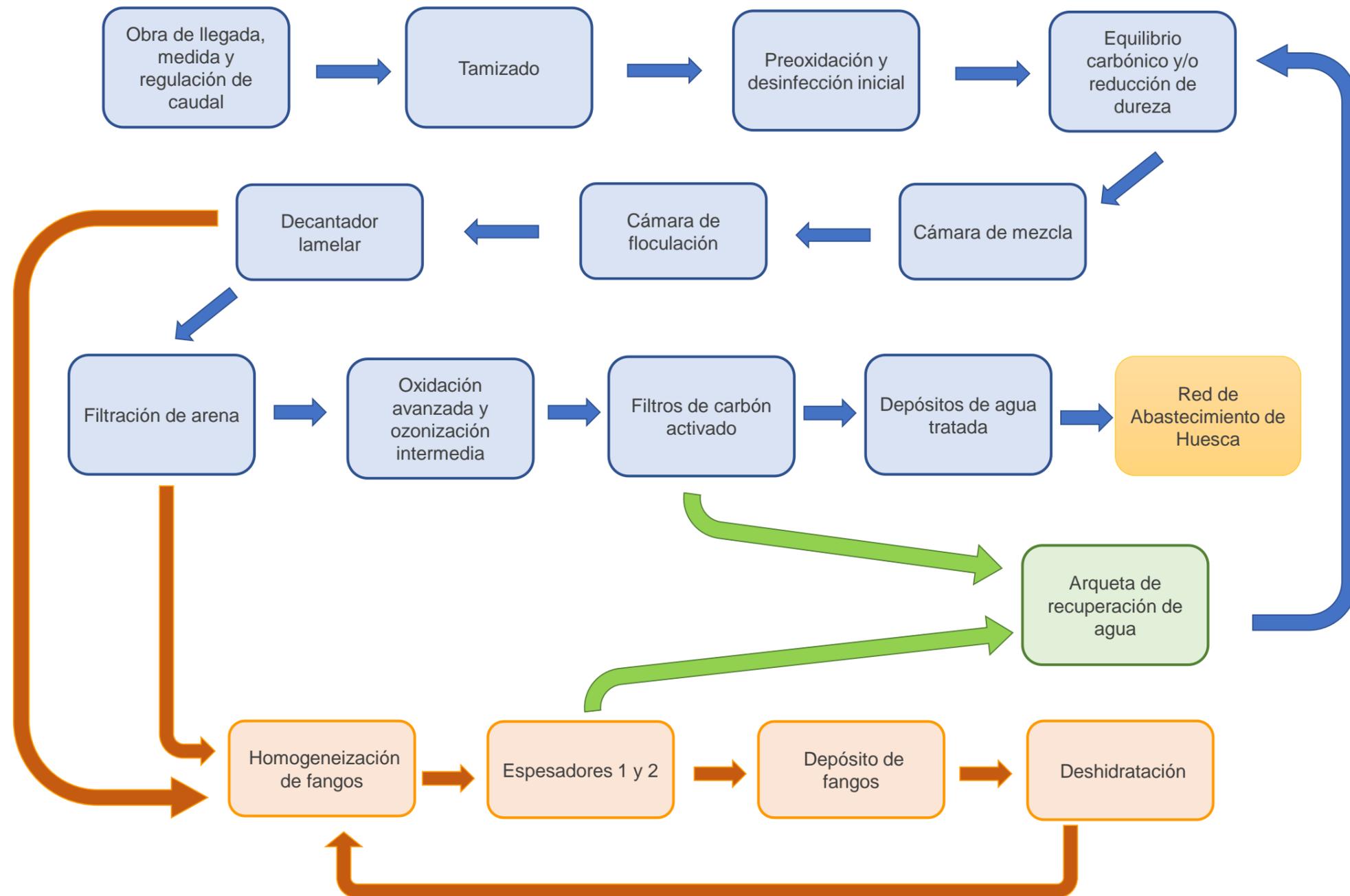
Los fangos producidos en los lavados de los filtros y en el tratamiento fisicoquímico serán conducidos a una línea específica de tratamiento para su concentración progresiva, retornando el agua procedente de los escurridos y reboses a la línea de agua y asegurar el vertido cero de la instalación.

Estos tratamientos constan de:

- Un depósito de homogeneización de fangos procedentes de la filtración.
- Dos espesadores de gravedad
- Un depósito de homogeneización de fangos espesados, así como las instalaciones de deshidratación mediante dos centrífugas y tolva de almacenamiento de fangos.

Se incluye a continuación un diagrama de bloques que resume la secuencia de procesos de tratamiento incluidos en la nueva ETAP de Huesca:

4. DIAGRAMA DE BLOQUES



5. PARAMETROS Y JUSTIFICACIÓN DEL DISEÑO

5.1 Control y registro de caudal de entrada a la ETAP

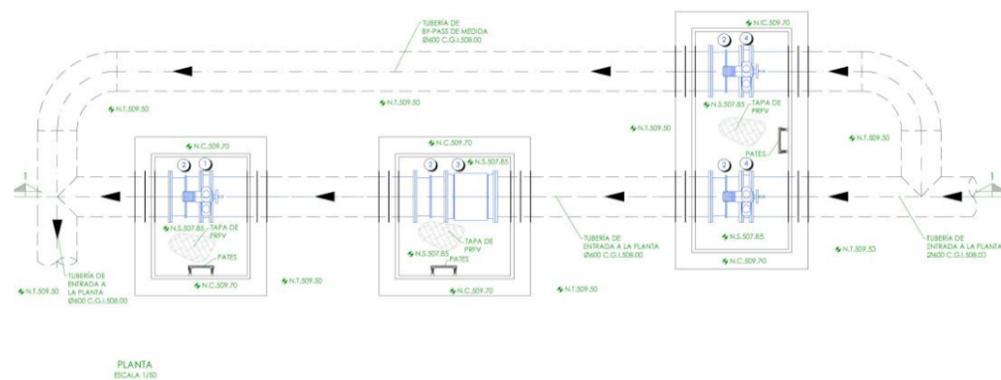
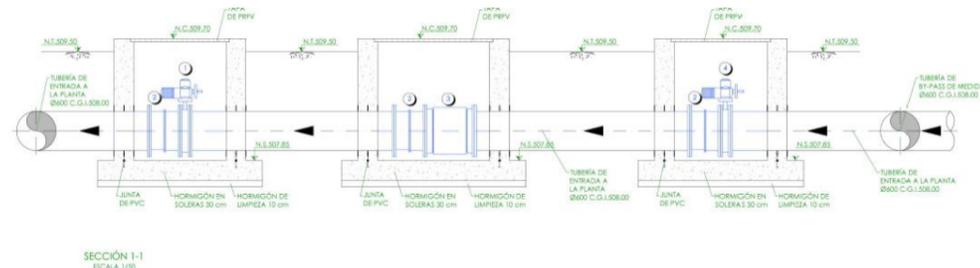
Se ha proyectado una obra de control y registro de los caudales de entrada a la EDAR con un caudalímetro electromagnético y una válvula reguladora de mariposa en diámetro Ø600, obteniéndose las siguientes velocidades de paso a través del instrumento para diferentes caudales de servicio de la ETAP.

Caudal (l/s) Velocidades (m/s)

| | |
|-----|------|
| 425 | 1,50 |
| 300 | 1,06 |
| 200 | 0,71 |
| 150 | 0,53 |

La elección del diámetro de este tipo de instrumentos viene motivada por dos factores: conseguir una medida fiable del caudalímetro en diferentes situaciones y por otro lado, no incrementar en exceso las pérdidas hidráulicas que son proporcionales al cuadrado de la velocidad.

Como parámetros de diseño se ha considerado una velocidad superior a 0,50 m/s para un caudal de tratamiento del 50% de caudal de diseño (300 l/s).



El diseño propuesto tiene una derivación también proyectada en Ø600 para permitir el funcionamiento de la ETAP en el caso que sea necesario efectuar alguna reparación o cambio en el caudalímetro.

Se han proyectado tres arquetas de hormigón para alojar las válvulas de mariposa, el caudalímetro y los carretes de desmontaje de dimensiones en planta 2,30 x 2,40, 2,0 x 2,4 m y 1,40 x 3,30 todas con 1,85 m de profundidad.

5.2 Tamizado

Las fuentes de suministro de agua mayoritarias para la ETAP serán los embalses de Montearagón y de Vadiello, por lo que es posible que pueda llegar a la EDAR peces y sólidos de diversos tamaños, que es necesario eliminar antes del tratamiento de potabilización.

Se han previsto dos canales de tamizado de ancho 1,20 m con 1,50 m de alto dimensionados a caudal máximo de 425 l/s en el futuro, uno de ellos equipado con un tamizado de limpieza automático y el otro canal de emergencia con una reja de limpieza manual, ambas con una luz de paso de 6 mm. La longitud de estos canales es de 3,80 m.

Con ello, se obtendrán velocidades de paso a través de las rejillas no superiores a 1,5 m/s y evitar de esta forma el arrastre de los sólidos retenidos a través de los barrotes. Por tanto, como parámetros de diseño, se han considerado:

- Nº de canales: uno en activo con tamiz de limpieza automático más uno de emergencia con reja manual.
- Luz de paso de las rejillas: 6 mm
- Velocidad máxima de paso: 1,5 m/s

Se han dispuesto de compuertas de accionamiento servomotorizado, medidores de nivel en continuo y boyas para asegurar el funcionamiento automático de esta instalación.

Los residuos retenidos en el tamizado serán evacuados mediante un tornillo transportador compactador a un contenedor de 5 m³ para su traslado a vertedero.

5.3 Desinfección inicial y preoxidación

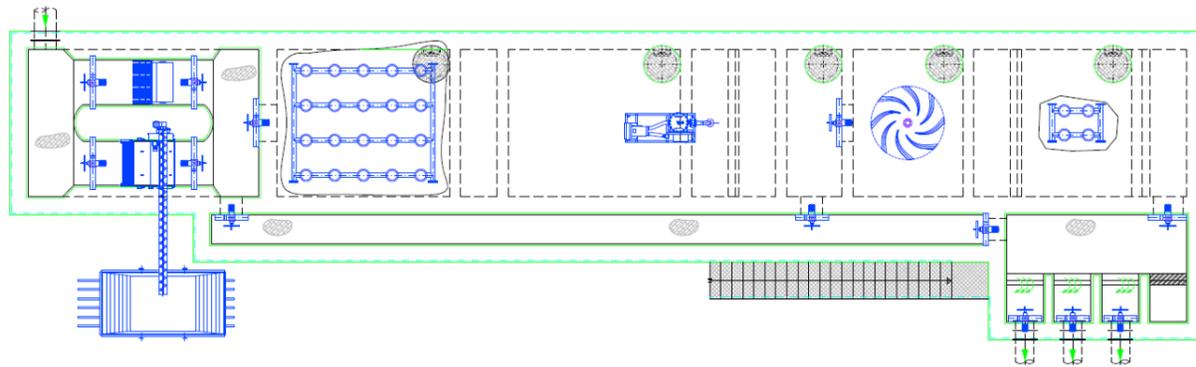
Esta primera fase del tratamiento del agua tiene como objetivo inicial la eliminación de los microorganismos patógenos y oxidar la materia orgánica. En la nueva ETAP de Huesca, esta fase se ha previsto mediante diversos sistemas para que el operador de la planta disponga de la máxima flexibilidad para hacer frente a diferentes casuísticas que se le pueda presentar según la calidad del agua de los embalses.

5.3.1 Preozonización

El ozono, forma alotrópica del oxígeno, es un oxidante muy energético, es utilizado como tal en la desinfección del agua, está comprobada su eficacia en oxidación de materias orgánicas e inorgánicas. Su poder oxidante y desinfectante, mayor que el del cloro, le hace más eficaz que éste en la eliminación del olor, sabor y color del agua, así como en la eliminación de bacterias, virus y otros microorganismos. Su potencial de oxidación es el mayor de todos los oxidantes comúnmente utilizados (cloro, dióxido de cloro o permanganato potásico).

La ozonización es una buena alternativa a la cloración en la preoxidación, cuando en el agua hay fenoles y otras sustancias orgánicas precursoras de trihalometanos. Los fenoles por la adición de cloro forman clorofenoles de sabor y olor muy desagradables, aún en concentraciones tan pequeñas como 0,01 mg/l. Los precursores de

trihalometanos suelen ser sustancias orgánicas naturales como los ácidos húmicos, fúlvicos y tánicos, generalmente de procedencia vegetal.



También, se ha demostrado que en aguas de alta dureza como es el caso, el tratamiento previo con ozono mejoran los rendimientos de los procesos de mezcla y coagulación.

Para el dimensionamiento de la cámara de preozonización, se han utilizado los siguientes parámetros de diseño:

- Tiempo de retención total: 10 minutos a caudal futuro (425 l/s)
- Nº de líneas: 1 Uds
- Nº de etapas: 2 unidades secuenciales.
- Dosis de ozono a caudal de diseño (300 l/s): Máxima de 5 mg/l y media de 4 mg/l
- Resguardo hidráulico en el vertedero de salida a caudal máximo superior a 0,50 m

Se ha previsto una cámara de contacto en dos etapas de dimensiones 6,0 x 4,0 x 5,50 m³ para garantizar un tiempo de contacto conservador superior de 10 minutos a caudal futuro de 425 l/s, disponiéndose para ello de 28 difusores cerámicos de burbuja fina.

Para la eliminación del ozono que no ha reaccionado, se ha previsto un destructor catalítico de ozono en la zona superior de la cámara de preozonización, que se debe dimensionar para el caudal máximo de funcionamiento del equipo de generación por motivos de seguridad. Con ello se ha previsto un equipo de capacidad 100 Nm³/h y potencia térmica 0,7 kW con un ventilador extractor de 0,6 kW.

En el apartado de instalaciones de reactivos se describen con más detalles la instalación de generación de ozono prevista en el presente proyecto.

5.3.2 Otros desinfectantes y oxidantes

El tratamiento por ozono tiene unos costes de explotación muy altos y en los casos que la calidad del agua de los embalses lo permita, se han previsto un by-pass de la cámara de preozonización y otras instalaciones de reactivos con costes inferiores.

El principal objetivo de la cloración es la destrucción de gérmenes, dado su gran poder bactericida, aunque no debe olvidarse que su elevado poder oxidante origina otros efectos también muy importantes, como pueden ser la contribución a la eliminación del hierro y manganeso, eliminación de sulfhídrico, sulfuros y otras sustancias

reductoras, reducción de sabores existentes antes de la cloración, impedir el crecimiento de algas y otros microorganismos que interfieren en el proceso de coagulación-floculación y filtración, mantener los lechos filtrantes libres de posibles crecimientos de bacterias anaerobias, reducción del color orgánico, etc.

También se ha previsto una instalación auxiliar para dosificación de permanganato potásico. Este reactivo tiene, de forma general, las siguientes aplicaciones:

- Eliminación del hierro y manganeso fundamentalmente, pero también puede eliminar sulfhídrico, fenoles y otros compuestos orgánicos.
- Eliminación de olores y sabores del agua, y una alta capacidad alguicida por lo que se emplea en determinadas ocasiones en estaciones de tratamiento con fuentes de suministros como lagos y embalses.
- No produce trihalometanos, e incluso reduce los precursores de éstos.
- Contribuye a la coagulación ya que sus precipitados pueden formar coágulos que favorecen la coprecipitación de materias en suspensión y coloides en el agua.

Las instalaciones de almacenamiento y dosificación de estos reactivos previstos en la nueva ETAP de Huesca se describen con más detalle en el apartado de reactivos.

Las dosis de reactivos previstas en este proyecto son las siguientes:

| | | |
|------------------------------|------|------|
| Dosis de cloro | | |
| - Media | mg/l | 3,00 |
| - Máxima | mg/l | 9,00 |
| Dosis de permanganato sódico | | |
| - Media | mg/l | 1,00 |
| - Máxima | mg/l | 2,00 |

5.4 Control de pH y ablandamiento

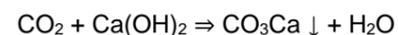
Las aguas brutas que se conducirán a la nueva ETAP son muy incrustantes con índices de Langelier superiores a 0,8, por lo que se van a proyectar dos sistemas para equilibrar el agua y reducir su alcalinidad.

5.4.1 Dosificación de CO₂

En el agua, se dice que el CO₂ de equilibrio es la cantidad de dióxido de carbono que debe estar presente en el agua para mantener en solución al bicarbonato que se encuentra en dicha agua. Si existe CO₂ en exceso, éste ataca al CaCO₃ para aumentar la concentración del bicarbonato y mantener el equilibrio; por otro lado, si hay deficiencia de CO₂, el CaCO₃ se precipita para disminuir la concentración de bicarbonato, aumentando así el CO₂ y restableciendo el equilibrio.

Por tanto, para reducir la dureza se debe llevar el equilibrio del CO₂ a la formación de carbonatos para que a un pH determinado precipite en forma de carbonato cálcico y con una correcta separación del precipitado se reduzca a su vez la dureza sin afectar por incrustaciones los procesos posteriores.

En aguas con elevada dureza cálcica, dosificando de manera óptima CO₂, precipitamos los iones causantes de la misma mediante la reacción siguiente:



Otra ventaja de CO₂, es el control de pH ya que al reaccionar con el agua forma ácido carbónico que actúa como un ácido débil y por tanto como agente neutralizante.

Se ha previsto un proceso de dosificación de CO₂ con los siguientes parámetros de diseño:

Criterios de diseño

| | | |
|-----------------------------|------|-------|
| Nº de líneas | Uds | 1,00 |
| Nº de cámaras por línea | Uds | 1,00 |
| Calado mayor de | m | 4,50 |
| Tiempo de retención mínimo | min | 2,00 |
| Autonomía de almacenamiento | días | 3,00 |
| Dosis de CO ₂ | | |
| - Media | mg/l | 25,00 |
| - Máxima | mg/l | 28,00 |

Se ha previsto una cámara de dosificación de dimensiones 3,0 x 4,0 x 4,55 m para obtener un tiempo de retención de 3,03 y 2,14 minutos a caudal de diseño y a caudal futuro respectivamente.

5.4.2 Cámara de contacto para dosificación de cal

Se ha incluido un tratamiento adicional de descarbonatación con cal que, desde siempre, ha ido el más utilizado para eliminar la dureza bicarbonatada (o temporal) del agua. Las reacciones químicas de esta descarbonatación consisten en hacer reaccionar los bicarbonatos disueltos con la cal para formar carbonatos de calcio e hidróxido de magnesio, formando precipitados.

Además de las instalaciones de almacenamiento y dosificación de hidróxido de calcio, se ha dispuesto de una cámara de contacto de 3 x 4 x 4,8 m³ con tiempo de retención superior a 2 minutos a caudal futuro (425 l/s) dotada de un agitador hiperbólico de potencia 4 kW.

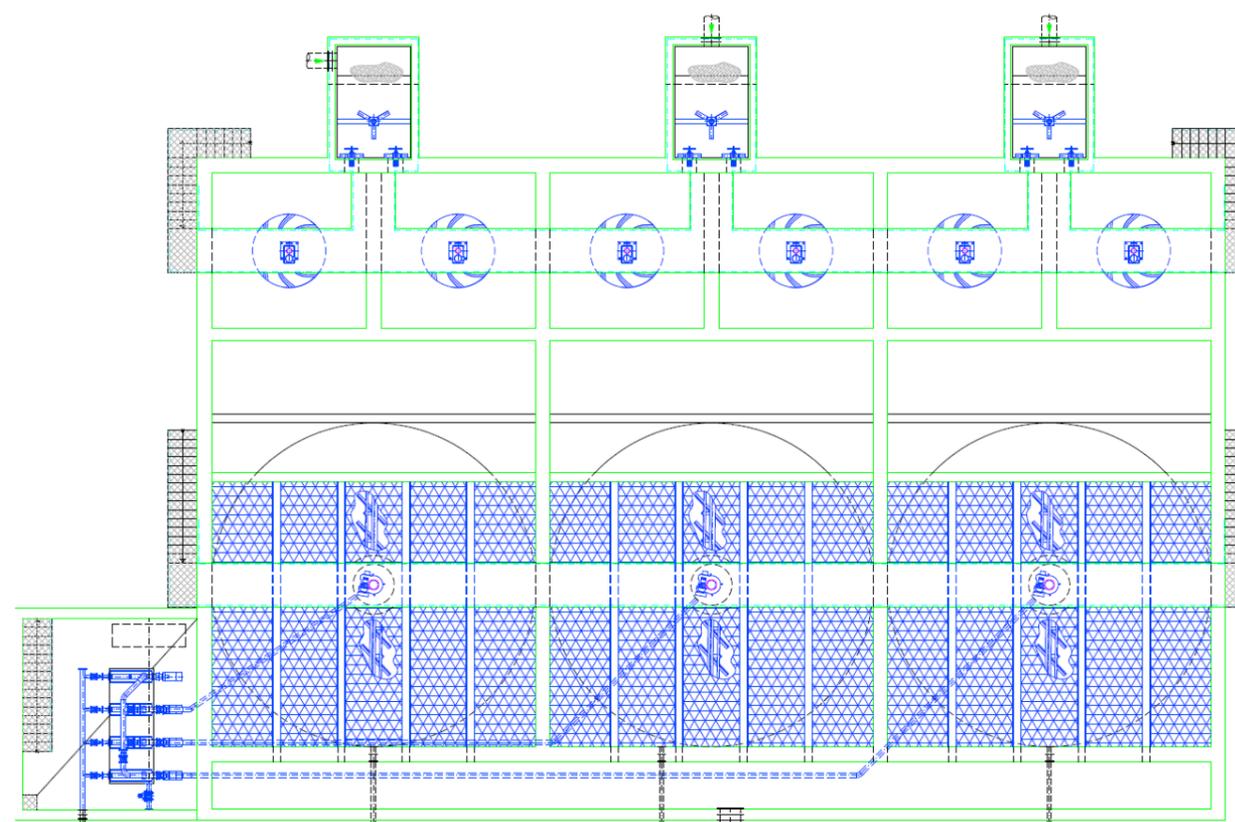
Los parámetros que han servido para el diseño de estos procesos son:

- Tiempo de retención de la cámara de contacto superior a 2 minutos
- Número de líneas: 1 línea
- Dosis máxima: 30 mg/l

5.5 Tratamiento físico – químico y decantación

Las aguas naturales contienen sustancias tanto disueltas como en suspensión, ambas pueden ser orgánicas e inorgánicas. Las materias en suspensión pueden tener un tamaño y densidad tal que pueden eliminarse del agua por simple sedimentación, pero algunas partículas son de un tamaño tan pequeño y tienen una carga eléctrica superficial que las hace repelerse continuamente, impidiendo sus aglomeración y formación de una partícula más pesada y poder así sedimentar.

La coagulación en el proceso de tratamiento del agua tiene por objeto preparar a las partículas dispersas en el agua (mediante la anulación de las cargas superficiales) para lograr posteriormente, mediante la floculación, otras partículas más voluminosas y pesadas que puedan ser separadas más fácilmente del agua.



