

**PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA E.D.A.R. BALLESTEROS DE CALATRAVA, VILLAR DEL POZO Y CAÑADA DE CALATRAVA (CIUDAD REAL)**

**DOCUMENTO Nº1.- MEMORIA Y ANEJOS**

**ÍNDICE DE LA MEMORIA**

- 1.- ANTECEDENTES.
- 2.- SITUACIÓN ACTUAL
- 3.- OBJETO DEL PROYECTO.
- 4.- SOLUCIÓN ADOPTADA.
  - 4.1.- COLECTORES.
  - 4.2.- EDAR.
    - 4.2.1.- LÍNEA DE AGUA.
    - 4.2.2.- LÍNEA DE FANGOS.
    - 4.2.3.- INSTALACIONES AUXILIARES.
    - 4.2.4.- FUTURA AMPLIACIÓN.
- 5.- JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.
- 6.- DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.
  - 6.1.- CARACTERÍSTICAS DE LOS PUNTOS LÍMITES DE LA E.D.A.R.
  - 6.2.- LÍNEA DE AGUA.
  - 6.3.- LÍNEA DE FANGOS.
  - 6.4.- INSTALACIONES AUXILIARES.
  - 6.5.- AUTOMATÍSMOS DE CONTROL.
  - 6.6.- DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS ELÉCTRICOS.
  - 6.7.- DESCRIPCIÓN DE LA OBRA CIVIL.

**7.- CONSIDERACIONES FINALES.**

**7.1.- FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS.**

**7.2.- PLAZO DE EJECUCIÓN DE LA OBRA.**

**7.3.- CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA.**

**7.4.- CALIFICACIÓN DE OBRA COMPLETA.**

**7.5.- CONCLUSIÓN**

**8.- RESUMEN DE PRESUPUESTOS.**

## **MEMORIA**

### **1.- ANTECEDENTES**

AGUAS DE CASTILLA LA MANCHA PUBLICÓ EL CONCURSO DE LICITACION DE la Estación Depuradora de Aguas Residuales en Ciudad Real de las poblaciones Cañada de Calatrava, Ballesteros de Calatrava y Villar del Pozo, así como el futuro Aeropuerto Don Quijote y las zonas industriales.

La empresa SACYR licitó a dicho concurso con una oferta al Proyecto Base y una Solución Variante.

### **2.- SITUACIÓN ACTUAL.**

En la actualidad la población de Cañada de Calatrava vierte sus aguas a una E.D.A.R. existente actualmente en desuso.

Ballesteros de Calatrava, al igual que Villar del Pozo, vierten sus aguas residuales sin tratamiento previo.

### **3.- OBJETO DEL PROYECTO**

El objeto del presente Proyecto es la definición del Proyecto Constructivo presentado por la empresa SACYR, S.A.U., adjudicataria del Concurso convocado por Aguas de Castilla la Mancha, para la construcción y explotación por dos años de la Estación Depuradora de Aguas Residuales de los municipios y áreas de desarrollo de Ballesteros de Calatrava, villar del Pozo y Cañada de Calatrava en Ciudad Real, y de los colectores que reunirán todos los vertidos de las poblaciones.

#### **4.- SOLUCIÓN ADOPTADA**

Tanto la topografía de la parcela como la de los colectores se ha obtenido tras los trabajos de campo realizados.

##### **4.1.- COLECTORES**

Los vertidos de las poblaciones llegarán hasta una estación elevatoria, donde serán impulsados hasta la parcela de la E.D.A.R. con velocidades no inferiores a 0,6 m/s, con lo cual evitamos posibles sedimentaciones. Estas impulsiones se realizarán mediante bombas sumergibles con tamizado previo.

Se instalarán pozos de registro a lo largo de los tramos de gravedad de los colectores, así como ventosas y desagües a lo largo de los tramos impulsados, para evitar posibles problemas en el transcurso de los colectores.

Para los excedentes de caudal se instalarán aliviaderos en las estaciones elevatorias.

Las conducciones por gravedad serán de 630 mm de diámetro y en PP, mientras que las conducciones impulsadas serán en fundición de 150 mm.

Estos dos colectores los denominamos como:

- Colector I: Ballesteros de Calatrava – Villar del Pozo
- Colector II: Cañada de Calatrava.

#### **4.1.1.- COLECTOR I**

Las aguas residuales de Ballesteros de Calatrava serán conducidas a través de un colector de gravedad de diámetro 630 mm en PP y de 1.300 m de longitud. Asimismo, las aguas residuales de Villar del Pozo serán conducidas mediante colector de gravedad de iguales características hasta unificarse con el colector de Ballesteros de Calatrava. En el punto de unión de las aguas residuales de ambos pueblos se instalará un aliviadero para aliviar el excedente de aguas que puedan llegar a los colectores.

Ambos vertidos serán conducidos por gravedad hasta una estación de bombeo. En esta estación se procederá a un tamizado previo para la eliminación de los residuos de gran tamaño, para evitar el atasque de las bombas sumergibles que impulsarán los vertidos hasta la parcela de la E.D.A.R. En esta estación de bombeo se dispondrá un aliviadero para evacuar los excedentes de aguas residuales que puedan llegar.

Las bombas sumergibles estarán automatizadas mediante variadores de frecuencia y sondas de nivel, que pondrán en funcionamiento o pararán las bombas en función del caudal de agua almacenada en el pozo de bombeo.

El tramo de la impulsión será de fundición, de diámetro 150 mm y una longitud de 5.320 metros.

#### **4.1.2.- COLECTOR II**

Las aguas residuales de Cañada de Calatrava llegan hasta una E.D.A.R. que actualmente está obsoleta, de forma que las aguas residuales que llegan a esta E.D.A.R. serán conducidas hasta una estación de bombeo.

Al igual que en el Colector I, la estación tendrá un tamizado previo para la eliminación de los residuos de gran tamaño, para evitar el atasco de las bombas sumergibles que impulsarán los vertidos hasta la parcela de la E.D.A.R. También dispondrá de un aliviadero para evacuar los excedentes de aguas residuales que puedan llegar.

Las bombas sumergibles estarán automatizadas mediante variadores de frecuencia y sondas de nivel, que pondrán en funcionamiento o pararán las bombas en función del caudal de agua almacenada en el pozo de bombeo.

Los vertidos procedentes de colector nº 2 se impulsan hasta la E.D.A.R. mediante tubería de 150 mm de diámetro y unos 2.000 m de longitud.

## **4.2.- E.D.A.R.**

### **4.2.1.- LÍNEA DE AGUA**

La línea de agua del proyecto adjudicado es la desarrollada en el actual Proyecto.

En el conjunto del diseño de la E.D.A.R. se prevé una futura ampliación de la misma consistente en una línea más, o lo que es igual una ampliación del 50%.

Para ello se desarrolla básicamente un proceso biológico, dimensionado para un proceso de nitrificación-desnitrificación.

Las instalaciones incluidas en el proyecto, serán básicamente, las siguientes:

- Pozo de gruesos.
- Desbaste de gruesos.
- Pozo de Bombeo
- Tamizado y Desarenado y desengrasado en equipo compacto
- Medida de caudal de agua bruta.
- By-pass a tratamiento biológico.
- Tratamiento biológico con nitrificación-desnitrificación, en oxidación prolongada. Sistema Carrusel, con difusores de burbuja fina.
- Eliminación química del Fósforo.
- Decantación secundaria.
- Desinfección, con Hipoclorito Sódico.
- Desagüe de la E.D.A.R. al arroyo.

