

**ESTUDIO DE ANALITICA Y REDACCION DE PROYECTOS DE LAS E.D.A.R.S. DE CALZADA DE CALATRAVA, ALDEA DEL REY....(RIO JABALON Y TABLAS DE DAIMIEL). CIUDAD REAL.
Expediente: HV-CR-99-381**

Título: MEMORIA. E.D.A.R. CONJUNTA CALZADA DE CALATRAVA Y ALDEA DEL REY

Fecha: Febrero 2001

1.1. MEMORIA

INDICE

1. INTRODUCCIÓN

- 1.1. Antecedentes
- 1.2. Objeto del Proyecto
- 1.3. Ámbito, Contenido y metas básicas del Proyecto

2. DATOS DE PARTIDA

- 2.1. Agrupación de vertidos e instalaciones existentes
- 2.2. Características de las aguas a tratar
- 2.3. Calidad del efluente y características del fango tratado
- 2.4. Emplazamiento
- 2.5. Características del terreno

3. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

- 3.1. Línea de tratamiento propuesta
- 3.2. Implantación general
- 3.3. Línea piezométrica
- 3.4. Criterios de diseño adoptados
- 3.5. Impacto ambiental
- 3.6. Disponibilidad de los terrenos, expropiaciones, servidumbres de paso y ocupaciones temporales
- 3.7. .Autorizaciones y permisos necesarios

4. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS E INSTALACIONES

- 4.1. Colectores emisarios y aliviaderos de pluviales
- 4.2. Adecuación del terreno, urbanización y jardinería

- 4.3. Obra de llegada, pozo de gruesos, desbaste y estación de bombeo
- 4.4. Desbaste de finos (tamizado)
- 4.5. Desarenado – desengrasado
- 4.6. By-pass, regulación y medida de caudal biológico
- 4.7. Cámaras de mezcla y reactores biológicos
- 4.8. Decantación
- 4.9. Recirculación y fangos en exceso
- 4.10. Medida de caudal y arqueta salida agua tratada
- 4.11. Caseta de toma de muestras
- 4.12. Tratamiento de fangos
- 4.13. Espesamientos de fangos
- 4.14. Deshidratación de fangos (centrífugas)
- 4.15. Almacenamiento de fangos deshidratados
- 4.16. Edificios
- 4.17. Equipos y tuberías
- 4.18. Instalaciones auxiliares
- 4.19. Instalación eléctrica, instrumentación y control

- 5. DOCUMENTOS DE QUE CONSTA ESTE PROYECTO

- 6. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

- 7. DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA

- 8. REVISIÓN DE PRECIOS

- 9. PRESUPUESTOS

- 10. PLAZO DE EJECUCIÓN Y GARANTÍA

- 11. CONCLUSIÓN

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

Con fecha 30 de abril de 1.999 se publica en el D.O.C.M. la resolución de la Consejería de Obras Públicas de la Junta de Comunidades de Castilla – La Mancha por la que se anuncia la licitación del concurso de “Asistencia Técnica para el Estudio de Analítica y Redacción del Proyecto de las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales de Calzada de Calatrava, Aldea del Rey, Corral de Calatrava, Pozuelo de Calatrava, Valenzuela de Calatrava, Ballesteros de Calatrava y Fuente el Fresno. Expte.: HV-CR 99-381.

Posteriormente, con fecha 20 de diciembre de 1.999 la Secretaría General Técnica de la Consejería de Obras Públicas de la Junta Castilla – La Mancha resuelve adjudicar a Proyectos y Servicios, S.A., los trabajos de Asistencia Técnica para el estudio de analítica y redacción del citado Proyecto, firmándose el correspondiente contrato el 3 de Febrero de 2.000.

La redacción del presente Proyecto se ha realizado en estrecha colaboración entre Proyectos y Servicios, S.A. y el Servicio de Obras Hidráulicas de la Consejería de Obras Públicas de la Delegación Provincial de Ciudad Real.

El presente documento corresponde al Proyecto de: E.D.A.R. Conjunta de Calzada de Calatrava y Aldea del Rey.

1.2. Objeto del Proyecto

Uno de los objetivos prioritarios de la Consejería de Obras Públicas de la Junta de Comunidades de Castilla – La Mancha, es la realización de una serie de actuaciones tendentes al saneamiento y depuración de los vertidos urbanos generados en los municipios de su Comunidad que permitan la consecución de un aumento en el grado de protección medioambiental y una mejora de la calidad de las aguas utilizadas.

Dentro de estas realizaciones, se sitúan los municipios citados objeto del Proyecto, cuyo contenido recoge la documentación generada por una serie de trabajos cuyo marco de definición está basado en la Directiva Comunitaria 91/271/UE, en el Plan Regional de Saneamiento y Depuración de Castilla – La Mancha y en las prescripciones señaladas, en cada caso, en los Planes Hidrológicos de la Cuenca afectada.

En este sentido, se ha desarrollado el Proyecto en base a la siguiente documentación y con el objeto particularizado de:

Fase A: Toma de datos, análisis de las aguas, estudio de emplazamientos y establecimiento de las bases de partida

- Conocer en detalle el comportamiento de las aguas residuales generadas en cada una de las poblaciones citadas, de forma que, evaluando la incidencia de los diferentes factores estacionales e industriales, identificando y catalogando la zona de los puntos de vertido y conociendo su caracterización cuantitativa y cualitativa, nos permita el establecimiento de las bases de partida reales y necesarias para posteriormente realizar el diseño de los diferentes y factibles procesos de depuración a adoptar en cada una de ellas.
- Estudiar y proponer los posibles y factibles emplazamientos de las futuras EDAR.

Fase B: Estudio de alternativas, predimensionamientos, cuadros comparativos y selección de la solución más idónea

- En base a los múltiples y variados procesos, sistemas o tecnologías aplicables en la actualidad, marcar unos criterios de selección donde se conjuguen las ventajas e inconvenientes de cada sistema o proceso atendiendo a factores tales como características de las aguas a tratar, rendimientos exigidos, posibilidad técnica, estabilidad, control, mantenimiento, costos de construcción y explotación, impacto ambiental, necesidades de superficie, instalaciones de depuración existentes, etc., que nos permitan seleccionar los procesos de factible utilización y con ello, configurar las alternativas de depuración a adoptar en cada población.
- Conocer y plantear la posibilidad de agrupamiento de varias poblaciones en una única instalación, con el fin de ser estudiada como alternativa.
- Desarrollar el estudio de cada alternativa en base a unos cálculos funcionales de los procesos e instalaciones, a la obtención de unos costes de construcción, no sólo de la EDAR, sino de cualquier obra complementaria como prolongación de colectores, conducciones para el vertido final, líneas eléctricas, caminos de acceso, etc., a la obtención de unos costes de explotación con personal, conservación y mantenimiento, así como la incidencia en el total de los costes fijos y variables y, por último, al requerimiento de superficies de implantación. En definitiva, enfocado a valorarlas desde el punto de vista de funcionalidad, diseño, operatividad y económico, cuyo análisis comparativo permite seleccionar y con ello proponer la alternativa o proceso de tratamiento a adoptar en cada una de las poblaciones estudiadas.
- Seleccionar los emplazamientos más adecuados para cada EDAR.

Fase C: Redacción del Proyecto

- Justificación y definición de todas las obras e instalaciones necesarias para la realización de cada una de las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales

correspondientes a las poblaciones objeto del estudio, de forma que una vez aprobado y adjudicado permita la realización de las mismas y con ello la depuración de las aguas residuales generadas en cada municipio, hasta límites señalados en la Normativa vigente.

- Se incluyen además su puesta a punto, pruebas de funcionamiento y explotación durante dos años.

1.3. Ámbito, Contenido y Metas básicas del Proyecto

El presente Proyecto no se limita única y exclusivamente a definir una solución que tenga como misión desarrollar el proceso que cumpla con el objetivo expuesto en el apartado anterior, sino que ofrece el razonamiento y justificación subsiguientes de los diferentes elementos que componen la solución propuesta.

Todo ello dirigido a realizar una instalación que sea coherente con las metas básicas de este Proyecto y que se pueden resumir en:

- Dar la solución idónea respecto a la línea de proceso adoptada, mediante la introducción de técnicas experimentadas con resultados óptimos y dimensionando en sentido amplio las unidades que la conforman, para que puedan absorber las pequeñas variaciones que pudieran presentarse sobre los parámetros básicos establecidos.
- Realizar una correcta distribución de los diversos elementos de la estación atendiendo: a la secuencia lógica del proceso, a la implantación de las instalaciones existentes si las hubiere y sus posibles interferencias, a las características topográficas y geotécnicas del terreno y a la obtención de una fácil y eficaz explotación, estableciendo el equilibrio entre costes de primera inversión y los de mantenimiento.
- Utilizar procesos de depuración que permitan una estación depuradora lo más compacta posible.
- Dar una calidad a las obras civiles, equipos e instalaciones que nos permitan una relación calidad-coste que se ajuste a este tipo de obras, atendiendo sobre todo al cometido que éstas van a desempeñar.
- Dotar a las instalaciones de la flexibilidad suficiente para facilitar las maniobras de operación y mantenimiento, así como de los dispositivos necesarios para reducir al

máximo la posibilidad de olores y la producción de vibraciones y ruidos, en las zonas que así lo requieran.

- Proyectar las estaciones depuradoras de manera que forme un conjunto armónico tanto en aparatos como en acabado de edificios, a fin de adecuarla al entorno y, en su caso, a las instalaciones existentes, ofreciendo un aspecto estético y agradable.
- Por último definir un proyecto en cuanto a medición y valoración que permita la realización de las obras con el mínimo de variaciones o alteraciones posibles.

A continuación se justifican y definen la línea de tratamiento adoptada y las obras e instalaciones correspondientes a la E.D.A.R. Conjunta Calzada de Calatrava y Aldea del Rey.

2. DATOS DE PARTIDA

Los datos de partida que exponemos a continuación se han obtenido de acuerdo con los siguientes estudios:

- Los referenciados en el Pliego de Bases del Concurso.
- Los contenidos desarrollados en la Fase A del Proyecto.
 - Documentación consultada, medio físico, antecedentes y datos locales, análisis y selección de los principales focos de contaminación.
 - Población, evolución y previsiones (doméstico, industrial y ganadero).
 - Consumo de agua.
 - Red de saneamiento.
 - Instalaciones de depuración existentes.
 - Campaña analítica (aforos y toma de muestras).
 - Emplazamientos. Agrupación de vertidos.
 - Establecimiento de bases de partida para el dimensionamiento de la EDAR (población, dotación, caudales, características físico-químicas del influente y características del afluente).
- Los contenidos, desarrollados en la Fase B del Proyecto:
 - Planteamiento de las líneas de tratamiento a adoptar (esquema básico y procesos unitarios o parciales de aplicación, selección y análisis de procesos de factible utilización y configuración de alternativas).
 - Estudio de alternativas (diseño, costes de construcción, costes de explotación y superficie de implantación).
 - Selección de alternativa en proceso.
 - Selección del emplazamiento de la EDAR.
- La información topográfica y geotécnica obtenida sobre el terreno de implantación y referenciada en sus correspondientes anejos de esta Memoria.
 - Topografía (plano topográfico terrenos de implantación, traza de colectores y reseña de parcelas y propietarios afectados).

