

**PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DEL  
CONTRATO DE SERVICIOS DE ASISTENCIA  
TÉCNICA Y COORDINACIÓN DE SEGURIDAD Y  
SALUD PARA LA SUPERVISIÓN Y CONTROL  
DEL DESARROLLO DE LAS OBRAS DEL  
“PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE  
MEJORAS EN LA EDAR DE GALAPAGAR-  
TORRELODONES. T.M. DE GALAPAGAR”**

**CONTRATO Nº 257/2022**

## ÍNDICE

1.- OBJETO .....	3
2.- FASES DE DESARROLLO DE LOS TRABAJOS .....	3
3.- DIRECCIÓN DEL SERVICIO .....	4
4.- PLAZO .....	4
5.- DESARROLLO DE LOS TRABAJOS .....	4
5.1.- Fase previa al inicio de las obras .....	4
5.2.- Fase ejecución de las obras y puesta en marcha .....	5
5.3.- Fase de medición final de las obras y seguimiento de actuaciones derivadas del acta de recepción de las obras.....	16
6.- ORGANIZACIÓN DE LA ASISTENCIA TÉCNICA .....	18
7.- DOCUMENTACIÓN TÉCNICA A CONSIDERAR .....	21
8.- OFERTA ECONÓMICA.....	21

## 1.- OBJETO

Es objeto de este Pliego de Prescripciones Técnicas (PPT) la contratación de los Servicios de Asistencia Técnica para la Dirección de Obra y la Coordinación de Seguridad y Salud de las siguientes infraestructuras:

- **SERVICIOS DE ASISTENCIA TÉCNICA Y COORDINACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA SUPERVISIÓN Y CONTROL DEL DESARROLLO DE LAS OBRAS DEL “PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE MEJORAS EN LA EDAR DE GALAPAGAR-TORRELODONES. T.M. DE GALAPAGAR”**

El alcance de las obras se recoge en el Anexo I del presente PPT.

## 2.- FASES DE DESARROLLO DE LOS TRABAJOS

Los servicios de asistencia técnica se desarrollarán en las tres fases siguientes:

- **Fase previa al inicio de las obras**

El objeto de esta fase es la prestación de servicios de asistencia técnica a Canal de Isabel II, S.A., M.P. en las labores previas al inicio de la ejecución de obras como son:

- Revisión del estado de los permisos y licencias necesarios para la ejecución de las obras y tramitación de los mismos con elaboración de la documentación necesaria.
- Asistencia en materia de seguridad y salud. Aprobación del Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y asistencia técnica en las tramitaciones previas para la apertura del centro de trabajo por el contratista. y tramitación. Igualmente, el Coordinador designado para esta fase realizará las funciones de Coordinación de Seguridad y Salud en caso de ser necesaria la realización de trabajos previos al inicio de las obras objeto del proyecto para la comprobación detalles y adecuada definición de las mismas y que puedan ser considerados “obras sin proyecto”.

Se incluye en esta fase la realización de los trabajos necesarios para la firma del acta de comprobación del replanteo, elaboración de un informe de verificación documental técnica y presupuestaria del proyecto de construcción, así como un informe de viabilidad de las obras, incluyendo reportaje fotográfico, sobre el estado previo de las infraestructuras, instalaciones y otros elementos que pudieran verse afectados por las obras, antes del comienzo de las mismas.

- **Fase ejecución de las obras y puesta en marcha**

El objeto de esta fase es la asistencia técnica para la Dirección de las Obras.

Comprende trabajos de oficina técnica y a pie de obra, asistencia técnica especializada, vigilancia ambiental y la Coordinación de Seguridad y Salud de las obras. Se deberá asegurar la correcta supervisión, vigilancia y control del desarrollo de la ingeniería de detalle, de la ejecución de las obras, aprobación de planos, supervisión y aprobación de especificaciones técnicas, control de calidad, montaje de todo el equipamiento, puesta a punto y pruebas generales de funcionamiento de las obras.

Incluye esta fase la puesta en marcha de las nuevas instalaciones construidas. Comprende trabajos de oficina técnica y a pie de obra, asistencia técnica especializada, vigilancia ambiental y la Coordinación de Seguridad y Salud para el inicio del funcionamiento de los nuevos procesos de depuración ejecutados. Se deberá asegurar la correcta supervisión, vigilancia y control del proceso de puesta en marcha.

- **Fase de medición final de las obras y seguimiento de actuaciones derivadas del acta de recepción de las obras.**

Comprende el periodo que va desde la recepción de las obras hasta la medición final total de las mismas. Se desarrollarán en la oficina técnica los trabajos que sirvan para conformar los documentos de medición final.

Incluye esta fase los trabajos para el seguimiento de los puntos pendientes recogidos en el acta de recepción de las obras, que se realizarán de la misma forma y con la misma dedicación que los trabajos de la fase de ejecución de las obras y puesta en marcha.

### 3.- DIRECCIÓN DEL SERVICIO

Canal de Isabel II, S.A., M.P. designará un representante que dirigirá la realización del contrato de los servicios de asistencia técnica.

### 4.- PLAZO

Los plazos parciales son los establecidos en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares (PCAP) para cada una de las fases.

### 5.- DESARROLLO DE LOS TRABAJOS

#### 5.1.- Fase previa al inicio de las obras

El objeto de esta fase es:

- La asistencia técnica a Canal de Isabel II, S.A., M.P. en la supervisión del Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista, la realización del informe relativo al contenido del mismo y su idoneidad para las obras a ejecutar y su aprobación por parte del Coordinador de Seguridad y Salud cuando así proceda.
- La prestación de servicios de Coordinación de Seguridad y Salud en caso de que fuese necesario realizar en esta fase trabajos previos al inicio de la obra objeto del proyecto con posible consideración de obras sin proyecto (por ejemplo: topografía, geotecnia, localización de servicios o instalaciones existentes, extracción de testigos, etc.).
- La prestación de servicios de asistencia técnica para la tramitación de todos los permisos y licencias necesarios para la ejecución de las obras con elaboración de la documentación necesaria.

Asimismo, se incluirán en esta fase dos trabajos adicionales:

- La redacción del Acta de Replanteo del Proyecto de Construcción, en la que se comprobará la adaptación geométrica, el cumplimiento de todos y cada uno de los condicionantes que permitan asegurar la viabilidad de los trabajos, así como la disponibilidad de autorizaciones y licencias, la disponibilidad de terrenos afectados, la exactitud de las determinaciones geotécnicas, topográficas y arqueológicas y el condicionado medioambiental.



- Un informe de verificación documental y técnica del proyecto con los defectos del proyecto en su caso.

El representante del contrato de servicio de asistencia técnica, o la persona en quien delegue, participará en la firma de esta acta.

Se incluye en esta fase la realización de los trabajos correspondientes a la comprobación del replanteo del proyecto de construcción y la elaboración de un informe documentado, incluyendo reportaje fotográfico, sobre el estado previo de las infraestructuras, instalaciones y otros elementos que pudieran verse afectados por las obras, antes del comienzo de las mismas. Este informe también incluirá la revisión del cumplimiento de los condicionantes de la licencia de obra, de los requisitos de las ordenanzas municipales y del resto de normativa urbanística aplicable.

## 5.2.- Fase ejecución de las obras y puesta en marcha

El período comprende desde el inicio de las obras hasta la recepción de las mismas. El alcance de los trabajos a realizar en esta fase es:

### 5.2.1. Acta de Comprobación del Replanteo

Se establecerá dentro del mes siguiente a la firma del contrato del procedimiento de licitación de las obras. Se comprobará el replanteo efectuado en la fase anterior de los trabajos, informando al Director de Obra de cualquier eventualidad a considerar.

### 5.2.2. Trabajos de Oficina Técnica

En sentido enunciativo, y sin que esta relación pueda interpretarse de forma limitativa, la asistencia de oficina técnica comprenderá la realización de los siguientes trabajos:

- a) Verificación y aprobación, de acuerdo con las prescripciones técnicas contempladas en la documentación contractual de los pliegos y proyectos de construcción de las obras objeto de la asistencia técnica de:
  - Cálculos estructurales, hidráulicos, eléctricos, etc.
  - Estudios geotécnicos.
  - Modelo matemático calibrado del proceso de tratamiento de la EDAR.
  - Planos constructivos de obra civil, montaje de instalaciones electromecánicas, electricidad, control, etc.
  - Especificaciones técnicas de compra de: materiales y equipos electromecánicos, instrumentación, automatización, control, etc.
  - Sistema de automatización y control.
- b) Estudio y comprobación de la posible idoneidad de las eventuales modificaciones de los proyectos que presente el adjudicatario de las obras durante el desarrollo de las mismas, con inclusión, en caso de aceptación por la Dirección de Obra, de la supervisión de las mismas en cuanto a dimensionamiento, diseño, planos de detalle, cálculo, proceso constructivo, calidad de materiales, ensayos a realizar, etc.
- c) Propuesta y asesoramiento sobre eventuales modificaciones y su realización a introducir por parte de Canal de Isabel II, S.A., M.P. en el proyecto de construcción, elaborando la documentación y los estudios y cálculos necesarios para su justificación y valoración.

- d) Supervisión de los informes y documentación que sobre incidencias surgidas durante el desarrollo de las obras (afecciones geotécnicas, estructurales, etc.) pudiese presentar la contrata realizando los informes técnicos o valorativos que pudieran ser procedentes e incluyendo los trabajos de contraste que pudieran ser precisos.
- e) Revisión del documento con estructura de proyecto (según construcción -as-built-, modificado) que presente el Adjudicatario de las obras, previo a la recepción de las obras.
- f) Análisis de las soluciones e idoneidad de los materiales y equipamiento mecánico, eléctrico, instrumentación y control propuestos.
- g) Equipos mecánicos. Supervisión de la fabricación.

Seguimiento de las actividades incluidas en el programa de puntos de inspección entre las que se incluyen, de forma indicativa y no exhaustiva, las siguientes:

- Aprobación de Especificaciones Técnicas.
- Emisión de pedidos de aprovisionamiento.
- Revisión de los certificados de calidad de todos los materiales base y de aportación.
- Calificación de los procedimientos de soldadura.
- Revisión de todas las radiografías y sus calificaciones según códigos y normas aplicables, así como de otros procedimientos de control de soldaduras.
- Revisión de los informes de radiografiado de ultrasonidos y otros ensayos no destructivos, en los equipos electromecánicos.
- Revisión de los informes de comprobación de los planos de implantación de radiografías, control de la ejecución de los tratamientos térmicos y revisión de los gráficos.
- Activación de la fabricación y montaje de los equipos, con el fin de finalizar en los plazos previstos.
- Presencia para el control dimensional, pruebas funcionales, revisión de actas de ensayo.
- Revisión de los documentos finales de calidad correspondientes a cada conjunto.

- h) Equipos eléctricos y de instrumentación. Supervisión de la fabricación

- Aprobación Especificaciones Técnicas.
- Seguimiento de las actividades incluidas en el programa de puntos de inspección entre las que se incluyen, de forma indicativa y no exhaustiva, las siguientes:
  - Comprobación de la calidad de los materiales utilizados en la construcción de equipos y máquinas eléctricas.

- Supervisión de los trabajos de fabricación de los equipos eléctricos no comerciales (alternadores, motores eléctricos, cables, cuadros eléctricos, convertidores de frecuencia, etc.).
  - Supervisión de las pruebas individuales finales de todos los equipos de acuerdo con lo exigido en el Plan de Control de Calidad y revisión de las actas de ensayo.
  - Presencia de las pruebas funcionales de los equipos de mayor interés o a demanda de Canal de Isabel II, S.A., M.P.
  - Revisión de los documentos finales de calidad correspondiente a cada equipo.
- i) Supervisión, seguimiento y control del Programa de Vigilancia Ambiental de acuerdo al incluido en el proyecto con la definición de los requerimientos necesarios a tener en cuenta durante la ejecución de las obras. Se garantizará el cumplimiento de las medidas de protección medioambiental propuestas por el licitador, la correcta gestión de todos los residuos y el cumplimiento del condicionado ambiental establecido para las obras.
- j) Asesoramiento y participación en las gestiones administrativas inherentes a la tramitación de los diferentes permisos o documentos producidos durante el desarrollo de las obras, como necesidad de nuevas autorizaciones, modificaciones, obras complementarias, etc. que sean responsabilidad de Canal de Isabel II, S.A., M.P.

Elaboración de informes, estudios, planos y documentos requeridos por los diferentes Organismos afectados por las obras.

- k) Control de calidad.

El adjudicatario realizará los trabajos correspondientes al análisis, supervisión y control del cumplimiento del Plan de Control de Calidad propuesto por el contratista de las obras.

El adjudicatario llevará a cabo, a su cargo, las inspecciones presenciales en fábrica, así como los Controles de Calidad necesarios.

- l) Informes mensuales de:
- Progreso de obras que contemplará, al menos, los siguientes apartados: cumplimiento de los Programas de trabajo, desviación de los plazos de ejecución, seguimiento de los hitos con indicación de los puntos críticos, y actualización de los programas de trabajo.
  - Progreso cuantificado, control presupuestario y previsiones de desviación.
  - Seguimiento del Programa de Vigilancia Ambiental.
  - Coordinación de Seguridad y Salud laboral.
  - Plan de Control de Calidad.
  - Pruebas de funcionamiento.
  - Incidencias.
  - Reportaje fotográfico de las obras.

- m) Introducir los datos administrativos e informes generados durante la ejecución de las obras, en una página web de Canal de Isabel II, S.A., M.P., o en aplicaciones específicas, de acuerdo a las indicaciones dadas por el representante de Canal de Isabel II, S.A., M.P. para este contrato.
- n) El adjudicatario asesorará a Canal de Isabel II, S.A., M.P. en todo aquello que le requiera en relación con el modelo digital, los métodos de trabajo BIM y el CDE.

Realizará trabajos de supervisión y control del cumplimiento del criterio ofertado por el contratista de las obras referente a la aplicación de metodología BIM durante las fases de ejecución de las obras, conforme a lo requerido en el Anexo I del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del contrato de obra.

Deberá comprobar mensualmente la coherencia entre el proyecto de construcción, las modificaciones aprobadas y la realidad construida respecto al modelo digital entregado por el contratista de las obras.

### 5.2.3. Dirección, vigilancia y control de las obras

Durante todo el tiempo que dure la ejecución de las obras, la asistencia técnica dispondrá en obra de técnicos cualificados que supervisarán y controlarán que la ejecución de las obras se realiza en cumplimiento con lo preceptuado en los Pliegos y documentación contractual respecto al alcance y sistema de ejecución y de acuerdo con los planos constructivos aprobados.

La asistencia técnica controlará y vigilará que los procesos de montaje de los equipos electromecánicos e instalaciones complementarias se realicen de acuerdo a los planos y especificaciones técnicas aprobadas.

Así mismo, la asistencia técnica controlará y vigilará que se realicen las pruebas contempladas en el Plan de Control de Calidad.

La asistencia técnica redactará los partes e informes sobre la marcha y calidad de los trabajos, así como de su adecuación a los Planes de Obra.

Será necesario supervisar las actualizaciones de la planificación de obra valorada económicamente realizadas por el contratista adjudicatario de la obra, con la frecuencia y en la aplicación informática aprobada por Canal, contemplando el cumplimiento de los Programas de trabajo, camino crítico, desviación de los plazos de ejecución, seguimiento de los hitos con indicación de los puntos críticos, así como medidas a adoptar para la corrección de las desviaciones producidas.

La asistencia técnica comprobará igualmente que las obras se ejecutan de acuerdo con el expediente de expropiación, elaborando los informes técnicos requeridos por Canal de Isabel II, S.A., M.P. en relación con problemas surgidos con el expediente expropiatorio durante la ejecución de las obras y las posibles modificaciones del expediente por causas no previstas en el proyecto o en los pliegos del procedimiento de licitación de proyecto y obra.

El adjudicatario de la asistencia técnica comprobará la red básica de apoyo, el replanteo de las obras, la toma de perfiles transversales del terreno y, en general, las hipótesis del proyecto en cuanto a su geometría.

Se verificará que los replanteos parciales de los ejes y niveles efectuados en el campo por el contratista estén de acuerdo con lo indicado en los planos y que los errores de cierre estén dentro de las tolerancias aceptables. También se comprobará que la compensación de los errores de cierre sea adecuada. Finalmente se constatará si las variaciones o diferencias halladas en el terreno afectan sensiblemente al coste de las obras.

En el transcurso de la ejecución de las obras, el adjudicatario de la asistencia técnica mantendrá su equipo de control topográfico en tareas de verificación y comprobación de que las obras se realizan de acuerdo a los planos y dentro de las tolerancias indicadas en las especificaciones. En especial se verificará y controlará la coordinación de los elementos relacionados entre sí, línea piezométrica, cotas de urbanización, etc.

Asimismo, en el caso de que surja la necesidad de aprobar precios contradictorios durante la ejecución de las obras, el adjudicatario deberá realizar propuesta de precios nuevos para su discusión con el Contratista. En este sentido se utilizarán, en el orden indicado, las referencias precisas al proyecto de construcción, cuadro de precios de Canal de Isabel II, cuadros de precios de entidades públicas o colegios profesionales y consultas a proveedores.

Igualmente, en el transcurso de la ejecución de las obras, el adjudicatario de la asistencia técnica introducirá los datos requeridos por el Canal de Isabel II, S.A., M.P. en las aplicaciones informáticas vigentes en cada momento.

#### Control cuantitativo y cualitativo

El adjudicatario de la asistencia técnica llevará a cabo todas las operaciones necesarias para el control de la obra ejecutada mensualmente y su correspondiente valoración, según se expone, de forma indicativa y no exhaustiva, a continuación:

##### Obra civil

- Supervisión e informe favorable para la aprobación del Plan de Control de Calidad propuesto por el adjudicatario de las obras.
- Mediciones de obras ocultas (excavaciones, cimentaciones, etc.), antes de ser cubiertas; incluso realización de croquis, a fin y efecto de que sirvan de base a la certificación y medición final de las obras.
- Mediciones mensuales de obra ejecutada, según las distintas unidades del proyecto; incluso croquis.
- Valoraciones de obra ejecutada, según precios del proyecto o posibles modificaciones autorizadas.
- Redacción del borrador de las relaciones valoradas de las certificaciones mensuales, con el conforme del contratista.
- Control de certificaciones y Presupuesto.
- Confección y actualización de los gráficos comparativos de los Planes de obra realizados y de obra programada informando a la dirección de obra de cualquier desviación crítica.
- Valoración de imprevistos.
- Confección de las revisiones de precios correspondientes.

##### Equipos mecánicos

- Supervisión e informe favorable para la aprobación del Plan de Control de Calidad propuesto por el adjudicatario de las obras.

- Seguimiento de las actividades incluidas en el programa de puntos de inspección del Plan de Control de Calidad aprobado.
- Control de la recepción de equipos a la llegada al lugar de almacenamiento y montaje y evaluación de posibles daños en el transporte y en la manipulación.
- Comprobación de que los montajes se realicen de acuerdo con los planos y especificaciones técnicas aprobadas.
- Control de los aplomados, alineaciones y nivelaciones de estructuras, equipos mecánicos, motores, etc.
- Control de los trabajos de aplicación de pintura y de la calidad final de los recubrimientos de protección.
- Seguimiento de las pruebas de puesta en marcha y recepción provisional de los equipos y visado de los certificados de disponibilidad conjunta de la Puesta en Marcha.

Equipos eléctricos, instrumentación automatización y control

- Supervisión e informe favorable para la aprobación del Plan de Control de Calidad propuesto por el adjudicatario de las obras.
- Seguimiento de las actividades incluidas en el programa de puntos de inspección del Plan de Control de Calidad aprobado.
- Control de la recepción de equipos a la llegada a la planta y evaluación de los posibles daños en el transporte o en la manipulación.
- Comprobación de que los montajes se realicen de acuerdo con los planos y especificaciones técnicas aprobadas por la Asistencia Técnica.
- Supervisión y control del tendido de cables y evaluación de los procedimientos utilizados, agrupaciones de cables, etc.
- Supervisión de la colocación de las redes de tierra y de los valores ohmicos resultantes.
- Supervisión y control de la realización de empalmes y terminales, conexiones de barras, etc.
- Supervisión de timbrado y marcado de cables conductores.
- Supervisión de los ensayos en vacío y en carga de los diferentes equipos y de las mediciones de niveles de aislamiento, secuencias de funcionamiento, selectividad de protecciones, intensidades, potencias, etc. hasta la recepción de todos los equipos, incluyendo el visado de los Certificados de disponibilidad conjunta para la puesta en marcha.
- Control, seguimiento y análisis de las desviaciones en los plazos de ejecución de las obras de acuerdo con los Planes de Obra contractuales.