#### **4.2.2.- LÍNEA DE FANGOS**

- Recirculación de fangos biológicos a la entrada del reactor biológico.
- Extracción de los fangos en exceso y bombeo de los mismos a espesamiento.
- Espesamiento por gravedad de los fangos estabilizados.
- Bombeo de los fangos a deshidratación.
- Deshidratación mecánica, mediante centrífuga.
- Transporte de fangos deshidratados a almacenamiento.
- Almacenamiento de fangos deshidratados en tolva metálica.
- Evacuación de fangos a vertedero.

#### **4.2.3.- INSTALACIONES AUXILIARES**

Además se incluyen las instalaciones auxiliares siguientes:

- Desodorización en el pretratamiento, el espesamiento y la deshidratación de fangos.
- Red de vaciado y bombeo a cabecera de los escurridos y vaciados.
- Red de agua industrial, procedente del filtrado de agua tratada.
- Red de aire a presión.

#### **4.2.4.- FUTURA AMPLIACIÓN**

Siguiendo las indicaciones del Pliego de Bases, en relación a la **Flexibilidad de la instalación**, se ha tenido en cuenta la ampliación, a la hora del dimensionamiento de la E.D.A.R. actual, y que se concretan en los siguientes apartados.



## **PRETRATAMIENTO**

- **Pozo de gruesos.** Dimensionado para año horizonte.
- **Pozo de bombeo.** Dimensionado para año horizonte.
- **Tamizado – Desarenado - desengrasado.** Dimensionado directamente para el caudal futuro, en dos líneas gemelas.

## **REACTOR BIOLÓGICO**

Se construye la Obra Civil de dos líneas y se deja prevista en las arquetas de llegada reparto para la futura ampliación.

En cuanto a la aireación se dimensionará el colector general para el caudal de aire futuro y se deja espacio para la instalación de otra soplante más en la sala de soplantes iguales a las existentes.

## **DECANTACIÓN**

Se han dimensionado los decantadores de la fase actual para que en la futura ampliación sea suficiente un decantador más, de iguales características.

## **MEDICIÓN DE AGUA TRATADA**

Para la medición de agua tratada se dispone de un caudalímetro electromagnético de 250 mm de diámetro.

## **DESINFECCIÓN**

La cámara de cloración se ha dimensionado para el caudal futuro, al igual que la dosificación de Hipoclorito.

### **RECIRCULACIÓN DE FANGOS**

Se prevé espacio en la Obra Civil para la instalación de una bomba más de recirculación en año horizonte.

### **FANGO EN EXCESO**

Se dimensiona para el caudal futuro mediante la colocación de una bomba de reserva.

### **ESPESAMIENTO DE FANGOS**

Se dimensionará para un caudal futuro.

### **DESHIDRATACIÓN DE FANGOS**

Estimamos que son suficientes los equipos de deshidratación previstos para el año horizonte, aumentando las horas de funcionamiento proporcionalmente al incremento de fangos producidos, ya que tanto las bombas de extracción, como el módulo de preparación en continuo y la centrífuga tiene una notable autonomía de funcionamiento.

## **5.- JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN VARIANTE PROPUESTA**

Los vertidos procedentes de los depósitos de WC'S de los aviones producen un vertido con una concentración de producto tóxico del tipo amonio cuaternario.

Para su adecuación, antes de agregarlo al vertido residual, se propone un tratamiento previo consistente en los siguientes procesos unitarios:

- **Tamizado**
- **Stripping del amoniaco**
- **Ajuste del pH**
- **Coagulación**
- **Floculación**

## **6.- DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS**

## **6.1.- Características de los puntos límites de la EDAR**

Los puntos límites tienen las siguientes características:

### **6.1.1.- Llegada del agua bruta (enlace con la red):**

Es objeto de este proyecto, además de las obras que componen la EDAR para tratar las aguas residuales son las obras de construcción de los colectores de llegada nº1 y nº2.

### **6.1.2.- Punto o zona de vertido del efluente:**

El colector del efluente desembocará en el arroyo de Valdeconejos próximo a la parcela de la EDAR.

### **6.1.3.- Punto de enganche (toma de corriente eléctrica).**

Se localiza en el plano correspondiente del presente Proyecto.  
Tensión en la red: 20 kV.

### **6.1.5.- Vertedero de fangos:**

Retirada de fangos, detritus de rejillas, flotantes y basuras en general, se verterán en vertedero autorizado.

## **6.2.- LÍNEA DE AGUA**

### **6.2.1.- LLEGADA DE AGUA BRUTA Y ALIVIADERO GENERAL**

La llegada de Agua Bruta se realiza directamente en el pozo de gruesos, aliviando los caudales que superen el dimensionamiento de la planta.

### **6.2.2.- POZO DE GRUESOS**

El pozo de gruesos, de 2,50 x 2,50 y 4,00 de altura.

El pozo de gruesos estará equipado con una cuchara bivalva, de 100 l. suspendida de un Polipasto de desplazamiento y elevación eléctrico, de 1.000 kg de carga.

### **6.2.3.- DESBASTE DE MUY GRUESOS**

El paso desde el pozo de gruesos al pozo de bombeo se prevé realizarlo a través de una reja de 20 mm de paso, con unas dimensiones de 1 m x 1 m.

### **6.2.4.- POZO DE BOMBEO**

Las aguas procedentes del pozo de gruesos pasan a una cámara de bombeo, que permite impulsar todo el caudal de diseño a la E.D.A.R.

La instalación está formada por tres (3) bombas centrífugas sumergibles, impulsando todo el caudal a la E.D.A.R. con un caudal unitario de 160 m<sup>3</sup>/h.

Las bombas se ubican en un pozo de bombeo de 2,50 m de largo

y 2,50 m de ancho.

Los grupos de bombeo impulsan el caudal hasta el pretratamiento, mediante tubería de diámetro 250 mm. Los colectores individuales de impulsión son de 200 mm de diámetro, instalándose en cada colector una válvula de retención y una válvula de compuerta de accionamiento manual para el aislamiento de las bombas. Se dispone de un carrete de desmontaje para facilitar las tareas de montaje y desmontaje.

Una de las bombas tiene un variador de frecuencia para poder bombear los pequeños caudales que puedan llegar a la planta hasta que se den las condiciones de caudal horizonte.

### **6.2.5.- TAMIZADO – DESARENADO - DESENGRASADO**

El agua procedente del bombeo pasará mediante una conducción de Ø 250 al pretratamiento.

Desde el bombeo, el agua pasa a un pretratamiento compacto.

La planta compacta consiste en un tanque donde se encuentra un tamiz de 3 mm de paso. A continuación los sólidos finos son transportados por el tornillo de extracción donde a la vez son deshidratados y compactados hasta una sequedad del 30 al 35 % M.S. El material sólido, compactado, se descarga en un contenedor.

Posteriormente se encuentra el desarenador longitudinal diseñado de acuerdo con las normas ATV, con un grado de separación del 80% y un tamaño de partícula de 0,20mm. La longitud del desarenador es de 7.700mm y su anchura es de 2.046 mm.

En dicho tanque van instalados tanto el tamiz con prensa integrada, como un tornillo horizontal para transportar la arena al tornillo de extracción. Este tornillo inclinado deshidrata estáticamente y descarga la arena en un contenedor.

El tanque incluye una cubierta y las tolvas de descarga necesarias para la recogida de los residuos y el sistema de aireación.

Los datos de la planta compacta son:

Caudal máximo: .....	86 l/s
Anchura del tanque: .....	2.046mm
Longitud del tanque:.....	9.375mm
Altura del tanque: .....	2.290mm
Altura total: .....	4.486mm



#### **6.2.6.- MEDIDOR DE CAUDAL**

En el canal que parte de la arqueta de salida del desarenador-desengrasador y llevan el agua objeto de tratamiento al tratamiento biológico, se montará el medidor electromagnético de 250 mm de diámetro.

El caudal de diseño del tratamiento biológico es de  $200 \text{ m}^3/\text{h}$ , por lo que a la salida del desengrasado instalaremos una válvula de guillotina motorizada comandada por el medidor de caudal de entrada al biológico.