- Geotecnia (ensayos penetración dinámica, calicatas, ensayos laboratorio y conclusiones y recomendaciones).
- Y por último la información conseguida mediante la visita al emplazamiento previsto para las obras obteniendo “in situ” valiosos datos que permiten la redacción de un proyecto plenamente concordante con sus condiciones reales.

2.1. Agrupación de vertidos e instalaciones existentes

Del planteamiento, análisis y estudio que al respecto se desarrollan en la Fase A y Fase B del Proyecto, se llega a las siguientes conclusiones:

- a) Dejar fuera de servicio la EDAR existente en Calzada de Calatrava y efectuar una reunión de los vertidos de Calzada y Aldea del Rey en una zona próxima a la intersección de los receptores de ambos vertidos, el arroyo del Sequillo y el de la Zanja Cañada de la Angostura respectivamente y situada limítrofe con la carretera de Aldea del Rey a Granátula de Calatrava (CM-413).
- b) La EDAR existente está formada por:
 - Aliviadero general de pluviales.
 - Aliviadero en pozo anterior a entrada a planta depuradora.
 - Bombeo agua bruta: Dos bombas sumergibles (1+1) de 50 m³/h.
 - Tamizado rotativo (Filtramassa).
 - Desarenado. Sin equipo, aireación con una soplante exterior.
 - Decantador primario estático lamelar.
 - Biodiscos: Tres rotores.
 - Decantador secundario estático lamelar.
 - Digestor anaerobio, sin calefacción y con una bomba de recirculación exterior.
 - Secado de fangos: En sacos (6) + Dosificación de polielectrólito.
 - Edificio de control (Armario control y mando)
 - Centro de transformación en poste, en límite de parcela.

La EDAR existente presenta problemas de explotación y mantenimiento y su línea de tratamiento no se adapta a los procesos adoptados en la actualidad para cumplir la Directiva Comunitaria, aconsejándose no utilizarla (dejarla fuera de servicio) y prever una depuradora conjunta para Calzada y Aldea, tal y como se ha expuesto anteriormente.

2.2. Características de las aguas a tratar

Los datos que sirven de base para el dimensionamiento de las obras e instalaciones son los obtenidos en la Fase A del Proyecto (establecimiento de bases de partida para el diseño de la EDAR).

Población

- | | | |
|------------------------|-------|-------------|
| - Población de diseño* | 7950* | hab. equiv. |
| - Dotación | 200 | l/hab/d |

* Incluida Calzada de Calatrava y Aldea del Rey (5200 hab. Calzada + 2750 hab. Aldea)

Caudales

- | | | |
|--|---------|-------------------|
| - Volumen diario | 1590 | m ³ /d |
| - Caudal medio | 66,250 | m ³ /h |
| - Caudal punta | 99,375 | m ³ /h |
| - Caudal máximo de dilución | 331,250 | m ³ /h |
| - Caudal máximo de diseño elevación y pretratamiento | 331,250 | m ³ /h |
| - Caudal máximo diseño biológico | 99,375 | m ³ /h |

Contaminación

DBO₅

- Dotación	75	gr/hab/d
- Peso de DBO ₅	596,25	kg/d
- Concentración media	375	mg/l
- Concentración máxima	562,50	mg/l

SS

- Dotación	90	gr/hab/d
- Peso de SS	715,500	kg/d
- Concentración media	450	mg/l
- Concentración máxima	675	mg/l

DQO

- Dotación	150	gr/hab/d
- Peso de DQO	1192,500	kg/d
- Concentración media	750	mg/l
- Concentración máxima	1125	mg/l

NTK

- Dotación	12	gr/hab/d
- Peso de NTK	95,400	kg/d
- Concentración media	60	mg/l
- Concentración máxima	90	mg/l

Fósforo total (P)

- Dotación	2,4	gr/hab/d
- Peso de P	12,08	kg/d
- Concentración media	12	mg/l
- Concentración máxima	18	mg/l

2.3. Calidad del efluente y características del fango tratado

El efluente cumplirá la Directiva Comunitaria 91/271/CEE (Real Decreto 509/1996).

Por otro lado, el Plan de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales en Castilla – La Mancha no declara “Zona sensible” el punto de vertido de las poblaciones de Calzada de Calatrava y Aldea del Rey y por tanto el efluente no requiere el cumplimiento de la Directiva Comunitaria 98/15/CE (Real Decreto 2116/1998).

No obstante, a efectos del dimensionamiento y diseño de la EDAR se ha tenido en cuenta esta posibilidad en previsión de futuro, de forma que la obra civil se quede preparada, para en caso necesario, incorporar los equipos e instalaciones asociados.

En base a lo anterior:

		ACTUAL	FUTURO	
- DBO ₅	<=	25	25	mg/l
. Reducción DBO ₅	≥	93,33	93,330	%
- SS	<=	35	35	mg/l
. Reducción SS	≥	92,22	92,22	%
- DQO	<=	125	125	mg/l
. Reducción DQO	≥	83,33	83,33	%
- NTK	<=		15**	mg/l
. Reducción NTK	≥		75**	%
- P total	<=		2**	mg/l
. Reducción P total	≥		83,33**	%
- Sequedad de los fangos	≥	20	20	%

** Las calidades referenciadas en NTK y Pt no son actualmente de obligado cumplimiento.

2.4. Emplazamiento

La parcela de ubicación de la EDAR conjunta Calzada de Calatrava – Aldea del Rey queda localizada entre la carretera de Aldea del Rey a Granátula de Calatrava (CM-413) y el arroyo de Buenvecino.

Topográficamente el terreno es sensiblemente llano con ligera pendiente hacia el arroyo, variable de la cota 101,00 a la cota 98,00.

El trazado de los colectores emisarios hasta la EDAR se realiza:

- Colector emisario Calzada de Calatrava: Paralelo al arroyo del Sequillo por su margen izquierda desde el pozo de registro existente, previo a la EDAR existente, hasta el pozo de registro reunión con el colector emisario Aldea del Rey, en parcela de ubicación.
- Colector emisario Aldea del Rey: Paralelo al arroyo de la Zanja Cañada de la Angostura por su margen derecha, desde el actual vertido hasta el pozo de registro reunión con el colector emisario Calzada de Calatrava, en parcela de ubicación.

En el anejo nº 11. Expropiaciones de presente Proyecto se definen las parcelas afectadas, sus propietarios, así como la valoración y coste de las mismas.

Para mejor comprensión véase los planos de situación, emplazamiento y topográfico adjuntos.

2.5. Características del terreno

Del anejo nº 6 Estudio geotécnico del presente Proyecto, se deduce que el terreno previsto para la situación de las obras esta formado por los siguientes niveles:

- Un nivel superficial de terreno vegetal que presenta una potencia de 0,80 m.

- Un primer nivel bastante denso, formado por arenas arcillosas (pequeño contenido de arcillas), que llega hasta los 2,20 – 2,80 m de profundidad.
- Un segundo nivel formado por arcillas inorgánicas de alta plasticidad (poca fracción arenosa), que se detecta en toda la profundidad de ensayo hasta los 10 m.

Los valores de carga admisible se sitúan en orden de 3 Kg/cm² en el primer nivel y de 2 Kg/cm² en el segundo nivel, debiendo cimentarse siempre por debajo del terreno vegetal.

En cuanto a cimentaciones, se podrá cimentar en ambos niveles de acuerdo con las cargas anteriores, si bien sobre el segundo nivel, debe tenerse en cuenta su potencial expansivo, siendo recomendable una sustitución del terreno de apoyo.

No se detecta agua en el terreno y el contenido de sulfatos solubles da valores que clasifican el material como no agresivo hacia el hormigón y por tanto no requiere el empleo cemento sulforesistente.

Por último la zona de las obras presenta una aceleración sísmica básica menor de 0,04 g y por tanto no requiere la aplicación de la norma NCSE-94.

3. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

3.1. Línea de tratamiento propuesta

Una estación de tratamiento de aguas residuales se debe concebir y calcular para recibir cargas muy variables y asegurar resultados de depuración convenientes, dentro de una explotación eficaz y económica.

La EDAR que se proyecta, deberá realizar el tratamiento de $1.590 \text{ m}^3/\text{d} = 66,25 \text{ m}^3/\text{h}$ de agua residual, con una punta de $98,38 \text{ m}^3/\text{h}$ en biológico y un máximo de dilución de $331,25 \text{ m}^3/\text{h}$ en elevación y pretratamiento.

Los rendimientos exigidos a la estación depuradora en lo referente a los índices de contaminación, se colocan en valores de DBO_5 93,33 % y S.S. 92,22 % en base a que la calidad del agua a la entrada es de $\text{DBO}_5 = 375 \text{ mg/l}$ y S.S. = 450 mg/l y la calidad del agua tratada debe ser $\text{DBO}_5 \leq 25 \text{ mg/l}$ y S.S. $\leq 35 \text{ mg/l}$.

Al no producirse el vertido de la E.D.A.R en “zona sensible”, no se condicionan los valores de contaminación de salida del $\text{Nt} \leq 15 \text{ mg/l}$ y $\text{Pt} = \leq 2 \text{ mg/l}$.

No obstante, a la hora de proyectar la EDAR se ha tenido en cuenta esta posibilidad, en previsión de futuro, de forma que la obra civil queda preparada para, en caso necesario, incorporar los equipos e instalaciones asociados.

Con el establecimiento de los datos de partida para el dimensionamiento de la EDAR y los rendimientos de depuración exigidos, se ha realizado la **Fase B** del Proyecto: **Estudio de alternativas de proceso. Selección de la más adecuada**, en donde se valoran las posibles soluciones desde el punto de vista de la funcionalidad, diseño, operatividad y económico, con el fin de seleccionar o proponer la más adecuada.

El estudio realizado en la Fase B, se inicia mediante el planteamiento de las líneas de tratamiento a adoptar, en las que se analizan los procesos unitarios o parciales posibles

de aplicación, para posteriormente seleccionar aquellos procesos de factible utilización, descartándose aquéllos que, aunque utilizables (lagunaje, biodiscos, lecho bacteriano, etc.), no garantizan plenamente por sí solos los rendimientos de depuración exigidos en la totalidad de los parámetros contaminantes, pues requerirían para ello otros procesos adicionales que conllevarían a un encarecimiento excesivo y a una explotación complicada y costosa, optando por procesos de diseño actual, fangos activados, en sus modalidades de baja carga, que garantizan plenamente los altos rendimientos de depuración exigidos, así como la consecución de un fango estabilizado en el propio proceso, facilitando su explotación.

Una vez seleccionado el proceso de fangos activados en baja carga, se configuran las alternativas de depuración en base a las modalidades de más factible aplicación en la actualidad (Aireación prolongada, Canales de oxidación, Proceso Orbal y Proceso SBR, Reactores de flujo discontinuo), cuyo estudio comparativo de coste de construcción, coste de explotación y necesidades de implantación nos llevan a seleccionar y proponer como alternativa o proceso más adecuado los Canales de oxidación.

Por otro lado, en cuanto a las posibilidades de tratamiento de los fangos producidos se llega a la conclusión de utilizar una deshidratación individualizada en cada EDAR, pues hemos de indicar que los fangos salen estabilizados del propio proceso biológico.