Siempre que debido a las circunstancias sobrevenidas en obra sea preciso modificar el contrato de obra conforme a lo establecido en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares, realizará propuesta de precios para su gestión con el Contratista adjudicatario de las obras. En este sentido se utilizarán en su caso, en el orden indicado, las referencias precisas al proyecto



de construcción, cuadro de precios de Canal de Isabel II, S.A., M.P. vigente en la fecha de la licitación, precios contradictorios fijados de acuerdo con los procedimientos establecidos en la LCSP.

#### Legalización de las instalaciones y Registro Industrial

El adjudicatario de la asistencia técnica, siempre que aplique, realizará la verificación, supervisión y aprobación de toda la documentación necesaria aportada por el adjudicatario de las obras para legalizar las instalaciones objeto del proyecto de obras para el que presta su servicio (instalaciones eléctricas AT y BT, equipos a presión, climatización, ACS, protección contra incendios, clasificación ATEX, conducciones gas, APQ, etc.) y dar de alta las instalaciones en el Registro Industrial.

#### 5.2.4. Trabajos de arqueología

La Asistencia Técnica asesorará al Canal de Isabel II, S.A., M.P. si las obras se encuentran en una zona de interés arqueológico y supervisará y conformará en ese caso los trabajos que deba realizar el adjudicatario de las obras que requieran actuaciones complementarias en estos aspectos.

#### 5.2.5. Arquitectura y adecuación visual de las obras

La Asistencia Técnica asesorará a la Dirección de Obra sobre el diseño arquitectónico de los edificios en su caso, la definición de cerramiento, tipología de red viaria, aceras, iluminación, mobiliario, etc. así como sobre la elección de materiales y sistemas de ejecución, respetando las especificaciones técnicas y demás condiciones contractuales.

Igualmente supervisará, cuando proceda, la elaboración y correcto contenido del libro o libros de edificios conforme a la normativa vigente.

#### 5.2.6. Vigilancia Ambiental

El adjudicatario deberá realizar el control y la vigilancia ambiental de acuerdo al Condicionado Ambiental de las obras y al Programa de Vigilancia Ambiental, así como la supervisión de la correcta gestión de todos los residuos generados por las obras.

Estas funciones las desarrollará el especialista medioambiental que forma parte del equipo de la asistencia técnica. Realizará visitas periódicas en función de las necesidades las obras, con la emisión de un Informe de periodicidad mensual y aquellos otros que sean necesarios por situaciones especiales.

#### 5.2.7. Asistencia en materia de Seguridad y Salud Laboral

La asistencia técnica será la encargada de realizar la Coordinación de Seguridad y Salud durante la fase de ejecución de las obras y puesta en marcha y, en los casos necesarios, durante la fase previa al inicio de las obras y la fase de medición final de las obras y seguimiento de actuaciones derivadas del acta de recepción de las obras.

La Asistencia técnica será la encargada de **verificar la documentación de las empresas, los trabajadores, las máquinas y medios auxiliares**, tendrá la obligación de controlar y verificar que las empresas, los trabajadores, las máquinas y medios auxiliares adscritos a las obras tienen la documentación exigible en regla.

Adicionalmente realizará el control documental relativo a Prevención de Riesgos Laborales, verificando la documentación introducida por el contratista de obra civil en las herramientas informáticas que disponga Canal de Isabel II, S.A., M.P.

El Coordinador de Seguridad y Salud designado para la fase previa al inicio de las obras asumirá las funciones en materia de Seguridad y Salud Laboral durante la realización de trabajos que pudieran ser necesarios durante la misma de acuerdo con lo determinado por la Ley 31/1995 de 9 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales y el Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre.

El Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de las obras, designado por Canal de Isabel II, S.A., M.P. a propuesta del adjudicatario de la asistencia técnica, asumirá las correspondientes funciones en materia de Seguridad y Salud Laboral durante la ejecución de las obras, de acuerdo con lo determinado por la Ley 31/1995 de 9 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales y el Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre.

El Coordinador para ambas fases podrá ser una única persona.

**El Coordinador de Seguridad y Salud realizará al menos una visita diaria a las obras, con una duración de media jornada laboral.**

**Revisión del Plan de Seguridad y Salud:** se revisará el Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo, comprobando si realmente desarrolla las previsiones mínimas que en materia de prevención exige, para las obras de construcción, el Real Decreto 1627/1997, publicado en el BOE el 25 de Octubre de 1997. Se hará especial hincapié en los aspectos siguientes:

- Identificación de los riesgos que pueden evitarse
- Evaluación de los riesgos que no pueden eliminarse absolutamente
- Planificación de la actividad preventiva

**Elaboración de informe sobre la corrección e idoneidad del Plan de Seguridad y Salud:** la AT, tras la revisión del Plan de Seguridad y Salud y con la intervención del Coordinador de Seguridad y Salud designado para la fase de ejecución de las obras, elaborará informe sobre la corrección e idoneidad del Plan de Seguridad y Salud.

Las cuestiones a considerar en el contenido del informe serán como mínimo las siguientes:

- Cumplimiento y adecuado desarrollo de las previsiones mínimas que en materia de prevención exige, para las obras de construcción, el Real Decreto 1627/1997, publicado en el BOE el 25 de octubre de 1997.
- Adecuado desarrollo del ESyS o EBSyS.
- Consideración de las modificaciones en el proceso constructivo sin menoscabo de lo previsto en el ESyS o EBSyS (En caso de modificaciones sobre en el proceso constructivo planteado por el contratista respecto a lo inicialmente previsto en proyecto).
- Consideración de posibles medidas alternativas a las contempladas en el ESyS o EBSyS justificadas técnicamente e inclusión de valoración económica de las mismas verificando que no implique disminución del importe total inicialmente considerado. (En caso de que en el PSyS se propongan medidas alternativas a las contempladas en el ESyS o EBSyS). Conformidad con las justificaciones aportadas y coherencia de la valoración económica.
- Particularización del Plan de Seguridad y Salud para las obras a desarrollar.

En caso de que el Plan de SyS aportado por la contrata no se considerase conforme en el informe se indicarán las correcciones o adecuaciones que pudieran ser necesarias supervisando posteriormente que estas son incluidas en el PSyS.



Una vez que el Coordinador de Seguridad y Salud considere que el Plan cumple la normativa vigente y los requisitos necesarios cumplimentará el acta de aprobación del Plan de seguridad y salud y realizará los trámites legales pertinentes necesarios para el inicio de las obras que le correspondan ante la Autoridad Laboral. Igualmente verificará que el contratista realiza la tramitación de la que sea responsable.

El Acta de aprobación del plan tendrá el contenido mínimo recogido en el anexo II.

El Coordinador de Seguridad y Salud facilitará copia de toda la documentación generada a la Dirección de obra.

Será obligación del Coordinador de Seguridad y Salud, vigilar y controlar que exista una copia actualizada del Plan de Seguridad y Salud en las obras para su cumplimiento.

El Coordinador de Seguridad y Salud comprobará la obligación del contratista de facilitar una copia del Plan de Seguridad y Salud a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo y de estudiar cuantas sugerencias y alternativas le presenten los representantes de los trabajadores en materia de Seguridad y Salud en las obras a ejecutar.

El Coordinador de Seguridad y Salud informará mensualmente a la Dirección de Obra de todas las sugerencias presentadas y de la viabilidad de su aplicación en obra.

**Libro de incidencias:** El Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución de las obras, a través de su colegio profesional, aportará el libro de incidencias de la obra. En caso de ser necesario más de un libro de incidencias procederá de igual manera.

Cumplimentará los datos de registro del mismo y mantendrá el control del número que, en orden correlativo, pudiera proceder en caso de ser precisos varios libros de incidencias. Informará al Director de las obras de la apertura de cada uno de los libros que sean precisos facilitándole copia de su primera página con los datos relativos a la obra anotados.

Los posibles costes relativos a la aportación de libros, visados de nombramientos o actas de aprobación del plan y sus anexos y gestiones realizadas en los respectivos colegios profesionales de los coordinadores serán a cuenta de la empresa de asistencia técnica adjudicataria, considerándose incluidos en los gastos generales de la misma.

**Verificar la formación del trabajador:** el Coordinador de Seguridad y Salud tiene la obligación de controlar y verificar que los trabajadores tienen la cualificación y experiencia necesarias para sus respectivos puestos de trabajo. En caso necesario, el Coordinador de Seguridad y Salud podrá exigir a la empresa Contratista la realización de cursos formativos o incluso la sustitución de los trabajadores no cualificados.

La formación deberá estar centrada específicamente en el puesto de trabajo o función de cada trabajador, adaptarse a la evolución de los riesgos y a la aparición de otros nuevos y repetirse periódicamente, si fuera necesario.

**Custodiar el Libro de Incidencias:** será obligación del Coordinador de Seguridad y Salud mantener siempre en las obras el Libro de Incidencias, para el control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud.

El Coordinador de Seguridad y Salud deberá notificar de inmediato (24 horas) las anotaciones del Libro de Incidencias al Director de las Obras, a la empresa Contratista y a los representantes de los trabajadores afectados.

**Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad:** el Coordinador de Seguridad y Salud tiene la obligación de informar y asesorar en materia de Seguridad y Salud al Director de Obra en la toma de decisiones técnicas y de organización de

los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a realizarse simultáneamente o sucesivamente.

Asimismo, el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución de obra propondrá al Director de Obra la duración y la elección del equipo necesario para que los trabajos o fases de trabajo se adapten a los Principios Generales de Prevención y de Seguridad.

**Coordinar las actividades de las obras:** Durante el tiempo que duren las obras, el Coordinador de Seguridad y Salud tendrá la obligación de coordinar y controlar que las empresas que intervienen en la construcción de las obras apliquen durante la ejecución los Principios Generales de la Acción Preventiva que se recogen en el Art. 15 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales y, en particular, en las siguientes tareas o actividades:

- Mantenimiento de las obras en buen estado de orden y limpieza.
- Elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
- Manipulación de los distintos materiales y medios auxiliares.
- Mantenimiento y control periódico de las instalaciones.
- Delimitación y condicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito.
- Recogida de materiales peligrosos utilizados.
- Almacenamiento y eliminación de residuos y escombros.
- La cooperación entre los contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.
- Las interacciones con cualquier otra actividad que se realice en las obras o cerca del lugar de las obras.

**Coordinar a las empresas participantes:** Cuando en un mismo centro de trabajo desarrollen actividades trabajadores de dos o más empresas, el Coordinador de Seguridad y Salud tiene la obligación de establecer los medios de coordinación que sean necesarios en cuanto a la protección y prevención de riesgos laborales, y la información sobre los mismos a los trabajadores.

Asimismo, controlará y vigilará el cumplimiento de la Normativa de Prevención de Riesgos Laborales por parte de los Subcontratistas y de los Trabajadores Autónomos que participen en las obras. Dejará constancia de cualquier infracción en el Libro de Incidencias, una vez informada la Dirección de Obra y el contratista principal.

El Coordinador de Seguridad y Salud tiene la obligación de promover y coordinar las reuniones entre la Empresa Constructora y los posibles subcontratistas para la colaboración de sus respectivos trabajadores.

En estas reuniones se estudiarán los riesgos existentes en el Centro de Trabajo y las medidas de protección y prevención correspondientes, así como las medidas de emergencia a aplicar en caso necesario.

El Coordinador de Seguridad y Salud está obligado a controlar que los métodos de trabajo y de producción utilizados son seguros, atenúan el trabajo monótono y repetitivo y que reducen los efectos nocivos sobre la salud.

Asimismo, controlará que las medidas preventivas consideren las distracciones o imprudencias no temerarias del trabajador. Sólo se adoptarán tales medidas preventivas cuando los riesgos adicionales que pudieran implicar estas medidas sean substancialmente inferiores a los que se pretenden controlar y no existan alternativas más seguras.

**Control de accesos:** será obligación del Coordinador de Seguridad y Salud supervisar la adopción de las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a las obras.

Dentro de las obras, el Coordinador de Seguridad y Salud adoptará las medidas necesarias a fin de garantizar que sólo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.

Cuando se haya producido un daño para la salud de los trabajadores o cuando, con ocasión de la vigilancia de la salud prevista en el Art. 22 de la Ley 31/1995, aparezcan indicios de que las medidas de prevención resultan insuficientes, el contratista llevará a cabo una investigación al respecto independiente a la seguida por la Inspección de Trabajo y Seguridad Social a fin de detectar las causas de estos hechos. El Coordinador de Seguridad y Salud coordinará esta investigación.

**Modificación y actualizaciones del Plan de Seguridad y Salud:** En los casos en los que, en función del proceso de la ejecución, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, el contratista u otros intervinientes en la obra consideren necesarias modificaciones del Plan de Seguridad y Salud se redactaran los anexos al PSyS que pudieran ser procedentes.

El Coordinador de SyS revisará los citados anexos en los mismos términos que el Plan de Seguridad y Salud emitiendo la correspondiente Acta de aprobación cuando así proceda. El Acta de aprobación de los anexos tendrá el contenido mínimo recogido en el anexo III.

El coordinador de seguridad y salud se responsabilizará del cumplimiento de la normativa aplicable en relación con la Ley de Subcontratación y la que esté vigente y resulte de aplicación en el momento de la ejecución de las obras.

#### 5.2.8 Puesta en Marcha

La Asistencia Técnica realizará la supervisión del Plan de Puesta en Marcha (PPM) del contratista de las obras, así como el control de todas las tareas a realizar y los medios humanos, técnicos y materiales a aportar por aquel, mediante informe previo que remitirá a Canal de Isabel II, S.A., M.P. para su aprobación y, por lo tanto, para el inicio de la puesta en marcha.

Además, previamente a la puesta en marcha, la Asistencia Técnica, deberá elaborar el Plan de Supervisión y Control de Calidad de la puesta en marcha para su aplicación durante la ejecución de esta fase del contrato.

Durante la puesta en marcha que durará hasta **TRES meses y medio**, la Asistencia Técnica, supervisará el PPM, asesorará a la Dirección de Obra y realizará informes con periodicidad mínima mensual, o aquella que establezca la Dirección de Obra, sobre el cumplimiento del PPM y en su caso, de las medidas necesarias para su cumplimiento. La puesta en marcha terminará cuando los procesos cumplan durante una semana los parámetros y rendimientos.

La Asistencia Técnica realizará un informe final sobre el cumplimiento del PPM por parte del Contratista, que incluirá la supervisión de los documentos que éste entrega a Canal de Isabel II, S.A., M.P. previamente a la finalización de la puesta en marcha: Informe de puesta en marcha; Estudio de costes de explotación; Tablas resumen por equipo, de la programación de mantenimientos de todos los equipos, con la periodicidad reglamentaria y la que especifique el fabricante.

#### 5.2.9. Manual de Operación y Mantenimiento

La asistencia técnica supervisará, propondrá las adecuaciones que considere pertinentes y una vez cuente con su conformidad, informará favorablemente el Manual de Operación y Mantenimiento que elaborará el contratista de las obras, confirmando su adecuación a los requerimientos de los pliegos y que se corresponde con el equipamiento instalado.

La asistencia deberá validar el modelo digital de operación y mantenimiento (BIM 7-D o “record model”) entregado por el contratista de las obras, comprobando que contiene la documentación necesaria para la operación de la infraestructura.

#### 5.2.10. Proyecto según construcción

La asistencia técnica revisará y supervisará la corrección de todo el contenido del proyecto según construcción (“as built”) que elaborará el contratista de las obras a la finalización de las mismas. Una vez cuente con su conformidad emitirá informe favorable sobre el mismo, confirmando su adecuación a la realidad de las obras ejecutadas. La asistencia técnica firmará su conforme a los planos del proyecto según construcción. Una copia de estos planos se incluirá en el documento de medición final.

La asistencia técnica deberá comprobar y validar que el modelo digital final “As-built” entregado por el contratista de las obras es coherente con la realidad construida y con el proyecto “As-Built”.

#### 5.2.11. Recepción de las obras

Si en el Acta de Recepción de las obras se incluyera lista de remates u otros puntos pendientes de ejecutar en las obras, éstos serán vigilados y supervisados por la asistencia técnica con los mismos medios que se hubieran dispuesto en la fase de ejecución de las mismas. Los costes incurridos por la asistencia técnica para realizar estos trabajos se consideran incluidos en el presupuesto de la fase de ejecución de las obras, aunque estos se realicen con posterioridad a la recepción de las obras.

### 5.3.- Fase de medición final de las obras y seguimiento de actuaciones derivadas del acta de recepción de las obras.

El alcance de los trabajos a realizar es:

#### 5.3.1. Seguimiento de actuaciones derivadas del Acta de Recepción de las obras.

El contratista deberá asegurar y vigilar, aportando los medios que sean necesarios para que las actuaciones pendientes recogidas que consten en el Acta de Recepción de las obras se realicen de forma adecuada y con la misma garantía que la obra principal ejecutada.

El alcance de los trabajos a realizar en este punto son los mismos que los contemplados en el apartado 5.2. Fase de ejecución de obras y puesta en marcha.

#### 5.3.2. Medición final de las obras

Una vez recibidas las obras, la Asistencia Técnica ejecutará la toma de datos, mediciones, valoraciones, planos y todo lo necesario para supervisar la medición final de las obras que elaborará el Adjudicatario de las obras, aprobando los documentos de medición final que recoge el estado final real de mediciones, dimensiones y características de las obras ejecutadas, con los planos y valoraciones de la misma y sus revisiones de precios si procede, revisará la edición

definitiva del documento de medición final de las obras, tanto en papel como en soporte informático, dando la conformidad técnica a los mismos.

A solicitud de la Dirección de Obra la Asistencia Técnica redactará el pliego de razonamientos justificativo de las posibles adecuaciones y modificaciones introducidas durante el desarrollo de las obras respecto al proyecto constructivo, así como de las mediciones finales realmente ejecutadas.

Deberá entregarse conjuntamente el alta de inventario de las obras de acuerdo al modelo establecido por el Canal de Isabel II, S.A., M.P.

### 5.3.3. Documentación final

La asistencia técnica revisará y aprobará el resto de la documentación (anejos de cálculo y justificativos) de la obra actualizados con las modificaciones que se hayan introducido, presentados por el contratista al final de las obras y revisará la edición definitiva del documento de medición final de las obras. Igualmente participará en la revisión, las correcciones y aprobación de la edición definitiva del Manual de operación y mantenimiento.

La asistencia técnica realizará el seguimiento y supervisión de todas las tramitaciones necesarias para la finalización de las legalizaciones de las instalaciones, así como del seguimiento de las deficiencias que se manifiesten durante el periodo de garantía.

### 5.3.4. Informe final

La Asistencia Técnica presentará un informe final las obras que recogerá, al menos, los siguientes aspectos:

- Vigilancia ambiental:
  - Informe del grado de cumplimiento del Condicionado Ambiental para las obras objeto del contrato.
  - Identificación de los impactos reales durante la ejecución.
  - Identificación de los impactos residuales tras la aplicación de las medidas correctoras previstas.
  - Descripción de las medidas correctoras y plan de mantenimiento de las mismas.
  - Gestión de los residuos y documentación generada.
- Plan de Control de Calidad realizado.
- Control presupuestario y desviaciones habidas.
- Informe gráfico mediante fotografías, vídeos, documentos Power Point u otros del seguimiento de las obras, con especial atención en aquellos montajes, unidades de obra o situaciones singulares que supongan una actividad relevante desde el punto de vista técnico.
- Alta de inventario en el impreso facilitado por el Canal de Isabel II, S.A., M.P.
- Archivo en papel y digital de legalizaciones: proyectos visados, direcciones de obra e informes de las OCA, y sus correspondientes registros de entrada, y comunicaciones varias con industria.



## 6.- ORGANIZACIÓN DE LA ASISTENCIA TÉCNICA

La empresa adjudicataria designará una persona como Delegado del adjudicatario ante Canal de Isabel II, S.A., M.P. que será responsable del contrato y de toda la organización de los servicios vinculados al mismo. Dicha persona deberá acreditar, en caso de ser requerido por Canal de Isabel II, S.A., M.P. una titulación profesional de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, Máster habilitante para el ejercicio de la Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos, Ingeniero Técnico de Obras Públicas o Graduado en Ingeniería Civil y una experiencia mínima de 5 años en el campo del tratamiento de aguas residuales y/o saneamiento.

Se relacionan a continuación las funciones de cada uno de los puestos necesarios para el correcto desarrollo de las labores este contrato. Los medios de adscripción que el licitador debe disponer para la ejecución del contrato, su grado de dedicación parcial o total, su titulación y su experiencia se detallan en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares.

### Jefe de Unidad

Actuará como Jefe de Unidad a pie de obra durante la ejecución y puesta en marcha de la misma, responsabilizándose del correcto desarrollo de los trabajos. Realizará las actividades de dirección, supervisión y control de las obras objeto del Contrato.

