

## MEMORIA

<b>1. ANTECEDENTES .....</b>	<b>3</b>
<b>2. OBJETO DEL PROYECTO.....</b>	<b>4</b>
<b>3. MODIFICACIONES DEL PROYECTO Y JUSTIFICACIÓN DE LAS MISMAS.....</b>	<b>4</b>
<b>4. BASES DE PARTIDA .....</b>	<b>5</b>
<b>5. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.....</b>	<b>6</b>
<b>5.1. COLECTORES.....</b>	<b>6</b>
5.2.2. DESBASTE DE GRUESOS .....	8
5.2.3. BOMBEO DE AGUA BRUTA.....	8
5.2.4. TAMIZADO .....	9
5.2.5. MEDICIÓN DE CAUDAL .....	10
5.2.6. Balsa DCD. (1 LÍNEA) .....	10
5.2.7. ARQUETA DE REPARTO .....	11
5.2.8. Balsa FMF. (1 LÍNEA).....	11
5.2.9. EFICACIA Y FIABILIDAD DEL SISTEMA .....	12
5.2.10. OBRA DE SALIDA Y MEDICIÓN DE CAUDAL .....	16
<b>5.3. LÍNEA DE FANGOS: EQUIPOS MECÁNICOS.....</b>	<b>17</b>
5.3.1. EXTRACCIÓN DE FANGOS .....	17
5.3.2. LÍNEA DE AGUA INDUSTRIAL .....	17
<b>5.4. OTROS RESIDUOS .....</b>	<b>17</b>
<b>5.5. AUTOMATISMOS Y CONTROL .....</b>	<b>18</b>
<b>5.6. SERVICIOS AUXILIARES.....</b>	<b>19</b>
<b>5.7. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA CIVIL.....</b>	<b>19</b>
5.7.1. MOVIMIENTO GENERAL DE TIERRAS .....	19
5.7.2. ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO .....	19
5.7.3. URBANIZACIÓN Y JARDINERÍA .....	20
5.7.4. TUBERÍAS EXTERIORES .....	21
5.7.5. RED DE RIEGO Y AGUA INDUSTRIAL.....	21

5.7.6. RED CANALIZACIONES ELÉCTRICAS .....	21
5.7.7. RED DE PLUVIALES .....	21
5.7.8. CAMINO DE ACCESO .....	22
5.7.9. ACOMETIDA DE AGUA POTABLE .....	22
5.7.10. EDIFICIO DE CONTROL .....	22
<b>5.8 EQUIPOS ELÉCTRICOS.....</b>	<b>26</b>
5.8.1 CONSIDERACIONES GENERALES. ....	26
5.8.2. INSTALACIONES DE MEDIA TENSIÓN. ....	26
5.8.3. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	28
5.8.4. INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN. ....	30
<b>6. CONSIDERACIONES FINALES .....</b>	<b>33</b>
<b>6.1. FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS.....</b>	<b>33</b>
<b>6.2. PLAZO DE EJECUCIÓN DE LA OBRA .....</b>	<b>33</b>
<b>6.3. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA .....</b>	<b>34</b>
<b>7. PRESUPUESTOS .....</b>	<b>34</b>
<b>8. CALIFICACIÓN DE OBRA COMPLETA.....</b>	<b>34</b>
<b>9. CONCLUSIÓN.....</b>	<b>35</b>
<b>ANEJOS A LA MEMORIA .....</b>	<b>36</b>

## 1. ANTECEDENTES

Con fecha 28 de Febrero de 2008, la Entidad Pública Aguas de Castilla- La Mancha, de la Junta de Comunidades de Castilla La Mancha, publicó en el DOCM n° 41 la Resolución de 15/02/2008 de la Entidad Pública Aguas de Castilla La Mancha, por la que se convoca concurso para la adjudicación del contrato de obras de construcción de las estaciones depuradoras de aguas residuales en Arenales de San Gregorio, Picón, Los Cortijos, Cinco casas, El Torno, Los Pozuelos de Calatrava, Retuerta del Bullaque y Llanos del Caudillo (Ciudad Real), con expediente n° ACLM/01/OB/003/08.

Resultando adjudicataria del mencionado concurso, la empresa AGLOMANCHA EMPRESA CONSTRUCTORA S.A.

El Acta de Comprobación de Replanteo se suscribió el día 1 de junio de 2009.

Previo al inicio de las obras, se han manifestado por parte de algunos ayuntamientos la necesidad de realizar algunos cambios y modificaciones en algunas E.D.A.R., las cuales han sido atendidas por Aguas de Castilla la Mancha. Por otro lado, durante la fase de replanteo de las obras, tras un mejor conocimiento de puesta en obra de las instalaciones y condiciones generales de la ejecución de las obras proyectadas, así como medidas de mejora para la futura explotación y mantenimiento de las depuradoras, han puesto de manifiesto la necesidad de acometer una serie de modificaciones y obras nuevas, no contempladas en el Proyecto aprobado. Como consecuencia de ello, con fecha 29 de octubre de 2009 se redactó por el Ingeniero Director de las obras un informe solicitando autorización para la redacción del Proyecto de Modificado n°1.

Mediante resolución de la Presidencia de Aguas de Castilla la Mancha de fecha 30 de Noviembre de 2009 se autoriza la redacción del citado Modificado n°1.

## 2. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente documento es definir las modificaciones cuya ejecución se consideran necesarias para una correcta definición y terminación de las obras de las EDARes en Arenales de San Gregorio, Picón, Los Cortijos, Cinco casas, El Torno, Los Pozuelos de Calatrava, Retuerta del Bullaque y Llanos del Caudillo (Ciudad Real)”. Estas actuaciones se describen en los siguientes puntos de esta Memoria, particularizando las relativas a la E.D.A.R. de Retuerta del Bullaque.