La neutralización de la carga eléctrica del coloide, objeto de la coagulación, se realiza aplicando al agua determinadas sales de aluminio o hierro (coagulantes); generalmente se aplica sulfato de aluminio, de forma que los cationes trivalentes de aluminio o hierro neutralizan las cargas eléctricas negativas que suelen rodear a las partículas coloidales dispersas en el agua. Las reacciones de coagulación son muy rápidas duran fracciones de segundo desde que se ponen en contacto las partículas con el coagulante.

5.5.1 Cámaras de mezcla

Se ha proyectado tres cámaras de mezcla de dimensiones 2,50 x 2,80 x 2,50 m de calado para obtener un tiempo de retención superior a 2 min para el caudal de diseño de la planta de 300 l/s, con agitador vertical de hélice con motor de potencia de 0,75 kW. Por tanto, los criterios de diseño adoptados para este procesos son:

- Tiempo de retención hidráulico: superior a 2 minutos
- Número de líneas en situación de diseño (300 l/s): 3 líneas
- Número de líneas adicionales a construir en el futuro para 425 l/s: 1 línea

Previo a las cámaras de mezcla se ha dispuesto de un reparto mediante vertederos de 1 m de longitud y compuertas de aislamiento para lograr un adecuado reparto entre las tres líneas según las necesidades de operación de la planta.

Como se describe en el apartado de reactivos se han previsto dos instalaciones diferentes de almacenamiento y dosificación de reactivos coagulantes (sulfato de alúmina y policloruros de aluminio) siendo el punto de dosificación las cámaras de mezcla descritas.

5.5.2 Cámaras de floculación

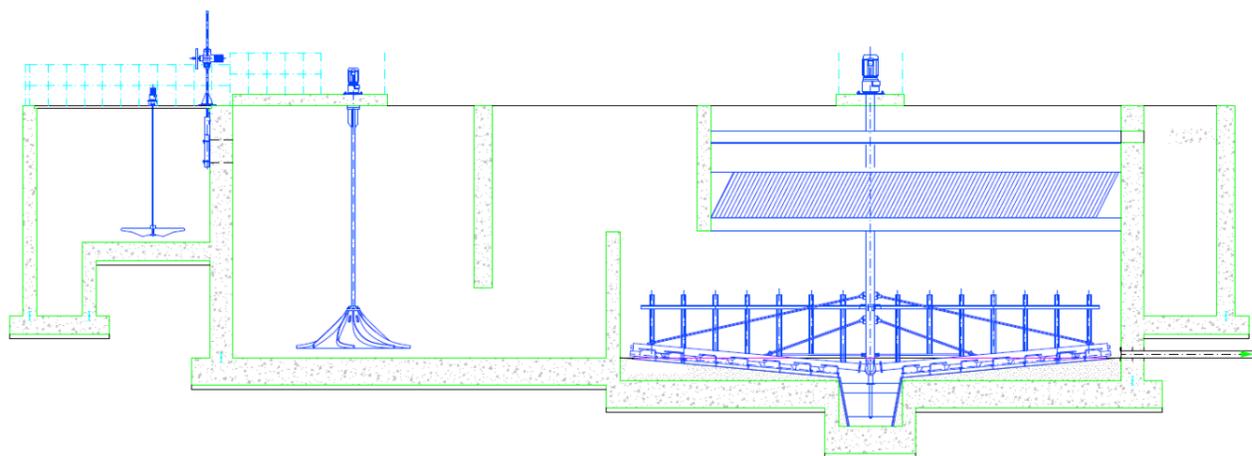
A continuación, se han proyectado 6 cámaras de floculación donde se dosificará el reactivo floculante. Cada cámara tiene unas dimensiones unitarias de 5,25 x 5,30 x 5,0 m, para disponer de un volumen total entre las tres líneas de 834,75 m³ y un tiempo de retención superior a 40 min en la floculación, como parámetro básico de diseño.

Desde hace unos años, la aplicación de polielectrolitos sintéticos está limitada por la normativa de calidad de las aguas para abastecimiento y por ello se recurre al uso de almidones que tienen un rendimiento de floculación inferior. Como consecuencia, es necesario recurrir a tiempos de retención en las cámaras de floculación más grandes que los recomendados por la bibliografía clásica.

En cada cámara de floculación se dispondrá de agitadores verticales tipo hiperbólicos de 2,50 m de diámetro accionados por motores de 1,1 kW de potencia nominal. Como se puede observar en los planos, cada decantador estará alimentado desde dos cámaras de floculación y para evitar la formación de flujos preferenciales en el decantador, cada pareja de agitadores se dispondrá con sentidos de giro contrarios entre sí.

5.5.3 Decantación

El objetivo de la decantación es eliminar partículas que en el caso del tratamiento del agua pueden proceder de sustancias disueltas que han pasado a insolubles o proceder por la coagulación y floculación de partículas coloidales en suspensión existentes en el agua bruta.



En la mayoría de las ocasiones, la decantación de estas partículas en potabilización de aguas es mucho más difícil que en tratamientos análogos para otro tipo de aguas, por lo que se han utilizado en este caso parámetros de diseño conservadores con velocidades de Hazen inferiores a 0.4 m/h y tiempos de retención del decantador superiores a 1,5 horas.

Se proyectan tres decantadores lamelares de planta rectangular de dimensiones 11 x 11 m y se reserva el espacio para la construcción de una cuarta línea más cuando se amplie la capacidad de la ETAP en un futuro hasta los 425

l/s. El fondo es troncocónico, contemplándose unos hormigones de segunda fase en la transición entre ambas formas geométricas. La profundidad es de 5.45 m.

En la parte superior, se dispone cuatro canaletas para recogida del clarificado con una longitud total por decantador de 72 m, obteniéndose una carga hidráulica sobre vertedero 5,0 m³/m/h a caudal de diseño (300 l/s).

A una profundidad de 0,8 m se proyecta las lamelas, instalándose un volumen de 93,33 m³ sobre soportes. Las lamelas ocupan una superficie en planta de 10,37 x 9,0, con una altura de 1,0 m y superficie específica de 11 m²/m³.

Los fangos decantados se recogerán y se concentrarán en el fondo de cada decantador mediante una rasqueta con accionamiento central situada en una pasarela que los llevará hasta la poceta central. Los fangos serán aspirados por conducciones de Ø150 hasta las bombas de purga de fangos, proyectándose 3+1 bombas de tornillo helicoidal de caudal unitario 15 m³/h para su impulsión mediante otra conducción Ø80 hasta la línea de fangos de la ETAP.

5.6 Filtración por arena

En general, se considera la filtración como el paso de un fluido a través de un medio poroso que elimina la turbidez y retiene la materia que se encuentra en suspensión no eliminada en el tratamiento físico químico.

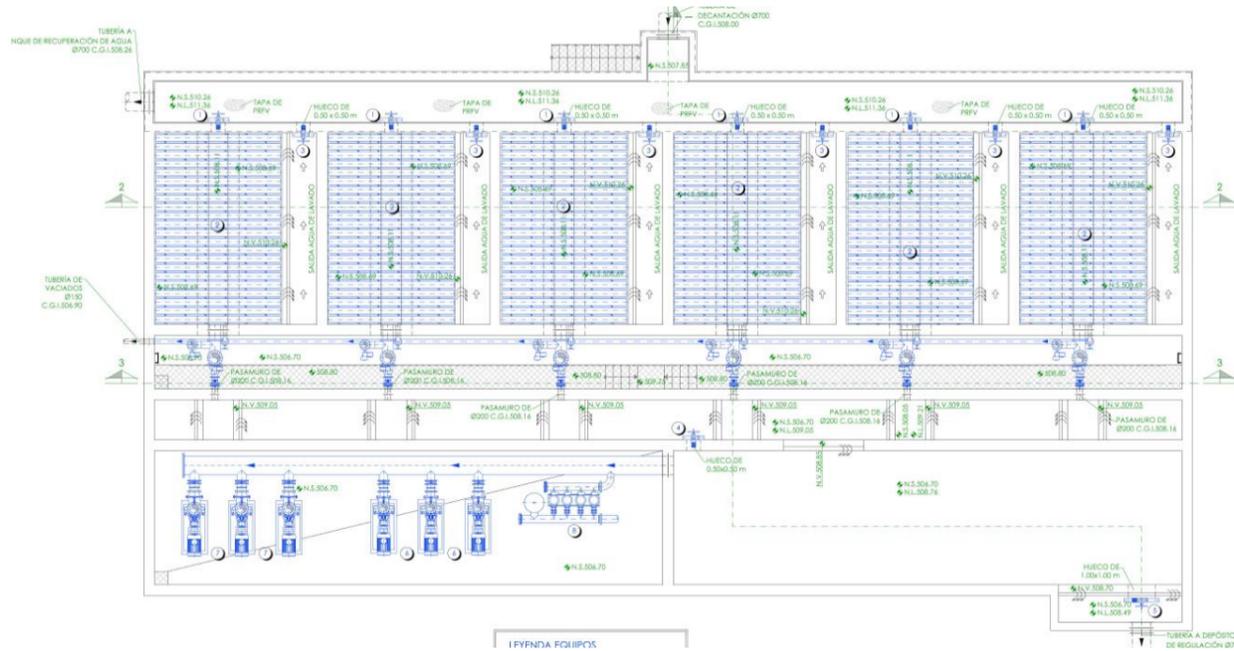
Los criterios de diseño de este proceso han sido los siguientes:

| | | |
|--|--|-----------|
| Caudal de diseño | l/s | 300 |
| Turbidez del agua filtrada | | |
| - 95% del tiempo de funcionamiento < | NTU | 0,30 |
| - 15 minutos consecutivos < | NTU | 0,50 |
| Velocidad de filtración | | |
| - Con todas las líneas en servicio < | m/h | 6,00 |
| - 1 Ud en Lavado + un filtro en parada técnica < | m/h | 8,00 |
| Altura del lecho filtrante | m | 1,00 |
| Altura entre lecho y vertedero de agua de lavado | m | 0,40 |
| | Falsos fondos prefabricados en AISI 316L | |
| Soporte de material filtrante | | |
| Material filtrante | Monocapa de arena silíceo | |
| Contenido en sílice > | % | 98,00 |
| Talla efectiva | mm | 1 + 0,1 |
| Tamaño mínimo | mm | 0,60 |
| Coefficiente uniformidad < | | 1,50 |
| Densidad aparente en seco | Tm/m ³ | 1,5 - 1,7 |
| Densidad real | Tm/m ³ | 2,62 |

Se han previsto 6 filtros de arena de una celda, agrupados en una única batería con una previsión de espacio para para la construcción de dos filtros más en el futuro para atender a los 425 l/s.

La conexión con el tratamiento fisicoquímico se realiza por medio una conducción de Ø700 preparada para los caudales de la situación futura, que alimenta al canal de entrada a filtros de sección 1,50 x 1,60 m.

Anexo a los filtros se prevé un edificio donde se ubicarán los equipos de lavado, depósitos de agua de lavado, bombeo de recuperación de agua de lavado, cuadros eléctricos, así como las instalaciones necesarias para el bombeo intermedio al tratamiento de afino.



Cada filtro dispone de una celda de 4,75 x 7,15 m y un canal de ancho 1,0 m para evacuar las aguas de lavado. La superficie de filtración por línea es de 33,96 m², con ello se obtienen los siguientes parámetros de diseño definidos en este proyecto considerando dos situaciones de servicio:

- Todos los filtros en servicio, en total 6 Uds para el caudal de diseño 300 l/s
- Sólo cuatro filtros en servicios, considerando una unidad en lavado y otra en parada técnica por mantenimiento.

Parámetros de diseño adoptados

Velocidad de filtración

| | | |
|--|---------|------|
| - Con todas las líneas en servicio | m3/m2/h | 5,30 |
| - 1 Ud en Lavado + un filtro en parada técnica | m3/m2/h | 7,95 |

La entrada de agua a cada filtro se realiza por una compuerta de accionamiento eléctrico de dimensiones 0,50 x 0,50 m.

Los filtros disponen de un lecho filtrante de espesor de 1,0 m, monocapa con arena de contenido superior al 98% de sílice, talla efectiva 1 + 0,1 mm y coeficiente uniformidad 1,50.

El falso fondo para filtros está proyectado en acero inoxidable con la tecnología de pantalla Vee-wire.

La salida de agua filtrada para cada filtro se diseña mediante una conducción de acero Ø400 con reducción Ø400/Ø200 y válvula reguladora Ø200 que termina en una cámara con vertedero individual de 3,0 m de longitud. La cota de este vertedero (509.95) está situada por encima de la superficie superior del lecho filtrante, para que este se encuentre siempre sumergido.

En la galería de válvulas de este edificio se dispone de un puente grúa de luz 9,10 m para mantenimiento de equipos y tuberías.

Todos los filtros tienen un sistema de vaciado en diámetro Ø150, conectado a una red general de vaciados.

En la galería también se dispone de un sistema de recogida de agua de baldeos y posibles pérdidas, conectado a una bomba de achique, que envía estas aguas también al depósito de agua de recuperación de lavado de filtros.

El lavado de los filtros se diseña con los siguientes parámetros:

Velocidades de lavados de filtros

| | | |
|------------------------------------|-----|-------|
| - Aire en esponjamiento y lavado > | m/h | 60,00 |
| - Agua en lavado > | m/h | 12,50 |
| - Agua en aclarado > | m/h | 25,00 |

Duración de las fases de lavado

| | | |
|---|-----|-------|
| - Esponjamiento y agitación | min | 4,00 |
| - Lavado | min | 8,00 |
| - Aclarado | min | 4,00 |
| Nº posible de filtros en lavado simultáneo: | Ud | 1,00 |
| Expansión máxima | % | 30-35 |

En el diseño de este Proyecto, la secuencia de lavado del filtro y los tiempos empleados son los siguientes:

- Vaciado parcial
- Agitación por aire (4 min.)
- Lavado con agua y aire (8 min.)
- Aclarado (4 min).
- Llenado del filtro

El agua de lavado será agua filtrada, tomada del depósito de dimensiones 18,95 x 5,0 x 2,0 m, es decir, con capacidad de 189,5 m³.

El grupo de bombeo de agua de lavado está formado por 2+1 bombas horizontales en cámara seca de caudal unitario 450 m³/h con variación de frecuencia. Con una bomba en funcionamiento se puede realizar la primera fase de lavado, mientras que para la fase de aclarado se utilizan dos bombas. Estas bombas están reguladas con variadores de frecuencia y en las tuberías individuales de impulsión Ø400 se ha dispuesto de un medidor de caudal electromagnético.

El aire necesario para el aire de lavado es suministrado por 1+1 soplantes de émbolos rotativos de caudal unitario 2.050 Nm³/h. Estas soplantes están reguladas con variadores de frecuencia y en la tubería general de impulsión de Ø250 se dispone de un medidor másico de caudal. Se disponen de cabinas de insonorización para las soplantes.

El agua filtrada podrá pasar directamente a los depósitos de agua tratada para el suministro a la red de abastecimiento de Huesca o en su caso, ser conducida a los procesos de tratamiento avanzados.

5.7 Tratamientos avanzados

De forma general, los microcontaminantes en las fuentes de suministro de agua son un problema creciente para las empresas de agua. Estos restos químicos proceden de la industria, la agricultura, los hogares y los hospitales. Esta categoría de contaminantes puede incluir productos farmacéuticos, compuestos de perturbación endocrina, productos de cuidado personal, productos químicos industriales o plaguicidas.

Además, existen otros compuestos solubles de origen vegetal que se pueden formar en embalses, como la geosmina, que dan olor y sabor desagradables al agua.

El objetivo de los tratamientos avanzados que se incluyen en este proyecto es poder eliminar estos microcontaminantes u otros que las autoridades sanitarias o europeas requieran en el futuro.

5.7.1 Bombeo intermedio

La parcela donde se ubicará la ETAP no tiene apenas desnivel topográfico y esto impide que todos los procesos puedan implantarse por gravedad. Por ello, se ha previsto un bombeo intermedio situado en el edificio de filtración por arena.

El grupo de bombeo de agua de lavado está formado por 2+1 bombas horizontales en cámara seca de caudal unitario 550 m³/h a 5 mca con variación de frecuencia, con una conducción de aspiración de Ø700 y una impulsión Ø600 que descargará sobre la cámara de ozonización intermedia.

5.7.2 Oxidación avanzada

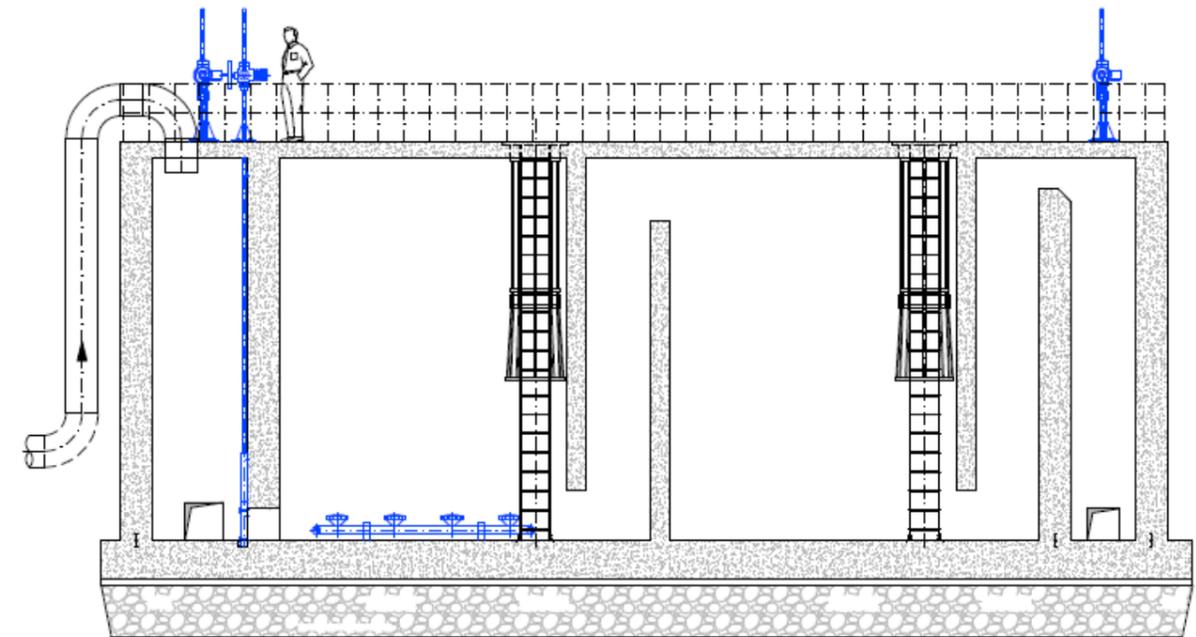
Para terminar de romper y desactivar los microcontaminantes, se ha previsto un tratamiento de oxidación avanzada con ozono y peróxido de hidrógeno. Los criterios de diseño utilizados en este proceso son los siguientes:

| | | |
|--|-------------------|----------|
| Caudal de diseño | m ³ /s | 0,425 |
| | m ³ /h | 1.530,00 |
| Número de líneas a construir | Uds | 1,00 |
| Número de etapas por línea | Uds | 2,00 |
| Calado mínimo de agua | m | 5,00 |
| Desnivel mínimo en vertedero de salida | m | 0,40 |
| Tiempo mínimo de retención | min | 7,00 |
| Dosis de ozono | mg/l | 1 – 1.5 |
| Dosis de peróxido de hidrógeno | mg/l | 0,4 -1,0 |

Se ha previsto una cámara de contacto en dos etapas de dimensiones 5,80 x 3,0 x 5,50 m³ para garantizar un tiempo de contacto conservador superior de 7 minutos a caudal futuro de 425 l/s, disponiéndose para ello de los correspondientes sistemas de difusores cerámicos de burbuja fina.

Para la eliminación del ozono que no ha reaccionado, se ha previsto un destructor catalítico de ozono en la zona superior de la cámara de preozonización, que se debe dimensionar para el caudal máximo de funcionamiento del equipo de generación por motivos de seguridad. Con ello se ha previsto un equipo de capacidad 100 Nm³/h y potencia térmica 0,7 kW con un ventilador extractor de 0,6 kW.

En el apartado de instalaciones de reactivos se describen con más detalles la instalación de generación de ozono prevista en el presente proyecto.



5.7.3 Filtración por carbón activo

Para el dimensionamiento de esta fase del proceso, se han considerado los siguientes criterios de diseño para 300 l/s:

| Criterios de diseño | | |
|-------------------------------------|---|-------|
| Tipo de filtros: | Abiertos | |
| Sistema de filtración: | Gravedad | |
| Regulación: | Sistema de regulación por válvula de salida de agua filtrada con nivel constante en filtro / caudal agua filtrada | |
| Tiempo mínimo de contacto (300 l/s) | min | 15,00 |
| Altura del lecho filtrante | m | 2,15 |
| Soporte de material filtrante | Falsos fondos prefabricados | |
| Material filtrante | Carbón activo granular | |
| Talla efectiva | mm | 1,00 |
| Tamaño mínimo | mm | 0,60 |

| | | |
|---------------------------|-------------------|------|
| Coeficiente uniformidad | | 1,70 |
| Densidad aparente en seco | Tm/m ³ | 0,48 |

Se han previsto cuatro (4) filtros de carbón activado de una celda, agrupados en una única batería.

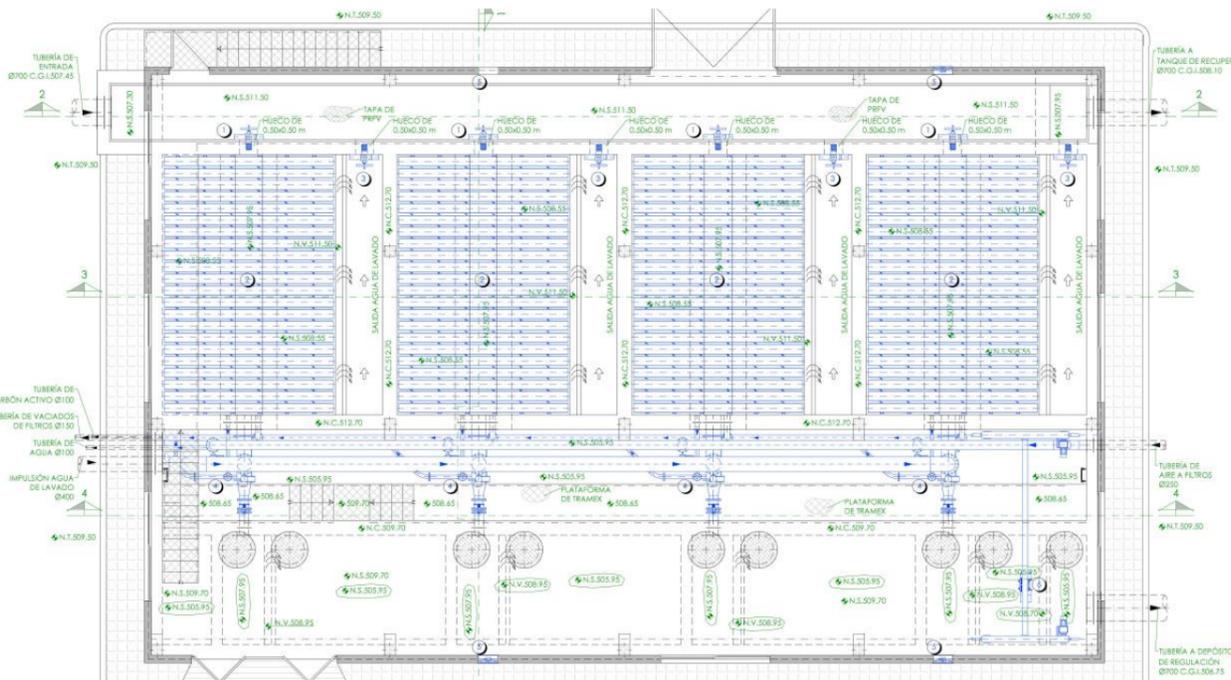
La conexión con la ozonización intermedia se realiza por medio de una conducción de Ø700 preparada para los caudales de la situación futura, que alimenta al canal de entrada a filtros de sección 1,35 x 1,15 m. Los filtros estarán confinados en el interior de un edificio para proteger al medio filtrante de la luz solar.