Se responsabilizará de la realización de las certificaciones, del seguimiento económico y temporal de las obras, del seguimiento del control de calidad de las obras.

### Coordinador de Seguridad y Salud

Actuará como especialista en la supervisión, aprobación, control del cumplimiento y actualización del Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista de las obras y en la coordinación de la seguridad y salud en la ejecución de las obras y en la puesta en marcha.

Cuando se trate de procedimientos de proyecto y obra intervendrá, además, en la supervisión del Estudio de Seguridad y Salud del Proyecto de Construcción.

### Ingeniero especialista en equipamiento mecánico eléctrico, instrumentación y control.

Actuará como especialista en la aprobación de especificaciones técnicas, supervisión de la fabricación, puesta en obra; prueba de funcionamiento de los equipos mecánicos eléctricos, instrumentación y control necesarios para el correcto funcionamiento de las instalaciones y puesta en marcha, teniendo en cuenta los criterios técnicos y económicos fijados por Canal de Isabel II, S.A., M.P.

Se responsabilizará del seguimiento del control de calidad de los equipos, montaje y puesta en marcha de todo el equipamiento de su especialidad.

### Ingeniero especialista en dimensionamiento de procesos de EDAR

Actuará como especialista en el diseño más adecuado a las necesidades requeridas por Canal de Isabel II, S.A., M.P. teniendo en cuenta los criterios técnicos y económicos.

### Titulado especialista en puesta en marcha de EDAR

Titulado especialista con experiencia en puesta en marcha de estaciones depuradoras de aguas residuales. Deberá haber realizado al menos DOS puestas en marcha de EDAR.

El Titulado especialista en puesta en marcha realizará al menos una **visita diaria de media jornada de duración** mientras se ejecuten los trabajos de puesta en marcha correspondientes a la fase de ejecución de las obras y puesta en marcha.

Actuará como especialista asesorando al Canal de Isabel II, S.A., M.P. a este respecto y supervisando e incluso planificando los procedimientos más adecuados para efectuar estas labores garantizando la correcta funcionalidad definitiva de las instalaciones y minimizando sus interferencias en el servicio por funcionamientos provisionales parciales.

#### **Titulado especialista en medioambiente**

Actuará como especialista en el control para el cumplimiento del Condicionado Ambiental. Será el encargado de la supervisión del Plan de Vigilancia Ambiental elaborado por el contratista de las obras.

Estará encargado de comprobar el cumplimiento de las medidas correctoras y compensatorias establecidas en el Plan de Vigilancia Ambiental de las obras, la correcta gestión de residuos y puntos limpios de las obras, así como de los requisitos a cumplir por la legislación vigente aplicable a las obras.

Igualmente, el adjudicatario pondrá a disposición el siguiente **personal con dedicación parcial** al desarrollo de los trabajos, y los medios necesarios para la ejecución de los mismos:

#### **Ingeniero Técnico Topógrafo**

Ingeniero Técnico Topógrafo con experiencia mínima de TRES años en la ejecución de obras hidráulicas.

En el precio se incluye auxiliares de apoyo en el desarrollo de los trabajos de campo y elaboración de planos y reportajes fotográficos del mismo.

#### **Especialista en Geología y Geotécnica**

Especialista o profesional con la titulación adecuada, con experiencia mínima de CINCO años en el área de la Geología y Geotecnia.

Actuará como especialista en cualquier fase de obra que requiera análisis, estudio e información sobre la calidad de los suelos para cimentación de las estructuras, la realización de excavaciones y vaciados, uso de estructuras de sostenimiento del terreno y las posibles afecciones a instalaciones y edificaciones existentes. Realizará la supervisión de posibles informes o estudios que aporte la contrata durante la ejecución de las obras. Emitirá los informes que pudieran ser precisos como contraste de los de la contrata, los necesarios por observaciones o propuestas de la propia A.T. o los requeridos por la D.O.

#### **Ingeniero especialista en cálculo de estructuras**

Ingeniero especialista con experiencia mínima de CINCO años en el cálculo de estructuras en instalaciones objeto del presente Pliego.

Actuará como especialista siempre que se necesite revisar, supervisar o comprobar cálculos estructurales bien de elementos incluidos en proyecto bien surgidos por modificaciones, cambios o necesidades acaecidas durante el desarrollo de las obras. También asesorará al Canal de Isabel II, S.A., M.P. al respecto de las soluciones o detalles constructivos más adecuados en función de consideraciones estructurales aportando cálculos, diseños e informes complementarios según fueren necesarios.

#### **Trabajos Administrativos**

El adjudicatario pondrá a disposición el personal necesario para el desarrollo de los trabajos administrativos asignados.

La oferta incluirá los siguientes medios informáticos, vehículos para locomoción y oficinas necesarios para la ejecución de los mismos:

### Medios informáticos

En la oferta económica estarán incluidos los gastos correspondientes a los medios informáticos necesarios para el desarrollo de trabajos, incluyendo tanto el hardware como el software, que pudiera ser necesario para el uso de las aplicaciones informáticas que, para el control de las obras y desarrollo de los trabajos, determine Canal de Isabel II, S.A., M.P. Todos los medios indicados estarán a disposición de la Dirección de Obra.

Para asegurar la gestión eficiente de la información entre todas las partes involucradas se utilizará, a lo largo del desarrollo de todo el contrato las siguientes herramientas informáticas:

- **CONTROL DE COSTES:** se usará la herramienta informática facilitada por Canal de Isabel II, S.A., M.P. o en su defecto un programa integrado de gestión y control de costes para edificación y obra civil.
- **PLANIFICACIÓN DE OBRA:** se usará la herramienta informática facilitada por Canal de Isabel II, S.A., M.P. o en su defecto un programa de planificación y control de proyectos.
- **ENTORNO COMÚN DE DATOS:** para el sistema colaborativo en línea de gestión de documentación y flujos de aprobación de documentos se empleará la herramienta informática facilitada por Canal de Isabel II, S.A., M.P. o en su defecto las aplicaciones informáticas que permitan crear, acceder y compartir documentos en un entorno colaborativo.
- **SEGURIDAD Y SALUD:** se usará la herramienta facilitada por Canal de Isabel II, S.A., M.P.
- **GESTIÓN DOCUMENTAL DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES:** se empleará la herramienta informática facilitada por Canal de Isabel II, S.A., M.P.

Las herramientas serán utilizadas por todos los agentes implicados, siguiendo los protocolos que se establezcan respecto a la generación, edición y gestión de información, así como los procedimientos relativos a los flujos de trabajo aprobados.

### Vehículos y locomoción

En la oferta económica estarán incluidos los gastos correspondientes a vehículos y locomoción a disposición de la Asistencia Técnica para el normal desarrollo de su trabajo, incluyendo consumos, seguros, averías, mantenimiento, gastos de amortización o reposición y resto de gastos a considerar.

En este sentido, el adjudicatario deberá adscribir al contrato los vehículos cuya clasificación ambiental se ajuste a la oferta realizada por el licitador para el correspondiente criterio de adjudicación. En caso de no ofertarse vehículos ECO o Cero según dicho criterio de adjudicación, se deberán adscribir a la ejecución del contrato al menos cuatro vehículos con etiqueta ambiental tipo C.

### Oficinas

El equipo técnico destinado con dedicación exclusiva a los trabajos a pie de obra tendrá su puesto de trabajo en las obras y estará ubicado en la correspondiente caseta de obra durante la fase de ejecución de las obras.



Así mismo el adjudicatario deberá aportar el mobiliario y los equipos necesarios para la oficina de obras, que se entienden incluidos en el presupuesto ofertado. Los gastos de desplazamiento y dietas del personal están incluidos en el presupuesto ofertado.

## 7.- DOCUMENTACIÓN TÉCNICA A CONSIDERAR

La documentación técnica y administrativa elaborada para el procedimiento de licitación de los servicios de asistencia técnica para el **PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE MEJORAS EN LA EDAR DE GALAPAGAR-TORRELOZONES. T.M. DE GALAPAGAR** es la siguiente:

- Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares (PCAP).
- Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares (PPTP).
- Proyecto de Construcción de Mejoras en la EDAR de Galapagar-Torrelozones. T.M. de Galapagar.

Esta documentación se encuentra disponible para consulta de los licitadores en el Área Construcción de Depuración y Reutilización o en los servicios de publicación que dicho Área informe.

## 8.- OFERTA ECONÓMICA

La oferta económica se presentará de conformidad con lo establecido en el ANEXO II del PCAP que rige el contrato.

Germán  
Rocha  
García

Fecha:  
2023.03.0  
1 11:43:06  
+01'00'

Germán Rocha García  
Jefe del Área de Construcción  
Depuración y Reutilización

José Antonio  
Lirola Barroso  
(R: A86488087)

Fecha:  
2023.03.01  
12:33:46  
+01'00'

José Antonio Lirola Barroso  
Subdirector Construcción

VºBº

Firmado por:  
JUAN SÁNCHEZ GARCÍA  
(R:A86488087)

Fecha:  
2023.03.06  
14:41:00  
+01'00'

Juan Sánchez García  
Director de Innovación e Ingeniería

## ANEXO I

### ALCANCE DE LAS OBRAS

*Anejo nº 1. “Características principales del proyecto” de la Memoria del Proyecto de Construcción de Mejoras en la EDAR de Galapagar-Torrelodones. T.M. de Galapagar*



## ANEJO Nº 1.- CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL PROYECTOS





## Índice

<b>1. OBJETO DEL PROYECTO Y JUSTIFICACIÓN DE LA ACTUACIÓN .....</b>	<b>5</b>
<b>2. RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS.....</b>	<b>5</b>
2.1 Ubicación y entorno .....	5
2.2 Resumen de las obras .....	6
<b>3. CAUDALES DE PARTIDA.....</b>	<b>10</b>
<b>4. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA BRUTA .....</b>	<b>10</b>
<b>5. CARACTERÍSTICAS EXIGIDAS AL AGUA TRATADA .....</b>	<b>11</b>
<b>6. CARACTERÍSTICAS DEL EFLUENTE A TRATAR POR LOS BIOFILTROS DE TERCERA ETAPA.....</b>	<b>12</b>
<b>7. CARACTERÍSTICAS DE PROYECTO .....</b>	<b>12</b>
7.1 Bombeo de agua de alimentación a los nuevos biofiltros de Post-DN .....	12
7.2 Medida de caudal para alimentación a nuevos biofiltros .....	13
7.3 Cimentaciones .....	13
7.4 Biofiltros .....	13
7.4.1 Caudales de partida .....	13
7.4.2 Arqueta de entrada a las celdas .....	13
7.5 Aporte de Glicerina .....	19
7.6 Bombeo de agua de lavado .....	19
7.7 Medida de caudal de agua para lavado .....	19
7.8 Consumo de aguas de lavado.....	20
7.9 Capacidad y bombeo de agua sucia de lavado .....	20
7.9.1 Sustitución de las bombas existente .....	20
7.10 Aire de Lavado de Biofiltros Post-DN .....	20
7.11 Tratamiento Físico-químico .....	21
7.11.1 Cámara de mezcla.....	22
7.11.2 Tanque de floculación.....	22
7.11.3 Decantador lamelar. ....	23
7.11.4 Fangos producidos.....	23
7.12 Cámara de derivación.....	23
7.13 Espesador de fangos .....	24
7.14 Bombeo de fangos espesados.....	25
7.15 Red de sobrenadantes .....	25
7.16 Tamiz fangos primarios .....	25

<b>8. EDIFICACIÓN .....</b>	<b>28</b>
8.1 Edificio de soplantes de los biofiltros.....	29
8.2 Edificio de Reactivos.....	30
8.3 Edificio de bombeo y soplantes del Físico-químico .....	30
8.4 Edificios eléctricos: CCM 4 y CCM5 .....	30
<b>9. NUEVAS CONDUCCIONES .....</b>	<b>31</b>
<b>10. VIALES.....</b>	<b>32</b>
10.1 Acondicionamiento del camino de acceso EDAR .....	32
10.2 Nuevos viales.....	32
<b>11. INSTALACIONES ELECTRICAS .....</b>	<b>33</b>
11.1.1 Centros de Control de Motores (CCM) .....	33
11.1.2 Cuadros de Variadores y Arrancadores .....	35
11.1.3 Batería de condensadores .....	35
11.1.4 Cuadros de alumbrado .....	36
11.1.5 Alumbrado interior y otros usos.....	36
11.1.6 Alumbrado exterior .....	36
11.1.7 Nuevas canalizaciones eléctricas .....	37
11.1.8 Redes de Tierras.....	38
<b>12. INSTRUMENTACION Y CONTROL .....</b>	<b>38</b>
12.1 Sistema de automatización y control de la EDAR actualmente .....	38
12.2 Sistema de automatización proyectado.....	39
<b>13. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA .....</b>	<b>40</b>
<b>14. PLAZO DE EJECUCIÓN.....</b>	<b>40</b>
<b>15. PRESUPUESTOS .....</b>	<b>41</b>
15.1 Presupuesto de ejecución material.....	¡Error! Marcador no definido.
15.2 Presupuesto base de licitación.....	¡Error! Marcador no definido.
<b>16. UNIDADES ORDENADAS POR IMPORTE.....</b>	<b>42</b>
<b>Anexo 1 Planos.....</b>	<b>43</b>

## 1. OBJETO DEL PROYECTO Y JUSTIFICACIÓN DE LA ACTUACIÓN

La primera fase de la EDAR de Galapagar-Torrelorones fue puesta en marcha en el año 2.002 para dar servicio a ambas localidades con una capacidad de tratamiento de 15.000 m<sup>3</sup>/día y 60.000 habitantes equivalentes (h.e). La línea de tratamiento estaba constituida por un pretratamiento seguido de decantadores lamelares con recirculación de fangos y el tratamiento biológico estaba formado por biofiltros en dos etapas de desnitrificación y nitrificación. En primera fase se pusieron en funcionamiento dos líneas de tratamiento, con una capacidad de 15.000 m<sup>3</sup>/día, y en segunda fase el caudal se ampliaba hasta 22.500 m<sup>3</sup>/día con una tercera línea a equipar en el futuro. En la construcción de la EDAR se realizó la obra civil correspondiente a las tres líneas de tratamiento), si bien sólo se instalaron los equipos de dos líneas.

Posteriormente en el año 2.017 se equipó la tercera línea y además se realizó un tratamiento de caudales aliviados, con el fin de dar cumplimiento al Plan Hidrológico del Tajo.

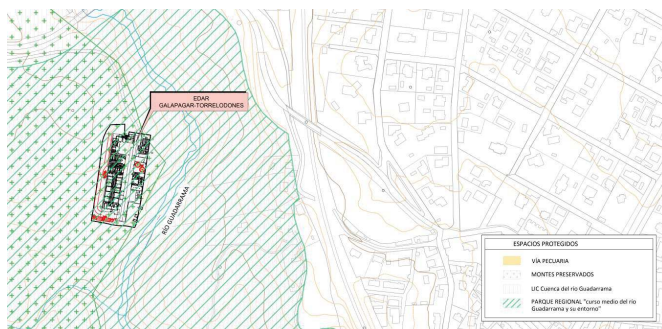
La EDAR de Galapagar-Torrelorones presenta problemas que dificultan la eliminación de nitrógeno, por lo que no siempre es posible alcanzar las concentraciones de nitrógeno en el efluente que cumplan con la normativa vigente en lo que a condiciones de vertido se refiere.

El objeto del proyecto es implementar en la EDAR de Galapagar-Torrelorones las infraestructuras necesarias para mejorar la capacidad de eliminación de nitrógeno, con garantías de cumplimiento con la legislación vigente, además de realizar otras mejoras necesarias, tanto en la línea agua como de fangos. Las actuaciones se realizarán en las instalaciones de la EDAR existente.

## 2. RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS

### 2.1 Ubicación y entorno

La EDAR actual de Galapagar-Torrelorones, se encuentra ubicada en el término municipal de Galapagar, en el parque regional "curso medio del río Guadarrama y su entorno", en el LIC "Cuenca del río Guadarrama" y en Monte Preservado., quedando a la margen derecha del río Guadarrama.



Emplazamiento de la EDAR Galapagar-Torrelorones

La parcela donde se ubican las instalaciones y donde se van a llevar a cabo las obras, tiene la referencia catastral 28061A012000050000DL, correspondiente al polígono 12, parcela 5, Las regaderas, Galapagar.

Se ubica a 4,3 Km del núcleo urbano de Galapagar y 4,4 Km del de Torrelorones, en el margen derecho del río Guadarrama, con acceso desde la M-519.

## 2.2 Resumen de las obras

El objeto del proyecto es implementar en la EDAR de Galapagar-Torrelodones las infraestructuras necesarias para mejorar la capacidad de eliminación de nitrógeno, con garantías de cumplimiento con la legislación vigente, además de realizar otras mejoras necesarias, tanto en la línea de agua como en la de fangos.

Todas las actuaciones proyectadas se realizarán en el interior de la EDAR actual, a excepción del acondicionamiento del camino de acceso desde la carretera M-519, que es también de titularidad de Canal de Isabel II dentro de la misma parcela catastral.

Para la reposición del cerramiento será necesario ocupar temporalmente el suelo que linda con el vallado este de la EDAR, que también es propiedad de Canal de Isabel II.

### 1-Mejora de la capacidad de eliminación de nitrógeno

El principal problema de esta EDAR está en la desnitrificación. Para atajarlo, dado el poco espacio libre disponible, y en correlación con la actual tecnología empleada, se ha considerado como la mejor solución, la de incorporar una biofiltración de post-desnitrificación, con la posibilidad de adición de materia orgánica carbonada, para lo que se proyecta el empleo de Glicerina.

Estos nuevos Biofiltros Post-DN se construyen como final de la línea de agua, a modo de terciario de afino, siendo alimentados con el agua tratada en la EDAR.

### 2-Mejora de la línea de agua

En la actualidad, la recuperación de las aguas de lavado se realiza bombeándolas hacia la arqueta de reparto a la decantación primaria. Dado que estas aguas están cargadas de SS, esta incorporación supone una gran sobrecarga sobre los decantadores primarios, produciendo escape de sólidos que pasan a la primera etapa del Biológico.

Para evitar esto, se propone conducir las aguas de recuperación de los lavados a un proceso Físico Químico independiente del de la planta, de manera que lo que se incorpore a la decantación primaria sea ya agua clarificada. Debido a la limitación de espacio físico para este proceso, se propone una decantación lastrada, ayudada por la incorporación de microarena, que al permitir altas velocidades de flujo, se obtiene una instalación de reducidas dimensiones. En esta ocasión, el caudal de retorno permite adoptar un modelo prefabricado y muy compacto.

El agua de retornos, clarificada, puede ya incorporarse a la línea de agua, aguas abajo de los decantadores primarios, a la entrada de los filtros biológicos de primera etapa. Con esto se mejora el funcionamiento de la decantación primaria, disminuyendo su velocidad ascensional y su carga de sólidos y en consecuencia mejorando su capacidad.

Adicionalmente, se proyecta el acondicionamiento de los seis biofiltros aerobios actuales de segunda etapa así como dar la posibilidad de enviar los sobrenadantes de la deshidratación al nuevo tratamiento de decantación lastrada.



### 3-Mejora de la línea de fangos

Con esta modificación, se obtienen ahora dos flujos de fango:

- El fango resultante de la decantación lastrada de retorno de lavados
- El fango de purga de la decantación primaria.

El primero de ellos se purga con una baja concentración de SS, del orden del 0,7 % (7 Kg/m<sup>3</sup>), por lo que debe preverse su espesamiento de manera que no diluya la concentración de fango a deshidratar.

El segundo, con la mejora de su rendimiento, debe salir con una concentración en torno al 3,5 % (35 Kg/m<sup>3</sup>) por lo que podrá enviarse al tanque de fango espesado.

Se proyecta un tamizado de fangos, mediante un equipo en línea, trabajando a presión, montado en baipás de la tubería de fangos antes de su entrada al tanque de fango espesado.

Al objeto de darle la máxima versatilidad, y con el nuevo espesador a construir, se han previsto todas las posibilidades de operación de la línea de fangos, así:

- El fango primario puede enviarse al tanque de fango espesado directamente o al nuevo espesador
- El fango de los lavados se envía normalmente al nuevo espesador, (que se diseña para su caudal máximo), pero también puede unirse al primario y pasar por el tamiz y de él al tanque de fango espesado
- Las tres tuberías de purga de fango primario, pueden unirse y dirigirse al tamiz o en caso de avería en éste, seguir entrando directamente al tanque de fango espesado

Este espesamiento complementario supondrá una mayor concentración de SS en el fango espesado y en consecuencia un mejor rendimiento de la deshidratación y un menor consumo de polielectrolito para acondicionamiento.