Teniendo en cuenta estas consideraciones la línea de tratamiento a adoptar para alcanzar aquellos rendimientos, será mediante un pretratamiento y un tratamiento biológico en baja carga.

El pretratamiento como inicio del tratamiento, con el fin de retirar los residuos que pueden perjudicar al tratamiento posterior.

En este sentido y dada la capacidad de la planta, debe proyectarse completo (pozo gruesos desbaste gruesos-finos y desarenado-desengrasado) e incluso alguno de ellos en doble línea.

El tratamiento biológico tendrá como objetivo la transformación de las materias orgánicas, disueltas o coloidales en materias decantables (fangos) separables por gravedad del agua depurada.

Como sistema biológico y dada su utilización prácticamente generalizada últimamente por su mejor adecuación al tratamiento de agua residual, se adapta un sistema de fangos activados en baja carga y en su modalidad de Canales de oxidación del tipo compacto (Reactor – decantador formando conjunto).

La capacidad de la Planta aconseja al menos la utilización de dos (2) líneas.

Los fangos activados tienen una gran flexibilidad de funcionamiento que permiten adaptarse en todo momento a las condiciones básicas requeridas, a condición naturalmente de que los dispositivos de aireación estén concebidos para ello, que en este caso se selecciona la aportación de aire a la masa líquida mediante soplantes y difusores.

La cantidad de fangos estabilizados producidos aconsejan adoptar para el tratamiento de éstos, un sistema de espesamiento y una deshidratación mecánica, seleccionándose en este caso la centrifugación.

En definitiva, la línea de tratamiento adoptada, basándose en los parámetros de polución considerados en los datos de partida estará constituida por las siguientes etapas:

Línea de tratamiento

- **Línea de agua**

- Colectores emisarios y aliviaderos de pluviales.
- Obra de llegada, aliviadero de emergencia, aislamiento y by-pass general.
- Pozo de gruesos, con cuchara bivalva.
- Desbaste de gruesos (1+1 rejas automáticas).

- Elevación de agua bruta (3 bombas sumergibles).
- Desbaste de finos (2 tamices automáticos), con by-pass y rebose.
- Desarenador – desengrasador (2 Uds.), con by-pass, separador de grasas y clasificador de arenas.
- By-pass, regulación y medida de caudal biológico (2 Uds.)
- Cámara de mezcla (futuro) (2 Uds.), zona anóxica biológico actual.
- Reactor biológico (2 Uds.), con by-pass, difusores de membrana y 3 soplantes.
- Desfosforación (futuro) sólo obra civil.
- Decantador (2 Uds.), con extracción de flotantes.
- Recirculación de fangos (3 bombas sumergibles).
- Medida de caudal y vertido agua tratada.

- **Línea de fangos**

- Extracción de fangos decantados (3 bombas sumergibles).
- Espesador de gravedad.
- Extracción de fangos espesados (3 bombas tornillo helicoidal).
- Deshidratación de fangos (2 centrífugas).
- Acondicionamiento de fangos (polielectrolito).
- Almacenamiento de fangos deshidratados.

Se complementa la línea de tratamiento con sus instalaciones eléctricas, control e instrumentación, así como una serie de servicios auxiliares, agua industrial, agua potable, riego, vaciados, polipastos de manutención, ventiladores, cabinas de insonorización y equipo de desodorización (carbón activo).

En el anejo nº 3 (Cálculos Justificativos Funcionales) se ha desarrollado el cálculo de los distintos elementos que componen la Planta, en los que se justifican los parámetros adoptados y en base a ellos se podrá aplicar la línea de tratamiento propuesta.

Para mejor comprensión véase el esquema de funcionamiento adjunto.

3.2. Implantación general

En el diseño de la implantación de la depuradora son muchos los factores que intervienen en la situación de los diferentes aparatos que constituyen la línea de tratamiento.

En este caso se pueden establecer como condicionantes los siguientes:

- Punto de toma agua bruta, en función de la llegada de los colectores emisarios,
- Cauce receptor del agua tratada (salida agua tratada al arroyo del Buenvecino).
- Determinación de un área de implantación para la ubicación de la depuradora, con una superficie adecuada respecto a las necesidades resultantes de cálculo de aparatos.
- Agrupamientos parciales de los aparatos constitutivos de un proceso que permitan la obtención de una secuencia lógica de toda la línea de tratamiento.
- Características topográficas y geológicas del terreno, que implica situar los aparatos de forma adecuada con el fin de evitar grandes excavaciones y cimentaciones especiales.

Todo lo anterior unido a la premisa siempre presente de disminuir los costes de aquéllas unidades no determinantes, han conducido a la implantación reflejada en el plano de Planta General adjunto.

Partiendo de la geometría de la parcela, se disponen las obras e instalaciones en la parte inferior de la misma con el fin de separarlas lo más posible de la carretera (CM-413).

Desde esta carretera y utilizando el tramo de carretera antigua, se prevé el acceso mediante un vial principal que finaliza en el edificio de explotación y pretratamiento proyectado conjuntamente pero a base de zonas totalmente independientes.

Partiendo de la zona de pretratamiento, donde se ubican la obra de llegada, pozo de gruesos, desbaste de gruesos, elevación de agua bruta y tamizado, se sigue la secuencia lógica del proceso, adosando los desarenadores – desengrasadores y seguidamente los dos

módulos biológicos (reactor – decantador), cuyos vertidos se recogen en la arqueta de salida de agua tratada, desde donde se dirigen al arroyo de Buenvecino.

El espesador se ubica próximo al edificio de pretratamiento (zona de deshidratación) que se encuentra comunicada con el resto de las instalaciones del pretratamiento, consiguiéndose una única zona cubierta de extracción de residuos y fangos, facilitando su desodorización y explotación, pues permite la entrada de camiones para la evacuación de estos productos.

Las distintas instalaciones que conforman la Planta van alojadas en el edificio, arquetas y propios aparatos, habiéndose previsto fáciles accesos para su colocación y manutención.

Con todo ello se ha intentado formar un conjunto armónico entre zonas ajardinadas aparatos y acabado de edificios que favorezca su integración con el entorno.

3.3. Línea piezométrica

A la hora de definir la línea piezométrica de la Planta deben conjugarse conceptos como topografía y características del terreno, llegada del colector de agua bruta, restitución agua tratada, y estética de la Planta con el fin de obtener la más idónea tanto técnica como económicamente, o sea técnicamente viable y que los gastos de primera inversión complementados con los de explotación la definan como la más económica.

En el caso que nos ocupa la línea piezométrica se encuentra en cierto modo condicionada por el colector de llegada de agua bruta, la salida de agua tratada y la topografía del terreno, que conlleva la necesidad de prever una elevación del agua bruta.

Por otro lado, esta elevación nos permite adecuarla a las características del terreno, en cuanto a la consecución de cotas de cimentación de aparatos adecuadas, tanto técnica como económicamente.

La línea piezométrica considerada permite unas cotas de urbanización adaptadas al terreno natural (99,50 a 98,50).

En el anejo nº 4 “Cálculos hidráulicos” se justifican las pérdidas de carga de los aparatos que componen la Planta.

Los niveles líquidos quedan reflejados en particular en los distintos planos y en general en el perfil hidráulico y esquema de funcionamiento.

3.4. Criterios de diseño adoptados

La estación depuradora se ubicará en la parcela situada entre la carretera de Aldea del Rey a Granátula de Calatrava (CM-413) y el arroyo Buenvecino.

Para su diseño se han tenido en cuenta los siguientes factores:

- Superficie disponible.
- Situación de aparatos de vertido de agua tratada.
- Características del terreno.
- Estética de la planta y seguridad.

En base a estos puntos se han seguido los siguientes criterios:

- A la vista del área que se dispone, y de acuerdo con la distribución de los aparatos que componen la estación, se aprecia que hay terreno suficiente para su implantación.
- La situación de los aparatos permite la evacuación del agua tratada por gravedad al arroyo Buenvecino, una vez efectuada la elevación prevista.
- En cuanto al terreno, los taludes de desmonte definitivos serán, en general, 1H:1V. Los taludes definitivos de terraplenes serán 2H:1V y se efectuarán con tierras

procedentes de la propia excavación una vez retirado el estrato superior de tierra vegetal. La cimentación de aparatos y edificios se realizará directamente sobre el terreno situado a la cota de cimentación por considerarlo con suficiente capacidad portante. No se debe cimentar a nivel de la capa de tierra vegetal, en caso de necesidad se efectuará una sustitución del mismo por terraplén compactado.

- Si tenemos en cuenta las características del terreno, el enterrar los aparatos origina un mayor coste de implantación pero favorece la estética de la planta y supone una menor elevación del agua bruta, con menor coste de explotación y facilita su mantenimiento.

En caso de cimentar en el segundo nivel (arcillas inorgánicas de alta plasticidad) se procederá a realizar una sustitución del terreno, 1 m de profundidad bajo la cota de cimentación, a base de terreno seleccionado de la propia excavación correspondiente al primer nivel.

- Las cotas de urbanización previstas permiten una situación de los aparatos semienterrados, favoreciendo su estética, con una buena visibilidad y sin necesidad de tomar medidas de seguridad.

El proceso de ejecución se realizará de la forma siguiente:

- Se empezará con un desbroce y limpieza del terreno.
- Seguidamente se procederá a una excavación y retirada del estrato superior de tierra vegetal.
- A continuación se iniciará la excavación de cada aparato según su cota de cimentación.
- El talud provisional de excavación considerado es 1H:3V.

- Conseguida su cota de cimentación se iniciará la ejecución de su aparato correspondiente. Si ésta se encuentra en el segundo nivel se procederá a la sustitución del terreno tal y como se ha indicado anteriormente.
- Una vez ejecutada cada obra en particular se rellenarán y compactarán las zanjas situadas en el trasdós de los muros hasta el terreno natural explanado.
- Finalmente se efectuará el desmonte y el terraplén compactado necesarios hasta la consecución de las cotas de urbanización, a la que se complementará con la jardinería, viales y cerramiento.

Este terraplén podrá efectuarse mediante productos seleccionados de la excavación (una vez retirada la tierra vegetal).

3.5. Impacto ambiental

En el diseño de la EDAR se han tenido en cuenta aquellas acciones que pueden generar alteraciones o impactos negativos en el medio ambiente, como consecuencia de la construcción de la obra y su posterior explotación, intentando evitarlas o poniendo los medios necesarios para reducir el nivel del impacto.

En este sentido cabe destacar aspectos tales como:

- Situar los aparatos o elementos de la EDAR semienterrados, sin sobresalir de forma excesiva respecto a la cota del terreno natural.
- Edificaciones de una planta.
- Mantenimiento del terreno vegetal en todo el terreno en que no sea necesaria excavación o terraplén.

- Revegetación en aquellas zonas en que pueda hacerse y en especial ajardinamiento con especies autóctonas en la zona de la EDAR.
- Adecuación de las edificaciones donde se ubica maquinaria ruidosa, con protección antiruido de la propia máquina.
- Instalación complementaria de tratamiento de olores.

