

# MEMORIA

## ÍNDICE

1. Antecedentes
2. Objeto del proyecto
3. Datos de partida
  - 3.1. Caudales de dimensionamiento
  - 3.2. Características de contaminación
    - 3.2.1. Concentraciones medias
    - 3.2.2. Cargas medias
  - 3.3. Resultados previstos
    - 3.3.1. Características del agua depurada
    - 3.3.2. Características del fango
  - 3.4. Línea de tratamiento
  - 3.5. Emplazamientos
    - 3.5.1. EDAR Casas de Juan Núñez
    - 3.5.2. EDAR Pozo Lorente
    - 3.5.3. EDAR Higuieruela
  - 3.6. Líneas piezométricas
  - 3.7. Implantación general
4. Trabajos topográficos
5. Geología y geotecnia
6. Justificación de la solución adoptada
  - 6.1. Introducción.
  - 6.2. Justificación de la solución adoptada.
7. Descripción de las obras que integran el proyecto
  - 7.1. Obra de llegada, aliviadero y by-pass general
  - 7.2. Pozo de gruesos
  - 7.3. Desbaste de gruesos
  - 7.4. Bombeo de elevación
  - 7.5. Medida de caudal de agua a tratar
  - 7.6. Pretratamiento
  - 7.7. Regulación y by-pass del agua pretratada
  - 7.8. Reactor biológico
    - 7.8.1. Reactor biológico
    - 7.8.2. Recirculación de fangos biológicos
    - 7.8.3. Bombeo de fangos biológicos en exceso
  - 7.9. Clarificación
    - 7.9.1. Introducción
    - 7.9.2. Clarificación y extracción de flotantes
  - 7.10. Medida de caudal de agua tratada
  - 7.11. Tratamiento de fangos
  - 7.12. Espesamiento de fangos
  - 7.13. Deshidratación de fangos
    - 7.13.1. Introducción
    - 7.13.2. Equipos de deshidratación
  - 7.14. Consideraciones relativas a la obra civil
    - 7.14.1. Explanación de la parcela. Movimiento general de tierras
    - 7.14.2. Características geotécnicas del terreno.
    - 7.14.3. Cimentaciones
    - 7.14.4. Estructuras
    - 7.14.5. Arquitectura
    - 7.14.6. Conducciones interiores

- 7.14.7. Urbanización
- 7.14.8. Jardinería
- 7.14.9. Camino de acceso
- 7.15. Instalación eléctrica en alta y baja tensión
  - 7.15.1. Suministro de energía a las instalaciones
  - 7.15.2. Líneas de B.T. Generalidades
  - 7.15.3. Armarios de distribución
  - 7.15.4. Armario de control de motores
  - 7.15.5. Mando y señalización
  - 7.15.6. Cortacircuitos
  - 7.15.7. Cableado
  - 7.15.8. Instalación de fuerza en baja tensión
  - 7.15.9. Equipo corrector del factor de potencia
  - 7.15.10. Instalaciones de alumbrado
  - 7.15.11. Telefonía
  - 7.15.12. Descargas eléctricas
  - 7.15.13. Grupo electrógeno
- 7.16. Servicios generales
- 7.17. Edificaciones
- 7.18. Red de pluviales
- 8. Afecciones a bienes y servicios
- 9. Documentos que integran el proyecto
- 10. Plazo de ejecución
- 11. Revisión de precios
- 12. Plazo de garantía
- 13. Presupuesto
- 14. Clasificación del contratista
- 15. Declaración de obra completa

## **MEMORIA**

### **1. Antecedentes**

La solución del tratamiento de los vertidos de las poblaciones en la zona de la Cuenca media del Río Júcar (Albacete): Chinchilla de Montearagón, Casas de Juan Núñez, Pozo Lorente, Higuera, Alpera y Bonete estaba prevista en el "Plan de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales en Castilla-La Mancha", publicado por la Consejería de Obras Públicas de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, de fecha diciembre de 1996, dentro de las actuaciones programadas desde el año 1997 hasta el año 2015.

Por ello se convoca en el año 2000 el "Concurso de Asistencia Técnica y Redacción de Proyecto de las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales de Chinchilla de Montearagón, Bonete, Ontur, Fuente Álamo, Albatana, Montealegre del Castillo, Casas de Juan Núñez y Pozo Lorente (Júcar Medio) (Albacete)"

El día 17 de octubre de 2000 se firma el acta de inicio de los trabajos correspondientes a la "Asistencia Técnica y Redacción de Proyecto de las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales de Chinchilla de Montearagón, Bonete, Ontur, Fuente Álamo, Albatana, Montealegre del Castillo, Casas de Juan Núñez y Pozo Lorente (Júcar Medio) (Albacete)" de clave HV-AB-00-408, por parte de la Delegación de Obras Públicas de la J.C.C.L.M. y por parte de Diseños Hidráulicos y Ambientales (D.H.A.), empresa contratista.

Posteriormente se procedió a la ampliación de los trabajos arriba mencionados con la "Asistencia Técnica y Redacción de Proyecto de las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales de Alpera e Higuera (Júcar Medio) (Albacete)" de clave HV-AB-00-408C.

En fecha 31 de julio de 2006, se resuelve la adjudicación de las OBRAS DE CONSTRUCCIÓN DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES EN CASAS DE JUAN NUÑEZ, HIGUERUELA Y POZO LORENTE (ALBACETE), expte. ALCM/01/OB/014/06 a la empresa OMS-SACEDE, S.A.

Con fecha 7 de septiembre de 2006 se formalizó el CONTRATO DE OBRAS entre AGUAS DE CASTILLA – LA MANCHA y OMS-SACEDE, S.A.

El 6 de octubre de 2006 se efectuó el replanteo de la obra y se levantó la correspondiente Acta, y dado que se encontraba pendiente el levantamiento de las Actas de Ocupación de los terrenos necesarios para la ejecución de las obras, no se autorizó el comienzo de las mismas.

Replanteadas las obras y revisado el proyecto, se vio la posibilidad de unificar las líneas de tratamiento en las tres EDARs, así como reestudiar el tanque de tormentas, de cara a un mejor funcionamiento y posterior explotación.

El día 20 de octubre de 2006, el Ingeniero Director de Obra, Don Santiago Montes Romero, solicitó autorización para la redacción de presente Proyecto DE LIQUIDACIÓN. La cual fue autorizada con fecha 4 de diciembre de 2006 por Don Juan Trillo Sanz, Director Técnico de Aguas de Castilla - La Mancha.

En fecha 15 de junio de 2009 se realizó la inauguración oficial de las instalaciones, en

presencia de la Dirección de Obra, la Dirección Técnica de Aguas de Castilla la Mancha y el Consejero de Ordenación del Territorio y Vivienda, Julián Sánchez Pingarrón

El día 17 de agosto de 2009 se realiza la puesta en servicio de las depuradoras de Higuera, Casas de Juan Núñez y Pozo Lorente, tomando medida de los caudales de agua tratada hasta el momento y cumpliendo los requisitos de calidad exigidos en el proyecto. A partir de dicha fecha las depuradoras entran en periodo de explotación.

## **2. Objeto del proyecto**

El objeto del presente proyecto es la definición y valoración de los elementos que conforman las obras de CONSTRUCCIÓN DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES EN CASAS DE JUAN NUÑEZ, HIGUERUELA Y POZO LORENTE (ALBACETE).

Es por tanto, objeto del presente proyecto, la definición de los elementos ejecutados, tanto de obra civil, equipos e instalaciones electromecánicas y eléctricas, así como de todas las instalaciones auxiliares ejecutadas para conseguir el perfecto funcionamiento de las EDARs y obtener los resultados previstos.

También es objeto de este PROYECTO DE LIQUIDACIÓN, definir de forma exhaustiva las modificaciones con respecto al Proyecto Constructivo original, las cuales se centran en:

Pretratamiento.- El Proyecto Original contempla un pretratamiento completo, sólo en la EDAR de Higuera. El presente PROYECTO DE LIQUIDACIÓN, contempla la realización de un pretratamiento compacto en cada una de las tres plantas incluyendo: desbaste, desarenado y desengrasado.

Tratamiento biológico.- El Proyecto Original consideraba dos tipos de tratamiento biológico distintos. En Higuera y Casas de Juan Núñez se preveía una aireación prolongada con soplante y difusores, mientras que para Pozo Lorente, se había previsto un sistema con biodiscos. EL PROYECTO DE LIQUIDACIÓN contempla la realización de aireación prolongada con soplante y difusores en las tres EDARs con el fin de mejorar y unificar, a la vez que facilitar la explotación y el mantenimiento.

Deshidratación de fangos.- En principio se había previsto la deshidratación de fangos mediante filtro banda en Casas de Juan Núñez y Pozo Lorente, y mediante centrífuga en Higuera. El presente Modificado, prevé la deshidratación mediante centrífuga, por eficiencia, limpieza y facilidad de explotación. Así mismo incorpora la mejora de centralizar la operación en la EDAR de Higuera y doblar los equipos de la línea.

Edificios Industriales.- Mientras que originariamente se contemplaban edificios iguales para cada una de las tres plantas, el presente Modificado contempla edificios adaptados a las necesidades de cada una de las plantas.

En el presente Proyecto se reflejan las obras e instalaciones necesarias para solucionar el problema de los vertidos de las aguas residuales recogidos por los colectores asociados a las poblaciones de Casas de Juan Núñez, Pozo Lorente e Higuera.

Además del fin fundamental indicado, conseguir los resultados de depuración exigidos, se han considerado a la hora de diseñar, proyectar y realizar las obras incluidas en el presente proyecto, como metas básicas las siguientes:

- Obtener un equilibrio en sentido técnico y económico que permita el funcionamiento óptimo de cada planta.
- Dar la solución idónea respecto a las líneas de proceso adoptadas, dimensionando en sentido amplio las unidades que conformen cada estación, para que puedan absorber las pequeñas variaciones que pudieran presentarse sobre los parámetros básicos establecidos.

- Realizar una correcta distribución de los diversos elementos de cada una de las estaciones atendiendo: a la secuencia lógica del proceso, a las características topográficas y geotécnicas del terreno y a la obtención de una fácil y eficaz explotación, con unos gastos de mantenimiento reducidos.
- Dar una calidad a las obras civiles, equipos e instalaciones que nos permitan una relación calidad-precio 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.
- Realizar las nuevas instalaciones de manera que formen un conjunto armónico, tanto en aparatos como en acabado de edificios.

### **3. Datos de partida**

Los datos de partida utilizados en el desarrollo del presente PROYECTO DE LIQUIDACIÓN son los recogidos en el Proyecto Constructivo original, si bien se realizó una campaña analítica entre los días 22 y 28 de noviembre de 2006, con el fin de comprobar dichos datos y cuyos resultados se encuentran recogidos en el Anejo número 4.

A continuación se resumen los mismos para las tres EDARs objeto del presente PROYECTO DE LIQUIDACIÓN.

#### **3.1. Caudales de dimensionamiento.**

|                     | Nº hab.<br>equivalentes | Q medio<br>(m <sup>3</sup> /h) | Q máximo<br>pretratam.<br>(m <sup>3</sup> /h) | Q máximo<br>biológico<br>(m <sup>3</sup> /h) |
|---------------------|-------------------------|--------------------------------|---|--|
| Casas de Juan Núñez | 1.500                   | 13                             | 65  | 31   |
| Pozo Lorente        | 1.000                   | 8                              | 40  | 19   |
| Higueruela          | 2.700                   | 23                             | 115   | 55   |

### 3.2. Características de contaminación.

#### 3.2.1. Concentraciones medias.

|                  |     |      |
|------------------|-----|------|
| DBO <sub>5</sub> | 300 | mg/l |
| S.S.             | 375 | mg/l |
| NTK              | 60  | mg/l |
| P                | 8   | mg/l |

#### 3.2.2. Cargas medias.

|                     | DBO <sub>5</sub><br>(kg/d) | S.S.<br>(kg/d) | NTK<br>(kg/d) | P<br>(kg/d) |
|---------------------|----------------------------|----------------|---------------|-------------|
| Casas de Juan Núñez | 94                         | 117            | 19            | 2,5         |
| Pozo Lorente        | 58                         | 72             | 12            | 1,5         |
| Higueruela          | 166                        | 207            | 33            | 4,5         |

### 3.3. Resultados previstos.

#### 3.3.1. Características del agua depurada.

De acuerdo con la Directiva del Consejo de la Comunidad Europea de 21 de mayo de 1991 sobre el tratamiento de aguas residuales urbanas (91/271/CEE), se establecen los siguientes requisitos de las aguas depuradas, entendiéndose que los valores aportados son los mínimos exigibles:

|  |             |      |
|--|-------------|------|
| - DBO <sub>5</sub> menor o igual que   | 25          | mg/l |
| - DQO menor o igual que                | 125         | mg/l |
| - S.S. menor o igual que               | 35          | mg/l |
| - pH                                   | entre 6 y 8 | mg/l |
| - N <sub>TOTAL</sub> menor o igual que | 15          | mg/l |
| - Coliformes totales menor o igual que | 10.000/100  | ml   |
| - Coliformes totales menor o igual que | 1.000/100   | ml   |

Además de ello, el agua será razonablemente clara, no detectándose su vertido en el cuerpo receptor, y no tendrá olor desagradable.



### 3.3.2. Características del fango.

Como mínimo, el fango procedente de la depuración después de tratado y analizado, tendrá las siguientes características:

- |   |           |   |
|---|-----------|---|
| - Sequedad: % en peso de sólidos secos                  | $\geq 20$ | % |
| - Estabilidad: % de material volátil sobre materia seca | $\leq 68$ | % |
| - Contenido de materia orgánica en las arenas           | $\leq 7$  | % |

### 3.4. Línea de tratamiento.

#### Línea de agua

- \* Obra de llegada
- \* Tanque de tormentas (Higueruela)
- \* Elevación de agua bruta
- \* Desbaste de sólidos
- \* Desarenado-desengrasado
- \* By-pass agua pretratada, regulación y medida de caudal
- \* Reactor biológico
- \* Clarificación
- \* Medida de caudal de agua tratada
- \* Restitución agua tratada

#### Línea de fangos

- \* Extracción y bombeo de fangos biológicos en exceso a espesamiento
- \* Recirculación de fangos a reactor biológico
- \* Espesamiento de fangos estabilizados
- \* Acondicionamiento, deshidratación y almacenamiento de fangos deshidratados (Higueruela)

Aparte de todos estos elementos, en cada una de las Estaciones Depuradoras, forman parte de la obra las correspondientes instalaciones de energía eléctrica, agua potable, telefonía y camino de acceso.