### 4-Otras mejoras.

- Camino de acceso: acondicionamiento del camino de acceso antes y después de las obras.
- Retirada y cambio de material del detalle arquitectónico de cerramiento “tipo traviesas de madera”, del borde este de la EDAR.

En resumen, se proyectan las siguientes actuaciones:

- Nuevos biofiltros (2) de Post-Desnitrificación
- Bombeo de agua depurada a nuevos biofiltros
- Depósito en superficie de almacenamiento y dosificación de glicerina
- Conducciones enterradas de conexión: salida efluente, aire, agua de lavado de filtros, agua potable, industrial, electricidad, y control
- Equipo tratamiento físico químico de decantación lastrada, compacto, para tratamiento de agua de lavado de biofiltros, con las instalaciones complementarias de almacenamiento, preparación, dosificación automática de coagulante, floculante y microarena y camino de acceso a las instalaciones

- Pantallas de micropilotes para acondicionamiento del camino y zona de tratamiento Físico-químico.
- Conducciones enterradas de conexión: agua de lavado de filtros, agua de retorno, fangos, agua potable, industrial, electricidad y control.
- Cámara de reparto. Desde esta arqueta se permite enviar los fangos procedentes de la decantación lastrada al espesador directamente o darle la opción de pasar por el nuevo tamiz de fangos.
- Espesador de gravedad, bombeo de fangos espesados a depósito tampón existente y camino de acceso a las instalaciones.
- Tamiz prensa para el fango de la decantación primaria
- Conducciones enterradas de conexión: fango pre y post espesado, sobrenadante y red de vaciados
- Nuevos CCM e instalaciones de electricidad y control de los nuevos elementos electromecánicos
- Acondicionamiento de los seis biofiltros Aerobios actuales.
- Camino de acceso: acondicionamiento del camino de acceso antes y después de las obras.
- Retirada y cambio del detalle arquitectónico de cerramiento “tipo traviesas de madera”, del borde este de la EDAR.

Todas las actuaciones se proyectan en el interior de la parcela de la EDAR existente, excepto el acondicionamiento del camino de acceso a la planta y la sustitución del detalle arquitectónico del cerramiento, donde se sustituirán las traviesas de madera por celosías de acero corten.



Implantación de los nuevos elementos

Como puede apreciarse en el plano de Planta General, la concepción de la EDAR se ha desarrollado atendiendo a las instalaciones existentes, a la secuencia lógica del proceso, características topográficas y geotécnicas del terreno, a la disponibilidad de los terrenos y a la obtención de una fácil y eficaz explotación con gastos de mantenimiento reducidos; en definitiva atendiendo a criterios de funcionalidad y economía, pero sin olvidar los criterios estéticos y ambientales.

La implantación general pretende conseguir una EDAR que además de tener un funcionamiento y una explotación óptima, transmita una imagen de orden, claridad y limpieza visual, para lo que se han seguido los siguientes criterios de carácter compositivo y visual:

- ✓ Reducir las interferencias, durante la ejecución de las obras, con las instalaciones actuales. Se mantendrán en servicio los diferentes procesos hasta la implantación de los nuevos procesos.
- ✓ Organización de la planta por medio de una urbanización clara y sencilla que delimite bien las zonas y los usos.
- ✓ Garantizar el acceso de vehículos y camiones a la totalidad de las instalaciones, que permita realizar las operaciones de mantenimiento y la evacuación de los subproductos generados en la planta.
- ✓ Proyectar las instalaciones de manera que formen un conjunto armónico, tanto en aparatos como en acabado de edificios.

Para la implantación de los nuevos elementos en el interior de la parcela, se han buscado las zonas libres de mayor superficie y de menor incidencia en las instalaciones existentes.

Los nuevos elementos se han agrupan por proceso y cerca de las conexiones con los elementos existentes. Básicamente las actuaciones se han concentrado en tres zonas:

- **Nuevos biofiltros**

La ubicación de los biofiltros se realiza en el sur de la parcela de la EDAR, cercana a los filtros existentes para facilitar las conexiones con el agua tratada de alimentación, el agua para lavado, el agua de rechazo de los lavados y la salida de agua tratada.

- **Acondicionamiento biofiltros de segunda etapa.**
- **Tratamiento Físico-Químico.**

La nueva decantación lastrada e instalaciones auxiliares se han ubicado en la zona norte de la EDAR, ocupando el espacio colindante al pretratamiento y la decantación primaria para facilitar las conexiones.

- **Espesamiento de fangos**

Para el proceso de espesamiento, se ha optado por utilizar la superficie disponible en la zona Sur-este de la parcela, cercana al depósito de fangos existentes y donde se podrán realizar las conexiones sin ocasionar muchas interferencias.

Se incluye una partida presupuestaria para el acondicionamiento del camino de acceso desde el camino de acceso desde la carretera M-519 hasta la entrada a la EDAR, antes y después de las obras.

Se realizará un acondicionamiento de los baches, desniveles y desperfectos del camino antes y después de las obras de ejecución y se extenderá y compactará una capa de zahorra de 20 cm de espesor.

### 3. CAUDALES DE PARTIDA

ACTUAL	CORTO	MEDIO	LARGO	TECHO PLANEAMIENTO	
12.876	12.959	13.279	13.757	14.185	m <sup>3</sup> /día
536	540	553	573	591	m <sup>3</sup> /h

Es importante indicar que el caudal medio de diseño de la EDAR es de 22.500 m<sup>3</sup>/d; 937,5 m<sup>3</sup>/h-

### 4. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA BRUTA

Se han analizado los caudales y concentraciones de llegada a la EDAR durante los años 2.018, 2.019 y 2.020. Para estar del lado de la seguridad, se propone adoptar como concentraciones de diseño, los valores percentil 85, correspondientes al tiempo seco del año 2.019, por ser los más elevados de la serie estudiada.

Concentraciones mg/l				
DBO <sub>5</sub>	SS	DQO	PT	NT
394	589	913	9,1	66

A continuación, se incluye una tabla un resumen de la característica del agua bruta..

1.1 CAUDAL		PROYECTO MEJORAS EDAR	DISEÑO EDAR
Caudal de aguas residuales			
Diario	m <sup>3</sup> /d	14.185	22.500
Caudal medio	m <sup>3</sup> /h	591	938
1.2 CARACTERÍSTICAS DEL AGUA BRUTA			
DBO <sub>5</sub>			
Carga diaria total:	kg/d	5.589	7.875
Concentración entrada	mg/l	394	350
SS			
Carga diaria total:	kg/d	8.355	7.875
Concentración entrada	mg/l	589	350
DQO			

Carga diaria total:	kg/d	12.951	18.563
Concentración entrada	mg/l	913	825
<b>Nutrientes</b>			
<b>NTK</b>			
Carga diaria total:	kg/d	936	1.238
Concentración entrada	mg/l	66	55
<b>P</b>			
Carga diaria total:	kg/d	129	293
Concentración entrada	mg/l	9,1	13
Población de diseño	he	93.148	131.250

## 5. CARACTERÍSTICAS EXIGIDAS AL AGUA TRATADA

De acuerdo a la directiva 91/271 para aguas no sensibles y población de menos de 100.000 HabEq aunque por seguridad el proceso se diseñará para que el Nt de salida sea:

**NTotal, por seguridad**  $\leq 13$  mg/l

Parámetros	Concentración	Porcentaje mínimo de reducción (1)	Método de medida de referencia
Fósforo total	2 mg/l P (de 10.000 a 100.000 <a href="#">e-h</a> ). 1 mg/l (más de 100.00 <a href="#">e-h</a> ).	80	Espectrofotometría de absorción molecular
Nitógeno total (2)	15 mg/l (de 10.000 a 100.000 <a href="#">e-h</a> ) (3). 10 mg/l (más de 100.000 <a href="#">e-h</a> ) (3).	70-80	Espectrofotometría de absorción molecular

NO3 máximo en la salida para cumplir con las condiciones exigidas de vertido	3,6	mg/l	51,1	Kg/día
NO3 a eliminar en los Biofiltros DN	11,4	mg/l	161,7	Kg/día

## 6. CARACTERÍSTICAS DEL EFLUENTE A TRATAR POR LOS BIOFILTROS DE TERCERA ETAPA

Para el diseño de los biofiltros se han tenido en cuenta los siguientes caudales de partida:

Caudal diario a tratar	14.185	m <sup>3</sup> /día
Caudal Medio entrada a Post-DN	591,0	m <sup>3</sup> /h
Caudal Punta entrada a Post-DN	945,7	m <sup>3</sup> /h

El agua a tratar por los nuevos biofiltros de Post-Desnitrificación corresponde con la de salida de los Biofiltros de Nitrificación, actuales de segunda etapa. Para todos los parámetros se han adoptado los valores del percentil 85 del año 2019, antes de utilizarse la glicerina.

DBO5	11,5	mg/l
DQO	52,6	mg/l
SST	20,6	mg/l
NOrgánico	0,8	mg/l
NTK	9,4	mg/l
N-NH4	8,6	mg/l
N-NO3	15,0	mg/l
NT	24,4	mg/l
Pt	1,6	mg/l

## 7. CARACTERÍSTICAS DE PROYECTO

### 7.1 Bombeo de agua de alimentación a los nuevos biofiltros de Post-DN

El agua de alimentación será bombeada a los nuevos biofiltros de Post-DN desde el depósito existente de agua tratada. Las bombas sumergidas convencionales, se instalarán en el interior del tanque de agua tratada existente, quedando la valvulería y salida de éstas en la en la fachada del edificio donde se encuentra el bombeo de agua tratada existente.

Las características de las nuevas bombas de impulsión de agua bruta son:

- Número de bombas instaladas: 2+1R
- Caudal unitario: 600 m<sup>3</sup>/h
- Nº de bombas en servicio a Qmedio: 1 unidad
- Nº de bombas en servicio a Qpunta: 2 unidades
- Altura manométrica: 12 mca

- Ø Tubería individual de impulsión: 500 mm
- Ø Tubería general de impulsión: 500 mm

## 7.2 Medida de caudal para alimentación a nuevos biofiltros

Para controlar el caudal de entrada a los Biofiltros se instalará un caudalímetro electromagnético montado en baipás sobre tubería de la impulsión. El diámetro de éste será de 300 mm Ø, montando sobre una tubería de 500 mm Ø de acero inoxidable 316.

Diámetro	Caudal mínimo	Caudal óptimo	Caudal máximo	Velocidad a Q <sub>máx</sub> :	Velocidad a Q <sub>medio</sub> :
300	140 m <sup>3</sup> /h	500 m <sup>3</sup> /h	2.500 m <sup>3</sup> /h	4,72 m/s	2,32 m/s

## 7.3 Cimentaciones

Para el diseño de las cimentaciones, se han tenido en cuenta las recomendaciones del estudio geotécnico, las estructuras que apoyan las cimentaciones sobre el estrato de roca, se resuelven mediante cimentaciones superficiales, tipo losa. Mientras que las estructuras que apoyan sobre material de relleno, se plantearán mediante cimentaciones profundas con micropilotes.

Todas las cimentaciones se han proyectado mediante cimentación profunda, excepto en los biofiltros que apoyan en granitos y se han planteado con losa apoyada en el terreno.

## 7.4 Biofiltros

Para garantizar la eliminación de nitrógeno, se proyecta una solución basada en biofiltros para post-denitrificación, no aireados y con la posibilidad de añadir materia orgánica carbonada, empleando glicerina como fuente de DBO5 para desnitrificar.

### 7.4.1 Caudales de partida

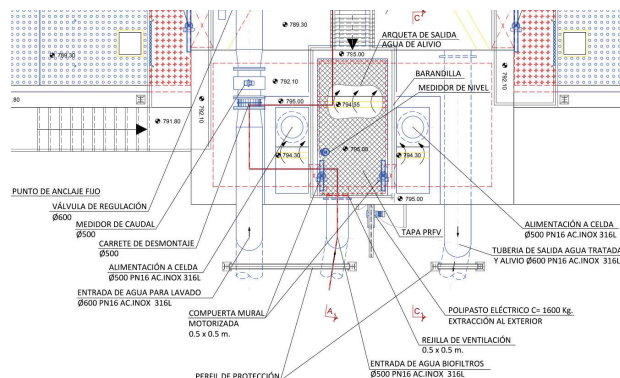
Los caudales de diseño de los nuevos biofiltros son de:

- Caudal diarios a tratar: 14.185 m<sup>3</sup>/día
- Caudal Medio entrada a Post-DN: 591 m<sup>3</sup>/h
- Caudal Punta entrada a Post-DN: 945,7 m<sup>3</sup>/h

### 7.4.2 Arqueta de entrada a las celdas

La alimentación de los nuevos biofiltros se realiza a través de la impulsión del nuevo bombeo del depósito de agua tratada. La conducción de diámetro 500 mm, entra en la arqueta superior del biofiltro, cumpliendo con las exigencias de pérdida de carga indicadas por el procesista. La arqueta de entrada conecta con otras dos cámaras simétricas adosadas a estas, desde las que se reparte el caudal

a las dos celdas a través de las compuertas mural neumáticas instaladas de 0,5 x 0,5 m y se distribuye individualmente mediante vertederos.



Arqueta de entrada a biofiltros

Desde el canal vertedero, el agua desciende por gravedad por una conducción de 500 mm a una cámara de distribución en la base de la celda. La compuerta mural de 500 x 500 mm de accionamiento neumático colocada antes del vertedero se utiliza para detener la entrada de agua cuando se requiere (por ejemplo, durante un ciclo de lavado para evitar que el agua que entra se vaya directamente al depósito de agua sucia de lavado sin pasar por el filtro).

El agua entra a la celda a través de dos canales de distribución con orificios ubicados en el fondo de la celda, diseñados para conseguir una distribución uniforme a lo largo de toda la superficie de la celda.

Las losas que tapan los canales son de hormigón armado prefabricadas y apoyan en junta de caucho natural y se anclarán químicamente mediante pernos. Cada losa de hormigón tiene una longitud aproximada de 6,88 m y 28 orificios con un Ø de 68 mm.

La celda funciona en co-corriente con el efluente y el aire que se introducen por debajo del lecho del filtro biológico (el aire se usa, en post DN, solo para lavado).

Cada celda contará con una parrilla de aireación situada en la zona inferior. Cada parrilla consiste en dos tuberías principales y tuberías conectadas perpendicularmente. Los tubos transversales están perforados. La parrilla de aireación está soportada sobre una estructura en acero inoxidable atornillada al suelo de la celda y a los pilares de hormigón que soportan el falso techo.

La tubería de alimentación de aire de lavado a la parrilla de aireación, se conectará por la parte externa del fondo de la celda mediante un colector de diámetro 80 mm de acero inoxidable AISI 316L que en la parte en que pueda entrar en contacto con los trabajadores irá calorifugada.

- **Lecho filtrante y falso techo**

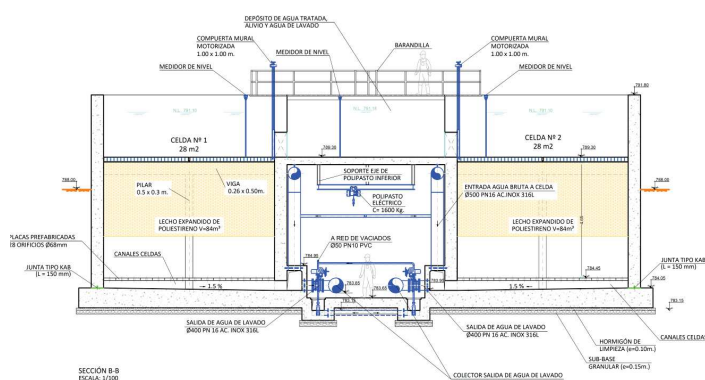
Cuando el agua entra en la celda, sube a través de ésta mediante el equilibrio del flujo gravitatorio debido a la diferencia de niveles piezométricos aguas arriba y aguas abajo. Durante este ascenso, el agua pasa a través de un lecho flotante, que se retiene debajo de un falso techo de hormigón armado.



El falso techo estará formado en cada celda por 4 losas de aproximadamente 7 m<sup>2</sup>, con una dimensiones de 3,460 x 1,900 m y 0,180 m de espesor, apoyadas sobre una viga central.

Cada losa está cubierta de boquillas, que permiten el paso del agua tratada, 350 elementos insertos en cada una de las cuatro losas que conforman una de las dos celdas del biofiltro de tercera etapa.

El paso del agua se producirá a través de las crepinas de polietileno de Ø35 mm y una longitud de 250 mm. La salida del agua se producirá por los 36 orificios de cada crepina de 1,5 x 18 mm. A diferencia de las crepinas de los biofiltros de primera y segunda etapa, estas crepinas se extienden y tienen las perforaciones hacia abajo de la losa: no en vano no es un falso fondo sino un falso techo que retiene el material de filtro que flota. Las crepinas de polipropileno irán embebidas en el hormigón



Sección biofiltros

Para garantizar un buen ajuste, las losas de hormigón tienen varios salientes en ambas direcciones, que se ensamblarán unas con otras. Las juntas entre losas se rellenarán con hormigón y reforzarán con barras de diámetro máximo de 16 mm y timbrado.

En una de las losas se instalará una ventanilla de 500 x 500 mm para acceder a la parte inferior de la celda. Para los trabajos de mantenimiento en los que sea necesario acceder a las celdas, se instalarán puntos de anclaje para las líneas de vida. Además, en cada losa se instalará un dispositivo de llenado de Ø 150 mm.

El sistema proyectado, es un sistema de biofiltración que utiliza un reactor de lecho para la fijación de biopelículas y la retención de sólidos. El proceso consiste en una filtración de flujo ascendente, en paralelo con el aire del proceso (para el lavado), a través de un medio granular fino sumergido y flotante donde crece una biopelícula activa. La filtración tiene lugar en una dirección que compacta el medio en lugar de expandirlo, lo que mejora la retención de materia en suspensión y permite lograr niveles bajos de sólidos en suspensión.



El lecho filtrante está compuesto de bolas de poliestireno en las cuales se fija la biopelícula. Como las bolas de poliestireno tienen una densidad baja (alrededor de 0,5 kg/l), el falso techo mantiene el lecho.

- **Lavados de los biofiltros**

El agua del depósito de agua tratada existente, será impulsada desde el depósito de agua tratada con las bombas existentes, alternando los lavados con los biofiltros de 1ª y 2ª fase existentes. Con las válvulas motorizadas en los extremos del colector de salida del bombeo del agua de lavado se regula si el agua va hacia los biofiltros de primera y segunda etapa o si va hacia los filtros de tercera etapa.

El medio filtrante se limpia mediante un procedimiento cíclico de lavado alternando aire y agua, que dura hasta 20 minutos. El lavado se realiza en sentido inverso al del filtrado normal, utilizando el agua filtrada previamente tratada. Se puede bombear los 1.890m<sup>3</sup>/h que necesitamos para el contralavado desde el depósito de agua tratada por los biofiltros de tercera etapa, o combinar estas bombas con la alimentación del biofiltro de tercera etapa que coge el agua del mismo depósito de agua tratada por los biofiltros de primera y segunda etapa.

El agua de lavado sucia se envía al depósito de recuperación de agua de lavado, que posteriormente será enviado al nuevo tratamiento físico-químico.

El nivel del agua en el canal de salida se ajusta para garantizar siempre una altura suficiente. Esta reserva de agua tratada consiste principalmente en los falsos techos de las celdas, donde las salidas de las celdas están conectadas entre sí por un canal común. Cada celda puede aislarse gracias a las compuertas murales de 1 x 1 m instaladas.

El aislamiento de una celda no afecta el funcionamiento de las otras celdas. Un sistema centralizado de producción de aire suministra el aire de lavado de todas las celdas desde la nueva sala de soplantes.

A partir de los analizadores en línea, la concentración de nitrato en la salida del reactor se utiliza para determinar la dosis de fuente de carbono requerida para obtener los niveles operativos más eficientes en la planta y al mismo tiempo obtener la calidad de salida requerida. Para los ciclos de lavado, se utiliza una tasa fija de aire.

- **Salida de agua de rechazo de lavados**

El agua de rechazo o sucia de lavado de biofiltro se recogerá en el depósito existente, junto con el agua de lavado de los Biofiltros actuales, desde donde se bombeará a una etapa de tratamiento físico-químico independiente basada en una decantación lamelar lastrada con microarena. El agua clarificada de este físico-químico será devuelta a la entrada del tratamiento secundario (proceso Biofiltro de primera etapa), donde será tratada junto con el efluente de la decantación primaria, mientras que los lodos generados en el proceso de decantación lastrada con tratamiento físico-químico serán enviados a una nueva línea de tratamiento de lodos consistente en un espesador por gravedad.