En el anejo nº 9. Estudio de Impacto Ambiental del presente Proyecto, se identifican estas acciones, así como las variables del medio físico socioeconómico y se procede a la evaluación de los impactos que pueden originarse, para finalmente aplicar y valorar las medidas correctoras de los mismos, preventivas en muchos casos, paliativas en otros y siempre tendentes a minimizar los aspectos negativos generados en el medio.

3.6. Disponibilidad de los terrenos, expropiaciones, servidumbres de paso y ocupaciones temporales

Como ya se ha indicado, la parcela donde se ubicará la EDAR se sitúa entre la carretera de Aldea del Rey a Granátula de Calatrava (CM-413) y el arroyo Buenvecino.

Sus dimensiones, situación y topografía se encuentran reflejados en el plano topográfico correspondiente.

A la vista del área que se dispone y de acuerdo con las necesidades previstas, véase plano de replanteo de las obras, se aprecia que hay terreno suficiente para implantación.

En el anejo nº 11: Expropiaciones del presente Proyecto, se definen las parcelas afectadas, tanto para la ubicación de la EDAR como para los colectores emisarios, sus propietarios, las superficies de expropiación, las ocupaciones temporales y las servidumbres de paso, así como la valoración y coste de las mismas.

No obstante se ha previsto una Partida Alzada a justificar para reposición de servicios afectados.

3.7. Autorizaciones y permisos necesarios

Se han gestionado todos los permisos y autorizaciones necesarios para la realización del presente Proyecto.

Todos los permisos y autorizaciones necesarios para la realización de las obras serán gestionados por el Contratista con el apoyo de la Administración, que asimismo podrá facilitar, si le es posible, cualquier información que se le solicite, sin que ello presuponga compromiso alguno para ella.

La legalización de todas las instalaciones conforme con la normativa específica que les sea de aplicación, con pago de tasas e impuestos correspondientes han de ser efectuados por el Contratista.

4. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS E INSTALACIONES

Se realiza a continuación una descripción de las obras e instalaciones que componen el presente Proyecto, así como de cada uno de los procesos unitarios que definen la línea de tratamiento.

4.1. Colectores emisarios y aliviaderos de pluviales

4.1.1. Colector emisario Calzada de Calatrava y aliviadero de pluviales

La red de saneamiento de Calzada de Calatrava finaliza en un colector general rectangular abovedado, situado a la salida de la población y paralelo a la carretera de Calzada a Granátula (CM-9413), en donde dispone de un aliviadero de pluviales, con vertido al arroyo del Sequillo y sirviendo de inicio del colector emisario a la EDAR existente ϕ 315 mm, que transcurre paralelo a dicho arroyo, por su margen izquierda, hasta su entronque con la estación de bombeo de la EDAR existente.

Tanto el colector emisario como el aliviadero de pluviales se mantienen en su estado actual, únicamente se prevé la cubrición del aliviadero de pluviales, pues su proximidad a la carretera así lo aconseja, una compuerta tajadera para limpieza y una Partida Alzada a justificar para limpieza y adecuación de algún tramo del colector, pues presenta atascamientos en algunas zonas.

Como ya se ha comentado la EDAR existente se dejará fuera de servicio.

Partiendo del colector existente ϕ 315 mm se inicia el nuevo colector emisario, en el pozo de registro previo a la EDAR existente, siguiendo un trazado paralelo al arroyo del Sequillo por su margen izquierda, y finalizando en el pozo de registro reunión con el colector emisario Aldea del Rey, situado dentro de la parcela de ubicación de la EDAR.

Este colector se proyecta a base de tubería de PVC ϕ 400 mm, con pendiente 2,5‰ y pozos de registro situados cada 50 m aproximadamente. Como puntos singulares tiene los cruces de tres caminos y del arroyo Buenvecino.

Su longitud es de 2.183,50 m.

4.1.2. Colector emisario Aldea del Rey y aliviadero de pluviales

La red de saneamiento de Aldea del Rey finaliza en un colector general ϕ 900 mm, que actualmente vierte el arroyo de la Tejera, también denominado aguas abajo como arroyo de la Zanja Cañada de la Angostura.

En este punto se sitúa su aliviadero de pluviales con vertido a dicho arroyo y se inicia el nuevo colector emisario, siguiendo un trazado paralelo al arroyo de la Zanja Cañada de la Angostura, por su margen derecha y finalizando en el pozo de reunión con el colector emisario Calzada de Calatrava, situado dentro de la parcela de ubicación de la EDAR.

Este colector se proyecta a base de tubería de PVC ϕ 315 mm, con pendientes del 6‰ en 530 m y del 4,5‰ en 1.987 m y pozos de registro situados cada 50 m aproximadamente. Como puntos singulares tiene los cruces de un camino y de la carretera de Aldea a Granátula de Calatrava (CM-413), solucionándose este último con tubería en hinc.

Su longitud es de 2.455 m.

4.2. Adecuación del terreno, urbanización y jardinería

4.2.1. Movimiento de tierras

Las cotas de urbanización general (99,50 – 98,50) se han adaptado al terreno y en lo posible a la línea piezométrica con el fin de conseguir que los aparatos se encuentren

prácticamente enterrados y sobresaliendo del suelo una altura suficiente como para no prever protección de seguridad.

Para la excavación provisional de cada aparato se ha previsto dejar un metro de margen alrededor del aparato para facilitar las operaciones de encofrado y el talud provisional 1H:3V.

A efecto de medición se ha considerado un desbroce y limpieza del terreno, y algo de desmonte, y terraplenado (según zonas) para la adecuación del terreno natural a las cotas de urbanización.

Los taludes definitivos de terraplén serán 2H:1V y desmonte 1H:1V.

4.2.2. Cimentaciones de aparatos y edificios

Las características geológicas del terreno permiten la cimentación directa de todos los elementos de la planta a partir de la capa de tierra vegetal.

En cuanto a los aparatos no existe problema alguno pues su cimentación se realiza sobre el terreno natural con suficiente capacidad portante para la ausencia de asientos apreciables originados por las cargas a que va a estar sometido, haciendo notar que las cargas transmitidas por los aparatos son realmente pequeñas.

Únicamente se tendrá en cuenta lo anteriormente mencionado respecto a la cimentación situada en el segundo nivel, se realizará una sustitución del terreno de 1 m por debajo de la cota de cimentación con terreno seleccionado del primer nivel.

4.2.3. Calzadas, aceras, cerramiento y jardinería

Desde el camino de acceso se inicia la entrada a la planta mediante un vial de 5 m de ancho que recorre la Planta.

Este vial se completa con aparcamiento para vehículos, cercano al edificio, además de una amplia zona de maniobra en el lugar de descarga de maquinaria y retirada de residuos.

El firme considerado está formado por sub-base de zahorra artificial compactada de 30 cm y hormigón en masa HM-20 de 25 cm.

El vial queda delimitado por un bordillo de hormigón prefabricado en zona de acera.

Bordeando el edificio y aparatos se ha dispuesto una acera de 1 m de ancho formado por baldosa hidráulica sobre base de hormigón en masa HM-15 de 10 cm.

El cerramiento de la Planta se prevé a base de malla de acero galvanizado, incluso postes metálicos de 1,80 m de altura sobre murete de bloques de hormigón de 0,60 m, apoyado sobre cimiento de hormigón en masa corrido de 0,40 x 0,40 m.

Para el acceso de vehículos se prevé una puerta de 4 m de ancho.

Como complemento a la urbanización y cerramiento se prevé la jardinería que servirá para resaltar las posibilidades estéticas de la solución proyectada.

4.2.4. Drenaje superficial

Para asegurar la perfecta evacuación de las aguas superficiales se ha previsto una red de pluviales a base de cuneta de tierra, tuberías y sumideros que permiten dirigir este agua hacia la obra de llegada o bien desviarla hacia el arroyo de Buenvecino.

Para ello se perfilarán los terrenos una vez finalizadas las obras de fábrica y antes de disponer la jardinería y urbanización, de forma que queden claramente definidas en el terreno las líneas de vaguada que desembocarán en las cunetas o sumideros.

Se conectarán las tuberías mediante sumidero con rejilla de fundición. La profundidad de las mismas alcanzará un nivel de 30 cm inferior a la solera del tubo, a fin de que actúen como areneros. Los tubos de drenaje se han previsto a base de tuberías de hormigón centrifugado de 200 mm.

4.2.5. Camino de acceso

Se prevé desde la carretera de Aldea del Rey a Granátula de Calatrava (CM-413), aprovechando el tramo de carretera antigua, mediante una sub-base compactada de zahorra artificial de 0,15 m y un doble tratamiento superficial, con una anchura de 5 m y una longitud de 400 m.

4.3. Obra de llegada, pozo de gruesos, desbaste y estación de bombeo

Desde el pozo de registro reunión de los dos colectores emisarios (Calzada+Aldea) ϕ 400 mm y ϕ 315 mm respectivamente, se dirige el agua residual conjunta a la obra de llegada mediante un colector de PEAD ϕ 400 mm,

Esta obra consiste en una arqueta receptora a la que van adosados, por un lado, el aliviadero de emergencia con compuerta y, por otro, el pozo de gruesos, también provisto de compuerta, de forma que nos permite aliviar cualquier exceso de caudal, alimentar o bien by-pasear la EDAR.

El caudal aliviado se recoge en una arqueta y se dirige al arroyo Buenvecino mediante tubería de PEAD ϕ 400 mm.

El agua a tratar se introduce en el pozo de gruesos, de dimensiones útiles 1,50 x 2,50 x 1,35 m y va provisto de cuchara bivalva de 200 l, que descarga en un contenedor.

Adosado al pozo de gruesos se dispone el desbaste de gruesos, formado por dos canales de 0,50 m de ancho, provistos de sus correspondientes compuertas de aislamiento.

En ellos se instalan dos rejillas automáticas, con luz de paso 20 mm (1 en reserva).

Los residuos se recogen a través de un tornillo transportador – compactador y se descargan en un contenedor.

Los canales de desbaste desembocan en el pozo de bombeo, de dimensiones útiles 4,50 x 2,50 x 1,80 m, donde se instalan tres (3) bombas sumergibles de caudal unitario 115 m³/h, una con variador de frecuencia, que bombean el agua residual hacia las instalaciones de desbaste de finos (tamizado).

Se prevé otra bomba de reserva en almacén.

Todas estas instalaciones van ubicadas en el interior del edificio de pretratamiento, con el fin de poder someterlas a un proceso de desodorización.

4.4. Desbaste de finos (tamizado)

El agua bruta bombeada accede directamente al desbaste de sólidos finos, formado por dos (2) tamices rotativos, con luz de paso 1,5 mm y capacidad unitaria 175 m³/h.

Su funcionamiento es sencillo, introduciéndose el influente por la parte inferior del cuerpo, distribuyéndose uniformemente mediante un aliviadero, quedando los sólidos retenidos en la superficie del cilindro mientras que el fluido pasa a través de las ranuras, efectuando una función de autolimpieza al volver a pasar por la parte inferior del tambor. Además del sistema de autolimpieza del propio tamiz se ha previsto una instalación de agua industrial, con electroválvula y rociadores, que mejorará sensiblemente dicha limpieza.

El tamiz rotativo está compuesto por un chasis que soporta el eje de la máquina, apoyado en cojinetes y que acciona el tambor filtrante, por medio de un grupo motorreductor.