Cada filtro dispone de una celda de 4,75 x 7,15 m con una profundidad útil de 3,50 m y un canal de ancho 1,0 m para evacuar las aguas de lavado. La superficie de filtración por línea es de 33,96 m² y el espesor del lecho 2,15 m, con ello se obtienen los siguientes parámetros de diseño definidos en este proyecto:

Parámetros de diseño adoptados

Tiempo de filtrado

| | | |
|----------------|-----|-------|
| - Para 300 l/s | min | 16,23 |
| - Para 425 l/s | min | 11,45 |



Como se observa para el futuro se supera el tiempo de filtrado de 15 min establecido como parámetro de diseño para 300 l/s. No obstante, para la situación futura se va a considerar admisible un tiempo mínimo de 10 min. Es previsible que la tecnología de fabricación de los carbones activados granulares haya avanzado y permita obtener compuestos con mejores rendimientos con tiempos de filtrado menores. También la experiencia de explotación del sistema oxidación avanzada – filtración CAG para 300 l/s permitirá contrastar la efectividad en la eliminación de los microcontaminantes con tiempos más reducidos.

Por otra parte, al disponer de filtros de carbón activado de las mismas dimensiones en planta que los filtros de arena simplifica la instalación de lavado y reduce los costes de explotación ya que los equipos pueden ser comunes a ambas instalaciones.

La entrada de agua a cada filtro se realiza por una compuerta de accionamiento eléctrico de dimensiones 0,50 x 0,50 m.

Los filtros disponen de un lecho filtrante de espesor de 2,15 m, monocapa de carbón activado granular. El falso fondo para filtros está proyectado en acero inoxidable con la tecnología de pantalla Vee-wire.

La salida de agua filtrada para cada filtro se diseña mediante una conducción de acero Ø400 con reducción Ø400/Ø250 y válvula reguladora Ø250 que termina en una cámara con vertedero individual de 3,0 m de longitud.

En la galería de válvulas de este edificio se dispone de un puente grúa de luz 5,70 m para mantenimiento de equipos y tuberías.

Todos los filtros tienen un sistema de vaciado en diámetro Ø150, conectado a una red general de vaciados.

El lavado de los filtros de carbón activado tiene como objetivos los siguientes:

- Eliminar los posibles sólidos retenidos entre los gránulos del medio, que hayan podido pasar por la filtración de arena.
- Eliminar biomasa excesiva. Ésta se genera en todas las camas de carbón activado. Conforme las bacterias se reproducen, van tapando la cama, al igual que lo hacen los sólidos retenidos.
- Eliminar partículas del medio que se han fraccionado o cuyo tamaño o densidad ha disminuido porque han reaccionado al realizar su función (por ejemplo, un carbón activado que ha eliminado cloro libre por reacción química; o carbonato de calcio granular que ha reaccionado para aumentar la alcalinidad de un agua con tendencia corrosiva).
- Evitar la cementación o petrificación de la cama. Cuando el agua se trata en sentido descendente, casi siempre ocasiona que las partículas del medio se vayan “pegando” entre sí. Este fenómeno aumenta cuando el agua tiene tendencia incrustante o cuando contiene biomasa, materia orgánica o algún compuesto “cementante”.

Dada que las carreras de lado de los filtros de carbón son mucho más prolongadas que en los filtros de arena y que ambos tienen las mismas dimensiones en planta, se va a utilizar la misma instalación de lavado, en la que se consideraba los siguientes parámetros:

Velocidades de lavados de filtros

| | | |
|------------------------------------|-----|-------|
| - Aire en esponjamiento y lavado > | m/h | 60,00 |
| - Agua en lavado > | m/h | 12,50 |
| - Agua en aclarado > | m/h | 25,00 |

Duración de las fases de lavado

| | | |
|-----------------------------|-----|------|
| - Esponjamiento y agitación | min | 4,00 |
| - Lavado | min | 8,00 |

| | | |
|---|-----|------|
| - Aclarado | min | 4,00 |
| Nº posible de filtros en lavado simultáneo: | Ud | 1,00 |
| Expansión máxima | % | 40 |

En el diseño de este Proyecto, la secuencia de lavado del filtro y los tiempos empleados son los siguientes:

- Vaciado parcial
- Agitación por aire (4 min.)
- Lavado con agua y aire (8 min.)
- Aclarado (4 min.)
- Llenado del filtro

5.8 Instalaciones de reactivos de la línea de agua

Las instalaciones previstas en el presente proyecto se resumen en el siguiente cuadro:

| REACTIVO | FUNCIÓN | PUNTO DE DOSIFICACIÓN |
|-------------------------|--------------------------------------|--|
| Ozono | Desinfección y oxidación | Preozonización y ozonización intermedia |
| Cloro | Desinfección y oxidación | Canal de entrada, filtración arena y depósitos de agua tratada |
| Permanganato potásico | Oxidación y alguicida | Canal de entrada |
| Dióxido de carbono | Control de pH y equilibrio carbónico | Cámara de contacto de CO ₂ |
| Cal apagada | Ablandamiento | Cámara de contacto de Cal |
| Carbón activo en polvo | Eliminación de microcontaminantes | Canal de entrada |
| Policloruro de aluminio | Coagulante | Cámaras de mezcla |
| Sulfato de alúmina | Coagulante | Cámaras de mezcla |
| Almidón | Floculante | Cámaras de floculación |
| Peróxido de hidrógeno | Eliminación de microcontaminantes | Ozonización intermedia |

En los siguientes apartados se detallan el diseño de las instalaciones de reactivos referidas.

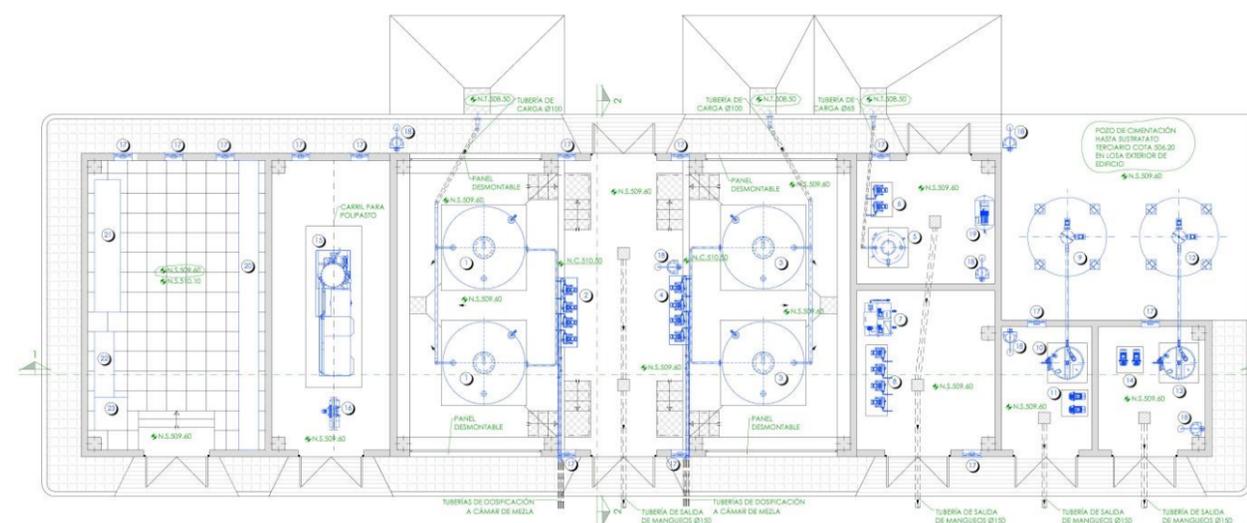
5.8.1 Generación de ozono

Los equipos de generación de ozono se diseñarán en común para preozonización y ozonización intermedia para la situación de diseño (300 l/s). Cuando llegue el momento de ampliar el caudal de tratamiento de la ETAP a 425 l/s, se podrá replantear la instalación de generación de ozono de acuerdo a la experiencia de explotación, instalando una nueva de mejor eficiencia y mayor capacidad, o continuar con la instalada en el caso que se pudieran reducir las dosis de ozono.

Como bases de partida se han establecido las siguientes dosificaciones:

- Preozonización

- Máxima: 5,00 mg/l
- Media: 4,00 mg/l
- Ozonización intermedia
 - Máxima: 1,50 mg/l
 - Media: 1,00 mg/l
- Concentración de ozono: 10 %



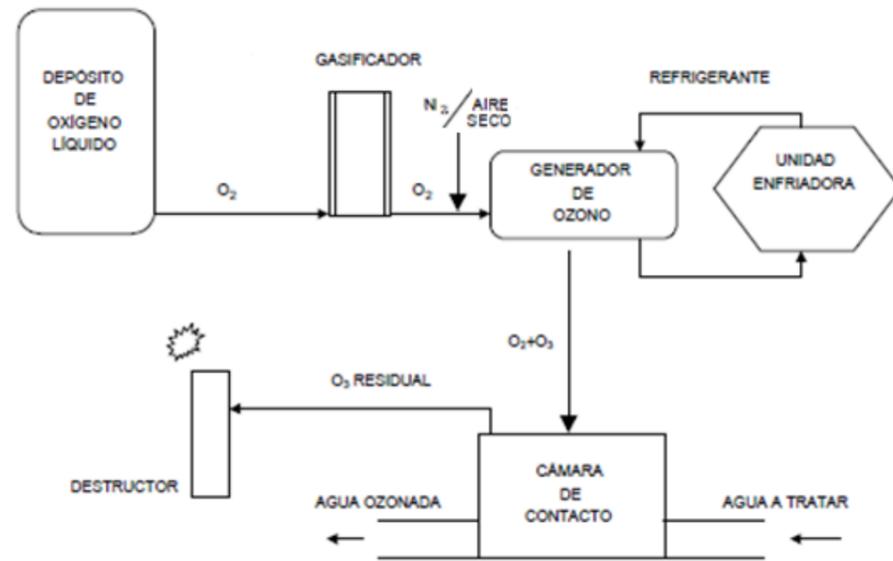
Con estas dosis será necesario un equipo de generación con una producción máxima de 7,02 Kg/h y 5,40 Kg/h en condiciones máximas y medias con una potencia de 75 KW y un consumo estimado en el punto de funcionamiento de 66,83 kW.

El sistema por ozono proyectado se alimentará de oxígeno almacenado en forma líquida en unos depósitos criogénicos. Antes de pasar a los generadores pasa a unos gasificadores, y una vez evaporado, se introduce en el generador de ozono, será aquí donde se produce la rotura del enlace O-O, y la formación de la molécula de ozono.

Para conseguirlo, se requiere un gran aporte energético, lo que conlleva una importante producción de calor. Por este motivo, la instalación debe disponer de un sistema adecuado de refrigeración de los ozonizadores, con lo que tendremos un mejor rendimiento de la reacción.

Una vez el ozono ha sido producido, se introduce en el interior de la/s, cámara/s de contacto por medio de discos porosos.

El ozono que no ha sido transferido al agua se elimina antes de liberarse al ambiente a través de un destructor de forma totalmente segura, emitiendo a la atmósfera oxígeno gas. A continuación, se muestra de forma esquemática el sistema de ozonización propuesto



El equipo de generación previsto es compacto y de ejecución vertical y se instalará en el interior de sala específica, de superficie 3,60 x 8,80 m² en el edificio de reactivos, dotada de ventiladores extractores, polipasto eléctrico, medido de fugas de ozono y sistema de refrigeración con intercambiador, circuito primario y circuito secundario.

5.8.2 Cloro

El cloro se utilizará en la ETAP tanto en precloración como desinfectante y oxidante inicial, para la limpieza y desinfección de los filtros de arena, y finalmente en postcloración para mantener en el agua tratada en las condiciones que requiere la normativa.

Se han considerado las siguientes dosis de diseño:

A/ Precloración

- Media mg/l 3,00
- Máxima mg/l 9,00

B/ Postcloración

- Media mg/l 1,00
- Máxima mg/l 2,00

Se proyecta una instalación de hipoclorito como reactivo con una concentración de 130 g/l de cloro compuesta por depósitos de almacenamiento, bombas de dosificación y equipos de seguridad. Su ubicación en la planta será en el interior de un edificio específico y separado del resto de los reactivos de la planta. Se ha preferido este tipo de instalaciones por su baja peligrosidad y su manejo sencillo e intuitivo por parte de los operadores.



Para la situación de diseño de este proyecto (300 l/s), se han determinado unas necesidades máximas de este reactivo de 91,38 l/h y 33,23 en condiciones medias, proyectándose bombas de dosificadoras peristálticas con variación de frecuencia:

| | | | |
|-------------------------------|-----|--|-----------|
| <i>Precloración</i> | | | |
| Nº unidades instaladas | Ud | | 2,00 |
| Nº unidades en funcionamiento | Ud | | 1,00 |
| Caudal unitario necesario | l/h | | 74,77 |
| Caudal unitario adoptado | l/h | | 9,5-95,00 |
| Presión máxima | bar | | 8,00 |
| <i>Postcloración</i> | | | |
| Nº unidades instaladas | Ud | | 2,00 |
| Nº unidades en funcionamiento | Ud | | 1,00 |
| Caudal unitario necesario | l/h | | 16,62 |
| Caudal unitario adoptado | l/h | | 20,00 |
| Presión máxima | bar | | 8,00 |

Para cubrir las necesidades para el caudal futuro (425 l/s), se podrá ampliar la instalación tanto en precloración como en postcloración con una bomba más pasando a una configuración 2+1.

Se han proyectado dos depósitos de almacenamiento de 35 m³ de capacidad que darán unas autonomías de almacenamiento mínimas (con las dosis máximas) superiores a 30 días para un caudal de tratamiento de 300 l/s y 20 días para un caudal de tratamiento de la ETAP de 425 l/s. Estos depósitos, construido en PEAD se situarán en el interior de un cubeto construido en hormigón de dimensiones 5 x 10 m.

Se ha previsto una bomba de carga de los depósitos de caudal unitario 50 m³/h.

El edificio de cloro tiene unas dimensiones 8,60 x 10,60 m con una luz interior de 6,20 m, y estará dotado de sistema de ventilación y sistemas de seguridad para los operarios.

5.8.3 Permanganato sódico

Como complemento de las otras instalaciones de reactivos para oxidación, y teniendo en cuenta sus excelentes propiedades alguicidas, se ha considerado incorporar una instalación de almacenamiento y dosificación de permanganato sódico.

Las dosis previstas del reactivo comercial con una riqueza del 20% son 1 y 2 mg/l en condiciones medias y máximas.

La instalación proyectada cuenta con un depósito de almacenamiento vertical en PEAD de 800 l. de capacidad, con una autonomía a necesidades máximas superiores a 15 días para el caudal de tratamiento de 300 l/s y superior a 10 días para 425 l/s.

La dosificación se realiza con 1+1R bombas peristálticas con una capacidad unitaria entre 0,5 - 5 l/h, que cumplen con las necesidades a caudal de diseño y mínimo.

Cada bomba dosificadora cuenta con su correspondiente variador de frecuencia y medidor de caudal para cada una de las dos tuberías de impulsión.

La dosificación del permanganato se realizará en el canal común previo o posterior a las cámaras de preozonización.

Estas instalaciones se dispondrán en el denominado edificio de reactivos en el cual, se dispondrá de una sala específica de dimensiones en planta 4,20 x 3,75 m.

5.8.4 Dióxido de carbono

Las dosis de CO₂ a considerar son 25 y 30 mg/l en condiciones medias y punta, y se proyecta una losa de hormigón de dimensiones 7,80 x 4,30 m para alojar el depósito criogénico y el evaporador.

En la parte superior de la cámara de contacto de dióxido de carbono se instalará el equipo específico con capacidad para 80 m³/h que controlará el aporte de este reactivo en función del pH del agua, el pH objetivo y la temperatura del agua.

Estos equipos específicos serán instalados por la empresa suministradora del gas.

5.8.5 Hidróxido de cal

Esta instalación se dispone en el interior del edificio de reactivos, en una sala del edificio de dimensiones en planta 2,75 x 3,75 m, situado próximo al grupo de proceso de tratamiento físico químico.

Las dosis de diseño previstas en este proyecto son 15 y 30 mg/l en condiciones medias y máximas.

La instalación cuenta con un silo metálico vertical en el exterior para almacenamiento de cal con un volumen unitario de 41 m³, equipado con los elementos necesarios para su operación correcta y segura: tubo de carga, escalera con protección, barandillas, boca de hombre de apertura rápida estanca, filtro de mangas, sistema de pesaje, niveles y válvula sobrepresión.

El sistema de dosificación de Ca(OH)₂ incluye una cuba de preparación de lechada de cal con alimentación desde un tornillo dosificador con una capacidad de 50 kg/h, regulados con variador de frecuencia. El volumen previsto en la cuba es de 1.000 l y dispone de un agitador vertical.

La lechada de cal se ha diseñado con las siguientes preparaciones: 0.5% a dosis media y 1% a dosis máxima.

El bombeo de la lechada a la cámara de contacto se realiza con 1+1 bombas centrifugas horizontales de 10 m³/h de capacidad máxima.

5.8.6 Carbón activo en polvo

Para dotar a la planta de la máxima flexibilidad en el tratamiento de microcontaminantes, se ha proyectado una instalación adicional de dosificación de carbón activo en polvo, que podrá complementar o sustituir a los filtros de CA granular previstos según determine el operador de la ETAP.

Las instalaciones de almacenamiento y dosificación se proyectan para dar servicio a un caudal de tratamiento de 300 l/s con dosis de 4 y 9 mg/l en condiciones medias y máximas. Del mismo modo que la generación de ozono, cuando llegue el momento de ampliar el caudal de tratamiento de la ETAP a 425 l/s, se podrá replantear la instalación de carbón activo en polvo de acuerdo a la experiencia de explotación, instalando una nueva de mayor capacidad o continuar con la instalada en el caso que se pudieran reducir las dosis planteadas en este proyecto.

La instalación cuenta con un silo metálico vertical en el exterior para almacenamiento de carbón activo con un volumen unitario de 18 m³, equipados con los elementos necesarios para su operación correcta y segura: tubo de carga, escalera con protección, barandillas, boca de hombre de apertura rápida estanca, filtro de mangas, sistema de pesaje, niveles y válvula sobrepresión.

El sistema de dosificación incluye una cuba de preparación de lechada de cal con alimentación desde un tornillo dosificador con una capacidad de 10 kg/h, regulados con variador de frecuencia. El volumen previsto en la cuba es de 1.020 l y dispone de un agitador vertical de 0,75 kW.

La suspensión carbón activo se ha diseñado con las siguientes preparaciones: 0.025% a dosis media y 0.050 % a dosis máxima.

El bombeo de la suspensión a la cámara de contacto se realiza con 1+1 bombas centrifugas horizontales de 1,5 m³/h de capacidad máxima.

Esta instalación se dispone en el interior del edificio de reactivos, en una sala dedicada de dimensiones en planta 2,75 x 3,75 m, situado próximo al grupo de proceso de tratamiento físico químico. El silo de almacenamiento se instalará en el exterior, próximo a la sala mencionada.

5.8.7 Instalaciones de reactivos coagulantes y floculantes

En relación con los reactivos coagulantes y para dotar a la planta de la máxima flexibilidad de operación, se han previsto dos instalaciones separadas que podrán contener compuestos químicos distintos. El objeto de este diseño es facilitar la dosificación de un producto u otro en función de las características del agua a tratar, o incluso la de ambos productos si la experiencia es positiva para el operador.

En los ensayos Jar Test previos realizados con aguas de los embalses de Montearagón, se utilizaron dos reactivos basados en el Policloruro de Aluminio con buenos resultados, pero el mercado ofrece una amplia gama de estos productos con formulaciones distintas.

A efectos de diseño, se va a considerar el sulfato de aluminio con una riqueza del 9,5 % y policloruro de aluminio con una riqueza de 17% (comúnmente llamado PAC18).

Respecto a los floculantes, se diseñan las instalaciones de almacenamiento y dosificación considerando almidón.

Las dosis previstas de cada reactivo son las siguientes:

| | | |
|---|------|-------|
| Dosificación reactivo comercial PAC18: | | |
| - Media | mg/l | 15,00 |
| - Máxima | mg/l | 30,00 |
| Dosificación reactivo comercial sulfato de aluminio 9,3%: | | |
| - Media | mg/l | 4,00 |
| - Máxima | mg/l | 25,00 |
| Dosis de almidón | | |
| - Media | mg/l | 0,60 |
| - Máxima | mg/l | 1,00 |

La dosificación de los coagulantes y floculantes se realiza preferentemente de forma independiente en cada cámara de mezcla y floculación respectivamente.

Las capacidades de los depósitos de PEAD para almacenamiento son las siguientes:

- Policloruro de aluminio: 1+1 de 20.000 l.
- Sulfato de aluminio 1+1 de 20.000 l.

Las bombas dosificadoras individuales a cada cámara de mezcla son del tipo peristálticas. Cada bomba dosificadora tiene su correspondiente variador de frecuencia, con medidor de caudal para cada cámara y reactivo en la tubería de impulsión.

Todos los equipos de almacenamiento de estos reactivos, así como las bombas de carga y dosificadoras, se encuentran ubicados conjuntamente en un edificio denominado en este proyecto "DE REACTIVOS", aunque separados por cubetos de retención en el caso de los coagulantes, y el floculante en sala separada.

Las capacidades de las bombas dosificadoras peristálticas previstas son las siguientes:

- Policloruro de aluminio: 3+1 bombas de caudal unitario 1-10 l/h
- Sulfato de aluminio: 3+1 bombas de caudal unitario 2-20 l/h

Para el almidón se dispondrá de un equipo de preparación en continuo con tornillo dosificador de reactivo puro, preparación de la dilución en un contenedor metálico de 550 l con dos agitadores de 0.37 y dos bombas dosificadoras peristálticas de caudal 35 l/h.