El lavado se inicia cuando se eleva el nivel en la arqueta de entrada aguas abajo del vertedero de entrada a la celda por encima del nivel de seguridad que se considere en operación. Esto indica la colmatación del material de filtro y la necesidad de efectuar el contralavado.

En cuanto se manda la señal del lavado del filtro se cierra la compuerta de mural de entrada del filtro que va a lavar y se abren las válvulas neumáticas de DN 400 que comunican con las canaletas de carga/descarga de los filtros (y a través de ella hasta el depósito del agua sucia de lavado de 900 m<sup>3</sup>). El agua de la cámara de salida del biofiltro en vez de verter al canal de salida, se vacía a través el filtro que está abierto. Tras las válvulas neumáticas DN400 y a través de una tubería DN600 el agua sucia de lavado se deriva a través de la arqueta trampa del material de filtro hacia el depósito de agua sucia de

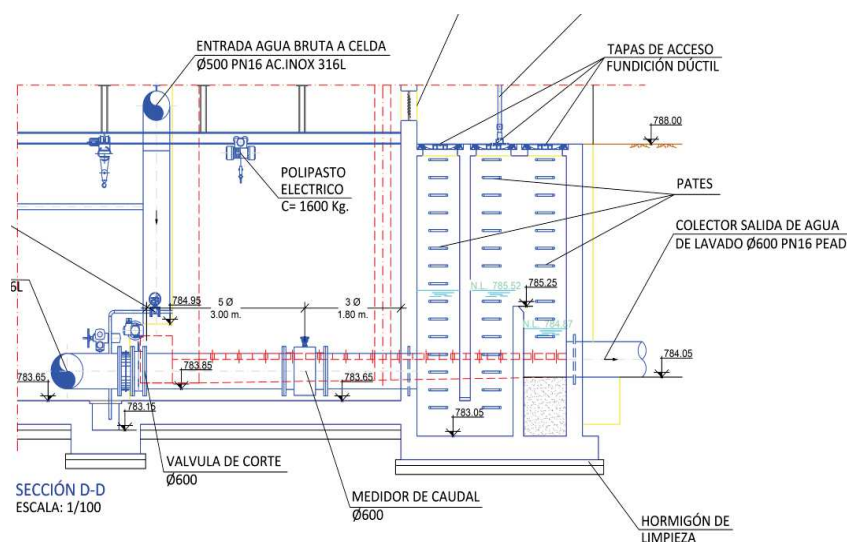
lavado, pasando previamente por un caudalímetro que permite controlar el caudal real de lavado que se está utilizando. Se instalará un caudalímetro de 600 mm Ø

Diámetro	Caudal mínimo	Caudal óptimo	Caudal máximo	Velocidad a Q <sub>máx</sub> :	Velocidad a Q <sub>medio</sub> :
600	510 m <sup>3</sup> /h	2.050 m <sup>3</sup> /h	10.000 m <sup>3</sup> /h	1,93 m/s	1,24 m/s

- Arqueta trampa de material de filtro**

De acuerdo a las recomendaciones del tecnólogo, en la salida de agua de retorno del lavado de biofiltros, se recomienda incluir zona con deflector a modo de “trampa del medio” en la arqueta previa al depósito de agua de rechazo o sucia de lavado existente. Con esta trampilla, se consigue retener cualquier escape de material de relleno, obligando a que el agua-fangosa pase por la parte inferior del tabique y que el relleno de poliestireno quede retenido en la trampa.

Para el mantenimiento de la arqueta, el acceso a ésta se realizará mediante línea de vida portátil, para ello se ha previsto un anclaje donde pueda fijarse el sistema de retención antiácidas retráctil.



Arqueta de trampilla

- Canal de salida de agua tratada**

El agua tratada sale por la parte superior de la planta y ésta queda expuesta a la atmósfera, evitando así los problemas de olores que se produciría en un sistema operado a contracorriente en el que queda expuesto el efluente sin tratar. No es necesario cubrir la celda ya que el canal de efluentes en la parte superior lleno de agua tratada no tiene problemas de olores. Sin embargo, la cubierta se diseña para evitar los rayos UV y las caídas de materiales.

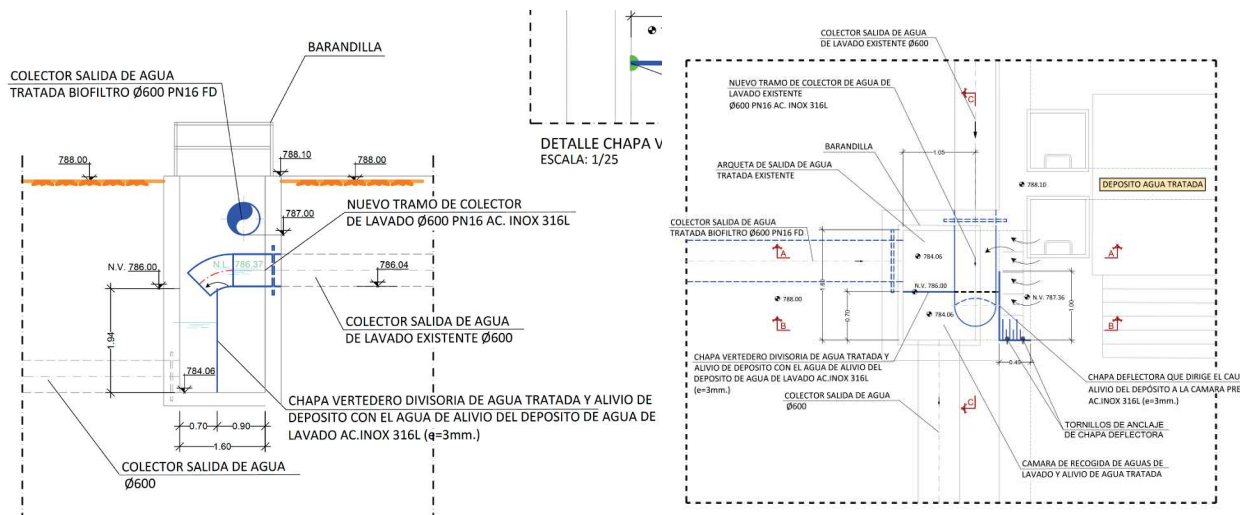
- Acondicionamiento de arqueta de agua tratada**

Actualmente el agua tratada de los biofiltros de primera y segunda etapa se almacena en un depósito de agua para el lavado de los biofiltros de 650 m<sup>3</sup> que alivia mediante un vertedero lateral a una arqueta que comunica tanto con el alivio de emergencia del depósito de agua de rechazo de lavado de

900 m<sup>3</sup> de capacidad, como con la salida de la EDAR. Dentro del depósito de 650 m<sup>3</sup> se sitúa la bomba que alimenta la caseta Minerva que controla la calidad del agua tratada.

Desde la salida de los biofiltros de desnitrificación se conduce el agua con el tratamiento de afino sobre la misma arqueta de salida a la que vierte el depósito de agua tratada por los biofiltros de primera y segunda etapa de 650 m<sup>3</sup>.

Dicha arqueta de salida se modifica dividiendo dicha arqueta en dos zonas mediante un vertedero transversal (que remanse el agua en la parte anterior de la arqueta) y unas chapas que conduzcan el vertido del aliviadero de la cámara de 650 m<sup>3</sup> a esa parte anterior de la arqueta. El motivo es que se pueda juntar en un mismo lugar el caudal de salida de la EDAR, tanto si se utiliza en tratamiento de desnitrificación para todo el caudal, como solo para una parte del caudal o no se utiliza, y que se pueda analizar con la caseta Minerva la calidad del agua que se vierte al medio.



Arqueta de salida

Otra de las actuaciones previstas es el traslado de las bombas para la toma muestra de la cámara de agua tratada de 650 m<sup>3</sup> a la arqueta acondicionada con ese vertedero transversal que asegura que siempre se dispone de agua que analizar. Incluso permite analizar la calidad del agua parcialmente tratada en el proceso de denitrificación que resulta de la mezcla de agua tratada y sin tratar por la denitrificación.

Hay que tener en cuenta que el vertido ya cumple con los condicionantes de vertido en cuanto a nitrógeno en 136 de los 232 días de los que se tienen registro de 2020. Estos son el 59% de los días. Y la media del valor de nitrógeno para esos días que no se cumple con el límite de 15mg/l es de 19,7 mg/l en nitrógeno total.

Por esta arqueta también entraba la tubería del alivio de emergencia del depósito de 900 m<sup>3</sup>. Como se trata de un alivio de emergencia que no debe funcionar más que en caso de problema grave, y como actualmente la Minerva no mide la calidad de esa agua, se ha decidido mantener esa misma disposición haciendo que la tubería de alivio del depósito de 900 m<sup>3</sup> vierta aguas abajo del vertedero transversal. Como en el depósito de agua sucia de lavado de 900 m<sup>3</sup> se coloca un nuevo nivel de ultrasonidos y se conoce el nivel del vertedero y longitud del mismo en caso de haber un vertido se puede conocer el caudal y la cantidad vertida del agua sucia de lavado. Estos vertidos deben ser

accidentales derivados de un problema con el bombeo del agua sucia de lavado, pues no se debe iniciar un lavado de un biofiltro si el depósito de agua sucia de lavado no tiene capacidad de absorber el volumen de agua generado por el lavado.

- **Bombas de drenaje de la galería**

En la galería bajo el biofiltro de tercera etapa se colocan desagües de las celdas y se colocan un par de bombas (1+1 Reserva) de 5m<sup>3</sup>/h para asegurar el drenaje de dicha galería en la operación y mantenimiento de los biofiltros. Estas bombas de achique (bombas centrifugas sumergibles) se colocan en dos rebajes que generan puntos bajos de la galería y que permiten vaciar de agua la solera de la galería.

## 7.5 Aporte de Glicerina

Como fuente de DBO5 rápida para desnitrificar se utilizará Glicerina, dosificada a la entrada de los Biofiltros DN.

El producto tiene una densidad de 1,26 Kg/l. Para disponer de una autonomía mínima de 15 días, se ha proyectado un tanque de 10.000 litros, de doble pared y con los accesorios necesarios para cumplir el reglamento APQ-6, aunque el producto no sea corrosivo.

## 7.6 Bombeo de agua de lavado

Para el lavado de los nuevos biofiltros, se utilizará el agua tratada del propio proceso, junto con el agua del depósito de agua tratada actual.

La alimentación se realizará mediante una nueva impulsión que conectará con las bombas existentes, que actualmente también se utilizan para los lavados de los biofiltros de 1ª y 2ª fase.

En el depósito de agua tratada hay instaladas 2+1R bombas para los lavados con caudales de 630 m<sup>3</sup>/h cada una y variadores de frecuencia.

En el Anejo Nº12. Cálculos hidráulicos, se verifica que las bombas instaladas cumplen con las necesidades de alimentación de los nuevos biofiltros.

## 7.7 Medida de caudal de agua para lavado

Para controlar el caudal de entrada de agua de lavado a los Biofiltros se instalará un caudalímetro electromagnético montado en baipás sobre tubería de la impulsión. El diámetro de éste será de 500 mm Ø, montando sobre una tubería de 600 mm Ø de acero inoxidable 316.

Diámetro	Caudal mínimo	Caudal óptimo	Caudal máximo	Velocidad a Q <sub>máx</sub> :	Velocidad a Q <sub>medio</sub> :
500	350 m <sup>3</sup> /h	1.500 m <sup>3</sup> /h	7.000 m <sup>3</sup> /h	2,77 m/s	1,78 m/s

## 7.8 Consumo de aguas de lavado

En el Anejo Nº12. Cálculos hidráulicos, se ha verificado que el volumen del agua de lavado del depósito existente, tiene capacidad para poder asumir los lavados de los nuevos filtros. El depósito existente tiene un volumen de 650 m<sup>3</sup>.

Los lavados no se hacen coincidir y el depósito está en línea de agua tratada, se repone en tiempo muy breve, no siendo necesario ampliar la instalación de lavado por la incorporación de los nuevos biofiltros.

## 7.9 Capacidad y bombeo de agua sucia de lavado

El volumen de aguas sucias procedentes del lavado de un biofiltro es la suma del agua tratada consumida en los lavados más el agua procedente del último aclarado con agua de proceso. En total se producen 11,7 m<sup>3</sup> de aguas sucias por cada m<sup>2</sup> de biofiltro

Por lo tanto el caudal a recuperar será mayor que el gastado en los lavados, debido a los aclarados.

Según datos de la explotación, en la actualidad, los biofiltros de primera etapa se lavan cada 15 a 18 h, mientras que los de 2ª etapa cada 31 h.

Alternando los lavados en función del nivel en el tanque, no será necesario aumentar esta instalación como consecuencia de los nuevos biofiltros

En la actualidad se retornan a cabecera de la decantación primaria, en el Anejo Nº12. Cálculos hidráulicos, se verifica que las bombas instaladas son suficientes.

### 7.9.1 Sustitución de las bombas existente

Se prevé sustituir las bombas a unas con similares características. Se trata de dos bombas de 400 m<sup>3</sup>/h cuya presión de trabajo se eleva a los 17 m.c.a para llegar hasta la cota necesaria en la decantación lamelar lastrada con tratamiento físico-químico.

## 7.10 Aire de Lavado de Biofiltros Post-DN

Los ratios del lavado son facilitados por el tecnólogo del proceso:

### Aire de lavado

Superficie unitaria de cada lecho	27,39	m2
Velocidad de lavado	12	m3/m2/h
Caudal necesario	333	m3N/h

Se proyectan dos equipos nuevos (1+1R) para este proceso de 1.900 Nm<sup>3</sup>/h, para no afectar a los existentes.



Tanto el control del aire de lavado como de los accionamientos neumáticos de válvulas se realiza a partir de unos nuevos compresores de aire de servicio que alimentan centrales neumáticas de aire que, en el entorno de los equipos, concentran las electroválvulas que abren o cierran el aire de servicio a los accionamientos neumáticos.

### 7.11 Tratamiento Físico-químico

Otra de las actuaciones previstas, tras la incorporación de los nuevos biofiltros, es el tratamiento de las aguas de lavado de filtro mediante un proceso físico-químico independiente de la decantación primaria existente.

Con la incorporación de la decantación lastrada se mejora el funcionamiento de la decantación primaria, ya que trabajará con menos carga y caudal y se mejorará sensiblemente la concentración de fango espesado mejorando también la línea de fango.

El agua clarificada de los nuevos biofiltros se puede incorporar a la línea de agua, aguas abajo de los decantadores primarios, a la entrada de los filtros biológicos de primera etapa.

No obstante, se mantendrá la situación actual de manera que si la decantación lastrada quedase fuera de servicio o durante las horas en que hay que proceder a hacer lavados de las lamelas, el agua de lavado se incorpore a la línea de agua a la entrada de la decantación primaria, como hasta ahora.

El agua sucia procedente del lavado de los biofiltros, llegan al depósito de agua de 900 m<sup>3</sup> y desde éste se bombea a la decantación lastrada. El fango en exceso se enviará al nuevo espesador que contempla este proyecto.

El motivo principal de elegir esta tecnología es la restricción de espacio disponible en la planta actual. Este tipo de decantadores, que une al tratamiento Físico Químico el efecto de lastrar el fango con microarena, permite una muy alta velocidad de circulación a través de las lamelas, lo que conlleva poder tratar un alto caudal de agua con un mínimo de espacio a ocupar. El proceso es muy similar a la tecnología de tratamiento de agua convencional (coagulación, floculación, sedimentación).

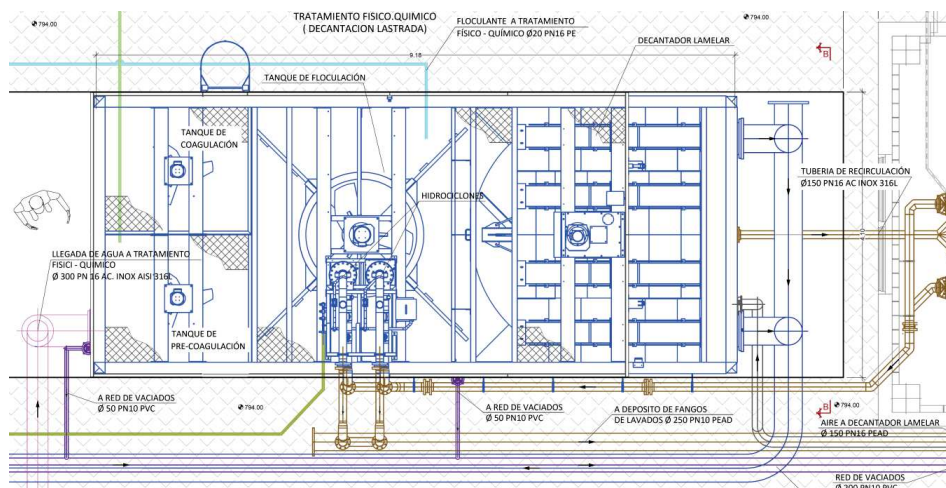
La llegada de agua de rechazo o sucia de lavado de los biofiltros, llega por una tubería de Ø 300 mm existente que se divide en dos ramales, controlados con válvulas manuales, que conectan con la entrada de la decantación primaria existente y la entrada al pretratamiento y permiten elegir donde enviar el agua sucia de lavado de los biofiltros. Será en esta bifurcación, donde se realizará una nueva conexión para conectar con la cámara de pre-coagulación: Se sustituye el colector existente con dos salidas por uno con tres salidas (la nueva para la decantación lamelar lastrada con tratamiento físico químico para tratar el agua sucia de lavado) dotadas de válvulas motorizadas que permita elegir donde enviar el agua sucia de lavado de los biofiltros.

Para el control de medida de caudal se instalará caudalímetro electromagnético de 300 mm de diámetro, que se utilizará para aplicar las consignas de derivación de agua a las tres alternativas disponibles (Decantación lamelar lastrada con tratamiento físico químico, entrada pretratamiento o entrada decantación primaria) total o parcialmente.

El nuevo tratamiento físico-químico propuesto se proyecta para un caudal de diseño de 370 m<sup>3</sup>/h, con un máximo de 400 m<sup>3</sup>/h y un contenido máximo de S.S de 570 mg/l y medio de 396 mg/l.



Se trata de un equipo prefabricado formado por: Cámara de mezcla, Tanque de floculación y Decantador lamelar.



Decantación lamelar

Se ha proyectado la conexión de la tubería de deshidratación existente, con este nuevo tratamiento para dar la posibilidad de mandar los sobrenadantes muy cargados en P y SS del nuevo físico químico.

#### 7.11.1 Cámara de mezcla.

Está formado por dos cámaras de mezcla, tanque de pre-coagulación y tanque de coagulación. Ambas están dotadas de agitador y tienen unas dimensiones interiores de 2,11 x 1,83 x 2,97 m, con un volumen unitario de 11,43 m<sup>3</sup> cada una de ellas.

Como coagulante se empleará Cloruro férrico, cuya instalación se compondrá de un depósito de almacenamiento en PEAD de volumen 15.000 l, y 2 (1+1 en reserva) bombas dosificadoras peristálticas de 48 l/h, ambas con variador de frecuencia electrónico.

#### 7.11.2 Tanque de floculación.

Formada por una cámara de floculación de dimensiones 3,15 m x 3,66 m x 2,97 m, con un volumen útil unitario de 34,24 m<sup>3</sup>. La cámara está dotada de un cilindro de mezcla, dentro del cual se coloca un agitador vertical. Es en este cilindro de mezcla, donde se añade el material de lastrado y el floculante, uniendo la microarena y las partículas desestabilizadas para formar una gran cantidad de flóculos de alta densidad.

Como floculante se empleará polielectrolito aniónico con una capacidad de preparación de 400l/h, cuya instalación se compondrá de un sistemas de dilución en continuo, formado por dos cubas de preparación con sus correspondientes electroagitadores, un dosificador volumétrico y un cuadro de control y mando, y 2 (1+1 en reserva) bombas dosificadoras de husillo de caudal unitario de hasta 294 l/h, todas ellas con variador de frecuencia electrónico

La dosificación del producto se realizará mediante bombas de husillo con una en funcionamiento y una de reserva (1+1R). Las bombas tendrán variadores de frecuencia y con un caudal de 294 l/h y altura total de impulsión de 20 mca.

### 7.11.3 Decantador lamelar.

Se proyecta una línea de decantación lastrada formada por un decantador lamelar cuadrangular, cuyas dimensiones de la zona de decantación son 3,66 m de longitud por 3,66 m, compuesto por lamelas, fabricadas en Poliestireno y colocadas con un grado de inclinación de 60º.

El agua clarificada del decantador se extraerá mediante cuatro canaletas de acero inoxidable AISI-316L, que desembocan en el canal de recogida de agua decantada, que conectará con la salida de la decantación primaria a través de una conducción de Ø 400 mm.