Tanto las tuberías de alimentación como las de salida van provistas de la valvulería necesaria para poder efectuar un funcionamiento rotativo de los tamices, así como su by-pass, rebose y vaciado.

Los sólidos retenidos descargan a un tornillo transportador – compactador, y de aquí a un contenedor.

El efluente de los tamices se recoge en unas cámaras situadas debajo de los cilindros y se dirige mediante tuberías a la arqueta de entrada de desarenadores.

Al igual que la instalación anterior, va ubicada en el interior del edificio de pretratamiento.

4.5. Desarenado – desengrasado

Se proyectan dos (2) unidades de funcionamiento combinado, tipo “canal” por ser las que, ofrecen mayor garantía de funcionamiento actualmente.

Cada unidad está integrada por dos canales paralelos de 16,00 m de longitud. El canal central de 1,20 m de ancho actúa como desarenador y el lateral de 0,60 m, más reducido y separado por un tabique vertical que no llega al fondo, actúa de desengrasador.

Las grasas, acumuladas en la superficie del canal lateral, se arrastran hacia una caja de espumas fijas situada en el extremo opuesto de los desarenadores, por medio de un mecanismo barredor de superficie sustentado por el puente barredor y se introducen mediante tubería provista de válvula automática en una arqueta de bombeo, desde donde se envían al separador dinámico de grasas, conjuntamente con las procedentes de decantación.

Las grasas se bombean mediante dos (2) bombas sumergibles (1 en reserva) de caudal unitario 3 m³/h y se retiran del separador mediante rasquetas de superficie a contenedor.

La separación en superficie de las grasas emulsionadas del agua residual se consigue mediante la inyección de aire a baja presión en el fondo del canal central, por medio de un (1) colector dotado de difusores.

La cantidad de aire necesaria para conseguir la desemulsión de las grasas es una función dependiente, fundamentalmente, de la relación de superficies efectivas de agitación-tranquilización y de su dimensionamiento en función de los aireadores, de forma que se consiga la triple función de desengrasado, decantación de las arenas y resuspensión de los sólidos.

Con esta disposición, la cantidad de aire específica necesaria se cifra en $8,00 \text{ Nm}^3$ de aire/ m^2 y será suministrado por dos grupos motosoplantes (1 en reserva) de caudal unitario $310/108 \text{ Nm}^3/\text{h}$.

Estas soplantes van provistas de cabinas de insonorización y se ubican en una sala independiente del edificio insonorizada, conjuntamente con las de aireación.

De canal central en el que se sedimentan la arenas, aspiran dos (2) grupos motobombas, centrífugas verticales, con protección antiabrasiva, de caudal unitario $20 \text{ m}^3/\text{h}$ que van colgadas del puente barredor e impulsan la mezcla agua-arena a separar a un canal lateral paralelo al eje longitudinal del aparato y con una fuerte pendiente.

Se prevé otra bomba de reserva en almacén.

Desde el canal lateral la mezcla de agua y arena cae al clasificador de arenas, tipo tornillo sinfín de capacidad unitaria $40 \text{ m}^3/\text{h}$.

En la arqueta de entrada a desarenadores se ha previsto un juego de compuertas que permite derivar las aguas mediante tubería a la salida de desarenadores efectuando con ello el by-pass de dichos aparatos.

Los desarenadores van provistos de sus correspondientes vaciados.

El agua de los desarenadores se recoge por vertedero y cae a la arqueta de by-pass, regulación y medida de caudal biológico.

4.6. By-pass, regulación y medida de caudal biológico

Como ya se ha comentado, la elevación, pretratamiento se dimensionan para un caudal máximo de dilución equivalente a 5 Q medio o sea 331,25 m³/h y el resto de las instalaciones para un caudal punta equivalente a 1,5 Q medio sea 99,375 m³/h.

Una vez efectuada la elevación y pretratamiento y con el fin de poder realizar esta separación de caudales se ha previsto en la salida de los desarenadores una arqueta de recogida con vertedero y compuerta y dos tuberías de alimentación a los reactores biológicos (cámaras de mezcla) provistas de válvulas automáticas y medidores de caudal electromagnéticos ϕ 125 mm.

Este sistema permitirá:

- Realizar un by-pass completo del biológico, limitando a 0 m³/h la entrada a los biológicos, cerrándose totalmente las válvulas automáticas comandadas por los medidores.
- Realizar una regulación de entrada a los biológicos, limitando su caudal máximo a 1,5 Qmed, cerrándose parcialmente las válvulas y vertiendo por el aliviadero el exceso de caudal.
- Regular el caudal de entrada que se desee a cada biológico, pues las válvulas se posicionarán en función de los caudales adoptados en cada medidor.
- Conseguir las medidas de caudal de entrada a los biológicos.

- Funcionar con dos (2) líneas de biológico independientes

4.7. Cámaras de mezcla y reactores biológicos

Como introducción la depuración biológica tiene como objetivo principal la transformación de las materias orgánicas, disueltas o coloidales, presentes en las aguas residuales, en materias decantables separables del agua depurada. Esta transformación es posible por la utilización de micro-organismos aerobios, aglomerados en copos libres en el medio líquido (fangos activados).

Las reacciones de transformación de las materias orgánicas se hacen por óxido-reducción y es necesario procurar oxígeno a estas reacciones por un procedimiento apropiado. Por razón de economía, este oxígeno es tomado de la atmósfera, por un dispositivo de transferencia. Un dispositivo de regulación puede variar la cantidad de oxígeno distribuida, en función de las necesidades.

Estas reacciones de oxidación tienen lugar en una cuba llamada reactor, en la cual las aguas se estacionan algunas horas. Las aguas que salen del reactor se llevan después a un decantador, donde el agua depurada se separa de los fangos activados.

Para una depuración conveniente, importa que la población bacteriana sea lo suficientemente numerosa para transformar todos los elementos de polución contenidos en la aportación de las aguas residuales. Así, para mantener una colonia importante de fangos activados, los que han sido recogidos por la decantación son devueltos al depósito, hecho que constituye la Recirculación. De todos modos, como por efecto de la aportación de la polución la colonia tiende a crecer, interesa eliminar una parte de estos fangos que entonces se llaman fangos en Exceso.

Por otro lado, cuando se requieren tratamientos específicos como nitrificación y desfosforación, es necesario disponer de instalaciones auxiliares tales como cámara de mezcla, reactivos, zonas anóxicas, recirculaciones internas, etc.

En este apartado describimos la cámara de mezcla y el reactor biológico, habiéndose previsto dos líneas independientes.

Al no requerirse eliminación de fósforo la cámara de mezcla se prevé más bien como previsión de futuro.

Siguiendo la línea piezométrica el agua pretratada, una vez regulada y medida, se dirige a cada línea de biológico, introduciéndose en su cámara de mezcla correspondiente.

Las cámaras de mezcla previstas, tiene unas dimensiones de 3,50 x 3,50 x 4,00 m, lo que supone un volumen unitario de 45 m³ y un tiempo de permanencia de 1,5 h a caudal medio. Van provistas de agitadores lentos.

Estas cámaras funcionarán en la actualidad como zona anóxica y en el futuro, si es necesario, como cámara de mezcla y en la que se añadiría Cl₂ Fe para la eliminación del fósforo, haciéndose dejado espacio en el edificio para la ubicación de las instalaciones asociadas al citado reactivo, un depósito de almacenamiento de 3.000 l y tres (3) bombas dosificadoras de 6 l/h.

En estas cámaras se introducen los fangos en recirculación, que mezclados con el agua residual pasan a los reactores biológicos a través de orificios superiores provistos de compuertas.

También se prevén conexiones inferiores, provistas de compuertas, de estas cámaras con los reactores, con el fin de realizar su vaciado conjuntamente con ellos.

Los reactores biológicos tienen forma de corona circular de diámetro exterior 23,60 m, diámetro interior 12,10 m y una altura útil de agua 4,00 m que da un volumen unitario de 1.290 m³ y con ello un tiempo de retención de 40 h a Q medio.

El decantador es concéntrico al reactor y forma conjunto con el.

Los reactores van provistos de sus correspondientes vaciados, pues mediante tubería y válvulas de aislamiento los envían a las arquetas de fangos en recirculación.

Tras su tratamiento, el agua sale por vertederos a unas arquetas que sirven de entronque de las tuberías de alimentación a los decantadores.

Mediante tubería, con válvula, las cámaras de mezcla se comunican con estas arquetas de salida de forma que pueden realizarse el by-pass de los reactores únicamente.

Aunque actualmente no se requiere nitrificación-desnitrificación, el propio proceso aconseja llevarlo a cabo parcial o totalmente con el fin de evitar incidencias en la decantación secundaria. Por ello se dispone en el reactor una zona anóxica en cabeza del 25%, distribuyéndose en las parrillas en el restante 75% del fondo, así como un agitador acelerador de la corriente en la entrada para recirculación interior.

Se prevén tres (3) parrillas, formadas por 5 filas de 36, 33, 30, 27 y 24 difusores, tipo “membrana” respectivamente, lo que supone un total de 150 difusores por parrilla, 450 difusores por reactor y 900 difusores totales.

Las parrillas se podrán disponer ocupando diferentes superficies de reactor a la hora de su colocación.

Las parrillas de cada reactor son alimentadas por una acometida general y 4 bajantes.

En el lado opuesto a la entrada de aire de cada parrilla se dispone una purga de evacuación del agua en los casos de corte de energía, rematadas con las correspondientes válvulas.

La aportación de aire se realizará mediante tres (3) soplantes (1 de reserva) de caudal unitario $1.397 \text{ Nm}^3/\text{h}$, provistas de cabinas de insonorización y una (1) con variador de frecuencia.

El aire de las soplantes se impulsa mediante un colector general, que se bifurca en dos que son los que alimentan a cada reactor.

La regulación se efectuará mediante válvulas automáticas comandadas por los medidores de oxígeno disuelto con modificación del aire aportado por la soplante con variador de frecuencia por diferencia de presión en el colector general de alimentación.

Se dispone 1 medidor de O_2 por balsa (total 2 ud).

4.8. Decantación

Su principal objeto es la separación de las materias decantables del agua con anterioridad a su vertido.

Se proyectan dos (2) decantadores circulares concéntricos con los reactores biológicos y formando conjunto con ellos, de diámetro 11,50 m y calado útil 3,50 m, que proporcionan una carga superficial 0,32 m/h y un tiempo de retención de 11,5 h a Q medio.

Para lograr la decantación por gravedad de las partículas en suspensión el agua se introduce por la parte inferior del decantador, saliendo por unas aberturas practicadas en la columna central, diseñadas de forma tal que su baja velocidad de salida no produzca alteraciones notables de la superficie de la lámina líquida. Para obligar al agua a seguir un movimiento descendente, que facilite la decantación a esta columna central, se la rodea de un cilindro metálico.

Una vez introducida el agua en el decantador se deben de cumplir dos (2) condicionantes básicos para su correcto funcionamiento: tiempo de retención o permanencia suficiente y carga superficial inferior a la velocidad de caída de la partículas.

Al atravesar el agua el decantador las partículas sólidas sedimentables se separan del líquido, depositándose en el fondo del tanque.