## 3. MODIFICACIONES DEL PROYECTO Y JUSTIFICACIÓN DE LAS MISMAS

- Se modifica la parcela de la EDAR a una distancia aproximadamente de 600 m aguas abajo de la parcela existente en el proyecto constructivo. El cambio de parcela conlleva las siguientes modificaciones:
  - Colector de diámetro 315 mm de longitud 711 m
  - Línea de agua potable de longitud 715 m
  - Línea de acometida en M.T. de longitud 747 m.
  - Camino de acceso hasta la EDAR mediante capa de zahorra y D.T.S.
- Se modifica la configuración de la obra de llegada.
- Se incluyen bordillos perimetrales en las balsas DCD y FMF.
- Se elimina la compuerta de la obra de llegada.
- Se elimina la cesta de recogida de sólidos de la obra de llegada y en su lugar se proyecta una cuchara bivalva de 50 l y un polipasto eléctrico de 1.000 kg específico para cuchara bivalva
- Se modifica la capacidad de recirculación de la planta con posibilidad de realizarlo a la arqueta de reparto o bien al DCD según las necesidades.
- Se modifica el espesor de la lámina de impermeabilización de 2 mm a 1,5 mm, debido a su excesiva rigidez.

- Se diseñan los sistemas de entrada y salida de las balsas. Se realiza un sistema de reducción de las secciones de las tuberías con el fin de controlar el caudal de agua de entrada a las balsas. La salida de agua se realiza mediante cajón vertedero.

#### 4. BASES DE PARTIDA

<b>DATOS DE PARTIDA</b>	
<i>Población de diseño</i>	1.600 h-e
<i>Caudal diario</i>	400 m <sup>3</sup> /día
<i>Caudal medio</i>	16,67 m <sup>3</sup> /h
<i>Caudal Punta</i>	50,00 m <sup>3</sup> /h
<i>Caudal de Pretratamiento</i>	83,33 m <sup>3</sup> /h
<i>DBO<sub>5</sub></i>	240 mg/l
<i>S.S.T.</i>	300 mg/l

#### RESULTADOS A OBTENER

##### Características del agua:

- Concentración máxima DBO<sub>5</sub> 25 mg/l.
- Concentración máxima S.S. 35 mg/l.
- Concentración máxima DQO 125 mg/l.

- Concentración máxima NTK 15 mg/l.
- Concentración máxima Fósforo 2 mg/l.
- pH 5,5 a 9
- Aceites y grasas Indicis.

### **Características del fango:**

- Sequedad (% en peso de sólidos secos) 20%
- Estabilidad (Porcentaje de sólidos volátiles sobre el total) 65%

## **5. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS**

### **5.1. COLECTORES.**

Las aguas residuales de Retuerta del Bullaque son recogidas por un colector general, que recoge el 100% de las aguas; Este colector tiene un diámetro de **Ø 500 mm de Hormigón** y va a parar a la antigua depuradora existente de Lechos de Turba. Este emisario, al llegar al pozo de entrada de la depuradora, se desvía directamente al **río Bullaque**.

La solución proyectada consiste en interceptar el colector existente en la parcela de la EDAR actual, realizar un aliviadero de pluviales y proyectar un colector de PVC de diámetro 315 mm. con una longitud de 711 m.

La ejecución del colector se realizará según los siguientes criterios:

- Cama de arena de 10 cm. de espesor
- Relleno con arena hasta 15 sobre la generatriz superior de la tubería.
- Relleno de la zanja con material de la excavación en tongadas de 30-50 cm., comprendiendo: extendido, regado y compactado al 95 % proctor normal.

## 5.2. LÍNEA DE AGUA

### Línea de agua:

- Aliviadero y by-pass general.
- Predesbaste de sólidos gruesos.
- Bombeo de agua bruta y medición de caudal.
- Desbaste de sólidos finos.
- Decantación primaria. Tanque DCD.
- Tratamiento biológico. Sistema FMF.
- Obra de salida y medición de caudal.

### Línea de fangos:

Los fangos son transportados a otra EDAR para su secado.

### Instalaciones auxiliares:

Red de agua industrial.

#### 5.2.1. LLEGADA Y BY-PASS GENERAL

Las aguas residuales llegan a la obra de llegada a través de un colector de 315 mm de PVC, en dicha obra de llegada se instalará una tubería de by-pass de 315 mm de PVC, con el fin de poder aliviar por medio de un vertedero, los excesos de caudal que puedan llegar a la planta.

La arqueta de llegada tiene unas dimensiones interiores de 1,40 m x 1,80 m y una altura total de 3,07 m, se ejecutará en hormigón armado y se encuentra comunicada y adosada

al pozo de gruesos.

### **5.2.2. DESBASTE DE GRUESOS**

El desbaste de sólidos gruesos se realiza mediante una reja de 50 mm de luz para la protección de las bombas. La extracción de dichos sólidos se realiza mediante polipasto eléctrico de 1.000 kg y cuchara bivalva de 50 l y se depositará en un contenedor para su retirada.

El pozo de gruesos tiene unas dimensiones interiores de 2,00 m x 2,50 m y una altura total de 4,27 m, se ejecutará en hormigón armado y se encuentra comunicado y adosado tanto a la arqueta de entrada como al pozo de bombeo.

### **5.2.3. BOMBEO DE AGUA BRUTA**

En esta implantación, como todo el proceso de la línea de agua no se puede efectuar por gravedad, se hace necesario elevar mediante bombas el agua hasta una cota suficiente como para que ello sea posible.

La impulsión se realizara mediante un equipo de bombeo, formado por 3 bombas (2+1) con un caudal unitario de un medio del caudal máximo de tratamiento.

El sistema de control de bombeo incluirá un Medidor de Nivel en Continuo, tipo ultrasónico; un Indicador-Controlador PID y un Variador de Frecuencia. El medidor de nivel en continuo detectará cualquier variación de caudal mediante la variación de nivel que este provoque en el pozo de bombeo; enviando al Indicador-Controlador una señal que éste procesará, y posteriormente enviará una señal al variador de frecuencia aumentando o disminuyendo el caudal de bombeo, en función de la variación del caudal de entrada.

El agua descargará directamente en un rotofiltro, en que se efectuará el proceso de



tamizado.

