

## 1. INTRODUCCIÓN

---

### 1.1. ANTECEDENTES

Con fecha 12 de marzo de 2008 se publica en el BOE la resolución de 15 de febrero de 2008, de la *Entidad Pública de Aguas de Castilla La Mancha*, por la que se convoca concurso para la adjudicación del contrato de "**REDACCIÓN DE PROYECTO Y OBRAS DE CONSTRUCCIÓN DE UNAS ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES EN HOYA GONZALO, POZO CAÑADA Y LA HERRERA (ALBACETE)**" con N° de expediente **ACLM/01/PO/006/08**.

Con fecha 17 de julio de 2008 la *Entidad Pública de Aguas de Castilla La Mancha*, adjudica el contrato de "**REDACCIÓN DE PROYECTO Y OBRAS DE CONSTRUCCIÓN DE UNAS ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES EN HOYA GONZALO, POZO CAÑADA Y LA HERRERA (ALBACETE)**", con N° de expediente **ACLM/01/PO/006/08** a la empresa ACCIONA AGUA, S.A. en su Solución Base.

### 1.2. OBJETO DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene por objeto la definición de las obras que han de comprender la **Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales de HOYA GONZALO, POZO CAÑADA Y LA HERRERA**, tratando los vertidos urbanos de acuerdo con las condiciones establecidas en el Pliego de Bases del Concurso y posteriores aclaraciones recibidas por parte del Cliente.

Para ello será necesario además realizar las actuaciones accesorias necesarias para el correcto funcionamiento de la planta, como son la acometida eléctrica, acometida de abastecimiento, protección de la parcela, urbanización y jardinería.

## **2. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA**

---

### **2.1. CONSIDERACIONES SOBRE EL PROCESO**

A continuación detallamos los procesos que forman la línea de tratamiento de la EDAR de HOYA GONZALO y la EDAR de POZO CAÑADA.

La EDAR de HOYA GONZALO estará compuesta por una línea de tratamiento, mientras que la EDAR de POZO CAÑADA por dos líneas.

La línea de tratamiento propuesta en cada uno de los municipios, presenta los siguientes procesos:

- **Obra de Llegada:**
  - ✓ Pozo de gruesos
  - ✓ By-pass general
- **Pozo de Bombeo**
- **Pretratamiento:**
  - ✓ Tamizado finos y desarenado – desengrase en equipo compacto
- **Tanque de tormentas:**
  - ✓ Tratamiento de exceso de caudal.
- **Biológico:**
  - ✓ Cuba de aireación, para un proceso de aireación prolongada, con nitrificación–desnitrificación. Se proyectan canales de oxidación concéntricos al decantador que permiten un ahorro de espacio, además de mantener una agitación constante con un consumo energético mínimo.
  - ✓ Decantación secundaria
  - ✓ Recirculación de fangos
  - ✓ Extracción de fangos en exceso
  - ✓ Desfosfatación por vía química
- **Desinfección y vertido del efluente**
  - ✓ Dosificación de hipoclorito sódico

- **Tratamiento de fangos**
  - ✓ Espesamiento de fangos por gravedad
  - ✓ Deshidratación de fangos por centrífuga
  - ✓ Almacenamiento de fangos deshidratados
- **Tratamiento de control de espumas:**
  - ✓ Dosificación de hipoclorito sódico

La línea propuesta para la EDAR DE HERRERA consiste en:

- **Obra de Llegada:**
  - ✓ Pozo de gruesos
  - ✓ By-pass general
- **Pozo de Bombeo**
- **Pretratamiento:**
  - ✓ Rototamiz
- **Sistema de Regeneración de aguas residuales, mediante Filtros de Macrofitas en Flotación (FMF)**

### 3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO Y SUS PRINCIPALES ELEMENTOS

#### 3.1. DATOS DE PARTIDA Y RESULTADOS A OBTENER

Para el dimensionamiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales de Hoya Gonzalo, Pozo Cañada y La Herrera, se van a tener en cuenta los datos de partida acordados con el Cliente y que corresponde a :

##### 3.1.1. HOYA GONZALO

###### POBLACIÓN

	<u>Horizonte</u>
Habitantes año horizonte	1.500
Dotación	200 l/hab/d.

###### CAUDALES DE DISEÑO

Caudal medio diario	300,00	m <sup>3</sup> /d.
Caudal medio horario	12,50	m <sup>3</sup> /h.
Coefficiente punta horario	2,40	
Caudal punta horario	30,00	m <sup>3</sup> /h.
Caudal máximo pretratamiento	1.500,00	m <sup>3</sup> /d.
Caudal máximo horario	62,50	m <sup>3</sup> /h.

###### CONTAMINACIÓN

Concentración DBO <sub>5</sub>	300,00	mg/l.
Carga diaria DBO <sub>5</sub>	90,00	kg/d.
Coefficiente punta	1,50	
Concentración S.S.	300,00	mg/l.
Carga diaria S.S.	90,00	kg/d.
Concentración DQO	600,00	mg/l.
Carga diaria DQO	180,00	kg/d.
Concentración NTK	50,00	mg/l.
Carga diaria NTK	15,00	kg/d.
Concentración P	15,00	mg/l.
Carga diaria P	4,50	kg/d.
Temperatura:		
- Invierno	15	°C
- Verano	22	°C

### 3.1.2. POZO CAÑADA

#### POBLACIÓN

	<b><u>Horizonte</u></b>
Habitantes año horizonte	6.000
Dotación	200 l/hab/d.

#### CAUDALES DE DISEÑO

Caudal medio diario	1.200 m <sup>3</sup> /d.
Caudal medio horario	50 m <sup>3</sup> /h.
Coefficiente punta horario	2,40
Caudal punta horario	120 m <sup>3</sup> /h.
Caudal máximo pretratamiento	6.000 m <sup>3</sup> /d.
Caudal máximo horario	250 m <sup>3</sup> /h.

#### CONTAMINACIÓN

Concentración DBO <sub>5</sub>	300 mg/l.
Carga diaria DBO <sub>5</sub>	360 kg/d.
Coefficiente punta	1,5
Concentración S.S.	300 mg/l.
Carga diaria S.S.	360 kg/d.
Concentración DQO	600 mg/l.
Carga diaria DQO	720 kg/d.
Concentración NTK	45,00 mg/l.
Carga diaria NTK	54 kg/d.
Concentración P	15,00 mg/l.
Carga diaria P	18 kg/d.
Temperatura:	
- Invierno	15 °C
- Verano	22 °C

### 3.1.3. LA HERRERA

#### POBLACIÓN

	<b><u>Adoptado</u></b>
Habitantes año horizonte	1.498,50
Dotación	180,18 l/hab/d.

#### CAUDALES DE DISEÑO

Caudal medio diario	270,00 m <sup>3</sup> /d.
Caudal medio horario	11,25 m <sup>3</sup> /h.
Coefficiente punta horario	3,00
Caudal punta horario	33,75 m <sup>3</sup> /h.
Caudal máximo pretratamiento	1.350,00 m <sup>3</sup> /d.
Caudal máximo horario	56,25 m <sup>3</sup> /h.

#### CONTAMINACIÓN

Carga por habitante DBO <sub>5</sub>	60,00 g/hab/d
Concentración DBO <sub>5</sub>	333,00 mg/l.
Carga diaria DBO <sub>5</sub>	89,91 kg/d.
Carga puntual	5,62 kg/h
Carga por habitante S.S.	54,05 g/hab/d
Concentración S.S.	300,00 mg/l
Carga diaria S.S.	81,00 kg/d
Carga puntual	5,06 kg/h
Temperatura	15 °C

Para todos los casos, los resultados a obtener son, a excepción de la sequedad del fango que únicamente se deberá considerar para la EDAR de Hoya Gonzalo y la EDAR de Pozo Cañada, los siguientes:

#### CARACTERÍSTICAS A OBTENER EFLUENTE

DBO <sub>5</sub> ≤	25 mg/l
DQO ≤	125 mg/l
S.S. ≤	35 mg/l
N-total ≤	15 mg/l
pH entre	5,5 y 9

#### CARACTERÍSTICAS DEL FANGO

Sequedad	22 %
----------	------

### **3.2. LÍNEA PIEZOMÉTRICA**

En el Anejo de Cálculos Hidráulicos se desarrolla pormenorizadamente el cálculo hidráulico de la E.D.A.R. de cada una de las plantas proyectadas, las cuales están condicionadas por la cota de llegada de agua bruta y la cota de vertido así como de la cota de explanación, siendo necesario un grupo de bombeo para la elevación del agua, debido a que las cotas de entrada y vertido son muy similares, impidiendo la salida de agua por gravedad.

La cota de explanación de cada EDAR es la siguiente :

EDAR Hoya Gonzalo :

- Estación de Bombeo .....	903,700 n.s.n.m.
- EDAR .....	908,000 n.s.n.m.

EDAR Pozo Cañada:

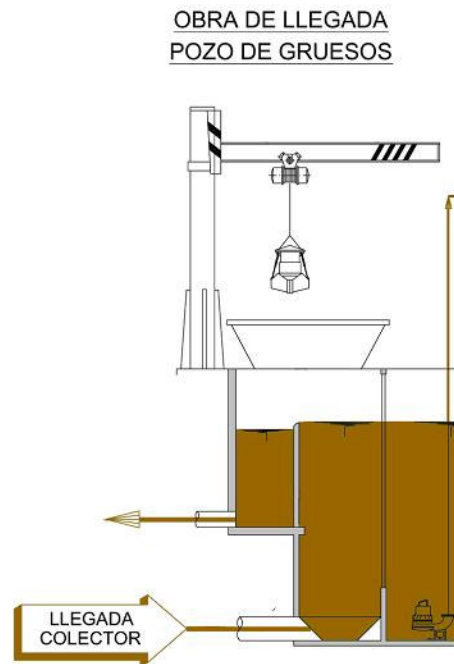
- Estación de Bombeo .....	781,000 n.s.n.m.
- EDAR .....	789,180 n.s.n.m.

EDAR La Herrera:

- Estación de Bombeo .....	712,000 n.s.n.m.
- EDAR .....	708,400 n.s.n.m.

### 3.3. LÍNEA DE AGUA

#### 3.3.1. OBRA DE LLEGADA



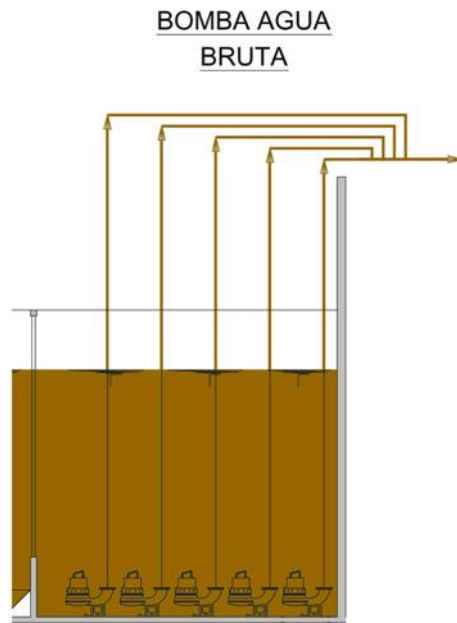
Para cada una de las EDARs proyectadas, el colector de recogida de aguas residuales descarga en un pozo de gruesos. En dicha obra se instalará un aliviadero de seguridad, apto para el caudal máximo del colector. El pozo de gruesos dará paso al pozo de elevación de agua bruta a través de unos barrotes para retener grandes gruesos, de 50 mm de paso

Los residuos retenidos son retirados mediante una cuchara bivalva de 100 litros de capacidad, que los deposita en un contenedor de 4.250 l de capacidad. Las paredes del fondo del pozo están protegidas contra golpes de la cuchara por medio de raíles viejos de tren.

Para la manutención de la cuchara bivalva se proyecta la instalación de un polipasto eléctrico, de 2.000 kg de capacidad.



### 3.3.2. BOMBEO DE AGUA BRUTA



Las bombas situadas en el pozo de bombeo estarán protegidas por unos barrotes, con el fin de que no pasen al pozo de bombeo grandes gruesos.

El tipo de bomba seleccionado es sumergible, de paso integral, inatascable y accionada en función del nivel medido en continuo mediante sonda.

Debido a la gran diferencia de caudales de entrada a la EDAR según sea invierno o verano, así como las diferencias existentes entre el año actual y el futuro (para el cual se ha dimensionado esta planta), se opta por la utilización de dos grupos de bombeo diferentes para tener mayor versatilidad, tal y como se indica a continuación:

Los colectores de impulsión de las bombas son en PEAD, y se colocará medidor electromagnético para conocer el caudal de entrada a pretratamiento.

Se muestra a continuación resumen de los parámetros de funcionamiento en la obra de llegada, para cada una de las plantas

**BOMBEO HOYA GONZALO****BOMBEO E.D.A.R.**

Número de bombas	2 Ud.
Caudal unitario adoptado	32 m <sup>3</sup> /h.
Altura de impulsión adoptada	16 m C.A.
Regulación	variador de frecuencia

Número de bombas	2 Ud.
Caudal unitario	16 m <sup>3</sup> /h.
Altura de impulsión adoptada	16 m C.A.
Regulación	variador de frecuencia

**BOMBEO POZO CAÑADA****BOMBEO E.D.A.R.**

Número de bombas	2 Ud.
Caudal unitario adoptado	125 m <sup>3</sup> /h.
Altura de impulsión adoptada	16 m C.A.
Regulación	variador de frecuencia

Número de bombas	2 Ud.
Caudal unitario adoptado	62,5 m <sup>3</sup> /h.
Altura de impulsión adoptada	16 m C.A.
Regulación	variador de frecuencia

**BOMBEO LA HERRERA****BOMBEO E.D.A.R.**

Número de bombas	2
Caudal unitario adoptado	56,25 a 62,5 m <sup>3</sup> /h.
Altura de impulsión adoptada	16 m C.A.
Regulación	variador de frecuencia

Número de bombas	2 Ud.
Caudal unitario adoptado	17 m <sup>3</sup> /h.
Altura de impulsión adoptada	16 m C.A.
Regulación	variador de frecuencia

### **3.3.3. DESBASTE Y DESARENADO (PLANTA COMPACTA DE TRATAMIENTO)**

Tanto la EDAR DE HOYA GONZALO como de POZO CAÑADA estarán dotadas de una planta compacta de tratamiento en el pretratamiento, mientras que el pretratamiento de la EDAR DE LA HERRERA estará formada por un tamiz rotativo.

A continuación describimos la planta compacta de tratamiento.



El primer paso en el tratamiento de cualquier agua residual es el tratamiento mecánico que incorpora la eliminación de sólidos de desecho a través de los siguientes procesos: desbaste, separación y extracción de cribados, clasificación de arenas; extracción de materias grasas flotantes. Después de tal pretratamiento mecánico las aguas residuales están listas para cualquier proceso de depuración tanto biológico como mecánico.