El agua decantada se recoge en un canal perimetral de 0,30 m x 0,30 m con pendiente hacia un punto, desde donde pasa a la arqueta de reunión de agua tratada.

Por otra parte, las partículas sedimentadas (los fangos) depositados en el fondo del tanque son barridos continuamente por unas arquetas solidarias a un puente giratorio, que hacen que el fango vaya hacia un pozo o foso de concentración del que se extraen por una tubería que desemboca en una arqueta de donde aspiran las bombas que los enviarán a los reactores biológicos (fangos en recirculación) o al espesador (fangos en exceso).

Los decantadores disponen de extracción de grasas y flotantes a base de una rasqueta que barre la superficie del decantador y una caja sumergida, provista de tubería y válvula automática, de forma que al coincidir el puente con la citada caja, se abre la válvula y los flotantes por gravedad se dirigen a la arqueta de bombeo prevista en el pretratamiento, para posteriormente ser bombeados conjuntamente al separador dinámico de grasas.

4.9. Recirculación y fangos en exceso

Los fangos acumulados en las pocetas centrales de los decantadores se extraen mediante tuberías hasta unas arquetas de bombeo exteriores a los reactores biológicos, que forman conjunto con ellos.

También se ha previsto la posibilidad de retirar fango directamente de los reactores biológicos comunicándolos mediante tubería con dichas arquetas.

En ambos casos, estas tuberías se aprovechan para efectuar el vaciado de los reactores y decantadores respectivamente y van provistas de sus correspondientes válvulas.

Se ha previsto una arqueta de bombeo, con tres compartimentos líquidos independientes, dos exteriores, donde se ubican las bombas de recirculación y exceso en servicio de cada línea y una central comunicada por compuertas con las anteriores, donde se ubican las bombas de reserva. De esta forma se puede funcionar conjuntamente o con líneas totalmente independientes.

Para el bombeo de recirculación se prevén tres (3) bombas sumergibles (1 en reserva) de $60 \text{ m}^3/\text{h}$ y dos de ellas con variador de frecuencia, permitiendo una recirculación superior al 150 % del Q medio. Los fangos en recirculación se bombean mediante dos líneas, a sus correspondientes cámaras de mezcla, previas a los reactores biológicos y en sus tuberías de impulsión se instalan dos medidores de caudal electromagnéticos.

Para los fangos en exceso se prevén dos (2) bombas sumergibles de $12,5 \text{ m}^3/\text{h}$, pudiendo utilizarse como reserva la prevista en recirculación de $60 \text{ m}^3/\text{h}$, aunque también se prevé una de reserva en almacén de $12,5 \text{ m}^3/\text{h}$. Los fangos en exceso, que en este caso, debido a su larga estancia en los reactores se encuentran estabilizados, se bombean directamente al espesamiento, previo a su deshidratación y en su tubería de impulsión se instala un medidor de caudal electromagnético.

Las bombas de fangos exceso funcionarán temporizadamente a través del PLC.

Como ya se ha comentado a través de las bombas en recirculación y exceso se puede efectuar el vaciado de los reactores y decantadores, habiéndose previsto las tuberías y valvulería necesarias para:

- Funcionar según el propio proceso, fangos en recirculación a cámaras de mezcla y fangos en exceso a espesador.
- Funcionar con una línea o las dos, by-paseando uno o los dos reactores. En este caso, se realizaría sólo decantación (emergencia) y los fangos no estarían estabilizados.

- Vaciar una línea de biológico (reactor o decantador) hacia la otra línea.
- Vaciar una línea o las dos (reactor o decantador) a cabecera de Planta.
- Vaciar una línea o las dos (reactor o decantador) al arroyo de Buenvecino (emergencia)

4.10. Medida de caudal y arqueta salida agua tratada

El agua de los decantadores se recoge en sus canales perimetrales y sale mediante tuberías hacia la arqueta de reunión exterior, de donde se dirige mediante una tubería única a la arqueta de salida de agua tratada.

En esta tubería se ubica el medidor de caudal de agua tratada, electromagnético en tubería ϕ 200 mm.

La arqueta de salida se proyecta, como fuente de presentación, a base canal exterior de llegada y vertedero de salida alicatados en gres.

La arqueta dispone de compuerta de by-pass y el agua se recoge en su centro, mediante una tubería que la dirige hacia su vertido el arroyo del Buenvecino.

De esta arqueta se tomará el agua para la toma de muestras y para alimentar al grupo de presión de agua industrial, situado en el interior del edificio.

4.11. Caseta toma de muestras

Esta caseta prefabricada se sitúa próxima a la arqueta de salida de agua tratada y en ella se ubicará la instalación de toma de muestras prevista.

4.12. Tratamiento de fangos

Al proceder los fangos de un proceso de aireación prolongada, éstos se encuentran estabilizados y por tanto se someterán sólo a un proceso de espesamiento seguido de una posterior deshidratación mecánica mediante centrifugas.

4.13. Espesamiento de fangos

Los fangos en exceso se bombean a un (1) espesador de gravedad metálico de 6,00 m de diámetro y 3,00 de calado útil, lo que supone una carga superficial de $23 \text{ Kg/m}^3/\text{d}$ y un tiempo de retención de fangos espesados superior a 2,5 d.

Su finalidad es reducir el volumen de fangos a deshidratar de forma que entran a 7 Kg/m^3 y salen a 30 Kg/m^3 .

La cometida de los fangos al espesador, se realiza en la parte central siendo equirrepartido y dirigido por un cilindro metálico central.

El barrido de los fangos se realiza mediante brazos radiales con concentrador de fondo.

El sistema barredor es accionado por una cabeza de mando central con motorreductor soportado sobre una pasarela metálica.

Los fangos espesados se extraen desde el fondo del aparato y se dirigen a la deshidratación, mientras que el caudal sobrante es recogido en su parte superior para su reincorporación a cabecera de planta.

El espesador va cubierto para someterlo a un proceso de desodorización.

4.14. Deshidratación de fangos (centrífugas)

Los fangos procedentes del espesador son retirados de éste por medio de bombas de tornillo helicoidal con caudal variable, que los envían hacia las instalaciones de deshidratación donde se acondicionan con polielectrolito.

En la tubería de aspiración de las bombas se instalará un medidor de caudal electromagnetico.

Se prevén tres (3) bombas (1 en reserva) de caudal unitario $4 \text{ m}^3 / \text{h}$ y la regulación de caudal se realiza con un variador manual.

Para la deshidratación se prevén dos (2) centrifugas de caudal unitario $4 \text{ m}^3 / \text{h}$, que funcionan durante 5 días/semana y 4 horas diarias. En caso de avería de una de ellas, se funcionará con la otra 8 h/día.

El fango acondicionado se introduce en cada centrífuga, comenzando la sedimentación en el punto de alimentación.

La separación tiene lugar dentro de un rotor cilindrocónico que incorpora un sin fin girando en la misma dirección del rotor pero a una velocidad ligeramente diferente.

Para favorecer el proceso se proyecta una instalación de dilución, preparación y dosificación de polielectrolito.

El almacenamiento del reactivo se realiza en forma de sacos, previéndose en el edificio suficiente espacio para su almacenamiento.

El reactivo se descarga en una tolva que alimenta a un dosificador volumétrico.

La preparación del reactivo se realiza a una concentración del 0,5 % en un depósito de tres compartimentos (preparación, maduración y trasiego) de capacidad total 700 l.

Estos compartimentos están interconectados por unas salidas que imponen un circuito preferencial al polielectrolito, con el fin de evitar el paso directo del depósito de preparación al de trasiego. El grupo está equipado con los agitadores, rotámetro, regulador de nivel y cuadro eléctrico.

Para impulsión de esta solución hasta las instalaciones de secado se instalan tres (3) bombas dosificadoras (1 en reserva) de caudal unitario 75-250 l/h, inyectándose en la conducción de impulsión agua para conseguir una dilución en línea al 0,2 %. Cada bomba en servicio impulsa el reactivo a su instalación de deshidratación correspondiente funcionando como líneas independientes.

4.15. Almacenamiento fangos deshidratados

El fango deshidratado con una sequedad superior a 200 Kg/m³ (20 %) se recogerá mediante un tornillo transportador y se descargará en tres (3) contenedores de 4,00 m³, proporcionando un tiempo de retención superior a 2,5 días.

4.16. Edificios

Se proyecta un único edificio de explotación y pretratamiento con una superficie total de 525 m² repartidos en las siguientes zonas:

- Control:	35 m ²
- Laboratorio:	15 m ²
- Pasillo:	7 m ²
- Aseos:	13 m ²
- Almacen y taller:	35 m ²
- Soplates y ventiladores:	70 m ²
- Deshidratación y reactivos:	70 m ²
- Pretratamiento:	280 m ²

La cubierta está formada por tabiques palomeros, doble tablero de rasilla, capa de mortero y teja árabe, apoyada sobre forjado unidireccional de viguetas prefabricadas, bovedillas cerámicas y capa de compresión, sustentado sobre una estructura de vigas, pilares y zapatas de hormigón armado.

El cerramiento exterior del edificio se efectúa, en la zona de control, laboratorio y aseos, a base de fábrica de ladrillo de ½ pie, cámara con aislamiento y tabique, y el resto con fábrica de ladrillo de 1 pie.

El cerramiento interior, separación entre zonas, se realiza a base de fábrica de ladrillo de 1 pie y la zona de soplantes va además totalmente insonorizada a base de fibra de vidrio y ladrillo perforado.

Exteriormente la fachada va enfoscada y pintada de plástico, excepto su parte inferior en la que se prevé un zócalo de piedra natural.

Interiormente tanto paredes como techos van acabados con pintura plástica aplicada sobre enfoscado, a excepción del techo de control, laboratorio y aseos que van con escayola y las paredes de laboratorio y aseos alicatadas en toda su altura, así como la zona de pretratamiento y deshidratación que llevan una franja de 2,35 m de alicatado para facilitar su limpieza.

El pavimento será de terrazo, pero adecuando su calidad al uso de cada zona y va apoyado sobre una capa de hormigón de 15 cm, sustentada por una sub-base de zahorra compactada de 15 cm.

La zona del pretratamiento donde entran los camiones tanto para descargar maquinaria, como para recoger los contenedores que almacenan los residuos y fangos en ellos depositados se pavimentará como la calzada exterior o sea una sub-base de zahorra artificial de 30 cm, apoyada en una capa de hormigón en masa de 25 cm.

La carpintería exterior será de aluminio lacado y la interior de madera para barnizar. La puerta de entrada a la zona de pretratamiento y deshidratación será basculante y la de soplantes insonorizada. El vidrio será de doble acristalamiento.

Las zonas de pretratamiento y soplantes van provistos de sus correspondientes polipastos para la manutención de sus equipos correspondientes.

Por ultimo, para albergar el centro de transformación y sus instalaciones asociadas se prevé un edificio a base de módulos prefabricados de hormigón.

4.17. Equipos y tuberías

En general los equipos instalados se proyectan a base de acero galvanizado y algunos en acero inoxidable. Ver características de los materiales en las especificaciones técnicas del Proyecto.

Las redes de tuberías, (colectores) en PVC y (línea de agua, fangos, vaciados, reboses, flotantes, aire, reactivos, etc.) en polietileno de alta densidad, si van enterradas y de acero galvanizado, si se ubican exteriormente.