5.8.8 Peróxido de hidrógeno

La dosificación del peróxido se proyecta con dosis media y máxima de 0,4 mg/l y 1 mg/l, respectivamente y se realizará en la cámara de ozonización

En un edificio específico para este uso, se dispondrá de las instalaciones necesarias para el almacenamiento de peróxido de hidrógeno, cumpliendo toda la normativa en materia de seguridad como cubeto de retención, ducha lavajos, etc...

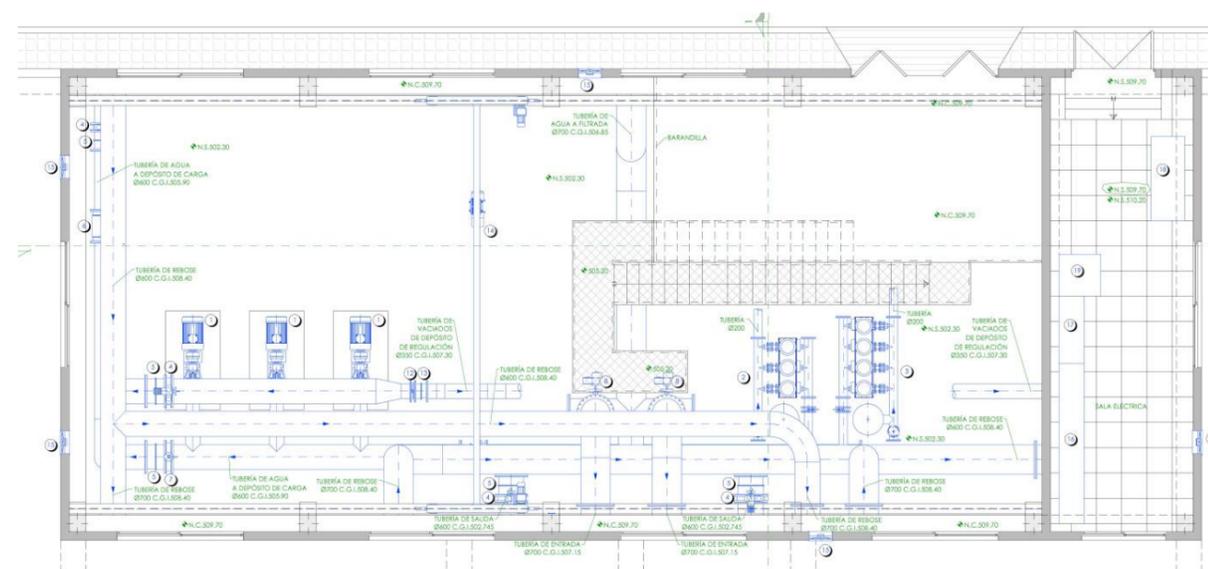
Cada bomba dosificadora tendrá su correspondiente variador de frecuencia con medidor de caudal en su tubería de impulsión.

Se ha previsto una instalación con un tanque vertical de almacenamiento en PEAD de 1.000 l. de capacidad, y dos (1+1) bombas peristálticas de 5 l/h para dosificación del reactivo.

5.9 Depósitos de agua tratada y depósito elevado

Se han proyectado un depósito de agua en dos cámaras de volumen útil total 12.267 m³ que supone un tiempo de retención de 11,35 horas en la situación de proyecto y 8 horas para el caudal futuro.

Entre las dos cámaras se ha dispuesto de una cámara seca donde se situará el frente de válvulas y tuberías para alimentación y salida del depósito, y las bombas de impulsión al depósito de carga, el grupo de agua de servicios y el antiincendios.



El bombeo al depósito elevado se proyecta mediante tres (2+1) bombas centrífugas horizontales de caudal unitario 540 m³/h a 20.5 mca, En el futuro se instalará una bomba más para llegar a una capacidad de 425 l/s.

Anexo al depósito de agua tratada se construirá otro de un volumen de 400 m³ pero elevado para poder alimentar a la red de abastecimiento de Huesca con la presión que ofrece el actual depósito de copa situado en el casco histórico de la ciudad. De esta manera, en el futuro se podría prescindir de este elemento que produce un apreciable impacto visual.

Entre ambos depósitos, más los depósitos actuales en servicio que dispone la red de abastecimiento de Huesca se dispone de una capacidad de almacenamiento superior al consumo diario de la ciudad.

5.10 Línea de fangos

Los fangos producidos en las purgas de la decantación junto con los contenidos en el agua de lavado de los filtros se conducirán a la línea de fangos para su concentrado y deshidratación final antes de su evacuación a vertedero con los siguientes procesos parciales:

- Depósito de homogeneización de fangos
- Espesado por gravedad
- Depósito de fangos espesados
- Deshidratación de fangos

A efectos de dimensionamiento, se ha previsto que las purgas de los decantadores y las aguas de lavado de los filtros de arena se conducirán al depósito de homogeneización de fangos por ser el modo de funcionamiento más limitante.

Sin embargo, si la concentración de las purgas de la decantación fuera lo suficientemente alta, estos se podrían llevar directamente al depósito de fangos espesados previo a la deshidratación. Con este modo alternativo de funcionamiento el depósito de homogeneización de fangos sería un depósito de regulación de la alimentación a los dos espesadores para concentrado de los fangos del agua de lavado de los filtros.

5.10.1 Depósito de homogeneización de fangos

En este depósito se recibirán las aguas de lavado de los filtros de arena, los escurridos de la deshidratación de fangos y, opcionalmente, las purgas de los decantadores lamelares.

Los criterios de diseño considerados en este proceso han sido:

- Capacidad mínima: dos lavados consecutivos de los filtros de arena siendo el volumen de agua producido en un lavado de 113 m³.
- Nº de líneas: 2 Uds para posibilitar su limpieza y mantenimiento.

Se han proyectado dos depósitos de dimensiones útiles 5,70x 5,0 x 4,0 m de profundidad, obteniéndose un volumen de 250 m³, es decir, con capacidad suficiente para dos lavados consecutivos de los filtros de arena. Ambos depósitos están comunicados mediante una compuerta mural para permitir funcionar conjunta o separadamente.

En cada depósito se ha instalado un agitador sumergido de 1,5 kW para mantener la suspensión de los sólidos y dos (1+1) bombas sumergibles de caudal unitario 25 m³/h que impulsarán las aguas a los espesadores.

Con esta disposición se podrán lavar en 24 horas todos los filtros en la situación futura (8 filtros) cada 3 horas si se realiza de uno en uno, y cada seis horas si se plantean dos lavados consecutivos.

5.10.2 Espesado de fangos

El agua procedente del depósito de homogeneización de fangos se lleva a los espesadores de gravedad para aumentar su concentración. Los parámetros utilizados en este proceso han sido los siguientes:

- Nº de líneas: 2 Uds
- Carga de sólidos: ≤ 15 kg/m²/día
- Carga hidráulica: ≤ 0,5 m³/m²·h
- Tiempo de retención hidráulico: ≥ 10 horas
- Tiempo de retención de fangos: ≥ 24h
- Concentración mínima del fango espesado: 20 kg/m³

Se han proyectado dos espesadores de gravedad de 8 metros de diámetro y 4 metros de calado perimetral dotados de rasquetas inferiores y picas de espesamiento con accionamiento central desde una pasarela diametral, obteniéndose carga de sólidos de 7,09 y 10,04 Kg/m²/d con cargas hidráulicas de 0,28 y 0,38 m³/m²/h para la situación de diseño (300 l/s) y la futura (425 l/s).

El clarificado se retirará por un vertedero perimetral, llevándose al depósito de agua recuperada para su reincorporación a la línea de agua de la ETAP.

Los fangos concentrados serán purgados mediante dos bombas de tornillo helicoidal de caudal unitario 10 m³/h hasta el depósito de fangos espesados, con un ritmo de funcionamiento de 4 horas y 5,5 horas al día para la situación de diseño (300 l/s) y futura (425 l/s) de la ETAP.

5.10.3 Depósito de fangos espesados

Como paso previo a la deshidratación, y para disponer de un volumen pulmón que permita el funcionamiento continuo del espesado de fangos y discontinuo de la deshidratación se ha proyectado un depósito de fangos espesados. Este elemento facilitará también el funcionamiento de la deshidratación al poder mantener de manera constante la concentración de sólidos en la alimentación a las centrifugas en su periodo de funcionamiento,

Como parámetros básicos de diseño se han considerado un tiempo de retención mínimo de dos días para la situación futura considerando el supuesto que sábados y domingos no se va a deshidratar en la ETAP. Se ha proyectado un depósito de 105.88 m³ con agitador sumergido de 1,5 KW para mantener la homogeneidad del fango.

Este depósito podrá recibir también los fangos de las purgas de los decantadores lamelares directamente.

5.10.4 Instalación de deshidratación de fangos

Esta instalación es crítica en muchas ETAP por lo que se han adoptado criterios muy conservadores para hacer frente a situaciones eventuales de baja concentración del fango espesado:

| Parámetro | | S. Diseño | S. Futura |
|---|-------------------|-----------|-----------|
| Días útiles a la semana | d | 5,00 | 5,00 |
| Horas de funcionamiento | h | 4,50 | 6,00 |
| Nº centrifugas a instalar | Ud | 2,00 | 2,00 |
| Nº centrifugas en funcionamiento | Ud | 1,00 | 1,00 |
| Carga máxima horaria por centrifugadora | kgMS/h | 250 | 250 |
| Caudal mínimo por centrifugadora | m ³ /h | 15,00 | 15,00 |

| | | | |
|------------------------------|---------|-------|-------|
| Sequedad prevista de salida | % | 20,00 | 20,00 |
| Acondicionamiento del fango | | | |
| - Dosis media de floculante | KgMS/tn | 6,00 | 6,00 |
| - Dosis máxima de floculante | KgMS/tn | 10,00 | 10,00 |
| Dilución de la preparación | g/l | 5,00 | 5,00 |

Se han proyectado dos (1+1) bombas de tornillo helicoidal con variación de frecuencia que aspirarán del depósito de fangos espesados de caudal unitario 15 m³/h para su impulsión hasta las centrífugas.

Las centrífugas también serán dos (1+1) y dispondrán de tajadera en la salida del fango deshidratado y lavado automático.

Para acondicionar el fango químicamente y obtener unos rendimientos adecuados de deshidratación, se ha dispuesto de una instalación de preparación en continuo de floculante con tolva 60 l y dosificador de reactivos sólidos de caudal máximo 7,56 Kg/h con variación de velocidad, cuba de dilución y preparación de 550 l con dos agitadores verticales de 0.37 kW.

La dosificación se realizará con dos (1+1) bombas de tornillo helicoidal de caudal unitario 500 l/h con variación de frecuencia.

El fango deshidratado de cada centrífugas será evacuado mediante sendas bombas de tornillo helicoidal de caudal unitario 1,5 m³/h y 12 bar que impulsarán mediante dos conducciones de Ø250 a una tolva de 25 m³ de capacidad.

Los escurridos de las centrífugas se llevarán al depósito de homogeneización de fangos para su mezcla con las aguas de lavado.

5.11 Depósito de recuperación de agua

A este depósito se conducirán:

- Las aguas de lavado de los filtros de carbón que, por su bajo contenido en sólidos, es más eficiente su retorno a la línea de agua.
- Los reboses de los espesadores de gravedad.

Se ha proyectado un depósito situado en el edificio de fangos de volumen 290 m³ en el que se situarán tres (2+1) bombas sumergibles de caudal unitario 50 m³/h que impulsará las aguas almacenadas hasta la arqueta de reparto del tratamiento físico químico.

Se ha dispuesto además de un agitador sumergible de 5 kW para evitar la sedimentación de los sólidos que pueda contener estas aguas.

6. CONCLUSIÓN

Se ha incluido en el presente anejo la justificación funcional de los procesos de la nueva ETAP de Huesca, indicando las bases de partida y describiendo pormenorizadamente el proceso funcional.

En base a lo cual, se procede a su firma y se incluye en las páginas siguientes el desarrollo llevado a cabo para el dimensionamiento funcional (para cada uno de los caudales de tratamiento planteados para las instalaciones) en el Anexo I.

En el Anexo II, se recoge el plano esquemático de la línea piezométrica.

Los Ingenieros Autores del proyecto:

Fecha: 23 de mayo de 2.023



Fdo.: Pedro Javier Rivas Salvador

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Colegiado nº 16.602

Fecha: 23 de mayo de 2.023



Fdo.: Néstor Nájera Canal

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Colegiado nº 22.708

ANEXO Nº 1.- CÁLCULOS FUNCIONALES

| DISEÑO | FUTURO |
|--------|--------|
|--------|--------|

1. DATOS DE PARTIDA

1.1. DATOS DE PARTIDA

| | | DISEÑO | FUTURO |
|------------------|------|-----------|-----------|
| Caudal de diseño | m3/s | 0,30 | 0,425 |
| | m3/h | 1.080,00 | 1.530,00 |
| | m3/d | 25.920,00 | 36.720,00 |

1.2. OBJETIVOS DE CALIDAD

La calidad del agua una vez potabilizada deberá alcanzar los parámetros previstos en el Anexo nº 1.- Parámetros y valores paramétricos definidos en el Real Decreto 3/2023, de 10 de enero, por el que se establecen los criterios técnico-sanitarios de la calidad del agua de consumo, su control y suministro.

| Parámetros microbiológicos | | | |
|----------------------------|--|-------------------|---------------------|
| Nº | Parámetro | Valor Paramétrico | Unidad |
| 1 | Escherichia coli. | 0 | UFC o NMP en 100 ml |
| 2 | Enterococo intestinal. | 0 | UFC o NMP en 100 ml |
| 3 | Clostridium perfringens (incluidas las esporas). | 0 | UFC en 100 ml |
| 4 | Legionella spp. | 100 | UFC en 1 L |

| Valores paramétricos de los parámetros químicos | | | |
|---|---|-------------------|--------|
| Nº | Parámetro | Valor Paramétrico | Unidad |
| 5 | Acrilamida (CAS 79-06-01). | 0,1 | µg/L |
| 6 | Antimonio. | 10 | µg/L |
| 7 | Arsénico. | 10 | µg/L |
| 8 | Benoeno (CAS 71-43-2). | 1 | µg/L |
| 9 | Benzo(a)pireno (CAS 50-32-8). | 0,01 | µg/L |
| 10 | Bisfenol a (CAS 80-05-7). | 2,5 | µg/L |
| 11 | Boro. | 1,5 | mg/L |
| 12 | Bromato. | 10 | µg/L |
| 13 | Cadmio. | 5 | µg/L |
| 14 | Cianuro total. | 50 | µg/L |
| 15 | Clorato. | 0,25 | mg/L |
| 16 | Clorito. | 0,25 | mg/L |
| 17 | Cloruro de Vinilo (CAS 75-01-4). | 0,5 | µg/L |
| 18 | Cobre. | 2 | mg/L |
| 19 | Cromo total. | 25 | µg/L |
| 20 | 1,2-Dicloroetano (CAS 107-06-2). | 3 | µg/L |
| 21 | Epiclorhidrina (CAS 106-89-8). | 0,1 | µg/L |
| 22 | Fluoruro. | 1,5 | mg/L |
| 23 | Mercurio. | 1 | µg/L |
| 24 | Microcistina – LR. | 1 | µg/L |
| 25 | Níquel. | 20 | µg/L |
| 26 | Nitrato. | 50 | mg/L |
| 27 | Nitritos. | 0,5 | mg/L |
| 28 | Plaguicida individual. | 0,1 | µg/L |
| 29 | Plomo. | 5 | µg/L |
| 30 | Selenio. | 20 | µg/L |
| 31 | Uranio. | 30 | µg/L |
| Parámetros sumatorios | | | |
| 32 | Σ5 Ácidos Haloacéticos (HAH). | 60 | µg/L |
| 33 | Σ4 Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos (HPA). | 0,1 | µg/L |
| 34 | Σ20 PFAS. | 0,1 | µg/L |
| 35 | Σn Plaguicidas totales. | 0,5 | µg/L |
| 36 | Σ2 Tricloroetano + Tetracloroetano. | 10 | µg/L |
| 37 | Σ4 Trihalometanos (THM). | 100 | µg/L |

| DISEÑO | FUTURO |
|--------|--------|
|--------|--------|

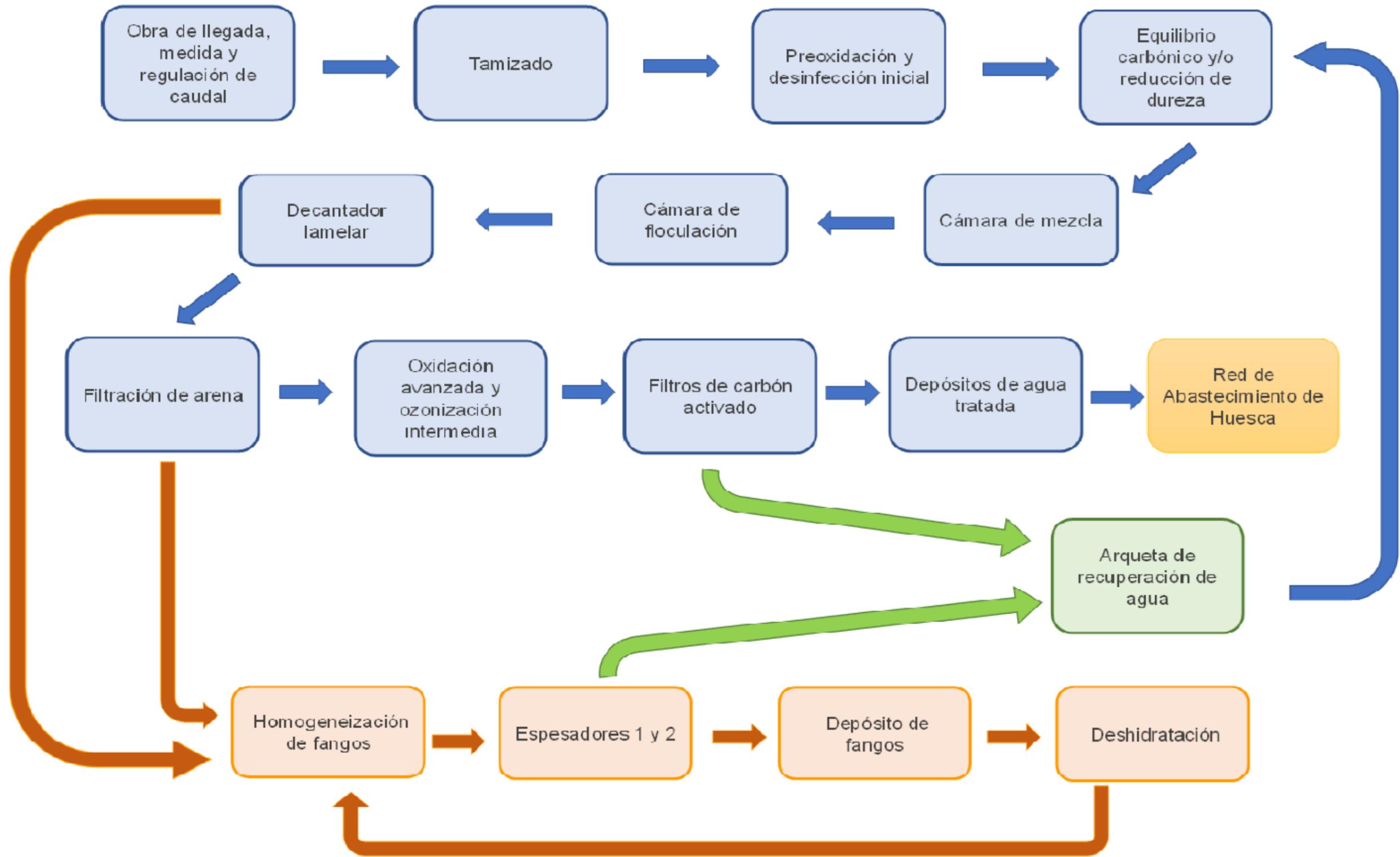
| Parámetros Indicadores de Calidad | | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------|--------------------|
| Nº | Parámetro | Valor Paramétrico | Unidad |
| 38 | Bacterias coliformes | 0 | UFC o NMP / 100 ml |
| 39 | Recuento de colonias a 22 °C. | 100 | UFC / 1 ml |
| 40 | Colifagos somáticos. | 0 | UFP / 100 ml |
| 41 | Aluminio. | 200 | µg/L |
| 42 | Amonio. | 0,5 | mg/L |
| 43 | Carbono Orgánico total. | 5 | mg/L |
| 44 | Cloro combinado residual. | 2 | mg/L |
| 45 | Cloro libre residual. | 1 | mg/L |
| 46 | Cloruro. | 250 | mg/L |
| 47 | Conductividad. | 2.500,00 | µS/cm a 20 °C |
| 48 | Hierro. | 200 | µg/L |
| 49 | Manganeso. | 50 | µg/L |
| 50 | Oxidabilidad. | 5 | mg/L |
| 51 | pH. | 8,5 a 9,5 | Unidades pH |
| 52 | Sodio. | 200 | mg/L |
| 53 | Sulfato. | 250 | mg/L |
| 54 | Turbidez. | 0,8 | UNF |
| 55 | Índice de Langelier. | +/- 0,5 | Unidades de pH |

| Características Organolépticas | | | |
|--------------------------------|-----------|-------------------|-----------------|
| Nº | Parámetro | Valor Paramétrico | Unidad |
| 56 | Color | 15 | mg/L Pt/Co |
| 57 | Olor | 3 | Índice dilución |
| 58 | Sabor | 3 | Índice dilución |

| Valores paramétricos de las sustancias radiactivas. | | | |
|---|---|-------------------|--------|
| Nº | Parámetro | Valor Paramétrico | Unidad |
| 59 | Actividad alfa total. | 0,1 | Bq/L |
| 60 | Actividad beta resto. | 1 | Bq/L |
| 61 | Radón. | 500 | Bq/L |
| 62 | Tritio. | 100 | Bq/L |
| 63 | Dosis Indicativa (Σ radionucleidos) DI. | 0,1 | MSv |

1.2. LINEA DE TRATAMIENTO

Los procesos e instalaciones que se dimensionan, se representan en el siguiente diagrama de bloques:



2. MEDIDA Y REGULACIÓN DE CAUDAL

| | | | |
|--------------------|--|--------|--------|
| Instalación | | | |
| Tipo | Electromagnético | | |
| Tubería de entrada | | | |
| Nº de tuberías | Uds | 1,00 | 1,00 |
| Diámetro | mm | 600,00 | 600,00 |
| Velocidad | m/s | 1,06 | 1,50 |
| Regulación | Válvula de mariposa con actuador de regulación | | |