Estas etapas previas de separación física se van a realizar en un equipo compacto en el que se llevan a cabo las siguientes operaciones:

- Desbaste: mediante tamiz tornillo con compactación que permiten compactar los sólidos separados en un grado entre el 30 -45 %. La luz de paso para esta etapa de desbaste es de 3 mm.
- Desarenado: es de tipo longitudinal con inyección de aire para favorecer la separación de orgánicos de la arena y ayuda a la flotación de grasas y sobrenadantes. Las arenas son retiradas del equipo mediante tornillo transportador que descargan las arenas en un contenedor de 800 l de capacidad.
- Desengrase: la inyección de aire que se realiza favorece la flotación de las grasas y sobrenadantes que entran a la EDAR. El desengrasador es paralelo al desarenador con rasqueta automática que conduce las grasas al punto de descarga desde donde serán recogidas en un contenedor de 800 l de capacidad, para su transporte a vertedero especializado.

Las ventajas de utilizar un equipo compacto son:

- Sin salpicaduras ni olores.
- No hay partes mecánicas en contacto con el producto durante el proceso.
- No se producen atascos ni con materiales “difíciles”.
- No se requiere obra civil.
- Bajo coste de instalación.
- Fácil de instalar.
- Bajo coste de mantenimiento y operación.
- Superficie de apoyo pequeña.
- Efluente libre o casi de material orgánico.
- Bajo volumen de sólidos para desechar.

Se diseña también un by-pass general de este equipo compacto de pretratamiento, que será enviado directamente a la obra de reparto.

Las características generales para esta etapa de pretratamiento se muestran a continuación:

**EDAR DE HOYA GONZALO****DESBASTE**

	<b><u>Horizonte</u></b>	
Caudal medio horario	12,50	m <sup>3</sup> /h
Caudal máximo	62,50	m <sup>3</sup> /h
Tipo de planta	Planta compacta de pretratamiento	

**DESBASTE FINO - TAMIZ**

Caudal máximo de diseño	62,50	m <sup>3</sup> /h
Sistema de desbaste	Tamiz tornillo	
Luz entre barrotes	3,0	mm
Diámetro del tamiz	400,00	mm
Caudal nominal para agua limpia	198,00	m <sup>3</sup> /h
Nivel de agua máximo	310,00	mm
Inclinación	35°	
Deshidratación y compactación de residuos	30 a 45	%
Caudal de agua simultáneo necesario	1 l/s a 5 bar	
Evacuación de residuos	Tornillo	

**VOLUMEN DE DESECHOS**

Volumen de desechos estimados	Medio	0,02	m <sup>3</sup> /d
	Máximo	0,05	m <sup>3</sup> /d
Destino	Contenedor		
Volumen		800	l

**DESARENADO - DESENGRASE****DATOS DE DISEÑO****Horizonte**

Caudal medio	12,50	m <sup>3</sup> /h
Caudal punta	30,00	m <sup>3</sup> /h
Caudal máximo	62,50	m <sup>3</sup> /h

**CARACTERÍSTICAS**

Sistema de desarenado	Longitudinal
Número de canales	1
Grado de separación	90 % para tamaño de partícula de 0,20 mm
Alimentación del sinfín de extracción	Transportador a sinfín horizontal
Tipo de sinfín	Sin eje

**EXTRACCIÓN DE ARENAS**

Nº unidades	1
Sistema de extracción de arenas	Sinfín inclinado
Altura de descarga de arenas	1.500,00 mm
Contenedor de arenas	1
Capacidad	800 l

**EXTRACCIÓN DE GRASAS**

Tipo	lateral y paralelo al desarenador
Tipo	con rasqueta automática de separación
Nº unidades	1

**EDAR DE POZO CAÑADA****DESBASTE****Horizonte**

Caudal medio horario	50	m <sup>3</sup> /h
Caudal máximo	250	m <sup>3</sup> /h
Tipo de planta	Planta compacta de pretratamiento	

**DESBASTE FINO - TAMIZ**

Caudal máximo de diseño	250	m <sup>3</sup> /h
Sistema de desbaste	Tamiz tornillo	
Luz entre barrotes	3,0	mm
Diámetro del tamiz	600	mm
Caudal nominal para agua limpia	432	m <sup>3</sup> /h
Nivel de agua máximo	520	mm
Inclinación	35°	
Deshidratación y compactación de residuos	30 a 45	%
Caudal de agua simultáneo necesario	1 l/s a 5 bar	
Evacuación de residuos	Tornillo	

**VOLUMEN DE DESECHOS**

Volumen de desechos estimados	Medio	0,07	m <sup>3</sup> /d
	Máximo	0,22	m <sup>3</sup> /d
Destino	Contenedor		
Volumen		800	l

**DESARENADO - DESENGRASE****DATOS DE DISEÑO****Horizonte**

Caudal medio	50	m <sup>3</sup> /h
Caudal punta	120	m <sup>3</sup> /h
Caudal máximo	250	m <sup>3</sup> /h

**CARACTERÍSTICAS**

Sistema de desarenado	Longitudinal
Número de canales	1
Grado de separación	90 % para tamaño de partícula de 0,20 mm
Diámetro de tamiz	Transportador a sinfín horizontal
Tipo de sinfín	Sin eje

**EXTRACCIÓN DE ARENAS**

Nº unidades	1
Sistema de extracción de arenas	Sinfín inclinado
Altura de descarga de arenas	2.000,00 mm
Contenedor de arenas	800 l

**EXTRACCIÓN DE GRASAS**

Tipo	lateral y paralelo al desarenador
Tipo	con rasquetas automáticas de separación
Nº unidades	1



### **TAMIZ ROTATIVO EDAR LA HERRERA**

El agua una vez bombeada será tratada en el tamiz rotativo de caudal máximo 57 m<sup>3</sup>/h. Este tamiz tendrá una luz de paso de 2 mm, donde se retendrán los sólidos mayores a la luz de paso mencionada, previo vertido a los Filtros de Macrofiltros (FMF),

La entrada de caudal al tamiz rotativo estará regulada mediante válvula reguladora de DN 100, quien será gobernada mediante medidor de caudal electromagnético de DN 80.

El caudal máximo de entrada al tamiz será de 57 m<sup>3</sup>/h, en caso de llegar un caudal mayor será by-paseado al cauce.

### **DESNATADOR (EDAR DE POZO CAÑADA Y HOYA GONZALO)**

Los flotantes y grasas que provienen de los retornos de los decantadores, y en general todos los sobrenadantes, se envían para su tratamiento al equipo compacto de pretratamiento.

### **3.3.4. MEDIDA REGULACIÓN Y ALIVIO DE EXCESO DE CAUDAL BY-PASS BIOLÓGICO (EDAR HOYA GONZALO Y EDAR POZO CAÑADAS)**

El agua pretratada, con caudales máximos de 5xQm, es decir:

Hoya Gonzalo	: 62,5 m <sup>3</sup> /h.
Pozo Cañada	: 250 m <sup>3</sup> /h.

se conduce mediante tubería de PEAD a una obra de reparto.

En esta obra de reparto se desviará el caudal punta y el medio al tratamiento biológico, mientras que la diferencia entre el caudal máximo y el punta se desviará al tanque de tormentas mediante vertedero de 2 m de longitud.

La entrada de agua al reactor biológico será regulada mediante caudalímetro comandado por válvula de regulación.

La medida de caudal de agua a cada uno de los reactores biológicos se realiza mediante medidor electromagnético, instalado en tubería, uno por línea, con salida 4-20 mA, en el caso de Pozo Cañada y de un único medidor, puesto que sólo está formado por una línea para el caso de Hoya Gonzalo.

### **3.3.5. TANQUE DE TORMENTAS**

Aunque según el Pliego de Bases, el agua que debe ser conducida al tanque de tormentas es la diferencia entre el caudal máximo de pretratamiento y el caudal máximo a tratamiento biológico, el tanque de tormentas ha sido diseñado para poder almacenar el caudal máximo de entrada a planta, de forma que en el caso de que existiese un problema en el tratamiento biológico, todo el agua pretratada pueda ser evacuada al tanque de tormentas.

El tanque de tormentas podrá desviar mediante vertedero de 2 m de longitud al by-pass general, o bien retornar al pretratamiento.

El tanque de tormenta estará dotado de un limpiador basculante, que entrará en funcionamiento cuando se quiera limpiar dicho tanque.

Para ello, el autómatas dará la orden de apertura de la electroválvulas de llenado del limpiador auto-basculante. Una vez lleno el limpiador, volcará generando una ola de limpieza.

Las características del tanque de tormentas, para cada una de las plantas son:

**EDAR HOYA GONZALO****TANQUE DE TORMENTAS****DATOS DE DISEÑO**

Caudal medio diario	300,00 m <sup>3</sup> /día.
Caudal medio horario	12,50 m <sup>3</sup> /h.
Caudal punta horario	30,00 m <sup>3</sup> /h.
Caudal máximo	62,50 m <sup>3</sup> /h.
Caudal diseño tanque	32,5 m <sup>3</sup> /h.

**Horizonte****CARACTERÍSTICAS**

Ancho	4,5 m.
Largo	6 m.
H.media	2,5 m.
Volumen adoptado	68 m <sup>3</sup>

**CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO**

Carga hidráulica a Q diseño	1,20 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h.
Carga hidráulica a Q máximo	2,31 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h.
Carga hidráulica a Q punta	1,11 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h.
Carga hidráulica a Q medio	0,46 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h.

**TIEMPO DE RETENCIÓN**

Diseño	2,08 h.
Máximo	1,08 h.
Punta	2,25 h.
Medio	5,40 h.

**EDAR POZO CAÑADA****TANQUE DE TORMENTAS****DATOS DE DISEÑO**

Caudal medio diario	1,200 m <sup>3</sup> /día.
Caudal medio horario	50 m <sup>3</sup> /h.
Caudal punta horario	120 m <sup>3</sup> /h.
Caudal máximo	250 m <sup>3</sup> /h.
Caudal diseño tanque	130 m <sup>3</sup> /h.

**Horizonte****CARACTERÍSTICAS**

Ancho	4,5 m.
Largo	14,5 m.
H.media	4 m.
Volumen adoptado	261 m <sup>3</sup>

**CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO**

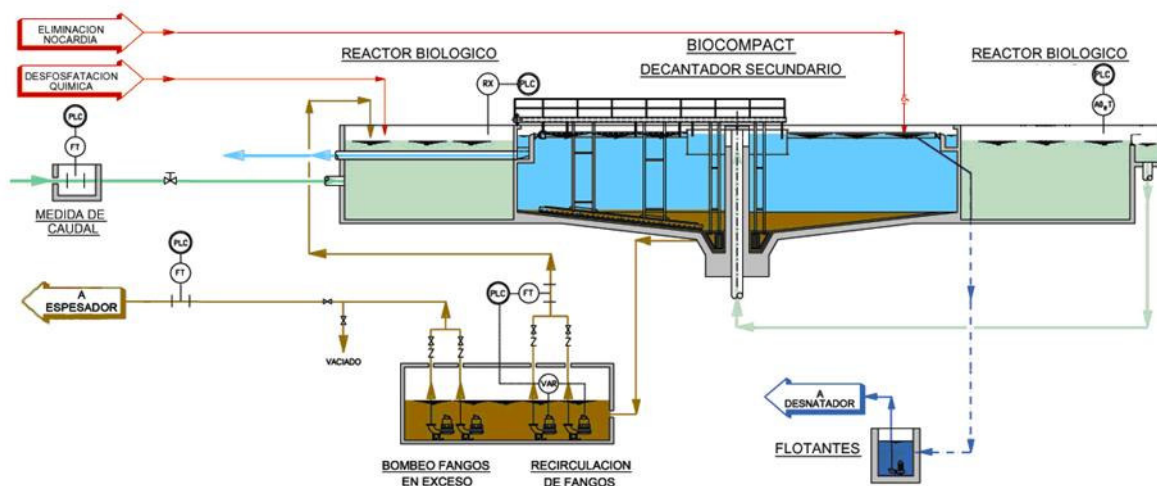
Carga hidráulica a Q diseño	1,99 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h.
Carga hidráulica a Q máximo	3,83 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h.
Carga hidráulica a Q punta	1,84 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h.
Carga hidráulica a Q medio	0,77 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h.

**TIEMPO DE RETENCIÓN**

Diseño	2,01 h.
Máximo	1,04 h.
Punta	2,18 h.
Medio	5,22 h.

### 3.3.6. TRATAMIENTO BIOLÓGICO

#### **EDAR's POZO CAÑADA Y HOYA GONZALO**



En la EDAR DE POZO CAÑADA, se ha optado por dos líneas de tratamiento biológico calculándose en el correspondiente Anejo de Dimensionamiento, mientras que en la EDAR DE HOYA GONZALO una única línea.

Se trata de un sistema llamado BIOCOPACT, que está concebido para depurar aguas residuales procedentes de núcleos urbanos del tamaño objeto de estos proyectos.

El tanque BIOCOPACT consta de dos zonas claramente definidas, aireación y decantación pero en un mismo elemento constructivo, la decantación secundaria central y el reactor biológico como canal circular en anillo respecto a la decantación.

En la zona de aireación tiene lugar la entrada de agua pretratada y la introducción del oxígeno necesario mediante la instalación de rotor de aeración, a fin de conseguir la formación de los fangos activados que flocularán, y posteriormente oxidar los sólidos orgánicos en suspensión, coloidales y disueltos en el agua. Además de introducir oxígeno en el agua residual, es necesario mantener una velocidad de circulación del agua (mínima de 0.3 m/s), que se consigue con la instalación de aceleradores de corriente.

En la segunda zona, de decantación, se asegura la sedimentación de los flóculos formados, permitiendo obtener por la parte superior un efluente depurado y clarificado, mientras que los fangos concentrados en la tolva de fondo son recirculados a la primera zona (fango activo en retorno) gracias a los grupos de bombeo previstos al efecto.

**FUNCIONAMIENTO**

El agua pretratada llega a la zona de aireación y se mezcla íntimamente con el agua ya en tratamiento. Debido a la acción del aire se realiza un movimiento turbulento de rotación que garantiza la mezcla de las partículas de fangos activados con la materia orgánica entrante.

A través de un vertedero, el licor mixto (agua más fangos activados) pasa por la conducción a la campana central del decantador, en donde los flóculos de fangos se separan por gravedad cayendo al fondo mientras que el agua tratada y depurada es recogida por el canalillo perimetral y extraída por la conducción hasta el vertido.

Los fangos decantados en la tolva de fondo del decantador central son los recogidos por las bombas que los recirculan continuamente al proceso. Esta recirculación tiene por objeto mantener la concentración de fangos activos en la zona de aireación a un nivel suficiente que permita la continua absorción de la materia orgánica entrante.

La materia orgánica floculada en los fangos activos es en parte gasificada y licuada por la acción oxidante del oxígeno, quedando un sobrante de sólidos inertes. Estos sólidos inertes, en forma de fangos, deben eliminarse periódicamente del proceso; para lo cual se emplean dos bombas por cada línea; una de reserva. En la EDAR de HOYA GONZALO estas bombas serán comunes a las de recirculación.