4.18. Instalaciones auxiliares

4.18.1. Agua potable

Se ha previsto una conducción de agua potable para abastecimiento del edificio de explotación.

El punto de enganche está situado en la EDAR existente y se realiza a base de tubería de PEAD ϕ 50 mm, en una longitud de 2.150 m.

4.18.2. Agua industrial, riego, limpieza y servicios

Para cubrir las necesidades de agua de limpieza, reactivos y riego se prevé esta instalación que toma agua tratada de la arqueta de salida.

La instalación queda compuesta por los siguientes elementos:

- 1 depósito de almacenamiento galvanizado de 700 litros.
- 1 filtro automizable de 130 micras y 10 m³/h.
- 2 grupos motobombas centrífugas multicelulares de 10 m³/h de caudal unitario.
- Conexiones, válvulas manuales, elementos de control y cuadro de maniobra.

El agua filtrada es distribuida por la red general de agua industrial, a los distintos puntos de consumo, anteriormente indicados.

La distribución de agua se realizará con tubería de polietileno de alta densidad en las zonas enterradas y con acero galvanizado en las zonas aéreas.

Para el riego se han previsto aspersores emergentes y bocas de riego con manguera. Las instalaciones se ubican en el edificio de explotación y pretratamiento.

4.18.3. Desodorización

Se prevé una instalación de desodorización a base de carbón activo, para las zonas de pretratamiento, deshidratación y espesador.

El volumen a desodorizar se sitúa en 2.000 m³ que para 10 renovaciones por hora supone un caudal a tratar de 20.000 m³/h.

Se instalan para este cometido:

- 1 ventilador de 20.000 m³/h
- 1 torre de contacto de ϕ 3,50 m y h = 2,40 m.

4.18.4. Toma de muestras

Se prevé un equipo automático de toma de muestras.

4.18.5. Equipo de laboratorio

Se ha previsto un equipo de laboratorio, para realizar los análisis y ensayos en la EDAR, cuyo contenido figura en el presupuesto.

4.18.6. Mobiliario

Se ha previsto una Partida Alzada a justificar en el Presupuesto para adquisición del mobiliario y climatización del edificio.

4.18.7. Taller

Se ha previsto una Partida Alzada a justificar en el Presupuesto para dotar a la EDAR de los equipos y herramientas necesarios.

4.18.8. Repuestos

Se ha previsto una Partida Alzada a justificar en el Presupuesto para dotar a la EDAR de los repuestos necesarios, incluyendo 1 bomba de agua bruta, 1 bomba de fangos en exceso y 1 bomba de extracción de arenas.

4.18.9. Equipos de seguridad

Se ha previsto una Partida Alzada a justificar en el Presupuesto para dotar a la EDAR de los equipos contraincendios y elementos de seguridad necesarios.

4.18.10. Portero automático

Se ha previsto una Partida Alzada en el presupuesto para dotar a la E.D.A.R. de portero automático.

4.18.11. Telefonía

Se ha previsto una Partida Alzada a justificar en el Presupuesto para dotar a la E.D.A.R. de una línea de telefonía exterior.

4.19. Instalación eléctrica, instrumentación y control.

4.19.1. Acometida eléctrica en M.T.

La energía eléctrica empleada será corriente alterna trifásica a 15/20 kV de tensión entre fase, 50 Hz de frecuencia y se tomará desde la línea existente en la depuradora actual que dista del nuevo centro de transformación unos 2.150 m y su recorrido será aéreo, pasando el último tramo en subterráneo.

Desde esta línea subterránea alimentamos al Centro de Transformación CT constituido por una transformadores de 250 kVA con salida del secundario a 400 V.

4.19.2. Centro de transformación

El centro de transformación consta de:

- Celda de entrada de línea con interruptor - seccionador de 24 kV a 400 A en SF6.
- Celda de medida llevando tres transformadores de intensidad y tres de tensión.

Celda de protección transformadores lleva un interruptor seccionador autoneumático, con tres fusibles y seccionador de puesta a tierra.

Contadores de medida

Un armario para el equipo de medida, según normas de la compañía formada por:

Un contador de energía activa trifásico de simple tarifa con emisor de impulsos, un contador reactiva y módulo electrónico de tarificación con triple tarifa con elemento maxímetro y reloj. Los contadores llevarán chapa de características y regleta de comprobación.

Puesta a tierra

Se ha previsto una red equipotencial para puertas, herrajes A.T. y transformadores de medida, otra red equipotencial para neutro del transformador, de esta forma establecemos dos sistemas independientes de tierra. La resistencia de estos circuitos será inferior a 10 ohmios.

Grupo de emergencia

Se prevé un grupo electrógeno de emergencia de 50 KVA para esta E.D.A.R. Éste será portátil para poder utilizarlo en las otras E.D.A.R.'s si fuera necesario.

4.19.3. Fuerza en Baja Tensión

Armarios

El cuadro de distribución general, se encuentra situado en el Edificio de Transformación origen de la instalación y en lugar adecuado, no accesible al público.

Está formado por panel de poliéster, debidamente pintados, accesibles por su parte anterior en donde se encuentra la salida con su correspondiente interruptor automático.

A él se acomete directamente desde el transformador a través de un interruptor automático de corte omnipolar con poder de corte adecuado según la potencia del transformador.

Desde este cuadro de distribución alimentamos al armario general de fuerza y mando situado en el edificio de explotación y de este armario, se alimenta a:

- Cuadro mejor factor de potencia.
- Cuadro de alumbrado interior.

El armario va puesto a tierra desde el circuito principal por medio de conductores de cobre desnudo de 50 mm².

Sus características principales son: Tensión nominal de aislamiento en el circuito principal 1.000 V en el circuito auxiliar 380 V alterna, intensidad de cortocircuito en construcción standard hasta 20 kA eficaces.

Está formado por una serie de paneles con puerta contruídos en chapa de 2 mm de espesor, pintados en gris claro para cubierta y puertas; su grado de protección IP-40.

La fijación de los embarrados horizontales, está prevista en ejecución normal para una intensidad de cortacircuito hasta 20 KA, (según necesidades).

Se preverá un acondicionamiento térmico interno formado por radiadores eléctrico de caldeo, alimentados a 400 V, 50 Hz monofásicos, para evitar condensaciones, la temperatura interior será controlada mediante termostato regulable.

La entrada al cuadro está formada, en su panel correspondiente, de un interruptor tetrapolar automático magnetotérmico con relé diferencial con su transformador toroidal de 500 mA según BT-021-2.8.; y uno por cada motor de 300 mA.

A continuación del interruptor general se han colocado tres amperímetros y un voltímetro con conmutador, con objeto de vigilar el consumo, así como la tensión en cada instante. A partir del embarrado general se acomete a los distintos motores a través del aparellaje de mando y protección de cada motor consistente en:

- Interruptor magnético y protección diferencial 300 mA
- Contactor tripolar
- Relé térmico diferencial

Todos los motores arrancan en directo y aquéllos cuya potencia sea superior a 12,5 kW el sistema de arranque será progresivo.

4.19.4. Líneas de alimentación

Cableado de Fuerza

A partir del automático alojado en el armario de distribución sale la línea de alimentación al cuadro de la planta. Esta alimentación se realizará con cables de aislamiento RV 0,6/1 kV. Las secciones de los cables, se han calculado, de acuerdo con las intensidades admisibles en el reglamento BT-04 y 07, tablas I y II. Una vez dimensionados, teniendo en cuenta los factores de corrección de las intensidades máxima admisible por agrupación de cables aislados en bandeja perforada, o en zanjas para que la caída de tensión al final de la línea del cuadro no sobrepase el 3% admisible.

La sección mínima empleada para fuerza en los receptores ha sido 2,5 mm² y para los elementos auxiliares tales como pulsadores in situ, finales de carrera, electroválvulas ha sido 1,5 mm².

Desde el armario hasta los elementos receptores los cables discurrirán por bandeja, bajo tubo o enterrado, en todos ellos se ha tenido en cuenta que la caída de tensión sea inferior al 5% desde el origen de la instalación. En los edificios los tubos serán de acero galvanizado con rosca Pg.

4.19.5. Alumbrado general

Cableado de alumbrado

En el armario de fuerza y mando, se alojará un interruptor tetrapolar automático magnetotérmico, así como los interruptores automáticos magnetotérmicos que alimentarán a los distintos circuitos que van al cuadro de alumbrado interior, y a los distintos circuitos de alumbrado exterior. Estos van equipados con automáticos diferenciales de In adecuada y 30 mA de sensibilidad según BT-012-2.8.

La iluminación del edificio de explotación se hará a base de equipo fluorescentes con reactancia, cebador y condensador de 2 x 36 W y 1 x 250 W en VMCC.

La iluminación exterior de viales se hará con columna de 4 metros de altura y luminarias con lámparas de vapor de sodio, alta presión de 1 x 150 W tipo esférica.

También irán luminarias murales al rededor del edificio de 1 x 70 W en VSAP.

La instalación de alumbrado exterior se hará con cable de aislamiento 0,6/1 kV de 6 mm² de sección mínima. Estos cables discurrirán bajo tubería de plástico enterrado a 0,50 m de profundidad, la instalación de alumbrado interior de las distintas dependencias del edificio se realizará bajo tubo en superficie de PVC rígido y las zonas nobles se realizará bajo tubo empotrado tipo corrugado, se utilizará cable unipolar con doble capa de aislamiento.

Alumbrado de emergencia

Se ha previsto alumbrado de emergencia, dicha iluminación se concentrará exclusivamente en puertas, escaleras, pasillos. El sistema de alumbrado de emergencia es autónomo.

4.19.6. Instalación general de tierras

Red de tierra

Además de las tierras propias del Centro de Transformación, que estará constituida por red de malla independiente, se ha previsto una red general de tierra en la planta.

Estará formada por pozos equipados de una pica de acero-cobre de 2 m de longitud, y 16 mm de diámetro colocándose en el perímetro de la Depuradora. Las tomas de tierra estarán formadas a base de picas con cable en cobre desnudo de 50 mm² para la red de tierra general y desde esta red se deriva con cable de 35 mm² para las masas metálicas. Las columnas llevarán su propia toma de tierra formada por pica independiente.

Se instalará un equipo de pararrayos iónico para protección de los equipos de la E.D.A.R.

4.19.7. Instrumentación

A continuación se describe la instrumentación de campo a instalar en la estación depuradora.

a) Medida de caudal

En conducciones cerradas (Electromagnético). En tubería reactor biológico, salida agua tratada, fangos recirculados, exceso y espesados

Se ha previsto la instalación de medidores del tipo electromagnético. Este equipo irá montado en las tuberías correspondientes. El principio de funcionamiento se basa en la Ley de Faraday.

b) Medida de oxígeno disuelto

Con el fin de controlar el buen funcionamiento del tratamiento biológico se realiza esta medida en las balsas de aireación.

Como se sabe el oxígeno disuelto es la cantidad de oxígeno libre en el agua, no se encuentra combinado ni con el hidrógeno ni con los sólidos existentes en el agua.