3. DESBASTE

| | | | |
|--|--|----------|----------|
| Criterios de diseño | | | |
| Nº de líneas | Uds | 2,00 | 2,00 |
| Luz de paso reja automática | mm | 6,00 | 6,00 |
| Luz de paso reja manual | mm | 20,00 | 20,00 |
| Limpieza | Automática + manual | | |
| Retirada de sólidos | Tornillo transportador compactador y contenedor 5 m3 | | |
| Aislamiento canales | Compuertas automáticas | | |
| Dimensionamiento | | | |
| Tipo Rejas | | | |
| Nº de canales | Ud. | 1,00 | 1,00 |
| Caudal de entrada | m3/hora | 1.440,00 | 2.040,00 |
| Nº de rejillas en servicio | Ud. | 1,00 | 1,00 |
| Luz libre entre pletinas | mm | 6,00 | 6,00 |
| Ancho de pletinas | mm | 6,00 | 6,00 |
| Ancho de canal | m | 1,20 | 1,20 |
| Ancho útil unitario con 30% de colmatación | m | 0,42 | 0,42 |
| Calado | m | 0,87 | 0,91 |
| Velocidad de paso a través de la reja | m/s | 1,10 | 1,49 |
| Velocidad de acercamiento en canal | m/s | 0,39 | 0,52 |

3. PREOZONIZACIÓN

3.1. CRITERIOS DE DISEÑO

| | | | |
|--|------|----------|----------|
| Caudales de diseño | m3/s | 0,30 | 0,43 |
| | m3/h | 1.080,00 | 1.530,00 |
| Número de líneas | Uds | 1,00 | 1,00 |
| Número de cámaras por líneas con aporte de ozono | Uds | 2,00 | 2,00 |
| Calado de agua | m | | |
| Tiempos de retención | min | 10,00 | 10,00 |

Los equipos de generación de ozono se diseñarán en común para preozonización y ozonización intermedia para la situación de diseño (300 l/s).

| | | | |
|--------------------------|--------|-------|------|
| Dosificaciones | | | |
| - Preozonización | | | |
| * Máxima | mg/l | 5,00 | 4,00 |
| * Media | mg/l | 4,00 | |
| - Ozonización intermedia | | | |
| * Máxima | mg/l | 1,50 | 1,00 |
| * Media | mg/l | 1,00 | |
| Concentración de ozono | gr/Nm3 | 10,00 | |

3.2. EQUIPOS DE PRODUCCIÓN DE OZONO

| | | | |
|----------------------------------|--------|--------|--|
| Producciones | | | |
| Producción necesaria | | | |
| * Máxima | KgO3/h | 7,02 | |
| | KgO3/d | 168,48 | |
| * Media | KgO3/h | 5,40 | |
| | KgO3/d | 129,60 | |
| Concentración de ozono en el gas | % | 10 | |
| | g/Nm3 | 148 | |

Necesidades de producción

| | | |
|---|--------|-------|
| Producción adoptada con un concentración 10% Wt | KgO3/h | 7,02 |
| Demanda de oxígeno | KO2/h | 70,20 |
| Caudal de oxígeno | Nm3/h | 49,09 |
| Caudal de gas O3/O2 | Nm3/h | 47,43 |

Instalación de almacenamiento

| | | |
|---------------------------------|------|-----------|
| Tipo Criogénica | | |
| Consumo diario O2 | Kg/d | 1.684,80 |
| Capacidad requerida | días | 7,00 |
| Almacenamiento mínimo requerido | Kg | 11.793,60 |
| Nº de depósitos | Uds | 1,00 |
| Capacidad unitaria adoptada | Kg | 15.000,00 |

Evaporador

| | | |
|---------------------|------|--------|
| Nº de evaporadores | Uds | 1,00 |
| Capacidad requerida | Kg/h | 70,20 |
| Capacidad adoptada | Kg/h | 100,00 |

Generadores

| | | |
|---------------------------------------|---------|-------|
| Nº de generadores a instalar | Ud. | 1,00 |
| Nº de generadores funcionando | Ud. | 1,00 |
| Capacidad unitaria adoptada | KgO3/h | 7,02 |
| Potencia unitaria | kW | 75,00 |
| Consumo específico | kW/KgO3 | 9,52 |
| Consumo total del generador | kW | 66,83 |
| Caudal de O2/O3 a cámaras de contacto | Nm3/h | 47,43 |
| - Preozonización | Nm3/h | 36,49 |
| - Intermedia | Nm3/h | 10,95 |

Refrigeración

| | | |
|---|------|-------|
| Tipo Skid con doble circuito con intercambiador | | |
| Caudal de agua en circuito primario | m3/h | 10,60 |

3.3. CAMARAS DE CONTACTO EN PREOZONIZACIÓN

| | | | |
|-------------------------------------|-----|--------|--------|
| Nº de líneas a construir | Ud. | 1,00 | 1,00 |
| Nº de líneas en servicio | Ud. | 1,00 | 1,00 |
| Dimensiones 1º compartimento | | | |
| - Largo útil | m | 6,00 | 6,00 |
| - Ancho | m | 4,00 | 4,00 |
| - Calado | m | 5,50 | 5,50 |
| Volumen unitario adoptado | m3 | 132,00 | 132,00 |
| Dimensiones 2º compartimento | | | |
| - Largo útil | m | 6,00 | 6,00 |
| - Ancho | m | 4,00 | 4,00 |
| - Calado | m | 5,50 | 5,50 |
| Volumen unitario adoptado | m3 | 132,00 | 132,00 |
| Volumen unitario por línea | m3 | 264,00 | 264,00 |
| Volumen total en servicio | m3 | 264,00 | 264,00 |
| Tiempo total de retención adoptado | min | 14,67 | 10,35 |

Destructores de ozono

| | | |
|--------------------|-------|-----|
| Nº de unidades | Uds | 1 |
| Capacidad adoptada | Nm3/h | 100 |

Difusores

| | | |
|-------------------------------------|-----|----|
| Tipo Difusores circulares cerámicos | | |
| Nº de parrillas | Uds | 1 |
| Nº de difusores por parrilla | Uds | 20 |

4. AJUSTE DE PH Y ALCALINIDAD

4.1. DOSIFICACIÓN DE CO2

Criterios de diseño

| | | | |
|-----------------------------|------|----------|----------|
| Caudales de diseño | m3/s | 0,30 | 0,43 |
| | m3/h | 1.080,00 | 1.530,00 |
| Nº de líneas > | Uds | 1,00 | 1,00 |
| Nº de cámaras por línea | Uds | 1,00 | 1,00 |
| Calado > | m | 4,50 | 4,50 |
| Tiempo de retención mínimo | min | 2,00 | 2,00 |
| Autonomía de almacenamiento | días | 3,00 | 3,00 |
| Dosis | | | |
| - Media | mg/l | 25,00 | 25,00 |
| - Máxima | mg/l | 30,00 | 30,00 |

4.2. EQUIPOS DE CO2

| | | | |
|----------|---------------------------------------|-------|-------|
| Consumos | | | |
| - Media | Kg/h | 27,00 | 38,25 |
| - Máxima | Kg/h | 32,40 | 45,90 |
| Equipos | | | |
| | Almacenamiento en depósito criogénico | | |
| | Evaporador | | |
| | Skid de control de la dosificación. | | |
| | Difusores | | |

4.3. CAMARAS DE CONTACTO DE CO2

Cámara de contacto

| | | | |
|------------------------------------|-----|-------|-------|
| Nº de líneas a construir | Ud. | 1,00 | 1,00 |
| Nº de líneas en servicio | Ud. | 1,00 | 1,00 |
| Dimensiones | | | |
| - Largo útil | m | 3,00 | 3,00 |
| - Ancho | m | 4,00 | 4,00 |
| - Calado | m | 4,55 | 4,55 |
| Volumen unitario adoptado | m3 | 54,60 | 54,60 |
| Volumen total en servicio | m3 | 54,60 | 54,60 |
| Tiempo total de retención adoptado | min | 3,03 | 2,14 |

4.4. ABLANDAMIENTO. HIDRÓXIDO CÁLCICO

Criterios de diseño

| | | | |
|-----------------------------|------|----------|----------|
| Caudales de diseño | m3/s | 0,30 | 0,425 |
| | m3/h | 1.080,00 | 1.530,00 |
| Nº de líneas | Uds | 1,00 | 1,00 |
| Nº de cámaras por línea | Uds | 1,00 | 1,00 |
| Calado > | m | 4,50 | 4,50 |
| Tiempo de retención mínimo | min | 2,00 | 2,00 |
| Autonomía de almacenamiento | días | 3,00 | 3,00 |
| Dosis | | | |
| - Media | mg/l | 15,00 | 15,00 |
| - Máxima | mg/l | 30,00 | 30,00 |

Instalación

| | |
|-------------------------------|-------------------------------------|
| Producto | Hidróxido cálcico en polvo |
| Almacenamiento | Silo |
| Dosificación | Rompebóvedas y tornillo dosificador |
| Preparación de lechada de cal | Depósito de PEAD |
| Bombeo de lechada | Bombas centrífugas |

Características del reactivo

| | | | |
|--------------------------------|-------|-------|-------|
| Naturaleza del producto | Polvo | | |
| Riqueza del producto comercial | % | 0,95 | 0,95 |
| Densidad aparente | Kg/l | 0,45 | 0,45 |
| Densidad de la cal hidratada | Kg/l | 2,65 | 2,65 |
| Concentración de la suspensión | | | |
| - A dosis media | % | 0,50% | 0,50% |
| - A dosis máxima | % | 1,00% | 1,00% |

4.5. INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE CAL

Densidad de la suspensión a dosificar

| | | | |
|----------------------------|------|------|------|
| En cámara de ablandamiento | | | |
| - A dosis media | Kg/l | 1,00 | 1,00 |
| - A dosis máxima | Kg/l | 1,01 | 1,01 |

Consumos de reactivo en cámara de ablandamiento

| | | | |
|------------------|------|-------|-------|
| - A dosis media | Kg/h | 16,20 | 22,95 |
| - A dosis máxima | Kg/h | 32,40 | 45,90 |

Consumos de producto comercial

| | | | |
|------------------|------|-------|-------|
| - A dosis media | Kg/h | 17,05 | 24,16 |
| - A dosis máxima | Kg/h | 34,11 | 48,32 |

Consumo de la suspensión a dosificar

| | | | |
|------------------|------|----------|----------|
| - A dosis media | Kg/h | 3.410,53 | 4.831,58 |
| - A dosis máxima | Kg/h | 3.410,53 | 4.831,58 |

Caudal de la suspensión a dosificar en cámara de contacto

| | | | |
|------------------|-----|----------|----------|
| - A dosis media | l/h | 3.398,75 | 4.814,90 |
| - A dosis máxima | l/h | 3.387,10 | 4.798,39 |

Instalaciones de almacenamiento

| | | | |
|------------------------|------|-------|-------|
| Tipo | Silo | | |
| Nº de almacenamientos | Uds | 1,00 | 1,00 |
| Volumen total adoptado | m3 | 41,00 | 41,00 |
| Peso almacenado | Tn | 18,45 | 18,45 |
| Tiempo de retención | días | 22,54 | 15,91 |

Dosificación de hidróxido cálcico en polvo

| | | | |
|-----------------------------|---------------------------------|-------|-------|
| Tipo | Rompebóvedas con un dosificador | | |
| Nº de tornillos a instalar | Uds | 1,00 | 1,00 |
| Nº de tornillos en servicio | Uds | 1,00 | 1,00 |
| Capacidad adoptada | Kg/h | 50,00 | 50,00 |

Preparación de la lechada

| | | | |
|-----------------------------|----------|------|--------|
| Nº de depósitos a instalar | Ud | 1,00 | 1,00 |
| Capacidad unitaria adoptada | m3 | 1,00 | 1,00 |
| Material | | | PVC/PE |
| Nº de agitadores | ud/cuba | 1,00 | 1,00 |
| Tipo | Vertical | | |
| Potencia | kW | 1,50 | 1,50 |

Bombas de impulsión de lechada

| | | | |
|---------------------------|------------|-------|-------|
| Caudal a dosificar | | | |
| - A dosis media | m3/h | 3,40 | 4,81 |
| - A dosis máxima | m3/h | 3,39 | 4,80 |
| Tipo | Centrífuga | | |
| Nº de bombas a instalar | Uds | 2,00 | 2,00 |
| Nº de bombas en servicio | Uds | 1,00 | 1,00 |
| Caudal unitario necesario | m3/h | 3,39 | 4,80 |
| Caudal unitario adoptado | m3/h | 10,00 | 10,00 |
| Presión (hasta) | mca | 20,00 | 20,00 |
| Potencia | kW | 4,00 | 4,00 |

| | | | | | | | |
|---|----------------------|-------|-------|---|--|-----------|-----------|
| Conducciones de dosificación | | | | 5. PREOXIDACIÓN | | | |
| Material | PVC/PE | | | 5.1. PERMANGANATO SÓDICO | | | |
| - General de aspiración | | | | Criterios de diseño | | | |
| - Diámetro | mm | 50,00 | 50,00 | Caudales de diseño | m3/s | 0,30 | 0,425 |
| - Velocidad | m/s | 1,41 | 1,41 | | m3/h | 1.080,00 | 1.530,00 |
| - Individuales de aspiración e impulsión | | | | Función | Agente oxidante y alguicida | | |
| - Diámetro | mm | 50,00 | 50,00 | Forma de suministro: | Líquido | | |
| - Velocidad | m/s | 1,41 | 1,41 | Riqueza | % | 20,00 | 20,00 |
| - General de impulsión | | | | Densidad | Kg/l | 1,20 | 1,20 |
| - Diámetro | mm | 50,00 | 50,00 | Forma de suministro: | Camión cisterna | | |
| - Velocidad | m/s | 1,41 | 1,41 | Dosis | | | |
| | | | | - Media | mg/l | 1,00 | 1,00 |
| | | | | - Máxima | mg/l | 2,00 | 2,00 |
| 4.6. CÁMARA DE CONTACTO PARA HIDRÓXIDO CALCICO | | | | Instalaciones | | | |
| Cámara de contacto | | | | Depósito de almacenamiento | | | |
| Nº de líneas a construir | Ud. | 1,00 | 1,00 | - Material | PEAD | | |
| Nº de líneas en servicio | Ud. | 1,00 | 1,00 | Bombas | | | |
| Dimensiones | | | | - Tipo | Peristálticas | | |
| - Largo útil | m | 3,00 | 3,00 | - Regulación | Variación de frecuencia | | |
| - Ancho | m | 4,00 | 4,00 | Punto de dosificación | Anterior y posterior a las cámaras de preozonización | | |
| - Calado | m | 4,80 | 4,80 | Dimensionado | | | |
| Volumen unitario adoptado | m3 | 57,60 | 57,60 | Consumo horario de reactivo comercial | | | |
| | | | | - A dosis media | Kg/h | 1,08 | 1,53 |
| Volumen total en servicio | m3 | 57,60 | 57,60 | | Kg/d | 25,92 | 36,72 |
| Tiempo total de retención adoptado | min | 3,20 | 2,26 | - A dosis máxima | Kg/año | 9.460,80 | 13.402,80 |
| | | | | | Kg/h | 2,16 | 3,06 |
| | | | | | Kg/d | 51,84 | 73,44 |
| | | | | | Kg/año | 18.921,60 | 26.805,60 |
| Equipos mecánicos | | | | Consumo horario de producto comercial | | | |
| Agitación | | | | - Caudal medio | l/h | 0,90 | 1,28 |
| Tipo | Agitador hiperbólico | | | - Caudal máximo | l/h | 1,80 | 2,55 |
| Nº de agitadores por línea | Uds | 1,00 | 1,00 | Autonomía requerida a dosis medias: | d | 15,00 | 15,00 |
| Nº de agitadores a instalar | Ud. | 1,00 | 1,00 | Almacenamiento requerido: | m3 | 0,32 | 0,46 |
| Nº de agitadores en servicio | Ud. | 1,00 | 1,00 | Almacenamiento a | m3 | 0,40 | 0,40 |
| Potencia unitaria | kW | 4,00 | 4,00 | Peso de reactivo a almacenar | Kg | 480,00 | 480,00 |
| Densidad de agitación | W/m3 | 69,44 | 69,44 | Instalación de almacenamiento | | | |
| | | | | Sistema de almacenamiento: | | | |
| | | | | - Depósito de PE | | | |
| | | | | - Indicador visual local, interruptor de nivel máximo | | | |
| | | | | Nº unidades: | Ud | 1,00 | 1,00 |
| | | | | Material: | PEAD | | |
| | | | | Capacidad unitaria: | l | 800,00 | 800,00 |
| | | | | Autonomía | | | |
| | | | | - En condiciones medias | d | 37,04 | 26,14 |
| | | | | - En condiciones máximas | d | 18,52 | 13,07 |
| | | | | Instalación de dosificación | | | |
| | | | | Caudal horario máximo | l/h | 1,80 | 2,55 |
| | | | | Caudal horario medio | l/h | 0,90 | 1,28 |
| | | | | Tipo de bomba | Peristáltica | | |
| | | | | - Nº bombas instaladas | Ud | 2,00 | 2,00 |
| | | | | - Nº bombas en funcionamiento | Ud | 1,00 | 1,00 |
| | | | | - Caudal unitario necesario | l/h | 1,80 | 2,55 |
| | | | | - Caudal unitario adoptado | l/h | 0,5 - 5 | 0,5 - 5 |
| | | | | Conducciones de dosificación | | | |
| | | | | Material | PVC/PE | | |
| | | | | - General de aspiración | | | |
| | | | | - Diámetro | mm | 25,00 | 25,00 |
| | | | | - Velocidad | m/s | 0,00 | 0,00 |
| | | | | Caudalímetro | Electromagnético | | |
| | | | | - Diámetro | mm | 2,50 | 2,50 |
| | | | | - Velocidad | m/s | 0,10 | 0,14 |

6. DESINFECCIÓN

6.1. DOSIS Y CONSUMOS

| Criterios de diseño | | | |
|-------------------------------------|---|-----------|-----------|
| Caudal | m3/s | 0,30 | 0,43 |
| | m3/h | 1.080,00 | 1.530,00 |
| A/ Precloración | | | |
| Dosis de cloro | | | |
| - Media | mg/l | 3,00 | 3,00 |
| - Máxima | mg/l | 9,00 | 9,00 |
| B/ Postcloración | | | |
| Dosificación de cloro | | | |
| - Media | mg/l | 1,00 | 1,00 |
| - Máxima | mg/l | 2,00 | 2,00 |
| Instalación | | | |
| Equipos | Depósitos Bombas dosificadoras Equipos de seguridad | | |
| Función | Desinfección | | |
| Consumos | | | |
| Dimensionado | | | |
| A/ Precloración | | | |
| Consumos | | | |
| - Medios | kg/h | 3,24 | 4,59 |
| - Máximos | kg/h | 9,72 | 13,77 |
| B/ Postcloración | | | |
| Consumo | | | |
| - Medio | kg/h | 1,08 | 1,53 |
| - Máximo | kg/h | 2,16 | 3,06 |
| C/ Consumos totales de cloro | | | |
| Consumos medios | | | |
| - Precloración | kg/h | 3,24 | 4,59 |
| - Postcloración | kg/h | 1,08 | 1,53 |
| Total | kg/h | 4,32 | 6,12 |
| | Kg/día | 103,68 | 146,88 |
| | Kg/año | 37.843,20 | 53.611,20 |

6.2. INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE CLORO

| | | | |
|--|----------------------------------|----------|----------|
| Dosificación | | | |
| Caudal de diseño | m3/h | 1.080,00 | 1.530,00 |
| Dosificación máxima (de choque) en cloro | mg/l | 11,00 | 11,00 |
| Dosificación media en cloro | mg/l | 4,00 | 4,00 |
| - Máximas | kg/h | 11,88 | 16,83 |
| - Medias | kg/h | 4,32 | 6,12 |
| Concentración en Cl2 del producto | g/l | 130,00 | 130,00 |
| Necesidades de hipoclorito | | | |
| - Máximas | l/h | 91,38 | 129,46 |
| - Medias | l/h | 33,23 | 47,08 |
| Equipos de dosificación | | | |
| Tipo | Bomba dosificadora peristálticas | | |
| Precloración | | | |
| Nº unidades instaladas | Ud | 2,00 | 3,00 |
| Nº unidades en funcionamiento | Ud | 1,00 | 2,00 |
| Caudal unitario necesario | l/h | 91,38 | 64,73 |
| Caudal unitario adoptado | l/h | 9 - 95 | 9 - 95 |
| Presión máxima | bar | 8,00 | 8,00 |
| Postcloración | | | |
| Nº unidades instaladas | Ud | 2,00 | 3,00 |
| Nº unidades en funcionamiento | Ud | 1,00 | 2,00 |
| Caudal unitario necesario | l/h | 16,62 | 11,77 |
| Caudal unitario adoptado | l/h | 20,00 | 20,00 |
| Presión máxima | bar | 8,00 | 8,00 |

Almacenamiento hipoclorito

| | | | |
|--|----|-----------|-----------|
| Autonomía almacenamiento | d | 30,00 | 20,00 |
| Volumen a almacenar | | | |
| - Máximas | l | 65.796,92 | 62.141,54 |
| - Medias | l | 23.926,15 | 22.596,92 |
| Autonomía almacenamiento adoptada | | | |
| - Máximas | d | 31,92 | 22,53 |
| - Medias | d | 87,77 | 61,96 |
| Nº de tanques de hipoclorito | Ud | 2,00 | 2,00 |
| Capacidad unitaria | l | 35.000,00 | 35.000,00 |

7. CARBÓN ACTIVO EN POLVO

Criterios de diseño

| | | |
|--------|------|----------|
| Caudal | m3/s | 0,30 |
| | m3/h | 1.080,00 |

Dosis de diseño

| | | |
|----------|------|------|
| - Media | mg/l | 4,00 |
| - Máxima | mg/l | 9,00 |

Instalación

| | |
|------------------------------|---|
| Producto | Carbón activo en polvo |
| Almacenamiento | Silo |
| Dosificación | Rompebóvedas y tornillo dosificador |
| Preparación de la suspensión | Depósito de PEAD |
| Bombeo de la suspensión | Bombas centrífugas |
| Destino | Canal de entrada de la decantación lame |

Características del reactivo

| | | |
|--|------|-------|
| Naturaleza del producto | | |
| Riqueza del producto comercial | % | 0,98 |
| Densidad | Kg/l | 0,35 |
| Concentración de la suspensión | | |
| - A dosis media | % | 0,025 |
| - A dosis máxima | % | 0,050 |
| Densidad de la suspensión a dosificar | | |
| - A dosis media | Kg/l | 0,96 |
| - A dosis máxima | Kg/l | 0,92 |

Dimensionado

| | | |
|--|------|--------|
| Consumos de reactivo | | |
| - A dosis media | Kg/h | 4,32 |
| - A dosis máxima | Kg/h | 9,72 |
| Consumo de producto comercial | | |
| - A dosis media | Kg/h | 4,41 |
| - A dosis máxima | Kg/h | 9,92 |
| Suspensión a dosificar | | |
| - A dosis media | Kg/h | 176,33 |
| - A dosis máxima | Kg/h | 198,37 |
| Caudal de la suspensión a dosificar | | |
| - A dosis media | l/h | 183,98 |
| - A dosis máxima | l/h | 215,16 |