El pozo de bombeo tiene unas dimensiones interiores de 2,50 m x 2,50 m y una altura total de 4,27 m, se ejecutará en hormigón armado y se encuentra comunicado y adosado al pozo de gruesos.

#### **5.2.4. TAMIZADO**

El tamizado del agua bruta impulsada se lleva a cabo mediante un tamiz rotativo fabricado en acero inoxidable.

La luz de paso será de 1,5 mm, instalándose una unidad con un tambor filtrante de 630 mm de diámetro y 500 mm de longitud. En todos los casos el rotofiltro descargara directamente en el tanque DCD.

El rotofiltro, por su concepción, se trata de un dispositivo de funcionamiento autolimpiante, capaz de operar largos períodos de tiempo sin necesidad de atenciones. Está compuesto por un bastidor, en el que está la caja de distribución de agua a filtrar, un cilindro filtrante que está accionado por medio de un motorreductor de construcción mixta, tornillo sin fin y engranajes paralelos colocados en voladizo sobre uno de los muñones del cilindro filtrante. Para desprender los sólidos retenidos sobre la superficie del cilindro, lleva un rascador paralelo al eje, provisto de contrapesos para obtener una presión constante sobre la superficie del cilindro.

El tamiz está maniobrado desde un cuadro eléctrico, que permite el accionamiento manual de un ciclo por medio de pulsador o el automático por medio de un reloj temporizado.

Además el tamiz va dotado de una boya de máximo nivel, que pondrá en funcionamiento el sistema de limpieza automática, en caso de que se colmate y el temporizador no dé la señal de marcha.

El tamiz se proyecta a la cota 703,50 m, sobre una estructura metálica elevada 1,00 m sobre la cota de urbanización, que permitirá obtener la altura necesaria para que el resto de la línea de agua pueda realizarse por gravedad.

### **5.2.5. MEDICIÓN DE CAUDAL**

Para la medición de caudal se instalará un caudalímetro electromagnético de DN 100 mm, con salida analógica 4-20 Ma, para indicación y registro del caudal instantáneo y con salida pulso de 24 voltios. Se considera este sistema de medida por la mayor precisión (0,5% sobre fondo de escala) con respecto a cualquier otro sistema de medida de caudal.

El caudalímetro se instalará en la tubería de impulsión de las bombas.

### **5.2.6. Balsa DCD. (1 línea)**

El efluente una vez ha sido pretratado llega a la balsa DCD (digestor-decantador-clarificador), mediante tubería de PVC de diámetro 200 mm por la parte central de la balsa.

El DCD es una balsa con una profundidad útil de 3,50 m y resguardo de 0,30 m, con macrofitas en flotación (dotación 15 plantas/m<sup>2</sup>). Esta mayor profundidad permitirá la formación de una zona anóxica y una zona anaerobia, además de permitir la decantación sólidos presentes en el agua.

Tanto el reparto de agua de entrada a la balsa como la recogida se realiza de forma homogénea y constante en toda su longitud, para evitar los flujos preferenciales de la lámina agua dentro de la balsa, para ello se disponen tubería con reducciones y diferentes salidas y recogida mediante cajón vertedero en toda la longitud de la balsa.

La balsa se ejecuta en tierras de préstamo y sus características son las siguientes:

- Base inferior de 2m x 19,50 m con pendiente hacia la zona de extracción de fangos donde acomete una tubería de PVC de diámetro 200 mm y comunica el DCD y la arqueta de extracción de fangos.
- Base superior de dimensiones interiores 13,40 m x 30,90 m
- Talud de la balsa (3H;2V)
- Capa de grava de 20 cm. de espesor en la base inferior.
- Impermeabilización mediante lámina de polietileno de 1,5 mm de espesor.
- Lamina de geotextil de poliéster de 200 g/m<sup>2</sup>.

#### **5.2.7. ARQUETA DE REPARTO**

La salida de agua del DCD se realiza mediante tubería de 200 mm de PVC y acomete al primer recinto de la arqueta de reparto con salida hacia las dos balsas FMF.

La arqueta está formada por un primer recinto de dimensiones interiores 1,50 m x 3,30 m donde el agua adquiere cota y vierte a través de dos muros (vertedero) de idéntica altura y longitud a dos arquetas. A partir de cada una de estas dos arquetas sale una tubería de diámetro 200 mm de PVC hacia cada una de las dos balsas FMF, configurando de esta forma, las dos líneas de balsas FMF de igual capacidad de tratamiento. La arqueta se realiza en hormigón armado.

#### **5.2.8. BALSA FMF. (1 línea)**

Se trata de balsas con una profundidad útil de 1,50 m y resguardo de 0,30 m, con macrofitas en flotación (dotación 10 plantas/m<sup>2</sup>). Esta menor profundidad permitirá que la superficie radicular esté prácticamente en contacto con toda la lámina de agua, evitando la formación de zonas anaerobias.

Tanto el reparto de agua de entrada a la balsa como la recogida se realiza de forma

homogénea y constante en toda su longitud, para evitar los flujos preferenciales de la lámina agua dentro de la balsa, para ello se dispone tubería con reducciones y diferentes salidas y recogida mediante cajón vertedero en toda la longitud de la balsa. (El sistema es el mismo que en el DCD)

La balsa se ejecuta en tierras de préstamo y sus características son las siguientes:

- Base inferior de 6,60 m x 55,30 m
- Base superior de dimensiones interiores 12,00 m x 60,70 m
- Talud de la balsa (3H;2V)
- Capa de grava de 20 cm. de espesor en la base inferior.
- Impermeabilización mediante lámina de polietileno de 1,5 mm de espesor.
- Lamina de geotextil de poliéster de 200 g/m<sup>2</sup>.

### **5.2.9. EFICACIA Y FIABILIDAD DEL SISTEMA**

Aunque el tratamiento primario resulta muy eficaz para eliminar los sólidos sedimentables, no puede eliminar los sólidos en suspensión más ligeros o los disueltos, que pueden producir una fuerte demanda de oxígeno en las aguas receptoras.

Para eliminar los sólidos en suspensión más pequeños (coloidales) y los sólidos disueltos, se prevé un tratamiento biológico adicional que aumente la eliminación de los sólidos en suspensión y de la D.B.O.