### **3.5. Emplazamientos.**

#### **3.5.1. EDAR Casas de Juan Núñez.**

Se dispone para la construcción de la E.D.A.R. de unos terrenos situados junto al punto de vertido actual, al norte de Casas de Juan Núñez. Dichos terrenos, con una superficie aproximada de 2.100 m<sup>2</sup>.

En el Proyecto constructivo se indica que son de propiedad particular y se consideran terreno improductivo, ya que no están dedicados a ningún tipo de cultivo.

En una visita al emplazamiento, previa a la redacción del Modificado Nº 1 se ha comprobado la existencia de una EDAR en los terrenos que son de propiedad municipal. Dicha edar está formada por un tanque Imhoff y unas eras de secado.

Anteriormente a las obras, la parcela, se encontraba parcialmente inundada debido, posiblemente, a la obturación del colector de salida en algún punto.

Así pues, el agua residual pasaba a través de la EDARr existente sin sufrir ningún tipo de tratamiento y era evacuada de la parcela por un sumidero en las eras de secado.

El vertido del agua tratada se ha realizado a la misma rambla que en la actualidad.

La rambla a la que vierte el agua residual, se encuentra a unos 500 m. de la parcela de la EDAR, y donde se ha implantado la nueva EDAR.

El acceso a la planta se realiza mediante la adecuación del camino que parte del camino al cementerio, desde la Calle Pozos, con una longitud aproximada de 400 m, incluyendo 100 m para la conexión con camino superior de mayor anchura para entrada de vehículos pesados.

El abastecimiento de agua potable para servicios de la depuradora se realiza desde la red municipal de abastecimiento en un punto a la salida del casco urbano en tubería de polietileno DN 75 y una longitud de 400 m, siguiendo el camino de acceso.

El abastecimiento de energía eléctrica a la planta se realiza desde una línea eléctrica de 20 KV que dispone de un poste junto a la parcela con una longitud aproximada de 20 m, realizando la sustitución del transformador de compañía existente de 50 kVA por uno de 100 kVA de propiedad de Ibedrola, ya que no disponía de potencia suficiente.

#### **3.5.2. Edar de Pozo Lorente**

Se dispone para la construcción de la E.D.A.R. de unos terrenos situados junto a la carretera de Ayora, a la salida del vertido anterior. Dichos terrenos, con una superficie aproximada de 4.000 m<sup>2</sup>, eran de propiedad particular y se consideraban improductivos, ya que no estaban dedicados a ningún tipo de cultivo.

En una visita al emplazamiento, previa a la redacción del presente Modificado Nº 1 se comprobó la existencia de una EDAR en los terrenos que son de propiedad municipal. Dicha Edar estaba formada por un tanque Imhoff y unas eras de secado.

El vertido del agua tratada se realiza a la misma rambla a la que se vertía la antigua depuradora.

Dicha rambla se encuentra a unos 200 m de la parcela en la que se halla la EDAR y en la que se implanta la nueva EDAR.

El acceso a la planta se realiza mediante la adecuación de un camino desde la carretera de Ayora.

El abastecimiento de agua potable para servicios de la depuradora se realiza desde la red municipal de abastecimiento en un punto a la salida del casco urbano en tubería de polietileno DN 75 y una longitud aproximada de 700 m, siguiendo el camino de acceso.

El abastecimiento de energía eléctrica a la planta se realiza desde una línea eléctrica de 20 KV, realizando la acometida en el poste situado al inicio del camino de acceso, con una longitud aproximada de 700 m.

### 3.5.3. Edar de Higuieruela

Se dispone para la construcción de la E.D.A.R. de unos terrenos situados en la zona conocida como El Tollo, junto al vertido anterior. Dichos terrenos, con una superficie aproximada de 9.000 m<sup>2</sup>, eran de propiedad particular y estaban dedicados a cultivos de secano.

El vertido del agua tratada se realiza a la rambla que discurre junto a la parcela.

En una visita a la parcela previa a la redacción del presente Proyecto Modificado Número 1 se comprobó que dicha parcela se halla a 50 m del punto en el que el colector existente sale a la superficie y vierte en la rambla citada.

El acceso a la planta se realiza desde la carretera de Higuieruela a Hoya Gonzalo, siguiendo el Camino del Derramador, que se acondiciona en una longitud de 2.000 metros.

El abastecimiento de agua potable para servicios de la depuradora se realiza desde la red municipal de abastecimiento en un punto a la salida del casco urbano, junto a la rotonda, en tubería de polietileno DN 75 y una longitud aproximada de 2.000 m, siguiendo el camino de acceso.

El abastecimiento de energía eléctrica a la planta se realiza desde una línea eléctrica de 20 KV que discurre junto al camino de acceso, a una distancia de la parcela de 1.600 m.

### 3.6. Líneas piezométricas.

A la hora de definir las líneas piezométricas de las diferentes Plantas se han conjugado conceptos como topografía y características del terreno, llegada del colector de agua bruta, restitución del agua tratada, situación del nivel freático, cota de inundación de la parcela, y estética de la Planta, con el fin de obtener las más idóneas tanto técnica como económicamente, es decir, que técnicamente son viables, y que los gastos de primera inversión complementados con los de explotación, las definan como más económicas.

Partiendo en principio de la cota de llegada de los colectores y de las cotas necesarias para los vertidos a los diferentes cauces, y adaptando luego las cotas a los niveles de urbanización elegidos para ofrecer la máxima adaptación de la plantas a las características de los terrenos existentes, se han calculado las pérdidas de carga de los distintos aparatos que componen las Plantas, llegando a unas cotas de salida para los vertidos por encima de las mínimas exigidas, tal y como se justifica en los Anejos nº 6 "Cálculos hidráulicos de los colectores" y nº 7 "Cálculos hidráulicos de la EDAR".

Como cotas más significativas para cada una de las plantas consideradas tenemos:

|                            | <b>Pretrat.</b> | <b>Reactor<br/>biológico</b> | <b>Clarificación</b> | <b>Nivel<br/>restituc.<br/>posible</b> | <b>Nivel<br/>exigido en<br/>restitución</b> |
|----------------------------|-----------------|------------------------------|----------------------|--|---|
| <b>Casas de Juan Núñez</b> | 101,13          | 100,58                       | 100,78               | 99,70                                  | 97,700                                      |
| <b>Pozo Lorente</b>        | 100,89          | 100,83                       | 100,72               | 99,70                                  | 96,850                                      |
| <b>Higueruela</b>          | 101,66          | 101,45                       | 101,28               | 99,83                                  | 97,624                                      |

### 3.7. Implantación general.

Como puede apreciarse en los planos de Plantas Generales adjuntos, la concepción de las Estaciones Depuradoras se ha desarrollado atendiendo a la secuencia lógica de los procesos, a las características topográficas y geotécnicas 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.

En la implantación de los elementos de cada una de las plantas proyectadas se ha tenido en cuenta el facilitar las operaciones de extracción y carga de residuos.

Los viales interiores permiten acceder a todas aquellas zonas donde se encuentran instalaciones que requieren mantenimiento (carga y descarga de equipos, repuestos, reactivos, etc.).

#### **4. Trabajos topográficos**

##### **EDAR Casas de Juan Núñez.**

Desde un punto de vista topográfico la parcela tiene una forma aproximadamente rectangular, y es prácticamente llana, con la cota más alta la 100,35 y la más baja la 99,18.

##### **EDAR Pozo Lorente.**

Topográficamente, la parcela, de forma rectangular, es prácticamente llana, manteniéndose en torno a la cota 99,85.

##### **EDAR Higuieruela.**

La morfología de la parcela es irregular, con una suave pendiente que va desde la cota 99,83 en su punto más alto hasta la cota 98,69 en su punto más bajo.

#### **5. Geología y geotecnia.**

##### **EDAR Casas de Juan Núñez.**

Geológicamente, el solar estudiado se ubica sobre terrenos cuaternarios formados por arcillas y arenas con cantos redondeados de caliza o dolomía y arcillas.

Desde un punto de vista geotécnico, se considera a efectos de proyecto, siguiendo las indicaciones del Estudio Geotécnico, una carga portante de 1 kp/cm<sup>2</sup> a una profundidad de 2,0 m. bajo el terreno natural. En dichos terrenos se distinguen los siguientes niveles geotécnicos:

Nivel 1: Suelo vegetal

Nivel 2: Arenas y limos marrones con cantos y gravas de caliza

La aceleración sísmica es de 0,04 g, por lo que no es obligatoria la aplicación de la norma sismorresistente.

El terreno es no agresivo a los sulfatos.

En cuanto al nivel freático, no se ha detectado en las cotas investigadas, aunque parece intuirse la presencia de uno a – 6,00 m en el penetrómetro nº 1.

Todas estas consideraciones se han tenido en cuenta a la hora de diseñar las obras civiles de la EDAR tal y como se pone de manifiesto en el Anejo nº 8 "Cálculos Estructurales".

##### **EDAR Pozo Lorente.**

Geológicamente, el solar estudiado se ubica sobre sedimentos del cretácico y el cuaternario, como areniscas, margas, arcillas y arenas con cantos.

Desde un punto de vista geotécnico, se considera a efectos de proyecto, siguiendo las indicaciones del Estudio Geotécnico, una carga portante de 1,5 kp/cm<sup>2</sup> a una profundidad de 2,00 m. bajo el terreno natural. En dichos terrenos se distinguen los siguientes niveles geotécnicos:

Nivel 1: Suelo vegetal

Nivel 2: Limos marrones con arenas, cantos y gravas

La aceleración sísmica es de 0,04 g, por lo que es obligatoria la aplicación de la norma sismorresistente.

El terreno es no agresivo por sulfatos.

En cuanto al nivel freático, no se ha detectado en las cotas investigadas.

Todas estas consideraciones se han tenido en cuenta a la hora de diseñar las obras civiles de la EDAR tal y como se pone de manifiesto en el Anejo nº 8 "Cálculos Estructurales".

### **EDAR Higuieruela.**

Geológicamente, el solar estudiado se ubica sobre materiales del cretácico, "Facies Utrillas", arenas cuarcíferas blanquecinas y amarillentas, arcillas versicolores y arcillas arenosas rojas o violáceas. Calizas de facies arrecifal y calizas margosas.

Desde un punto de vista geotécnico, se considera a efectos de proyecto, siguiendo las indicaciones del Estudio Geotécnico, una carga portante de 1,4 kp/cm<sup>2</sup> a una profundidad de 2,0 m. bajo el terreno natural. En dichos terrenos se distinguen los siguientes niveles geotécnicos:

Nivel 1: Suelo vegetal

Nivel 2: Margas arenosas con niveles algo cementados

Nivel 3: Costra calcárea

Nivel 4: Arcillas rojizas con arenas

La aceleración sísmica es de 0,05 g, por lo que no es obligatoria la aplicación de la norma sismorresistente.

El terreno es no agresivo a los sulfatos.

En cuanto al nivel freático, no se ha detectado en las cotas investigadas.

Todas estas consideraciones se han tenido en cuenta a la hora de diseñar las obras civiles de la E.D.A.R. tal y como se pone de manifiesto en el Anejo nº 8 "Cálculos Estructurales".

## **6. Justificación de la solución adoptada**

### **6.1. Introducción**

El presente apartado de la memoria tiene como fundamento exponer aquellos razonamientos, técnicos y económicos, que conducen a la elección de la Solución adoptada en el presente PROYECTO DE LIQUIDACIÓN para resolver el problema de la depuración de las aguas residuales de los términos municipales en la zona de influencia de la Cuenca Media del Río Júcar, en la provincia de Albacete.

La Solución que se presenta, en cuanto a todos los parámetros y condicionantes busca flexibilidad, bajo mantenimiento y máximos rendimientos.

Es necesario tener en cuenta que no se incluye la justificación de todos y cada uno de los elementos del proceso, sino únicamente de aquellos que se ven modificados con respecto al Proyecto Constructivo.

### **6.2. Justificación de la solución adoptada**

El origen de la solución ejecutada, al igual que en el Proyecto Constructivo se centra en la utilización de sistemas de tratamiento ampliamente contrastados, combinados con la consideración de parámetros validados igualmente por la experiencia, así como en la búsqueda efectiva de procesos de bajo mantenimiento y alto rendimiento de cara a la presentación de una línea de tratamiento atractiva por los dos aspectos.

Así, se han ejecutado las plantas con la característica fundamental de que el tratamiento biológico se plantea con un sistema avanzado, en este caso con el empleo del tanque de tratamiento biológico del tipo canal de oxidación con el que se consiguen los objetivos mencionados anteriormente.

El presente PROYECTO DE LIQUIDACIÓN contempla la utilización de este sistema en las tres EDAR (Casas de Juan Núñez, Pozo Lorente e Higuera) objeto del contrato. Ello supone una variación con respecto al Proyecto Constructivo en que se había previsto un tratamiento mediante biodiscos en Pozo Lorente.

El motivo del cambio se basa en la conveniencia de unificar los tratamientos para permitir una mayor simplicidad de explotación del conjunto, así como el posible intercambio de experiencias y equipos entre las EDARs.

Dadas las similares características en cuanto a cargas contaminantes de los vertidos de las poblaciones objeto del Proyecto, así como de los rendimientos de depuración exigidos, se ha planteado una línea de tratamiento común para las tres plantas. Dicha línea de tratamiento responde a los siguientes procesos:

- Pretratamiento del agua bruta consistente en: obra de llegada, tanque de tormentas (únicamente en Higuera), pozo de gruesos, elevación del agua bruta, y pretratamiento compacto.
- Tratamiento biológico mediante aireación prolongada.

- Tratamiento de los fangos generados en las plantas depuradoras consistente en espesamiento de los mismos por gravedad, estáticamente en cada una de ellas, y acondicionamiento químico y deshidratación mediante centrífuga centralizados en Higuieruela.

A continuación se procede a la justificación de cada uno de los elementos que componen la línea de tratamiento adoptada.

### ***Obra de llegada***

La línea de proceso comienza en todos los casos con la obra de llegada. En ella se dispone un aliviadero de seguridad para garantizar que entra a la planta exclusivamente el caudal máximo de pretratamiento y que además asegura la restitución del caudal afluente en caso de by-pass sin más que cerrar la compuerta de aislamiento de la planta.

Esta compuerta es de estanqueidad a cuatro lados y accionamiento manual (en Higuieruela motorizada). La maniobra de la compuerta permite las siguientes posibilidades:

- Con la compuerta de aislamiento abierta: entra a la planta todo el caudal que se recibe, siempre que sea menor o igual que el máximo admisible en cada una de las Estaciones Depuradoras. Si el afluente es superior al admisible, el excedente sale por el vertedero al tanque de tormentas. Del tanque de tormentas, el excedente se puede bombear de forma laminada al proceso, o bien rebosar al by-pass general de la planta.
- Con la compuerta de aislamiento cerrada: todo el caudal afluente es enviado directamente al by-pass o al tanque de tormentas, el cual, una vez lleno, si no se ponen en marcha las bombas de restitución al tratamiento, rebosará al by-pass general de la planta.