Almacenamiento

| | | |
|--|------|----------|
| Nº de almacenamientos | Uds | 1,00 |
| Tiempo mínimo requerido a dosis máximas | días | 25,00 |
| Capacidad requerida | Kg | 5.951,02 |
| Volumen requerido | m3 | 17,00 |
| Volumen unitario adoptado | m3 | 18,00 |
| Volumen total adoptado | m3 | 18,00 |
| Tiempo de almacenamiento disponible | | |
| - A dosis media | Días | 59,55 |
| - A dosis máxima | Días | 26,47 |

| | | |
|---|-----------------------------------|----------|
| Dosificación de CAG en polvo | | |
| Tipo | Rompebóvedas con un dosificadores | |
| Peso a dosificar | Kg/h | 9,92 |
| Nº de tornillos en servicio | Uds | 1,00 |
| Capacidad unitaria requerida | Kg/h | 9,92 |
| Capacidad adoptada | Kg/h | 10,00 |
| Preparación de la suspensión | | |
| Nº de depósitos a instalar | Ud | 1,00 |
| Nº de depósitos en servicio | Ud | 1,00 |
| Autonomía del depósito | h | 4,00 |
| Regimen de dosificación | h/d | 24,00 |
| Capacidad unitaria necesaria | m3 | 0,86 |
| Capacidad unitaria adoptada | m3 | 1,02 |
| Dimensiones | | |
| - Diámetro | mm | 1.000,00 |
| - Altura | mm | 1.200,00 |
| Material | | |
| Autonomía real a dosis máxima | h | 4,75 |
| Grado de llenado a dosis máxima | % | 0,84 |
| Nº de agitadores | ud/cuba | 1,00 |
| Tipo | Vertical | |
| Potencia | kW | 0,75 |
| Bombas de impulsión de la suspensión | | |
| Caudal a dosificar | m3/h | 0,22 |
| Tipo | | |
| Nº de bombas a instalar | Uds | 2,00 |
| Nº de bombas en servicio | Uds | 1,00 |
| Caudal unitario necesario | m3/h | 0,22 |
| Caudal unitario adoptado | m3/h | 1,50 |
| Presión (hasta) | mca | 20,00 |
| Potencia | kW | 0,55 |
| Conducciones de dosificación | | |
| Material | | |
| - General de aspiración | | |
| - Diámetro | mm | 32,00 |
| - Velocidad | m/s | 0,52 |
| - Individuales de aspiración e impulsión | | |
| - Diámetro | mm | 32,00 |
| - Velocidad | m/s | 0,52 |
| - General de impulsión | | |
| - Diámetro | mm | 32,00 |
| - Velocidad | m/s | 0,52 |
| Conducciones de agua de servicios | | |
| Material | | |
| Diámetro | mm | 32,00 |
| Velocidad | m/s | 0,52 |
| Reboses y vaciados | | |
| - En depósito de preparación | mm | 32,00 |
| - Conexión con red de vaciados | mm | 32,00 |

| | | DISEÑO | FUTURO |
|--|--|----------|----------|
| 7. COAGULACIÓN Y FLOCULACIÓN | | | |
| 7.1. COAGULACIÓN. INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE REACTIVOS | | | |
| Criterios de diseño | | | |
| Caudal a tratar | m3/s | 0,30 | 0,425 |
| | m3/h | 1.080,00 | 1.530,00 |
| Se podrá dosificar dos tipos de coagulantes | | | |
| <u>Policloruro de aluminio</u> | | | |
| Densidad a 15 °C | Kg/dm3 | 1,22 | 1,22 |
| Riqueza en Al2O3: | % | 17,00 | 17,00 |
| Forma de suministro: | Camión cisterna | | |
| Función | Coagulación de sólidos en cámara de mezcla | | |
| Dosificación reactivo comercial: | | | |
| - Media | mg/l | 15,00 | 15,00 |
| - Máxima | mg/l | 30,00 | 30,00 |
| Volumen de almacenamiento | m3 | 40,00 | 40,00 |
| <u>Sulfato de alumina</u> | | | |
| Densidad a 15 °C | Kg/dm3 | 1,31 | 1,31 |
| Riqueza en Al2O3: | % | 9,30 | 9,30 |
| Forma de suministro: | Camión cisterna | | |
| Función | Coagulación de sólidos en cámara de mezcla | | |
| Dosificación reactivo comercial: | | | |
| - Media | mg/l | 4,00 | 4,00 |
| - Máxima | mg/l | 25,00 | 25,00 |
| Volumen de almacenamiento | m3 | 40,00 | 40,00 |
| Dimensionado | | | |
| <u>Policloruro de aluminio</u> | | | |
| Consumo horario de reactivo comercial | | | |
| - A dosis media | Kg/h | 16,20 | 22,95 |
| | Kg/d | 388,80 | 550,80 |
| - A dosis máxima | Kg/h | 32,40 | 45,90 |
| | Kg/d | 777,60 | 1.101,60 |
| Caudales de dosificación de producto comercial | | | |
| - Caudal medio | l/h | 13,28 | 18,81 |
| - Caudal máximo | l/h | 26,56 | 37,62 |
| <u>Sulfato de aluminio</u> | | | |
| Consumo horario de reactivo comercial | | | |
| - A dosis media | Kg/h | 4,32 | 6,12 |
| | Kg/d | 103,68 | 146,88 |
| - A dosis máxima | Kg/h | 27,00 | 38,25 |
| | Kg/d | 648,00 | 918,00 |
| Caudales de dosificación de producto comercial | | | |
| - Caudal medio | l/h | 3,30 | 4,67 |
| - Caudal máximo | l/h | 20,61 | 29,20 |

| | DISEÑO | FUTURO |
|---|-------------------------|-----------|
| Almacenamiento | | |
| <u>Policloruro de aluminio</u> | | |
| Almacenamiento requerido: | m3 | 40,00 |
| Peso de reactivo a almacenar | Tn | 48.800,00 |
| Sistema de trasvase | Bombeo | 48.800,00 |
| Tipo de bombas: | Centrífuga horizontal | |
| Nº de bombas instaladas: | Ud | 1,00 |
| Nº de bombas en funcionamiento: | Ud | 1,00 |
| Caudal unitario: | m3/h | 50,00 |
| Potencia motor: | KW | 5,50 |
| Sistema de almacenamiento: | | |
| - Depósito de PE | | |
| - Indicador visual local, interruptor de nivel máximo | | |
| Nº de unidades a instalar | Ud | 2,00 |
| Nº unidades en servicio: | Ud | 1,00 |
| Material: | PEAD | |
| Capacidad unitaria: | l | 20.000,00 |
| Autonomía | | |
| - En condiciones medias | d | 62,76 |
| - En condiciones máximas | d | 31,38 |
| <u>Sulfato de aluminio</u> | | |
| Almacenamiento requerido: | m3 | 40,00 |
| Peso de reactivo a almacenar | Tn | 52.400,00 |
| Sistema de trasvase | Bombeo | |
| Tipo de bombas: | Centrífuga horizontal | |
| Nº de bombas instaladas: | Ud | 1,00 |
| Nº de bombas en funcionamiento: | Ud | 1,00 |
| Caudal unitario: | m3/h | 50,00 |
| Potencia motor: | KW | 5,50 |
| Sistema de almacenamiento: | | |
| - Depósito de PE | | |
| - Indicador visual local, interruptor de nivel máximo | | |
| Nº de unidades a instalar | Ud | 2,00 |
| Nº unidades en servicio: | Ud | 1,00 |
| Material: | PEAD | |
| Capacidad unitaria: | l | 20.000,00 |
| Autonomía | | |
| - En condiciones medias | d | 252,70 |
| - En condiciones máximas | d | 40,43 |
| Instalación de dosificación | | |
| <u>Policloruro de aluminio</u> | | |
| Caudal horario medio | l/h | 13,28 |
| Caudal horario máximo | l/h | 26,56 |
| Tipo de bomba | Peristáltica | |
| Regulación | Variación de frecuencia | |
| - Nº bombas instaladas | Ud | 4,00 |
| - Nº bombas en funcionamiento | Ud | 3,00 |
| - Caudal unitario necesario | l/h | 8,85 |
| - Caudal unitario adoptado | l/h | 1 - 10 |
| <u>Sulfato de alumina</u> | | |
| Caudal horario medio | l/h | 3,30 |
| Caudal horario máximo | l/h | 20,61 |
| Tipo de bomba | Peristáltica | |
| Regulación | Variación de frecuencia | |
| - Nº bombas instaladas | Ud | 4,00 |
| - Nº bombas en funcionamiento | Ud | 3,00 |
| - Caudal unitario necesario | l/h | 6,87 |
| - Caudal unitario adoptado | l/h | 2 - 20 |

7.2. CÁMARAS DE MEZCLA

Criterios de diseño

| | | | |
|---|------|----------|----------|
| Caudal a tratar | m3/s | 0,30 | 0,425 |
| | m3/h | 1.080,00 | 1.530,00 |
| Posiciones de servicio | | | |
| Nº de líneas | Uds | 3,00 | 4,00 |
| Tiempo de retención > | min | 2,50 | 2,50 |
| Dimensionado | | | |
| Nº de líneas | | | |
| - A construir | Uds | 3,00 | 1,00 |
| - En servicio | Uds | 3,00 | 4,00 |
| Dimensiones | | | |
| - Longitud | m | 2,80 | 2,80 |
| - Ancho | m | 2,50 | 2,50 |
| - Calado | m | 2,48 | 2,48 |
| Volumen adoptado por línea de decantación | m3 | 17,36 | 17,36 |
| Volumen total | m3 | 52,08 | 69,44 |
| Tiempo de retención | s | 173,60 | 163,39 |
| | min | 2,89 | 2,72 |

Instalaciones

| | | | |
|--------------------------------------|-------------------|------|------|
| Agitación | | | |
| - Tipo | Agitador vertical | | |
| - Nº de equipos por cámara de mezcla | Ud. | 1,00 | 1,00 |
| - Nº de equipos en total | | 3,00 | 4,00 |
| - Potencia unitaria | kW | 0,75 | 0,75 |

7.3. FLOCULACIÓN. INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE ALMIDÓN

Criterios de diseño

| | | | |
|-----------------------------|----------------------------------|----------|----------|
| Caudal a tratar | m3/s | 0,30 | 0,43 |
| | m3/h | 1.080,00 | 1.530,00 |
| Almidón | | | |
| Función | Floculante | | |
| Almacenamiento | Sacos de 25 Kg | | |
| Dosificación | Bombas tornillo | | |
| Regulación | Automática en función del caudal | | |
| Dosis de producto comercial | | | |
| - Media | mg/l | 0,60 | 0,60 |
| - Máxima | mg/l | 1,00 | 1,00 |
| Periodo de maduración | h | 1,00 | 1,00 |
| Producto | | | |
| Estado | Sólido | | |
| Riqueza | % | 100,00 | 100,00 |
| Densidad aparente | g/cc | 0,30 | 0,30 |
| Humedad | % | 0,50 | 0,50 |
| Insolubles al agua | % | 1,00 | 1,00 |

Dimensionado

| | | | |
|------------------------------|--------|-------|-------|
| Consumos | | | |
| Media de producto comercial | Kg/h | 0,65 | 0,92 |
| | Kg/día | 15,55 | 22,03 |
| Máxima de producto comercial | Kg/h | 1,08 | 1,53 |
| | Kg/día | 25,92 | 36,72 |

| | | | |
|-------------------------------|-------|----------|----------|
| Dilución de la solución madre | % | 1,25 | 1,25 |
| Consumos de la preparación | | | |
| - Medio | l/h | 51,84 | 73,44 |
| | l/día | 1.244,16 | 1.762,56 |
| - Máximo | l/h | 86,40 | 122,40 |
| | l/día | 2.073,60 | 2.937,60 |

Almacenamiento

| | | | |
|--------------------------------------|-------------|--------|--------|
| Forma de almacenamiento | Sacos 25 Kg | | |
| Autonomía de almacen. a dosis máxima | d | 7,00 | 7,00 |
| Peso de reactivo necesario | Kg | 181,44 | 257,04 |
| Peso unitario de un saco | Kg | 25,00 | 25,00 |
| Nº de sacos necesarios | Uds. | 7,26 | 10,28 |
| Nº de sacos adoptados | Uds. | 11,00 | 11,00 |

Preparación de la dilución

| | | | |
|---------------------------------|----------------------|------|------|
| Dosificación de producto sólido | | | |
| Tipo | Tornillo dosificador | | |
| Nº de tornillos a instalar | Uds | 1,00 | 1,00 |
| Nº de tornillos en servicio | Uds | 1,00 | 1,00 |
| Capacidad unitaria requerida | Kg/h | 1,08 | 1,53 |
| Capacidad unitaria adoptada | Kg/h | 6,83 | 6,83 |

Cubas de preparación y maduración

| | | | |
|---------------------------------------|---|--------|--------|
| Nº de cubas de preparación a instalar | Uds | 1,00 | 1,00 |
| Nº de compartimentos | Uds | 2,00 | 2,00 |
| Autonomía mínima | h | 2,50 | 2,50 |
| Volumen necesario | l | 108,00 | 153,00 |
| Volumen adoptado | m3 | 0,55 | 0,55 |
| Control de la concentración | Dilución mediante agua de servicios con rotámetro | | |
| Nº de rotámetros a instalar | Uds | 3,00 | 4,00 |
| Nº de rotámetros en servicio | Uds | 3,00 | 4,00 |
| Capacidad unitaria | l/h | 360,00 | 382,50 |

Bombas dosificadoras

| | | | |
|-----------------------------|-------------------------|-----------|-----------|
| Caudal horario medio | l/h | 51,84 | 73,44 |
| Caudal horario máximo | l/h | 86,40 | 122,40 |
| Tipo de bomba | Peristáltica | | |
| Regulación | Variación de frecuencia | | |
| Nº bombas instaladas | Ud | 4,00 | 4,00 |
| Nº bombas en funcionamiento | Ud | 3,00 | 4,00 |
| Caudal unitario necesario | l/h | 28,80 | 30,60 |
| Caudal unitario adoptado | l/h | 35,00 | 35,00 |
| Regulación de caudal | % | 10 - 100% | 10 - 100% |
| Medida de caudal | Electromagnética | | |

7.4. CÁMARAS DE FLOCULACIÓN

Criterios de diseño

| | | | |
|------------------------|------|----------|----------|
| Caudal a tratar | m3/s | 0,30 | 0,425 |
| | m3/h | 1.080,00 | 1.530,00 |
| Posiciones de servicio | | | |
| Nº de líneas | Uds | 3,00 | 4,00 |
| Tiempo de retención > | min | 40,00 | 40,00 |

Dimensionado

| | | | |
|---|-------------|----------|----------|
| Nº de líneas | | | |
| - En servicio | Uds | 3,00 | 4,00 |
| - Nº de cámaras por decantador | Uds | 2,00 | 2,00 |
| - Disposición | En paralelo | | |
| Dimensiones de cada cámara | | | |
| - Longitud | m | 5,30 | 5,30 |
| - Ancho | m | 5,25 | 5,25 |
| - Calado | m | 5,00 | 5,00 |
| Volumen adoptado por cámara | m3 | 139,13 | 139,13 |
| Volumen adoptado por línea de decantación | m3 | 278,25 | 278,25 |
| Volumen total | m3 | 834,75 | 1.113,00 |
| Tiempo de retención | s | 2.782,50 | 2.618,82 |
| | min | 46,38 | 43,65 |

Instalaciones

| | | | |
|---|--------------|------|------|
| Agitación | | | |
| - Tipo | Hiperboloide | | |
| - Nº de equipos por cámara de floculación | Uds | 1,00 | 1,00 |
| - Nº de equipos en total | Uds | 6,00 | 6,00 |
| - Potencia unitaria | kW | 1,10 | 1,10 |

8. DECANTACIÓN

8.1. DECANTADOR

Criterios de diseño

| | | | |
|--|---------------|----------|----------|
| Caudal de diseño | m3/s | 0,30 | 0,425 |
| | m3/h | 1.080,00 | 1.530,00 |
| Nº de líneas | Uds | | |
| - A construir | | 3,00 | 1,00 |
| - En servicio simultáneo | | 3,00 | 4,00 |
| Altura de agua (>) | m | 4,90 | 4,90 |
| Velocidad máxima de decantación (Hazen) | m/h | 0,40 | 0,40 |
| Velocidad ascensional por superficie de decantador | m/h | 4,50 | 4,50 |
| Carga máxima sobre vertedero | m3/h.m | 4,50 | 4,50 |
| Tiempo de retención en zona previa de flotantes | min | 21,00 | 21,00 |
| Concentración de la purga de fangos | g/l | 5,00 | 5,00 |
| Características de las lamelas | | | |
| - Altura del módulo lamelar | m | 1,00 | 1,00 |
| - Radio hidráulico | cm | 1,50 | 1,50 |
| - Material de las lamelas | Polipropileno | | |
| - Profundidad mínima bajo lamelas > | m | 3,00 | 3,00 |
| - Calado mínimo sobre lamelas | m | 0,80 | 0,80 |

Instalación

| | | | |
|-------------------------------|---|-------|-------|
| Configuración del decantador: | Planta cuadrada con sección inferior troncocónica | | |
| Tipo | Lamelar | | |
| Concentración de fango | Rasquetas sumergidas | | |
| Salida agua decantada | Canales transversales | | |
| Lamelas | | | |
| Material: | PPTV | | |
| Peso: | kg/m3 | 53,00 | 53,00 |
| Altura de las lamelas | m | 1,00 | 1,00 |
| Angulo de colocación: | º | 60,00 | 60,00 |
| Separación entre lamelas | m | 0,045 | 0,045 |

Dimensionado

| | | | |
|---|--------|----------|----------|
| Nº decantadores adoptados: | Ud | 3,00 | 4,00 |
| Caudal máximo por decantador: | m3/h | 360,00 | 382,50 |
| <i>Dimensiones zona lamelar</i> | | | |
| - Longitud | m | 10,37 | 10,37 |
| - Anchura | m | 9,00 | 9,00 |
| - Altura lamelas | m | 1,00 | 1,00 |
| - Factor de reducción por soportes de lamelas | % | 0,95 | 0,95 |
| - Superficie ocupada por las lamelas por decantador | m2/dec | 88,48 | 88,48 |
| - Superficie total | m2 | 265,43 | 353,91 |
| - Volumen lamelar unitario | m3 | 93,33 | 93,33 |
| - Volumen total lamelar | m3 | 279,99 | 373,32 |
| - Superficie específica | m2/m3 | 11,00 | 11,00 |
| - Superficie lamelar por decantador | m2 | 1.026,63 | 1.026,63 |
| - Superficie lamelar total | m2 | 3.079,89 | 1.026,63 |
| <i>Dimensiones del decantador</i> | | | |
| - Longitud | m | 11,00 | 11,00 |
| - Anchura | m | 11,00 | 11,00 |
| - Profundidad recta | m | 4,97 | 4,97 |
| - Profundidad total | m | 5,47 | 5,47 |
| - Superficie del decantador | m2/dec | 121,00 | 121,00 |
| - Volumen por decantador | m3/dec | 601,37 | 601,37 |

Dimensiones de la zona de recogida de flotantes

| | | | |
|-----------------------|---------------------|--------|--------|
| - Ancho | m | 11,00 | 11,00 |
| - Longitud | m | 2,50 | 2,50 |
| - Profundidad | m | 5,10 | 5,10 |
| - Superficie unitario | m ² /dec | 27,50 | 27,50 |
| - Volumen unitario | m ³ /dec | 140,25 | 140,25 |

Recogida agua clarificada

| | | | |
|-------------------------------|------------|-------|-------|
| Instalación | Canaletas | | |
| Nº de canales por decantador: | | 4,00 | 4,00 |
| Material: | AISI- 316 | | |
| Longitud | m/canaleta | 18,00 | 18,00 |
| Longitud total de vertederos | m/dec | 72,00 | 72,00 |

Parámetros de diseño adoptados

| | | | |
|--|---------------------|-------|-------|
| Carga superficial del decantador | m/h | 4,07 | 4,32 |
| Carga superficial por superficie lamelar | m/h | 0,35 | 0,37 |
| Carga sobre vertedero | m ³ /m.h | 5,00 | 5,31 |
| Tiempo de retención en decantadores | Horas | 1,67 | 1,57 |
| Tiempo de retención arqueta de flotantes | min | 23,38 | 22,00 |

8.2. PRODUCCIÓN Y EVACUACIÓN DE FANGOS

Instalación

| | | | |
|----------------------------------|--|------|--|
| Concentración del fango | Por gravedad en poceta central | | |
| Nº concentradores por decantador | Ud | 1,00 | |
| Sistema de recogida: | Rasqueta de fondo | | |
| Accionamiento de la reasqueta | Motorreductor central | | |
| Sistema de purga: | Bombas de tornillo | | |
| Regulación en bombeo | Variador de frecuencia | | |
| Destino de los fangos: | Línea de fangos/Recirculación Mezcla-floculación | | |

Dimensionado para una producción de 15 gMS/m³

| | | | |
|---------------------------------------|--------------------|--------|--------|
| Tasa de producción en decantación | gMS/m ³ | 15,00 | 15,00 |
| Coefficiente de seguridad | | 1,10 | 1,10 |
| Tasa de producción de diseño | gMS/m ³ | 16,50 | 16,50 |
| Producción total de fangos en la ETAP | Kg/h | 17,82 | 25,25 |
| | Kg/d | 427,68 | 605,88 |
| Concentración de la purga | g/l | 5,00 | 5,00 |
| Volumen de fangos | m ³ /d | 85,54 | 121,18 |
| Duración de las purgas | h/d | 6,00 | 6,00 |
| Caudal total horario | m ³ /h | 14,26 | 20,20 |