El exceso de agua pretratada se aliviará al by-pass general.

Cerrando la válvula de guillotina todo el agua pretratada pasará hacia el aliviadero general.

#### **6.2.7.- TRATAMIENTO BIOLÓGICO. AIREACIÓN PROLONGADA**

El agua residual procedente del desarenador-desengrasador penetra en el reactor biológico. La entrada se realiza sobre la zona anóxica proyectada para posteriormente pasar a la zona óxica.

En las zonas de oxidación se producirán las reacciones bioquímicas entre los reactantes: agua, oxígeno y microorganismos.

El oxígeno necesario para la ejecución de las reacciones se tomarán del aire atmosférico, realizándose la transferencia al agua residual por medio de soplantes que lo inyectan en difusores sumergidos de burbuja fina.

Las soplantes rotativas son de tipo ROOT y se han previsto dos unidades más una de reserva, con un variador de frecuencia para

absorber las diversas necesidades del oxígeno.

Los difusores sumergidos son de burbuja fina. Tienen la función de realizar la transferencia de oxígeno del aire al agua residual, por medio de burbuja fina con el fin de realizar la máxima transferencia del  $O_2$  del aire al agua residual.

Las soplantes a instalar serán de 2+1R con un caudal unitario por soplante es de  $1.300 \text{ Nm}^3/\text{h}$  a una presión relativa de impulsión de 6,10 m.c.a., instalándose para cada reactor biológico una soplante dotada de variador de frecuencia, junto con otra unidad común de reserva.

A las cubas de aireación se le dota de agitadores sumergidos, para la mezcla y homogeneización del agua bruta de entrada y la recirculación, y por otra parte, aumenta el tiempo de estancia de las burbujas de aire en el reactor aumentando la transferencia del oxígeno y evita la decantación.

Para lograr el funcionamiento satisfactorio de la instalación, deben cumplirse:

- 1.- Existencia de una mezcla adecuada en la cuba de reacción.
- 2.- Suministro de oxígeno suficiente para conseguir que el oxígeno disuelto en el "licor mezcla" de la cuba no sea un factor limitador.
- 3.- Alimentación continua de agua residual.

El suministro de aire es suficiente y sobrado para mantener el nivel de oxigenación en el "licor mezcla" pudiendo variar el número de soplantes en funcionamiento (deberá ser suficiente para mantener un índice 1-2 mg/l de oxígeno disuelto).

El caudal variable de aportación de aire de las soplantes, permite ajustar la cantidad de oxígeno transferido de acuerdo con las características del agua residual, lo que supone un consumo exacto de energía eléctrica según las necesidades del sistema.

En el cálculo de las necesidades de oxígeno se han tenido en cuenta las correspondientes a la Nitrificación.

Dado que con Aireación Prolongada la Nitrificación está asegurada, y que si no llevamos a cabo la Desnitrificación se producirá posteriormente con liberalización de gases en los decantadores secundarios, perjudicando el correcto funcionamiento de los mismos, se ha previsto una zona anóxica en cabecera de forma que permite una retención superior a 3 horas a caudal medio y aprovechando la recirculación de licor mezcla que se lleva a cabo por los agitadores sumergidos instalados para la circulación, homogeneización, etc. de dicho licor, es previsible la Desnitrificación el efluente nitrificado, eliminando problemas en los elementos posteriores y cumpliendo con las exigencias impuestas por el Pliego de Bases en cuanto a la calidad del efluente.

En consecuencia se diseña la instalación de 2 Uds. de reactor biológico, tipo carrusel con dos pasillos por reactor de  $7,2 \times 4,50 \text{ m}^2$  de sección útil cada pasillo, y una longitud recta de 26,40 m.

El dimensionamiento del reactor biológico se ha efectuado de manera que con los caudales y contaminaciones actuales pueda trabajar con una carga másica de 0,065; y con las condiciones previstas para el Año Horizonte 0,052, teniendo en cuenta que funcionarían 3 reactores.

Se ha previsto la posible ampliación de un 50% mediante la

construcción de otro reactor idéntico a los dos proyectados.

#### **6.2.8.- RECIRCULACIÓN DE FANGOS**

La finalidad del retorno de fango (realizada desde la decantación secundaria), es mantener una concentración suficiente de fango activado en el tratamiento biológico, de modo que puede obtenerse el grado requerido de tratamiento en el intervalo de tiempo necesario.

El retorno del fango activado desde la decantación secundaria hasta la entrada del tanque de aireación es la característica esencial del proceso. Debemos tener en cuenta que el tiempo de retención de los fangos producidos en la decantación secundaria, deberá de ser muy corto, con el fin de que no se produzca un estado anaerobio que reste actividad (oxigenación) a los lodos. Por esta razón, los fangos deberán extraerse de los tanques de la decantación secundaria tan pronto como se formen.

No es aconsejable emplear un tiempo excesivo de retención con el propósito de formar un fango denso a fin de minimizar el bombeo, ya que ello daría lugar a un deterioro. La capacidad de bombeo a recirculación de fangos será elevada, ello es esencial para que no se produzcan pérdidas de sólidos del fango con el efluente.

La razón para ello es que los sólidos tienden a formar una gruesa capa en el fondo del tanque, que varía de espesor de vez en cuando y que puede llegar a tener toda la profundidad del tanque en momentos de caudal punta, si fuese inadecuada la capacidad de la bomba de recirculación.

Las bombas de recirculación, funcionarán de manera que el caudal de aproximadamente igual a la relación porcentual del volumen ocupado

por los sólidos sedimentables procedentes del efluente del tanque de aireación con el volumen del líquido clarificado (sobrenadante) después de una sedimentación durante 30 minutos en probeta de 1.000 cc. Esta relación no será, de modo alguno, inferior a 150%. (SVI = 150 ml/g).

La activación del bombeo, se realizará de forma automática por sondas de nivel en la fosa de recogida de fangos. Una vez calculado el porcentaje de recirculación, el sobrante se bombeará a la línea de tratamiento para su posterior concentración, deshidratación por métodos descritos en esta Memoria.

La recirculación de fangos en el biológico se ha proyectado para una capacidad de recirculación superior al 150% del caudal medio mediante dos bombas en funcionamiento con una capacidad de impulsión superior al 75% del caudal medio (66,51 m<sup>3</sup>/h).

Se incluye una tercera de reserva.

En cuanto a la recirculación de licor mezcla sólo se produce de modo continuo dentro del carrusel.

#### **6.2.9.- BY-PASS DEL TRATAMIENTO BIOLÓGICO**

Además del by-pass general, en la instalación se ha proyectado también un by-pass del tratamiento biológico, de tal manera que el agua procedente del pretratamiento pueda pasar a la decantación secundaria sin pasar por los reactores biológicos.

#### **6.2.10.- DECANTACIÓN SECUNDARIA**

La llegada del líquido mezcla del tratamiento de aireación de un sistema de fangos activados, será compuesto esencialmente por agua y

materia en suspensión (fangos activados).

La separación de esta suspensión, se realiza por sedimentación de los fangos activados mediante el sistema físico de sedimentación-decantación.

La decantación separa por la simple acción de la gravedad el agua de los fangos.

Es pues, un medio mecánico sencillo, cuyo funcionamiento precisa un aporte mínimo de energía.

En el caso que nos ocupa, la eliminación de la materia sedimentable presente en el agua, se realiza por un sedimentador circular con flujo vertical de elevado rendimiento, equipado con rasquetas de fondo, rasquetas de superficie, equipo de purga de fangos y puente radial de arrastre periférico.

El vaso es cilíndrico rematado en un tronco de cono invertido, y con una poceta central donde se purgarán los fangos en exceso.