El decantador lamelar dispondrá de un sistema de concentración de fangos mediante rasqueta de fondo de accionamiento central. Los fangos y la microarena decantados se recogerán en una poceta de recogida, localizada en el centro del tanque, y serán recirculados mediante dos (2) (1+1R) bombas centrífugas de 35 m³/h a 1,60 bar de capacidad unitaria, que impulsan la mezcla agua, arena y fangos hasta los dos (2) hidrociclones (uno por cada bomba de recirculación). La energía para el bombeo se convierte en fuerza centrífuga dentro del cuerpo del hidrociclón haciendo que el fango químico se separe de la microarena que tiene una densidad superior.

El fango, de menor densidad, se descargará por la parte superior del hidrociclón y será enviado al depósito de fangos, desde donde será bombeado hasta la cámara de reparto. Por otro lado, la microarena que se concentra y descarga desde la parte inferior del hidrociclón, será enviada de nuevo al cilindro de mezcla que se localiza en la cámara de floculación.

La instalación se compondrá de un sistema de dosificación mediante hidroeyector con un depósito y válvulas automatizadas, un silo de almacenamiento de la microarena de 3000 kg de capacidad, dotado con un tornillo sinfín de espira sin eje para extracción de la arena del silo.

### 7.11.4 Fangos producidos

Para almacenar y homogeneizar los fangos producidos en la purga de la decantación lastrada se ha proyectado la construcción de un depósito de almacenamiento de fangos de 24 m³ de volumen en el que se instalará un agitador sumergible.

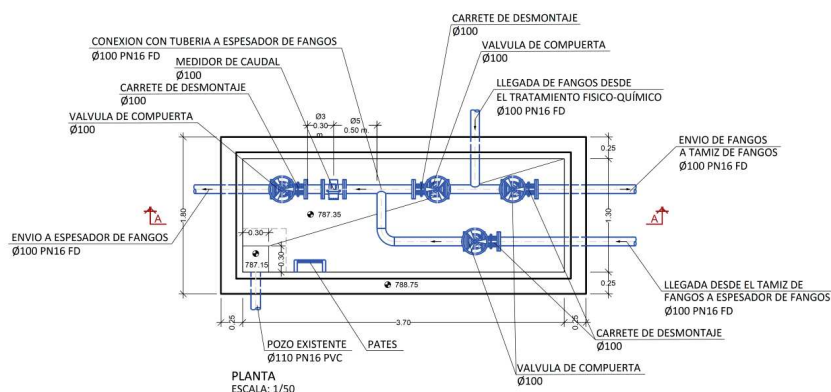
El bombeo de estos fangos almacenados en el nuevo depósito se realizará mediante dos (1+1 en reserva) bombas de tornillo de 24 m³/h a 20 m.c.a. de caudal unitario, que los impulsarán a la cámara de reparto, donde se enviará al nuevo espesador, dándole la posibilidad de que pase por el nuevo tamiz de fangos primarios.

## 7.12 Cámara de derivación

Se proyecta la ejecución de una cámara de derivación donde llegan los fangos procedentes del Físico-químico y que conecta con el espesador y el tamiz para poder derivarlos en función de las necesidades de la planta.

En condiciones normales los fangos se enviarán directamente al espesador, pero se ha instalado un juego de válvulas que permiten derivarlos al tamiz antes de ir al espesador con la misma presión de bombeo del bombeo inicial de fangos.

Se dota de un caudalímetro que permite medir el caudal que se envía finalmente al espesador. En caso de necesidad, se pueden enviar los fangos primarios también al espesador, en caso de no conseguir los Decantadores Primarios existentes espesarlos lo suficiente.



Camara de derivación

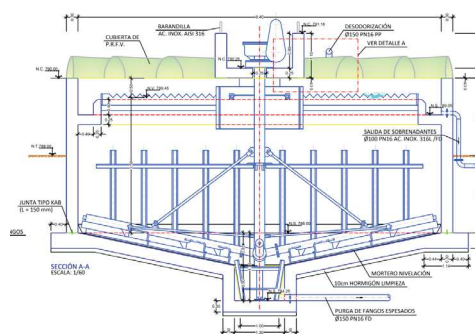
### 7.13 Espesador de fangos

El funcionamiento de la decantación primaria, al no recibir las aguas de lavado de los biofiltros y recibir una carga de solidos menor de la que le llegan en la actualidad, mejorará su funcionamiento y la concentración de fangos en la salida permitirán ser enviados directamente al depósito de fangos frescos.

Se ha verificado que si las purgas de decantación primaria y decantación de lavados no coinciden, el espesador podría a lo largo de la jornada recibir ambas corrientes, ya que los cálculos se han realizado con parámetros holgados para poder asumir parte de los fangos de la decantación primaria en caso de ser necesario. Se ha proyectado un espesador convencional por gravedad, de 9,40 m de diámetro y una altura recta de 3,50 m.

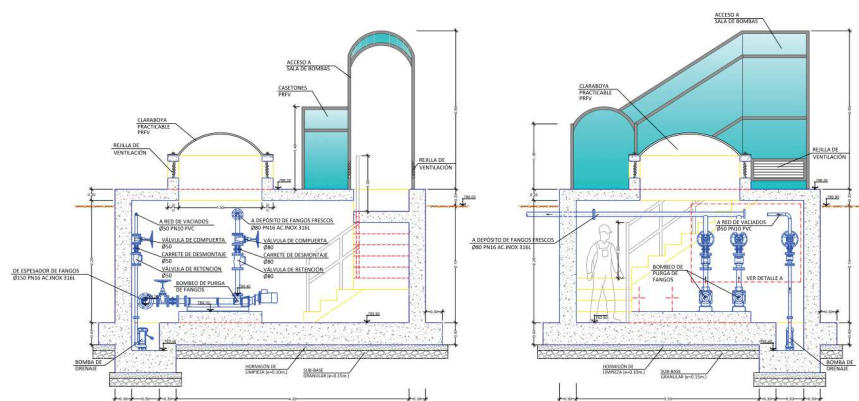
Dispone de un equipo de agitación de eje vertical, con el motor apoyado en la pasarela de hormigón y la base en el fondo del tanque, girando a muy bajas revoluciones y disponiendo de rasquetas y piquetas verticales para favorecer la floculación.

Se ha previsto una cubierta de PRFV con una toma para la desodorización, que conecta en la sala de deshidratación de fangos con desodorización de la planta.



Espesador

La concentración de fango en la purga del espesador se ha considerado del 2 %, lo que supone tener que enviar a deshidratación un volumen diario de 66 m<sup>3</sup>/día. Se fija una jornada de purga de 6,6 horas diarias, se han previsto dos bombas, una en reserva, de 10 m<sup>3</sup>/h.



## Bombeo de fangos espesados

Los sobrenadantes de la unidad de espesamiento, serán conducidos por gravedad a la red de vaciados de la planta. La conducción de sobrenadantes de Ø100 mm de acero inoxidable será conducida hasta un pozo existente donde hay instaladas unas bombas. Se dotara a la tubería de vaciado de estos sobrenadantes, que iban a pretratamiento o a decantación primaria, de una nueva conexión que permita la posibilidad de ser derivados a la Decantación Lamelar Lastrada que trata el agua sucia de lavado. De este modo se podrá descargar aún más descargar al tratamiento primario y mejorará su rendimiento.

El pretratamiento existente cuenta con un tamizado de 3 mm y todos los biofiltros y los decantadores primarios se encuentran en el interior de edificaciones, no siendo previsible que se acumulen sólidos de grueso tamaño, pero se prevé instalar un tamiz para la línea de fangos.

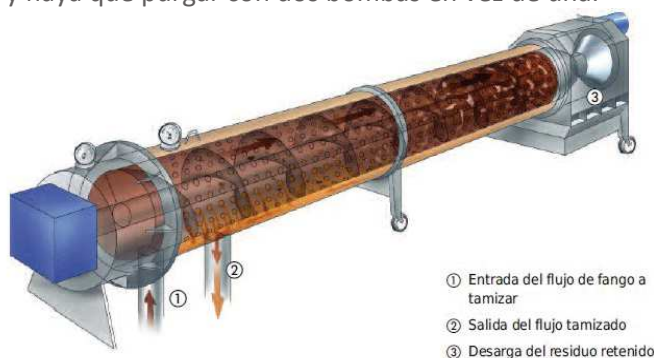
Los fangos de la purga de la decantación primaria entran en la sala de la deshidratación de fangos, y en esta sala se unifican en una sola conducción de Ø100 de acero inoxidable y mediante un juego de válvulas podrán enviarse al nuevo tamiz o enviar directamente al depósito de fangos frescos.

El fango de los lavados habitualmente se enviará al nuevo espesador, (que se diseña para su caudal máximo), pero también podría unirse al primario, pasar por el tamiz y de él al tanque de fangos frescos.

A este tamiz podrán derivarse tanto los fangos primarios como los biológicos, con el correspondiente juego de válvulas instalado en el interior del edificio y en la nueva cámara de derivación.

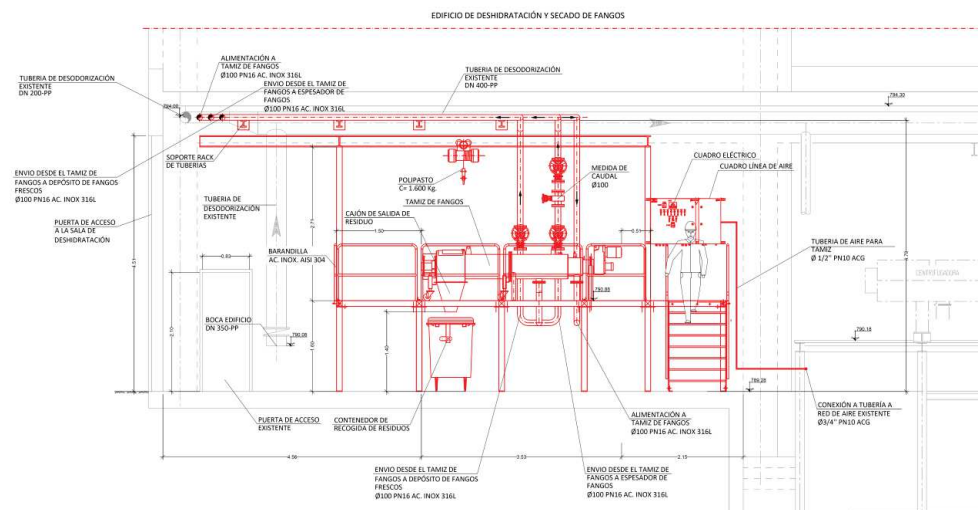
Se trata de un equipo horizontal, montado en baipás y en tubería a presión. El equipo consta de una entrada embrizada, una zona de tamizado, otra de prensado, salida de filtrado y una zona de descarga con dispositivo neumático de regulación a contrapresión.

Se diseña con un paso de malla de 3 mm y un caudal de 24 m<sup>3</sup>/h, ante la hipótesis de que no se consiga la concentración deseada y haya que purgar con dos bombas en vez de una.



La ubicación del nuevo tamiz será la sala de deshidratación y secado de fangos. Para acceder al equipo y poder realizar las labores de mantenimiento y explotación, se instalará una plataforma de acceso y un polipasto de 1.000 kg.

Bajo esta plataforma, en la zona de descarga se instalará un contenedor metálico de recogida de residuos



## Instalación del tamiz de fangos

Se sitúa un caudalímetro en la salida del tamiz de fangos hacia el depósito de fangos frescos para controlar el caudal y el volumen de fangos frescos que se envían al mismo. En la línea que va al

espesador desde el tamiz de fangos ya tenemos un caudalímetro en la arqueta de derivación. De este modo tenemos controlado tanto el destino de los fangos que se tratan en el tamiz de fangos y el destino de los mismos.

### 7.17 Acondicionamiento de biofiltros de 2ª fase

Las actuaciones de acondicionamiento de los 6 biofiltros de segunda etapa actuales de la planta, consisten en:

- Retirada del material de relleno y de la grava soporte
- Inspección y limpieza del falso fondo
  - ✓ Retirada del material existente en el falso fondo
  - ✓ Inspección del falso fondo
- Reparación de los pilares del falso fondo
  - ✓ Saneado de la junta
  - ✓ Revisión de la armadura y en caso de ser necesario reparación con mortero
- Junta del falso fondo del biofiltro
  - ✓ Saneado y apertura de junta
  - ✓ Colocación de fondo de junta
  - ✓ Aplicación de imprimación de labios de junta
  - ✓ Sellado con masilla de polisulfuro
- Reparación del vertedero de entrada al biofiltro
- Cambio de difusores, revisión y reparación del sistema de aireación
- Inspección del hormigón de los muros de las celdas
- Sustitución de las toberas
- Pruebas de estanqueidad tras reparar las juntas del falso fondo, fisuras y sustituidas las toberas para garantizar las reparaciones
- Relleno de grava soporte y de material filtrante
- Puesta en marcha

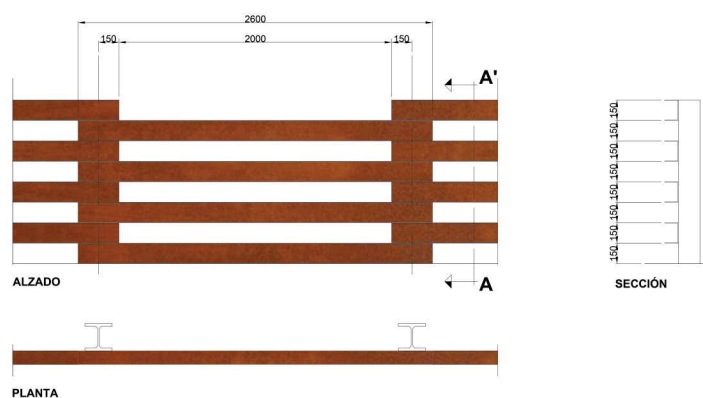
### 7.18 Retirada y cambio del detalle arquitectónico de cerramiento

Parte del cerramiento de la EDAR de Galapagar-Torrelozones, borde este de ésta, se ejecutó mediante un detalle arquitectónico de traviesas de madera. Debido a que algunas están en mal estado (incluso se han desprendido) y además precisan de mantenimiento con un tratamiento de creosota que es susceptible de ser cancerígeno, se prevé desmontar las traviesas existentes y sustituirlo por celosías de acero corten.





Detalle de cerramiento



Detalle de esquema vallado

El nuevo cerramiento sigue la línea de algunas de las fachadas del interior de la EDAR, utilizando celosías de acero corten. La celosía consiste en una chapa de resistencia mejorada a la corrosión atmosférica (acero corten), de 3 mm de espesor, conformada para forro de vallado, en forma de U e imitando las traviesas de tren actualmente instaladas.

## 8. EDIFICACIÓN

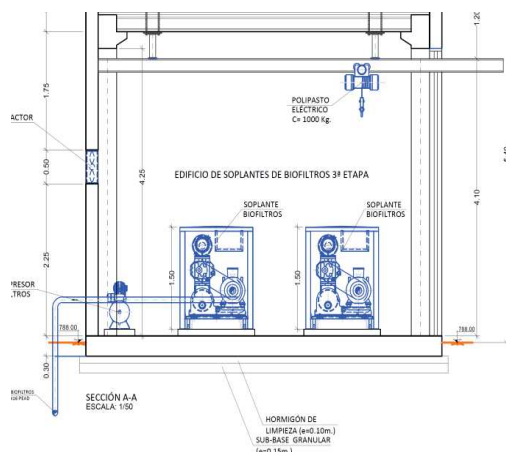
Se proyectan edificios prefabricados con las siguientes características:

- Las cimentaciones de los edificios (edificio de reactivos, edificio de bombeo y soplantes, edificio de soplantes y compresor de los nuevos biofiltros y edificios eléctricos) se resolverán mediante losas de hormigón armado y/o zapatas arriostradas, de las que arrancarán los pilares estructurales
- Se proyectan edificios prefabricados, siguiendo la estética de los edificios existentes en la planta, mediante cerramiento de panel prefabricado nervado de 20 cm de espesor.
- Las bancadas de elementos mecánicos que transmitan cargas importantes, llevarán su propia cimentación independiente.



- La estructura entramada de pilares y vigas se plantea con elementos prefabricados, así como los forjados que serán ejecutados mediante placas alveolares .
- Cubierta invertida realizada con: formación de pendientes mediante hormigón celular (peso específico inferior a  $1000 \text{ kg/m}^3$ ), mortero de cemento de 2 cm. de espesor, imprimación e impermeabilización mediante lámina asfáltica y acabado con gravilla de 5 cm. de espesor.
- Pavimento continuo, a base de resinas epoxídicas en todas las zonas de tratamiento para los edificios de soplantes y reactivos.
- Para los edificios eléctricos, CMM4 y CCM5, suelo técnico registrable en salas eléctricas, formado por paneles de  $600 \times 600 \text{ mm}$ , con núcleo de tablero aglomerado de madera de alta densidad,  $650 \text{ Kg/m}^3$ , y 30 mm de espesor, con chapa de acero en la cara inferior y acabado superior de linóleo, con canteado perimetral de PVC de 18 mm, protegiendo el canto vivo del pavimento; apoyados sobre pedestales regulables para alturas de hasta 150 mm, de acero zincado conjunta antivibratoria, fijados al soporte con pegamento, clasificación 2/2/A/2
- Pintura plástica en paramentos horizontales y verticales interiores, dos manos, incluso preparación de soporte y medios auxiliares para su aplicación
- Puertas metálicas correderas o abatibles, con bastidor de perfiles tubulares y chapa plegada exterior galvanizada, incluso imprimado especial y esmaltado y herrajes de colgar y seguridad. En la sala de soplantes se coloca una puerta metálica de doble chapa lisa con aislante acústico intermedio,
- Carpintería de acero galvanizado en ventanas con luna incolora de 6 mm. de espesor.
- Rejillas de trámex y tapas en PRFV.
- Cazoleta sifónica para recogida de pluviales en cubierta, incluso piezas especiales y remates a cubierta.
- Bajante con tubería de P.V.C. de 110 mm. de diámetro, incluso p.p. de piezas especiales, elementos de fijación y medios auxiliares para su ejecución.

## 8.1 Edificio de soplantes de los biofiltros

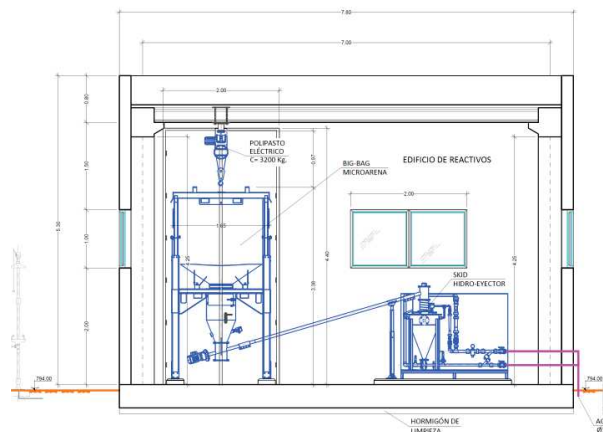


Edificio de soplantes del biofiltro

Se diseña un edificio rectangular con unas dimensiones en planta de  $5,80 \times 3,65 \text{ m}$ , con una altura libre de 4,25 m. La cimentación está formada por zapatas arriostradas de  $65 \times 65 \times 50 \text{ cm}$ , vigas centradoras de  $40 \times 50 \text{ cm}$  y losa de 30 cm de canto. Los pilares son de  $40 \times 40 \text{ cm}$ , con una altura de 4,25 m. La estructura de pilares y vigas es prefabricada y el forjado de cubierta de placa alveolar de 25 cm de espesor más una capa de compresión de 5 cm. Se ha instalado un polipasto de 1.000 Kg para las soplantes y compresor que ocupan la sala.

## 8.2 Edificio de Reactivos

Se diseña un edificio rectangular con unas dimensiones en planta de 7,80 x 5,80 m, con una altura libre de 4,25 m.



Edificio de reactivos

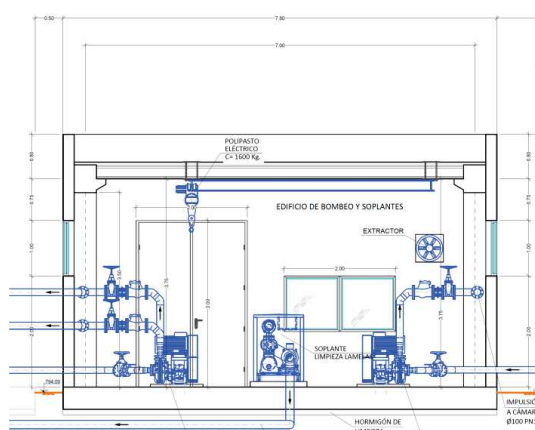
La cimentación está formada por zapatas arriostradas de 70x70x55 cm, vigas centradoras de 40x50 cm y losa de 30 cm de canto. Los pilares son de 40x40 cm, con una altura de 4,25 m.