Instalación de bombeo de fangos

| | | | |
|--|-------------------|--------|--------|
| Nº de bombas a instalar | Ud. | 4,00 | 5,00 |
| Nº de bombas simultáneas | Ud. | 3,00 | 4,00 |
| Caudal unitario necesario | m ³ /h | 4,75 | 5,05 |
| Caudal unitario adoptado | m ³ /h | 15,00 | 15,00 |
| Diámetro individual de la conducción de aspiración | mm | 150,00 | 150,00 |
| Velocidad | m/s | 0,24 | 0,24 |
| Diámetro de la conducción de impulsión | mm | 80,00 | 80,00 |
| Velocidad | m/s | 0,79 | 1,12 |

| | DISEÑO | FUTURO | |
|--|---|-----------|-----------|
| 9. FILTRACIÓN | | | |
| 9.1. FILTROS DE ARENA ABIERTOS | | | |
| Criterios de diseño | | | |
| Tipo de filtros: | Abiertos | | |
| Sistema de filtración: | Gravedad | | |
| Regulación: | Sistema de regulación por válvula de salida de agua filtrada con nivel constante en filtro / caudal agua filtrada | | |
| Caudal de diseño | m3/d | 25.920,00 | 36.720,00 |
| | m3/h | 1.080,00 | 1.530,00 |
| | m3/s | 0,30 | 0,425 |
| Turbidez del agua filtrada | | | |
| - 95% del tiempo de funcionamiento < | NTU | 0,30 | 0,30 |
| - 15 minutos consecutivos < | NTU | 0,50 | 0,50 |
| Velocidad de filtración | | | |
| - Con todas las líneas en servicio < | m/h | 6,00 | 6,00 |
| - 1 Ud en Lavado + un filtro en parada técnica < | m/h | 8,00 | 8,00 |
| Altura del lecho filtrante | m | 1,00 | 1,00 |
| Altura entre lecho y vertedero de agua de lavado | m | 0,40 | 0,40 |
| Soporte de material filtrante | Falsos fondos prefabricados en AISI 316L | | |
| Material filtrante | Monocapa de arena silíceas | | |
| Contenido en sílice > | % | 98,00 | 98,00 |
| Talla efectiva | mm | 1 + 0,1 | 1 + 0,1 |
| Tamaño mínimo | mm | 0,60 | 0,60 |
| Coefficiente uniformidad < | | 1,50 | 1,50 |
| Densidad aparente en seco | Tm/m3 | 1,5 - 1,7 | 1,5 - 1,7 |
| Densidad real | Tm/m3 | 2,62 | 2,62 |
| Dimensionado | | | |
| Nº de baterías de filtros | Ud | 1,00 | 1,00 |
| Nº de filtros por batería | Ud | 6,00 | 6,00 |
| Nº de filtros en servicio: | | | |
| - Con todas las líneas en servicio | Ud | 6,00 | 8,00 |
| - 1 Ud en Lavado + un filtro en parada técnica | Ud | 4,00 | 6,00 |
| Nº de celdas por filtro | Ud | 1,00 | 1,00 |
| Dimensiones principales | | | |
| Celdas: | | | |
| - Longitud: | m | 7,15 | 7,15 |
| - Anchura: | m | 4,75 | 4,75 |
| - Relación longitud/anchura | m/m | 1,51 | 1,51 |
| - Altura del lecho filtrante | m | 1,00 | 1,00 |
| - Altura de agua sobre lecho | m | 1,50 | 1,50 |
| Superficie de filtración | | | |
| - Celda | m2 | 33,96 | 33,96 |
| - Filtro | m2 | 33,96 | 33,96 |
| - Con todas las líneas en servicio | m2 | 203,78 | 271,70 |
| - 1 Ud en Lavado + un filtro en parada técnica | m2 | 135,85 | 203,78 |
| Volumen de filtración | | | |
| - Material filtrante | m3/celda | 33,96 | 33,96 |
| | m3/filtro | 33,96 | 33,96 |
| | m3 | 203,78 | 271,70 |
| Parámetros de diseño adoptados | | | |
| Velocidad de filtración | | | |
| - Con todas las líneas en servicio | m3/m2/h | 5,30 | 5,63 |
| - 1 Ud en Lavado + un filtro en parada técnica | m3/m2/h | 7,95 | 7,51 |
| Tiempo de filtración | | | |
| - Con todas las líneas en servicio | min | 11,32 | 10,65 |
| - 1 Ud en Lavado + un filtro en parada técnica | min | 7,55 | 7,99 |

| | DISEÑO | FUTURO | |
|---|---|-----------|-----------|
| Entrada a filtros | | | |
| Aislamiento | Compuerta mural | | |
| Accionamiento | Servomotorizado | | |
| Número de compuertas por filtro | Uds/filtro | 1,00 | 1,00 |
| Dimensiones | | | |
| - Ancho | m | 0,50 | 0,50 |
| - Altura | m | 0,50 | 0,50 |
| Velocidades de paso | | | |
| - Con todas las líneas en servicio | m/s | 0,20 | 0,21 |
| - 1 Ud en Lavado + un filtro en parada técnica | m/s | 0,30 | 0,28 |
| Lechos filtrantes | | | |
| Material | Monocapa arena con contenido superior al 98% Si | | |
| Talla efectiva | mm | 1 + 0,1 | 1 + 0,1 |
| Coefficiente uniformidad | | 1,50 | 1,50 |
| Espesor del lecho | m | 1,00 | 1,00 |
| Volumen por filtro | m3/filtro | 33,96 | 33,96 |
| Densidad aparente en seco | Tm/m3 | 1,5 - 1,7 | 1,5 - 1,7 |
| Densidad real | Tm/m3 | 2,62 | 2,62 |
| Peso por filtro | Tm | 57,74 | 57,74 |
| Falso fondo | | | |
| Nº de filtros | Uds | 6,00 | 8,00 |
| Tipo | Falso fondo prefabricado modular | | |
| Material | Acero inoxidable | | |
| Dimensiones unitarias de cada módulo | | | |
| - Longitud | mm | 4.650,00 | 4.650,00 |
| - Ancho | mm | 251,00 | 251,00 |
| - Altura | mm | 138,00 | 138,00 |
| Nº de filas por celda | Uds | 22,00 | 22,00 |
| Salida y regulación de los filtros | | | |
| Sistema: | Medida de nivel ultrasónico o caudalímetro | | |
| Tipo de señal: | mA | 4-20 | 4-20 |
| Campo de regulación | mm | 0 - 30 | 0 - 30 |
| Organo de respuesta: | Actuador servomotorizado de regulación en válvula mar | | |
| Diámetro: | mm | 200,00 | 200,00 |
| Velocidad del flujo (sección abierta) | | | |
| - Con todas las líneas en servicio | m/s | 1,59 | 1,69 |
| - 1 Ud en Lavado + un filtro en parada técnica | m/s | 2,39 | 2,25 |
| 9.2. LAVADO DE LOS FILTROS DE ARENA ABIERTOS | | | |
| Criterios de diseño | | | |
| Fases de lavado | Vaciado parcial Esponjamiento Lavado Aclarado Llenado de filtro | | |
| Velocidades de lavados de filtros | | | |
| - Aire en esponjamiento y lavado > | m/h | 60,00 | 60,00 |
| - Agua en lavado > | m/h | 12,50 | 12,50 |
| - Agua en aclarado > | m/h | 25,00 | 25,00 |
| Duración de las fases de lavado | | | |
| - Esponjamiento y agitación | min | 4,00 | 4,00 |
| - Lavado | min | 8,00 | 8,00 |
| - Aclarado | min | 4,00 | 4,00 |
| Nº posible de filtros en lavado simultáneo: | Ud | 1,00 | 1,00 |
| Expansión máxima | % | 25,00 | 25,00 |

Dimensionado

Fase de agitación

| | | | |
|-------------------------|-----------|----------|----------|
| - Fluido | Aire | | |
| - Velocidad | minutos | 4,00 | 4,00 |
| - Duración | Nm3/m2/h | 60,00 | 60,00 |
| - Caudal necesario: | Nm3/h | 2.037,75 | 2.037,75 |
| - Sistema de aportación | Soplantes | | |

Fase de lavado:

| | | | |
|-------------------------------|------------------------|----------|----------|
| - Duración: | min | 8,00 | 8,00 |
| A) Sistema de aire | | | |
| . Velocidad máxima | Nm3/m2/h | 60,00 | 60,00 |
| . Caudal necesario | Nm3/h | 2.037,75 | 2.037,75 |
| B) Agua de lavado: | | | |
| . Velocidad máxima: | m3/m2/h | 12,50 | 12,50 |
| . Caudal necesario: | m3/h | 424,53 | 424,53 |
| . Procedencia agua de lavado: | Depósito agua filtrada | | |
| . Sistema de aportación: | Bombas horizontales | | |

Fase de aclarado

| | | | |
|------------------------------|------------------------|--------|--------|
| - Duración | min | 4,00 | 4,00 |
| - Velocidad máxima | m3/m2/h | 25,00 | 25,00 |
| - Caudal necesario | m3/h | 849,06 | 849,06 |
| - Procedencia agua de lavado | Depósito agua filtrada | | |
| - Sistema de aportación | Bombas horizontales | | |

Equipos para lavado de los filtros

Aire de lavado

| | | | |
|---|-------------------------|----------|----------|
| Caudal necesario | Nm3/h | 2.037,75 | 2.037,75 |
| Producción de aire | Soplantes rotativas | | |
| Regulación | Variación de frecuencia | | |
| Nº de soplantes instaladas | Ud | 2,00 | 2,00 |
| Nº de soplantes en funcionamiento | Ud | 1,00 | 1,00 |
| Caudal unitario necesario | Nm3/h | 2.037,75 | 2.037,75 |
| Caudal unitario instalado | Nm3/h | 2.050,00 | 2.050,00 |
| Presión diferencial | m.c.a. | 5,00 | 5,00 |
| Potencia motor | Kw | | |
| Impulsiones individuales | | | |
| - Diámetro | mm | 250,00 | 250,00 |
| - Velocidad | m/sg | 11,60 | 11,60 |
| Impulsión general | | | |
| - Diámetro | mm | 250,00 | 250,00 |
| - Velocidad | m/sg | 11,60 | 11,60 |
| Ramales de distribución de aire a cada filtro | | | |
| - Nº de ramales | Ud | 1,00 | 1,00 |
| - Diámetro | mm | 250,00 | 250,00 |
| - Velocidad | m/sg | 11,60 | 11,60 |

Agua de lavado

| | | | |
|-------------------------------|---------------------------------|--------|--------|
| Caudal necesario en lavado | m3/h | 424,53 | 424,53 |
| Caudal necesario en aclarado | m3/h | 849,06 | 849,06 |
| Equipos | Bombas centrífugas horizontales | | |
| Regulación | Variación de frecuencia | | |
| - Nº bombas instaladas | Ud | 3,00 | 3,00 |
| - Nº bombas en funcionamiento | | | |
| - En lavado | Ud | 1,00 | 1,00 |
| - En aclarado | Ud | 2,00 | 2,00 |
| - Caudal unitario necesario | | | |
| - En lavado | m3/h | 424,53 | 424,53 |
| - En aclarado | m3/h | 424,53 | 424,53 |
| - Caudal unitario adoptado | m3/h | 450,00 | 450,00 |
| - Altura manométrica | m.c.a. | 5,00 | 5,00 |
| - Potencia motor | Kw | 11,00 | 11,00 |

Prestaciones

| | | | |
|--|------|--------|--------|
| Duración de la fase de lavado | min | 8,00 | 8,00 |
| Volumen de agua en fase de lavado | m3 | 56,60 | 56,60 |
| Duración de la fase de aclarado | min | 4,00 | 4,00 |
| Volumen de agua en fase de aclarado | m3 | 56,60 | 56,60 |
| Duración de las fases de lavado y aclarado | min | 12,00 | 12,00 |
| Volumen de agua producido | m3 | 113,21 | 113,21 |
| Carrera prevista del ciclo de filtrado | h | 30,00 | 30,00 |
| Nº de filtros a lavar en un día | Uds | 4,80 | 6,40 |
| Caudal total de agua de lavado | m3/d | 543,40 | 724,53 |
| Porcentaje sobre el caudal de diseño | % | 2,10% | 1,97% |

| | | DISEÑO | FUTURO |
|------------------------------|-------------------------|-----------|-----------|
| 10. BOMBEO INTERMEDIO | | | |
| Criterios de diseño | | | |
| Caudal de diseño | m3/d | 25.920,00 | 36.720,00 |
| | m3/h | 1.080,00 | 1.530,00 |
| | m3/s | 0,30 | 0,425 |
| Tiempo de retención > | min | 5,00 | 5,00 |
| Nº de bombas a instalar | Ud | 3,00 | 4,00 |
| Nº de bombas simultáneas | Ud | 2,00 | 3,00 |
| Dimensionado | | | |
| Nº de depósitos | Ud | 1,00 | 1,00 |
| Dimensiones unitarias | | | |
| - Longitud | m | 18,95 | 18,95 |
| - Ancho | m | 5,00 | 5,00 |
| - Calado | m | 2,00 | 2,00 |
| Volumen unitario | m3 | 189,50 | 189,50 |
| Volumen total | m3 | 189,50 | 189,50 |
| Tiempo de retención adoptado | min | 10,53 | 7,43 |
| Instalación de bombeo | | | |
| Tipo | Bombas centrífugas | | |
| Regulación | Variación de frecuencia | | |
| Destino | Ozonización intermedia | | |
| Nº de bombas a instalar | Ud | 3,00 | 4,00 |
| Nº de bombas simultáneas | Ud | 2,00 | 3,00 |
| Caudal unitario necesario | m3/h | 540,00 | 510,00 |
| Caudal unitario adoptado | m3/h | 550,00 | 550,00 |
| Altura manométrica | mca | 7,00 | 7,00 |
| Diámetro de conducciones | | | |
| Impulsión | | | |
| - Diámetro | mm | 600,00 | 600,00 |
| - Velocidad máxima | m/sg | 1,08 | 1,62 |
| Aspiración | | | |
| - Diámetro | mm | 700,00 | 700,00 |
| - Velocidad máxima | m/sg | 0,79 | 1,19 |

| | | DISEÑO | FUTURO |
|--|--------------------------------|----------|----------|
| 11. OZONIZACIÓN INTERMEDIA Y OXIDACIÓN AVANZADA | | | |
| 11.1. CAMARA DE OZONIZACIÓN INTERMEDIA | | | |
| Criterios de diseño | | | |
| Caudales de diseño | m3/s | 0,30 | 0,425 |
| | m3/h | 1.080,00 | 1.530,00 |
| Número de líneas a construir > | Uds | 1,00 | 1,00 |
| Número de cámaras por línea | Uds | 1,00 | 1,00 |
| Números de cámara con aporte de ozono | Uds | 1,00 | 1,00 |
| Calado de agua > | m | 5,00 | 5,00 |
| Tiempos de retención > | min | 7,00 | 7,00 |
| Cámara postozonización | | | |
| Nº de líneas a construir | Ud. | 1,00 | 1,00 |
| Dosis | Ud. | 1,00 | 1,00 |
| Dimensiones 1º compartimento | | | |
| - Largo útil | m | 5,80 | 5,80 |
| - Ancho | m | 3,00 | 3,00 |
| - Calado | m | 5,50 | 5,50 |
| Volumen unitario adoptado | m3 | 95,70 | 95,70 |
| Dimensiones 2º compartimento | | | |
| - Largo útil | m | 5,80 | 5,80 |
| - Ancho | m | 3,00 | 3,00 |
| - Calado | m | 5,50 | 5,50 |
| Volumen unitario adoptado | m3 | 95,70 | 95,70 |
| Volumen unitario por línea | m3 | 191,40 | 191,40 |
| Volumen total en servicio | m3 | 191,40 | 191,40 |
| Tiempo total de retención adoptado | min | 10,63 | 7,51 |
| Destructores de ozono | | | |
| Nº de unidades | Uds | 1 | 1 |
| Capacidad adoptada | Nm3/h | 100 | 100 |
| Difusores | | | |
| Tipo | Difusores circulares cerámicos | | |
| Nº de parrillas | Uds | 1 | 1 |
| Nº de difusores por parrilla | Uds | 8 | 8 |

Instalaciones de generación

Se utilizan los mismos equipos de producción de ozono tanto para pre-ozonización, como en ozonización intern

11.2. OXIDACION AVANZADA CON PERÓXIDO DE HIDROGENO

Criterios de diseño

| | | | |
|----------------------------------|------------------------|----------|----------|
| Caudal a tratar | m3/s | 0,30 | 0,425 |
| | m3/h | 1.080,00 | 1.530,00 |
| Densidad | Kg/dm3 | 1,22 | 1,22 |
| Riqueza | % | 35,00 | 35,00 |
| Forma de suministro: | Camión cisterna | | |
| Función | Reactivo de floculante | | |
| Dosificación reactivo comercial: | | | |
| - Media | mg/l | 0,40 | 0,40 |
| - Máxima | mg/l | 1,00 | 1,00 |
| Volumen de almacenamiento | m3 | 15,00 | 15,00 |

12. FILTRACIÓN SOBRE LECHO DE CARBÓN ACTIVO

Dimensionado

| | | | |
|--|------|-------|-------|
| Consumo horario de reactivo puro | | | |
| - A dosis media | Kg/h | 0,43 | 0,61 |
| | Kg/d | 10,37 | 14,69 |
| - A dosis máxima | Kg/h | 1,08 | 1,53 |
| | Kg/d | 25,92 | 36,72 |
| Caudales de dosificación de producto comercial | | | |
| - Caudal medio | l/h | 1,01 | 1,43 |
| - Caudal máximo | l/h | 2,53 | 3,58 |

Almacenamiento

| | | | |
|---|-----------------------|----------|----------|
| Sistema de trasvase | Bombeo | | |
| Tipo de bombas: | Centrífuga horizontal | | |
| Nº de bombas instaladas: | Ud | 1,00 | 1,00 |
| Nº de bombas en funcionamiento: | Ud | 1,00 | 1,00 |
| Caudal unitario: | m ³ /h | 50,00 | 50,00 |
| Potencia motor: | KW | 2,20 | 2,20 |
| Sistema de almacenamiento: | | | |
| - Depósito de PE | | | |
| - Indicador visual local, interruptor de nivel máximo | | | |
| Nº unidades: | Ud | 1,00 | 1,00 |
| Material: | PEAD | | |
| Capacidad unitaria: | l | 1.000,00 | 1.000,00 |
| Autonomía | | | |
| - En condiciones medias | d | 41,18 | 29,07 |
| - En condiciones máximas | d | 16,47 | 11,63 |

Instalación de dosificación

| | | | |
|-------------------------------|-------------------------|-------|-------|
| Caudal horario medio | l/h | 1,01 | 1,43 |
| Caudal horario máximo | l/h | 2,53 | 3,58 |
| Tipo de bomba | Peristáltica | | |
| Regulación | Variación de frecuencia | | |
| - Nº bombas instaladas | Ud | 2,00 | 2,00 |
| - Nº bombas en funcionamiento | Ud | 1,00 | 1,00 |
| - Caudal unitario necesario | l/h | 2,53 | 3,58 |
| - Caudal unitario adoptado | l/h | 0,5-5 | 0,5-5 |

12.1. FILTROS DE CARBÓN ACTIVO

Criterios de diseño

| | | | |
|-------------------------------|---|-----------|-----------|
| Tipo de filtros: | Abiertos | | |
| Sistema de filtración: | Gravedad | | |
| Regulación: | Sistema de regulación por válvula de salida de | | |
| | Agua filtrada con nivel constante en filtro / caudal agua | | |
| Caudal de diseño | m ³ /d | 25.920,00 | 36.720,00 |
| | m ³ /h | 1.080,00 | 1.530,00 |
| | m ³ /s | 0,30 | 0,43 |
| Tiempo de contacto > | min | 15,00 | 10,00 |
| Altura del lecho filtrante > | m | 2,15 | 2,15 |
| Soporte de material filtrante | Falsos fondos prefabricados | | |
| Material filtrante | Carbón activo granular | | |
| Talla efectiva | mm | 1,00 | 1,00 |
| Tamaño mínimo | mm | 0,60 | 0,60 |
| Coefficiente uniformidad | | 1,70 | 1,70 |
| Densidad aparente en seco | Tn/m ³ | 0,48 | 0,48 |

Dimensionado

| | | | |
|-------------------------------------|------------------------|--------|--------|
| Datos generales | | | |
| Nº de baterías de filtros | Ud | 1,00 | 1,00 |
| Nº de filtros por batería | Ud | 4,00 | 4,00 |
| Nº de filtros en servicio: | | | |
| - Con todos los filtros en servicio | Ud | 4,00 | 4,00 |
| - Con un filtro en lavado | Ud | 3,00 | 3,00 |
| Nº de celdas por filtro | Ud | 1,00 | 1,00 |
| Dimensiones principales | | | |
| Celdas: | | | |
| - Longitud: | m | 7,15 | 7,15 |
| - Anchura: | m | 4,75 | 4,75 |
| - Relación longitud/anchura | m/m | 1,51 | 1,51 |
| - Altura del lecho filtrante | m | 2,15 | 2,15 |
| - Altura de agua sobre lecho | m | 1,30 | 1,30 |
| Superficie de filtración | | | |
| - Celda | m ² | 33,96 | 33,96 |
| - Filtro | m ² | 33,96 | 33,96 |
| - Con todos los filtros en servicio | m ² | 135,85 | 135,85 |
| - Con un filtro en lavado | m ² | 101,89 | 101,89 |
| Volumen de filtración | | | |
| - Material filtrante | m ³ /celda | 73,02 | 73,02 |
| | m ³ /filtro | 73,02 | 73,02 |
| | m ³ | 292,08 | 292,08 |

Parámetros de diseño adoptados

| | | | |
|-------------------------------------|-----------------------------------|-------|-------|
| Velocidad de filtración | | | |
| - Con todos los filtros en servicio | m ³ /m ² /h | 7,95 | 11,26 |
| - Con un filtro en lavado | m ³ /m ² /h | 10,60 | 15,02 |
| Tiempo de filtración | | | |
| - Con todos los filtros en servicio | min | 16,23 | 11,45 |
| - Con un filtro en lavado | min | 12,17 | 8,59 |

Entrada a filtros

| | | | |
|---------------------------------|-----------------|------|------|
| Aislamiento | Compuerta mural | | |
| Accionamiento | Servomotorizado | | |
| Número de compuertas por filtro | Uds/filtro | 1,00 | 1,00 |
| Dimensiones | | | |
| - Ancho | m | 0,50 | 0,50 |
| - Altura | m | 0,50 | 0,50 |
| Velocidades de paso | | | |
| - Posición 1 | m/s | 0,30 | 0,43 |
| - Posición 2 | m/s | 0,40 | 0,57 |

Lechos filtrantes

| | | | |
|---------------------------|------------------------|-------|-------|
| Material | Carbón activo granular | | |
| Talla efectiva | mm | 0,60 | 0,60 |
| Coeficiente uniformidad | | 1,70 | 1,70 |
| Espesor del lecho | m | 2,15 | 2,15 |
| Volumen por filtro | m3/filtro | 73,02 | 73,02 |
| Densidad aparente en seco | Tm/m3 | 0,48 | 0,48 |
| Peso por filtro | Tm | 35,05 | 35,05 |

Falso fondo

| | | | |
|--------------------------------------|----------------------------------|----------|----------|
| Nº de filtros | Uds | 4,00 | 4,00 |
| Tipo | Falso fondo prefabricado modular | | |
| Material | Acero inoxidable | | |
| Dimensiones unitarias de cada módulo | | | |
| - Longitud | mm | 4.650,00 | 4.650,00 |
| - Ancho | mm | 251,00 | 251,00 |
| - Altura | mm | 138,00 | 138,00 |
| Nº de filas por celda | Uds | 22,00 | 22,00 |

Salida y regulación de los filtros

| | | | |
|---------------------------------------|--|--------|--------|
| Sistema: | Medida de nivel ultrasónico o caudalímetro | | |
| Tipo de señal: | mA 4-20 | 4-20 | |
| Campo de regulación | mm 0 - 30 | 0 - 30 | |
| Organo de respuesta: | Actuador servomotorizado en válvula mariposa | | |
| Diámetro: | mm | 250,00 | 250,00 |
| Velocidad del flujo (sección abierta) | m/s | | |
| - Posición 1 | m/s | 1,53 | 2,16 |
| - Posición 2 | m/s | 2,04 | 2,89 |