El tratamiento biológico se efectuará por medio de un filtro verde de macrofitas.

Las plantas macrofitas, han desarrollado un tejido vegetal hueco, teniendo toda la su estructura vegetal constituida por una red de tubos, que se encuentra cerrados transversalmente por membranas, tanto las paredes como las membranas son permeables al oxígeno, la longitud entre las paredes de cierre de los tubos y el diámetro de estos es variable,

dependiendo de la variedad del macrofito y del tamaño que ha adquirido este, para los macrofitos que se emplean en el presente proyecto, el tamaño de los huecos no suele superar los milímetros y el paso de oxígeno se realiza por la diferencia de presión (concentración) que existe entre el oxígeno que está en el interior del hueco y el de la cavidad inmediata a este, es decir el oxígeno puede pasar longitudinalmente por el tubo y entrar o salir de estos por sus paredes laterales. Si la posición del tubo es colindante con el exterior puede tomar el oxígeno del aire y llevarlo a los rizomas y raíces donde estos pueden transferirlo al medio en el que se encuentran. Las aguas residuales tienden a ser anóxicas, cuanto más sucia es el agua, la diferencia de presión isostática es mayor y el macrofito puede transferir más cantidad de oxígeno del aire al agua, por unidad de superficie. El oxígeno siempre está presente en el aire y con la misma concentración constante de oxígeno del 21%.

Aplicando esta propiedad física de transferencia de oxígeno al agua, que realiza el macrofito, ha hecho posible desarrollar una nueva técnica, que activa la eficacia de la depuración de las aguas mediante el sistema FMF.

Al macrofito no le importa para su supervivencia el grado de suciedad del medio, es decir de la contaminación del agua por DBO, DQO, MES ó SS, él vive perfectamente y de forma natural en sustratos de lodos con un alto contenido en materia orgánica, pero en cambio es sensible como cualquier otro vegetal si es afectado por variaciones bruscas de temperatura, pH, y conductividad originada por sales de sodio, siendo estos tres condicionantes limitantes por encima de valores críticos.

Si se consigue concentrar y llevar la contaminación del agua al interior del filtro de raíces y rizomas de los macrofitos, el agua aumentará sus condiciones anóxicas y el macrofito inyectará más oxígeno, con lo que se reduciría la superficie necesaria de FMF por habitante equivalente

Así pues para disminuir la superficie de implantación del FMF con el fin de rebajar el área necesaria en casos donde este sea un factor limitante, el problema a resolver era como

transferir la contaminación del agua solo a una parte de esta, para que este agua mas sucia (mayor DBO) fuera el que más tiempo estuviera en el interior de las raíces y rizomas, mejorando la eficiencia de inyección de O<sub>2</sub> del macrofito por m<sup>2</sup>.

Un avance fundamental, para empezar a aplicar adecuadamente la técnica FMF, ha sido comprobar que las macrofitas no deben segarse, pues dicha siega no solo no mejora significativamente la calidad de la depuración, si no que además se corre el riesgo de empeorar la eliminación biológica de la materia orgánica si se realiza inadecuadamente. Mas adelante el descubrimiento de la forma de plantación mediante la pieza ESE (Estructura Soporte Ensambladora) permitió realizar plantaciones con un alto nivel de supervivencia de las plantas superiores al 95% y el poder realizar siembras en aguas profundas con un sistema autoflotante sin necesidad de anclaje exterior y con total cubrición de cualquier tipo y forma de superficie de lámina de agua con la seguridad de que se iba a conseguir formar un filtro altamente estable y resistente a la separación de los macrofitos.

Estos dos avances han permitido poder aplicar la nueva técnica de macrofitas en flotación, dentro de los vasos de las depuradoras de aireación prolongada y fangos activos, potenciando muy eficientemente los procesos de depuración en los reactores y decantadores, obteniendo efluentes de altísima calidad, pues se había mejorado más de un 90 la reducción de contaminantes después de la integración del sistema en el proceso de depuración y ahorrando mas del 70% del consumo energético por parada de soplantes mejorándose de esta forma el rendimiento final de la EDAR de hasta un 600%.

Desarrollar una nueva técnica de depuración mediante decantadores, clarificador, digestores FMF en adelante DCD FMF, que aumenta la eficacia del sistema de FMF, permitiendo reducir muy importantemente el espacio requerido por habitante equivalente. El objetivo es poder proyectar depuradoras con procesos robustos, altamente eficaces y auto sostenible energéticamente, utilizando solamente energía solar, es decir que el proceso cumpla el Protocolo de Kyoto. Y que sus efluentes tenga la calidad del agua de manantial de la zona.

### **Sistema de balsas de macrofitas en flotación FMF**

El sistema de macrofitas en flotación funciona de forma similar al filtro percolador. En este caso las bacterias depuradoras se fijan a las raíces de las plantas, y el oxígeno lo suministra la propia planta.

Por otro lado la propia planta absorbe nitrógeno y fósforo del agua, con lo que, no solo se termina de realizar la depuración a nivel de materia orgánica sino que además, al eliminarse fósforo, nitrógeno, iones de metales, oligoelementos, realiza el tratamiento terciario, es decir no solo no depura si no que regenera las aguas.

Recordar nuevamente que como valor añadido el efluente del filtro de macrofitas tiene una particularidad única que no lo hace ninguna otro sistema y es el gran poder eliminar las partículas coloidales (menores de 0.5 micrones) estas son atraídas por las raíces dado que el coloide tienen carga eléctrica negativa y las raíces tienden a estar con carga positiva (el aire al mover las hojas de las macrofitas arrastra los electrones de ellas) por lo que la planta se carga positivamente y atrae al coloide a sus raicillas. Esto supone añadidamente no solo una mejora de la calidad del vertido sino que ecológicamente se alcanza una importantísima mejora de la calidad de las aguas de ríos y estanques y de su ciclo de vida allí adonde llega el vertido.