La estructura de pilares y vigas es prefabricada y el forjado de cubierta de placa alveolar de 25 cm de espesor más una capa de compresión de 5 cm.

Se ha instalado un polipasto de 3200 Kg para el big-bag de microarena de la decantación lastrada.

## 8.3 Edificio de bombeo y soplantes del Físico-químico

Se diseña un edificio rectangular con unas dimensiones en planta de 7,80 x 5,80 m, siendo la altura libre del mismo de 3,50 m.



Edificio de soplantes

La cimentación está formada por zapatas arriostradas de 70x70x55 cm, vigas centradoras de 40x50 cm y losa de 30 cm de canto. Los pilares son de 40x40 cm, con una altura de 3,50 m.

La estructura de pilares y vigas es prefabricada y el forjado de cubierta de placa alveolar de 25 cm de espesor más una capa de compresión de 5 cm.

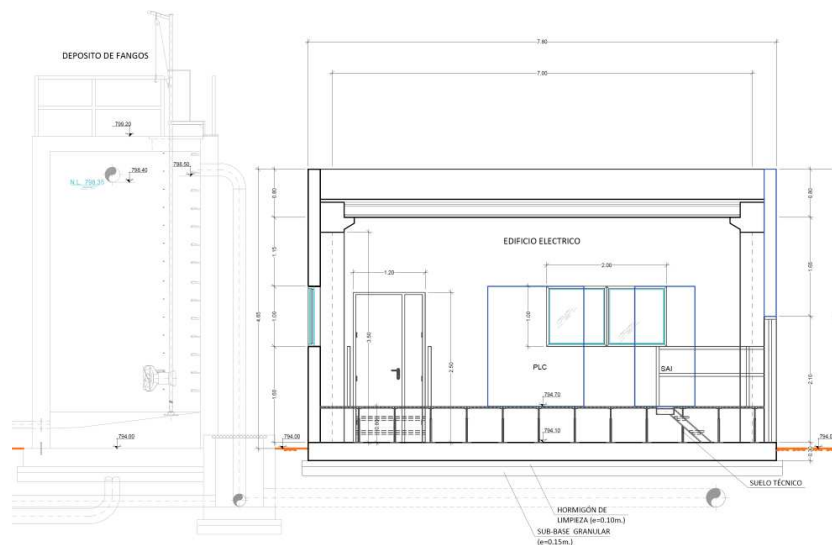
Se ha instalado un polipasto de 1.600 Kg para las bombas y soplantes instaladas.

## 8.4 Edificios eléctricos: CCM 4 y CCM5

Ambos edificios tienen las mismas dimensiones. Se diseñan edificios rectangulares con unas dimensiones en planta de 7,80 x 5,80 m, y una altura libre de 2,90 m, desde el suelo técnico.

La cimentación está formada por zapatas arriostradas de 70x70x55 cm, vigas centradoras de 40x50 cm y losa de 30 cm de canto. Los pilares son de 40x40 cm, con una altura de 3,50 m.

La estructura de pilares y vigas es prefabricada y el forjado de cubierta de placa alveolar de 25 cm de espesor más una capa de compresión de 5 cm.



Sección de edificios de CCM

## 9. NUEVAS CONDUCCIONES

Para el funcionamiento de los nuevos elementos proyectados, es necesaria la implantación de varias redes de tuberías, en función del proceso a que se destinen. A continuación, se resumen una la relación de las tuberías incluidas en el presente proyecto:

✓ Línea de agua inoxidable AISI 316L aéreas	Fundición dúctil en tuberías enterradas y acero
✓ Línea de fangos, sobrenadantes y reboses inoxidable AISI 316L aéreas	Fundición dúctil en tuberías enterradas y acero
✓ Red de drenajes y vaciados doble pared	Acero inoxidable AISI 316L y PVC corrugado de
✓ Red de evacuación del agua de pluviales	PVC corrugado de doble pared
✓ Red de agua potable	PEAD
✓ Red de agua industrial	PEAD
✓ Red de reactivos	PEAD /Polipropileno
✓ Red de aire servicio	ACG
✓ Red de aire de lavado	Acero Inoxidable AISI 316L con calorifugado
✓ Desodorización	Polipropileno

## 10. VIALES

### 10.1 Acondicionamiento del camino de acceso EDAR

Se proyecta el acondicionamiento del camino de acceso desde el acceso desde la carretera M-519 hasta la entrada a la EDAR, antes y después de las obras.



Planta camino de acceso a la EDAR

Se realizará un acondicionamiento de los baches, desniveles y desperfectos del camino antes y después de la obras de ejecución y se extenderá y compactará un a capa de zahorra de 20 cm de espesor.

### 10.2 Nuevos viales

El ancho mínimo de los nuevos viales es de 4,0 m, dejando explanadas suficientes para movimiento de carga y descarga. Los radios de giro establecidos permiten la maniobrabilidad de los vehículos pesados esperados en la planta. Los viales se han diseñado con doble bombeo, de pendiente del 2 % y dispondrá de recogida de pluviales a través de imbornales y rejillas.

Se propone un firme de mezcla asfáltica en caliente equivalente a la **Sección 4214** de la Instrucción-6.1-IC compuesta por:

- 20 cm de base granular de zahorra artificial
- Riego de imprimación
- 18 cm de firme de hormigón HF-4

## 11. INSTALACIONES ELECTRICAS

Complementando a las instalaciones existentes, se proyectan nuevas instalaciones eléctricas, las cuales deberán estar integradas en las nuevas según se indican en proyecto. Se pasan a describir las nuevas instalaciones eléctricas y de automatización proyectadas.

### 11.1.1 Centros de Control de Motores (CCM)

Se instalarán dos nuevos CCMs, CCM4 Biofiltros y CCM 5 Físico-químico, para integración de los nuevos procesos proyectados. Estarán ubicados en sendas salas eléctricas localizadas en los edificios Biofiltros y Físico-químico.

Estará formado por una agrupación de aparellaje verificada en Baja Tensión, según la norma UNE-EN 61439-1, a base de columnas donde se ubicarán los módulos de acometida en uno de los extremos del conjunto y por columnas dónde se ubicarán los diferentes módulos de salida, con una compartimentación forma 4b tanto en acometidas como en salida de cables, según norma UNE-EN 61439-1, y contruidos en chapa de acero plegada y laminada en frío de 2 mm de espesor. La relación de equipos electromecánicos será la siguiente:

CCM 4 BIOFILT EDAR GT						
DENOTACIÓN EQUIPO	POTENCIA P2 [kW]	UD. INST.	UD. SERV.	REND. ELECT.	FACTOR POTENCIA	POTENCIA TOT. P1 [kW]
1 - Bombas alimentacion biostyr	30,00	3	2	0,92	0,84	65,22
2 - Válvula reguladora impulsión biofiltros	0,37	1	1	0,73	0,76	0,51
3 - Soplanges lavado	18,50	2	1	0,91	0,83	20,33
4 - bombas dosificadores glicerina	0,25	3	2	0,69	0,80	0,72
5 - bombas drenaje	0,54	2	1	0,77	0,81	0,70
6 - Compresor	1,10	1	1	0,90	0,80	1,22
7 - Extractor mural	0,37	3	2	0,73	0,76	1,01
8 - Polipasto sala soplanges	1,10	1	1	0,90	0,80	1,22
9 - Polipasto exterior galería Biofiltros	2,30	1	1	0,90	0,83	2,56
10 - Polipasto galería Biofiltros	2,30	1	1	0,90	0,83	2,56
11 - Polipasto bombeo alimentación	2,30	1	1	0,90	0,83	2,56
12 - Bombas agua sucia lavado	27,50	2	1	0,92	0,84	29,89
13 - Válvula reguladora impulsión biofiltros	0,37	1	1	0,73	0,76	0,51
14 - Válvula impulsión biofiltros 3ª etapa	0,37	1	1	0,73	0,76	0,51
<b>SUBTOTAL</b>		<b>23</b>	<b>17</b>			<b>129,51</b>

CCM 5 FQ EDAR GT						
DENOMINACIÓN EQUIPO	POTENCIA P2 [kW]	UD. INS T.	UD. SERV.	REND. ELECT .	FACTOR POTENCIA	POTENCIA TOT. P1 [kW]
1 - Agitador Vertical Tanque Coagulación	1,50	1	1	0,83	0,78	1,81
2 - Agitador Vertical Tanque Floculación	4,00	1	1	0,87	0,77	4,60
3 - Bomba recirculación fangos	11,00	2	2	0,90	0,82	24,44
4 - Soplante limpieza lamelas	7,50	1	1	0,89	0,81	8,43
5 - Agitador Horizontal Depósito fangos	0,75	1	1	0,80	0,76	0,94
6 - Bomba fangos	5,50	2	1	0,88	0,74	6,25
7 - Polipasto sala reactivos	5,36	1	1	0,90	0,74	5,96
8 - Equipo Big-Bag	0,13	1	1	0,90	0,71	0,14
9 - Tornillo Transportador	0,25	1	1	0,69	0,80	0,36
10 - Bombas coagulante	0,18	2	1	0,65	0,71	0,28
11 - Equipo polielectrolito	2,20	2	2	0,90	0,83	4,89
12 - Bomba dosificadora polielectrolito	0,55	2	1	0,77	0,81	0,71
13 - Agitador Tanque precoagulación	1,50	1	1	0,83	0,78	1,81
14 - Tanque decantación	0,25	1	1	0,69	0,80	0,36
15 - Extractor mural	0,37	4	3	0,73	0,76	1,52
17 - Compresor	1,10	1	1	0,90	0,80	1,22
16 - Polipasto sala soplantes	1,10	1	1	0,90	0,80	1,22
18 - Válvula entrada fisico-químico	0,37	1	1	0,73	0,76	0,51
19 - Válvula entrada decantación existente	0,37	1	1	0,73	0,76	0,51
20 - Válvula entrada pretratamiento	0,37	1	1	0,73	0,76	0,51
21 - Válvula corte DN-125	0,37	2	2	0,73	0,76	1,01
<b>SUBTOTAL</b>		<b>30</b>	<b>26</b>			<b>67,48</b>

CCM 2 FANGOS (AMP.) EDAR GT						
DENOMINACIÓN EQUIPO	POTENCIA P2 [kW]	UD. INST.	UD. SERV.	REND. ELECT.	FACTOR POTENCIA	POTENCIA TOT. P1 [kW]
1 - Tamiz fangos espesados	2,90	1	1	0,86	0,83	3,37
2 - Polipasto Tamiz	1,10	1	1	0,90	0,80	1,22
3 - Mecanismo espesador tracción central	0,18	1	1	0,65	0,71	0,28
4 - Bombas fangos espesados	2,20	2	1	0,84	0,83	2,62
<b>SUBTOTAL</b>		<b>5</b>	<b>4</b>			<b>7,49</b>



### 11.1.2 Cuadros de Variadores y Arrancadores

Se instalarán dos nuevos Cuadros IP54 para instalación de Variadores y Arrancadores electrónicos para los procesos de Biofiltros y Físico-químico. Para el proceso de Fangos, como se indicó anteriormente, se deberá instalar en el actual Cuadro de Variadores de frecuencia existente.

Será un armario metálico combinable, con placas de montaje y con puertas plenas y estará dotado de ventilación forzada, regulada mediante termostatos y con extractores en el techo, disponiendo de rejillas situadas en la puerta frontal o en los paneles laterales del mismo, atendiendo a su montaje. Dispondrá de iluminación interior que se accionará al abrir cualquier puerta. Los teclados, displays, paneles de control, de los variadores de frecuencia o de los arrancadores estáticos, se dispondrán para que puedan manejarse, sin necesidad de abrir las puertas del armario, de forma que se facilite su manejo y visualización. A continuación, se relaciona el equipamiento que deberán contener:

<b>VARIADORES DE FRECUENCIA (VFD) Y ARRANCADORES ELECTRÓNICOS BIOFILTROS</b>
5 uds. Variador Frecuencia (V.F.D.) 30 kW
2 ud. Variador Frecuencia (V.F.D.) 0,55 kW
2 uds. Arrancador Estático (S.S.) 18,5 kW
<b>VARIADORES DE FRECUENCIA (VFD) Y ARRANCADORES ELECTRÓNICOS FÍSICO-QUÍMICO</b>
2 uds. Variador Frecuencia (V.F.D.) 11 kW
2 uds. Variador Frecuencia (V.F.D.) 5,5 kW
1 ud. Variador Frecuencia (V.F.D.) 4 kW
2 uds. Variador Frecuencia (V.F.D.) 0,55 kW
1 ud. Variador Frecuencia (V.F.D.) 0,25 kW
1 ud. Arrancador Estático (S.S.) 7,5 kW
<b>VARIADORES DE FRECUENCIA (VFD) Y ARRANCADORES ELECTRÓNICOS FANGOS</b>
2 uds. Variador Frecuencia (V.F.D.) 2,2 kW
1 ud. Variador Frecuencia (V.F.D.) 0,18 kW

### 11.1.3 Batería de condensadores

Con el objetivo de poder dar respuesta a los incrementos de potencia reactiva, derivados de posibles cambios en los regímenes de trabajo o simultaneidades del equipamiento, se opta por la instalación de nueva batería de condensadores de 60 kVar, sin menoscabo posterior de estudio de ampliación de la existente previa aceptación de la Dirección Facultativa.

Para la compensación de la energía reactiva y el filtrado de armónicos se instalará una batería de condensadores de tipo SAH acorde a ETP, formada por centralita de control de maniobra de botes condensadores. Estos botes actuarán de forma escalonada y de forma adecuada; realizando con ello el conexionado sucesivo de elementos capacitivos para mantener en todo momento el factor de potencia entre límites adecuados.



#### 11.1.4 Cuadros de alumbrado

Se instalarán dos nuevos Cuadros Locales de Alumbrado (CLA). Este cuadro contendrá el aparellaje necesario para garantizar un funcionamiento exigente de las instalaciones, a base de protecciones con poder de corte industrial mínimo de 15kA. Se instalará en sala de CCM en cada uno de los edificios de Biofiltros y Físico-químico. La alimentación de dicho cuadro se hará efectiva desde el Cuadro General de Distribución en Baja Tensión (CGDBT) existente.

#### 11.1.5 Alumbrado interior y otros usos

Todas las dependencias susceptibles de ser intervenidas por los operarios, dispondrán de una instalación de alumbrado artificial, para apoyar la iluminación natural cuando ésta no sea suficiente, asegurándose un nivel luminoso adecuado. Se llevará a cabo mediante luminarias lineales LED de alta luminosidad y luz blanca, de tipo empotrada en zonas nobles y superficiales en zonas industriales preferentemente. En zonas de uso corto y frecuente se instalarán de tipo plafón. En el apartado de planos se proyectó se indican la disposición de las mismas.

Los aparatos autónomos para alumbrado de emergencia cumplirán, lo especificado en las normas UNE 20062-73, 20392-75 y UNE-EN 60.598, según sea la luminaria. Se instalarán de tipo 350lm y una hora de funcionamiento.

Asimismo, se prevé la instalación de cajas estancas de PRFV acorde a ETP, instaladas sobre paramento, con dos tomas de corriente monofásicas y una toma trifásica en cada una de las nuevas salas de cada edificio. La caja contendrá 2x2x16A+2x30A+TT así como protecciones asociadas sobre la misma.

El número de unidades y su previsión de potencias se corresponde con:

ALUMBRADO INTERIOR	POT. [W]	UDS	POT. TOT. [W]	SIM.	POT. CONS. [W]	I [A]
Luminaria lineal	50	27	1350	0,7	945	4,32
Caja PRFV 2x2x16A+3x20A+TT	1500	5	7500	0,25	1875	8,15
Emergencias	10	6	60	1	60	0,26
		<b>38</b>	<b>8910</b>		<b>2880</b>	<b>12,73</b>

#### 11.1.6 Alumbrado exterior

La ubicación de la EDAR justifica que, independientemente de la clasificación zonal que se le pudiera otorgar, se proyecte como clasificación de tipo E1 (zona oscura).

Se instalará alumbrado exterior en las instalaciones, consistente en balizas antivandálicas de tipo metálico sobre base de hormigón, dotadas de lámparas LED de eficacia luminosa superior a 40lm/W para labores de vigilancia y seguridad según ITC-EA-04. En caso de iluminación de viales, la eficacia luminosa mínima será de 65lm/W siguiendo la misma instrucción.

El sistema adoptado es el consistente en una iluminación general con luminarias sobre báculos, colocadas perimetralmente a viales y zonas de tránsito, con una alternancia equilibrada en caso de grandes líneas. Tendrán proyección dirigida, evitando contaminaciones lumínicas. Asimismo, en zonas

de maniobras o de mayor precisión, se acompañarán con proyectores LED dirigidos formando parte del alumbrado exterior. Para mejorar en la medida de lo posible la visibilidad en zonas de trasiego, se prevé la instalación de plafones de tipo exterior en las entradas de los edificios; con funcionamiento manual.

El nuevo alumbrado exterior deberá integrarse con el existente. A continuación, se justifican las potencias existentes y nuevas (equipo + driver):

ALUMBRADO EXTERIOR	POT. [W]	UDS	POT. TOT. [W]	SIM.	POT. CONS. [W]	I [A]	CONTACTOR [A]	VÁLIDO
Proyector existente	100	21	2100	1	2100	9,13		
Proyector nuevo	141,26	4	565,04	1	565,04	2,46		
Plafón accesos	11,94	16	191,04	1	191,04	0,83		
Balizas	32,85	65	2135,25	1	2135,25	9,28		
		106	4991,33		4991,33	21,69	25	SI

Se puede comprobar que, la suma total de potencias del alumbrado exterior es inferior a 5 kW, no requiriendo de proyecto ni regulación específica según reglamentación vigente.

#### 11.1.7 Nuevas canalizaciones eléctricas

Las canalizaciones deberán estar acordes a las ETP, si bien con carácter particular se indica lo siguiente:

- Preferentemente empleo de canaletas aislantes libres de halógenos
- Uso limitado de tipo rejilla metálica, asegurando continuidad de tierras con conductor desnudo de 35 mm<sup>2</sup>.

Los conductores a emplear estarán acordes a ETP. Con carácter particular:

- Libres de halógenos, no propagador de la llama y del incendio.
- Material de cobre.
- Tipo RZ1K 0,6/1kV para equipamiento electromecánico
- Tipo RC4Z1-K para interior y RC4V-K para exterior en equipamiento accionado por Variador de Frecuencia o Arrancador Electrónico.
- En ningún caso con cubierta de PVC, salvo justificación y aceptación de la Dirección Facultativa.

La red de distribución será diseñada a base de canalización bajo tubo PVC rígido DN160+tritubo, para alimentación del equipamiento electromecánico de fuerza, alumbrado exterior y señales analógicas. Se empleará tubos distintos para alumbrado, para señales analógicas y para el resto. Se garantizará una ocupación máxima de tubos soterrados del 40% según normativa vigente; en previsión a futuras ampliaciones. En cualquier caso, se empleará espumas de sellado y drenajes para evitar entradas y acumulaciones de agua.

La red deberá tener arquetas de paso en cambios de dirección y cada 40 metros máximo en alineaciones rectas, con refuerzos de hormigón en tubos en paso de calzadas y similares. Se procurará un diseño relativo con líneas verticales y horizontales.

#### 11.1.8 Redes de Tierras

La red de tierras general de la ampliación de la EDAR, se estudia y calcula de acuerdo con la reglamentación vigente y en concreto lo especificado para locales húmedos. Estará constituida por red equipotencial a base de picas de acero inoxidable cobrizadas o placas de cobre, convenientemente interconectadas mediante conductor de cobre desnudo por soldadura aluminotérmica y grapas de cobre. Está previsto el siguiente sistema de tierras:

MEDICIONES RESULTANTES		
Longitud aprox. de conductor de cobre desnudo enterrado	800	m
Número de picas empleadas	24	uds.

## 12. INSTRUMENTACION Y CONTROL

### 12.1 Sistema de automatización y control de la EDAR actualmente

Actualmente, el sistema de control de la EDAR consiste en una red de 3 PLCs, modelos 1756-IFM de Allen Bradley y bornero Weidmuller WDU, asociados a los CCMs que controlan las diferentes partes del proceso de la depuradora, todos dotados de pantalla HMI 12" TFT Panelview 2711PB12C4D8 de Allen Bradley.