Los elementos y parámetros fundamentales que intervienen en una buena sedimentación de los lodos componentes del "licor mezcla" son:

- 1.- Disposición de la entrada del líquido a tratar.
- 2.- Elementos deflectores para acumular la energía cinética del líquido de entrada, a través de un difusor circular.
- 3.- Período de retención suficiente para conseguir una cohesión o floculación del fango activado, incluso en las condiciones adversas

de caudal punta.

- 4.- Velocidad ascensional del agua tratada, tan pequeña que no llegue a ser arrastrado el fango con el agua tratada, incluso a caudal máximo.
- 5.- Velocidad de descenso del fango, superior a la velocidad ascensional, para no ser arrastrado por el agua tratada.
- 6.- Carga superficial lo suficientemente baja para conseguir un funcionamiento correcto del sistema de rasqueta y evacuación del fango.
- 7.- Sistema de recogida y evacuación del agua tratada bien diseñado y dimensionado.
- 8.- Velocidad apropiada del sistema de rasquetas y de barrido de succión.

Para el cálculo y diseño de estos sedimentadores hay que tener muy en cuenta el tamaño y peso de los sólidos dispersos en el agua, ya que de éstos depende la velocidad de sedimentación.

Deberemos tener en cuenta el tipo de agua y su caudal.

Las zonas de llegada de agua y sedimentación están separadas por medio de una campana cilíndrica deflectora, tipo sifoide, en cuyo interior está instalada también de llegada del agua bruta, empotrada en el pilar central.

Las velocidades de sedimentación, tiempos de retención cargas hidráulicas, cargas de sólidos y cualquier otro parámetro de los que

intervienen en el cálculo de todo el conjunto, se han estudiado y aplicado en este caso, basándonos en nuestra experiencia en decantación de aguas similares a la que nos ocupa.

El agua y fango, procedentes del tratamiento de aireación (fangos activados), penetra al centro del decantador por medio de una tubería, una campana deflectora obliga al agua residual y fangos a descender a la zona inferior, con lo que consigue: por una parte evitar la creación de turbulencias producidas por la energía cinética del agua, y por otra parte, mezclar el agua cinética de llegada con parte de los fangos producidos o sedimentados anteriormente, con lo que se produce cierto tipo de floculación, aumentando consecuentemente el peso del fango existente y favoreciendo la sedimentación de los mismos.

El agua mezclada con los fangos se distribuye y asciende por toda la zona de sedimentación, en donde la velocidad ascensional es lo suficientemente baja para permitir la separación del agua y del fango.

El agua clarificada por el proceso de sedimentación se recoge en el canal periférico adosado a la parte superior de la virola del decantador, dotado de vertederos en acero inoxidable.

Los fangos que paulatinamente se depositan en toda la superficie del fondo del decantador, son recogidos mediante el sistema mecánico anteriormente citado.

El accionamiento de las rasquetas de fondo y superficie se realizará a través de un puente giratorio radial de arrastre periférico, construido en perfiles de acero laminado; barandilla a ambos lados y entramado metálico galvanizado para paso.

Dicho puente, se encuentra apoyado por una parte en el centro por



medio de un pivote y por la otra en la parte superior de la pared del decantador.

En los extremos del puente irá colocado el carro motriz, este carro está construido en perfiles de acero laminado y apoyado en dos ruedas (una motriz y otra conducida), formadas por llanta de acero y bandeja de goma de neopreno.

El accionamiento de las ruedas motrices y por lo tanto del puente, viene dado por medio de un grupo motorreductor.

Los motorreductores se montan sobre el eje de la rueda motriz y están unidos a la estructura del puente por medio de un brazo de reacción.

Delante de las ruedas se ubican unas rasquetas-cepillo para eliminar cualquier obstáculo que pueda interferir el movimiento del puente: hielo, piedras, etc.

Para facilitar la llegada de energía eléctrica a los motorreductores del puente se prevé la instalación en la articulación central, de un colector eléctrico o escobilla de eje vertical. Dicho pivote estará formado por una corona rodante de gran diámetro, proyectada para soportar los esfuerzos axiales y radiales originados por el puente.

Con soportes y ejes para sujeción articulada a la pasarela permitiendo que las ruedas del carro se adapten a las variaciones de altura de la pista rodante sobre el muro exterior del decantador.

Las rasquetas de fondo y mecanismos de sujeción irán suspendidos de la pasarela por un conjunto de brazos pivotables que permiten la adaptación de las mismas al fondo del decantador, salvando

de esta forma las posibles obstrucciones.

Las rasquetas de superficie van suspendidas del puente decantador.

En ambos casos van provistas en la parte inferior de tiras de goma regulable en altura y sujetas con pasamuros y tornillos.

Las rasquetas quedarán fijadas a la altura deseada del fondo del decantador con unas ruedas de nylon regulables en altura y orientación para asegurar un movimiento de rotación sin deslizamientos.

Las partes metálicas que quedan fuera del agua irán protegidas con imprimación antioxidante; las situadas bajo el líquido además de esta capa llevarán otra de pintura asfáltica.

El entramado de la pasarela estará recubierto con una capa de galvanizado en caliente.

Dado que el proceso biológico es una Aireación Prolongada, la velocidad ascensional de diseño se ha establecido en  $0,50 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$  a  $Q_m$ , con lo cual se han previsto dos decantadores de 14,00 m. de diámetro, calado de 3 m. volumen total de  $967,11 \text{ m}^3$  y un tiempo de retención de 9,6 horas a  $Q_{med}$ .

#### **6.2.11.- ESTERILIZACIÓN FINAL**

Una vez decantada, el agua pasará a la cámara de cloración. Esta consiste en un recipiente prismático con laberinto interior y con un volumen que garantiza un tiempo mínimo de 15 minutos de contacto del agua con el agente esterilizante, a caudal punta del año horizonte.

Como reactivo se utilizará Hipoclorito Sódico comercial, con una riqueza de 149-159 g. de Cloro por litro, dosificándose un caudal punta de 7,89 l/h. para garantizar una proporción de 6 p.p.m. de cloro. El Año Horizonte suficiente para eliminar cualquier germen patógeno presente en el agua.

La dosificación será proporcional al caudal a partir de la señal del caudalímetro de agua tratada.

#### **6.2.12.- ELIMINACIÓN DE FÓSFORO**

Para la eliminación de Fósforo se prevé la dosificación de Cloruro Férrico comercial a 48,5 % en la arqueta de reparto del tratamiento biológico, con la posibilidad de dosificar a la entrada o a la salida, según convenga.

La dosificación será proporcional al caudal, a partir de la señal del caudalímetro de agua a tratamiento biológico.

Se prevé un depósito de almacenamiento de 5,00 m<sup>3</sup>, con una autonomía mayor de 5 días.

### **6.3.- LÍNEA DE FANGOS: EQUIPOS MECÁNICOS**

### **6.3.1.- PRODUCCIÓN DE FANGOS EN EXCESO**

Como ya se comentó anteriormente los fangos en exceso no serán recirculados, sino que serán retirados de la línea de agua, bombeándose desde la arqueta de la recirculación de fangos al espesador por gravedad.

Para el bombeo de fangos en exceso se prevé una bomba sumergible, junto con otra en reserva, de 25,00 m<sup>3</sup>/h.

La producción de fangos prevista es de 187,12 m<sup>3</sup>/día en el Año Actual y de 239,21 m<sup>3</sup>/día el Año Horizonte.

### **6.3.2.- ESPESADOR POR GRAVEDAD**

El espesamiento de fangos es el proceso mediante el cual se tiene por objeto la reducción del volumen de los mismos mediante la eliminación parcial de su humedad.

El interés básico del proceso es incrementar la eficacia y economía de procesos posteriores.