A continuación se indican los datos más representativos de las balsas proyectadas

DATOS DEL CONJUNTO		
Nº DE LÍNEAS		
BALSA DCD	1,00	Ud
BALSAS FMF	2,00	Ud
LONGITUDES UNITARIAS		
Ancho	13,40	m
Longitud DCD	30,90	m
Longitud FMF	60,70	m
SUPERFICIES TOTALES		
DCD	375,00	m <sup>2</sup>
FMF	1.327,56	m <sup>2</sup>
SUPERFICIE TOTAL ADOPTADA	1.702,56	m <sup>2</sup>
PLANTAS ADOPTADAS	18.900,60	Uds
VOLUMENES		
DCD	660,19	m <sup>3</sup>
FMF	1.604,16	m <sup>3</sup>
VOLUMEN TOTAL	2.264,35	m <sup>3</sup>
ADOPTADO		
Tiempo de retención total adoptado	5,66	días

### 5.2.10. OBRA DE SALIDA Y MEDICIÓN DE CAUDAL

El agua y la materia orgánica degradada del filtro de macrofitas (Balsa DCD y Balsas FMF), pasan a la obra de salida donde se realiza la medición de caudal.

El medidor de caudal es del tipo electromagnético. Las señales generadas por el instrumento son analógicas, de 4 a 20 mA. Además de un indicador local del caudal, el instrumento está dotado de un transmisor de las señales, que alimenta a un indicador, un registrador y un totalizador de caudal montados en panel.



Formando parte de la obra de salida se realiza una pequeña caseta ejecutada “in situ” para albergar el grupo de presión. Dicha caseta se realiza manteniendo las mismas características constructivas que el edificio de control y proceso, con la excepción de que en este caso la cubierta es plana

### **5.3. LÍNEA DE FANGOS: EQUIPOS MECÁNICOS**

#### **5.3.1. EXTRACCIÓN DE FANGOS**

En las inmediaciones del DCD se proyecta una arqueta de donde se pueden extraen los fangos de forma periódica, mediante un camión adecuado para su transporte. Estos fangos son llevados a una EDAR donde se realiza la deshidratación de los mismos.

#### **5.3.2. LÍNEA DE AGUA INDUSTRIAL**

El agua tratada es impulsada desde la cámara de servicios auxiliares a la red de agua a presión.

### **5.4. OTROS RESIDUOS**

#### **SOBRANTES Y ESCURRIDOS**

Las aguas residuales procedentes del edificio de control serán conducidos a la red de pluviales y vaciados.

#### **SÓLIDOS GRUESOS Y FINOS**

Los sólidos gruesos y finos se retiran directamente a contenedores de 800 l que lleven los residuos a vertedero

## 5.5. AUTOMATISMOS Y CONTROL

- Todos los equipos de instrumentación existentes están comunicados con el autómata situado en la sala de cuadros, mediante una cable apantallado de 2x1,5 mm. Este será el medio por el cual estos equipos enviarán las señales correspondientes a dicho autómata.
- El autómata se encargará de detectar los fallos en los equipos y de dar la orden para el envío de SMS de alarma. La ventaja de utilizar un autómata respecto a un módulo GSM con entradas y salidas es que el programa puede discernir cuáles son los verdaderos eventos de alarma (durante la noche, periodos de parada voluntaria, etc.)
- La instrumentación que se instalará en la planta será:
  - Caudalímetro de agua desbastada: Estará situado en la impulsión de las bombas y facilitará una medición del caudal de agua bruta en ese punto.
  - Medidor ultrasónico nivel en el pozo de bombeo: Será el encargado de medir el nivel del pozo de bombeo, enviando dicha señal al centro informático el cual mostrará dicha medida en todo momento y actuará mediante señal 4-20 mA, sobre el variador de frecuencia del bombeo.
  - Caudalímetro de agua Tratada: Estará situado en la obra de salida de la planta y facilitará una medición del caudal del agua tratada en ese punto.
  - Caudalímetro de agua de recirculación: Estará situado en la impulsión de la bomba de recirculación del agua de salida de las balsas.

En el Anejo nº 2.3, se hace una descripción más detallada de la automatización de la E.D.A.R.

## 5.6. SERVICIOS AUXILIARES

Se ha previsto la instalación de un grupo de agua a presión que se utilizará para servicio de limpieza y auxiliares.

Se dotará a la planta de red de agua potable.

## 5.7. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA CIVIL

### 5.7.1. MOVIMIENTO GENERAL DE TIERRAS

En primer lugar se ejecutará un desbroce de la parcela con un espesor medio de 40 cm.

A continuación, tras el estudio de inundabilidad de la parcela donde se proyecta la EDAR, se realiza el estudio de las características de la zona objeto del presente proyecto, y se fija la urbanización a la cota 702,50 m, para ello será necesario la elevación de la parcela hasta dicha cota mediante material de préstamo.

### 5.7.2. ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO

Todas las estructuras se realizarán en hormigón armado tipo **HA-30** con los espesores determinados en planos.

El acero para armaduras será corrugado tipo **B-500 S** de dureza natural. Los encofrados para estos hormigones serán realizados con el máximo esmero, empleando encofrados metálicos o de madera cepillada.

En todos los encuentros se dispondrán en las juntas de construcción, bandas water-stop que consigan la impermeabilización adecuada.

### **5.7.3. URBANIZACIÓN Y JARDINERÍA**

Los viales permiten la circunvalación total de la depuradora, con acceso a todos los puntos singulares (edificios, descarga y extracción de materiales y productos, etc.). Los viales de la zona de acceso y urbanización (no los viales perimetrales de las balsas) se construirán aplicando una capa de doble tratamiento superficial, sobre 20 cm. de base de zahorra artificial.

El vial incluirá además bordillo de hormigón y señalización de tráfico

En el acceso a la parcela se dispone una puerta abatible de 4,00 x 2,50 m. que será construida junto a unos machones de fabrica de ladrillo y enfoscado monocapa.

El cerramiento de la parcela se realizará basándose en perfiles metálicos tubulares galvanizados y cerramiento de vanos con malla galvanizada de simple torsión, separados con postes cada 3 m incluso p.p. cimentación con hormigón.