El grado de depuración exigido obliga a realizar un proceso de nitrificación, oxidación de parte del nitrógeno amoniacal en NITRATOS. Además, debido a las exigencias de estabilización del fango, al proponerse aireación prolongada, el proceso de nitrificación es inevitable, por lo que hemos introducido el mismo en el cálculo del biológico.

La **carga másica adoptada para cada uno de los casos es:**

<b>Hoya Gonzalo</b>	<b>0,048 kg/kg DBO<sub>5</sub></b>
<b>Pozo Cañada</b>	<b>0,046 kg/kg DBO<sub>5</sub></b>

equivalente a una edad de fango de:

<b>Hoya Gonzalo</b>	<b>28,38 días</b>
<b>Pozo Cañada</b>	<b>29,43 días</b>

a 15 °C, al objeto de asegurar la estabilización del fango.

## **DIMENSIONAMIENTO**

Hemos adoptado las características y parámetros necesarios para el dimensionamiento del volumen de las cubas, obligados por las necesidades de estabilización, así como por el rendimiento en la eliminación de DBO5 y N, comprobando los resultados obtenidos para la época HORIZONTE.

Los resultados de dimensionamiento obtenidos quedan reflejados en las hojas siguientes:

### **EDAR DE HOYA GONZALO**

#### **DATOS DE DISEÑO**

Caudal máximo	30,00	m <sup>3</sup> /h
Caudal medio	12,5	m <sup>3</sup> /h.
Temperatura de diseño	15	°C
Características del agua de entrada:		
- DOB <sub>5</sub>	300,00	mg/l.
-SS/MS	300,00	mg/l.
- N-NTK	50,00	mg/l.
- N-NH3	48	mg/l.
- P (total)	15,00	mg/l.
Características del agua de salida:		
- DOB <sub>5</sub>	22,04	mg/l.
-SS/MS	30	mg/l.
- N-Total efluente	12,43	mg/l.
- P (total)	13,58 (*)	mg/l.
Volumen adoptado	630	m <sup>3</sup>
Edad de fango	28,38	días.
Carga Másica	0,048	kg/kg.
Carga Volúmica	0,143	kg/m <sup>3</sup>
Concentración licor	3,00	g/m <sup>3</sup>
Tiempo de retención	50,40	h.
Fangos producidos	71	kg/d
Necesidades medias de O2	5,84	kg/h.
Necesidades máximas de O2	9,20	kg/h.

(\*) No incluida la eliminación química del fósforo.

**EDAR DE POZO CAÑADA****DATOS DE DISEÑO**

Caudal máximo	120	m <sup>3</sup> /h.
Caudal medio	50	m <sup>3</sup> /h.
Temperatura de diseño	15	°C
Características del agua de entrada:		
- DOB <sub>5</sub>	300,00	mg/l.
-SS/MS	300,00	mg/l.
- N-NTK	45,00	mg/l.
- N-NH <sub>3</sub>	43	mg/l.
- P (total)	15,00	mg/l.
Características del agua de salida:		
- DOB <sub>5</sub>	22,01	mg/l.
-SS/MS	30,00	mg/l.
- N-Total efluente	11,51	mg/l.
- P (total)	13,57 (*)	mg/l.
Volumen adoptado	2.231	m <sup>3</sup>
Edad de fango	29,43	días.
Carga Másica	0,046	kg/kg.
Carga Volúmica	0,161	kg/m <sup>3</sup>
Concentración licor	3,50	g/m <sup>3</sup>
Tiempo de retención	44,62	h.
Fangos producidos	284	kg/d
Necesidades medias de O <sub>2</sub>	22,84	kg/h.
Necesidades máximas de O <sub>2</sub>	35,75	kg/h.

(\*) No incluida la eliminación química del fósforo.



**CANAL ADOPTADO**

Como consecuencia de los volúmenes calculados en función de las necesidades de depuración, adoptamos los canales siguientes:

**EDAR HOYA GONZALO****DIMENSIONES DEL CANAL**

Número de líneas	1	Unidad
Volumen adoptado	630	m <sup>3</sup>
Dimensiones adoptadas por canal:		
- Diámetro exterior	17,2	m.
- Profundidad	3,35	m.
- Zona anóxica	158	m <sup>3</sup>

**EDAR POZO CAÑADA****DIMENSIONES DEL REACTOR**

Número de líneas	2	Unidad
Volumen total	2.231	m <sup>3</sup>
Dimensiones adoptadas por canal:		
- Diámetro exterior	22,7	m.
- Profundidad	3,42	m.
- Volumen zona anóxica por línea	223	m <sup>3</sup>
Volumen por línea	1.115,5	m <sup>3</sup>

**NECESIDADES DE OXÍGENO**

Las necesidades de oxígeno han sido calculadas en función de la edad de fango para las necesidades de síntesis celular y respiración endógena, necesaria para la eliminación de la contaminación carbonada y con los coeficientes de 4,6 kgO<sub>2</sub>/kg N-NH<sub>3</sub> y 2,8 kg O<sub>2</sub>/kg N-NO<sub>3</sub>, para la demanda de nitrificación y recuperación en desnitrificación.

Para calcular la punta necesaria a las necesidades de oxígeno hemos partido de los siguientes parámetros:

– Punta estimada de contaminación.....	1,5
– Punta de caudal.....	2,4

De la aplicación de este coeficiente a las necesidades de síntesis, nitrificación y recuperación por desnitrificación de la primera cinética se obtienen unos coeficientes punta de oxigenación mayores de 1,5.

### **EDAR HOYA GONZALO**

Aportaciones de oxígeno demandadas en condiciones:

	15 °C	
- Máximas	9,20	kg O <sub>2</sub> /h.
- Medias	5,84	kg O <sub>2</sub> /h.

### **EDAR POZO CAÑADA**

Aportaciones de oxígeno demandadas en condiciones:

	15 °C	
- Máximas	35,75	kg O <sub>2</sub> /h.
- Medias	22,84	kg O <sub>2</sub> /h.

### **AIREACIÓN POR ROTORES**

Como hemos indicado anteriormente, hemos optado por la colocación de rotores de aireación. Para ayudar a la circulación del agua se van a instalar aceleradores de corriente (uno por cada reactor biológico).

Las características de aireación para cada una de las plantas son:

#### **EDAR HOYA GONZALO**

Número de líneas	1	Ud.
------------------	---	-----

#### **Rotores, por línea**

Número	1	Ud.
Modelo	MR10-300	
Longitud nominal	3	m
Diámetro	1	m
Motor	15	kW
Velocidad	75	r.p.m.

#### **Aceleradores de corriente, por línea**

Número de unidades por reactor	1	Ud.
Potencia del agitador	1, 40	kW

**EDAR POZO CAÑADA**

Número de líneas	2	Ud.
------------------	---	-----

**Rotores, por línea**

Número por reactor	1	Ud.
Número total	2	Ud.
Modelo	MR10-450	
Longitud nominal	4,5	m
Diámetro	1	m
Motor	22	kW
Velocidad	75	r.p.m.

**Aceleradores de corriente, por línea**

Número de unidades por reactor	1	Ud.
Potencia del agitador	1,40	kW

**AUTOMATISMO DE LA AERACIÓN**

El funcionamiento de la aeración proponemos realizarlo en función del oxígeno disuelto y de la edad del fango.

Es importante el contar en una planta de estas características con un automatismo que permita mantener unas condiciones de oxígeno justas en el reactor biológico, ya que el coeficiente de transferencia de oxígeno depende linealmente de la concentración de oxígeno, es decir, que mientras mayor es el contenido en oxígeno más cuesta disolver oxígeno, lo que conlleva una pérdida de energía.

Al objeto de tener automatizado este parámetro se proyecta la instalación de una medida de oxígeno, realizada en cada línea, la cual fijará los valores necesarios para definir las horas de funcionamiento de los rotores.

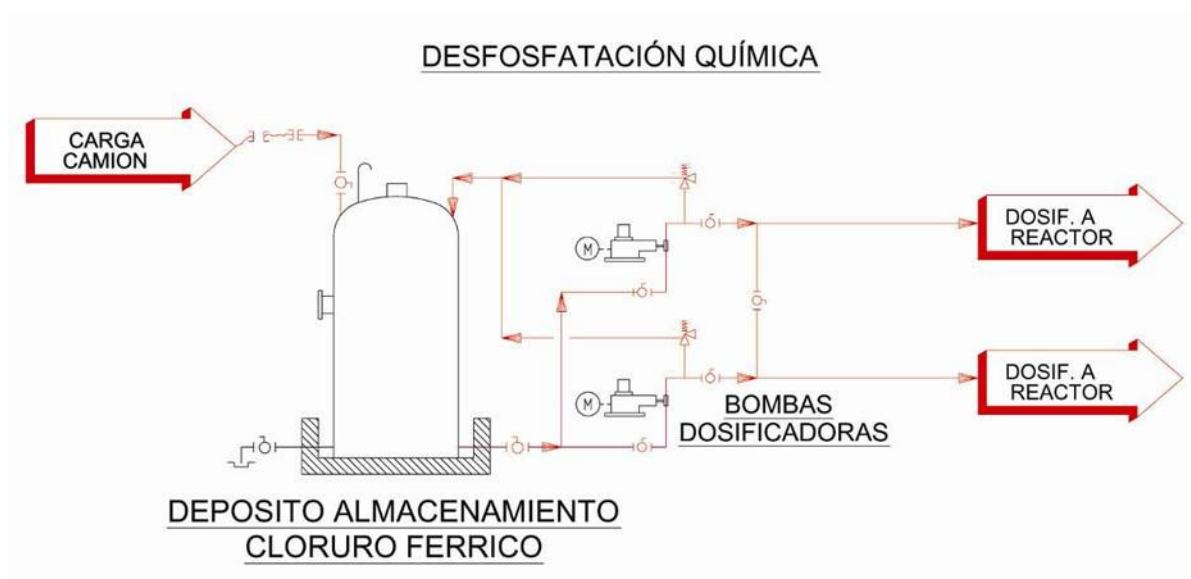
El sistema de aeración debe poseer la flexibilidad suficiente para adaptar las aportaciones de oxígeno a las necesidades reales, y por consiguiente optimizar los consumos de energía. Una oxigenación superflua constituye un despilfarro de energía y no mejora en absoluto el funcionamiento, incluso peor, el exceso de O<sub>2</sub> al final de la cuba de aeración puede perturbar la decantación secundaria.

El automatismo proyectado se basa en los siguientes criterios:

- El medidor de oxígeno proyectado transmite su señal al PLC.
- Dichos valores son transmitidos mediante señales de 4-20 mA, accionando el funcionamiento / paro de los rotores de aireación.
- Debido a que la oxigenación de los fangos tiene una gran inercia, las operaciones de ajuste pueden espaciarse cada 15 ó 20 minutos.

Además de la medida de oxígeno disuelto en cada uno de los reactores, es conveniente tener también un medidor de redox, para controlar el grado de nitrificación – desnitrificación que se está produciendo.

### **DESFOSFATACIÓN**



El nitrógeno se eliminará por vía biológica mientras que el fósforo se hará por vía química.

Para la desfosfatación se utiliza cloruro férrico y pueden añadirse tanto en los reactores biológicos como en la decantación secundaria.

Se ha previsto una dosificación de cloruro férrico. El almacenamiento de éste se hará en un depósito de 4 m<sup>3</sup> de capacidad para la EDAR de Hoya Gonzalo y de 8 m<sup>3</sup> para la EDAR de Pozo Cañada. La dosificación se realizará por bombas de membrana de caudal variable de 1,0 a 10 l/h.

### 3.3.7. DECANTACIÓN SECUNDARIA

En el proceso de los fangos activados es necesario separar la biomasa del agua tratada, siendo éste el objetivo de la decantación secundaria.

La función de esta etapa de tratamiento es la de clarificación para producir un efluente bien tratado y la de espesamiento para obtener, en la extracción de fangos, una concentración suficiente.

Dado que la decantación secundaria es el último proceso de tratamiento es necesario tener en cuenta una serie de factores que afectan a su diseño, al objeto de evitar una sobrecarga de la misma que puede producir un fuerte escape de materias en suspensión y como resultado una alta contaminación del agua tratada.

Una elevada profundidad del decantador constituye a la vez un factor de calidad medio y de estabilidad de esta calidad, al existir una relación directa entre ésta y la distancia entre el suelo de fangos y la superficie del agua.

Los decantadores propuestos, para cada una de las plantas depuradoras son:

#### **EDAR HOYA GONZALO**

##### **DATOS DE DISEÑO**

	<b><u>Horizonte</u></b>	
Caudal máximo	30,00	m <sup>3</sup> /h.
Caudal medio	12,50	m <sup>3</sup> /h.
Concentración de licor	3	gr/m <sup>3</sup>

##### **CARACTERÍSTICAS**

Número de unidades	1	Ud.
Diámetro adoptado	7,5	m.
Pendiente	50 %	
Superficie total	44,18	m <sup>2</sup>
Altura sobre vertedero	3	m.
Volumen total	160	m <sup>3</sup>

##### **CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO**

Carga hidráulica a Q.max.	0,9	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h.
Carga másica a Q.max.	2,71	kg/m <sup>2</sup> /h.
Retención a caudal máximo	5,34	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h.
Carga sobre vertedero a Q.max	1,47	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h.

**EDAR POZO CAÑADA****DATOS DE DISEÑO**

	<b><u>Horizonte</u></b>	
Caudal máximo	120	m <sup>3</sup> /h.
Caudal medio	50	m <sup>3</sup> /h.
Concentración de licor	3,5	gr/m <sup>3</sup>

**CARACTERÍSTICAS**

Número de unidades	2	Ud.
Diámetro adoptado	10 m.	
Superficie total	157,08	m <sup>2</sup>
Altura sobre vertedero	3,10	m.
Volumen total	508	m <sup>3</sup>

**CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO**

Carga hidráulica a Q.max.	0,94	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h.
Carga másica a Q.max.	3,30	kg/m <sup>2</sup> /h.
Retención a caudal máximo	4,23	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h.
Carga sobre vertedero a Q.max.	2,12	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h.

**RECOGIDA DE FANGOS**

De acuerdo con el diámetro del decantador propuesto, proyectamos un sistema de recogida de fangos por rasquetas de fondo.

Cada una de las líneas de tratamiento dispondrá de un pozo de fangos, donde se colocarán:

- Bombas de recirculación (1+1 de reserva).
- Bombas de extracción de fangos (1+1 de reserva).
- Bomba de flotantes (1 unidad).

En la EDAR DE HOYA GONZALO, debido al poco tiempo de funcionamiento de las bombas, se ha adoptado por ser comunes las bombas para la recirculación como para la extracción de fangos.

**FORMA CONSTRUCTIVA**

Se propone un decantador con simple vertedero interior, integrado en el mencionado BIOCOMPACT.

### **ENTRADA DEL LICOR MIXTO AL DECANTADOR**

El licor entra por una tubería vertical, accediendo al decantador a través de unas ventanillas estrechas verticales, que aseguran, con su pérdida de carga, una buena equirrepartición en el plano horizontal. La velocidad de salida por las ventanillas debe ser a la vez suficientemente alta para obtener una buena equirrepartición y baja para no producir perturbaciones al disiparse la velocidad.