Características del espesador:

Tipo de espesador.....	Gravedad.
Diámetro .....	9 m.
Calado vertedero .....	3,00 m.
Tiempo retención.....	> 24 horas en todos casos.
Concentración entrada .....	0,6 % aprox.
Concentración salida .....	3 %.

El fango espesado se extrae mediante 1 bomba (más una de reserva) de desplazamiento positivo, y se envía a la centrífuga para su deshidratación previa mezcla con el Polielectrolito. Los caudales de las bombas serán variables entre 1 y 8 m<sup>3</sup>/h.

### **6.3.3.- ACONDICIONAMIENTO DEL FANGO**

Un acondicionamiento adecuado del fango es la base para un correcto funcionamiento del sistema de deshidratación. El acondicionamiento químico tiene por finalidad conseguir una aglomeración de las partículas en forma de flóculos.

En nuestro caso particular, el acondicionamiento de fango se realizará mediante la adición de una serie de productos orgánicos de síntesis llamados **POLIELECTROLITOS**, mucho más eficaces que los inorgánicos como podrían ser las sales de hierro y aluminio, con las cuales es necesario utilizar mayores dosis.

Para la preparación del floculante se instalará 1 módulo de preparación de polielectrolito en continuo, con un caudal máximo de 850 l/h. por lo que con un solo módulo podemos dosificar el polielectrolito necesario para el funcionamiento de las dos líneas.

La dosificación se hace con bombas del tipo de desplazamiento positivo, dos funcionando más una en reserva, para un caudal de 20-350 l/h. a 20 m.c.a. La dilución hasta la concentración idónea se produce mediante rotámetros.

### **6.3.4.- LÍNEA DE FANGOS: CENTRÍFUGA**

La línea de fangos se hará mediante centrífuga, instalándose 1 unidades dimensionadas para un caudal de 6 m<sup>3</sup>/h al 3% y una potencia

instalada de 18,5 kW.

El sistema de deshidratación con centrífugas permite la eliminación de la práctica totalidad de mano de obra de este proceso, con mayores posibilidades de automatización, con regulación automática de velocidad diferencial, en función de la sequedad prevista.

El número de unidades en funcionamiento será de 1, con una duración de este período superior a 4 horas.

Se opta por una sola máquina por la fiabilidad del equipo y un menor consumo energético e inversión en mantenimiento.

#### **6.3.5.- ALMACENAMIENTO DE FANGOS DESHIDRATADOS**

El fango procedente de las centrífugas se descargará a un tornillo sin-fin que lo llevará a una bomba de fango deshidratado, desde la cual se bombeará a una tolva de almacenamiento de 25 m<sup>3</sup> de capacidad, equipada con compuerta de salida.

El fango deshidratado se podrá utilizar como abono.

#### **6.3.6.- SOBRANTES Y ESCURRIDOS**

Las aguas residuales procedentes del edificio de control, los escurridos de la deshidratación de fangos y los sobrantes del espesador serán conducidos por gravedad al pozo de vaciados, entrando en la línea de tratamiento.

#### **6.3.7.- PLUVIALES Y VACIADOS**

La red de pluviales y vaciados descargará a un pozo de vaciados,

desde el cual, con dos bombas sumergibles, (1 + Reserva), se bombeará a cabecera.

#### **6.3.8.- TRATAMIENTO SENTINAS AVIONES**

El vertido producido en los aseos de las aeronaves durante el vuelo y que deben ser tratados en el aeropuerto de destino, tiene similares características en todos los casos.

Estos vertidos generan un problema debido a la gran incidencia que provocan en las E.D.A.R. Esto se debe a la toxicidad de determinados productos que se añaden a tales vertidos.

Esto hace necesaria la introducción de una estación depuradora previa que permita el posterior tratamiento de forma convencional de los vertidos procedentes de las aeronaves.

La mayoría de las líneas aéreas emplean un producto tóxico del tipo amonio cuaternario; la rotura de la estructura de dichos productos requiere la eliminación previa de su contenido en amoniaco; la molécula residual es, por lo tanto, biodegradable. Dicho amoniaco se libera del producto al ajustar su pH a 11 ó más y se elimina por “stripping”. El stripping del amoniaco (arrastre como gas/vapor) se consigue por airear los vertidos durante un tiempo significativo (18 horas ó más) y el ajuste previo del pH se realiza por la dosificación de hidróxido sódico (sosa).

Un problema adicional para la depuración de estos vertidos se debe a su muy alta concentración de sólidos, principalmente papel y materia fecal. Antes de empezar su tratamiento, el efluente se somete a un tamizado a través de dos mallas en serie, cuyas luces de paso son de 1 mm y de 0,25 mm, respectivamente. Los sólidos eliminados por este desbaste se prensan y se almacenan en un contenedor, previo a su



transporte al vertedero.

Posterior a la eliminación de amoníaco, la contaminación residual se reduce en un sistema de tratamiento físico-químico, coagulando y floculando los sólidos de tamaño coloidal y semi-coloidal. Los flóculos formados se eliminan en un decantador rectangular con lamelas y el pH del agua residual se ajusta a 8/8,5 por la dosificación de ácido sulfúrico.

El ajuste previo del pH a 11 y todo el sistema de tratamiento físico-químico, incluyendo la neutralización final, se realiza en una planta compacta “monobloc”, prefabricado en acero inoxidable.

Los sólidos eliminados como un fango en el decantador se extraen, intermitentemente, por bombeo automático y se impulsan al espesador de la planta depuradora principal, donde se combinan con los fangos producidos por el resto de la E.D.A.R.

#### **6.4.- INSTALACIONES AUXILIARES**

#### **6.4.1.- DESODORIZACIÓN**

El edificio de pretratamiento y deshidratación irá desodorizado mediante un equipo capaz de tratar un caudal de 6.400 m<sup>3</sup>/h.

El equipo de desodorización está formado por:

- 1 Columna de lavado en Poliester, con relleno de carbón activo de cáscara de coco con impregnación de Hipoclorito Sódico.
- 1 Ventilador extractor.
- 1 Equipo de instrumentación y control.
- 1 Conjunto de tuberías.

El equipo de desodorización tratará el aire procedente de los siguientes elementos:

- Espesador por gravedad (contempla la futura ampliación).
- Sala de deshidratación.
- Sala de desbaste.

#### **6.4.2.- AGUA INDUSTRIAL**

Se ha previsto un equipo de filtración del agua tratada para su uso industrial en la EDAR, capaz de 30 m<sup>3</sup>/h consistente en 2 bombas centrífugas para pozo, instaladas en posición horizontal, y 1 filtro autolimpiante de 2".

Las bombas se instalarán en la cámara de cloración.

#### **6.5.- AUTOMATISMOS DE CONTROL**

## **6.5.- AUTOMATISMOS Y CONTROL**

### **6.5.1.- MEDICIÓN DE CAUDAL**

Se realizará medición de caudal en:

Punto de medida ..... Sistema de medida.

#### **LÍNEA DE AGUA:**

Entrada a tratam. biológico 1

(1 Ud) ..... Electromagnético ø 250.

Salida agua tratada

(1Ud) ..... Electromagnético ø 250.

#### **LÍNEA DE FANGO:**

Recirculación de fangos

(1 Ud) ..... Electromagnético ø 150.

Bombeo de fangos en exceso

(1 Ud) ..... Electromagnético ø 80.

Fangos espesados a deshidrat.

(1 Ud) ..... Electromagnético ø 50.

Estas mediciones se realizarán "in situ" con transmisión a panel de control.

El panel de control estará situado en el cuadro general y nos dará lectura instantánea de caudal y totalización del mismo.

### **6.5.2.- BOMBEOS**

Todos los bombeos, estarán automatizados mediante sondas de nivel, como se especifica en el punto correspondiente.