12.2. LAVADO DE LOS FILTROS DE CARBÓN ACTIVO

Criterios de diseño

| | | | |
|---|-------------------|-------|-------|
| Fases de lavado | Vaciado parcial | | |
| | Agitación | | |
| | Lavado | | |
| | Llenado de filtro | | |
| Velocidades de lavados de filtros | | | |
| - Aire en agitación > | m/h | 60,00 | 60,00 |
| - Agua en lavado > | m/h | 25,00 | 25,00 |
| Duración de las fases de lavado | | | |
| - Esponjamiento y agitación | min | 2,00 | 2,00 |
| - Lavado | min | 10,00 | 10,00 |
| Nº posible de filtros en lavado simultáneo: | Ud | 1,00 | 1,00 |
| Expansión máxima | % | 30,00 | 30,00 |

Dimensionado

| | | | |
|-------------------------------|------------------------|----------|----------|
| Fase de agitación | | | |
| - Fluido | Aire | | |
| - Velocidad | minutos | 2,00 | 2,00 |
| - Duración | Nm3/m2/h | 60,00 | 60,00 |
| - Caudal necesario: | Nm3/h | 2.037,75 | 2.037,75 |
| - Sistema de aportación | Soplantes | | |
| Fase de lavado: | | | |
| - Duración: | min | 10,00 | 10,00 |
| - Velocidad máxima: | m3/m2/h | 25,00 | 25,00 |
| - Caudal necesario: | m3/h | 849,06 | 849,06 |
| - Procedencia agua de lavado: | Depósito agua filtrada | | |
| - Sistema de aportación: | Bombas horizontales | | |

Equipos para lavado de los filtros

| | | | |
|---|-------------------------|----------|----------|
| <i>Aire de lavado</i> | | | |
| Caudal necesario | Nm3/h | 2.037,75 | 2.037,75 |
| Producción de aire | Soplantes rotativas | | |
| Regulación | Variación de frecuencia | | |
| Nº de soplantes instaladas | Ud | 2,00 | 2,00 |
| Nº de soplantes en funcionamiento | Ud | 1,00 | 1,00 |
| Caudal unitario necesario | Nm3/h | 2.037,75 | 2.037,75 |
| Caudal unitario instalado | Nm3/h | 2.050,00 | 2.050,00 |
| Presión diferencial | m.c.a. | 5,00 | 5,00 |
| Potencia motor | Kw | | |
| Impulsiones individuales | | | |
| - Diámetro | mm | 250,00 | 250,00 |
| - Velocidad | m/sg | 11,60 | 11,60 |
| Impulsión general | | | |
| - Diámetro | mm | 250,00 | 250,00 |
| - Velocidad | m/sg | 11,60 | 11,60 |
| Ramales de distribución de aire a filtros | | | |
| - Nº de ramales | Ud | 1,00 | 1,00 |
| - Diámetro | mm | 250,00 | 250,00 |
| - Velocidad | m/sg | 11,60 | 11,60 |

Agua de lavado

| | | | |
|-------------------------------|---------------------------------|--------|--------|
| Caudal necesario en lavado | m3/h | 849,06 | 849,06 |
| Equipos | Bombas centrífugas horizontales | | |
| Regulación | Variación de frecuencia | | |
| - Nº bombas instaladas | Ud | 3,00 | 3,00 |
| - Nº bombas en funcionamiento | Ud | 2,00 | 2,00 |
| - Caudal unitario necesario | m3/h | 424,53 | 424,53 |
| - Caudal unitario adoptado | m3/h | 450,00 | 450,00 |
| - Altura manométrica | m.c.a. | 5,00 | 5,00 |
| - Potencia motor | Kw | 11,00 | 11,00 |

Prestaciones

| | | | |
|--|------|--------|--------|
| Duración de la fase de lavado | min | 10,00 | 10,00 |
| Volumen de agua producido | m3 | 141,51 | 141,51 |
| Carrera prevista del ciclo de filtrado | h | 192,00 | 192,00 |
| | d | 8,00 | 8,00 |
| Nº de filtros a lavar en un día | Uds | 0,50 | 0,50 |
| Caudal total de agua de lavado | m3/d | 70,76 | 70,76 |
| Porcentaje sobre el caudal de diseño | % | 0,27% | 0,19% |

| | | DISEÑO | FUTURO |
|--------------------------------------|-------------------|---|-----------|
| 13. DEPÓSITOS DE AGUA TRATADA | | | |
| Instalaciones | | Depósito de agua tratada Grupo de presión de servicios Grupo de presión anti-incendios Bombeo a depósito elevado Depósito elevado | |
| Criterios de diseño | | | |
| Tiempo de retención | horas | > 8 | > 8 |
| Dimensiones de agua tratada | | | |
| - Longitud | m | 39,30 | 39,30 |
| - Ancho | m | 34,80 | 34,80 |
| - Calado máximo | m | 5,00 | 5,00 |
| - Nº de cámaras | Uds | 2,00 | 2,00 |
| Volumen unitario | m ³ | 6.133,34 | 6.133,34 |
| Volumen total | m ³ | 12.266,67 | 12.266,67 |
| Tiempo de retención adoptado | horas | 11,36 | 8,02 |
| Conexiones | | | |
| - Entrada | mm | 700,00 | 700,00 |
| - Salida | mm | 600,00 | 600,00 |
| - Rebose | mm | 700,00 | 700,00 |
| Bombeo a depósito elevado | | | |
| Caudal necesario | m ³ /h | 1.080,00 | 1.530,00 |
| Equipos | | Bombas centrífugas horizontales | |
| Regulación | | Variación de frecuencia | |
| - Nº bombas instaladas | Ud | 3,00 | 4,00 |
| - Nº bombas en funcionamiento | Ud | 2,00 | 3,00 |
| - Caudal unitario necesario | m ³ /h | 540,00 | 510,00 |
| - Caudal adoptado | m ³ /h | 540,00 | 540,00 |
| - Altura manométrica | m.c.a. | 17,00 | 17,00 |
| - Potencia motor | Kw | 37,00 | 37,00 |
| Depósito elevado | | | |
| Dimensiones | | | |
| - Calado máximo | m | 6,43 | 6,43 |
| - Diámetro | m | 16,20 | 16,20 |
| Volumen | m ³ | 400,00 | 400,00 |
| Conexiones | | | |
| - Entrada | mm | 600,00 | 600,00 |
| - Salida | mm | 600,00 | 600,00 |
| - Rebose | mm | 600,00 | 600,00 |

| | | DISEÑO | FUTURO |
|---|--------|-----------|-----------|
| 14. PRODUCCIÓN DE FANGOS | | | |
| Caudal de la ETAP | m3/s | 0,300 | 0,425 |
| | m3/h | 1.080,00 | 1.530,00 |
| | m3/d | 25.920,00 | 36.720,00 |
| Producción de fangos | gMS/m3 | 25,00 | 25,00 |
| Coeficiente de seguridad | | 1,10 | 1,10 |
| Porcentajes | | | |
| - Porcentaje de fangos decantados | % | 60,00% | 60,00% |
| - Porcentaje de fangos en Aguas de lavado | % | 40,00% | 40,00% |
| Fangos decantados | | | |
| - Producción | Kg/d | 427,68 | 605,88 |
| - Caudal | m3/d | 85,54 | 121,18 |
| - Concentración | Kg/m3 | 5,00 | 5,00 |
| Fangos de filtros | | | |
| - Producción | Kg/d | 285,12 | 403,92 |
| - Caudal | m3/d | 543,40 | 724,53 |
| - Concentración | Kg/m3 | 0,52 | 0,56 |

| | | DISEÑO | FUTURO |
|--|--|--------|--------|
| 15. DEPOSITO DE HOMOGENEIZACIÓN DE FANGOS | | | |
| Instalación | | | |
| Tipo | Depósito Regulador | | |
| Equipos | Agitador sumergido Bombas sumergibles | | |
| Caudales de diseño | | | |
| Caudal total | m3/d | 673,84 | 909,33 |
| - Caudal procedente de decantadores | m3/d | 85,54 | 121,18 |
| - Caudal de aguas de lavados de filtros | m3/d | 543,40 | 724,53 |
| - Caudal máximo de escurridos de la deshidratación | m3/d | 44,91 | 63,62 |
| Dimensionado | | | |
| Nº de depósitos | Uds | 2,00 | 2,00 |
| Dimensiones | | | |
| Longitud | m | 5,70 | 5,70 |
| Ancho | m | 5,50 | 5,50 |
| Calado | m | 4,00 | 4,00 |
| Volumen total | m3 | 250,80 | 250,80 |
| Tiempo de retención | | | |
| - Nº de lavados | Uds | 2,22 | 2,22 |
| - Horas | h | 8,93 | 6,62 |
| Agitación | | | |
| Nº de agitadores | Uds | 2,00 | 2,00 |
| Potencia unitaria | kW | 1,50 | 1,50 |
| Ratio | W/m3 | 11,96 | 11,96 |
| Bombeo a espesado | | | |
| Nº de Bombas a instalar | Ud. | 4,00 | 4,00 |
| Nº de bombas en funcionamiento | Ud | 2,00 | 2,00 |
| Tipo | | | |
| Destino | Sumergibles con variación de frecuencia Espesadores de fangos | | |
| Tiempo de vaciado | h | 5,15 | 5,15 |
| Caudal unitario necesario | m3/h | 24,35 | 24,35 |
| Caudal unitario adoptado | m3/h | 25,00 | 25,00 |
| Altura | m.c.a. | 5,00 | 5,00 |
| Potencia | Kw | 3,00 | 3,00 |
| Diámetro impulsión individual | mm | 80,00 | 80,00 |
| Velocidad | m/sg | 1,38 | 1,38 |
| Nº de impulsiones generales | Uds | 1,00 | 1,00 |
| Diámetro impulsión general | mm | 150,00 | 150,00 |
| Velocidad | m/sg | 0,79 | 0,79 |
| Medida de caudal | Caudalímetros electromagnéticos | | |
| Diámetro | mm | 150,00 | 150,00 |

| | | DISEÑO | FUTURO |
|--|---|--------|----------|
| 16. ESPESADO DE FANGOS | | | |
| Condiciones funcionales | | | |
| Número de unidades previstas: | Uds | 2,00 | 2,00 |
| Parámetros de espesado | | | |
| - Carga de sólidos: | ≤ 15 kg/m ² /día | | |
| - Carga hidráulica: | ≤ 0,5 m ³ /m ² ·h | | |
| - Tiempo de retención de fangos: | ≥ 24h | | |
| - Concentración del fango espesado | 20 kg/m ³ | | |
| - Resguardo mínimo | ≥ 0,5 m | | |
| Instalación de espesado | | | |
| Tipo | Gravedad | | |
| Forma | Circular | | |
| Sis. acumulación de fangos | Rasquetas | | |
| Procedencia de los fangos | Depósito de homogeneización de fangos | | |
| Fangos entrada | | | |
| Peso de los fangos | Kg/día | 712,80 | 1.009,80 |
| Concentración | g/l | 1,06 | 1,11 |
| Caudal | m3/día | 673,84 | 909,33 |
| Fangos salida | | | |
| Peso de los fangos | Kg/día | 712,80 | 1.009,80 |
| Concentración | % | 2,00 | 2,00 |
| Caudal | m3/día | 35,64 | 50,49 |
| Destino | | | |
| | Deshidratación | | |
| | Depósito de recuperación de agua de la | | |
| Reboses | | | |
| Caudal | m3/día | 638,20 | 858,84 |
| Destino | | | |
| Dimensionado | | | |
| Carga de sólidos | Kg/m ² /d | 7,09 | 10,04 |
| Carga hidráulica | m ³ /m ² /h | 0,28 | 0,38 |
| Tiempo retención hidráulico | horas | 14,32 | 10,61 |
| Tiempo máximo de retención de los fangos | días | 11,28 | 7,96 |
| Nº de espesadores | Ud. | 2,00 | 2,00 |
| Dimensiones unitarias | | | |
| - Volumen | m ³ | 201,06 | 201,06 |
| - Superficie | m ² | 50,27 | 50,27 |
| - Diámetro | m | 8,00 | 8,00 |
| - Calado cilíndrico | m | 4,00 | 4,00 |
| - Resguardo | m | 0,50 | 0,50 |
| Bombeo a depósito de fangos espesados | | | |
| Tipo | | | |
| Destino | Bombas de tornillo helicoidal Depósito reunión de fangos | | |
| Tiempo de funcionamiento | h/d | 4,00 | 5,50 |
| Caudal necesario | m3/h | 8,91 | 9,18 |
| Caudal adoptado | m3/h | 10,00 | 10,00 |
| Nº de bombas a instalar | Ud | 2,00 | 2,00 |
| Nº de Bombas en servicio | Ud. | 1,00 | 1,00 |
| Caudal unitario | m3/h | 10,00 | 10,00 |
| Altura manométrica | m.c.a. | 5,00 | 5,00 |
| Potencia unitaria | Kw | 0,27 | 0,27 |
| Diámetro impulsión individual | mm | 65,00 | 65,00 |
| Velocidad | m/sg | 0,84 | 0,84 |

17. DEPÓSITO DE REUNIÓN DE FANGOS

Instalación

Dimensionado

| | | | |
|---------------------|------|--------|--------|
| Nº de depósitos | Uds | 1,00 | 1,00 |
| Dimensiones | | | |
| - Longitud | m | 5,50 | 5,50 |
| - Ancho | m | 5,50 | 5,50 |
| - Calado | m | 3,50 | 3,50 |
| Volumen unitario | m3 | 105,88 | 105,88 |
| Volumen total | m3 | 105,88 | 105,88 |
| Tiempo de retención | días | 2,97 | 2,10 |

Equipamiento

| | | | |
|-------------------------|------|-------|-------|
| Tipo Agitador sumergido | | | |
| Nº de agitadores | Uds | 1,00 | 1,00 |
| Potencia unitaria | kW | 1,50 | 1,50 |
| Densidad de agitación | W/m3 | 14,17 | 14,17 |

18. DESHIDRATACIÓN DE FANGOS

Instalación

Centrifugas de 15 m3/h con lavado automático
Bombeo de alimentación a centrifugas
Bombas de fangos deshidratado a tolva
Equipos de acondicionado químico del fango
Tolva

18.1. Centrifugas

Fangos entrada a deshidratación

| | | | |
|--|--------|--------|----------|
| Peso de fangos a deshidratar | kgMS/d | 712,80 | 1.009,80 |
| Concentración de lodos de diseño | kg/m3 | 20,00 | 20,00 |
| Caudal de fangos de diseño | m3/d | 35,64 | 50,49 |
| Días útiles a la semana | d | 5,00 | 5,00 |
| Horas de funcionamiento | h | 4,50 | 6,00 |
| Peso de fangos a secar por día útil | kgMS/d | 997,92 | 1.413,72 |
| Caudal de fangos a secar por día útil | m3/d | 49,90 | 70,69 |
| Peso de fangos a secar por hora útil | kgMS/h | 221,76 | 235,62 |
| Caudal de fangos a secar por hora útil | m3/h | 11,09 | 11,78 |

Centrifugas

| | | | |
|--|--------|--------|----------|
| Capacidad requerida por día útil | | | |
| - Caudal | m3/d | 49,90 | 70,69 |
| - Carga diaria | kgMS/d | 997,92 | 1.413,72 |
| Nº unidades a instalar | Ud | 2,00 | 2,00 |
| Nº unidades en funcionamiento | Ud | 1,00 | 1,00 |
| Carga horaria por centrifugadora | kgMS/h | 221,76 | 235,62 |
| Caudal unitario necesario por centrifugadora | m3/h | 11,09 | 11,78 |
| Caudal unitario adoptado por centrifugadora | m3/h | 15,00 | 15,00 |
| Sequedad prevista de salida | % | 20,00 | 20,00 |

Lavado de las centrifugadoras

| | | | |
|---------------------------|----|-------|-------|
| Forma Automática | | | |
| Tipo de válvula Bola | | | |
| Nº de válvulas a instalar | Ud | 2,00 | 2,00 |
| Diámetro nominal | mm | 25,00 | 25,00 |

Bombeo de fangos a nuevas centrifugadoras

| | | | |
|-------------------------------|--------|-------|-------|
| Tipo Tornillo helicoidal | | | |
| Nº unidades a instalar | Ud | 3,00 | 3,00 |
| Nº unidades en funcionamiento | Ud | 2,00 | 2,00 |
| Caudal unitario necesario | m3/h | 11,09 | 11,78 |
| Caudal unitario adoptado | m3/h | 15,00 | 15,00 |
| Altura manométrica: | m.c.a. | 15,00 | 15,00 |

18.2. Acondicionamiento de fangos

Instalación

| | | | |
|--|---|--------|----------|
| Reactivo | Floculante | | |
| Sistema | Equipo de preparación continua de polielectrolito | | |
| Bombas dosificadoras | Bombas de tornillo | | |
| Dosificación | | | |
| Capacidad requerida de deshidratación por día útil | KgMS/d | 997,92 | 1.413,72 |
| Dosis media | KgMS/tn | 6,00 | 6,00 |
| Dosis máxima | KgMS/tn | 10,00 | 10,00 |
| Consumo máximo diario de reactivo | Kg/h | 9,98 | 14,14 |
| Consumo máximo horario de reactivo | Kg/h | 2,22 | 2,36 |
| Dilución de la preparación | g/l | 5,00 | 5,00 |
| Caudal a dosificar | m3/d | 2,00 | 2,83 |
| | l/h | 443,52 | 471,24 |

Dimensionado

| | | | |
|---------------------------------|--------|--------|--------|
| Nuevas bombas dosificadoras | | | |
| - Nº unidades a instalar | Ud | 2,00 | 2,00 |
| - Nº unidades en funcionamiento | Ud | 1,00 | 1,00 |
| Caudal unitario necesario | l/h | 443,52 | 471,24 |
| Caudal unitario adoptado | l/h | 500,00 | 500,00 |
| Altura manométrica | m.c.a. | 10,00 | 10,00 |
| Potencia unitaria | kW | 0,37 | 0,37 |
| Diámetro conducción | mm | 32,00 | 32,00 |
| Velocidad | m/sg | 0,15 | 0,16 |

Nuevo equipo de preparación

| | | | |
|---|------------|------|------|
| Volumen total del equipo de preparación | m3 | 0,55 | 0,55 |
| Dosificador volumétrico | Uds | 1,00 | 1,00 |
| Capacidad requerida | Kg/h | 2,22 | 2,36 |
| Capacidad adoptada | Kg/h | 7,56 | 7,56 |
| Sistema de agitación Electroagitador | | | |
| Nº electroagitadores instalados | Ud | 2,00 | 2,00 |
| Potencia unitaria | kW | 0,37 | 0,37 |
| Dilución secundaria | | | |
| Concentración deseada | % | 0,10 | 0,10 |
| Caudal máximo de agua para dilución | m3/h/línea | 1,77 | 1,88 |
| Sistema de medición empleada Rotámetro | | | |

18.3. Escurridos de de deshidratación

Fangos secos

| | | | |
|--|---------------------------------------|----------|----------|
| Peso de fangos a secar por día útil | kgMS/d | 997,92 | 1.413,72 |
| Sequedad | % | 20,00 | 20,00 |
| Volumen de fangos secos | m3/d | 4,99 | 7,07 |
| Densidad de los fangos húmedos | kg/m3 | 1.050,00 | 1.050,00 |
| Peso de fangos secos | tn/d | 5,24 | 7,42 |
| Caudal líquido filtrado | m3/d | 44,91 | 63,62 |
| Horas de servicio de la deshidratación | h/d | 4,50 | 6,00 |
| Caudal de escurridos | m3/h | 9,98 | 10,60 |
| Destino | Depósito de homogeneización de fangos | | |

18.4. Evacuación y almacenamiento de fangos

Bombeo de fangos deshidratados para las nuevas centrifugas

| | | | |
|-------------------------------------|-------------------|----------|----------|
| Peso de fangos a secar por día útil | kgMS/d | 997,92 | 1.413,72 |
| Sequedad | % | 20,00 | 20,00 |
| Volumen de fangos secos | m3/d | 4,99 | 7,07 |
| Densidad de los fangos húmedos | kg/m3 | 1.050,00 | 1.050,00 |
| Peso de fangos secos | tm/d | 5,24 | 7,42 |
| Tipo | Bomba de tornillo | | |
| Nº de bombas a instalar | Ud. | 2,00 | 2,00 |
| Nº de bombas previstas en servicio | Ud. | 1,00 | 1,00 |
| Capacidad unitaria necesaria | m3/h | 1,11 | 1,18 |
| Altura manométrica necesaria | bar | 1,81 | 4,41 |
| Capacidad unitaria adoptada | m3/h | 1,50 | 1,50 |
| Presión | bar | 12,00 | 12,00 |

Almacenamiento de fangos deshidratados

| | | | |
|--|-------|-------|-------|
| Extracción fangos deshidratados | Tolva | | |
| Nº de tolvas | Ud | 1,00 | 1,00 |
| Volumen unitario de cada tolva | m3 | 25,00 | 25,00 |
| Volumen total de almacenamiento | m3 | 25,00 | 25,00 |
| Volumen total diario de fangos deshidratados | m3/d | 4,99 | 7,07 |
| Tiempo de almacenamiento | d | 5,01 | 3,54 |

19. RECUPERACIÓN DE AGUA

| | | | |
|--------------------------------|---|--------|----------|
| Caudales diarios | m3/d | 779,71 | 1.000,35 |
| - Lavado filtros de carbón | m3/d | 141,51 | 141,51 |
| - Reboses espesado | m3/d | 638,20 | 858,84 |
| Dimensionado | | | |
| Nº de depósitos | Uds | 1,00 | 1,00 |
| Dimensiones | | | |
| Longitud | m | 6,60 | 6,60 |
| Ancho | m | 11,00 | 11,00 |
| Calado | m | 4,00 | 4,00 |
| Volumen total | m3 | 290,40 | 290,40 |
| Tiempo de retención | h | 10,92 | 8,12 |
| Agitación | | | |
| Nº de agitadores | Uds | 1,00 | 1,00 |
| Potencia unitaria | kW | 5,00 | 5,00 |
| Ratio | W/m3 | 17,22 | 17,22 |
| Bombeo | | | |
| Nº de Bombas a instalar | Ud. | 3,00 | 3,00 |
| Nº de bombas en funcionamiento | Ud | 2,00 | 2,00 |
| Tipo | Sumergibles con variación de frecuencia | | |
| Destino | Reparto a tratamiento fisicoquímico | | |
| Tiempo de vaciado | h | 3 | 3 |
| Caudal unitario necesario | m3/h | 48,40 | 48,40 |
| Caudal unitario adoptado | m3/h | 50,00 | 50,00 |
| Altura | m.c.a. | 5,00 | 5,00 |
| Potencia | Kw | 3,00 | 3,00 |
| Diámetro impulsión individual | mm | 100,00 | 100,00 |
| Velocidad | m/sg | 1,77 | 1,77 |
| Nº de impulsiones generales | Uds | 1,00 | 1,00 |
| Diámetro impulsión general | mm | 150,00 | 150,00 |
| Velocidad | m/sg | 1,57 | 1,57 |

ANEXO Nº 2.- PLANOS ESQUEMÁTICOS DE LÍNEA PIEZOMÉTRICA