Con esta configuración se consigue que en caso de una avenida provocada por una fuerte lluvia el exceso de caudal se pueda by-passar o acumular en el tanque de tormentas para su posterior laminación al tratamiento. En el caso de que la avenida sea tan importante como para llenar el tanque de tormentas, es de esperar que la cantidad de agua limpia que se ha acumulado sea tal, que en el momento de empezar a verter directamente a través del sistema de by-pass, el efecto de dilución haga que se cumplan los parámetros de vertido.

### ***Pozo de gruesos***

La obra de llegada desemboca en el pozo de gruesos en el que se retiene los sólidos de gran tamaño arrastrados por las aguas de los colectores de llegada proyectados para cada una de las plantas.

El pozo de gruesos se considera primordial como medida de protección del bombeo de agua bruta instalado posteriormente y de los equipos de pretratamiento.



El pozo, de sección troncopiramidal, se ha dimensionado de forma que, con las velocidades ascensionales y transversales obtenidas se facilita la disposición de los sólidos muy gruesos en la solera del mismo.

La solera y paredes de este pozo de gruesos están protegidas contra el golpeo de la cuchara bivalva instalada, mediante carriles ferroviarios embebidos en el hormigón. La cuchara bivalva, gobernada por botonera del puente grúa eléctrico, permitirá retirar los sólidos depositados en el fondo del pozo.

Los sólidos recogidos se almacenan a la espera de su gestión como residuo en un contenedor situado en la misma ubicación.

El agua pasará del pozo de gruesos al pozo de bombeo de elevación. Dicha comunicación estará protegida mediante una reja elevable manual de barrotes con un paso de 50 mm, cuyo objetivo es proteger los equipos de bombeo de elementos flotantes no retenidos en el pozo de gruesos.

### ***Elevación de agua bruta***

A continuación del pozo de gruesos, a través de la ventana de comunicación decrita, el agua entra en una cámara de bombeo que va a elevar el caudal adecuado hasta una cota tal que permita su circulación por gravedad por el resto de unidades de tratamiento, hasta su restitución al punto de vertido.

En él se disponen tres bombas centrífugas sumergibles, de las cuales una permanecerá en reserva. Los caudales adoptados para estas bombas varían según el caudal afluente a cada una de las plantas proyectadas y quedan recogidos en el punto nº 7 de la presente Memoria.

La altura manométrica de las bombas previstas en cada una de las plantas viene dada por el estudio de la línea piezométrica para cuyo cálculo se ha considerado el caudal máximo admisible en cada una de las fases del tratamiento previsto, así como un resguardo hidráulico en todos los vertederos de 20 cm.

El control del bombeo se realizará mediante el conjunto de boyas de nivel y sonda de ultrasonidos instalado en el pozo de bombeo. Así mismo, se realizará la maniobra necesaria para que los arranques de las distintas bombas se produzcan de forma que se equilibren sus tiempos de funcionamiento.

El agua elevada entrará en el equipo de pretratamiento compacto. Antes de ello, se instalará en línea un medidor de caudal electromagnético con el fin de control el caudal que se envía a pretratamiento.

### ***Pretratamiento***

Una vez elevada el agua, se pretratamiento en un equipo de pretratamiento compacto.

El equipo de pretratamiento consta de:

- Tamizado.
- Desarenado.
- Desengrasado.

El sistema consiste en una planta compacta para el pretratamiento completo de aguas residuales municipales e industriales. Fabricada íntegramente en acero inoxidable AISI 304/321 (1.4301/1.4541) decapado en baño ácido y pasivado (excepto ajustes, accionamientos y apoyos). La planta compacta se instala en superficie.

Incluye:

Tamiz. Óptima separación de sólidos, flotantes, sedimentos y material en suspensión gracias a la inclinación del tamiz. Desbaste, transporte y prensado de residuos de forma encapsulada en un mismo equipo.

Tanque donde van instalados: tamiz con prensa integrada, tornillo desarenador y sistema de aireación.

Tornillo horizontal para transportar y la arena al tornillo de extracción.

Tornillo inclinado para transportar, deshidratar estáticamente, separar y descargar la arena en el contenedor.

Cubierta para planta compacta.

Tolvas de descarga. Las dos tolvas de descarga son necesarias para la recogida tanto de los residuos de desbaste como de los del desarenador.

Sistema de desengrasado con aireación para la separación de grasas y sobrenadantes, instalado en el desarenador longitudinal, con: Desengrasador instalado lateralmente y paralelo al desarenador longitudinal, tiene su misma longitud, incluye rasqueta automática de grasas, y muro cortacorrientes con entradas tipo peine en su parte inferior.

Cuadro eléctrico de control para el funcionamiento automático de toda la planta compacta incluyendo tamiz, desarenador y clasificador de arenas.

Bomba de grasas. Bomba excéntrica que recoge la mezcla agua-grasa y la bombea a la sección inferior del tubo ascendente del tamiz para su eliminación con los residuos de desbaste. Incluye tubería de aspiración e impulsión.

Lavado automático en la zona de prensado válvula R 1"

Sistema integrado de lavado del residuo en el área de tamizado: El sistema de lavado del residuo, comprende: lavado preliminar, lavado a presión y limpieza fina. Las tres áreas de lavado disponen de boquillas de agua a presión, y funcionan íntimamente coordinadas con la

opción de ser programadas en el panel de control central. Se obtiene por tanto una separación de la materia orgánica soluble que es devuelta al canal de aguas residuales (sustrato en la etapa biológica), así como un residuo sólido más puro e inodoro.

El equipo a instalar en cada planta estará dimensionado para hacer frente a las necesidades de la misma.

En todos los casos estará instalado en el exterior, al lado del pozo de gruesos y el pozo de bombeo, aguas abajo de este último.

### ***Regulación y reparto a tratamiento biológico***

Una vez el efluente ha pasado el pretratamiento se realiza una regulación de caudal con el fin de aliviar el exceso sobre el caudal admisible en biológico. Para ello se dispone de una arqueta dotada con una conducción de salida en su parte inferior y un vertedero longitudinal lateral.

El caudal de diseño de entrada a tratamiento biológico fluye a través de la conducción en la parte inferior de la arqueta hasta otra arqueta desde donde entra en el reactor por un vertedero. Con ello se consigue que un aumento de caudal genere una pérdida de carga tal que significa que el exceso se evacua íntegramente por el vertedero longitudinal.

Se instala una compuerta que permite el aislamiento del tratamiento secundario, de forma que se puede by-pasar el 100% del caudal punta a pretratamiento un vez pretratado.

### ***Tratamiento biológico***

Tras el pretratamiento se encuentra el tratamiento biológico que se realiza en aireación prolongada en todos los casos.

A continuación se describe el sistema de aireación prolongada:

Como ya se mencionó anteriormente, se ha tratado de optimizar el proceso habitual de aireación prolongada proyectando un sistema con mejoras en cuanto a mantenimiento, resistencia frente a puntas, flexibilidad en cuanto a suministro de aire y rendimientos.

Esto se consigue con la instalación como biológico de una aireación prolongada en un canal de oxidación, estudiado y puesto en práctica desde hace varias décadas, que ha demostrado en innumerables plantas su extraordinaria resistencia a puntas contaminantes y de caudal, su versatilidad frente a las temperaturas más extremas, y sus magníficos resultados en todos los órdenes. Con el diseño adecuado funcional, hidráulica, estructural y técnicamente, el punto fundamental es conseguir una edad del fango suficiente para estabilizar los fangos, lo que, por otra parte, conducirá a una nitrificación y desnitrificación, lo primero por ser más exigente la edad del fango para estabilizar que para nitrificar, y lo segundo gracias al particular diseño del Carrousel. Aunque ninguno de los municipios se encuentra en zona sensible, es una mejora considerable la reducción de nitrógeno en el efluente.

Sobre el volumen total de las balsas, variable para cada una de las plantas previstas, se ha considerado, con objeto de conseguir un óptimo funcionamiento del tratamiento biológico, una concentración de 3,5 Kg/m<sup>3</sup> y aunque dadas las características de este tipo de fango, fácilmente sedimentable y con posibilidad de altas concentraciones en recirculación, y con una alta capacidad de la misma como se ha previsto, esta concentración de MLSS podría aumentarse sin dificultad, máxime tratándose de un Carrusel, como demuestran las experiencias.

Con las condiciones dadas, la carga másica para cada una de las estaciones depuradoras varía entre 0.04 y 0,05 g/kg, superando la eliminación de materia orgánica, en todo caso, ampliamente los límites requeridos.

La edad del fango teórica obtenida a la temperatura de cálculo es superior a la estrictamente necesaria para estabilizar encontrándose en todos los casos por encima de los 22 días. Naturalmente se llega a nitrificar dentro de estos límites y se prevé para desnitrificación una zona anóxica del 25%. La zona anóxica prevista permite asegurar también la ausencia de "bulking" en la clarificación.

La aireación de las balsas se ha planteado en todos los casos mediante soplantes y difusores de burbuja fina. Estas nos permiten ir a profundidades mayores en las balsas de aireación, lo que permite reducir la superficie ocupada por las balsas biológicas.

Con objeto de adecuar el suministro de aire a las condiciones existentes en cada momento en las balsas de aireación, todas las soplantes se equipan con un variador de frecuencia. Se prevén las correspondientes cabinas de insonorización para evitar la propagación de ruidos al exterior de las instalaciones.

Para el cálculo de las necesidades de aire se ha considerado un coeficiente punta de 1,50, con lo que queda garantizado en cualquier caso el suministro de aire, aún en las condiciones más desfavorables.

Se dispone por cada balsa un agitador de hélice, el cual garantiza una velocidad del flujo de 0,30 m/s.

Una ventaja más de la aireación prolongada es la no necesidad de bombas de recirculación de licor mixto que permitan una desnitrificación suficiente, al circular el agua en circuito cerrado y llegando el caudal nitrificado a cabeza de zona anóxica.

Aún así, el sistema de aireación se ha sobredimensionado para permitir la desnitrificación alternando periodos de marcha de la aireación. Esta mejor introducida por el Modificado Técnico Número 1, se complementa con la instalación de un medidor de potencial redox que permite evaluar cuando ha finalizado el proceso de desnitrificación.

La recirculación de fangos se ha calculado para conseguir un Índice Volumétrico de Fangos adecuado, resultando por balance de masas una capacidad de recirculación superior al 100% sobre el caudal medio, lo que permite amplia holgura de maniobra y asegura un funcionamiento correcto del proceso biológico junto a las condiciones descritas del aire.

Se considera fundamental dar una amplia capacidad de recirculación para mantener concentraciones altas, pues su utilización es una de las muchas ventajas de la aireación prolongada.

Dicha recirculación de fangos se realiza:

En todas las plantas: con dos bombas sumergibles, una en reserva, Se dispone de un medidor electromagnético en tubería en la línea de retorno a las balsas para controlar mediante los periodos de marcha y paro de las bombas de recirculación, el caudal de fango recirculado.

Para completar el tratamiento biológico se envía el agua a la decantación secundaria donde los fangos floculados se separan.

### ***Clarificación***

En los procesos de aireación prolongada, tras el Carrousel se procede a la retirada del fango en clarificadores circulares de 5,00 m de altura útil en Casas de Juan Nuñez 4,50 m en Higuieruela y de 4,00 m de altura útil en Pozo Lorente. Los diámetros adoptados varían en función de los caudales admisibles en cada una de las plantas proyectadas.

Al tratarse de una aireación prolongada, los parámetros de funcionamiento son más exigentes respecto a otros sistemas de tratamiento. Así, los clarificadores previstos cumplen los parámetros validados por la experiencia en este tipo de plantas.

La razón es que en todo caso estamos hablando de que es perfectamente factible y hasta conveniente conseguir concentraciones altas en el biológico, por lo que la carga de sólidos es muy importante.

Así se prevé en funcionamiento normal del biológico, una concentración de  $3,5 \text{ kg/m}^3$ , pero se ha previsto también la posibilidad de que la concentración en biológico pueda elevarse sobre este valor, ya que la recirculación prevista lo permite, de manera que la carga de sólidos en clarificación siga dentro de lo correcto.

La concentración estimada del fango biológico ha sido de  $7,0 \text{ kg/m}^3$ , que es aún algo conservadora.

Otro de los cambios que se introduce en el presente Modificado Técnico Número 1 es la configuración del conjunto formado por el reactor biológico y el decantador secundario. En este caso se ha realizado una configuración concéntrica de forma que el canal de oxidación se encuentra en el exterior y el clarificador en el interior.

Esta configuración presenta la ventaja de una mayor compacidad con el consiguiente ahorro de espacio.

### ***Línea de fangos***

Para el dimensionamiento de la línea de fangos se ha considerado la máxima producción prevista en cada una de ellas.

El tratamiento de los fangos generados en las plantas de tratamiento de aireación prolongada comienza con el espesado de los mismos. Los espesadores instalados son de diseño conservador, pues tratándose de fangos de aireación prolongada se estima que la carga de sólidos no debe superar los  $25 \text{ kg/m}^2/\text{d}$ , y así se ha previsto.

La altura de los espesadores se ha calculado para que tengan una capacidad de almacenamiento del fango estabilizado de dos días en el caso más desfavorable, pero sin alcanzar profundidades excesivas. Al disponerse esta capacidad de almacenamiento del fango, los espesadores se pueden utilizar como depósito tampón previo a deshidratación.

Se ha considerado, a efecto de diseño, una concentración de entrada de  $7 \text{ kg/m}^3$ , mientras que para el fango espesado se ha considerado una concentración de  $20 \text{ kg/m}^3$ .

Los fangos generados en Pozo Lorente y Casas de Juan Nuñez, se transportan a Higuera donde existe un tanque de homogeneización que los recibe juntamente con los generados en la propia EDAR de Higuera.

El bombeo de fangos a deshidratación se realiza con bombas de tornillo helicoidal, las cuales van equipadas con variador de velocidad electrónico.

La deshidratación se realiza mediante centrífugas con capacidad suficiente para tratar los fangos generados en el conjunto de las plantas en máximo cinco días semanales durante máximo ocho horas al día. El tratamiento de los fangos mediante centrífuga permite alcanzar, presumiblemente, una sequedad del 22%.

Los espesadores se instalan cubiertos.

Para preparación del polielectrolito y dosificación del mismo se incorpora un equipo compacto de producción continua que garantiza las necesidades de preparación y

dosificación. Para la dosificación de la solución se han instalado bombas de pistón.

Finalmente, el fango deshidratado al 22% se almacena en una tolva con capacidad de 50 m<sup>3</sup> situada en Higuieruela.

Esta configuración permite doblar la línea de deshidratación lo cual supone una mejora respecto al proyecto constructivo.