Su estado de funcionamiento o posible avería se reflejará en el cuadro general y desde éste se podrá activar o desactivar su funcionamiento mediante interruptores marcha, paro.

#### **6.5.3.- PURGAS**

Todas las purgas de la E.D.A.R. serán automáticas con dos temporizaciones, de tiempo de marcha y tiempo de parada regulables a voluntad.

Su estado de funcionamiento se reflejará en el cuadro general de la E.D.A.R.

#### **6.5.4.- DECANTADORES**

Serán de funcionamiento continuo, su estado de funcionamiento se reflejará en el Cuadro General de la E.D.A.R.

#### **6.5.5.- TRATAMIENTO BIOLÓGICO. (AIREACIÓN PROLONGADA)**

En el Tratamiento Biológico se prevé la instalación de sondas de medida de  $O_2$  disuelto en las cubas de aireación. Se proyecta la instalación de 1 unidad de sonda en cada balsa.

Una vez enviada la señal del medidor al cuadro general y descodificada ésta, actuará sobre el variador de frecuencia de la soplante, el cual actuará de forma automática según las necesidades de oxígeno.

El funcionamiento de cada una de las soplantes se reflejarán en el Cuadro General.

#### **6.5.6.- ESPESAMIENTO DE FANGOS**

El espesado de fangos funcionará en continuo, no así la purga de fangos del espesador que estará sincronizado con el proceso de deshidratación, que no funcionará en continuo.

El estado de funcionamiento de cada uno de estos equipos se reflejará en el Cuadro General.

#### **6.5.7.- DESHIDRATACIÓN DE FANGOS**

La deshidratación de fangos y todos sus periféricos, como son:

- Bombas de alimentación.
- Dosificación de floculante.
- Polipastos para desplazamiento.

Se alimentará desde un cuadro secundario situado en el edificio de deshidratación.

De cada uno de los consumos partirán conductores de señal al Cuadro General de la E.D.A.R. en donde se reflejará su estado de funcionamiento, en dicho cuadro habrá interruptores marcha-paro para el control de cada uno de los mecanismos mencionados.

Las cubas de dilución de Polielectrolito en el módulo compacto, irán dotadas de sondas que emitirán señal en el Cuadro de Control de estado de llenado en todo momento.

En la tolva de fangos deshidratados y para tener en todo momento razón de su estado de llenado se instalará un medidor del nivel

de fango.

#### **6.5.8.- DESINFECCIÓN DEL EFLUENTE**

La desinfección del efluente se realizará por Hipoclorito Sódico, y será proporcional al caudal de entrada.

De cada uno de los consumos partirán conductores de señal al cuadro general de la E.D.A.R. en donde se reflejará su estado de funcionamiento, en dicho cuadro habrá interruptores marcha-paro para el control de cada uno de los mecanismos mencionados.

#### **6.5.9.- ELIMINACIÓN QUÍMICA DE FÓSFORO**

Según se comentó anteriormente, será mediante dosificación de Cloruro Férrico, y de forma idéntica al Hipoclorito Sódico proporcional al caudal.



#### **6.6.- DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS ELÉCTRICOS**

### **6.6.1.- CONSIDERACIONES GENERALES.**

#### **6.6.1.1.- 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 Ballesteros de Calatrava, Villar del Pozo y Cañada de Calatrava (Ciudad Real). Dicha E.D.A.R. estará equipada de un Centro de Transformación de 250kVA, a construir en la misma parcela de la Depuradora para la alimentación de la instalación en Baja Tensión.

Así mismo, servirá para poder obtener, de los Organismos Oficiales correspondientes, las autorizaciones necesarias para su construcción y su posterior puesta en funcionamiento.

#### **6.6.1.2.-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 Español de Baja Tensión (R.B.T.)
- 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.

## **6.6.2. INSTALACIONES DE MEDIA TENSIÓN.**

Será necesario derivar una línea de Media Tensión hacia nuestra parcela. Así mismo debido a esta circunstancia se incorpora al presupuesto del proyecto una partida denominada “derechos de Acometida Eléctrica” para cubrir los gastos relacionados con el enganche y derivación de la línea propiedad de la Compañía Suministradora.

### **6.6.2.1. Línea de Media Tensión y C.T.**

La línea de Media Tensión estará compuesta por material de Al-Ac LA-30. Estará sustentada por medio de apoyos de material acero galvanizado.

Las características de la línea de media tensión serán las siguientes:

Potencia:	250 KVA.
Sección del conductor:	31,1 mm <sup>2</sup> .

Se instalará un Centro de Transformación tipo interior, alojándose en el mismo un transformador de 250 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 poder compensar la energía del tipo reactiva que necesitan todos los equipos eléctricos a instalar, repercutiendo además en el coste final de la energía, se instalará junto al cuadro general de baja tensión una batería automática de condensadores de acuerdo a la potencia y funcionamiento de los receptores eléctricos de la planta.

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 del centro de transformación existente.

### **6.6.3. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.**

#### **6.6.3.1.- Generalidades.**

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

Tipo.....INTERIOR.  
Potencia.....250 KVA.  
Tensión secundaria.....400-230 V.  
Frecuencia.....50 Hz.  
Calentamiento en cobre.....65 °C.  
Regulación en Alta Tensión.....  $\pm 5\%$ .

#### **6.6.3.2.- 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.

#### **6.6.3.3.- 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.

#### **6.6.3.4.- Equipo totalizador.**

Se montará en el interior de un módulo de doble aislamiento, normalizado por la Compañía suministradora para montaje interior 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.

#### **6.6.4.- INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN.**

Se instalará un cuadro de control de motores, el cual se encargará de gobernar a los distintos equipos instalados en la depuradora.

Para el control y la visualización de los nuevos equipos se instalará en el Edificio de Control un sinóptico para la visualización de todos los equipos de medición.

Así mismo se dotará al sistema de control de autómatas programables tipo PLC para controlar principalmente el caudal de agua, de fangos y de aire, 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 las distintas zonas, 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.

El circuito de alumbrado exterior, partirán desde el cuadro

ubicado en el Edificio de Control siendo éste alimentado desde el cuadro de control de motores. Por otra parte, además de las líneas de alumbrado, se instalarán líneas de alimentación a las bases de usos varios.

El alumbrado interior de los Edificios de la Edar, se realizarán mediante luminarias fluorescentes, que serán estancas en el Edificio de Pretratamiento y Deshidratación y normales en el Edificio de Control.

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 3,9 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 MIE BT 027, referente a locales mojados.

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.

#### **6.6.5.- CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN DE LA PLANTA.**

##### **6.6.5.1.- Funcionamiento de la instalación.**

Se ha diseñado un sistema de red para la automatización de la planta con las siguientes características.

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.



A continuación este autómata comunicará todos estos datos al autómata principal situado en la sala de control mediante cableado especial para la transmisión de datos. El autómata principal comunicará los datos al ordenador central encargándose éste de tratar esa información realizando los cálculos necesarios y enviando la orden oportuna (acciones de control) de nuevo al autómata principal, que a su vez servirá de lazo de unión entre el ordenador y el autómata secundario, enviando la orden a éste último, que la interpretará y actuará sobre el cuadro de control de los motores.

Por otra parte el ordenador central se encargará también de la supervisión del funcionamiento de la planta mediante un cuadro sinóptico representativo que refleje en cada momento el estado de cada uno de los procesos de la planta. A su vez estará provisto de un software necesario (Scada) que permitirá el tratamiento de miles de señales y tendrá las siguientes funciones.

- Comunicación con todos los autómatas programables para control y adquisición de datos.
- Tratamiento de estos datos adquiridos y toma de decisiones.
- Envío de órdenes al autómata situado en el cuadro de control para que lleve a cabo las correspondientes acciones de control.
- Gestión de la prioridad de las alarmas.
- Visualización de medidas analógicas, en tiempo real.
- Cambios de manual a automático y viceversa, por zonas de funcionamiento.
- Visualización de gráficos históricos.
- Impresión de informes de actividad.
- Impresión de datos estadísticos.