Todos ellos recopilan la información de los centros de control de motores y ejecutan órdenes de marcha/paro sobre ellos. A su vez están conectados entre sí y con el PC de control central donde se ejecuta el Scada correspondiente para el control de la planta. Los PLCs indicados son: PLC 1 Pretratamiento, PLC 2 Fangos y PLC 3 Biológico

Asimismo, en cada cuadro de control anterior y en sala de control SCADA, hay un switch con certificación IEC 62443-4-2, dotado de 6 puertos RJ45 10/100 Mbits/s y 2 puertos SFP 100/1000 Mbits/s con transceptores de FO, un repartidor óptico de 12 puertos ST y 4 latiguillos multimodo.

En la actualidad existe en la planta una red de comunicaciones Ethernet sobre fibra óptica, compuesta por anillo de 4 nodos mediante manguera formada por 6 fibras tipo 6x62,5/125.(100BaseFX). A nivel físico no existe un anillo, estando algunas cajas de reparto dos de las fibras parcheadas. Para dotar a la EDAR de la máxima seguridad, se cambiará y reprogramará la red de comunicaciones actual para que el anillo de FO discorra por trazados distintos. Para ello, los nuevos PLC proyectados se interconectarán en dicho anillo, canalizando el mismo por la nueva red en el camino de acceso al tratamiento Físico-Químico.

Se diseñarán los nuevos elementos de control teniendo en cuenta las instalaciones existentes, con vistas a ser conectados e integrados en el sistema de control existente de tal manera que quede todo constituido en un único sistema centralizado. En particular, se proyecta ampliar con nuevas tarjetas el

PLC2 Fangos, para poder integrar los nuevos equipos proyectados, así como reprogramación del mismo y visualización HMI.

## 12.2 Sistema de automatización proyectado

El seguimiento, control y proceso de la mejora de la planta estará distribuido y gobernado por varios autómatas programables, asociados al centro de control de motores correspondiente. Se proyecta la instalación de dos nuevos cuadros de control con PLC, asociados a:

- PLC 4 Biofiltros
- PLC 5 Físico-químico

Tal y como ya se ha indicado, se proyecta la ampliación del PLC existente:

- PLC 2 Fangos

Los autómatas recogerán el estado de las señales digitales y analógicas procedentes de los equipos e instrumentos de las instalaciones de ampliación, procesarán las instrucciones de acuerdo con lo establecido en el programa de usuario, y generarán las salidas del proceso, la señalización de la toma de datos para el seguimiento del proceso, y el envío a la pantalla operador de la información obtenida.

Los autómatas programables trabajarán en forma de inteligencia distribuida, es decir, que lo harán de forma autónoma, aun con falta de comunicación con cualquiera de los demás elementos de la Red. Asimismo, cada autómata programable debe disponer de la memoria necesaria para las lógicas de funcionamiento, más un archivo de datos, analógicos y digitales, por un tiempo mínimo de 72 horas, más un 25% de reserva. La explotación y mantenimiento de las nuevas instalaciones proyectadas pasa por disponer de información en tiempo real de su estado, así como por conseguir el máximo de autonomía de funcionamiento. El desarrollo de señales del sistema se suministra en el Anejo de proyecto correspondiente, las cuales se resumen en:

TOTAL SEÑALES PLC	TARJETAS E/S				RESTO PERIFÉRICOS RACK				TOTAL	RACK
	32 ED	32 SD	16 EA	8 SA	FA	CPU	COM	OTRAS	TARJ.	17 SLOTS
PLC - CCM 4 BIOFILTR	13	5	4	3	2	1	1		29	2
PLC - CCM 5 FÍSICO-QUÍMICO	12	4	4	3	2	1	1		27	2
PLC - CCM 2 FANGOS (AMP.)	2	1		1	0	0	0		4	N/A

El autómata programable proyectado irá instalado en armario metálico formado por módulos de 800 mm, dotado de puertas ciegas y transparentes. Tendrá capacidad suficiente para alojar todos los elementos. Al menos, una de las puertas será transparente para poder observar y controlar visualmente desde el exterior el funcionamiento de sus elementos, y al menos otra será ciega para la instalación del panel operador (HMI) de 12" en el que se representará las pantallas sinópticas para la visualización y control de las nuevas instalaciones.

Cada armario de control que contiene los PLCs, dispondrá de switch y una caja de conversión a fibra óptica que permiten enviar los datos de cada nodo por la red LAN de comunicaciones, protocolo Ethernet. En cada nuevo cuadro de control proyectado, se instalará un switch con certificación IEC

62443-4-2, dotado de 6 puertos RJ45 10/100 Mbits/s y 2 puertos SFP 100/1000 Mbits/s con transceptores de FO, un repartidor óptico de 12 puertos ST y 4 latiguillos multimodo 50/125 OM2

Se prevé la integración de los nuevos PLCs en la red de comunicaciones existente en la planta, para que desde el puesto central de la depuradora se puedan monitorizar y controlar las nuevas instalaciones. Tal y como se ha indicado anteriormente, se deberá integrar en un anillo de comunicaciones los dos nuevos cuadros de control, así como modificar la red actual para que discurra por trazas distintas. El cable estará formado por seis hilos multimodo 50/125 OM2.

Cada PLC dispondrá de un sistema de alimentación ininterrumpida (SAI) en corriente alterna para alimentar al autómata y periféricos, dimensionado suficientemente para garantizar el funcionamiento correcto del conjunto para cortes de suministro de la red durante dos horas de duración. Consistirá en una única SAI instalada en PLC5, desde el que se alimentará además a PLC4.

### 13. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

La clasificación del Contratista se realiza según los artículos 25 al 54 inclusive del Reglamento General de Contratación del Estado (R.D. 1098/2001 de 12 de octubre).

Teniendo en cuenta el presupuesto total de este proyecto y la naturaleza de las obras incluidas en este proyecto, la clasificación exigible al contratista se recoge a continuación:

GRUPO	SUBGRUPO	CATEGORIA
K-obras especiales	8 – Estaciones de tratamiento de aguas	4

### 14. PLAZO DE EJECUCIÓN

Se ha previsto un plazo de ejecución de obras descritas en el presente proyecto de VEINTE (20) meses.

Se propone un plazo de garantía de un (1) año a partir de la recepción de las obras. No obstante, el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares de la futura licitación fijará contractualmente este particular.

## 15. PRESUPUESTOS

### 15.1 Presupuesto de ejecución material

1.	OBRA CIVIL	3.575.843,84 €
2.	EQUIPOS MECÁNICOS	4.701.447,78 €
3.	EQUIPOS ELÉCTRICOS, INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL	833.525,94 €
4.	PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN	472.944,08 €
5.	PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	2.205,25 €
6.	MEDIDAS AMBIENTALES	167.941,80 €
7.	SEGURIDAD Y SALUD	190.775,16 €
8.	REDACCIÓN DE PROYECTOS PARA GESTIÓN DE PERMISOS	16.430,00 €
9.	PUESTA EN MARCHA	163.555,88 €
10.	VARIOS	335.100,00 €
<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>		<b>10.479.769,73 €</b>

### 15.2 Presupuesto base de licitación

<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>		<b>10.479.769,73 €</b>
13% Gastos generales		1.362.370,06 €
6% Beneficio industrial		628.786,18 €
<b>TOTAL EJECUCIÓN CONTRATA SIN IVA</b>		<b>12.470.925,97 €</b>

## 16. UNIDADES ORDENADAS POR IMPORTE

A continuación se presenta un listado de las partidas más relevantes del presupuesto, ordenadas por importes. Se incluyen aquellas que acumulan el 80 % del presupuesto.



## PARTIDAS (PRESUPUESTO)

## EDAR GT

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	UD.	/ UD.	p	%	S
U17003010N	Decantación Lamelar Lastrada con tratamiento F-Q 370 m3/h	1,000	Ud.	1.210.000,00	1.210.000,00	12,24	12,24
U17001010N	Biofiltro Tercera Etapa Denitrificación	1,000	Ud	1.039.500,00	1.039.500,00	10,51	22,75
>20%							
U01030022N	Relleno material filtrante	6,000	Ud	172.897,21	1.037.383,26	10,49	33,24
U06010263N	Micropilote Ø160 mm tubo de acero	4.241,500	m	140,05	594.022,08	6,01	39,25
U06010261N	Micropilote Ø150 mm tubo de acero	3.091,400	m	128,57	397.461,30	4,02	43,27
U09080180N	Vallado de acero corten e= 3 mm	710,790	m2	429,77	305.476,22	3,09	46,36
U16501011N	A justificar para actuaciones imprevistas indispensables	1,000		305.000,00	305.000,00	3,08	49,45
U09037010	Reposición firme caminos	11.571,880	m2	20,91	241.968,01	2,45	51,89
U07030050	Suministro y colocación de acero para armaduras en barras B500S	88.942,650	kg	1,74	154.760,21	1,57	53,46
U01021100	Excavación a cielo abierto, con cementos expansivos	960,720	m3	146,09	140.351,58	1,42	54,88
U17004030N	Tamiz de prensa de fangos en linea 24 m3/h paso 3 mm AISI 316L	1,000	Ud	138.191,94	138.191,94	1,40	56,28
U12021060	Carga, tte. y descarga d<50 km productos resultantes de excavaci	5.759,630	m3	22,30	128.439,75	1,30	57,58
U12040020	Carga, transporte y deposición de residuos peligrosos	1.501,930	m3	75,87	113.951,43	1,15	58,73
U16011060N	Equipo humano de puesta en marcha	1,000	Ud	110.215,00	110.215,00	1,11	59,84
U09037021N	Reposición de pavimento de hormigón vibrado HF-4 e=0,18 m.	1.050,000	m2	103,19	108.349,50	1,10	60,94
U16010020N	Cambio de difusores	6,000	Ud	17.656,32	105.937,92	1,07	62,01
U15080014N	Seguimiento ambiental de las obras en aplicación de las determin	20,000	mes	4.200,00	84.000,00	0,85	62,86
U10120040N	Autómata programable PLC-CCM 4 Biofiltros	1,000	Ud	78.189,69	78.189,69	0,79	63,65
U08010111N	Barandilla acero inoxidable AISI 316L	187,320	m	416,59	78.035,64	0,79	64,44
U10120050N	Autómata programable PLC-CCM 5 Físico-químico	1,000	Ud	75.912,16	75.912,16	0,77	65,21
U12040030	Canon vertido residuos peligrosos	1.268,940	t	56,00	71.060,64	0,72	65,93
U16010030N	Sustitución de las toberas	6,000	Ud	10.919,54	65.517,24	0,66	66,59
U01010021N	Retirada material de relleno y de la grava soporte	6,000	Ud	10.728,00	64.368,00	0,65	67,24
U02073310N	Tubería acero inox., Ø609,6 esp. 4,0	64,000	m	936,56	59.939,84	0,61	67,85
U03022120N	Válvula mariposa manual PN10/16 Ø600 c	4,000	Ud	13.563,68	54.254,72	0,55	68,40
U07010855	HA-30/B/20/XD1,XD2,XD3+XA1 o HA-30/B/20/XD1,XD2,XD3+XA2 en eltos	382,310	m3	138,42	52.919,35	0,54	68,93
U12022010	Canon vertido productos resultantes de excavaciones (RCD Nivel I	5.759,630	m3	9,00	51.836,67	0,52	69,45
U07050022N	Inspección y reparación del hormigón de los muros de las celdas	6,000	Ud	7.993,92	47.963,52	0,49	69,94
U15070060N	Panel nervado Perla 20 HA-2,40F	408,960	m2	112,00	45.803,52	0,46	70,40
U01022050	Excavación en zanja, med. mecán. terr. tran. duro y roca	2.990,170	m3	15,23	45.540,29	0,46	70,86
U01025090	Entibación cuajada zanjas o pozos con paneles acero hasta 3 m	2.191,930	m2	20,72	45.416,79	0,46	71,32
U10030150	Cable RZ1-K 0,6/1 KV 1x240 mm2	700,000	m	64,55	45.185,00	0,46	71,78
U10120128N	Programación Sistema Automatización y Control	1,000	Ud	45.000,00	45.000,00	0,46	72,24
U07030020	Suministro y colocación de acero laminado tipo S275JR, en perfi	17.610,900	kg	2,51	44.203,36	0,45	72,68
U10100004N	Cuadro Control Motores CCM 4 Biofiltros	1,000	Ud	43.519,92	43.519,92	0,44	73,12
U09020130	Adoquinado pref. hormigón e=8 cm gris sobre arena	1.527,010	m2	28,45	43.443,43	0,44	73,56
U07020081	Encofrado plano met. elem. vertical. estru. trabaj. entre 5 y 7	1.182,560	m2	34,70	41.034,83	0,42	73,98
U16002010N	Bomba Sumergible Q= 400 m³/h a 17 m.c.a.	2,000	Ud	20.133,94	40.267,88	0,41	74,38
U11035070	Mantenimiento locales	2.400,000	h	16,53	39.672,00	0,40	74,79
U10100005N	Cuadro Control Motores CCM 5 Físico-Químico	1,000	Ud	39.519,92	39.519,92	0,40	75,19
U12040010	Gestión interna de varios tipos de residuos peligrosos	1.501,930	m3	23,65	35.520,64	0,36	75,54
U15070071N	Panel nervado Perla	269,280	m2	130,00	35.006,40	0,35	75,90
U02073008N	Tubería acero inox., AISI 316L Ø104 esp. 2,0	256,000	m	133,20	34.099,20	0,34	76,24
U02073250N	Tubería acero inox., Ø508,0 esp. 4,0	42,000	m	776,89	32.629,38	0,33	76,57
U07010825	HA-30/B/20/XD1,XD2,XD3+XA1,XA2 en elementos horizontales vertido	238,120	m3	134,49	32.024,76	0,32	76,90
U03024090	Válvula mariposa motorizada PN 10/16 Ø600 I	2,000	Ud	15.686,67	31.373,34	0,32	77,21

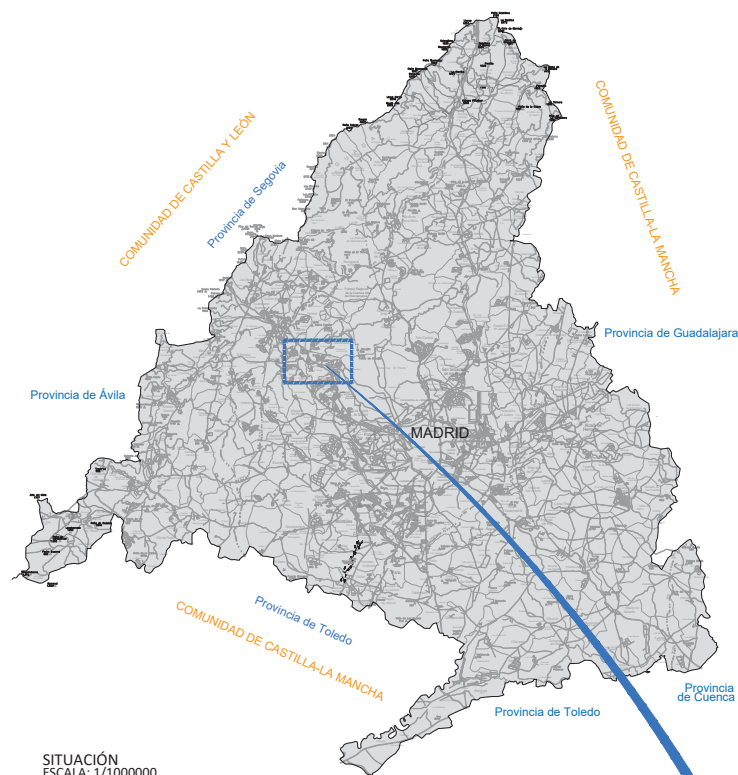
**PARTIDAS (PRESUPUESTO)****EDAR GT**

<b>CÓDIGO</b>	<b>RESUMEN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UD.</b>	<b>/ UD.</b>	<b>p</b>	<b>%</b>	<b>S</b>
U07010803	HA-30/B/20/XC1 en elementos horizontales vertido con camión	305,290	m3	102,21	31.203,69	0,32	77,53
U16004020N	Soplante Root 400 Nm <sup>3</sup> /h a 0,8 bar y Cabina de Insonorización	2,000	Ud	15.045,20	30.090,40	0,30	77,83
U10090033N	Redacción y liquidación del Proyecto As built de las obras e ins	1,000	ud	30.000,00	30.000,00	0,30	78,14
U16010040N	Pruebas de estanqueidad tras las reparaciones realizadas	6,000	Ud	5.000,00	30.000,00	0,30	78,44
U10110060N	Grupo electrógeno insonoro 700 kVA.	48,000	h	611,79	29.365,92	0,30	78,74
U11035080	Señalista	1.716,000	h	16,53	28.365,48	0,29	79,03
U03015070N	Válvula de Compuerta Motorizada DN 300, PN 10/16	3,000	Ud	9.351,98	28.055,94	0,28	79,31
U01030040	Relleno zanja préstamos adecuad. Tmax 150 mm	2.252,550	m3	12,19	27.458,58	0,28	79,59
U17004010N	Mecanismo de tracción central para espesador Ø 9.4 m, AISI 316	1,000	Ud	26.717,20	26.717,20	0,27	79,86
U09033250N	Tratamiento superficial específico	710,790	m2	37,51	26.661,73	0,27	80,13
<b>TOTAL .....</b>							<b>7.922.185,27</b>

## Anexo 1 Planos

Nº	CODIFICACIÓN	TÍTULO DEL PLANO
1	20SDP05E! _PY.DOC2_PL1.1_SIT	Situación y emplazamiento de las obras
2	20SDP05E! _PY.DOC2_PL1.2.H1de2_INS.EXIST	Instalaciones existentes y actuaciones a realizar. Planta actual
3	20SDP05E! _PY.DOC2_PL1.2.H2de2_INS.EXIST	Instalaciones existentes y actuaciones a realizar. Planta actuaciones
4	20SDP05E! _PY.DOC2_PL2_H1de2_DIAG	Esquemas funcionales. Línea de agua
5	20SDP05E! _PY.DOC2_PL2_H2de2_DIAG	Esquemas funcionales. Línea de fangos
6	20SDP05E! _PY.DOC2_PL2.1_DIAG	Agua. Nuevos biofiltros
7	20SDP05E! _PY.DOC2_PL2.2_DIAG	Agua. Bombeo de agua de lavado y de rechazo
8	20SDP05E! _PY.DOC2_PL2.3_DIAG	Fangos. Tratamiento Físico- Químico. Decantación lastrada
9	20SDP05E! _PY.DOC2_PL2.4_DIAG	Fangos. Tratamiento Físico- Químico. Reactivos
10	20SDP05E! _PY.DOC2_PL2.5_DIAG	Fangos. Tamizado y espesamiento
11	20SDP05E! _PY.DOC2_PL2.6_DIAG	Fangos. Bombeo de sobrenadantes deshidratación
12	20SDP05E! _PY.DOC2_PL2.7_DIAG	Fangos. Decantación primaria de la planta
13	20SDP05E! _PY.DOC2_PL2.8_DIAG	Fangos. Conexiones al depósito fangos existente
14	20SDP05E! _PY.DOC2_PL2.9_DIAG	Fangos. Instalación de desodorización de la planta
15	20SDP05E! _PY.DOC2_PL2.10_DIAG	Simbología
16	20SDP05E! _PY.DOC2_PL3.1_LPIEZ	Línea Piezométrica. Caudales diseño
17	20SDP05E! _PY.DOC2_PL3.2_LPIEZ	Línea Piezométrica. Caudales máximos
18	20SDP05E! _PY.DOC2_PL1.20_H1de3_URB	Urbanización. Planta general





SITUACIÓN  
ESCALA: 1/1000000



EMPLAZAMIENTO  
ESCALA: 1/10000



SITUACIÓN  
ESCALA: 1/40000

		DIRECCIÓN INNOVACIÓN E INGENIERÍA SUBDIRECCIÓN PROYECTOS ÁREA PROYECTOS DE SANEAMIENTO Y REUTILIZACIÓN	
PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE MEJORAS EN LA EDAR DE GALAPAGAR-TORRELOÑONES. (T.M. DE GALAPAGAR)			
Título del plano:  SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO DE LAS OBRAS			
Referencia: 20SDP06EI_PY_DOC2_PL1.1_SIT_V0		Escala (UNE-A3)  INDICADAS	
Fecha: Septiembre 2022	Versión: V0		
Asistencia Técnica:  Konagua <small>Consultoría S.L.</small>	Área de Proyecto: D. Alicia Escobedo Pedregal  <small>al.escobedo@isi.es</small>	Director del Proyecto: D. Gabriel Herrero de Andrés 	Vº Bº Jefe de Área: D. María Casanova Sanjuan 
Nº de Plano:  1.1		Hoja 1 de 1	