Se incorporan además las instalaciones auxiliares correspondientes a agua industrial con grupo de presión de 20 m<sup>3</sup>/h.

Con todo lo expuesto se consiguen unas plantas para tratamiento de aguas residuales muy flexibles y versátiles, de ejecución compacta y explotación sencilla, consiguiendo depurar las aguas hasta niveles mayores de los exigidos por la normativa actual.

### ***Tanque de tormentas***

En Higuieruela, el Proyecto Constructivo original ya previa la instalación de un tanque de tormentas. El PROYECTO DE LIQUIDACIÓN reestudia sus dimensiones, así como su situación dentro de la línea de tratamiento.

El presente PROYECTO DE LIQUIDACIÓN contempla la instalación de este tanque de tormentas en la EDAR mencionada, de forma que su volumen es capaz de acumular durante media hora el exceso de caudal producido por una avenida de quince veces el caudal medio.

Para ello se implanta un tanque de tormentas rectangular adosado a la obra de llegada y que recibe el exceso de caudal que rebosa por el correspondiente vertedero.

En el tanque se instala un grupo de bombeo formado por dos (1+1) bombas sumergibles que permiten bombear de forma laminada el agua residual acumulada hacia el pozo de gruesos.

El tanque también dispone de un rebosadero conectado al sistema de by-pass general de la planta, de forma que si se sobrepasa su capacidad, rebosa directamente al by-pass general.

A raíz de las comprobaciones realizadas como paso previo a la redacción del Modificado Técnico Nº1, se detectaron vertidos puntuales de alta carga en la EDAR de Higuieruela. Por ello se incluye como mejora respecto al Proyecto Constructivo, la posibilidad de derivar de forma automática estos afluentes al tanque de tormentas y posteriormente introducirlos de forma laminada en el tratamiento.

Para ello se ha dotado a la planta de una válvula de compuerta actuada eléctricamente de forma que se acciona de forma automática en función de la señal de un medidor de contaminación instalado en el canal de entrada.

Por otro lado, puesto que la permanencia de estos vertidos en el tanque de tormentas puede ser prolongada, se ha cubierto el mismo con una cubierta ligera construida en PRFV.

## **7. Descripción de las obras que integran el proyecto**

### **7.1. Obra de llegada, aliviadero y by-pass general.**

Los colectores que recogen las aguas residuales asociadas a cada uno de los municipios objeto del Concurso desembocan al entrar en la planta en una obra de llegada.

En ellas se dispone un aliviadero de seguridad que permite la evacuación de los caudales excedentes sobre el máximo caudal a tratar en el pretratamiento. Este mismo aliviadero permite efectuar el by-pass general de la instalación mediante el cierre de la compuerta de aislamiento de la planta.

El accionamiento de esta compuerta de aislamiento es manual, salvo en Higuera. Se trata de una compuerta de estanqueidad a cuatro lados de acero inoxidable AISI-316 L.

La obra está totalmente ejecutada en hormigón y cuenta con pasarelas de rejilla.

Las características particulares para cada una de las plantas son las siguientes:

|                     | Caudal (m <sup>3</sup> /h) |
|---------------------|----------------------------|
| Casas de Juan Núñez | 65                         |
| Pozo Lorente        | 40                         |
| Higuera             | 115                        |

En Higuera se dispone de un tanque de tormentas.

Este tanque está construido en obra civil y tiene las siguientes dimensiones:

|         | Dimensiones<br>(LxAxHu) (m) | Volumen (m <sup>3</sup> ) | Tiempo ret. a<br>15 Qm (h) |
|---------|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| Higuera | 9,2x6,3x2,4                 | 139,10                    | 0,5                        |

En el tanque de tormentas se ha instalado un grupo de bombeo formado por 1+1 bombas sumergibles que tienen la función de bombear el caudal acumulado en el tanque de tormentas para reintroducirlo en el tratamiento. Estas bombas están controladas por un conjunto de boyas de nivel. Además se implementan la maniobra correspondiente para que los arranques se produzcan de forma que se equilibren las horas de funcionamiento de las dos bombas.

|         | Nº Bombas | Caudal(m <sup>3</sup> /h) | Altura (m.c.a.) |
|---------|-----------|---------------------------|-----------------|
| Higuera | 1+1       | 15,0                      | 5,8             |



Para evitar que las bombas se dañen, se coloca una reja de protección a la entrada del aliviadero de limpieza manual.

Así mismo, en Higuieruela, como se ha comentado, se automatiza la compuerta de entrada de forma que está gobernada por la señal generada por un medidor de contaminación situado en el canal de entrada i por la sonda de pH.

Así pues, cuando se detecta un incremento significativo de la carga contaminante (con exceso de pH), se genera una alarma al tiempo que se cierra la entrada al tratamiento y se deriva todo el afluente al tanque de tormentas.

Un vez restituidas las condiciones de operación normales, la compuerta se vuelve a abrir dejando circular el agua hacia el tratamiento. El operador será el responsable de bombear de forma controlada el agua acumulada en el tanque de tormentas hacia el tratamiento.

El tanque de tormentas se ha cubierto con una cubierta ligera de poliéster reforzado con fibra de vidrio para evitar la emisión de malos olores.

## 7.2 Pozo de gruesos

Al efecto de realizar una etapa de separación de cuerpos y elementos muy gruesos, que proteja los equipos de bombeo de elevación de agua bruta instalados, se instala en cada planta un pozo de gruesos.

Las características de los pozos de gruesos son prácticamente idénticas en las tres plantas. Los cajeros forman una pendiente de 50º hacia el interior, con una altura trapecial de 1,00 m. Tanto las paredes como la solera del pozo se encuentran recubiertos de carriles para proteger el hormigón de posibles golpes de la cuchara bivalva con la que se realiza la extracción de sólidos y limpieza del pozo. La cuchara está suspendida de un puente grúa eléctrico desde el cual es fácilmente manejada.

La zona del pretratamiento en la que se encuentra el pozo de gruesos se ha acondicionado, de forma que la solera sobre la que se asienta el contenedor en el que se depositan los sólidos extraídos del pozo, se ha protegido con carriles del mismo tipo que los que protegen las paredes y solera del pozo, para protegerla igualmente de golpes en los movimientos del contenedor. Esta zona cuenta con los accesos suficientes para permitir fáciles operaciones hasta el contenedor.

Estas instalaciones, las correspondientes a la elevación de agua bruta y las de pretratamiento se encuentran alojadas en el exterior.

Las características particulares para cada una de las plantas son las siguientes:

|                     | Dimensiones<br>(m <sup>2</sup> ) | Carga de agua<br>(m) | Capacidad<br>cuchara (l) |
|---------------------|----------------------------------|----------------------|--------------------------|
| Casas de Juan Núñez | 2 x 1,5                          | 1,00                 | 100                      |
| Pozo Lorente        | 2 x 1,5                          | 1,00                 | 100                      |

Higueruela 2 x 1,5 1,00 100

### 7.3. Desbaste de gruesos.

A continuación del pozo de gruesos, en la ventana que lo comunica con el pozo de bombeo de elevación, se instala una reja con 50 mm de luz elevable para proteger los equipos instalados aguas abajo y limpiar fácilmente.

### 7.4.- Bombeo de elevación

Como ya se ha indicado, es necesaria la elevación del agua bruta. Para ello se dispone en cada planta de una cámara de bombeo que va a elevar el caudal adecuado hasta una cota tal que a partir de ahí el agua circule por gravedad hasta su restitución.

Para ello se disponen en cada una de las elevaciones tres bombas centrífugas sumergibles, una en reserva, capaces de elevar los caudales de diseño de cada una de las plantas.

Estas bombas elevan el agua a tratar hasta los equipos de pretratamiento compactos.

Para la regulación del bombeo se dispone de un conjunto de boyas de nivel en el pozo de bombeo. También se programa la maniobra necesaria para que los arranques de cada bomba se produzcan de forma que se equilibren sus tiempos de funcionamiento.

Para las labores de mantenimiento de las bombas se utilizará un pescante instalado a tal efecto.

Las características particulares para cada una de las plantas son las siguientes:

|                     | Nº de bombas (ud) | Caudal bombas (m³/h) | Altura manométrica (m.c.a.) |
|---------------------|-------------------|----------------------|-----------------------------|
| Casas de Juan Núñez | 2 + 1             | 35                   | 5,0                         |
| Pozo Lorente        | 2 + 1             | 20                   | 5,0                         |
| Higueruela          | 2 + 1             | 60                   | 5,0                         |

### 7.5. Medida de caudal de agua a tratar

En la impulsión del bombeo de elevación, se instala, en cada planta, un caudalímetro electromagnético de diámetro adecuado, la función del cual es indicar y registrar los caudales elevados al pretratamiento.

El caudalímetro dispone de válvulas de aislamiento, así como de carrete de desmontaje para su mantenimiento o sustitución.

|                     | DN  |
|---------------------|-----|
| Casas de Juan Núñez | 125 |
| Pozo Lorente        | 125 |
| Higueruela          | 150 |

## 7.6. Pretratamiento

Una vez eliminados los sólidos decantables que lleva el agua, para poder efectuar un pretratamiento completo quedan por eliminar partículas de menor tamaño, fundamentalmente arenas y grasas que pueden incidir negativamente en posteriores operaciones. Así se evita la formación de copos o flóculos con los fangos activados, además de eliminar la acción abrasiva de la arena.

El pretratamiento se lleva cabo mediante un planta compacta de pretratamiento completo de aguas residuales municipales. Fabricada íntegramente en acero inoxidable AISI 304/321 (1.4301/1.4541) decapado en baño ácido y pasivado (excepto ajustes, accionamientos y apoyos). La planta compacta se instala en superficie a la intempería.

Para **Higueruela:**

|                     |                            |
|---------------------|----------------------------|
| Caudal              | $Q_{max} = 32 \text{ l/s}$ |
| Anchura del tanque  | $B = 1245 \text{ mm}$      |
| Longitud del tanque | $L = 6685 \text{ mm}$      |
| Altura del tanque   | $H1 = 1940 \text{ mm}$     |
| Altura total        | $H = 4008 \text{ mm}$      |

Para **Casas de Juan Nuñez y Pozo Lorente:**

|                     |                            |
|---------------------|----------------------------|
| Caudal              | $Q_{max} = 18 \text{ l/s}$ |
| Anchura del tanque  | $B = 1245 \text{ mm}$      |
| Longitud del tanque | $L = 4285 \text{ mm}$      |
| Altura del tanque   | $H1 = 1940 \text{ mm}$     |
| Altura total        | $H = 3698 \text{ mm}$      |

Incluye:

1.1 Tamiz: Optima separación de sólidos, flotantes, sedimentos y material en suspensión gracias a la inclinación del tamiz. Desbaste, transporte y prensado de residuos de forma encapsulada en un mismo equipo.

1.2 Desarenador longitudinal diseñado de acuerdo con las normas ATV. Grado de separación 73 %. Para un tamaño de partícula 0.20 mm.

1.2.1 Tanque donde van instalados: Tamiz con prensa integrada, tornillo desarenador y sistema de aireación. Fijados al tanque van las siguientes bridas:

Brida de entrada

Brida de salida

Drenaje con válvula de cierre

1.2.2 Tornillo horizontal para transportar y la arena al tornillo de extracción. Tornillo con un tubo como eje central para conseguir una mayor rigidez.

1.2.3 Tornillo inclinado para transportar, deshidratar estáticamente, separar y descargar la arena en el contenedor. Tornillo con un tubo como eje central para conseguir una mayor rigidez.

1.2.4 Cubierta para planta compacta.

1.2.5 Tolvas de descarga. Las dos tolvas de descarga son necesarias para la recogida tanto de los residuos de desbaste como de los del desarenador.

1.3 Sistema de desengrasado con aireación para la separación de grasas y sobrenadantes, instalado en el desarenador longitudinal, con: Desengrasador instalado lateralmente y paralelo al desarenador longitudinal, tiene su misma longitud, incluye rasqueta automática de grasas, y muro cortacorrientes con entradas tipo peine en su parte inferior.

Cuadro eléctrico de control para el funcionamiento automático de toda la planta compacta incluyendo tamiz, desarenador y clasificador de arenas.

Soplante para la aireación del desarenador

Bomba de grasas. Bomba excéntrica que recoge la mezcla agua-grasa y la bombea a la sección inferior del tubo ascendente del tamiz para su eliminación con los residuos de desbaste. Incluye tubería de aspiración e impulsión.

Lavado automático en la zona de prensado válvula R 1" con conexión GEKA, control integrado en cuadro eléctrico

Sistema integrado de lavado del residuo en el área de tamizado : El sistema de lavado del residuo (IRGA), comprende: lavado preliminar, lavado a presión y limpieza fina.

Las tres áreas de lavado disponen de boquillas de agua a presión, y funcionan íntimamente coordinadas con la opción de ser programadas en el panel de control central. Se obtiene por tanto una separación de la materia orgánica soluble que es devuelta al canal de aguas residuales (sustrato en la etapa biológica), así como un residuo sólido más puro e inodoro. Incluido control eléctrico.

### **7.7. Regulación y by-pass del agua pretratada.**

Una vez el agua ha pasado el pretratamiento, dada la diferencia de caudales máximos admisibles en éste y en el tratamiento biológico, se realiza una regulación de caudal.

Hasta este momento se ha procedido a una separación física de partículas más gruesas y

en parte finas y arenas del agua residual, seguidamente se procederá al tratamiento biológico.

Para efectuar la regulación de un modo fiable se dispone un sistema formado por dos arquetas comunicadas por el fondo por un tubo de sección determinada por y un vertedero lateral.

El tubo de unión de las arquetas se ha dimensionado de tal manera que genere una pérdida de carga tal, que en caso de un aumento de caudal, el aumento de nivel en la arqueta agua arriba sea lo más significativo posible. De esta manera aseguramos que, con el vertedero situado a la cota correcta, un aumento de caudal por encima del caudal punta de entrada a biológico, se evacúa a través del vertedero lateral.

Las características particulares para cada una de las plantas son las siguientes:

|                     | Longitud vertedero<br>regulable (mm) | Altura vertedero<br>regulable (mm) | Diámetro<br>comunicación<br>(mm) |
|---------------------|--------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| Casas de Juan Núñez | 1.400                                | 500                                | DN100                            |
| Pozo Lorente        | 1.000                                | 500                                | DN80                             |
| Higueruela          | 1.700                                | 500                                | DN150                            |

Para poder realizar el by-pass del tratamiento biológico y de esta forma restituir el agua pretratada al punto de vertido, se prevé la evacuación a través de vertedero. Para ello se instalará una compuerta para el cierre de la entrada al reactor biológico.