#### **6.6.5.2.- Descripción de la instalación.**

El proceso de automatización de la planta constará de los siguientes equipos:

- Autómata de control o principal.
- Autómata de motores o secundario.
- Ordenador central.
- Cuadro sinóptico.
- Instrumentación (caudalímetros, medidores, etc...).

Además de todos estos equipos, el centro informático constará de la programación Scada, de impresora de informes y de un sistema de alimentación ininterrumpida (S.A.I) dimensionado suficientemente para garantizar el funcionamiento del equipo cuando se produzcan cortes en el suministro de la red.

#### **Autómata de control o principal:**

Como su nombre indica se trata del autómata principal de la E.D.A.R. Estará situado en la sala de control del Edificio de Control de la planta, junto al Centro Informático.

Será el encargado de establecer una comunicación fluida entre él y el autómata secundario y entre él y el ordenador, de esta manera recibirá las indicaciones enviadas por el autómata secundario que provienen de los equipos de instrumentación y se las enviará al ordenador central, el cual las interpretará y gestionará mediante programa informático, ordenando al autómata principal las instrucciones a seguir que a su vez se las comunicará al autómata secundario actuando éste sobre el cuadro de control de motores.

### **Autómata cuadro de motores o secundario:**

Como su nombre indica estará situado en la sala de cuadros del Edificio de Pretratamiento/Deshidratación, y será el encargado de comunicar los equipos de instrumentación con el Autómata principal, y a la vez actuar sobre el cuadro de control de motores.

### **Centro Informático:**

Como se ha descrito anteriormente estará formado por un ordenador central, una impresora y un sistema de Alimentación Ininterrumpida.

Además constará de un software (Scada) necesario y suficiente para la interpretación y gestión de las indicaciones recibidas del Autómata principal. Una vez recibidos estos datos el programa actuará en consecuencia indicando al autómata principal, las pautas a seguir.

### **Cuadro Sinóptico:**

Será de tipo mosaico serigrafiado, y se encontrará en la sala de control, junto al Centro Informático.

Estará conectado al ordenador central, mostrando en cada momento y en tiempo real toda la información que éste le facilite así como la situación en la que se encuentran los procesos instalados en la E.D.A.R.

### **Equipos de instrumentación:**

- Caudalímetro de agua bruta: Estará situado a la salida del pretratamiento y facilitará una medición del caudal de agua

bruta en ese punto. Servirá para regular dicho caudal actuando el centro informático sobre la válvula de compuerta motorizada.

- *Oxímetro de tratamiento biológico:* Serán dos y servirán para dar una medida del oxígeno disuelto en el efluente de los reactores biológicos. Los autómatas actuarán sobre las soplantes del tratamiento biológico dependiendo del valor que faciliten dichos oxímetros.
- *Medidor potencial redox:* Serán dos (uno en cada reactor biológico) y servirá para facilitar un valor del potencial redox. Igualmente dependiendo de este valor los autómatas actuarán sobre las soplantes del tratamiento biológico para controlar esta medida.
- *Caudalímetro de agua tratada:* Enviará una señal a los autómatas, la cual será interpretada por el ordenador central que a su vez actuará regulando las dosificaciones de cloruro férrico e hipoclorito sódico de forma proporcional al caudal.
- *Caudalímetro de recirculación de fangos:* Enviará una medida de caudal al centro informático.
- *Caudalímetro de fangos en exceso:* Situado a la entrada el espesador de gravedad enviará una medida del caudal de entrada al espesador de fangos en exceso.
- *Caudalímetro de fangos a Deshidratación:* Situado a la salida del espesador de gravedad enviará una medida del caudal de los fangos espesados a los autómatas.

- Medidor de nivel de tolva de fangos: Enviará una señal a los autómatas cuando el nivel de fangos supere una altura anteriormente determinada en la programación del centro informático.
- Caudalímetro de aire a reactor biológico: Enviará una medida al centro informático del caudal de aire a la entrada del biológico.
- pHmetro de agua bruta: Será en encargado de medir el pH del agua de entrada a la E.D.A.R. enviando dicha señal al centro informático el cual mostrará dicha medida en todo momento.
- pHmetro de agua tratada: Estará situado en la cámara de cloración y medirá el nivel de pH del agua tratada, enviando dicha señal al Centro Informático el cual mostrará dicha señal en todo momento.

#### **6.7.- DESCRIPCIÓN DE LA OBRA CIVIL**

## **6.7.- DESCRIPCIÓN DE LA OBRA CIVIL**

### **6.7.1.- EDIFICACIÓN**

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

### **CIMENTACIONES**

La estructura de edificio de explotación se plantea a través de zapatas cuadradas de hormigón armado H-300 unidas mediante vigas de atado de 40 x 40 cm. y losa de cimentación de espesor 25 cm. también de hormigón armado H-300.

El edificio de control se cimenta sobre zapata corrida y forjado antihumedad.

### **ESTRUCTURAS**

Se proyecta el edificio de explotación en perfiles metálicos con cerchas en la dimensión corta de los edificios.

El edificio de control se proyecta con estructuras de hormigón B-30 armado (AEH-500) y forjados unidireccionales con zunchos perimetrales.

### **CUBIERTAS**

Se plantea la cubierta de teja árabe en el edificio de control la cual apoya sobre rasillones de 0,70 m. los cuales, son sustentados mediante tabiques palomeros, ejecutados mediante ladrillos cerámicos de hueco doble.

El edificio de explotación se cubre con chapa prelacada de 6 mm de espesor.

### **CERRAMIENTO**

El cerramiento en fachada estará compuesto por fábrica de bloques huecos decorativos de hormigón, en color de 40x20x20 cm colocado a una cara vista.

### **SOLERÍAS**

Se ejecutará a base de terrazo pulido y abrillantado así como rodapié del mismo material, en el edificio de control, y pavimento continuo de hormigón con cuarzo gris en el edificio de explotación.

### **ALICATADOS**

Se plantean alicatados de 1ª calidad y dimensiones 20 x 20 cm.

### **REVESTIMIENTOS**

Los parámetros exteriores, irán con revestimiento monocapa. Interiormente todos los paramentos llevarán igualmente el mismo revestimiento en edificios industriales.

Los parámetros exteriores del edificio de control irán con revestimiento monocapa. En las particiones interiores del edificio de explotación y de control el revestimiento será de enfoscado de cemento.



## **CARPINTERÍA**

Las puertas exteriores serán de chapa galvanizada y las ventanas en aluminio lacado.

## **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**

En interiores, se empleará pintura plástica lisa, tanto en horizontales como en verticales. En exteriores, se empleará pintura tipo pétrea.

### **6.7.2.- ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO**

En planos se describen los elementos a construir y que son los siguientes.

- Pretratamiento.
- Reactor biológico.
- Decantación.
- Arquetas de bombeo y recirculación de fangos.
- Cámara de cloración.
- Espesador.

Todas las estructuras se realizarán en hormigón armado tipo B-30 con los espesores determinados en planos. El acero para armaduras será corrugado tipo AEH-500 de dureza natural. Los encofrados para estos hormigones serán realizados con el máximo esmero empleando elementos metálicos o de madera cepillada.

En todas las fábricas se disponen en las juntas de construcción, bandas water-stop de caucho natural selladas que consigan la impermeabilidad adecuada.

### **6.7.3.- URBANIZACIÓN**

Los viales de la EDAR llevan 30 cm. de zahorra natural como sub-base, 20 cm de hormigón semipulido en masa armado mediante fibra de polipropileno.