Alrededor de los edificios se realizarán acerados, con firme de hormigón H-150, de 10 cm. de espesor y loseta hidráulica de 20 x 20 cm. colocada con mortero de cemento y arena de río 1:6.

Alrededor de las lagunas se proyecta un vial perimetral formado por una capa de zahorra de 20 cm. de espesor y bordillo de hormigón en el perímetro de las balsas para evitar la caída de material.

Se han previsto aparcamientos junto al edificio de control ubicado en el acceso de la planta.

A fin de mejorar el aspecto estético del conjunto se sembrará especies autóctonas en el interior de la depuradora, así como en los taludes provocados por la explanación de la parcela.

#### **5.7.4. TUBERÍAS EXTERIORES**

El material utilizado en las tuberías de proceso será el indicado en planos previéndose el vertido del agua tratada en tubería de PVC.

#### **5.7.5. RED DE RIEGO Y AGUA INDUSTRIAL**

La tubería se plantea en polietileno de diámetro 63 mm. y 6 atm. de presión con su correspondiente valvulería, así como tomas de riego y de limpieza en número necesario a fin de satisfacer las necesidades de la planta.

#### **5.7.6. RED CANALIZACIONES ELÉCTRICAS**

Queda suficientemente reflejada en planos tanto en diámetros como en material, así como en distribución de alumbrados.

#### **5.7.7. RED DE PLUVIALES**

La red de saneamiento se ejecutará en P.V.C de diámetros Ø 200 mm. para el colector general y Ø160 mm. en conexión con sumideros de calzada y conexiones con saneamiento de edificios, los cuales a su vez tienen su propia red de vaciados y pluviales, interconexionada con la general.

Los viales tienen caída hacia los bordes con la finalidad de evacuar las aguas pluviales de escorrentía y conducir las a cabeza de tratamiento.

### 5.7.8. CAMINO DE ACCESO

Se proyecta un nuevo camino de acceso con capa de zahorra y D.T.S. hasta la EDAR.

El **Trayecto** para llegar a la parcela de la E.D.A.R. se describe a continuación:

- Dentro del casco urbano hay que dirigirse a la carretera **CM-4017** dirección este (**Carretera de Navas de Estena a Los Yébenes**).
- Al salir del pueblo giramos por un cordel que existe a la derecha, a continuación giramos por el primer camino a la derecha. En la intersección de este camino giramos a la izquierda y a continuación en las inmediaciones de la parcela giramos a la derecha.

### 5.7.9. ACOMETIDA DE AGUA POTABLE

Se proyecta la acometida de agua potable desde la parcela de la EDAR actual siguiendo la traza del colector general.

### 5.7.10. EDIFICIO DE CONTROL

#### EDIFICACIÓN

A la hora de proyectar los edificios que componen las plantas, se ha optado por conservar las características arquitectónicas de la zona.

Se trata de un edificio de 1 planta con unas dimensiones de 8,00 x 6,00 m y las siguientes dependencias:

- Sala de control

- Almacén
- Vestuario
- Aseo

## CIMENTACIONES

La estructura de edificio de explotación se plantea a través de zapatas corridas de 80 x 80 cm. de hormigón armado HA-300.

Se realizará un relleno de 20 cm. de grava gruesa limpia y una capa de 10 cm. de hormigón de limpieza HM-125 sobre los que se asentarán las zapatas. El solado del edificio se compone de 20 cm. de hormigón armado, apoyado sobre 10 cm. de enchado de piedra.

## CUBIERTAS Y FORJADO

El forjado es unidireccional a base de viguetas autoresistentes de armaduras pretensadas, bovedillas cerámicas y capa de compresión de 4 cm. de hormigón.

La cubierta será a cuatro aguas en teja curva y formación de pendientes mediante tabique palomeros separados 50 cm., tabique de rasillón y capa de compresión de 5 cm.

## CERRAMIENTO

El cerramiento será de fábrica de ½ pie de espesor con ladrillo macizo, enfoscado monocapa y cámara de aire. La tabiquería interior se realizará con ladrillo hueco doble de 9 cm. de espesor

## SOLERÍAS

Se ejecutará a base de baldosas de terrazo de 40 x 40 cm., nivelado, pulido y abrillantado

así como rodapié del mismo.

## **CARPINTERÍA**

Las puertas serán de madera de pino y de hojas abatibles ejecutadas con perfiles conformados en frío.

Se realizarán recibidos de madera para algunas de las puertas mientras que para ventanas y balcones serán de tipo metálico.

## **ALICATADOS**

Se plantean alicatados de 1ª calidad y dimensiones 15 x 15 cm. de azulejo blanco.

## **REVESTIMIENTOS**

Los paramentos irán enlucidos con pasta de yeso en paredes y techo.

## **FONTANERÍA**

La instalación de fontanería, se realiza a base de tuberías de cobre, así como todos los elementos necesarios para su correcto funcionamiento (válvulas de corte, latiguillos, aparatos sanitarios).

## **SANEAMIENTO**

Se preverán desagües hasta los bajantes generales del edificio, mediante tuberías de PVC.



---

## PINTURAS

Se empleará pintura plástica lisa sobre paramentos horizontales y verticales de ladrillo, yeso o cemento, incluso se procede al lijado y limpieza de la superficie.

## 5.8 EQUIPOS ELÉCTRICOS

### 5.8.1 CONSIDERACIONES GENERALES.

#### Objeto.

El presente estudio tiene por objeto la aportación de la documentación necesaria para definir totalmente los detalles constructivos y económicos, que permitan la construcción de la instalación eléctrica de la nueva Depuradora de Aguas Residuales de la localidad de Retuerta del Bullaque (Ciudad Real). Dicha E.D.A.R. estará equipada de un Centro de Transformación de 25 KVA, a construir en la misma parcela de la Depuradora para la alimentación de la instalación en Baja Tensión.

#### Reglamentación y normas.

Para la redacción de este proyecto se han tenido en cuenta las siguientes normas y reglamentación vigentes:

- Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión (RAT). Decreto 3151/68 de 20 de Noviembre.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (R.B.T - 842/2002).
- Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación (RCE), según orden 6/7/84 B.O.E. 183 de 1/8/84.
- Normas particulares de la Empresa Suministradora de la Energía, Unión Fenosa.