## 7.8. Reactor biológico

### Introducción

Sometida ya el agua bruta a un Pretratamiento inicia ahora su recorrido por un tratamiento biológico más perfecto y complejo y en el que básicamente se trata de reducir la materia orgánica que lleva consigo el agua. El método más habitual y por el que finalmente se prevé en todos los casos es el conocido por "fangos activados" que consiste, en esencia, en aportar oxígeno a las aguas y mantener en suspensión, a una muy alta concentración, microorganismos (bacterias, protozoos, etc.) que se desarrollan merced a ese oxígeno introducido y a la materia orgánica de la que se nutren.

A continuación se desarrolla más ampliamente el fundamento de este proceso, explicando más tarde las características de los biodiscos.

### Concepción del tratamiento de aeración prolongada

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 microorganismos aerobios, aglomerados en copos libres en el medio líquido.

La importancia global de la polución orgánica puede definirse por la  $DBO_5$  (Demanda Biológica de Oxígeno media a los cinco días del agua).

En el curso del tratamiento, una fracción de las materias orgánicas se oxida por la producción de energía vital. Otra fracción de las materias disueltas o coloidales es coagulada por las enzimas segregadas por los microorganismos, o absorbidas por los copos; no está o está poco oxidada, pero puede eliminarse por decantación.

Finalmente, la última parte es arrastrada con el agua depurada, de forma más o menos estabilizada. La energía vital sirve a la formación de protoplasma celular y a la constitución de las reservas.

Con el fin de poner mejor en evidencia los distintos aspectos del metabolismo bacteriano, aireando una muestra del agua residual sembrada de antemano con unos fangos activados se han obtenido los parámetros siguientes: masa de fangos activados,  $DBO_5$  a eliminar y necesidad instantánea de oxígeno, podemos distinguir tres fases de crecimiento:

La fase 1 de Crecimiento logarítmico, está caracterizada por un crecimiento muy rápido de la masa de los fangos activados y una disminución correlativa de la  $DBO_5$ .

Hay síntesis de nuevas células (fangos activados). Esta síntesis está acompañada de la transformación en forma de oxidación de una parte de materias orgánicas, en productos estables:  $CO_2$  y  $H_2O$ .

La fase 2 de Crecimiento desfalleciente, se caracteriza por la insuficiencia de la nutrición con respecto a la masa de fangos. Estos últimos, para crecer, deben consumir de su propia sustancia.

Hay aproximadamente tantas células que participan en la elaboración de otras nuevas como células que son transformadas en productos finales: la masa de los fangos se mantiene estacionada.

La fase 3 o Endógena en la que los microorganismos se ven forzados a metabolizar su propio protoplasma, sin reposición del mismo ya que la concentración del alimento disponible se halla en un mínimo.

En una instalación de tratamientos por Fangos Activados, alimentada en continuo, los copos de fangos son "de todas las edades", puesto que hay producción continua de nuevas células y purga de fangos en exceso.

En este tratamiento, no hay que perder de vista que, por el hecho de la presencia de copos de edad muy variable, se desarrollan simultáneamente un proceso de construcción (síntesis protoplasma) y un proceso de destrucción (degradación celular) teniendo el primero más amplitud que el segundo.

### **Aplicación del principio de la depuración biológica por aeración prolongada**

Las reacciones de transformación de las materias orgánicas se hacen por óxido-reducción

y así 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 distribuido, en función de las necesidades, como se verá más adelante.

Estas reacciones de oxidación tienen lugar en una cuba llamada de asimilación o reactor biológico, en la cual las aguas brutas se estacionan algunas horas. Las aguas que salen de la cuba de asimilación se llevan después a un clarificador, donde el agua depurada es separada de los Fangos Activados.

Para alcanzar el rendimiento de depuración deseado, hay que adaptar correctamente el peso de los Fangos Activados, presentes en el sistema, al peso diario de  $DBO_5$ , admitido en la cuba de asimilación. La relación de estas dos magnitudes, que se expresa en  $kg\ DBO_5/kg\ MS$ , se denomina "Carga Másica".

El ideal sería regular la concentración de los fangos en el depósito de activación con un valor muy elevado. De hecho, la experiencia muestra que la clarificación final puede funcionar correcta y económicamente, aunque la concentración de las cubas de aireación sea demasiado elevada, en razón de los límites aceptables de la carga en materias secas.

Las concentraciones habituales que se pueden mantener en los depósitos de aireación son generalmente inferiores a 4.000 ppm cuando se habla de procesos de media carga, y superiores cuando se trata de aireación prolongada; en nuestro caso se adoptan unas concentraciones máximas en las balsas, que oscilan entre 3500 y 4000 ppm, aunque podría elevarse esta concentración aumentando edad del fango y bajando carga másica si se desea, es decir, queda un margen amplio de maniobra de proceso.

Para mantener tales concentraciones en los depósitos de aireación es necesario proceder a una recirculación de los fangos activados captados en el clarificador.

La experiencia y el cálculo enseñan que el caudal de recirculación debe ser sensiblemente igual al caudal medio de las aguas admitidas en las cubas de aireación.

La extracción de fangos en exceso debe asegurarse de manera que se mantenga en las cubas de aireación una carga másica casi constante en el curso de la jornada.

### **Instalaciones precisas para el tratamiento biológico de aeración prolongada**

De acuerdo con el proceso que se acaba de definir, el tratamiento biológico se descompone en dos fases:

- Aeración
- Clarificación

De la Aeración o Activación se acaba de hablar extensamente; por otra parte la Clarificación tiene por objeto una sencilla operación destinada a retener los fangos antes del vertido de las aguas.

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 clarificación 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. En consecuencia, los elementos básicos que aparecen en todo Tratamiento Biológico son la cuba de asimilación o de aireación y el clarificador secundario.

La cuba de aireación recibe el efluente del pretratamiento y los fangos de recirculación del clarificador secundario.

Este a su vez, recibe el agua de la cuba de aireación y los fangos extraídos en él, se distribuyen a la cuba (fangos de retorno) o a las instalaciones de fangos biológicos (fangos en exceso).

El Proyecto Modificado Técnico Nº1 contempla una configuración tipo concentrada para el sistema constituido por el reactor biológico y el clarificador o decantador secundario. Esto significa que, con dimensiones adecuadas a las necesidades de cada planta, se dispone de un único sistema de tratamiento, así como una única configuración del mismo.

Así pues, decantador y reactor constituyen una única unidad de obra .

#### 7.8.1. Reactor biológico

A continuación se adjuntan las dimensiones de los recintos de aireación para cada una de las plantas.

|                     | Volumen<br>útil<br>(m <sup>3</sup> ) | Ancho<br>canal<br>(m) | Diámetro<br>int.<br>(m) | Altura útil<br>(m) |
|---------------------|--------------------------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------|
| Casas de Juan Núñez | 322                                  | 1,50                  | 7,00                    | 5,00               |
| Pozo Lorente        | 209                                  | 1,10                  | 6,30                    | 4,00               |
| Higueruela          | 1033                                 | 4,75                  | 9,20                    | 5,00               |

Se ha previsto el funcionamiento biológico con cargas másicas bajas lo que permitirá obtener fuertes rendimientos. En nuestro caso la carga másica está en torno a 0,05 kg/kg con concentraciones de 3.500 ppm.

Para el suministro de aire se ha dispuesto en cada planta de un sistema de soplante y difusores dimensionado para las necesidades específicas. En todos los casos, existe un soplante en reserva y un variador de frecuencia por soplante que actuará sobre cada una de las soplantes en marcha para regular el aporte de oxígeno y optimizar el consumo energético.

Para poder realizar dicho control, se instala en cada uno de los recintos de aireación un medidor de oxígeno disuelto cuya señal una vez tratada convenientemente por el sistema de control, actúa sobre el variador de frecuencia.

También es importante destacar, que el Proyecto Modificado Técnico Número 1



contempla la posibilidad de realizar el proceso de nitrificación, desnitrificación alternando periodos de marcha y paro de la aireación, con lo que el sistema de aireación se ha dimensionado con capacidad para aportar el caudal punta de diseño en 16 h/día.

Las necesidades de aire se han calculado teniendo en cuenta una punta de contaminación de 1,50 lo cual garantiza notablemente la capacidad de atender a toda la demanda que se presente.

Para garantizar la circulación en el interior del reactor se ha instalado un agitador sumergido por cada balsa.

La interconexión hidráulica entre los recintos de aireación y los decantadores secundarios se realiza por gravedad mediante una conducción que parte del fondo del recinto de aireación y va a parar al pilar central del decantador, donde entra a través de la campana tranquilizadora.

Igualmente se han instalado las correspondientes compuertas de acero inoxidable AISI-316 L y accionamiento manual para el vaciado de los recintos.

Adosada la pared exterior del recinto de aireación, se ha realizado la obra donde se instalan: los bombes de fango de recirculación y purga, el bombeo de sobrenadantes, el bombeo de vaciado y la entrada y salida de agua, así como el by-pass y alivio del exesco de caudal pretratado.

Las características del tratamiento biológico particularizadas para cada una de las plantas son las siguientes:

|                     | Soplantes                     | Agitación     |
|---------------------|-------------------------------|---------------|
| Casas de Juan Núñez | 2 ud x 470 Nm <sup>3</sup> /h | 1 ud x 1,5 kW |
| Pozo Lorente        | 2 ud x 370 Nm <sup>3</sup> /h | 1 ud x 1,5 kW |
| Higueruela          | 3 ud x 440 Nm <sup>3</sup> /h | 1 ud x 2,5 kW |

#### 7.8.2. Recirculación de fangos biológicos

Los fangos producidos en el tratamiento biológico de aeración prolongada son recirculados en parte a las cubas de aireación, con objeto de mantener de este modo la concentración de MLSS necesaria, dado el volumen de las balsas, para mantener la carga másica prevista. Otra parte de los fangos producidos, los que exceden el caudal de recirculación y no son necesarios en ésta, son enviados a su destino correspondiente, el espesador de gravedad.

El caudal de recirculación de fangos es función del caudal medio sobre 24 horas, de la concentración de MLSS que se pretende mantener para garantizar la carga másica correspondiente, y del índice volumétrico de fangos.

Los fangos a recircular, purgados del clarificador, son conducidos por gravedad, a través de una tubería que parte de la pozeta central de recogida del decantador y transcurre en parte por el fondo del recinto de aireación hasta una arqueta adosada a la pared exterior del

mismo recinto de aireación donde se inicia la elevación de los fangos de retorno que se realiza con bombas sumergibles que no rompen el flóculo.

Si bien se considera una concentración de la recirculación de 7 kg/m<sup>3</sup> de acuerdo con las características del fango, y la concentración en las balsas se ha considerado a efectos de dimensionamiento de la recirculación de 3,5 kg/m<sup>3</sup>, la capacidad de recirculación máxima adoptada en cada una de las plantas supera ampliamente las necesidades en todo caso.

Los fangos recirculados impulsados por una bomba sumergible por cada línea más una en reserva, de los tanques se dirigen a cabecera de aireación, a través de tubería, que desemboca en la entrada a las balsas.

Para controlar el caudal de recirculación se ha previsto en la línea de retorno a las cubas un medidor de caudal electromagnético, de forma que conociendo en todo momento el caudal puede aportarse en cada momento el volumen necesario. Para ello se actúa sobre el tiempo de funcionamiento de las bombas.

También se implementa la maniobra necesaria para que los tiempos de funcionamiento de las dos bombas de recirculación instaladas, se equilibren para permitir un desgaste uniforme.

En la arqueta de bombeo se colocan un conjunto de boyas de nivel cuya función es proteger a las bombas de funcionar en seco.

|                     | Nº de bombas<br>(ud) | Caudal<br>unitario<br>(m <sup>3</sup> /h) | Diámetro<br>medidor<br>(mm) |
|---------------------|----------------------|---|-----------------------------|
| Casas de Juan Núñez | 1 + 1                | 15  | 80                          |
| Pozo Lorente        | 1 + 1                | 15  | 80                          |
| Higueruela          | 1 + 1                | 35  | 100                         |

### 7.8.3. Bombeo de fangos biológicos en exceso

Los fangos biológicos en exceso, se bombean al espesamiento mediante bombas sumergibles.

Las bombas para el bombeo de fango en exceso aspiran de la misma arqueta que las bombas de fangos en recirculación.

La extracción se ha previsto en el caso más desfavorable en 4 horas funcionando una de las bombas. Al ser el destino final el espesador de gravedad, no se necesita que este tiempo sea mucho más amplio, como suele ser recomendable cuando el destino final es un espesador de flotación.

El número de unidades y los caudales unitarios previstos para cada una de las plantas son (en m<sup>3</sup>/h):

|                     | Nº de bombas<br>(ud) | Caudal<br>unitario<br>(m <sup>3</sup> /h) | Diámetro<br>medidor<br>(mm) |
|---------------------|----------------------|---|-----------------------------|
| Casas de Juan Núñez | 1 + 1                | 6   | 80                          |
| Pozo Lorente        | 1 + 1                | 6   | 80                          |
| Higueruela          | 1 + 1                | 6   | 80                          |

## 7.9. Clarificación

### 7.9.1. Introducción

Su principal objeto es la separación de las materias decantables del agua con anterioridad a su vertido, además de permitir la recogida de parte de microorganismos arrastrados por la corriente de las aguas a la salida de la aireación y que han de ser reintroducidos de nuevo en ella para mantener constante su alta concentración.

Esta recirculación es variable ya que también lo es la carga polucionante de entrada, por esta razón y por sencillez se explica la necesidad de un clarificador independiente. Su principio de funcionamiento es, análogo al de un decantador primario, y sigue la teoría de Kinch, variando los parámetros de diseño al ser también muy distintas las características del agua, especialmente la carga de sólidos en suspensión y la naturaleza floculante de los lodos activados.

### 7.9.2. Clarificación y extracción de flotantes

Para cada una de las plantas se han instalado los siguientes clarificadores:

|                     | ud | Tipo   | Diámetro<br>(m) | Altura útil<br>(m) |
|---------------------|----|--------|-----------------|--------------------|
| Casas de Juan Núñez | 1  | Radial | 7,0             | 5,0                |
| Pozo Lorente        | 1  | Radial | 6,0             | 4,0                |
| Higueruela          | 1  | Radial | 8,5             | 5,0                |

La descripción del aparato utilizado se basa en un depósito cilíndrico con fondo de forma cónica, con una columna central por la que entra el agua que lo atraviesa radialmente cayendo al fondo los lodos activados y ya estabilizados, pasando el agua clarificada que sale por vertedero a un canal perimetral desde donde se dirige previo paso por una medida de caudal de agua tratada y arqueta para captación de agua industrial al punto de vertido del efluente.

Por otra parte unas rasquetas de fondo arrastran los lodos a un pozo central desde donde son conducidos por tubería de acero inoxidable AISI 316 L, a una arqueta anexa al recinto de aireación en la que se hallan instalados los bombeos de recirculación y purga.