Las zonas libres serán adecuadas mediante la siembra de arbolado.

La EDAR se protegerá colocando perimetralmente un cerramiento malla galvanizada de simple torsión de 2 m. de altura sobre murete de hormigón de 0,20x0,4 y cimentación de hormigón en masa H-125 de 0,40 x 0,20 mts.

#### **6.7.4.- COLECTOR LLEGADA**

Los vertidos de las poblaciones llegarán hasta una estación elevatoria, donde serán impulsados hasta la parcela de la E.D.A.R. con velocidades no inferiores a 0,6 m/seg, con lo cual evitamos posibles sedimentaciones. Estas impulsiones se realizarán mediante bombas sumergibles con tamizado previo.

Se instalarán pozos de registro a lo largo de los tramos de gravedad de los colectores, así como ventosas y desagües a lo largo de los tramos impulsados, para evitar posibles problemas en el transcurso de los colectores.

Para los excedentes de caudal se instalarán aliviaderos en las estaciones elevatorias.

Las conducciones por gravedad serán de 630 mm de diámetro y en PP, mientras que las conducciones impulsadas serán en fundición de 150 mm.

Estos dos colectores los denominamos como:

- Colector I: Ballesteros de Calatrava – Villar del Pozo
- Colector II: Cañada de Calatrava.

#### **4.1.1.- COLECTOR I**

Las aguas residuales de Ballesteros de Calatrava serán conducidas a través de un colector de gravedad de diámetro 630 mm en PP y de 1.300 m de longitud. Asimismo, las aguas residuales de Villar del Pozo serán conducidas mediante colector de gravedad de iguales características hasta unificarse con el colector de Ballesteros de

Calatrava. En el punto de unión de las aguas residuales de ambos pueblos se instalará un aliviadero para aliviar el excedente de aguas que puedan llegar a los colectores.

Ambos vertidos serán conducidos por gravedad hasta una estación de bombeo. En esta estación se procederá a un tamizado previo para la eliminación de los residuos de gran tamaño, para evitar el atasque de las bombas sumergibles que impulsarán los vertidos hasta la parcela de la E.D.A.R. En esta estación de bombeo se dispondrá un aliviadero para evacuar los excedentes de aguas residuales que puedan llegar.

Las bombas sumergibles estarán automatizadas mediante variadores de frecuencia y sondas de nivel, que pondrán en funcionamiento o pararán las bombas en función del caudal de agua almacenada en el pozo de bombeo.

El tramo de la impulsión será de fundición, de diámetro 150 mm y una longitud de 5.320 metros.

#### **4.1.2.- COLECTOR II**

Las aguas residuales de Cañada de Calatrava llegan hasta una E.D.A.R. que actualmente está obsoleta, de forma que las aguas residuales que llegan a esta E.D.A.R. serán conducidas hasta una estación de bombeo.

Al igual que en el Colector I, la estación tendrá un tamizado previo para la eliminación de los residuos de gran tamaño, para evitar el atasque de las bombas sumergibles que impulsarán los vertidos hasta la parcela de la E.D.A.R. También dispondrá de un aliviadero para evacuar los excedentes de aguas residuales que puedan llegar.

Las bombas sumergibles estarán automatizadas mediante variadores de frecuencia y sondas de nivel, que pondrán en funcionamiento o pararán las bombas en función del caudal de agua almacenada en el pozo de bombeo.

Los vertidos procedentes de colector nº 2 se impulsan hasta la E.D.A.R. mediante tubería de 150 mm de diámetro y unos 2.000 m de longitud.

## **7.- CONSIDERACIONES FINALES**

### **7.1.- FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS**

Para la revisión de precios se usará la fórmula N° 9, según indica el Pliego de Prescripciones Administrativas.

## **7.2.- PLAZO DE EJECUCIÓN DE LA OBRA**

De acuerdo con lo reflejado en los programas de trabajo, el plazo de ejecución de las obras e instalaciones será de:

EJECUCIÓN DE LAS OBRAS:..... DIEZ MESES (10).  
EXPLOTACIÓN Y MANTENIMIENTO..... VEINTICUATRO MESES (24).



### **7.3.- CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA**

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

GRUPO E, SUBGRUPO 1, CATEGORÍA c.

GRUPO K, SUBGRUPO 8, CATEGORÍA e.

#### **7.4.- CLASIFICACIÓN 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.

#### **7.5.- CONCLUSIÓN.**

Estimado bien redactado el presente Proyecto, esperando que pueda merecer la aprobación de la Administración.

Ciudad Real, Septiembre 2.007

La Empresa Constructora

**SACYR SAU**

## **ANEJO Nº5.- CALIDAD DEL AGUA BRUTA**

### **Población y parámetros Unitarios:**

	<b>AÑO ACTUAL INVIERNO</b>	<b>AÑO ACTUAL VERANO</b>	<b>AÑO HORIZ. VERANO</b>	
<b>POBLACIÓN</b>				
Población censada Ballesteros de Calatrava	617,00	617,00	740,40	Hab.
Población censada Cañada de Calatrava .....	82,00	82,00	98,40	Hab.
Población censada Villar del Pozo .....	98,00	98,00	117,60	Hab.
Dotación año actual.....	250,00	250,00	250,00	l/hab/día
Caudal medio diario equivalente .....	199,25	199,25	239,10	m <sup>3</sup> /día
Caudal medio horario equivalente.....	8,30	8,30	9,96	m <sup>3</sup> /h
Caudal zona Aeroportuaria.....	55	55	66	m <sup>3</sup> /h
Caudal zona industrial .....	35	35	43	m <sup>3</sup> /h
<b>CARGAS CONTAMINANTES</b>				
DBO5.....	70,00	70,00	70,00	gr/hab/día
S.S.....	90,00	90,00	90,00	gr/hab/día
N-NTK estimado.....	8,00	8,00	8,00	gr/hab/día

### **Caudales de dimensionamiento E.D.AR.**

Caudal medio diario (QMD) (m <sup>3</sup> /día).....	2370,29	2370,29	2844,35	m <sup>3</sup> /d
Caudal medio diario adoptado (m <sup>3</sup> /día) .....	2400	2400	2880	m <sup>3</sup> /d
Caudal medio horario (QMH) (m <sup>3</sup> /h) .....	98,76	98,76	118,51	m <sup>3</sup> /h
Caudal medio horario adoptado (m <sup>3</sup> /h) .....	100	100	120	m <sup>3</sup> /h
Caudal punta horario (QPH) (m <sup>3</sup> /h).....	200	200	240	m <sup>3</sup> /h
Caudal máximo (QM) (m <sup>3</sup> /h) .....	400	400	480	m <sup>3</sup> /h
Caudal mínimo horario (Qm) (m <sup>3</sup> /h).....	68	68	81,6	m <sup>3</sup> /h

## **ANEJO Nº6.- CARACTERÍSTICAS DEL AGUA TRATADA.**

### **6.1.- CARACTERÍSTICAS DEL AGUA DEPURADA**

Como mínimo el agua depurada analizada, tendrá las siguientes características:

- DBO<sub>5</sub> menor o igual que 25 mg/l.
- S.S., menor o igual que 35 mg/l.
- Nitrógeno total, menor o igual que 15 mg/l.
- Fósforo total, menor o igual que 2 mg/l.
- pH, entre 6 y 9.
- Contaminación bacteriológica (expresada en Escherichia Colis), menor o igual a 1000/100 ml.
- Aceite y grasas: indicios.

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

### **6.2.- CARACTERÍSTICAS DEL FANGO**

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

- Sequedad (% en peso sólidos secos) mayor del 22%, tras proceso de secado en centrifugas.
- Estabilidad: Contenido en sólidos volátiles en el fango mayor del 68%.
- Contenido en materia orgánica en las arenas menor del 7%.