### 5.8.2. INSTALACIONES DE MEDIA TENSIÓN.

Será necesario derivar una línea de Media Tensión hacia nuestra parcela, desde el punto de entronque autorizado por la compañía suministradora. En la derivación del ramal

instalaremos cruceta de derivación con sus correspondientes accesorios y un juego de seccionadores uniporales “XS”

Se incorpora en el presupuesto una partida denominada “derechos de Enganche” para cubrir los gastos relacionados con el enganche y derivación de la línea propiedad de la Compañía Suministradora.

### **Línea de Media Tensión y C.T.**

En las proximidades de la actual EDAR existe enganche eléctrico para realizar la acometida.

### **Intensidad:**

$$I = P / 1,73 \times V,$$

Siendo U la tensión de transporte de la línea, es decir,  $I = 0,96 \text{ A}$

### **Densidad de corriente:**

$$D = I / S,$$

Siendo S la sección del conductor, es decir,  $D = 0,017 \text{ A/mm}^2$

### **Intensidad del Secundario:**

$$I_s = P / 1,73 \times U,$$

Siendo U la tensión entre fases del secundario del transformador, es decir,

$$I_s = 25.000 / 1,73 \times 400 = 36,12 \text{ A}$$

Por tanto, se instalará un Centro de Transformación sobre apoyo metálico, instalando

un transformador de 25 KVA, de acuerdo a lo obtenido en el Anejo de Cálculos Eléctricos. Dicho Centro de Transformación se construirá de acuerdo a normas particulares y tensión de servicio indicadas por la Compañía suministradora y de acuerdo a la potencia del transformador a ubicar. Se cumplirán todas las prescripciones señaladas en el Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

Para la alimentación de todos los equipos eléctricos de la depuradora, es necesario derivar varias líneas de alimentación a los distintos cuadros eléctricos instalados, que partirán desde el Cuadro General o Cuadro de Control de Motores.

### **5.8.3. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.**

#### **Generalidades.**

El transformador a instalar será trifásico en baño de aceite, tipo exterior, con las siguientes características:

Tipo.....EXTERIOR EN APOYO.  
Potencia.....25 KVA.  
Tensión primaria.....15.000 V  $\pm$  5%.  
Tensión secundaria.....400-230 V.  
Frecuencia.....50 Hz.  
Calentamiento en cobre.....65 °C.  
Regulación en Alta Tensión.....  $\pm$  5%.

#### **Interconexionado de Baja Tensión.**

El interconexionado desde el transformador al cuadro de control de motores proyectado, se realizará con conductor de cobre enterrado en zanja bajo tubo de PVC, con

aislamiento en PRC de 0,6/1KV y sección de acuerdo a lo obtenido en el Anexo de Cálculos.

### **Tomas de Tierra.**

Para el cumplimiento de la MIE RAT 13 del Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, se instalará un sistema de tierras con conductor de cobre de 50 mm<sup>2</sup> y el número suficiente de picas para obtener los valores de tensiones de paso donde se ubicará el centro. Así mismo, se instalará una tierra de servicio, a las cuales se conectarán mediante cable aislado de 0,6/1KV. El neutro del transformador.

Para la interconexión entre el sistema de puesta a tierra y los elementos a conectar a dicho sistema, se utilizará conductor de cobre de 50 mm<sup>2</sup> de sección.

Se dará tierra a todos los elementos metálicos del Centro de Transformación, a excepción de puertas de acceso, ventanas, tapas, registros, etc., salvo en el caso que pudieran ponerse en contacto con partes bajo tensión por causa de defectos o averías.

### **Equipo de Medida.**

Se montará en el interior de un módulo de doble aislamiento, normalizado por la Compañía suministradora para montaje exterior y alojará los siguientes elementos:

- 1 Contador de energía activa de /110/V3 de /5 A. doble tarifa con maxímetro.
- 1 Contador de energía reactiva de /110/V3 de /5A.
- 1 Reloj doble tarifa y maxímetro.
- 1 Regleta de verificación.

La interconexión entre los transformadores de medida y los contadores se realizará con conductor de cobre de 750 V. de tensión de aislamiento de 2,5mm<sup>2</sup> de sección en montaje superficial bajo tubo de plástico endurecido.

#### 5.8.4. INSTALACIONES DE BAJA TENSION.

Se instalará un cuadro de control de motores, el cual se encargará de gobernar a los distintos equipos instalados en la depuradora. Desde este cuadro partirá una línea en B.T. hacia el Subcuadros de Alumbrado y Fuerza.

Así mismo se dotará al sistema de control de autómatas programable tipo PLC para controlar principalmente el caudal de agua y de fangos, entre otros.

Además de las líneas a motores, se instalarán líneas de alimentación a los equipos de medición que se instalen en las distintas zonas de la Planta Depuradora, siendo del tipo monofásica. Dichos equipos de medición serán igualmente interconectados con los autómatas y registradores mediante cables del tipo apantallado.

Para la alimentación de los receptores de alumbrado que se instalen en los distintos edificios, se instalarán circuitos en montaje superficial bajo tubo con grado de protección contra la proyección de agua, estando constituidos por conductores de cobre de 750 V. de tensión de aislamiento tipo “hilo de línea” de las secciones obtenidas en el Anejo de Cálculos Eléctricos. Además de las líneas de alumbrado, se instalarán otras para la alimentación de las bases de usos varios (monofásicas y trifásicas).

El alumbrado interior de los Edificios de la EDAR, se realizará mediante luminarias fluorescentes, que serán estancas en el edificio de explotación, plafones estancos en las zonas de aseos y de lamas en la zona de Control del edificio.

El circuito de alumbrado exterior, partirá desde el cuadro ubicado en el Edificio de explotación siendo éste alimentado desde el cuadro de control de motores.

El diseño de iluminación de las distintas dependencias se ha realizado teniendo en

cuenta los niveles de iluminación marcados en el Pliego.