Se ha dispuesto la extracción de espumas y flotantes por barrido con rasquetas superficiales y retirada mediante caja sumergida. Esta tolva está conectada mediante una tubería de acero inoxidable AISI 316L a una arqueta anexa al recinto de aireación en la que se halla el bombeo de sobrenadantes y vaciados a cabecera de planta

Estos flotantes se incorporan al pozo de gruesos mediante 1 + 2 bombas de 15 m<sup>3</sup>/h a 6,5 m.c.a. que cumplen la doble función de bombear los flotantes y permitir el vaciado de los recintos de aireación y decantador.

### 7.10. Medida de caudal de agua tratada

El agua tratada es recogida en el vertedero perimetral del decantador secundario, desde donde se conduce mediante una tubería de acero inoxidable AISI316L hasta la obra de salida.

La obra de salida consta de dos cámaras diferenciadas, en la primera se instala un medidor de caudal electromagnético de agua tratada. En todos los casos el medidor dispone de válvulas de aislamiento y carrete de desmontaje.

Por medio de la tubería donde se instala el medidor electromagnético el agua tratada entra en la segunda de las cámaras. Esta segunda cámara dispone de un pequeño tanque de almacenamiento desde donde aspira el grupo de presión de agua de servicios y de un vertedero de cierta anchura que hace las veces de fuente de presentación punto de inspección y recogida de muestras.

El agua recogida aguas abajo de la fuente de presentación se une a la línea de by-pass de la EDAR y se conduce al punto de vertido.

Los diámetros de los medidores de caudal electromagnéticos son:

|                     | DN  |
|---------------------|-----|
| Casas de Juan Núñez | 150 |
| Pozo Lorente        | 125 |
| Higueruela          | 200 |

### 7.11. Tratamiento de fangos

Las plantas de tratamiento de aguas residuales tienen por objeto transformar las materias contaminantes disueltas en materias sedimentables y separar estas materias, así como las originalmente decantables de las aguas, consiguiéndose la estabilización de la materia orgánica.

Estas materias, llamadas habitualmente fangos pueden seguir dos caminos distintos. Parte se envía a las cubas de aireación, para así mantener en ella una alta concentración de microorganismos (recirculación) y otra parte (activados en exceso) han de ser extraídos del sistema.

En el caso de la aireación prolongada, no existe fango primario, decantando todo el fango de la depuradora en el clarificador.

El tratamiento de fangos tiene por finalidad:

- Reducir el volumen de gestión de fangos por medio de una operación de espesamiento y deshidratación.
- Poner en el almacenamiento un producto estabilizado, es decir, poco propenso a dar malos olores. Esto supone que las sustancias orgánicas biodegradables de los fangos habrán sido destruidas biológicamente (al menos parcialmente) o estabilizadas mediante tratamiento químico o térmico, e incluso destruirlas totalmente por medio de la incineración.

Son posibles dos métodos, en general, para estabilizar biológicamente un lodo:

- La digestión anaerobia, que da lugar a desprendimiento de metano, con inversiones iniciales importantes, con gastos de explotación reducidos y posibilidad de recuperación de energía.

- La digestión aerobia, que consiste en airear fuertemente los fangos, sin aportación de un nuevo sustrato. Los fangos activados sobreoxigenados, utilizan sus propias reservas como fuente de nutrición y se auto-destruyen por respiración endógena; los gastos de inversión son menos importantes que los relativos a la digestión anaerobia, al igual que los costes de mantenimiento y explotación, mientras que los gastos energéticos son más elevados.

En este caso, el fango se estabiliza aeróbicamente en la balsa, al alcanzarse la edad del fango precisa para ello.

En el presente proyecto, se ha optado por los siguientes procesos:

- Espesamiento por espesador de gravedad de los fangos estabilizados.
- Deshidratación del fango estabilizado mediante centrífuga centralizada en la EDAR de Higuera.

El Proyecto Modificado Técnico Número 1 incorpora, respecto al Proyecto Constructivo, la mejora de realizar el tratamiento biológico en todas las EDARs mediante aireación prolongada, con lo que también se unifica la tipología del fango purgado. Ello significa que en Pozo Lorente y Casas de Juan Nuñez, el espesamiento, también se realiza mediante un espesador por gravedad.

En todos los casos, la deshidratación se lleva a cabo en unas centrífugas instaladas en la EDAR de Higuera, lo cual supone una mejora en Pozo Lorente y Casas de Juan Nuñez donde se preveía realizarla en filtro banda, ya que se mejora el rendimiento, la limpieza y la facilidad de explotación, al tiempo que se duplica la línea.

## **7.12. Espesamiento de Fangos**

Los lodos digeridos, extraídos de los clarificadores antes de su deshidratación son sometidos a un proceso intermedio de espesamiento, con la finalidad de reducir el volumen de fangos mediante su concentración, o eliminación parcial de agua de arrastre o construcción. De esta forma se reduce el volumen de fango a transportar a la central de deshidratación.

Estas operaciones de espesado comportan las siguientes ventajas:

- Reducción de la capacidad de los tanques posteriores y de los equipos correspondientes
- Reducción y mejora de los equipos y funcionamiento de la deshidratación de fangos.

Para el espesamiento de los fangos estabilizados, se ha optado por espesadores de gravedad, estáticos ya que las plantas son de pequeñas dimensiones.

La acometida de los fangos al espesador, se realiza superficialmente, en la parte central,

siendo equirrepartido y dirigido por un cilindro tranquilizador.

Los fangos espesados son purgados desde el fondo del aparato, mientras que el sobrenadante es recogido en un canal perimetral, provisto de tubos de rebose en su parte inferior, para su reincorporación a la línea de agua en cabecera de planta.

Los espesadores proyectados para cada una de las plantas permiten una estancia del caudal de fangos de 7 días en el caso más desfavorable, por lo que puede utilizarse como almacenamiento previo al transporte en los casos de Casas de Juan Nuñez y Pozo Lorente.

Se considera una concentración de salida del fango de 20 kg/m<sup>3</sup>.

Los espesadores se prevén cubiertos con PRFV y desodorizados en Higuieruela con carbón activo con 4 renovaciones por hora.

Las características de los espesadores particularizadas para cada una de las plantas son las siguientes:

|                     | Diámetro<br>(m) | Altura recta<br>(m) | Tipo     |
|---------------------|-----------------|---------------------|----------|
| Casas de Juan Núñez | 3,0             | 3,0                 | Estático |
| Pozo Lorente        | 2,5             | 2,5                 | Estático |
| Higuieruela         | 3,0             | 3,0                 | Estático |

En Higuieruela se instala un tanque de homogeneización de fangos previo a la deshidratación con una capacidad de 50 m<sup>3</sup>, cuya función será la de recibir los fangos de todas las plantas y homogeneizarlos para su alimentación a la deshidratación.

### **7.13. Deshidratación de fangos.**

#### **7.13.1. Introducción**

Una vez conseguida la estabilización de los fangos, éstos se someten a un proceso de deshidratación, de forma tal, que permite reducción de volumen y facilidad en su manejo.

Esta operación requiere de una cierta supervisión del operario, además de constituir un proceso crítico para el funcionamiento de la EDAR. Por ello, se ha implementado centralizarla en la más grande de las EDAR, es decir en Higuieruela, al tiempo que se han duplicado los equipos de deshidratación para disponer de una línea en reserva.

En la planta proyectada se realiza la deshidratación de los lodos mediante centrífuga en de forma que se obtenga la sequedad de los fangos requerida.

Las instalaciones que conforman este apartado son las siguientes:

- Bombeo fangos a deshidratar

- Acondicionamiento de fangos
- Centrífuga

#### 7.13.2. Equipos de deshidratación

Se instalan dos centrífugas en la planta de Higuieruela con capacidad unitaria suficiente para tratar el caudal de fangos generados en el conjunto de las estaciones depuradoras.

|             | Caudal<br>hidraulico<br>(m <sup>3</sup> /h) | Caudal<br>másico<br>(kgMS/h) | Potencia<br>(kw) |
|-------------|---|------------------------------|------------------|
| Higuieruela | 2,0-4,0                                     | 40,0-70,0                    | 7,50             |

Para acondicionamiento químico de este tipo de lodos se utiliza polielectrolito catiónico.

Este reactivo, que se suministra en polvo, según la necesidades diarias de cada una de las plantas se prepara en un equipo de preparación compacto automático con cuba, dosificador y dos electro agitadores con capacidad de 850 l, hasta conseguir su dilución de solución madre (0,5 %). La salida de la cuba alimenta a dos bombas dosificadoras de pistón, una de ellas en reserva, de 17,50 a 175 l/h.

Los fangos, procedentes del tanque de homogeneización son aspirados por dos bombas de tornillo helicoidal, una de ellas en reserva de 1 a 4 m<sup>3</sup>/h.

Los fangos secos procedentes de centrífuga, son posteriormente retirados mediante bomba de tornillo helicoidal de 0,40 a 1 m<sup>3</sup>/h que los eleva hasta silo de almacenamiento de 30 m<sup>3</sup>, lo cual proporciona un tiempo de almacenamiento de más de 6 días en el peor de los casos.

La zona de deshidratación, dispondrá dos polipastos manuales instalados sobre cada una de las centrífugas, lo cual permitirá realizar las operaciones de mantenimiento. Esta zona se prevé desodorizada con carbón activo con 8 renovaciones por hora.

Si incorporan 2 caudalímetros electromagnéticos de diámetro 50 mm DN50 en las 2 centrífugas para llevar el control de los fangos espesados llevados a deshidratación.

### 7.14. Consideraciones relativas a la obra civil

Las obras reflejadas en el proyecto y que se pasan a definir con detalle a continuación son las estaciones depuradoras de aguas residuales de Casas de Juan Núñez, Pozo Lorente e Higuieruela.

#### 7.14.1. Explanación de la parcela. Movimiento general de tierras



Las parcelas utilizadas para las depuradoras tienen unas superficies de:

|                     |                      |
|---------------------|----------------------|
| Casas de Juan Núñez | 2.100 m <sup>2</sup> |
| Pozo Lorente        | 4.000 m <sup>2</sup> |
| Higueruela          | 9.000 m <sup>2</sup> |

Antes de iniciar las obras se realizó un movimiento de tierras consistente en:

- Despeje, desbroce y limpieza del terreno para eliminar la tierra vegetal y posibles rellenos de carácter superficial.
- Excavación en explanación a cielo abierto hasta eliminar la capa de terreno no utilizable.

Una vez conseguida la cota de explanación mediante desmonte de la parcela se procedió a realizar la excavación en vaciado de los depósitos y se procedió el resto de las obras.

#### 7.14.2. Características geotécnicas del terreno.

A continuación realizamos una pequeña descripción de los diferentes grupos litológicos encontrados en el terreno de cada depuradora.

Los niveles detectados en Casas de Juan Núñez son los siguientes:

- Nivel 1: Suelo vegetal
- Nivel 2: Arenas y limos marrones con cantos y gravas de caliza

En cuanto al nivel freático, no se ha detectado en las cotas investigadas, aunque parece intuirse la presencia de uno a – 6,00 m en el penetrómetro nº 1.

Los niveles detectados en Pozo Lorente son los siguientes:

- Nivel 1: Suelo vegetal
- Nivel 2: Limos marrones con arenas, cantos y gravas

En cuanto al nivel freático, no se ha detectado en las cotas investigadas.

Los niveles detectados en Higueruela son los siguientes:

- Nivel 1: Suelo vegetal
- Nivel 2: Margas arenosas con niveles algo cementados
- Nivel 3: Costra calcárea
- Nivel 4: Arcillas rojizas con arenas

En cuanto al nivel freático, no se ha detectado en las cotas investigadas.

### 7.14.3. Cimentaciones

Teniendo en cuenta el corte geotécnico del terreno y las características de los diferentes elementos constructivos de las futuras E.D.A.R.'s, se cimentan los depósitos con losa y los edificios con zapatas convenientemente arriostradas.

Según se indica en el anejo de cálculos estructurales, se ha considerado la norma sismorresistente en la zona objeto del Proyecto.

Según las consideraciones establecidas en el punto anterior respecto a la presencia de nivel freático se comprueban las cimentaciones afectadas por el mismo.

En una E.D.A.R. hay que distinguir principalmente dos tipos de estructuras:

- depósitos de agua y
- edificaciones

En función de las consideraciones enunciadas anteriormente se han adoptado los siguientes tipos de cimentación:

#### Depósitos de agua

Se cimentan mediante losa de cimentación.

Todos los depósitos apoyan sobre una base de material granular de 15 cm de espesor como mínimo; de esta forma mejoramos y homogeneizamos el nivel de apoyo.

#### Edificaciones

Siempre se cimentan mediante zapatas convenientemente arriostradas.

### 7.14.4. Estructuras

#### Depósitos de agua

Se realizan su totalidad en hormigón armado, con los espesores adecuados en función de los esfuerzos que deben soportar.

Como acciones consideradas: el empuje hidrostático interior y el empuje del terreno exterior.

Se han utilizado muros rectos, ya que el hacerlo de sección variable produce mayores complicaciones en el momento de su construcción. Serán en su mayoría de espesor constante. Cuando debido a los esfuerzos de agua o tierras el espesor de muros supere los 50 cm., estos se ejecutarán por tramos, reduciendo en cada uno su espesor.

La situación más desfavorable se ha presentado en los recintos biológicos, con una altura de agua de 5,00 m.

Siempre consideramos fisuración en ambiente Qb o IV, según la EHE.

En los depósitos circulares se considerara el efecto anillo, disponiendo armaduras circulares horizontales trabajando a tracción que hacen disminuir el esfuerzo de flexión de las armaduras verticales.

#### Edificaciones

La estructura de edificios esta formada por los siguientes elementos:

-Cimentación mediante zapatas arriostradas.

-Estructura entramada mediante pilares y vigas de hormigón armado.

-Las bancadas de elementos mecánicos que transmiten cargas importantes, llevan su propia cimentación independiente de la solera de la planta inferior.

#### 7.14.5. Arquitectura

En todas las plantas depuradoras, puesto que las líneas de tratamiento son idénticas y las necesidades parecidas dentro de la diferencia de escala, se han construido edificios similares.

En su diseño se ha tenido en cuenta la función que se va a desarrollar en ellos, así como su estética exterior, buscando una integración en armonía con el entorno, funcionalidad y economía.

Se ha realizado en cada planta un único edificio que alberga las dependencias de:

- Sala de armarios eléctricos y control.
- Vestuario y servicios
- Almacén (sólo en Higuera)
- Sala de deshidratación (sólo en Higuera)
- Sal de soplantes

#### Edificio de servicios

Son los edificios en los que se desarrollan actividades de tipo organizador, de control, administrativo o albergan dependencias auxiliares (comedores, vestuarios, etc.). Aunque en el no se desarrollan funciones de proceso es indispensable en cualquier planta depuradora.

En los casos en que hay un único edificio, se diferencian dos zonas independientes.

En Higuera las calidades son:

- Cerramiento de placa prefabricada acabado liso pintado.
- Cubierta plana invertida, con asilamiento de tela asfáltica y grava.
- Carpintería de aluminio lacado en ventanas, con vidriería climalit.
- Carpintería de aluminio lacado en accesos principales.
- Puertas metálicas industriales en acceso salas.
- Puertas interiores de madera con acabado melanina.

- Solado con baldosas de terrazo en tonos oscuros en las salas de armarios eléctricos y control, vestuario y de deshidratación.
- Enfoscado con mortero de cemento y acabado de pintura plástica en taller –almacén y sala de soplantes.
- Guarnecido y enlucido de yeso con acabado de pintura plástica en sala e armarios eléctricos y control.
- Alicatado con plaqueta de gres en paredes, aseos y vestuarios.
- Falso techo de placas de escayola en sala de armarios eléctricos y control , servicios y vestuarios.
- Instalaciones de agua fría, caliente, desagües, electricidad y climatización.

En Casas de Juan Núñez y Pozo Lorente, se prevé realizar un edificio para albergar:

- Sala de soplantes.
- Sala de control y armarios eléctricos.
- Vestuario y aseos.

Estos edificios están previstos con las siguientes calidades.

- Cimentación y estructura en hormigón armado "in situ".
- Cerramiento en fabrica de bloque enfoscado en ambas caras. En la cara exterior con aplacado de piedra hasta 1 m de altura y pintada. En la cara interior: enfoscado en el sala de soplantes, enfoscada y pintada en la sala de control y vestuarios y alicatada en la zona de los sanitarios y ducha.
- Falso techo de placa de yeso en la sala de control y los vestuarios.
- Puertas metálicas industriales en acceso salas.
- Puertas interiores de madera con acabado melanina.
- Solado con baldosas de terrazo en tonos oscuros en las salas de armarios eléctricos y control y vestuario.
- Instalaciones de agua fría, caliente, desagües, electricidad y climatización.

#### 7.14.6. Conducciones interiores

Se han realizado las siguientes redes de tuberías en cada depuradora:

- Red de tratamiento de agua,
- Red de fangos,
- Red de vaciados,
- Red de pluviales y
- Red de agua industrial.
- La red de tratamiento de agua se proyecta en polietileno corrugado en las conducciones por gravedad y enterradas y acero inoxidable AISI316L para las conducciones con presión y vistas.
- La red de fangos es de polietileno corrugado en las conducciones por gravedad y acero inoxidable AISI316L en las conducciones bajo presión,
- La red de vaciados en PEAD o PEDC y AISI316L.

- La red de pluviales está formada por sumideros y pozos de registro unidos por colectores de PEDC.
- La red de agua potable y agua de servicios se resuelve con tubería de polietileno de alta densidad.

Los diámetros y disposiciones de cada una de estas redes se pueden ver en los planos correspondientes.

#### 7.14.7. Urbanización

Se realiza un vial principal que permite el acceso para vehículos pesados a todos los elementos que lo precisan. El firme está formado por:

- 15 cm. de subbase de zahorra natural compactada al 95% P.M.
- 15 cm. de base de zahorra artificial compactada al 98% P.M.
- 5 cm de mezcla bituminosa en caliente. S-12

Se disponen aceras de losetas hidráulicas de 20 x 20 cm. alrededor del edificio.

Los bordillos que limitan las calzadas son de hormigón prefabricado. Se incluye bordillo en todos los viales de grava internos de la planta, delimitando las zonas peatonales.

El cerramiento consiste en una malla metálica galvanizada de simple torsión y 2 m. de altura, con tubos de acero galvanizado cada 3,00 m y una zona sobre zócalo de fábrica de 6 cm en la entrada a cada E.D.A.R.

Se instala una puerta de acceso corredera soportada con muretes de fábrica para acceso de vehículos y otra puerta de apertura manual para acceso peatonal de 1,00 m de ancho y 2,50 m de altura.

Se disponen luminarias en todo el recinto.

#### 7.14.8. Jardinería

Se instala vegetación autóctona mínima para el mínimo mantenimiento, así como grava sobre malla geotextil en viales internos y zonas próximas a zonas de acceso. De esta manera se evita el crecimiento de vegetación que requiere mantenimiento y se facilita el acceso a las diferentes zona minimizando los riesgos de resbalones, caídas y ensuciamiento de los operarios.

#### 7.14.9. Camino de acceso

El acceso a las plantas se ha realizado como se indica a continuación:

### **Casas de Juan Núñez**

El acceso a la planta se realiza mediante la adecuación del camino que parte del camino al cementerio, desde la Calle Pozos, con una longitud de 500 m. Se incluye finalmente una parte del desvío hacia el camino superior de acceso a granja colindante, ya que se comprueba que es una acceso más adecuado para camiones por su anchura.

## **Pozo Lorente**

El acceso a la planta se realiza mediante la adecuación de un camino desde la carretera de Ayora con una longitud aproximada de 700 m.

## **Higueruela**

El acceso a la planta se realiza desde la carretera de Higueruela a Hoya Gonzalo, siguiendo el Camino del Derramador, que se acondiciona en una longitud de 2.000 metros.

### **7.15. Instalación eléctrica en alta y baja tensión.**

#### **7.15.1. Suministro de energía a las instalaciones**

El suministro de energía a las diferentes Estaciones Depuradoras según información de la Compañía Suministradora de Electricidad Iberdrola se realiza en cada caso como a continuación se indica:

##### **A) CASAS DE JUAN NUÑEZ**

Para la acometida es preciso sustituir el trafo existente de propiedad de Iberdrola, por otro de 100 kVA. Este transformador está ubicado en un poste junto a la depuradora. También es necesario añadir otro poste y la caja de seccionamiento correspondiente.

##### **B) POZO LORENTE**

La acometida se realiza en el apoyo situado junto al camino de Pozo Lorente a la carretera de Ayora, al comienzo del mismo. Distancia aproximada 700 m, la línea es de 20 KV y discurre aérea.

##### **C) HIGUERUELA**

La acometida se realiza desde el poste situado junto al camino del Derramador. La acometida tiene una longitud aproximada de 1600 m y discurrirá aérea. La línea es de 20 KV.

Una vez llegada la línea, en todos los casos al borde de la parcela, acometemos al Centro de Transformación, dicho Centro será un edificio prefabricado de hormigón en el caso Higueruela, mientras que en los casos de Pozo Lorente, Casas de Juan Núñez, dada la corta necesidad de potencia, se ha instalado un transformador de intemperie situado en apoyo preparado a tal fin.

El Centro de Transformación que va en edificio prefabricado EHC-3T1D está equipado con:

- Una celda modular de línea modelo SM6, tipo SM6, con interruptor seccionador en SF6.
- Una celda de protección general modelo SM6, tipo QMB con interruptor y fusibles combinados. Relé para protección homopolar

- Una celda de medida SM6 tipo GBC, con tres transformadores de tensión unipolares y tres transformadores de intensidad.
- Dos celdas de protección de transformador SM6, tipo SQM ruptofusible con interruptor y fusibles combinados.
- Un armario de medida, según el Reglamento de puntos de medida .
- Un transformador trifásico de 160 KVA en aceite, conexión Dyn11, 20.000 V,  $\pm 2,5\%$ ,  $\pm 5\%$  y 400 V.

Se ha realizado una red equipotencial para herrajes A.T. y transformadores y un pozo de tierras para puertas, ventanas y armarios metálicos; de esta forma establecemos tres sistemas independientes de las tierras. La resistencia de estos circuitos es inferior a 10 ohmios.

La red equipotencial está constituida por conductor de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección y las mallas están abrazadas por una grapa de conexión. Se dejan arquetas para conexión de los tres circuitos de toma de tierra. El tercer circuito estará unido a piquetas o placas de tierra a través de una grapa de conexión, situada fuera de las celdas, con cable de Cu de 50 mm<sup>2</sup> de sección.

#### 7.15.2. Líneas de B.T. Generalidades

Las alimentaciones se hacen con cable tipo RV 0,6/1 KV, de sección calculada según tablas I y II de MI-ET-007. Estos cables irán enterrados bajo tubo.

#### 7.15.3. Armarios de distribución

Se instala un armario de distribución general dotado con interruptor de acometida con protección magnetotérmica, e interruptores de salida a los distintos cuadros de planta con protección magnetotérmica y diferencial.

Se ha incluido también analizadores de red para la medida de magnitudes eléctricas en las acometidas de los transformadores. Estos analizadores disponen de salidas analógica, de pulsos y comunicación RS232/486

El embarrado general está formado por pletina de cobre electrolítico, habiéndose calculado sus anclajes para poder soportar los efectos electrodinámicos que puedan producir 50 KA de cortocircuito.

#### 7.15.4. Armario de control de motores

Estos armarios están formados por chapa electrocincada de espesor 1,00 mm a 1,50 mm, con revestimiento de pintura termo-endurecida a base de resina epoxy modificada con poliéster.

A cada motor se acomete, desde el embarrado general, a través de:

- Interruptor automático magnetotérmico.
- Relé diferencial y transformador.
- Contactor.

- Relé auxiliar.
- Pilotos de señalización.
- Pulsadores de marcha, paro y rearme.
- Conmutador manual o aut.

El contactor está diseñado para servicio duro y capaz de abrir o cerrar hasta 8 veces la intensidad nominal a la tensión nominal y factor de potencia máxima de 0,6. Llevan dos contactos normalmente cerrados y dos normalmente abiertos para futuros enclavamientos.

Los motores que lo requieran estarán provistos de variador de frecuencia.

Los armarios tienen un espacio de reserva del 20%.

#### 7.15.5. Mando y señalización

La tensión de mando se obtiene a partir de la tensión de alimentación en el centro de control de motores, por medio de un transformador de mando 400/230 V de un sólo arrollamiento secundario, evitándose de esta forma retornos, falsas averías y eventuales fallos provocados por caídas de tensión en los circuitos de control provocadas por el arranque de máquinas de elevada potencia.

Todos los aparatos de control (pulsadores, finales de carrera, presostatos, etc.) exteriores a los cuadros, que se refieren a un mismo circuito de mando, están imperativamente agrupados en el circuito sobre una sola y única fase o polaridad de la fuente de tensión de mando.

El común de las bobinas está sobre la fase o polaridad equipada con la barreta seccionable.

El color de los pulsadores de mando se selecciona teniendo en cuenta su misión.

El color rojo se utiliza para la función "parada". Los pulsadores y manetas para "parada de urgencia" y los pulsadores de parada, son de color rojo.

El color verde se utiliza para los pulsadores de puesta en marcha.

#### 7.15.6. Cortacircuitos

Para la protección contra faltas en las salidas a motores, se utilizarán interruptores automáticos con protección magnetotérmica y diferencial integrada con intensidad umbral regulable.

Los cortacircuitos destinados a la protección de circuitos de mando, control y pilotos, serán de alta capacidad de ruptura y acción rápida.

#### 7.15.7. Cableado

Las conexiones de los cuadros son efectuadas con conductores de cable flexible o rígido de sección igual o mayor a 2,5 mm<sup>2</sup> y tensión de servicio mínima 1000 V. Tensión de prueba 2.500 V. Los extremos de todos los conductores estarán marcados de acuerdo con el



esquema de principio y provistos de terminales engastados y aislados.

El cableado está alojado en canaletas de plástico, con accesibilidad por la cara delantera.

#### 7.15.8. Instalación de fuerza en baja tensión

La alimentación a la instalación de fuerza en baja tensión, se realiza desde el Centro de Transformación al Armario de Distribución, desde donde se distribuye a los Armarios de Control de Motores. En todas las alimentaciones se emplea conductor de 0.6/1 KV designación RV, discurriendo por bandejas de cables montadas en paramentos verticales y empotrado en canalizaciones subterráneas en distribuciones horizontales.

Los cables enterrados discurren bajo tubería de PVC de diámetros adecuados, registrable por arquetas con tapa y fondo con drenaje, y a una profundidad igual o superior a 80 cm. según MI-ET-006

Desde cada cuadro de zona, y partiendo de bornas numeradas, sale línea de cuatro hilos en conductor enterizo y sección adecuada, protegido bajo tubo de acero galvanizado o de PVC de diámetro Pg adecuado, que se registra por medio de cajas blindadas y estancas que acomete a los motores.

#### 7.15.9. Equipo corrector del factor de potencia

Con el fin de corregir el factor de potencia de la instalación, se instala una batería Automática de condensadores, calculada en función del consumo real de la planta, suficiente para mejorar el  $\cos \phi$ , hasta el valor de 0.95 o mejor.

Los condensadores son secos, realizados en polipropileno dotados de resistencias de descarga y fusibles APR de protección.

Disponen así mismo de regulador electrónico de reactiva adaptado a las necesidades de cada una de las plantas.

#### 7.15.10. Instalaciones de alumbrado

El suministro de energía a las instalaciones de alumbrado se realiza desde armario específico para este fin

El cuadro va puesto a tierra según MI-BT-039, desde el circuito principal, por medio de conductor de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección.

En este armario se aloja un interruptor tetrapolar general y relé magnetotérmico, así como interruptores automáticos que alimentan los circuitos en los que está dividido este Cuadro de Distribución. Estos van equipados con un interruptor automático magnetotérmico bipolar elegidos según MI-BT-012-2.8. para alumbrado interior, y tetrapolares de intensidades adecuadas para resto de edificios y exterior.

A partir de las bornas de dicho armario, y hasta los receptores correspondientes, el cableado se realiza con cables de aislamiento RV de 1 KV., en zonas exteriores y de 0,75 KV. en interior.

Las secciones de los cables se han calculado según MI-BT-009-1.2.2., de acuerdo con las intensidades admisibles en el reglamento según MI-BT-017 tablas I y II., y comprobando que la caída de tensión al final de cada línea no ha sobrepasado el 3 % admisible según MI-BT-017-2.1.2.

La iluminación en el edificio, se realiza con equipos fluorescentes, estancas de 2 x 58 W, empotrables de 4x18 W, puntos de luz de 60 W. Existen dispositivos de emergencia en todos los centros de trabajo.

Los niveles de iluminación utilizados para el cálculo son los siguientes:

|  |         |
|--|---------|
| - Sala de control y de cuadros eléctricos: | 300 lux |
| - Pasillos y Hall:                         | 100 lux |
| - Talleres:                                | 250 lux |
| - Salas industriales:                      | 200 lux |
| - Sótanos:                                 | 50 lux  |

La iluminación exterior de viales se realiza con báculos de 4,00 m. de altura y luminarias con lámparas de vapor de sodio de 1 x 150 W. Todas las columnas van puestas a tierra con cable de 16 mm<sup>2</sup> de sección, según MI-BT-009.

También se han utilizado brazos murales ubicados en fachada de 1 m de longitud con luminaria cerrada y lámparas de vapor de sodio de 1 x 100 W.

La instalación de alumbrado exterior, se ha realizado con cable de aislamiento RV de 1 KV armado de 6 mm<sup>2</sup> de sección mínima.

Estos cables discurren bajo tubería de plástico enterrada a 0,60 m. de profundidad.

#### 7.15.11. Telefonía

Se ha previsto dos tipos de instalación de telefonía para las diferentes Estaciones Depuradoras, en función de las necesidades de comunicación.

Dada la dificultad y coste de una línea fija, se ha instalado un sistema de telegestión de alarmas, de envío de mensajes a móvil de la EDAR de Higuera de la Sierra al móvil del operario. Dada la cercanía de las plantas y diaria visita a las 3 EDAR, no se prevé envío de alarmas de Pozo Lorente y Casas de Juan Núñez. El sistema permitiría realizar cualquier sistema de telecontrol o telegestión con adaptación de los equipos existentes.

#### 7.15.12. Descargas eléctricas

Se realiza la instalación de pararrayos en las 3 EDAR calculados en función de superficie y alturas de los edificios de las EDAR.

#### 7.15.13. Grupo electrógeno

No se prevé la instalación de grupo electrógeno.

## **7.16. Servicios generales.**

### **Red de agua industrial**

En cada una de las plantas proyectadas, se ha dispuesto un sistema de provisión de agua de servicios procedentes del agua tratada.

Para el cálculo y dimensionamiento de las instalaciones precisas, se han tenido en cuenta la precisión de consumos para la red de servicios y dilución de reactivos.

La toma de agua tratada se realiza en la arqueta de agua tratada situada en la obra de salida. Desde la arqueta de salida del decantador el agua pasa por gravedad al depósito de agua tratada. La captación del grupo de presión se realiza desde el depósito de agua tratada.

De este depósito aspiran las motobombas de agua del grupo de presión para la red de servicios.

El grupo de presión, está formado por dos (2) grupos electrobombas verticales multicelulares de 20 m<sup>3</sup>/h de caudal unitario a 5 kg/cm<sup>2</sup> de presión y un calderín de membrana de 700 lts, de donde parte la red de agua de servicios.

### **Red de servicios**

Se dispone una red general de distribución de agua para limpieza de edificios, e instalaciones, y acometida de agua a presión a conducciones de fangos y reactivos.

Para limpieza de edificios industriales se instala, partiendo de la red general de distribución una red de agua de servicios en polietileno con puntos de toma dotados de válvula y conexión para manguera en aquellos puntos en los que prevé una atención más cuidada.

Igualmente y para inyección de agua a presión a las conducciones de fangos, grasas y reactivos, se dispone de unas conexiones con la red de agua a presión, dotadas de válvula, de aislamiento.

### **Red de aire de servicio**

No se realiza por no ser necesaria en este caso.

### **Red de vaciado y reboses de tanques**

Se ha dispuesto una red general de vaciados de tanques, de manera que todos los aparatos puedan vaciarse a través de una red de tuberías hasta el pozo de gruesos de instalación.

Para elevación de vaciados y reboses a cabecera se disponen 2+1 bombas sumergibles instaladas en la obra de bombeos anexa al recinto biológico. Estas bombas tienen en todos los casos un caudal unitario de 15 m<sup>3</sup>/h a una altura manométrica de 6,5 m.c.a. y cumplen la doble función de bombear los sobrenadantes a cabecera en un funcionamiento normal, y vaciar el recinto de aireación y el decantador en casos de excepcionales de necesidad.

Para permitir esta duplicidad de operaciones, se ha instalado un juego de compuertas que comunican la arqueta de bombeo con el recinto de aireación y la arqueta de fangos decantados.

### **Desodorización**

Se ha previsto una desodorización por carbón activo en los recintos que pueden emitir malos olores, y que son básicamente la zona de deshidratación en la que se prevén 8 renovaciones por horas igual que los silos de espesamiento, homogeneización y deshidratación. La capacidad de la torre de carbón activo instalada en Higuieruela es de 2.000 m<sup>3</sup>/h.

### **7.17. Edificaciones**

En las diferentes plantas objeto del proyecto se han construido una serie de edificios para albergar las distintas instalaciones.

Se han ubicado todas las dependencias en un único edificio, con zonas diferenciadas para uso industrial y de control.

La zona destinada a control tiene una sala de control y unos vestuarios y servicios en todas las plantas y además en Higuieruela cuenta con un almacén – taller y un laboratorio. Todas estas dependencias completan unas instalaciones de control y personal perfectamente ajustadas a estas plantas.

Las instalaciones de sala de soplantes y deshidratación en el caso de Higuieruela se alojan en una zona independiente de la anterior.

En Higuieruela se realiza la desodorización de la parte correspondiente a la deshidratación con 8 renovaciones por hora, por carbón activo, para minimizar el impacto medioambiental de la depuradora como emisora de malos olores.

En cuanto a características de cimentaciones, cerramiento y albañilería sigue las líneas de los edificios de la planta que se han explicado en el punto 4.14 de esta Memoria.

### **7.18. Red de pluviales.**

Se ha dispuesto una red de pluviales en toda la zona ocupada por viales y las correspondientes arquetas sumidero de fábrica de ladrillo macizo enfoscada o prefabricadas, que se reúnen en pozos de registro y desde donde el agua de lluvia es evacuada.

## **8. Afecciones a bienes y servicios**

No hay afecciones a servicios.

En cuanto a las afecciones a bienes, ver anejo número 11 "Anejo de expropiaciones".

## **9. Documentos que integran el proyecto**

Documento núm. 1: MEMORIA Y ANEJOS

### **MEMORIA**

1. Antecedentes
2. Objeto del proyecto
3. Datos de partida
4. Trabajos topográficos
5. Geología y geotecnia
6. Justificación de la solución adoptada
7. Descripción de las obras que integran el proyecto
8. Afecciones a bienes y servicios
9. Documentos que integran el proyecto
- 10 Plazo de ejecución
11. Revisión de precios
12. Plazo de garantía
13. Presupuesto
14. Clasificación del contratista
15. Declaración de obra completa

### ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo núm. 0 : Actas de comprobación replanteo i suspensión de les obras i propuesta de autorización de redacción del proyecto modificado.

Anejo núm. 1 : Datos básicos..

Anejo núm. 2 : Geotecnia.

Anejo núm. 3 : Topografía.

Anejo núm. 4 : Resultados de la Campaña Analítica.

Anejo núm. 5 : Cálculos funcionales.

Anejo núm. 6 : Cálculos hidráulicos de los colectores.

Anejo núm. 7 : Cálculos hidráulicos de la EDAR.

Anejo núm. 8 : Cálculos estructurales.

Anejo núm. 9 : Cálculos eléctricos.

Anejo núm. 10: Automatismo y control.

Anejo núm. 11 : Anejo de expropiaciones.

Anejo núm. 12 : Justificación de precios.

Anejo núm. 13: Plan de obra.

Anejo núm. 14: Estudio de impacto ambiental.

Anejo núm. 15 : Estudio de seguridad y salud.

Anejo núm. 16 : Estudio de costes de explotación.

Anejo núm. 17 : Control de calidad.

Anejo núm. 18 : Normativa de vertido al alcantarillado

Anejo núm. 19 : Presupuesto para conocimiento de la administración.

Anejo núm. 20 : Proyectos de alta y baja tensión.

Anejo núm. 21 : Estudio hidrogeológico.

Anejo núm. 22 : Estudio de inundabilidad.

Documento núm. 2: PLANOS

Documento núm. 3: PLIEGO DE CONDICIONES.

3.1. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

3.2. ESPECIFICACIONES TECNICAS DE EQUIPOS

Documento núm. 4: PRESUPUESTO.

4.1. MEDICIONES

4.2. CUADRO DE PRECIOS Nº 1

4.3. CUADRO DE PRECIOS Nº 2

4.4. PRESUPUESTOS PARCIALES

4.5. PRESUPUESTOS GENERALES

## **10.Plazo de ejecución**

De acuerdo con lo reflejado en los programas de trabajo, el plazo de ejecución de las obras e instalaciones contemplados en este Proyecto, es de ONCE (11) MESES contados a partir de la fecha de la firma del Acta de Replanteo más TRES (3) MESE de PUESTA EN MARCHA.

## **11.Revisión de precios**

De conformidad con lo dispuesto en el Decreto 1.757/1.974, de 31 de Mayo y en Decreto Ley 2/1.964 de 4 de Febrero y sus Normas Complementarias, los precios de las obras a que se refiere el presente Proyecto serán revisables, a cuyos efectos se utilizará la fórmula polinómica tipo 9 de las recogidas en el Decreto 3.650/1970 de 19 de diciembre.

Abastecimiento y Distribución de agua. Saneamiento. Estaciones Depuradoras. Estaciones Elevadoras. Redes de Alcantarillado. Obras de Desagüe. Zanjias de Telecomunicación.

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

En esta fórmula, los símbolos utilizados son:

- K = Coeficiente teórico de revisión por 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 elemento en la fecha de la licitación.  
 $C_t$  = Índice de coste del elemento en el momento de la ejecución t.  
 $S_o$  = Índice de coste de materiales siderúrgicos en la fecha de licitación.  
 $S_t$  = Índice de coste de materiales siderúrgicos en el momento de la ejecución t.

## **12.Plazo de garantía**

El plazo de garantía es de DOCE (12) MESES a contar desde la recepción de las obras.

## **13.Presupuesto**

### **INCREMENTO POR CAMBIO DE IVA.**

En junio de 2010 se produjo el cambio del tipo impositivo de IVA pasando del 16% al 18%. A continuación se detalla el incremento sobre el presupuesto vigente por este concepto.

|   |                   |
|---|-------------------|
| Presupuesto de adjudicación (IVA 16% INCLUIDO)                | 4.230.930,48 €    |
| Facturado a Junio de 2010 (IVA 16% INCLUIDO)                  | 4.128.727,32 €    |
| Pendiente de facturar a Junio de 2010 (IVA 16% INCLUIDO)      | 102.203,16 €      |
| Pendiente de facturar a Junio de 2010 (SIN IVA)               | 88.106,17 €       |
| Pendiente de facturar a Junio de 2010 (IVA 18% INCLUIDO)      | 103.965,28 €      |
| Total presupuesto de adjudicación final (IVA INCLUIDO)        | 4.232.692,60 €    |
| <b>Incremento por cambio de IVA sobre Presupuesto vigente</b> | <b>1.762,12 €</b> |

Así pues, el incremento por cambio del tipo aplicable al IVA sobre el presupuesto vigente asciende a **mil setecientos sesenta y dos euros con doce céntimos de euro (1.762,12 €)**.

### **SALDO DE LIQUIDACIÓN.**

El presupuesto para el MODIFICADO TÉCNICO Nº1 DE LAS OBRAS DE CONTRUCCIÓN DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES EN CASAS DE JUAN NUÑEZ, HIGUERUELA Y POZO LORENTE (ALBACETE), es el siguiente:

El Presupuesto de Ejecución por Contrata (explotación incluida) sin IVA y sin baja asciende a la cantidad de: **cuatro millones, ciento sesenta y nueve mil, quinientos cuarenta y ocho euros con seis céntimos de euro (4.169.548,06.- €)**.



El Presupuesto de Ejecución por Contrata (explotación incluida) sin IVA aplicando el coeficiente de adjudicación (0,87476), asciende a la cantidad de: **tres millones, seiscientos cuarenta y siete mil, trescientos cincuenta y tres euros con ochenta y seis céntimos de euro (3.647.353,86.- €).**

Aplicando el IVA vigente en el momento de la adjudicación del 16% asciende a la cantidad de **4.230.930,48 €**

Aplicando el adicional por cambio de IVA tal como se ha calculado en el apartado anterior, el presupuesto vigente asciende a : **cuatro millones, doscientos treinta y dos mil, seiscientos noventa y dos euros con sesenta céntimos de euro (4.232.692,60 €).**

El presupuesto adicional del presente Proyecto LIQUIDACIÓN con respecto al presupuesto del Proyecto Adjudicado, asciende a la cantidad de: **trescientos doce mil ochocientos cincuenta y siete euros con treinta y dos céntimos de euro (312.578,41.- €),** en ejecución contrata aplicando la baja del (0,87476) sin IVA.

Aplicando el IVA vigente en el momento de la liquidación del 18% asciende a la cantidad de: **trescientos sesenta y ocho mil, ochocientos cuarenta y dos euros, con cincuenta y dos céntimos de euro (368.842,52 €).**

Aplicando la fórmula de revisión de precios del contrato, se revisan los precios que cumplen las condiciones (sin derecho los importes certificados el primer año, el primer 20% ni aquellos cuyos coeficientes de revisión se encuentren entre 0,975 y 1,025).

Según detalle, se obtiene un importe a revisar de **tres millones, seiscientos diecisiete mil, novecientos cuarenta y cinco euros, con ochenta y dos céntimos de euro (3.617.945,82 €)** con un coeficiente medio de revisión de **0,118** lo cual arroja un importe de la revisión de precios (SIN IVA) de **trescientos setenta y cuatro mil, novecientos cuatro euros con catorce céntimos de euro (374.904,14 €).** Aplicando el IVA vigente del 18%, el importe líquido de la revisión de precios asciende a **cuatro cientos cuarenta y dos mil, trescientos ochenta y seis euros con ochenta y ocho céntimos de euro (442.386,88 €).**

Teniendo en cuenta la obra no certificada, el adicional por obra ejecutada y el importe de la revisión de precios, el saldo de liquidación arrojado asciende a **setecientos veintiocho mil, ochocientos dieciocho euros con treinta y un céntimos de euros (728.818,31 €)** que después de aplicar el IVA vigente del 18% asciende a: **ochocientos sesenta mil, cinco euros con sesenta céntimos de euro (860.005,60 €).**

#### **14. 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

### **15. Declaración de obra completa**

En cumplimiento del último párrafo del Artículo 64 del Reglamento General de Contratación se manifiesta que el presente Proyecto comprende una obra completa en el sentido exigido en el Artículo 58 del citado Reglamento, ya que comprende todos y cada uno de los elementos que son precisos para la utilización de las obras, siendo susceptible de ser entregadas al uso público.

Higueruela, Junio de 2011.

El Autor del Modificado Técnico

El Director de las Obras

D. Gerard Manresa Lamarca  
OMS-SACEDE, S.A.

Don. Santiago Montes Romero  
Consejería de Obras Públicas (JCCM)