El sensor de oxígeno disuelto es una célula polarográfica consistente en un cátodo de aleación y ánodo de plata-cloruro sumergidos en un electrolito de solución de potasa y cloruro potásico en agua. Una fina membrana de tefón permeable a los gases permite la difusión del oxígeno procedente de la muestra de agua.

c) Medida pH y temperatura en cámara mezcla

El sistema utilizado es el de electrodo de vidrio que consiste en un tubo de vidrio cerrado en su parte inferior con una membrana de vidrio especialmente sensible a los iones hidrógeno del pH.

El la parte interna de esta membrana se encuentra una solución de cloruro tampón de pH constante dentro de la cual está inmerso un hilo de plata recubierto de cloruro de plata.

El electrodo de referencia contiene una célula interna formada por un hilo de plata recubierto con cloruro de plata en contacto con un electrolito de cloruro potasio. Este electrolito pasa a la solución muestra a través de una unión líquida. De este modo, la célula interna del electrodo permanece en contacto con una solución que no varía de concentración que por lo tanto proporciona una referencia estable del potencial. La señal 4-20 mA será tramitada al PLC. Juntos a estos electrodos, se coloca otro de temperatura tipo PT-100 para saber la temperatura del agua.

d) Medida de turbiedad

Con el fin de controlar la turbidez en el agua de salida de la EDAR, se realiza esta medida en la arqueta de salida.

La turbidez es una medida de la falta de transparencia de una muestra de agua debida a la presencia de partículas extrañas. Estas partículas pueden ser plancton, microorganismos, barro, etc.

La medida de turbidez se efectúa para determinar el grado de penetración de la luz en el agua o a su través y permite interpretar conjuntamente con la luz solar recibida y la cantidad de oxígeno disuelto el aumento o disminución del material suspendido en el agua.

La unidad de control incorpora un microprocesador con pantalla LED de 4 dígitos y posicionamiento automático de la caña, enviando señal de $4 \div 20$ mA al PLC de la planta.

e) Medida conductividad

Con el fin de controlar la conductividad del agua de salida de la EDAR, se realiza esta medida en la arqueta de salida.

El equipo medido de conductividad mide la capacidad de la solución acuosa para conducir la electricidad.

El fundamento de esta medida es la propiedad que tiene el agua al llevar disueltos sólidos minerales aumentando por ello su capacidad de conducción. Estos sólidos al disolverse se separan en iones positivos y negativos en equilibrio con el cuerpo.

Los iones son susceptibles de desplazarse bajo la acción de un campo eléctrico y también de combinarse con otros iones para formar iones nuevos o cuerpos distintos que ya no se ionizarán. Se enviará una señal de $4 \div 20$ mA al PLC de la planta.

2.3.19.8. Control de proceso y nivel de automatismo

El seguimiento de control y proceso de la EDAR estará centralizado y gobernado por un PLC que recogerá el estado de las señales digitales y analógicas procedente de los equipos e instrumentación de la planta; procesarán las instrucciones de acuerdo con el programa establecido y generarán las salidas del proceso, señalización, alarmas, control de maniobras y automatización de la toma de datos.

Deberán existir al menos los siguientes automatismos:

- Tamices, arranque y parada en función de la altura de agua en el canal y por temporización programable.
- Tornillo, arranque y parada de los transportadores de residuos gruesos y finos sincronizado con el equipo que los alimenta, y temporizada a la desconexión.
- Mecanismo puente desarenador, movimiento de traslación a izquierda y derecha a través de finales de carrera en los extremos del carril, este equipo llevará la bomba de arena y Cuadro propio para todo el equipo del desarenador.
- Arranque y parada del clasificador de arenero, concentrador de grasas y transportador de ditritos, por temporización sincronizada con el elemento que la alimenta.
- Mecanismo puente decantación arranque y parada.
- Arranque y parada de las bombas de espumas mediante boyas de nivel o temporización, en función del sistema de bombeo.
- Regulación automática de las soplantes (una con variador de frecuencia) por medio de la aportación de aire del reactor biológico en función del oxígeno disuelto en el reactor.

- Regulación del caudal a bombear de agua bruta (una con variador de frecuencia) en función del nivel ultrasónico en el pozo de bombeo.
- Regulación de caudal de fangos recirculados, según funcionamiento de la planta, por medio de variador frecuencia de la bomba.
- Arranque y parada de las bombas de fangos en exceso, mediante temporización o pulsadores marcha-paro, en función del sistema de bombeo.
- Arranque y parada de los mecanismos del espesador.
- Arranque y parada de las bombas de fango a filtrar mediante señal de las centrifugas.
- Regulación automática por medio del control de los instrumentos de las centrifugas.
- Regulación automático de la dosificación del polielectrolito al secado mecánico de los fangos.

4.19.9. Ordenador

Se instalará un ordenador compatible con el PLC y periféricos. Sus características principales son:

- Procesador Pentium 300.
- Memoria RAM 32 Mb
- Unidad de disco duro de 3 Gb
- Unidad de disquetes de 1,44 Mb 3,5"
- Interfase para salida impresora
- Teclado y ratón
- Software SCADA

- Pantalla gráfica de 17" color
- Impresora de chorro de tinta

Junto al ordenador se colocará un sinóptico mural representativo de la E.D.A.R. con pilotos de señalización que recibirán la señal a través del PLC.

5. DOCUMENTOS DE QUE CONSTA ESTE PROYECTO

DOCUMENTO N° 1- MEMORIA Y ANEJOS

1.1. MEMORIA

1. Introducción
2. Datos de Partida
3. Justificación de la Solución Adoptada
4. Descripción de las Obras e Instalaciones
5. Documentos de que consta este proyecto
6. Clasificación del contratista
7. Declaración de obra completa
8. Revisión de precios
9. Presupuestos
10. Plazo de ejecución y garantía
11. Conclusión

1.2. ANEJOS

- | | |
|---------------|---|
| Anejo nº 1.- | Características generales del Proyecto. Datos básicos y resumen de las variables del Proyecto |
| Anejo nº 2.- | Analítica. Establecimiento de bases de partida para dimensionamiento de la EDAR |
| Anejo nº 3.- | Cálculos justificativos funcionales |
| Anejo nº 4.- | Cálculos hidráulicos |
| Anejo nº 5.- | Topografía |
| Anejo nº 6.- | Estudio geotécnico |
| Anejo nº 7.- | Cálculos eléctricos |
| Anejo nº 8.- | Estudio de explotación, conservación y mantenimiento |
| Anejo nº 9.- | Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Gestión Medio ambiental |
| Anejo nº 10 | Estudio de Seguridad y Salud |
| Anejo nº 11.- | Expropiaciones, propietarios y servicios afectados |

- Anejo nº 12.- Plan de garantía de calidad
- Anejo nº 13.- Plan de obra y programa de los trabajos
- Anejo nº 14.- Justificación de precios
- Anejo nº 15.- Presupuesto para conocimiento de la Administración
- Anejo nº 16.- Cálculos estructurales y resistentes

DOCUMENTO Nº 2. PLANOS

DOCUMENTO Nº 3. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TECNICAS

- 3.1. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS
- 3.2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE EQUIPOS

DOCUMENTO Nº 4. PRESUPUESTO

- 4.1. MEDICIONES OBRA CIVIL
- 4.2. CUADROS DE PRECIOS
- 4.3. PRESUPUESTOS PARCIALES
- 4.4. PRESUPUESTOS GENERALES

6. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

Para la ejecución de las obras e instalaciones incluidas en el presente proyecto se requiere la siguiente clasificación:

- Grupo K, Subgrupo 8, Categoría e.

7. DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA

De acuerdo con lo establecido en el párrafo primero del artículo 58 del “Reglamento de Contratación del Estado”, aplicable en virtud de lo dispuesto en el apartado 1.b. de la disposición de derogatoria única de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, se manifiesta que el presente Proyecto se refiere a una Obra Completa, entendiéndose por tal aquella que, una vez terminada, puede ser entregada al uso general del Servicio correspondiente.

8. REVISIÓN DE PRECIOS

De conformidad con lo dispuesto en el Decreto 3650/1970 de 19 de diciembre, los precios de las Obras a que se refiere el presente Pliego serán revisables a cuyos efectos se utilizará la fórmula Tipo nº 9 que a continuación se indica:

$$K_t = 0,33 \frac{S_t}{H_o} + 0,16 \frac{E_t}{E_o} + 0,20 \frac{C_t}{C_o} + 0,16 \frac{S_t}{S_o} + 0,15$$

siendo:

K_t = coeficiente teórico de revisión para el momento de la ejecución t.

H_o = índice de coste de la mano de obra en la fecha de la licitación.

H_t = índice de coste de la mano de obra en el momento de la ejecución t.

E_o = índice de coste de la energía en la fecha de la licitación

E_t = índice de coste de la energía en el momento de la ejecución t.

C_o = índice de coste del cemento en la fecha de la licitación.

C_t = índice de coste del cemento en el momento de la ejecución t.

S_o = índice de coste de materiales siderúrgicos en la fecha de la licitación.

S_t = índice de coste de materiales siderúrgicos en el momento de la ejecución t.

9. PRESUPUESTOS

Aplicando a las mediciones realizadas los precios reflejados en el Cuadro de Precios nº 1, se obtienen los diferentes Presupuestos de ejecución Material que, afectados del coeficiente de contrata, arrojan los Presupuestos de Ejecución por Contrata y para Conocimiento de la Administración que a continuación se expresan:

PRESUPUESTOS GENERALES

Presupuesto de Ejecución Material Obra Civil	1.152.112,67 €
Presupuesto de Ejecución Material Equipos Mecánicos.....	864.194,55 €
Presupuesto de Ejecución Material Equipos Eléctricos, Instrumentación y Control	262.957,92 €
Presupuesto de Ejecución Material de Seguridad y Salud en el trabajo.....	22.258,19 €
Presupuesto de Ejecución Material de Explotación durante dos años	201.130,96 €
TOTAL EUROS PRESUPUESTO GENERAL DE EJECUCIÓN MATERIAL	2.502.654,29 €
 13% Gastos Generales.....	325.345,06 €
6% Beneficio Industrial.....	150.159,26 €
SUMA	2.978.158,61 €
16% I.V.A.	476.505,38 €
TOTAL EUROS PRESUPUESTO GENERAL DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	3.454.663,99 €
 Presupuesto de Expropiaciones.....	18.361,70 €
TOTAL EUROS PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN.....	3.473.025,69 €

Madrid, Febrero de 2001

10. PLAZO DE EJECUCIÓN Y GARANTÍA

De acuerdo con lo reflejado en el programa de trabajos el plazo total previsto será de DOCE (12) MESES, en dicho plazo se consideran incluidos DOS (2) MESES para puesta a punto y pruebas de funcionamiento.

El plazo de explotación y garantía será de DOS (2) AÑOS, contados a partir de la fecha de acta de recepción.

11. CONCLUSIÓN

El presente proyecto se ha redactado según lo exigido en los artículos 124 y 146 de la ley 13/1995, de 18 de mayo, de Contratos de las Administraciones Públicas.

Por todo ello, se estima haber desarrollado el presente proyecto, con sujeción a la normativa vigente, sometiéndolo a la aprobación de la Administración.

Madrid, Febrero de 2001

EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO

Fdo.: José M. Tabuenca de la Peña