Respecto al alumbrado exterior de la Planta Depuradora, éste se realizará mediante lámparas de descarga provistas de equipo reductor de flujo para el ahorro energético durante la noche. Dichos equipos se instalarán en luminarias de 250W. De VMCC, sobre columnas de 8 metros de altura. Para la alimentación de dichos puntos, se instalarán circuitos cuyo trazado transcurrirá por las canalizaciones eléctricas de la Planta. También se instalarán luminarias adosadas a la pared mediante brazos murales de 1 metro de longitud y equipadas con lámparas de 125W. De VMCC. Para la iluminación de las pasarelas de los reactores biológicos, se instalarán luminarias esféricas sobre columnas de 2,5 metros de altura y equipadas con lámparas de 125W de VMCC, como las anteriormente descritas.

La instalación eléctrica a realizar se ajustará a cuantas disposiciones dicta el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (R.E.B.T.) y muy particularmente a la instrucción, ITC- BT- 30, referente a locales Húmedos.

Para la toma de tierra de toda la instalación de baja tensión se dispondrá por cada cuadro de una configuración de picas de cobre de dos metros de longitud y 14 mm. De diámetro, convenientemente dispuestas e introducidas en el terreno de acuerdo a la resistividad del mismo a fin de obtener la resistencia mínima señalada en el Reglamento en vigor. Para el conexionado de estas picas con los cuadros de mando y protección se utilizará conductor de cobre de 35mm<sup>2</sup> de sección. Desde los cuadros de mando y protección de la misma sección que los conductores polares o de Fase, haciéndose llegar dicho conductor de protección a todos los motores y bases instaladas.

Igualmente se dotará al alumbrado exterior de una toma de tierra individual por cada columna instalada, para conseguir que la resistencia de difusión de tierra de cualquier punto accesible de dicho alumbrado sea inferior a los 40 Ohmios reglamentados.

Para la puesta a tierra de las estructuras de los distintos elementos, se instalará una red de tierra general con conductor de cobre desnudo y picas en número suficiente.



## 6. CONSIDERACIONES FINALES

### 6.1. FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS

Para la revisión de precios se usará la fórmula indicada en este apartado y que es como sigue:

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

Siendo el significado de los distintos signos empleando el siguiente:

- $K_t$  = Coeficiente teórico de revisión para el momento de la ejecución t.  
 $H_o$  = Índice de coste de la mano de obra en la fecha de la licitación.  
 $H_t$  = Índice de coste de la mano de obra en el momento de la ejecución t.  
 $E_o$  = Índice de coste de la energía en el momento de la ejecución t.  
 $C_o$  = Índice de coste del cemento en la fecha de la licitación.  
 $C_t$  = Índice de coste del cemento en el momento de la ejecución t.  
 $S_o$  = Índice de coste de materiales siderúrgicos en la fecha de licitación.  
 $S_t$  = Índice de coste de materiales siderúrgicos en el momento de la ejecución.

### 6.2. PLAZO DE EJECUCIÓN DE LA OBRA

De acuerdo con lo reflejado en los programas de trabajo, el plazo de construcción de las obras e instalaciones será de **NUEVE (9) MESES**.

### 6.3. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

La clasificación exigida para la realización de las obras es la siguiente:

#### **GRUPO K, SUBGRUPO 8, CATEGORÍA E.**

Dicha clasificación, se ha obtenido según el art.25 de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas que establece varios grupos y subgrupos de aplicación para la clasificación de empresas en los contratos de obras, de entre los cuales el que se identifica con este proyecto es el grupo K) Especiales y el subgrupo 8. Estaciones de Tratamientos de aguas.

Por otra parte, según el art.26 de la citada Ley, se establecen las categorías de clasificación en los contratos de obras, determinados por su anualidad media. Dicha anualidad es obtenida dividiendo el presupuesto Base de Licitación por el número de meses del plazo de ejecución y multiplicando por 12 el cociente resultante

### 7. PRESUPUESTOS

El presupuesto de ejecución por contrata de la EDAR de Retuerta del Bullaque asciende a la cantidad de NOVECIENTOS CUARENTA Y UN MIL SETECIENTOS ONCE EUROS CON UN CÉNTIMO DE EURO (941.711,01 € )

### 8. CALIFICACIÓN DE OBRA COMPLETA

A efectos de lo previsto en los artículos 58 y 59 de la Ley de Contratos del Estado, se hace constar que el contenido del presente Proyecto constituye una obra completa, susceptible de ser entregada al uso público general.

## 9. CONCLUSIÓN

Con todo lo anteriormente expuesto se considera suficiente la información dada para comprender el carácter de las obras a realizar y constando los documentos necesarios para que se tramite su aprobación.

LA EMPRESA CONTRATISTA

LA DIRECCIÓN DE OBRA

Fdo: José Luís González Orodea  
I.C.C.P. Colegiado nº 10.504

Santos Díaz Arias  
I.C.C.P.

Toledo, Diciembre de 2.009.

## **ANEJOS A LA MEMORIA**

- 1.- CARACTERIZACIÓN DE VERTIDOS.
- 2.- CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.
  - 2.1.- CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS FUNCIONALES.
  - 2.2.- CÁLCULOS HIDRÁULICOS.
  - 2.3.- CÁLCULOS ELÉCTRICOS.
  - 2.4.- CÁLCULOS DE OBRA CIVIL.
- 3.- VARIABLES DEL PROYECTO.
- 4.- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.
- 5.- AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL.
- 6.- CALIDAD DEL AGUA BRUTA.
- 7.- CALIDAD DEL AGUA TRATADA.
- 8.- GASTOS DE EXPLOTACIÓN.
- 9.- ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.
- 10.- ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.
- 11.- PLAN DE OBRAS.
- 12.- ESTUDIO GEOTÉCNICO.
- 13.- ESTUDIO TOPOGRÁFICO.
- 14.- EXPROPIACIONES.
- 15.- ANEJO FOTOGRÁFICO.

- 
- 16.- NORMATIVA DE VERTIDOS.
- 17.- JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS.