

DOCUMENTO N° 1:
MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA

ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| 1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO..... | 3 |
| 1.1. ANTECEDENTES..... | 3 |
| 1.2. OBJETO DEL PROYECTO..... | 3 |
| 2. BASES DE PARTIDA..... | 4 |
| 2.1. POBLACIÓN Y CARGAS CONTAMINANTES..... | 4 |
| 2.2. CAUDALES | 4 |
| 2.3. NIVELES DE CONTAMINACIÓN..... | 4 |
| 2.4. RESULTADOS A OBTENER | 5 |
| 2.4.1. Características del agua tratada en Salida Tratamiento Secundario..... | 5 |
| 2.4.2. Características del fango..... | 5 |
| 3. CONEXIONES EXTERIORES DE LA EDAR..... | 6 |
| 3.1. COLECTORES DE AGUA BRUTA..... | 6 |
| 3.2. SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA..... | 6 |
| 3.2.1. Línea en M.T. | 6 |
| 3.3. ACOMETIDA DE AGUA POTABLE | 7 |
| 4. PROCESO DE DEPURACIÓN Y OBRAS INCLUIDAS EN PROYECTO..... | 8 |
| 5. IMPLANTACIÓN GENERAL. LÍNEA PIEZOMÉTRICA | 10 |
| 5.1. IMPLANTACIÓN GENERAL..... | 10 |
| 5.2. LÍNEA PIEZOMÉTRICA | 10 |
| 6. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS E INSTALACIONES..... | 12 |
| 6.1. ADECUACIÓN DEL TERRENO, URBANIZACIÓN Y JARDINERÍA..... | 12 |
| 6.1.1. Movimiento general de tierras..... | 12 |
| 6.1.2. Cimentaciones de elementos y edificios..... | 12 |
| 6.1.3. Calzadas, viales, aceras y cerramientos..... | 12 |
| 6.1.4. Jardinería | 13 |
| 6.2. OBRA CIVIL DE LOS ELEMENTOS | 13 |
| 6.3. EDIFICIOS | 13 |
| 6.4. OBRA DE LLEGADA. BY-PASS GENERAL. POZO DE GRUESOS..... | 14 |
| 6.5. BOMBEO DE AGUA BRUTA | 15 |
| 6.6. MEDIDA DE CAUDAL..... | 15 |
| 6.7. TANQUE DE TORMENTAS..... | 15 |
| 6.8. DESBASTE | 16 |
| 6.9. BIOLÓGICO..... | 16 |
| 6.9.1. Fundamentos del proceso con macrofitas..... | 16 |
| 6.9.2. Lagunas con macrofitas adoptadas | 19 |
| 6.10. SALIDA Y RECIRCULACIÓN AGUA TRATADA | 20 |
| 6.11. CONDUCCIONES | 20 |
| 6.12. SERVICIOS GENERALES..... | 21 |

| | | |
|-----------|---|----|
| 6.12.1. | Instalación de agua potable..... | 21 |
| 6.13. | INSTALACIÓN Y ELEMENTOS AUXILIARES DE EXPLOTACIÓN | 21 |
| 6.13.1. | Repuestos..... | 21 |
| 6.13.2. | Equipamiento de seguridad..... | 21 |
| 6.14. | INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y CONTROL | 21 |
| 6.14.1. | Línea en M.T. | 22 |
| 6.14.2. | Centro de transformación..... | 22 |
| 6.14.3. | Fuerza en baja tensión..... | 23 |
| 6.14.3.1. | Cuadros eléctricos EDAR..... | 23 |
| 6.14.3.2. | Líneas de alimentación | 24 |
| 6.14.4. | Alumbrado | 25 |
| 6.14.5. | Instalación general de tierras | 26 |
| 6.14.6. | Empalmes y derivaciones | 26 |
| 6.14.7. | Corrección factor de potencia..... | 27 |
| 6.14.8. | Automatización..... | 27 |
| 6.14.9. | Instrumentación | 27 |
| 7. | POTENCIAS Y CONSUMOS ELÉCTRICOS..... | 29 |
| 8. | DOCUMENTOS DE QUE CONSTA EL PROYECTO..... | 30 |
| 9. | CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA | 33 |
| 10. | REVISIÓN DE PRECIOS | 33 |
| 11. | PRESUPUESTOS..... | 35 |
| 12. | PLAZOS DE EJECUCIÓN Y GARANTÍA DE LAS OBRAS..... | 35 |
| 13. | CALIFICACIÓN DE OBRA COMPLETA | 35 |
| 14. | CONCLUSIÓN..... | 36 |

1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO

1.1. ANTECEDENTES

Con fecha 2 de Mayo de 2007, la Entidad Pública Aguas de Castilla- La Mancha, de la Junta de Comunidades de Castilla La Mancha, publicó en el DOCM nº 91 la Resolución de 17/04/2007 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 Velada, Mejorada – Segurilla, San Román de los Montes, Sotillo de las Palomas y Marrupe (Toledo), con expediente nº ACLM/01/OB/013/07

Resultando adjudicataria del mencionado concurso, con una Solución Variante, la empresa JOCA INGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES, S.A.

Con fecha de 17 de noviembre de 2010, la Entidad Pública Infraestructuras del Agua de Castilla- La Mancha, de la Junta de Comunidades de Castilla La Mancha autoriza la redacción del **Proyecto Modificado Técnico N°1 del expediente ACLM/01/OB/013/07** de las Obras de Construcción de las estaciones depuradoras de aguas residuales en Velada, Mejorada-Segurilla, San Román de los Montes, Sotillo de las Palomas y Marrupe (Toledo).

1.2. OBJETO DEL PROYECTO

Es objeto de este proyecto el diseño, definición, medición y valoración de las obras de Construcción de las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDAR) en Velada, Mejorada-Segurilla, San Román de los Montes, Sotillo de las Palomas y Marrupe (Toledo). Se desarrolla realizando un proyecto completo para cada una de las cinco EDAR, de acuerdo con los siguientes documentos y prescripciones:

- Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.
- Estudio de Analítica y Proyecto Base de la EDAR de Sotillo de las Palomas (Toledo).
- Solución Variante presentada por la empresa adjudicataria.
- Modificaciones solicitadas por la propiedad (Aguas de Castilla – La Mancha)

2. BASES DE PARTIDA

2.1. POBLACIÓN Y CARGAS CONTAMINANTES

| | Invierno | Verano |
|--------------------------------|----------|--------|
| Población de diseño (Hab.equ.) | 500,0 | 500,0 |
| Dotación (l/hab/d.) | 200 | 200 |
| Carga de DBO5 (g/hab.e./d.) | 60,0 | 60,0 |
| Carga de SS (g/hab.e./d.) | 60,0 | 60,0 |
| Carga de N (NTK) (g/hab.e./d.) | 8,0 | 8,0 |
| Carga de P (g/hab.e./d.) | 2,4 | 2,4 |

2.2. CAUDALES

| | Invierno | Verano |
|--|----------|--------|
| Volumen diario (m3/d) | 100,0 | 100,0 |
| Caudal medio (m3/h) | 4,17 | 4,17 |
| Caudal máximo a Biológico (m3/h) | 3,00 | 12,5 |
| Caudal máximo a Pretratamiento I(m3/h) | 10,00 | 41,7 |
| Caudal máximo a Pretratamiento II(m3/h) | 3,00 | 12,5 |
| Caudal máximo a Tanque de Tormentas (para dimensionamiento) (m3/h) | 7,00 | 29,17 |
| Caudal máximo llegada por Colector (Vertido 1) a la EDAR (m3/h) | 366,6 | 366,6 |

2.3. NIVELES DE CONTAMINACIÓN

| | Invierno | Verano |
|----------------------------------|----------|--------|
| DQO (mg/l) | 600,0 | 600,0 |
| Carga DBO5 a caudal medio (Kg/d) | 60,0 | 60,0 |
| DQO punta (mg/l) | 1,50 | 900,0 |
| DBO5 (mg/l) | 300,0 | 300,0 |
| Carga DBO5 a caudal medio (Kg/d) | 30,0 | 30,0 |
| DBO5 punta (mg/l) | 1,50 | 450,0 |
| SST (mg/l) | 300,0 | 300,0 |
| Carga SS a caudal medio (Kg/d) | 30,0 | 30,0 |
| SS punta (mg/l) | 1,50 | 450,0 |
| Nitrógeno NTK (mg/l) | 40,0 | 40,0 |
| Carga N a caudal medio (Kg/d) | 4,0 | 4,0 |
| NTK punta (mg/l) | 1,50 | 60,00 |
| Fósforo P (mg/l) | 12,0 | 12,0 |
| Carga P a caudal medio (Kg/d) | 1,2 | 1,2 |
| P punta (mg/l) | 1,50 | 18,00 |

2.4. RESULTADOS A OBTENER

2.4.1. Características del agua tratada en Salida Tratamiento Secundario

| | Invierno | Verano |
|-------------|-----------------|-----------------|
| DBO5 (mg/l) | $\leq 25,0$ | $\leq 25,0$ |
| SST (mg/l) | $\leq 35,0$ | $\leq 35,0$ |
| pH | entre 5,5 y 9,5 | entre 5,5 y 9,5 |

2.4.2. Características del fango

| | | |
|--|----------------|----------------|
| Estabilidad (% en peso de materia volátil) | $\leq 60,0 \%$ | $\leq 60,0 \%$ |
|--|----------------|----------------|

3. CONEXIONES EXTERIORES DE LA EDAR

3.1. COLECTORES DE AGUA BRUTA

▪ Colector a EDAR nº 1

En el punto de vertido nº 1 de aguas residuales (es el principal vertido de la población de Sotillo de las Palomas) se realiza un aliviadero de excesos y desde éste se dispone una conducción hasta la obra de llegada en la EDAR, de características:

- Tubería Ø 300 PVC corrugado
- Longitud 174 m
- Pozos de registro D-90 cm, 5 ud.

▪ Colector a EDAR nº 2

Este segundo vertido (de muy pequeño caudal), será recogido y conducido asimismo a la EDAR, para ello se realiza una conducción desde un pozo del colector actual, situado próximo al punto de acceso a la EDAR, hasta el pozo de registro nº 5 del colector a EDAR nº 1 descrito; en tubería PVC corrugado Ø 300 de 41 m de longitud con un pozo de registro D-90 cm.

▪ Colector de vertido agua tratada

Desde el pozo de salida (PS) de la EDAR se realiza una conducción de características:

- Tubería Ø 300 PVC corrugado.
- Longitud 82 m
- Pozos de registro D-90 cm, 1 ud.

3.2. SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

3.2.1. Línea en M.T.

Se realizará una línea de M.T subterránea, en un tramo de 580 m y luego un tramo final de línea aérea hasta el C:T de intemperie de 50 KVA situado en la EDAR.

3.3. ACOMETIDA DE AGUA POTABLE

Desde la red municipal de Sotillo de las Palomas se realiza una acometida de 95 m de longitud con tubería PEAD 10 atm Ø 50, hasta la EDAR.

4. PROCESO DE DEPURACIÓN Y OBRAS INCLUIDAS EN PROYECTO

Se ha proyectado una E.D.A.R. con tratamiento biológico con macrofitas. Se realizan dos lagunas de unos 300 m² cada una, dichas lagunas tienen una primera zona de 60 m² con mayor profundidad (zona de decantación-digestión) y 20 ud de macrofitas por m² y una segunda zona de 240 m² con menor profundidad y 10 ud de macrofitas por m².

Los rendimientos exigidos a la Estación Depuradora en lo referente a los índices de contaminación, son del orden del 92 % para la DBO₅ y S.S., siendo los parámetros de calidad del agua a la entrada de DBO₅ = 300 ppm y S.S. = 300 ppm y la calidad del agua tratada de DBO₅ ≤ 25 ppm y S.S. ≤ 35 ppm.

Los fangos producidos por el sistema (almacenados en la zona de decantación-digestión) se transportan a la EDAR de Mejorada-Segurilla donde se deshidratan.

La línea de tratamiento adoptada y las obras incluidas en este proyecto quedan constituidas por los siguientes elementos:

A) Línea de agua:

1).- Obra de llegada y Pretratamiento

- Obra de llegada y by-pass
- Pozo de gruesos de 3,96 m³
- Bivalva de 50 l.
- Contenedor de 5 m³
- Bombeo agua bruta, 1+1 ud sumergibles, 12,5 m³/h a 3,8 m.c.a.
- Desbaste, 1 ud tamiz rotativo, luz 3 mm.
- Contenedor 0,8 m³ para destrío del desbaste.
- Tanque de tormentas de 19,8 m³ útiles.
- Medición caudal agua a tratamiento
 - Electromagnético DN-65

2).- Tratamiento biológico con macrofitas

- N° de lagunas 2 ud.
- Superficie unitaria 300 m²
- Volumen unitario 393 m³

- Superficie unitaria decantación-digestión..... 60 m²
- Dotación de macrofitas 20 ud/m²
- Profundidad máxima útil..... 3,0 m.
- Superficie resto laguna..... 240 m²
- Profundidad máxima útil..... 1,5 m³
- Dotación macrofitas 10 us/m²
- Tiempo de retención total 7,86 días

3).- Recirculación de agua tratada a lagunas

- Bombas sumergibles (1+1) de 7 m³/h a 4,4 m.c.a.

B).- Instrumentación y control:

- Instrumentación.
 - Medida de caudal agua a tratamiento (1 ud). Electromagnético DN-65.
 - Medidor nivel ultrasónico (1 ud). Bombeo agua bruta.
- Automatización y control.
 - Autómatas programables (1 ud).
 - Terminal de operador.
 - RTU

C).- Servicios auxiliares

- Repuestos de equipos.
- Edificio de control.
- Suministro de agua potable y red de servicios.
- Equipos de seguridad.
- Instalaciones eléctricas.
 - Línea de M.T.
 - Centro de transformación intemperie, trafo de 50 KVA.
 - Cuadro por zonas (CCM).
- Urbanización.
 - Viales.
 - Cerramiento.
 - Red de pluviales.
 - Jardinería.
 - Iluminación exterior.

5. IMPLANTACIÓN GENERAL. LÍNEA PIEZOMÉTRICA

5.1. IMPLANTACIÓN GENERAL

Como puede apreciarse en los planos de Planta General, la concepción de la Estación Depuradora se ha desarrollado 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 gastos de mantenimiento reducidos, en definitiva, atendiendo a criterios de funcionalidad y economía.

Por otra parte, la cota de urbanización de la EDAR se ha definido en base al estudio de inundabilidad realizado y recogido en el Anejo nº 6 de ésta Memoria, siendo la 537,0.

5.2. LÍNEA PIEZOMÉTRICA

Al definir la línea piezométrica de la Planta deben conjugarse conceptos como topografía y características del terreno, cota del colector de agua bruta y restitución agua tratada, situación del nivel freático, nivel de máxima avenida, estética de la Planta y previsiones de ampliaciones futuras. Se pretende obtener la configuración idónea tanto técnica como económicamente, es decir, que sea técnicamente viable y que los gastos de primera inversión complementados con los de explotación la definan como la más económica.

Para definir la línea piezométrica de la EDAR se parte de las cotas de fondo del arroyo y máximas alcanzables de agua de acuerdo con el estudio de inundabilidad, así como de la cota de urbanización:

- Cota fondo arroyo en el punto de vertido: 533,50
- Cota máxima alcanzable en el arroyo: 535,0
- Cota de urbanización: 537,0

Partiendo de las cotas de vertido y la cota de urbanización se han calculado las pérdidas de carga de los distintos elementos que componen la Planta, tal como se justifica en el Anejo nº 8: Cálculos hidráulicos.

Como cotas más significativas tenemos (lámina de agua a $Q_{\text{máx.}}$).

| | |
|--|--------|
| ▪ Obra de llegada | 536,75 |
| ▪ Pozo de gruesos..... | 536,51 |
| ▪ Mínima en bombeo de agua bruta..... | 534,15 |
| ▪ Máxima en bombeo de agua bruta | 535,30 |
| ▪ Tanque “Inhoff” | 537,87 |
| ▪ Biológico..... | 536,70 |
| ▪ Colector en vertido..... | 535,42 |

6. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS E INSTALACIONES

6.1. ADECUACIÓN DEL TERRENO, URBANIZACIÓN Y JARDINERÍA

6.1.1. Movimiento general de tierras

Se realiza el desbroce y rellenos para conseguir la cota de urbanización fijada, 561,0.

De forma resumida el proceso previsto es: Excavación necesaria para pretratamiento, tanque de tormentas y lagunas de macrofitas.

Por otra parte el talud perimetral de la explanada de la EDAR se protegerá con escollera de 200-500 Kgr.

Asimismo, en una de las esquinas de la explanada, se realiza un pequeño muro para contención de tierras en el límite de la parcela de ubicación de la EDAR, ya que si no se realiza éste, se invadiría la parcela colindante.

6.1.2. Cimentaciones de elementos y edificios

Teniendo en cuenta la tipología de aparatos y edificios que integran la depuradora así como, las características geotécnicas del terreno, se han seleccionado las cimentaciones, según se refleja en el anejo nº 9: Cálculos Estructurales de acuerdo con el estudio geotécnico (Anejo nº 3).

6.1.3. Calzadas, viales, aceras y cerramientos

En el interior de la planta se ha dispuesto un vial principal, disponiéndose alrededor de los tanques y elementos de la EDAR, un relleno de gravilla.

Los viales pavimentados estarán formados por 20 cm de hormigón HA-25 con mallazo 15.15.6, sobre 20 cm de zahorra artificial compactada al 95% PM, y quedarán limitados por un bordillo de hormigón prefabricado, además se incluye un vial a base de zahorra artificial para acceso a la laguna de macrofitas.

El cerramiento de la parcela ocupada por la EDAR estará formado por malla galvanizada de simple torsión de 2,0 m de altura y postes Ø 50 cada 3 m, cimentados en dados de HM-20 de 0,4 x 0,4 x 0,4 m.

6.1.4. Jardinería

Se dispone plantación de seto perimetral de la parcela a base de plantones de 0,5 m y con densidad de 3 ud/m.

Se realizará plantación de especies arbustivas (enebro, durillo, romero, madreselva) y arbóreas (cornicabra, acacia, algarrobo y laurel).

6.2. OBRA CIVIL DE LOS ELEMENTOS

Los distintos elementos que componen la planta:

- Obra de llegada / pozo de gruesos / pozo de bombeo.
- Tanque de tormentas.
- Arqueta salida y recirculación agua tratada.

Se realizarán con hormigón armado, HA-30/B/20/IV+Qb y acero B-500-S.

Los pasamuros serán de acero inox. AISI-316 L.

Las barandillas de los elementos y escaleras serán de perfilera de aluminio o de acero inoxidable AISI-304.

Las arquetas secas (para albergar válvulas) se proyectan con cimentación y muros de hormigón HA-30 y acero B-500-S, y/o fábrica de ladrillo macizo en muros.

Las formas y dimensiones se reflejan en los planos correspondientes.

6.3. EDIFICIOS

Se proyecta un edificio de usos múltiples.

Tiene unas dimensiones exteriores en planta de 5,4 x 5,4 m y una altura interior de 3 m.

Con la siguiente división:

- Sala de control y cuadro eléctrico B.T.
- Aseos y vestuarios.

Sistema constructivo

La estructura se configura a base de pilares y vigas de hormigón armado.

Forjados unidireccionales de viguetas de hormigón pretensado y bovedillas.

Cubierta no transitable con hormigón celular y dos telas de impermeabilización con protección de gravilla.

Las fachadas serán de fábrica de bloque prefabricado de hormigón, enfoscado exterior e interior. Se colocará una cámara de tabique de ladrillo hueco sencillo y un aislamiento en pared de lana de roca de 5 cm.

La carpintería en ventanas y puertas exteriores será de aluminio blanco, siendo las puertas de madera en distribución interior.

Las ventanas incorporan reja exterior de perfiles macizos de acero S-275.

La carpintería de puertas exteriores será de chapa plegada de acero sobre bastidor de tubo o de perfiles metálicos.

Los paramentos interiores del edificio se terminarán con pintura plástica, mientras que en las zonas de aseos se alicatará su interior.

Los suelos interiores son de terrazo de 40 x 40 cm en sala de control, zona de cuadro eléctrico y aseos.

La base de la solería será la losa de cimentación 20 cm de HM-20 sobre 10 cm de hormigón de limpieza y enchado de bolos, 0,3 m.

6.4. OBRA DE LLEGADA. BY-PASS GENERAL. POZO DE GRUESOS

El colector de agua bruta descarga en una arqueta conectada al pozo de gruesos. El paso al pozo de gruesos se realizará a través de una compuerta, que nos permitirá realizar el by-pass general de toda la planta.

Dicho pozo tiene forma de pirámide truncada e invertida. Se construye con muros rectos, confiriéndole la forma indicada, mediante relleno de hormigón en masa. Tendrá unas dimensiones de 2,0x1,80 m en la parte superior, y 1,3x1,1 en el fondo, y una altura troncopiramidal de 0,50 m. Extracción de residuos con una cuchara bivalva de 50 l. Un polipasto eléctrico nos permitirá el accionamiento de la misma, para la retirada de los residuos y el vertido de éstos en un contenedor metálico, para su posterior transporte al vertedero.

El agua sale del pozo de gruesos a través de una reja de muy gruesos de 50 mm de luz hacia dos canales de desbaste.

6.5. BOMBEO DE AGUA BRUTA

El sistema de elevación está compuesto por dos bombas (1+1) sumergibles de caudal 12,5 m³/h a 3,80 m.c.a., con rodete tipo vortex y paso libre de sólidos de 80 mm. Descargan mediante una conducción de acero inoxidable DN-80 en el tamiz de desbaste.

Se disponen variadores de frecuencia con posibilidad de accionar cada una de las bombas. El funcionamiento del mismo se controla de forma automática en función de un medidor de nivel de agua en el pozo del tipo ultrasónico.

6.6. MEDIDA DE CAUDAL

En la tubería de entrada al tamiz de desbaste se instala un medidor tipo electromagnético DN-65.

6.7. TANQUE DE TORMENTAS

En un lateral del pozo de bombeo de agua bruta se dispone un vertedero de labio fijo que conecta con el tanque de tormentas; depósito de 19,8 m³ de volumen útil que almacenará el agua entrante en la EDAR cuando el caudal sea superior al tratado en el biológico, para un período de 30 minutos a Q_{máx} (29,2 m³/h).

Dicho tanque se vaciará por gravedad al pozo de bombeo de agua bruta por medio de una válvula de retención DN-200.

6.8. DESBASTE

El agua impulsada por el bombeo de agua bruta, es conducida hasta un tamiz rotativo de 3 mm de luz de paso. Dicho tamiz tiene un diámetro de 630 mm y una anchura del tambor de 300 mm. El destrio es vertido sobre un contenedor de 0,8 m³.

Para reparto a las lagunas se dispone una arqueta de chapa de acero inox. AISI-304-L, de 0,6x0,6 m y altura 0,4 m con reparto por vertederos de labio fijo y salida con válvulas de compuerta DN-80 para cada laguna (2 ud). Asimismo en la tubería de entrada a ésta arqueta se instala una conexión con válvula DN-80 para by-pass de las lagunas de macrofitas.

Por otra parte, en la arqueta citada descargarán la tubería para recirculación de agua tratada.

El agua desbastada es conducida hasta las lagunas de macrofitas, en tubería de PEAD, Ø 90 mm en su tramo enterrado y en tubería de acero inoxidable de Ø 90 mm en su tramo aéreo.

6.9. BIOLÓGICO

El proceso biológico adoptado, es el empleo de macrofitas para la eliminación de la contaminación, dividido en dos zonas:

- Decantación-digestión con macrofitas (DCD + FMF)
- Laguna con macrofitas o filtro de macrofitas en flotación (FMF).

6.9.1. Fundamentos del proceso con macrofitas

¿A qué se le da el nombre de Macrofitas?

Las plantas conocidas como Macrofitas o macrofitos son pequeñas plantas que puedan vivir en terrenos inundados toda su vida o durante largos periodos de tiempo encharcadas. También algunos las conocen como plantas palustres y su porte alcanza una cierta importancia, se puede considerar comprendido entre los 30 -120 cm en los juncos, en los esparganios (60-130 cm.) en las enneas (120-240 cm.) y en los carrizos (160-320cm). El porte depende del poder nutricional del medio en que se encuentre.

¿Dónde la podemos encontrar?

En los terrenos inundados e inundables con laminas de agua de poca altura o humedales que soportan aportes de origen fluvial y con una dinámica de inundaciones de origen pluvial, que aporten importantes cantidades de materia orgánica e inorgánica, (es normal encontrarlas a las salidas de los afluentes de las depuradoras o en corrientes establecidas de aguas no tratadas del tipo urbano o ganadero). En algunos lugares podemos ver grandes concentraciones Macrofitas, como en los espacios del Delta del Ebro, La Albufera de Valencia, Las Tablas de Daimiel o El Coto de Doñana.

Este sistema inundado propicia el medio natural ideal para el desarrollo de la vida, en un vasto abanico de diversidad de especies, por ello tienen una especial atracción que nos impulsa a visitarlo y observarlo. Cuando así lo hacemos, podemos realizar un grato paseo pues las condiciones ambientales de la calidad del aire son ideales, dado que el agua que esta en el humedal goza de una buena salubridad. Esto es posible gracias a las plantas y en particular a las Macrofitas, que prosperan en este medio encharcado y que se encargan de que tanto el agua, como los fangos no pasen a condiciones eutrificantes y sea un medio saludablemente tanto para los mamíferos, como para las aves; las Macrofitas segregan ácidos que matan a las bacterias.

Las depuradoras de Macrofitas si se proyectan adecuadamente, además pueden tener el aspecto natural que tienen estos humedales y lograr el mismo ambiente, pueden ser utilizados la mayor parte de sus terrenos para el uso de recreo de las personas.

Como impiden la eutrofización del medio.

En el año 2001 en la convención celebrada en Sevilla dedicada a la depuración de las aguas residuales para los países del entorno del mediterráneo, se presento un trabajo sobre los filtros que utilizaban Macrofitas, confirmando que éstos eran iguales de eficientes en invierno como en verano. Esto condujo a estudiar el seguimiento del oxígeno dentro de las estructuras de las plantas, y se comprobó que permiten pasar, desde su parte emergente (hojas) hacia el interior de éstas, solamente del oxígeno que está en el aire. Al contar con una red de conductos huecos, dispuestos en todo el conjunto de su estructura vegetal para recibir o emitir el oxígeno dependiendo de la presión isostática de oxígeno de la zona, el proceso se da tanto en sus hojas, como en los tallos. Por la superficie de las raíces y los rizomas en su medio natural, siempre se emite o expulsa el oxígeno al entorno exterior; a mas tendencia eutrificante, mas oxígeno tiende a salir por la raíz o por el rizoma, con lo que el medio recibe una cantidad de oxígeno que le impide entrar en condiciones atóxicas.

El camino del oxígeno.

Siempre el macrofito toma el oxígeno del aire que le rodea siendo las zonas emergidas de las hojas las únicas capaces de transferir oxígeno al interior. El oxígeno (el aire tiene 21% de oxígeno) tiende a pasar de la superficie exterior de la hoja al interior de los tubos de ésta. La presión isostática de oxígeno en los huecos es siempre menor que la del aire exterior (en los huecos o tubos sólo se tiene vapor de agua y oxígeno), por tener este último menos concentración de oxígeno. Así pues, el oxígeno que pasa a la hoja en la zona que emerge del agua, empieza a distribuirse y equilibrarse entre todos los tubos colaterales y a lo largo de cada uno de ellos, descendiendo por éstos, hacia las raíces.

Uso de Macrofitas para la depuración de aguas Residuales.

Las plantas acuáticas de los humedales tales como carrizos, juncos, enneas o espagánios (macrofitas emergentes) están adaptadas a vivir en aguas con elevada carga orgánica, debido principalmente a su sistema natural de aireación de las raíces. Utilizando su propia energía, procedente en, última instancia de la energía solar captada por fotosíntesis; estas plantas son capaces de enviar el oxígeno hasta sus raíces por medio de los microorganismos que viven asociados al sistema radicular de la planta. Además, las plantas ejercen una depuración directa por la absorción de iones contaminantes, tanto metales pesados como aniones eutrofizantes (nitratos y fosfatos principalmente). Por este motivo, este tipo de plantas acuáticas se vienen utilizando en humedales artificiales para depuración de aguas residuales, en los que las plantas se establecen en un lecho de grava o arena, a través del cual circula el agua residual. Debido al abundante crecimiento de las raíces y rizomas de las macrofitas emergentes instaladas en los humedales artificiales, al cabo de un cierto tiempo el lecho de fijación tiende a colmatarse, por lo que la cantidad de agua que pasa a su través se reduce considerablemente y por lo tanto se pierde parcialmente la efectividad del sistema como filtro biológico.

Macrofitas en Flotación

Para eludir el problema de la colmatación que se produce en los humedales artificiales convencionales, se ha desarrollado un sistema, que consigue la depuración de las aguas residuales utilizando macrofitas de tipo emergente transformadas en flotantes, lo que evita la colmatación, con la ventaja de aumentar considerablemente la superficie de contacto de la rizosfera con el agua residual. En este sistema, las plantas (seleccionadas entre las de tipo “emergente”, adaptadas a la climatología del lugar) forman un tapiz flotante sobre la superficie de un canal o laguna con su sistema radicular, los rizomas y la base de los tallos sumergidos en

el agua. El conjunto de la zona sumergida tienen una gran superficie específica, debido principalmente al gran número de ralees y raicillas que actúan de soporte para la fijación de los microorganismos que degradan la materia orgánica.

Ventajas del sistema

- Sistema natural, totalmente respetuoso e integrado con el medio ambiente, que elimina sólidos en suspensión, materia orgánica, elementos eutrofizantes y microorganismos patógenos.
- No produce malos olores ni genera lodos en cuantía significativa, ya que son auto asimilados por el sistema.
- Coste de instalación muy inferior al de una depuradora convencional.
- Mantenimiento sencillo, con bajo coste y reducido o nulo consumo de energía.
- Mayor capacidad de depuración que los humedales artificiales convencionales, por estar todo el sistema radicular bañado por el agua.
- Facilidad de cosechar la totalidad de la biomasa producida con la posibilidad de emplearla en diversos usos industriales (energía, fibras, almidón etc...) o para nutrición animal o producción de compost, siempre que no contenga elementos nocivos tales como metales pesados.

6.9.2. Lagunas con macrofitas adoptadas

En el presente proyecto se proyectan DOS lagunas de dimensiones unitarias:

- Longitud total..... 25,6 m
- Longitud a lámina de agua 25 m
- Anchura total..... 12,6 m
- Anchura a lámina de agua..... 12,0 m
- Superficie útil..... 300 m²
- Taludes de laguna 1V:1H
- Altura total zona DCD + FMF 3,3 m
- Altura útil lámina agua DCD + FMF 3,0 m
- Altura total zona FMF 1,8 m
- Altura útil lámina agua zona FMF 1,5 m
- Volumen total útil 393 m³
- Volumen útil digestión de fangos 22,1 m³

Cada laguna tendrá dos zonas diferenciadas:

Primera zona, de decantación-digestión con macrofitas, (DCD + FMF), donde se produce la alimentación de la laguna, después del desbaste. Tiene una superficie de 60 m² y una dotación de 20 ud de macrofitas por m².

La segunda zona (FMF), tiene una superficie de 240 m² y una dotación de 10 unidades de macrofitas por m², al final de esta zona, en el ancho de 12 m se produce la salida del agua tratada hacia la arqueta de salida-recirculación agua tratada a lagunas (primera zona DCD + FMF).

Para impermeabilización de las lagunas se dispone una lámina de PEAD de 1,5 mm de espesor sobre geotextil de 300 gr/m².

Además se han realizado unas bermas en los laterales de las balsas recubiertas con una geomalla para anclar las plantas de borde de las balsas a la tierra.

6.10. SALIDA Y RECIRCULACIÓN AGUA TRATADA

Las tuberías de salida de cada laguna de macrofitas se conectan a una arqueta, donde se ubican:

(1+1) bombas sumergibles de 7,0 m³/h a 4,4 m.c.a.

Éstas impulsan el agua tratada hasta la arqueta de reparto a las lagunas de macrofitas.

La salida del agua tratada hacia el punto de vertido en el cauce receptor se realiza mediante vertedero fijo en la misma arqueta donde se ubican las bombas de recirculación.

6.11. CONDUCCIONES

Serán de los diámetros y materiales que se reflejan a continuación:

LINEA DE AGUA

| Nº | ORIGEN | DESTINO | MATERIAL | D (mm.) | PN (kg/cm ²) |
|----|-------------------|----------------------|---------------|---------|--------------------------|
| 1 | Colector Conjunto | Obra de llegada Edar | PVC corrugado | 400 | - |

| | | | | | |
|----|------------------------------|------------------------------|------------------------|-----|----|
| 2 | Obra de llegada Edar | Pozo 1 | PVC corrugado | 400 | - |
| 3 | Rebose tanque tormentas | Pozo 1 | PVC corrugado | 300 | - |
| 4 | Salida Desbaste | Lagunas Macrofitas | PEAD+ acero inoxidable | 90 | 10 |
| 5 | Pozo 1 | Pozo PS | PVC corrugado | 400 | - |
| 6 | Salida Desbaste (By-pass) | Pozo 1 | PEAD | 90 | 10 |
| 7 | Lagunas Macrofitas | Arqueta salida-recirculación | PEAD | 90 | 10 |
| 8 | Arqueta salida-recirculación | Salida Desbaste | PEAD | 50 | 10 |
| 9 | Arqueta salida-recirculación | Pozo PS | PEAD | 90 | 10 |
| 10 | Pozo PS | Vertido arroyo | PVC corrugado | 300 | - |

LINEA DE AGUA SERVICIOS

| Nº | | | MATERIAL | D (mm.) | PN (kg/cm²) |
|----|------------------------------|------------------------------------|----------|---------|-------------|
| 1 | Red agua potable y servicios | | PEAD | 50 | 10 |
| 2 | Edificio control (Vaciados) | Pozo reunión colectores agua bruta | PVC | 140 | 6 |
| 3 | Red Pluviales | | PVC | 200 | 6 |

6.12. SERVICIOS GENERALES**6.12.1. Instalación de agua potable**

Desde la red municipal de Marrupe se realiza una acometida de 1.050 m de longitud con tubería PEAD 10 atm Ø 50, hasta la EDAR.

Dentro de la planta se realiza una red para limpieza y servicios.

6.13. INSTALACIÓN Y ELEMENTOS AUXILIARES DE EXPLOTACIÓN**6.13.1. Repuestos**

Con la finalidad de asegurar el mantenimiento de los equipos instalados se ha incluido en el presupuesto una partida para la adquisición de los mismos, de acuerdo con la recomendación del fabricante.

6.13.2. Equipamiento de seguridad

Se incluyen en el proyecto los equipos e instalaciones adecuados para este tipo de instalaciones, de acuerdo con las normas CPI.

6.14. INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y CONTROL

6.14.1. Línea en M.T.

La energía eléctrica empleada será corriente alterna trifásica a 230/400 V de tensión entre fases, 50 Hz de frecuencia.

Se realizará un tramo de línea subterráneo y un tramo de línea aéreo.

El entronque de la línea con las instalaciones de la compañía se realizará intercalando un centro de maniobra y seccionamiento en la red de distribución subterránea de alta tensión en 20 KV existente en la zona. Este centro contará con dos celdas de línea en donde se realizará la conexión con la instalación de compañía y una celda de protección con fusibles de donde partirá el circuito proyectado de alimentación a la estación depuradora.

- Línea subterránea.

Será una línea subterránea en 20 KV de 580 m de longitud realizada con conductores unipolares de aluminio 12/20 kV instalados en tubo.

- Línea aérea M.T. para la EDAR.

Tensión:..... 20 KV.

Longitud:..... 40 m.

Conductor:..... LA-56.

Apoyo de protección de línea: 1 ud

Apoyo de alineación: 2 ud

Apoyo de ángulo: 3 ud

Apoyo de maniobra 1 ud

6.14.2. Centro de transformación

Se trata de un C.T. intemperie sobre apoyo metálico compuesto por:

- Apoyo metálico galvanizado 10/2000 M.D.
- Seccionamiento mediante bases unipolares 1x400 A y fusibles 1x400 A.
- Juego de autoválvulas de Ø Zu 36 KV, 10 KA.
- Puesta a tierra de herrajes y neutro.
- Transformador de potencia trifásica de 50 KVA conexión Yzn11, relación 20.000/400 V $\pm 4\% + 2,5\%$ en baño de aceite.
- Caja de protección general de 400 A, con cartuchos fusibles de 400 A.

- Equipo de medida para B.T. homologado por CIA, compuesto por contenedor de activa triple tarifa y maxímetro 380/220 V, X/S; contenedor entrada de energía reactiva 380/220 V X/S; 3 transformadores de intensidad 400/S, reloj triple tarifa y maxímetro.
- Cuadro de protección de línea con fusible de 400 A.
- Equipo reglamentario de seguridad.

Puesta a tierra

Se ha previsto una red equipotencial para herrajes A.T. y transformadores de medida, puertas y armarios metálicos y otra red equipotencial para neutro del transformador; de esta forma estableceremos dos sistemas independientes de las tierras. La resistencia de estos circuitos será inferior a 20 ohmios.

La red equipotencial estará constituida por conductor de cobre desnudo de 35 mm² de sección y las mallas están abrazadas por una grapa de conexión. Como electrodos verticales se utilizarán picas de acero cobrizado de 2 m. de longitud y 14 mm. de diámetro. Cada pica llevará su correspondiente arqueta de registro.

6.14.3. Fuerza en baja tensión

6.14.3.1. Cuadros eléctricos EDAR

El cuadro de control de motores (CCM) se encuentra situado en el Edificio de usos múltiples origen de la instalación y en lugar adecuado, no accesible al público.

Estará ejecutado en envolvente metálico, con espacio para ampliaciones.

A él se acomete directamente desde el transformador a través de un interruptor automático de corte omnipolar con poder de corte de 35 KA.

Tendrá las siguientes características:

- Protección IP559 según UNE 20.324.
- Doble aislamiento, clase IIA según UNE 20.314.
- Intensidad nominal: 1.000 A.
- Tensión nominal: 660 V.

La fijación de los embarrados, tanto horizontales como verticales, está prevista en ejecución normal para una intensidad de cortocircuito de 35 KA.

Se preverá un acondicionamiento térmico interno formado por radiadores eléctricos de caldeo, alimentado a 380 V, 50 Hz monofásicos, para evitar condensaciones, la temperatura interior será controlada mediante termostato regulable.

La entrada al cuadro está formada, en su panel correspondiente, de un interruptor tetrapolar automático magnetotérmico, con bobina de emisión y bandeja diferencial 300 mA. con retardo.

Estará equipado con iluminación interior y 2 tomas de corriente.

- Una trifásica, 380 V. 16 A.
- Una monofásica, 220 V. 10 A.

Las medidas de protección indirectas se tomarán también en los circuitos de medición y mando.

A continuación del interruptor general se instalará un analizador de red, con objeto de vigilar el consumo, así como la tensión en cada instante. A partir del embarrado general se acomete a los distintos motores a través del aparellaje de mando y protección de cada motor conteniendo cada uno el siguiente aparellaje:

- Interruptor automático magnético.
- Interruptor diferencial de 300 mA.
- Contactor tripolar.
- Relé automático diferencial.

6.14.3.2. Líneas de alimentación

Cableado de Fuerza de Armarios a Receptores

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

Desde los armarios hasta los elementos receptores los cables discurrirán por bandeja, bajo tubo o enterrado, en todos ellos se ha tenido en cuenta que la caída de tensión sea inferior al 6% desde el origen de la instalación. En los edificios los tubos serán de PVC con rosca Pg. o en acero galvanizado.

Cableado de fuerza hasta armarios locales

A partir de los automáticos alojados en el armario de distribución salen las líneas de alimentación a los distintos cuadros de la planta. Estas alimentaciones se realizarán con cables de 0,6/1 KV de aislamiento. Las secciones de los cables, se ha calculado de acuerdo con las intensidades admisibles en el reglamento B.T. Una vez dimensionados, teniendo en cuenta los factores de corrección de las intensidades máxima admisible por agrupación de cables aislados en bandeja perforada, que la caída de tensión al final de la línea de cada cuadro no ha sobrepasado el 6% admisible (BT-017).

Cableado de Fuerza hasta Armarios Auxiliares

A partir de los automáticos alojados en el armario de distribución salen las líneas de alimentación a los distintos cuadros de la planta. Estas alimentaciones se realizarán con cables de aislamiento 0,6/1 KV. Las secciones de los cables, se han calculado de acuerdo con las intensidades admisibles en el reglamento BT-017, tablas I y II. Una vez dimensionados, teniendo en cuenta los factores de corrección de las intensidades máxima admisible por agrupación de cables colocados en bandeja, que la caída de tensión al final de la línea de cada cuadro no ha sobrepasado el 6% admisible BT-017.

El cuadro auxiliar a instalar:

- Cuadro cuchara bivalva y polipasto.
- Cuadros grupo agua industrial y filtración.
- Equipo de preparación de polielectrolito.

6.14.4. Alumbrado

La iluminación interior de los edificios se hará a base de equipos estancos fluorescentes con reactancia, cebador y condensador de 2 x 36 W.

La iluminación exterior de viales se hará con columnas de 4 metros de altura y luminarias con lámpara de vapor de sodio, alta presión 1 x 250 W.

La instalación de alumbrado exterior se hará con cables de aislamiento 0,6/ KV de 6 mm² de sección mínima. Estos cables discurrirán bajo tubería de plástico enterrado a 0,50 m de profundidad; la instalación de alumbrado interior de las distintas dependencias de los edificios se realizará bajo tubo empotrado tipo corrugado, se utilizará cable unipolar con doble capa de aislamiento.

Alumbrado de emergencia

Se ha previsto alumbrado de emergencia, dicha iluminación se concentrará exclusivamente en puertas, escaleras, pasillos y en general en zonas de escape o paneles en uso que hubiera que realizar alguna maniobra de inspección o medida. El sistema de alumbrado de emergencia es autónomo que cumple con las prescripciones establecidas en las normas UNE 20062 y 20392, e instrucciones complementarias BT-005

Sus características son: difusor de vidrio, acumulador estanco de Níquel-cadmio con cargador que asegura la recarga de los acumuladores en menos de 24 h, con nivel medio de 5 lux para todos los pasos a iluminar en emergencia.

6.14.5. Instalación general de tierras

Red de tierra

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

Estará formada por pozos equipados de una pica de acero-cobre de 2 m de longitud, y 14 mm de diámetro colocándose en las inmediaciones de cada armario. Las tomas de tierra estarán formadas a base de picas con cable en cobre desnudo de 35 mm² para la red de tierra general, y desde esta red se deriva con cable de 16 mm² RV-0,6/1 KV para los báculos y columnas, las masas metálicas están conexionadas a la red general con cables de sección adecuada en cada caso, mediante conductor RV-0,6/1 KV.

6.14.6. Empalmes y derivaciones

Todos los empalmes y derivaciones de la red de alumbrado, se realizarán en los cuadros y en las cajas de registros, que serán de dimensiones adecuadas a la sección del cable,

por medio de bornas de apriete y rigidez eléctrica adecuada, con el fin de evitar calentamiento y pérdidas de aislamiento.

6.14.7. Corrección factor de potencia

Para la corrección del factor de potencia en la EDAR se utilizarán:

- 1 equipo automático para la instalación, de 12,5 KVAR, formado por 2 botes de 5 KVAR, 1 bote de 2,5 KVAR.

6.14.8. Automatización

Se ha diseñado un sistema con inteligencia distribuida, teniendo en cuenta dos aspectos:

- 1) Las necesidades de cada estación remota.
- 2) Las ampliaciones futuras, que exigen la instalación de un sistema flexible y con capacidad de crecer.

En el Anejo correspondiente se describe el sistema previsto.

Además se establece un Terminal remoto RTU con el propósito de capturar los datos relevantes de la instalación que serán reportados a la Plataforma del Centro de Adquisición y Procesamiento de la información de Toledo.

6.14.9. Instrumentación

Para el control de la planta se prevé en principio una serie de elementos primarios para toma de datos, tales como, caudales, medida de oxígeno, etc. cuyas señales son enviadas al cuadro de control para su indicación y registro.

El número y tipo de equipos instalado en la planta son:

- 1 ud Medidor de nivel ultrasónico (Bombeo agua bruta).
- 1 ud Medidor de caudal electromagnético DN-65 (Agua bruta).

Todos los equipos envían a su vez la señal de 4-20 mA. y pulso totalizador al PLC para su registro y totalización.

7. POTENCIAS Y CONSUMOS ELÉCTRICOS

Resumen de potencias y consumos de la EDAR

| | | | Invierno | Verano |
|-----------------|-------------------|----------------|--------------|--------------|
| CUADRO | Pot. simult. abs. | Pot. instalada | Consumo | Consumo |
| | Kw | Kw | Kwh | Kwh |
| Cuadro CCM EDAR | 6,88 | 18,08 | 22,93 | 26,99 |
| TOTALES | 6,88 | 18,08 | 22,93 | 26,99 |

14. CONCLUSIÓN

Con todo lo expuesto, creemos haber desarrollado el presente Proyecto suficientemente y de acuerdo con la legislación vigente, por lo que se somete a la mejor consideración y juicio de la superioridad para su aprobación.

Toledo, diciembre de 2010

AUTOR DEL PROYECTO

Ingeniero de Caminos, C. y Puertos



Fdo.: Juan M. Luque Moreno

EL DIRECTOR DE LAS OBRAS

Ingeniero de Caminos, C y Puertos

Fdo: Diego San Martín Rodríguez.