### **TRATAMIENTO DE FLOTANTES**

En los decantadores secundarios es de esperar pocas grasas y aceites en la superficie del agua, sin embargo, existe todavía el peligro de que se produzca una desnitrificación incontrolada, originando la flotación del fango por desprendimiento de burbujas de nitrógeno.

Otra fuente de flotantes de origen biológico son las espumas viscosas del tipo NOCARDIA, que se pueden generar en la cuba de aeración. Para evitar este tipo de espumas, adoptamos la dosificación de Hipoclorito Sódico, consiguiendo de este modo que no se produzcan.

Frente a flotantes de origen tan diverso, en lugar de una evacuación directa de las mismas tal como se recogen, es decir, una pequeña cantidad con mucha viscosidad, es preferible su mezcla con un gran caudal de agua que facilite su transporte.

Para la EDAR de POZO CAÑADA, los flotantes recogidos por las rasquetas de superficie de los dos decantadores acceden a un pozo desde el que son bombeados al equipo compactador de pretratamiento por una unidad de bombeo capaz para 5 m<sup>3</sup>/h. Se instalará una bomba de flotantes por cada pozo de fangos.

Para la EDAR de HOYA GONZALO, se instalarán el mismo número de bombas de flotantes.

### **3.3.8. DESINFECCIÓN**

El agua de salida de los reactores biológicos se conduce a una arqueta de cloración, para llevar a cabo su desinfección antes de vertido.

En la tubería de unión desde la salida de decantación secundaria a la desinfección se instalará un medidor electromagnético de caudal para conocer el caudal de agua tratada a la salida de las EDARs.

Para cada una de las plantas, la desinfección se realizará mediante:

### **EDAR HOYA GONZALO**

#### **DOSIFICACIÓN**

Dosis máxima cloro a caudal máximo	6 mg/l.
Bombas dosificadoras :	
- Activas	1
- Reserva	1
Caudal unitario	2-20 l/h.

### **EDAR POZO CAÑADA**

#### **DOSIFICACIÓN**

Dosis máxima cloro a caudal máximo	6 mg/l.
Bombas dosificadoras :	
- Activas	2
- Reserva	1
Caudal unitario	2-20 l/h.

### **3.3.9. SISTEMA DE REGENERACIÓN DE AGUAS RESIDUALES MEDIANTE FILTROS DE MACROFITAS EN FLOTACIÓN (FMF)**

#### **EDAR LA HERRERA**

El agua, una vez tratada en el tamiz rotativo en la EDAR LA HERRERA, será distribuida en una serie de balsas para su regeneración.

Estas balsas llevarán una serie de plantas conocidas como Macrofitas o macrófitos, son conocidas porque pueden vivir en terrenos inundados toda su vida o durante largos períodos de tiempo encharcadas. También algunos las conocen como plantas palustres y su porte alcanza una cierta importancia, se puede considera 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 (160-320 cm). El valor dado es el normal y éste puede variar dado que depende del poder nutricional del medio en que se encuentre.

Normalmente se encuentran estas plantas sobre terrenos inundados e inundables, con láminas 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.



Todos tienen en común una vegetación con un denso tapiz de heliofitos emergentes, plantas acuáticas superiores (Ronúnculos, Callitriche, Zanichelia,..), con abundantes algas carolíticas (Chara, Nitella) que son aprovechados por los herbívoros a lo largo del ciclo anual, dando resguardo a una amplísima diversidad de aves, peces, zooplancton, pertenecientes a una cadena trófica alimentaria con origen en el fitoplancton que se desarrolla en el humedal.

Este sistema inundado propicia el medio natural ideal para el desarrollo de la vida, con un vasto abanico de diversidad de especies, el agua que está 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 el agua como los fangos no pasen a condiciones eutrificantes y sea un medio saludable, tanto para los mamíferos como para las aves; las Macrofitas segregan ácidos que matan a las bacterias patógenas del agua.

Por lo tanto el agua primeramente se distribuirá en una única balsa DCD (Decantador-Clarificador-Digestor) y a continuación el agua pasará a dos balsas FMF (Filtro de macrofitas en flotación).

Para un buen funcionamiento de la balsa será necesaria la recirculación del 50% del caudal. Esta recirculación se realizará mediante 2 bombas sumergibles de 15 m<sup>3</sup>/h de caudal unitario, colocadas a la salida de las balsas FMF. El agua recirculada se bombeará a cabeza de la balsa DCD, mediante tubería de DN-65.

A continuación detallamos las características más relevantes de cada balsa.

### **BALSA DCD**

- Nº de unidades .....	1
- Ancho adoptado cabeza talud.....	14,90 m
- Ancho adoptado lámina de agua.....	14,50 m
- Longitud mínima necesaria .....	25,84 m
- Longitud adoptada cabeza talud .....	29,40 m
- Longitud adoptada lámina de agua .....	29,00 m
- Altura de agua en la balsa DCD .....	3,70 m
- Altura de resguardo en la balsa DCD.....	0,30 m
- Altura total en el DCD .....	4,00 m
- Pendiente talud :	
* Ancho.....	3 m
* Alto.....	2 m
- Superficie unitaria útil (lámina de agua) .....	420,5 m <sup>2</sup>

---

- Dotación de plantas .....	15 ud/m <sup>2</sup>
- DBO <sub>5</sub> .....	89.910 g/d
- Rendimiento (eliminación de DBO <sub>5</sub> ) .....	25%
- Remoción de DBO <sub>5</sub> en el DCD-FMF.....	22.477,5 g/d

**BALSA FMF**

- Nº de unidades .....	2
- Ancho adoptado cabeza talud.....	12,30 m
- Ancho adoptado lámina de agua .....	12,00 m
- Longitud mínima necesaria .....	56,19 m
- Longitud adoptada cabeza talud .....	60,30 m
- Longitud adoptada lámina de agua .....	59,88 m
- Altura de agua en la balsa FMF.....	1,39 m
- Altura de resguardo en la balsa FMF .....	0,45 m
- Altura total en el FMF.....	1,84 m
- Dotación de plantas.....	10 ud/m <sup>2</sup>
- Rendimiento (eliminación de DBO <sub>5</sub> ) .....	75%
- Remoción de DBO <sub>5</sub> en balsa FMF .....	67.432,5 g/d

**3.3.10. RECIRCULACIÓN DE FANGOS**

En el proceso de fangos activados, después de separar el agua tratada y la biomasa, es necesario reintroducir esta última, de forma constante, con la deducción correspondiente de los fangos en exceso, con el objetivo de mantener la masa activa y devolver el contenido necesario de nitratos, en función del grado de desnitrificación demandado.

La recirculación de fangos debe situarse generalmente entre el 100% y el 150% del caudal medio, por encima de este valor se produce un aumento en la carga de materias en suspensión, que recibe el clarificador secundario que puede perturbar la decantabilidad.

En el diseño de la instalación de los equipos de recirculación de fangos han intervenido los siguientes factores:

- Limitar el grado de oxigenación, dado que disminuirá el porcentaje a desnitrificar en la zona anoxia.
- Las bombas propuestas son sumergibles, adecuadas para la impulsión del fango.

- Inercia del sistema. El concepto de edad de fango significa que se necesita ese tiempo para producir una masa de fangos igual a la almacenada en los reactores. Al objeto de mejorar los efectos de dicha inercia hemos propuesto recirculaciones independientes a cada línea del reactor, de forma que puede ser variado el grado de recirculación en cada unidad.

Por otra parte, y si se trabaja purgando un caudal de fangos en exceso equivalente a un volumen de reactor igual al inverso de la edad de fango, se pueden producir a lo largo del día pequeñas descompensaciones, en cuanto a concentración que pueden ser rápidamente compensados con pequeños aumentos de recirculación.

- Regulación en la capacidad de bombeo mediante VARIADORES DE FRECUENCIA, uno por línea, automatizados en función de sendos medidores de caudal electromagnéticos, al objeto de conseguir el grado exacto de recirculación requerido.

### **CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN**

**EDAR HOYA GONZALO**

### **RECIRCULACIÓN DE FANGOS**

#### **DATOS DE DISEÑO**

Caudal medio	12,5	m <sup>3</sup> /h.
Concentración de fangos en cuba	3,0	gr/l.
Concentración de fangos en recirculación	6,0	gr/l.
Recirculación de fangos	100	%

#### **Horizonte**

#### **RECIRCULACIÓN DE FANGOS**

Número de unidades :

— Activas	1	Ud.
— Reserva	1	Ud.

Caudal unitario adoptado 15 m<sup>3</sup>/h.

Altura de elevación 10,00 m.

Regulación de caudal Variador de frecuencia

Tipo adoptado de bomba Sumergible

**EDAR POZO CAÑADA****RECIRCULACIÓN DE FANGOS****DATOS DE DISEÑO**

Caudal medio  
 Concentración de fangos en cuba  
 Concentración de fangos en recirculación  
 Recirculación de fangos

**Horizonte**

50 m<sup>3</sup>/h.  
 3,5 gr/l.  
 7 gr/l.  
 100 %

**RECIRCULACIÓN DE FANGOS**

Número de unidades :

- Activas
- Reserva

2 Ud.  
 2 Ud.

Caudal unitario adoptado

50 m<sup>3</sup>/h.

Altura de elevación

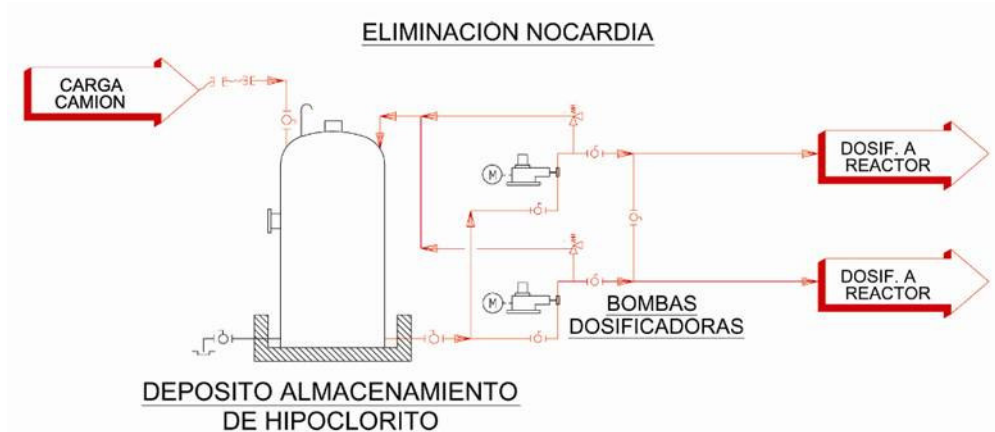
5 m.

Regulación de caudal

Variador de frecuencia

Tipo adoptado de bomba

Sumergible

**3.3.11. CONTROL DE BULKING-FOAMING**

La presencia de espumas a nivel de biológico y/o decantador secundario puede

- 1.- Presencia de bacterias filamentosas, como es el caso de *microthrix parvicella*, o nocardia, que se asocian con espumas y flotación de fangos. El único control inmediato a poner en practica para el control de un desarrollo masivo de espumas (que no quiere decir de filamentos), es la reducción de los niveles de aire en balsas de aireación, sin llegar a límites importantes en la reducción del oxígeno disuelto (nunca por debajo de 1 ppm). Este tipo de espumas se caracterizan por su aspecto cerezo y viscoso y un color marrón oscuro. En este tipo de situaciones el

agua no suele presentar muchas alteraciones, éstas, de haberlas, pueden dar problemas a nivel de desbordamientos en las balsas de aireación.

- 2.- Presencia de bacterias filamentosas del tipo 1863, que se asocian con espumas de aspecto viscoso pero de una clara tonalidad blanca, puede haber desbordamiento de espumas y el agua en este caso es muy turbia y genera en su salida de planta gran cantidad de espumas por la presencia de dicha bacteria en el agua tratada. En este caso, conviene la utilización (como solución rápida), de antiespumante, o en el caso de estar usándolo, aumentar la dosis. Como medida curativa, convendrá el aumento de la edad de fango, reducción de carga másica y control en los niveles de oxígeno disuelto, en una media que no puede bajar de 2 ppm.
- 3.- De la misma manera, se pueden presentar espumas de color blanquecino, pero sin casi consistencia y, de la misma manera, gran turbidez de agua, esto se relaciona con fangos en proceso de formación, o fangos que han sufrido una degeneración brusca por vertidos puntuales. Se aconseja dosificación de antiespumante, aumento de la recirculación, si la decantación de los fangos es buena, para aumentar los ciclos de paso por la zona aeróbica y aumentar la concentración (mlss) paulatinamente o bien renovar fangos en el tiempo.

### **CONTROL DE LAS BACTERIAS FILAMENTOSAS**

Ante la problemática que se nos presenta por el desarrollo de bacterias filamentosas en los fangos activados, se tiene que tener en cuenta que frente a las posibles acciones correctivas que se pueden aplicar, el éxito radica siempre en un control del proceso detallado que nos haga conocer con suficiente antelación las causas que las producen y evitarlas o atenuarlas.

Como medidas correctivas en general nos ceñiremos a los siguientes apartados:

- Incremento del oxígeno disuelto
- Disminución de la edad del fango (\*)
- Implantación de selectores
- Cloraciones (con cloro gas o hipoclorito)

#### **a) Incremento del oxígeno disuelto**

Teniendo en cuenta que todos los microorganismos presentes en un fango activo son aerobios estrictos o al menos facultativos, puede hacer favorecer el desarrollo de formas filamentosas, dado que éstas por su relación superficie / volumen, mayor que en el caso de los floculantes, ante deficiencias del mismo son las captadoras

esenciales, reduciendo el desarrollo de los microorganismos floculantes que funcionan de competidores importantes.

No obstante, a pesar de que hay que mantener el oxígeno entre valores de 2 ppm a 3 ppm, un exceso supondría un gasto energético elevado.

b) Disminución de la edad del fango (\*)

Es una respuesta positiva cuando se habla de desarrollo de bacterias filamentosas caracterizadas por su desarrollo a altas edades de fango, tal es el caso de m. parvicella, nocardia sp, n.limicola I, II, III y la tipo 0092.

Estas bacterias además de esta característica, se caracterizan por comportarse como bacterias nitrificantes-desnitrificantes y, además, son bacterias que responden menos positivamente a la presencia de selección biológica (especialmente m. parvicella y nocardia).

En el caso del resto de bacterias filamentosas, la reducción de la edad del fango no llega a ser muy positivo, salvo que se lleguen a valores muy bajos (pe: 2 días).

Con el tipo 1863, el proceso debe de ser inverso, la solución es aumentar oxígeno, edad de fango y consecuentemente reducción de la carga másica.

c) Implantación de selectores

El funcionamiento de los selectores, ya sea anaeróbico, anóxico u óxico, debe de ser el correcto y cumplir todas las exigencias con las que fueron ideados, y así asegurar su funcionamiento. No obstante, el comportamiento de las diferentes bacterias filamentosas frente a él, es diverso:

- En el caso de tipo 021 n, thiotrix I y II, tipo 1701, s. natans, tipo 0961, tipo 1863 (como filamentos más comunes), el éxito en el caso de funcionamiento correcto es óptimo.
- Con n.limicola I, II y III, tipo 0092 y nocardia sp, el control es exitoso en determinadas condiciones relacionadas con el tipo de agua residual que llega a planta.
- Con m. parvicella, el control no suele ser bueno por el tipo de metabolismo de este filamento, y porque las alternancias de situaciones óxicas, anóxicas o anaeróbicas, favorecen su crecimiento.

d) Cloraciones (con cloro gas o hipoclorito)

Es una solución correctiva, utilizada para el control del desarrollo de bacterias filamentosas sobre el resto de los microorganismos presentes en los fangos activados, ya que, como se ha dicho anteriormente, la relación superficie / volumen de las bacterias filamentosas es mayor que la de los floculantes, lo que les confiere ventajas, y en este caso inconvenientes de cara a que serán las primeras afectadas.

La bibliografía habla de dosis que varían entre 1-15 kg Cl<sub>2</sub>/Tm MLSS, pero valores superiores de 8 kg de Cl<sub>2</sub>/Tm son excesivos por el daño que puede llegar a causar al resto de la micro fauna. Esta cantidad límite sería la aplicable al filamento más resistente al cloro de todos los que se conocen, que es el caso de la *microthrix parvicella*.

La dosificación de cloro debe de realizarse en un punto donde se asegure la homogenización rápida fango-cloro y que además asegure un ciclo de hasta un máximo de 8 veces el mismo fango por el punto de dosis. Se aconseja dosificaciones sobre recirculación interna o externa, siempre que los caudales que se puedan aplicar lleguen a asegurar ese paso de hasta 8 veces por el punto de dosis.

Según el tipo de bacteria filamentosa, se aplicará una dosis determinada de cloro en función de la resistividad que presenten y a saber por las experiencias vividas al respecto:

- Tipo 021 n, tipo 1701, tipo 1702, s. natans, tipo 0961-> estos filamentos con dosis de 3-4 kg Cl<sub>2</sub>/Tm de MLSS.
- Tipo 0092, n. limícola I, II, III, nocardia sp, tipo 0041, thiothrix i, ii.-> 5-6 kg. Cl<sub>2</sub>/ Tm.
- M parvicella, como filamento mas resistente a este biocida, deben dosificarse en torno a 7-8 kg. Cl<sub>2</sub>/Tm MLSS.

No obstante, el éxito no solo radica en la utilización de una sola medida correctiva, es conveniente aplicar más de una en función de la situación de planta y el filamento tipo a tratar.

En el caso particular de M parvicella, Acciona Agua ha desarrollado en plantas de aguas residuales una medida de control de este filamento con una pauta interna de planta y sin reactivos agresivos, además de no necesitar cambiar las condiciones de proceso de la E.D.A.R. el método radica en un control metabólico del mismo,

aportando al sistema biológico (mejor a nivel de recirculación externa) substratos que no le son agradables o al menos fácilmente metabolizables, y esto se consigue añadiendo fango procedente del espesador en dosis en torno a 60 kg de fango por tonelada de MLSS, de forma intermitente o continuada, en función de las observaciones microscópicas que se vayan realizando para ir valorando la evolución de los fangos activados.

Dado el diseño del reactor biológico se prevé que las exigencias finales de vertido conlleven la eliminación de nutrientes. En este caso se esperan condiciones de proceso que favorezcan la microbiología del proceso (tales como carga másica bajas, edad de fango alta, buenos niveles de O<sub>2</sub>), serán variables a modificar en función de la época del año.

### **MÉTODO DE CONTROL ADOPTADO**

Para contribuir a combatir durante la explotación de la E.D.A.R. los posibles episodios de exceso de microorganismos filamentosos tipo *Nocardia* productores de bulking y/o flotación de espumas, se prevé, una dosificación de Hipoclorito Sódico.

Esta dosificación puede hacerse tanto en la recirculación de fangos como en el reactor biológico.

El almacenamiento de hipoclorito se realizará en un depósito de 4 m<sup>3</sup> para la EDAR de Hoya Gonzalo y de 8 m<sup>3</sup> para la EDAR de Pozo Cañada, en PRFV y la dosificación por medio de dos bombas de membrana (una en reserva) de caudal variable entre 2 y 20 l/h con sus correspondientes tubería y valvulería en PVC.

El depósito de almacenamiento será común con el de dosificación en continuo para la desinfección del agua tratada.



### 3.4. LÍNEA DE FANGOS

#### 3.4.1. FANGOS EN EXCESO

El cálculo de la extracción de fangos en exceso depende fundamentalmente de las condiciones de diseño dispuestas en el canal de oxidación.

Se expone aquí las necesidades de bombeo para la situación HORIZONTE pero calculando la producción con eliminación de fósforo, así:

#### EDAR HOYA GONZALO

#### FANGOS EN EXCESO

	<b>Horizonte</b>	
	<u>c/Elim P</u>	
Fangos en exceso producidos	71	kg/d.
Producción de fangos por eliminación del Fósforo	37	kg/d.
Fangos en exceso producidos	108	kg/d.
M.V. total producida	44	kg/d.
Concentración cálculo de extracción	6	gr/l.
Caudal diario extraído	18,05	m <sup>3</sup> /d.
Horas de extracción	8	h.
<b>BOMBEO DE FANGOS EN EXCESO</b>		
<b>(SON COMUNES A LAS DE RECIRCULACIÓN)</b>		
Número de bombas activas:		
— Activas	1	Ud.
— Reserva	1	Ud.
Caudal unitario	15,0	m <sup>3</sup> /h.
Altura de impulsión	10	mca.

**EDAR POZO CAÑADA****FANGOS EN EXCESO**

	<b>Horizonte</b>	
	<u>c/Elim P</u>	
Fangos en exceso producidos	283	kg/d.
Producción de fangos por eliminación del Fósforo	149	kg/d.
Fangos en exceso producidos	432	kg/d.
M.V. total producida	174	kg/d.
Concentración cálculo de extracción	7	gr/l.
Caudal diario extraído	62	m <sup>3</sup> /d.
Horas de extracción	8	h.

**BOMBEO DE FANGOS EN EXCESO**

Número de bombas activas:		
— Activas	2	Ud.
— Reserva	2	Ud.
Caudal unitario	5,0	m <sup>3</sup> /h.
Altura de impulsión	10	m C.A.

El tipo de bombas empleado es el de sumergibles, realizándose su automatismo por temporización, en función de la medida de caudal electromagnética, purgándose diariamente y en condiciones de diseño el inverso de la edad de fangos.

La variación de la extracción puede también venir dada por la concentración existente en la cuba y por el oxígeno disuelto. La explotación de esta parte importante del tratamiento es sencilla y cómoda para el personal encargado.

**3.4.2. ESPESADO DE FANGOS**

Los fangos procedentes de la decantación son transportados al espesador de fangos metálico para la EDAR de Hoya Gonzalo y de hormigón para la EDAR de Pozo Cañada, donde se produce una mayor concentración de los mismos debido a su propio peso. El espesado se produce de manera dinámica (mediante mecanismo con rasquetas para favorecer el espesamiento de los fangos, realizándose la entrada por la parte superior y recogiendo los fangos, con mayor concentración, por la parte inferior y transportándose a Deshidratación.

Por la parte superior se realiza la recogida de los sobrenadantes del proceso, que son llevados al inicio del tratamiento. Por la zona inferior se ha previsto el vaciado del recinto hasta el pozo de vaciados y sobrenadantes, para que exista la posibilidad de reintegrarlos a la línea de agua.

Las características de la etapa de espesamiento, para cada una de las plantas son:

#### EDAR HOYA GONZALO

### ESPEAMIENTO DE FANGOS

#### DATOS DE DISEÑO

	<u>Horizonte</u> c/Elim P	
Peso total de fangos	108	kg/d.
Concentración extracción	6	kg/m <sup>3</sup>
Volumen a tratar	18	m <sup>3</sup> /día
Caudal de bombeo total	15,0	m <sup>3</sup> /h.
Horas de funcionamiento	1,2	h.
Concentración de salida	30	kg/m <sup>3</sup>

#### CARACTERÍSTICAS ESPESADOR

Número de unidades	1	Ud.
Diámetro adoptado	4	m.
Superficie total	13	m <sup>2</sup>
Altura cilíndrica útil	4	m.
Volumen total	54	m <sup>3</sup>

#### CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO

Carga hidráulica	1,19	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h.
Carga másica	8,6	kg/MS/m <sup>2</sup> /día
Tiempo de retención fango	304	horas
Concentración media salida	30	kg/m <sup>3</sup>
Volumen espesado	4	m <sup>3</sup> /día

**EDAR POZO CAÑADA****ESPESAMIENTO DE FANGOS****DATOS DE DISEÑO**

Peso total de fangos	432	kg/d.
Concentración extracción	7,0	kg/m <sup>3</sup>
Volumen a tratar	62	m <sup>3</sup> /día
Caudal de bombeo total	10,0	m <sup>3</sup> /h.
Horas de funcionamiento	6,2	h.
Concentración de salida	30	kg/m <sup>3</sup>

**Horizonte****c/Elim P****CARACTERÍSTICAS ESPESADOR**

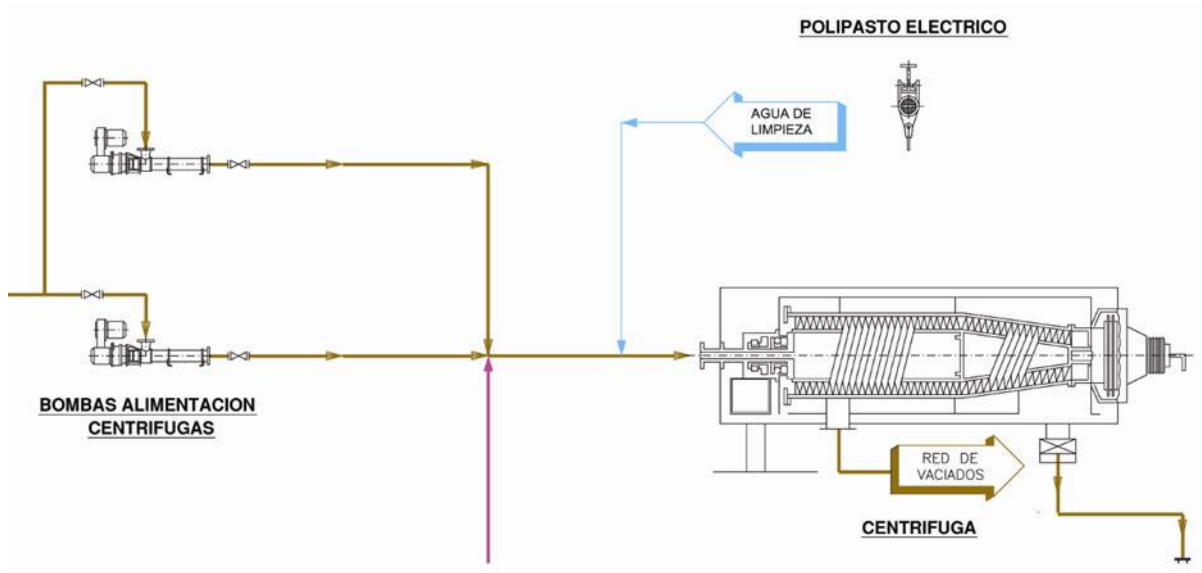
Número de unidades	1	Ud.
Diámetro adoptado	6,00	m.
Superficie total	28	m <sup>2</sup>
Altura cilíndrica útil	3,5	m.
Volumen total	102	m <sup>3</sup>

**CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO**

Carga hidráulica	0,35	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h.
Carga másica	15,3	kg/MS/m <sup>2</sup> /día
Tiempo de retención fango	137	horas
Concentración media salida	30	kg/m <sup>3</sup>
Volumen espesado	14	m <sup>3</sup> /día

Los fangos espesados son conducidos a dos bombas de husillo excéntrico, una en reserva, con variador mecánico y 6 m<sup>3</sup>/h de caudal máximo, para alimentar a la máquina centrífuga.

### 3.4.3. DESHIDRATACIÓN DE FANGOS



Las necesidades de secado **(22%)**, indicadas en el Pliego de Bases, permiten en principio la utilización de filtros banda o centrífuga.

Hemos optado por ofertar una deshidratación por centrífuga, en base a los siguientes criterios:

- ✓ Permite realizar un secado automático y, por lo tanto, sin tanta atención del personal como en los filtros banda, aspecto éste muy importante en plantas pequeñas donde el coste de personal es el aspecto más gravoso.
- ✓ Permite asegurar de forma más continua el 22% de sequedad independientemente del tipo de fango, no así el filtro banda, el cual exige mayor atención y reajustes, tanto en la tensión de las bandas como en la carga de alimentación y dosis de polielectrólito.

La deshidratación se plantea realizarla en uno o dos días a la semana, dependiendo de la planta depuradora, funcionando como máximo 8 horas al día.

Las características funcionales de dichos equipos, para cada planta son las siguientes:

**EDAR HOYA GONZALO****DESHIDRATACIÓN CENTRÍFUGAS****DATOS DE DISEÑO****Horizonte****c/Elim P**

Peso de fangos a deshidratar	108	kg/d.
------------------------------	-----	-------

**CENTRÍFUGAS**

Peso de fangos por hora de trabajo	63,17	kg.
Caudal fangos por hora de trabajo	2,11	m <sup>3</sup>
Concentración de entrada	30,00	kg/m <sup>3</sup>
Sequedad a obtener	22	%
Número de unidades	1	Ud.
Capacidad unitaria adoptada	6,00	m <sup>3</sup> /semana
Funcionamiento semanal	4,21	h/semana

**BOMBAS DE ALIMENTACIÓN**

Caudal unitario adoptado	2 a 6	m <sup>3</sup> /h.
Número de bombas	1+1	Uds.
Altura de impulsión	10,00	mca.

**REACTIVO-PREPARACIÓN Y DOSIFICACIÓN**

Días de trabajo por semana	2,00	días
Peso fangos por día trabajo	379	kg.
Concentración del polielectrolito	6,00	kg/m <sup>3</sup>
Tipo preparación : (1=discontinuo;2=continuo)	2	
Número de equipos	1	Ud.
Volumen	400	l.

**DOSIFICACIÓN**

Caudal unitario adoptado	25-275	l/h.
Tipo de bombas	Husillo	
Número de bombas	1+1	Uds.

**EDAR POZO CAÑADA****DESHIDRATACIÓN CENTRÍFUGAS****DATOS DE DISEÑO****Horizonte**c/Elim P

Peso de fangos a deshidratar	432	kg/d.
------------------------------	-----	-------

**CENTRÍFUGAS**

Peso de fangos por hora de trabajo	126,09	kg.
Caudal fangos por hora de trabajo	4,20	m <sup>3</sup>
Concentración de entrada	30,00	kg/m <sup>3</sup>
Sequedad a obtener	22	%
Número de unidades	1	Ud.
Capacidad unitaria adoptada	6,00	m <sup>3</sup> /h.
Funcionamiento semanal	16,81	h/semana

**BOMBAS DE ALIMENTACIÓN**

Caudal unitario adoptado	2 a 6	m <sup>3</sup> /h.
Número de bombas	1+1	Uds.
Altura de impulsión	10,00	mca.

**REACTIVO-PREPARACIÓN Y DOSIFICACIÓN**

Días de trabajo por semana	3,00	días
Peso fangos por día trabajo	1.009	kg.
Concentración del polielectrólito	6,00	kg/m <sup>3</sup>
Tipo preparación: (1=discontinuo;2=continuo)	2	
Número de equipos	1	Ud.
Volumen	400	l.

**DOSIFICACIÓN**

Caudal unitario adoptado	25-275	l/h.
Tipo de bombas	Husillo	
Número de bombas	1+1	Uds.

Con las máquinas seleccionadas se puede obtener un contenido en materia seca del 22% exigido, aunque dado que estamos tratando fangos estabilizados aeróbicamente, la sequedad depende del grado de estabilización y de la concentración de espesado.



#### **3.4.4. EVACUACIÓN DE FANGOS**

El fango, una vez deshidratado, por la centrífuga, descarga directamente en un **tornillo transportador** conduciéndolo hacia un contenedor de almacenamiento de 4,25 m<sup>3</sup> de capacidad en la EDAR de HOYA GONZALO y a un silo de 50 m<sup>3</sup> de capacidad en la EDAR de POZO CAÑADA.

#### **3.5. INSTALACIONES AUXILIARES**

Se han previsto una serie de servicios auxiliares a instalar en cada una de las Plantas Depuradoras, de acuerdo con las exigencias del Pliego de Bases y con las necesidades de una planta de estas características.

Como equipos auxiliares hemos previsto los siguientes elementos:

##### **3.5.1. AIRE DE SERVICIOS**

Dado que no es necesaria una red de aire, proponemos un equipo compacto de pretratamiento que incluye un compresor. El caudal de aire necesario para la red de aire de servicios va a ser suministrado por ese mismo equipo, en cada una de las plantas, de caudal:

Hoya Gonzalo	:	12 Nm <sup>3</sup> /h
Pozo Cañada	:	54 Nm <sup>3</sup> /h

##### **3.5.2. AGUA INDUSTRIAL**

El agua de servicios es utilizada en la limpieza de la centrífuga, riego y dilución de reactivos, aunque para este último uso nuestra experiencia aconseja utilizar agua potable, dado que permite optimizar el uso de los mismos.

El grupo de presión, tanto para la EDAR de Hoya Gonzalo como para la EDAR de Pozo Cañada, es de un caudal de 10 m<sup>3</sup>/h.

##### **3.5.3. VACIADOS**

Los vaciados generales de planta irán a un pozo donde por gravedad irán a cabecera de la instalación para su tratamiento en la EDAR de HOYA GONZALO, y para la EDAR de POZO CAÑADA los vaciados generales de planta irán a un pozo de bombeo donde se

encuentran instaladas 2 bombas sumergibles, de 21 m<sup>3</sup>/h de caudal, que los impulsarán a la entrada del pretratamiento para su tratamiento.

#### **3.5.4. MANUTENCIÓN**

Para la manutención y manejo de los distintos equipos mecánicos de las instalaciones depuradoras se van a instalar los siguientes polipastos de accionamiento eléctrico.

- Polipasto de 2.000 kg de capacidad para manejo de la cuchara bivalva en el pozo de gruesos.
- Polipasto de 1.000 kg de capacidad en el edificio de deshidratación.

#### **3.5.5. TRATAMIENTO DE OLORES**

Dado que las E.D.A.R´S. están alejadas de núcleos urbanos, no es necesario incluir equipos de desodorización.

#### **3.5.6. LABORATORIO**

En el presente proyecto ofertamos un laboratorio para la EDAR de Hoya Gonzalo y otro para la EDAR de Pozo Cañada, para realizar los análisis necesarios en planta, incluyendo el mobiliario adecuado para su instalación.

El laboratorio de la EDAR de Pozo Cañada, por ser ésta la planta más grande de las tres, cuenta con un espectrofotómetro para poder realizar los análisis necesarios de cualquiera de las plantas.

#### **3.5.7. TALLER / ALMACÉN / REPUESTOS**

Para la manutención se han ofertado los equipos de taller y repuestos necesarios para realizar en planta las pequeñas reparaciones que se puedan realizar con el personal de explotación.

## **4. EQUIPOS ELÉCTRICOS**

---

### **4.1. INTRODUCCIÓN**

Las instalaciones eléctricas para el suministro, distribución, protección y control de potencia que en los siguientes apartados describiremos en detalle, se resume como sigue a continuación:

- Acometida general a las instalaciones.
- Centro de transformación, equipado con celda de entrada, protección medida y los equipos de transformación de potencia necesaria.
- Cuadro de distribución y centro de control de motores en B.T.
- Bote condensador fijo, asociado al devanado secundario del transformador.
- Batería de condensadores de regulación automática asociada al cuadro de distribución
- Botoneras locales instaladas a pie de cada equipo
  - Compuertas y Válvulas: Botonera de control equipada con pulsador de apertura, cierre y seta roja de parada de emergencia.
  - Resto de equipos: Botonera equipada con seta roja de parada de emergencia.
- Líneas de baja tensión para enlace de los diferentes equipos.
  - Líneas de distribución
  - Líneas de alimentación a motores
  - Líneas de control y señal
- Conducciones y bandejas.
- Red general de tierras, pararrayos y descargadores para protección contra sobretensiones.

## **4.2. ACLARACIONES AL PRESUPUESTO**

### **RELATIVO A LOS DERECHOS DE ACOMETIDA**

El importe de las partidas alzadas a justificar en concepto de derechos de acometida, incluidas en el presupuesto de la obra se ha calculado:

- En base a los baremos indicados en la orden ITC/3801/2008 de 26 de diciembre, por la que se revisan las tarifas eléctricas a partir de 1 de enero de 2009, publicado en el BOE nº 315 del 31/12/2008. Esta partida contempla las cuotas de acceso, enganche y verificación a satisfacer a la compañía suministradora, detallado según Tarifa de Acceso (R.D. 1164/2001 de 26 de octubre de 2001)

### **LEGALIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES**

El presupuesto de la obra incluye partidas alzadas a justificar para la legalización de las instalaciones de Alta y Baja tensión, que contempla los siguientes conceptos:

- Elaboración del proyecto.
- Visado del colegio
- Legalización de las instalaciones por Industria.

## **4.3. ACOMETIDA EN M.T.**

### ***EDAR POZO CAÑADA***

La acometida en M.T. a la EDAR se efectuará desde una línea de distribución de 20 kV.

No se ha recibido hasta el momento carta de la compañía, por lo que se estima que la conexión se realizará mediante una red subterránea de 71 m de longitud, desde el apoyo ubicado dentro de la parcela de la EDAR existente, hasta el nuevo centro de transformación. Esta red directamente enterrada en zanja, esta formada por tres conductores aislados de tipo 12/20 HEPRZ1, de aluminio y 150 mm<sup>2</sup> de sección.

**EDAR HOYA GONZALO**

Tal como se indica en el Anteproyecto se ha previsto en el presupuesto una partida alzada para desviar la línea que cruza la parcela.

La acometida aérea se extiende desde el punto de enganche de la línea Higuieruela de la STR Bonete, ubicado en las proximidades de la EDAR hasta el apoyo de paso de línea aérea subterránea, (ver carta de la compañía, punto 5.15 de la presente memoria).

Este tramo está formado por:

- ❖ Una cruceta a instalar en el apoyo de entronque
- ❖ Tres seccionadores unipolares con cortocircuitos de expulsión
- ❖ Un apoyo de ángulo en el trazado de la línea de derivación
- ❖ Un apoyo fin de línea ubicado en las proximidades de la EDAR, para convertir el tendido aéreo en subterráneo, equipado con tres pararrayos unipolares de media tensión, para protección contra sobretensiones
- ❖ 100 m de línea aérea trifásica, formada por conductor desnudo de aleación aluminio acero LA-56

La acometida subterránea, de 20 m de longitud, se extiende desde el apoyo fin de línea hasta el centro de transformación de la EDAR. Esta línea discurre enterrada en zanja y está formada por tres conductores aislados de tipo 12/20 HEPRZ1 de aluminio y 150 mm<sup>2</sup> de sección

**EBAR LA HERRERA**

La acometida aérea se extiende desde el punto de enganche hasta el apoyo de paso de la línea aérea a subterránea, ubicado en las proximidades de la EBAR.

Este tramo está formado por:

- ❖ Una cruceta a instalar en el apoyo de entronque.
- ❖ Un primer apoyo de la línea de derivación equipado con tres seccionadores unipolares con cortocircuitos de expulsión.
- ❖ Tres apoyos de alineación y dos de ángulo a lo largo del trazado de la línea de derivación.

- ❖ Un apoyo fin de línea ubicado en las proximidades de la EBAR, para convertir el tendido aéreo en subterráneo, equipado con tres pararrayos unipolares de media tensión, para protección contra sobretensiones.
- ❖ 850 m de línea aérea trifásica, formada por conductor desnudo de aleación aluminio acero LA-56.

La acometida subterránea se extiende desde el apoyo fin de línea hasta el centro de transformación de la EBAR. Esta línea discurre enterrada en zanja y está formada por tres conductores aislados de tipo 12/20 HEPRZ1, de aluminio y 150 mm<sup>2</sup> de sección.

### **EDAR LA HERRERA**

La acometida aérea se extiende desde el punto de enganche de la línea La Gineta de la ST Barrax, ubicado en las proximidades de la EDAR, hasta el apoyo de paso de línea aérea a subterránea (ver carta de la compañía, punto 5.15 de la presente memoria).

Este tramo está formado por:

- ❖ Una cruceta a instalar en el apoyo de entronque
- ❖ Un primer apoyo de la línea de derivación equipado con tres seccionadores unipolares con cortocircuitos de expulsión
- ❖ Cuatro apoyos de alineación y cinco de ángulo a lo largo del trazado de la línea de derivación
- ❖ Un apoyo fin de línea ubicado en las proximidades de la EDAR, para convertir el tendido aéreo en subterráneo, equipado con tres pararrayos unipolares de media tensión, para protección contra sobretensiones.
- ❖ 872 m de línea aérea trifásica, formada por conductor desnudo de aleación aluminio acero LA-56.

La acometida subterránea, de 30 m de longitud, se extiende desde el apoyo fin de línea hasta el centro de transformación de la EDAR. Esta línea discurre enterrada en zanja y está formada por tres conductores aislados de tipo 12/20 HEPRZ1, de aluminio y 150 mm<sup>2</sup> de sección.

#### **4.4. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

Para acondicionar la tensión de distribución a la tensión de consumo de los receptores, se ha previsto la instalación de un centro de transformación ubicado en una caseta independiente, en el borde de la parcela de la EDAR y con acceso directo desde el exterior de la misma.

La caseta será de construcción prefabricada de hormigón de dimensiones 3.760 x 2.500 x 3.300 mm.

El centro de transformación está provisto de celdas de tipo modular aisladas en gas SF6, 24 kV, 400 A, 16 kA. El número y tipo es como sigue:

- Una celda de entrada dotada de un interruptor - seccionador de tres posiciones que permite comunicar el embarrado del conjunto de celdas con los cables, cortar la corriente nominal, seccionar o poner a tierra simultáneamente los tres cables de la salida inferior.
- Una celda de protección equipada con interruptor-seccionador en SF6, bobina de disparo, fusibles con señalización de fusión y seccionador de puesta a tierra.
- Una celda de medida de reducidas dimensiones equipada con tres transformadores de tensión y tres transformadores de intensidad.
- Un transformador de potencia trifásico con neutro accesible en baja tensión y refrigeración natural en baño de aceite.

Las potencias de los transformadores son las siguientes:

<b>OBRA</b>	<b>TRANSFORMADOR</b>
EDAR DE HOYA GONZALO	Potencia: 160 kVA y relación 20/0,4 kV.
EDAR DE POZO CAÑADA	Potencia: 250 kVA y relación 20/0,4 kV.
EDAR DE LA HERRERA (BOMBEO)	Potencia: 100 kVA y relación 20/0,4 kV.
EDAR DE LA HERRERA (PLANTA)	Potencia: 50 kVA y relación 20/0,4 kV.

#### **4.4.1. EQUIPOS COMPLEMENTARIOS DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN**

##### **Medida de la energía consumida**

La medida de energía se realiza en el centro de transformación, mediante un cuadro de contadores conectado al secundario de los transformadores de intensidad y tensión propuestos.

El cuadro de contadores está formado por un armario de doble aislamiento, equipado con regleta de verificación, contador de energía activa de simple tarifa CL1 con emisor de impulsos, contador de energía reactiva con emisor de impulsos de simple tarifa CL3 y módulo electrónico de tarificación.

##### **Alumbrado**

En el interior del centro de transformación se instalan dos puntos de luz capaces de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo.

Se dispone también de un punto de luz de emergencia de carácter autónomo que señalará el acceso al centro de transformación.

##### **Dispositivo térmico de protección**

Se ha previsto para garantizar la seguridad del transformador un relé DMCR que integra las siguientes funciones de protección:

- Detección de emisión de gases del líquido dieléctrico.
- Detección de un descenso accidental del nivel del dieléctrico.
- Detección de un aumento excesivo de la presión que se ejerce sobre la cuba.
- Lectura de la temperatura del líquido dieléctrico.

##### **Protección personal**

El equipo de seguridad propuesto estará dotado de placas indicadoras de peligro de muerte, primeros auxilios y presencia de tensión. Así mismo se han previsto guantes aislantes, pértigas de maniobra, taburetes etc.



#### **4.4.2. RED DE TIERRAS**

##### **A) Tierra de Protección**

Estarán conectados a tierra todos los elementos metálicos de las instalaciones que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a causa de averías o circunstancias externas.

Las celdas dispondrán de una pletina de tierra que las interconectará constituyendo el colector de tierras de protección.

##### **B) Tierra de Servicio**

Se conectarán a tierra los neutros de todos los transformadores de potencia y los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida y protección.

##### **C) Tierras Interiores**

Las tierras interiores de los centros de transformación tendrán la misión de poner en continuidad eléctrica todos los elementos que deban estar conectados a tierra con sus correspondientes tierras exteriores.

Las tierras interiores de protección se han realizado con cable de 50 mm<sup>2</sup> de cobre desnudo formando un anillo. Este cable conectará a tierra todos los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP 545.

La tierra interior de servicio se ha realizado con cable de 50 mm<sup>2</sup> de cobre aislado formando un anillo. Este cable conectará a tierra todos los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP 545.

Las cajas de seccionamiento de la tierra de servicio y protección estarán separadas por una distancia mínima de 1 m.

## **4.5. CUADROS GENERALES DE DISTRIBUCIÓN Y CENTRO DE CONTROL DE MOTORES EN B.T.**

### **4.5.1. EDAR POZO CAÑADA**

Se ha previsto un único cuadro general en baja tensión, ubicado en el edificio de proceso. Su función es la de proteger y distribuir la potencia de forma óptima y segura a los distintos puntos de consumo.

Este cuadro está formado por armarios combinables de ejecución fija. En su interior se ha incluido:

- ❖ Entrada desde el transformador de potencia, equipada con interruptor automático magnetotérmico con protección diferencial, dimensionada para la potencia del transformador y dotada de analizador de redes con transformador de intensidad.
- ❖ Salida hacia los CCMs, equipada con interruptor automático magnetotérmico.
- ❖ Salida hacia bote condensador fijo, equipado con interruptor fusible tripolar.
- ❖ Salida a batería de condensadores, equipada con interruptor automático magnetotérmico tripolar.
- ❖ Salida hacia servicios locales del cuadro, equipadas con interruptor automático magnetotérmico con protección diferencial.

El número y ubicación de los CCMs en BT ha sido determinado atendiendo a criterios de distribución de potencia y ahorro de líneas.

El número de CCMs propuesto es de dos y su identificación es la siguiente:

- CCM-1: Centro de control de motores ubicado en un edificio prefabricado, junto al edificio de bombeo de agua bruta. Incluye aparellaje de automatismo, maniobra y protección de los equipos del bombeo de agua bruta.
- CCM-2: Centro de control de motores ubicado en el edificio de proceso. Incluye aparellaje de automatismo, maniobra y protección de los equipos de la EDAR.

#### **4.5.2. EDAR HOYA GONZALO Y LA HERRERA**

Se ha previsto un cuadro general de baja tensión que realizará simultáneamente las funciones de distribución, protección y control de los equipos de la EDAR.

Este cuadro está formado por armarios de ejecución fija, e incluye :

- ❖ Entrada desde el transformador de potencia, equipado con interruptor automático magnetotérmico con protección diferencial, dimensionada para la potencia del transformador y dotada de analizador de redes con transformadores de intensidad.
- ❖ Salida a batería de condensadores, equipada con interruptor automático magnetotérmico tripolar.
- ❖ Salida a bote fijo, equipada con interruptor fusible tripolar.
- ❖ Salida para protección y arranque de motores, equipada con protección térmica, magnética, arrancador, elementos de mando y elementos auxiliares.

#### **4.5.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES**

Las características de las distintas salidas a motores en función del tipo de arranque son:

##### **a) Arranque Directo**

Motores con una potencia inferior a 25 kW. Las columnas de arranque directo constarán de:

- Interruptor Magnético.
- Contactor de marcha con bobina de 220 V de bajo consumo ( $< 3 \text{ W}$ ) y contactos auxiliares.
- Relé Térmico con contacto auxiliar de señalización.
- Magnetotérmico para control.
- Selector M-O-A.
- Lámparas de señalización.
- Relés auxiliares.

- Cableado y Bornas.

#### **b) Arranque Directo con Inversor**

Será igual que el Arranque Directo, incorporando la función de Inversión.

#### **c) Variador de frecuencia**

Se usarán para motores que necesiten regulación de velocidad en continuo. Este tipo de columnas constarán de:

- Fusibles ultrarrápidos.
- Contactor de marcha con bobina de 220 V de bajo consumo ( $< 3 \text{ W}$ ) y contactos auxiliares.
- Variador de frecuencia. Tecnología de Potencia basada en IGBT. Incorporando refuerzo automático de par, ajuste de la curva tensión/frecuencia, doble rampa de aceleración, arranque en movimiento, limitación de intensidad, protección electrónica por sobrecarga, ajuste de parámetros local (mediante display). Visualización de magnitudes eléctricas, inmune a microcortes a plena carga de al menos 15 ms, tanto en su electrónica de control como a la potencia suministrada.
- Magnetotérmico para control.
- Selector M-O-A.
- Lámparas de señalización.
- Relés auxiliares.
- Cableado y Bornas.

### **4.6. BOTONERAS LOCALES**

Todas las máquinas accionadas por un motor eléctrico irán provistas, en las proximidades de las mismas, de una botonera local, con un pulsador tipo seta para parada de emergencia de la máquina, IP-65.

En el caso de accionamientos de válvulas o compuertas motorizadas, las botoneras dispondrán de un pulsador de apertura, un pulsador de cierre y un pulsador tipo seta de parada de emergencia.

#### **4.7. MEJORA DEL FACTOR DE POTENCIA**

Con el fin de mejorar el factor de potencia de la instalación se ha previsto por una parte una compensación fija asociada a los secundarios de los transformadores, y por otra, una compensación regulable y automática asociada al cuadro de distribución.

Estos equipos permitirán el trabajo de la instalación a pleno rendimiento con un factor de potencia de 0,98.

Las características de los distintos equipos propuestos son:

<b>OBRA</b>	<b>Equipo</b>	<b>ASOCIADO A</b>	<b>POTENCIA</b>
HOYA GONZALO	Bote fijo	Trafo 160 kVA.	1 x 5 kVAr.
	Batería automática	CGD y CCM.	1 x 60 kVAr.
POZO CAÑADA	Bote fijo	Trafo 250 kVA.	1 x 7,5 kVAr.
	Batería automática	CGD y CCM.	1 x 100 kVAr.
HERRERA (BOMBEO)	Bote fijo	Trafo 100 kVA.	1 x 5 kVAr.
	Batería automática	CD y CCM.	1 x 22,5 kVAr.
HERRERA (PLANTA)	Bote fijo	Trafo 50 kVA.	1 x 2'5 kVAr.
	Batería automática	CD y CCM.	1 x 22,5 kVAr.

La instalación de los equipos propuestos está de sobra justificada ya que permiten una reducción de la corriente por las líneas, lo que se traduce en inferiores consumos, inferiores caídas de tensión, aumento de la potencia disponible, y reducción del importe de la factura eléctrica por bonificaciones en concepto de término de energía reactiva.

#### **4.8. LÍNEAS DE BAJA TENSIÓN**

Todas las líneas eléctricas de baja tensión se rutarán desde los cuadros de distribución y centros de control de motores a sus receptores, tendidos por bandejas o tubos para conducción de cables.

Los cables de fuerza serán tipo RV-K 0,6/1 kV., aislamiento de polietileno-reticulado y cubierta de PVC.

Los cables de fuerza para equipos accionados por variador de frecuencia serán tipo ROV-K 0,6/1 kV, aislamiento de polietileno reticulado con pantalla y cubierta de PVC.

Los cables de control serán según la sección del tipo RV-K 0,6/1 kV o VV-K 0,6/1 kV, aislamiento y cubierta de PVC

Los cables de señal serán del tipo RC4Z1-K 0,6/1 kV, aislamiento polietileno reticulado con pantalla y cubierta poliolefina.

La sección mínima empleada para los circuitos de fuerza es de 2,5 mm<sup>2</sup> para los circuitos de señalización, control e instrumentación es de 1,5 mm<sup>2</sup>. Las secciones de los cables han sido calculadas por densidad de corriente y por caída de tensión.

Las condiciones de diseño han sido: cable al aire, temperatura ambiente de 40º, tendido en tubería de PVC, o bandeja perforada de PVC, para conducción de cables, con coeficiente de agrupación variable según las condiciones de la instalación.

Atendiendo a las indicaciones del nuevo Reglamento electrotécnico para baja tensión, RD 842/2002, se han establecido los siguientes niveles máximos de caída de tensión con el fin de no superar el 6,5% prescrito en el reglamento entre el origen de la instalación, bornas del transformador y cualquier punto de la misma.

—Líneas de potencia entre transformador y CGD: cdt max. ....0,5%

—Líneas de distribución entre CGD y CCM: cdt max. ....3%

—Líneas de alimentación a receptores .....3%

#### **4.9. CONDUCCIONES Y BANDEJAS**

Tanto en interiores como en exteriores, las acometidas desde las bandejas a los receptores se realizarán bajo tubo PVC (instalado al aire o embebido en el hormigón, según convenga), excepto en aquellos casos en que se requiera protegerlos con flexo metálico para una mayor seguridad.

En la instalación de tubos se han evitado en lo posible las curvas, utilizando el sistema de paso de un tubo a otro en ángulo, con cables vistos. Esta técnica se está imponiendo para evitar acumulación de agua en los conductos por condensación.

Las bandejas propuestas son de PVC y van provistas de tapas del mismo material.

#### **4.10. RED GENERAL DE TIERRAS**

La red general de tierra en la planta, recorrerá las instalaciones y estará formada por conductores de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección, enterrado directamente en contacto con el terreno.

En los edificios y zonas de máquinas, el cable de tierra se conectará a las armaduras de los muros, pilares y estructuras.

En las máquinas con alimentación eléctrica, la puesta a tierra se realizará con conductor de protección que forma parte del cable de alimentación del mismo.

A la red general de tierra, cada cierta distancia, se colocarán picas de acero-cobre de 2 m de longitud, que se unirán al cable general de cobre.

La red se realizará de acuerdo al reglamento de baja tensión.

Las derivaciones a las masas de depósitos, barandillas, pasarelas, etc., se realizarán con soldadura aluminotérmica.

Los báculos y columnas para el alumbrado exterior llevarán su propia toma de tierra formada por pica independiente con cable.

#### **4.11. PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES**

Se ha previsto la instalación de un pararrayos en cada EDAR, para protección contra descargas atmosféricas.

Se ha previsto la instalación de los siguientes dispositivos de protección contra sobretensiones:

- Protector de Clase I, capaz de descargar corrientes tipo rayo, con un alto poder de descarga y tiempo de actuación alto, en el cuadro general de bajo tensión.
- Protector de Clase II, capaz de descargar corrientes conducidas o inducidas, en los CCMs y en la salida de variadores de frecuencia y arrancadores estáticos.
- Protector de Clase III, para protección de todos los elementos o líneas sensibles, en los cuadros de control, en las E/S analógicas, así como en la alimentación eléctrica y la señal analógica de los instrumentos de campo.

## **4.12. INSTALACIÓN ALUMBRADO**

### **4.12.1. CUADROS DE ALUMBRADO**

Se ha previsto la instalación de un cuadro general de alumbrado en la sala de cuadros eléctricos, alimentado directamente desde el cuadro general de distribución.

Desde el se distribuirá a los circuitos de alumbrado exterior, a los de alumbrado interior del edificio de proceso y al cuadro local del bombeo de agua bruta (excepto en la EDAR de la Herrera).

### **4.12.2. ALUMBRADO INTERIOR**

Para el alumbrado interior se prevé una instalación de alumbrado normal y otra de alumbrado de señalización y emergencia.

La instalación de alumbrado normal prevista, contempla la obtención de las siguientes iluminancias medias:

- En las salas industriales: 200 Lux.
- En los despachos, sala de control y laboratorios: 350 Lux.

Los tipos de luminarias previstas son las siguientes:

- En las salas industriales pantallas fluorescentes equipadas con lámparas de 2x36 W, excepto en edificios de altura superior a 5 m que se utilizan luminarias industriales cerradas equipadas con lámparas de vapor de sodio de alta presión de 250 W ó 150 W.
- En las zonas de despachos, salas de control y laboratorio, pantallas empotrables, con rejilla de lamas en V, equipadas para 2x36 W.

Para el alumbrado de emergencia se ha considerado los puntos autónomos necesarios para facilitar el movimiento en los locales, en caso de fallo de suministro eléctrico, mediante la utilización de luminarias de emergencia de tipo estanco con lámparas fluorescentes de 8 W, alimentadas a 230 V con autonomía mínima de 1 h.



#### **4.12.3. ALUMBRADO EXTERIOR**

La instalación de alumbrado exterior prevista, contempla la iluminación de los viales de circulación de la planta, de manera que se obtenga una iluminancia media de 20 Lux.

Los puntos de lux previstos para dicho fin son columnas troncocónicas de chapa de acero galvanizado de 4 m de altura, con luminarias equipadas con lámparas de vapor de mercurio de 125 W.

La distribución a los puntos de luz será con tubos de polietileno, lisos interiormente y corrugados exteriormente de 80 mm de diámetro y cables tipo RV-K 0,6/1 kV.

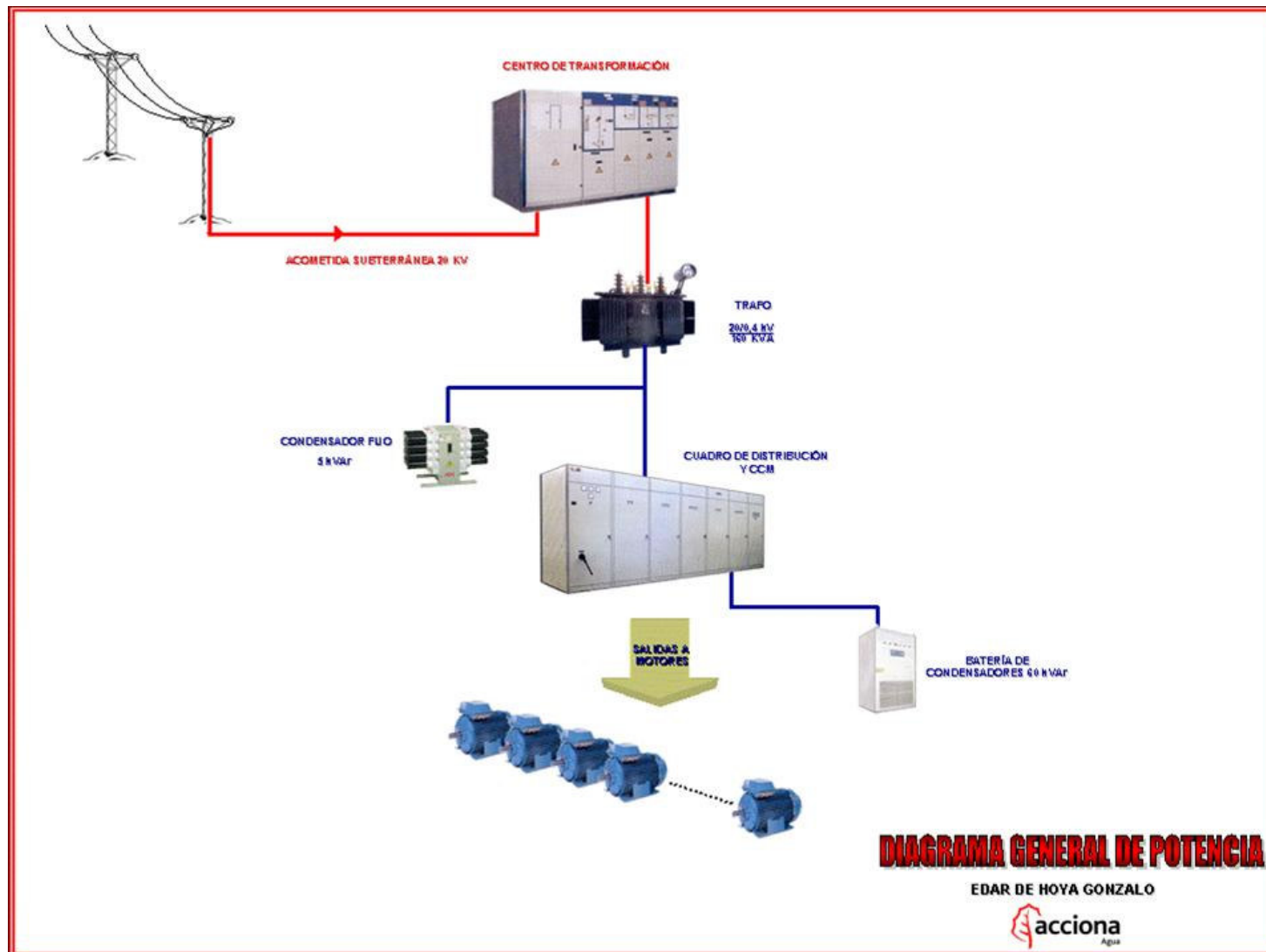
#### **4.13. NORMATIVA**

Las normas y reglamentos que se han tenido en cuenta para la redacción de la parte de las instalaciones eléctricas de este proyecto son:

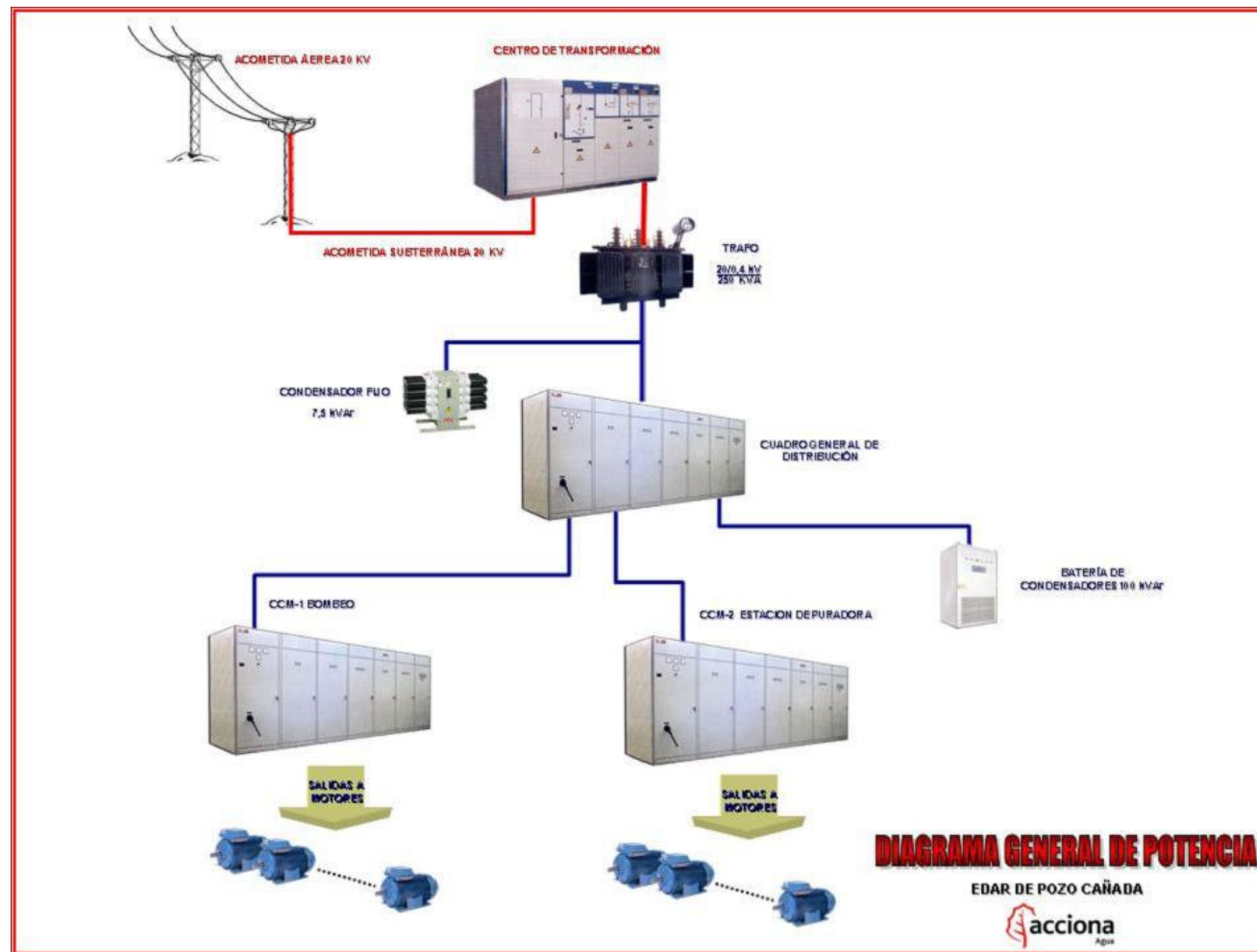
- Reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión aprobado por el Real Decreto 3.151/1968, de 28 de noviembre, B.O.E. de 27-12-68.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación (aprobado por Real Decreto 3.275/1982, de 12 de noviembre, B.O.E. 1-12-82) e instrucciones complementarias.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e instrucciones técnicas complementarias. Aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, B.O.E. 18-09-02.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de Junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico
- Norma tecnológica del 24.03.073, para instalaciones eléctricas de puesta a tierra.

#### **4.14. ESQUEMA DE POTENCIA**

#### 4.14.1. E.D.A.R. DE HOYA GONZALO



#### 4.14.2. E.D.A.R. DE POZO CAÑADA





#### **4.15. CARTAS DE LA COMPAÑÍA SUMINISTRADORA**

Remite: C/ Pablo Medina, 8 – 02005 ALBACETE

ACCIONA AGUA S.A.  
APARTADO CORREOS, Nº 293  
02600 – VILLARROBLEDO  
(ALBACETE)

Albacete, 06 de marzo de 2009

Ref. Expediente: 9022584520  
Situación: Pol 30 Hoya Gonzalo  
Potencia: 160,00 kw.

Muy Sres. Nuestros:

**En relación con la petición arriba referenciada para suministro eléctrico, les informamos que el punto de conexión en MT (20 Kv.) de las instalaciones a construir con las existentes de IBERDROLA, S.A., deberá ser el siguiente:**

- Se fija punto de conexión en la línea Higuera de la STR Bonete, que pasa cerca del EDAR. Antes de redactar proyecto, se fijará la conexión en el apoyo mas idoneo.

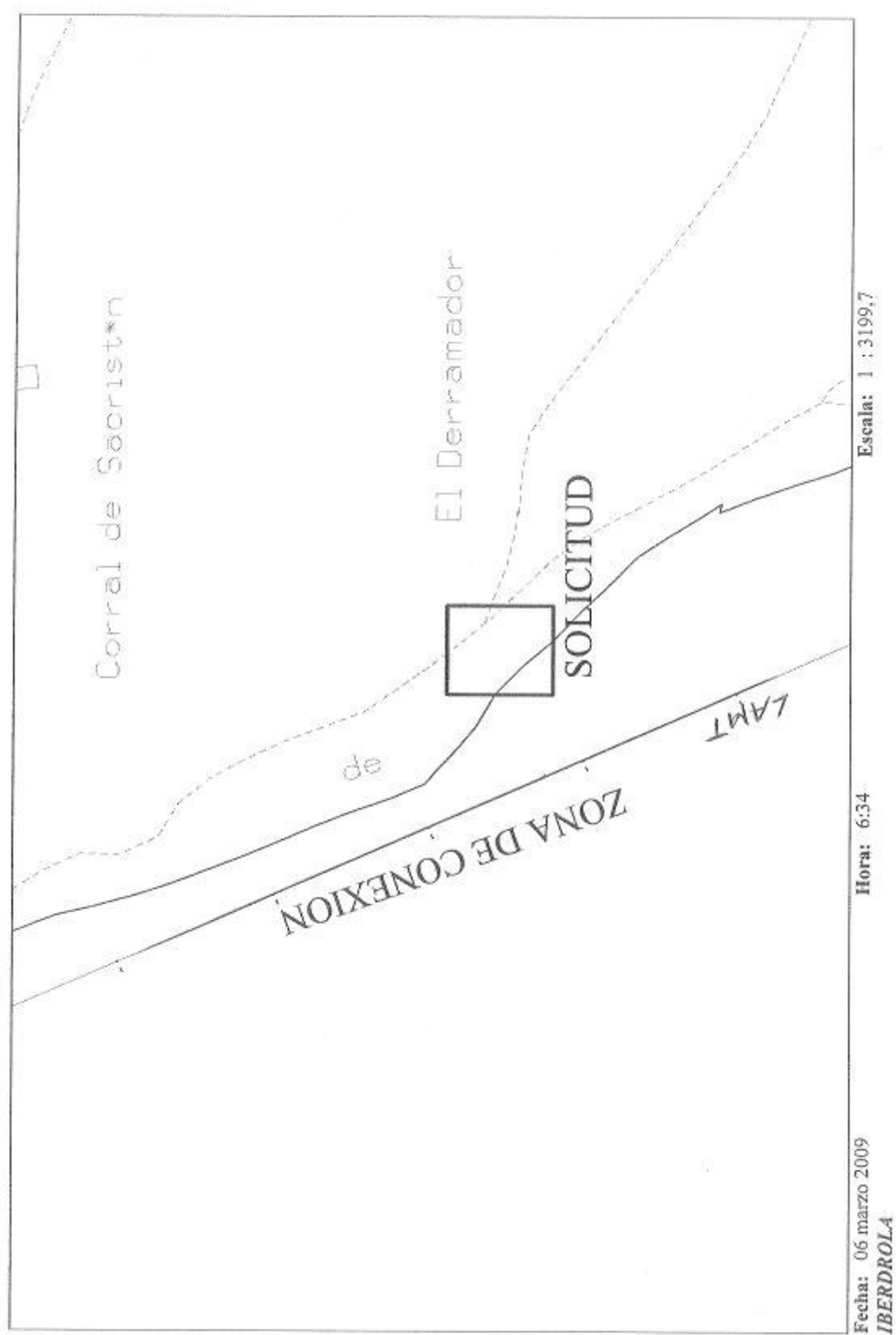
Una vez recibido de Vds. el correspondiente proyecto de instalaciones, procederemos a valorar la conexión con nuestras instalaciones.

Esta información es válida durante un periodo de 6 meses, desde la fecha de este escrito. Pasado este tiempo, y en el caso de que no exista una resolución comercial, será necesario informar de nuevo la solicitud para confirmar la solución propuesta o bien definir una diferente.

Sin otro particular, aprovechamos la ocasión para saludarles atentamente.



Fdo.: Pablo J. Caramés Fernández  
Zona Albacete-Cuenca



Remite: C/ Pablo Medina, 8 – 02005 ALBACETE

ACCIONA AGUA S.A  
AV. EUROPA Nº 22  
28108 – ALCOBENDAS  
MADRID

Albacete, 15 de enero de 2009

Ref. Expediente: 9022604700  
Situación: POLIGONO 2. LA HERRERA  
Potencia: 100,00 kw.

Muy Sres. Nuestros:

**En relación con la petición arriba referenciada para suministro eléctrico, les informamos que el punto de conexión en MT (20 Kv.) de las instalaciones a construir con las existentes de IBERDROLA, S.A., deberá ser el siguiente:**

- LINEA LA GINETA DE LA ST BARRAX

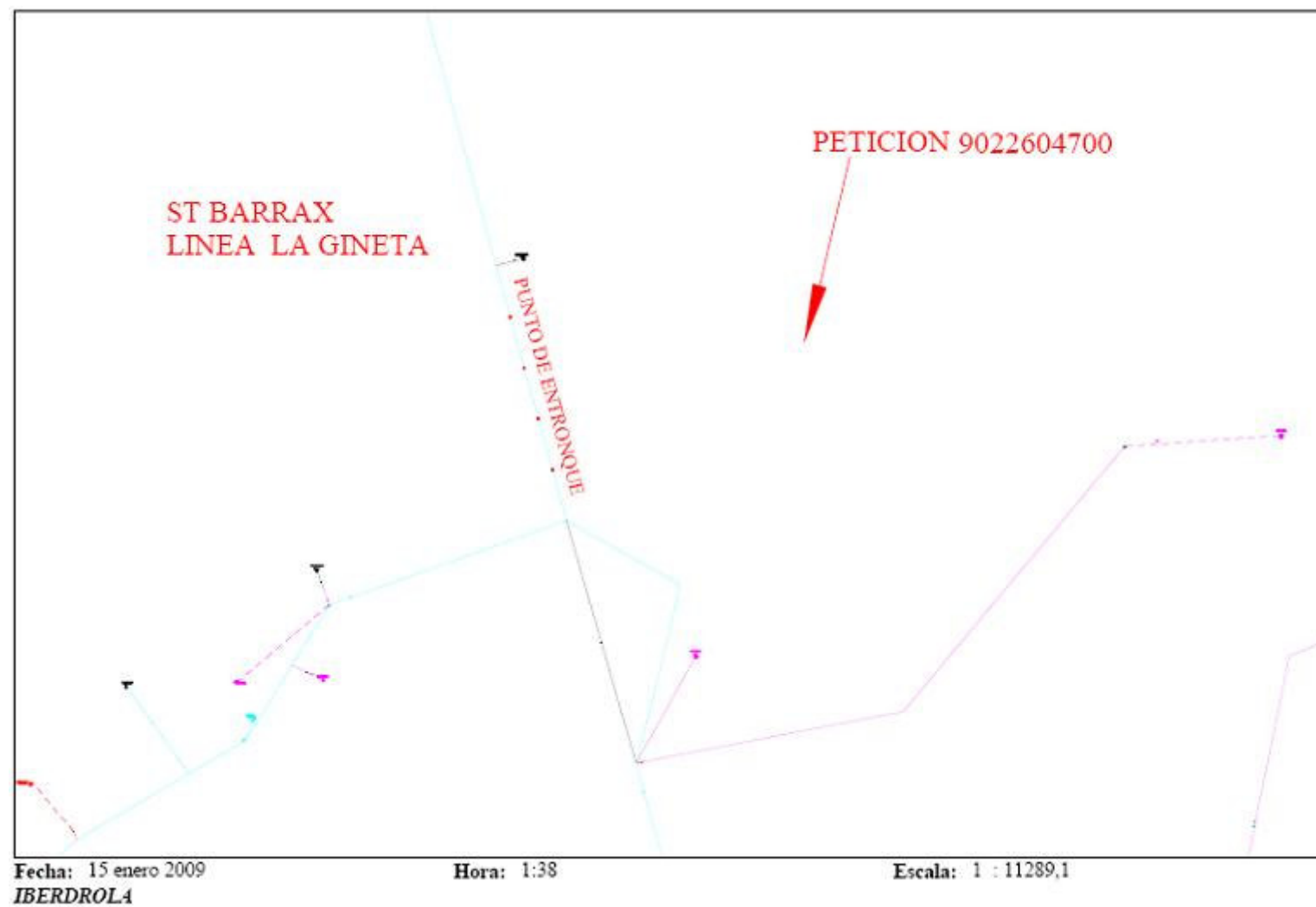
Una vez recibido de Vds. el correspondiente proyecto de instalaciones, procederemos a valorar la conexión con nuestras instalaciones.

Esta información es válida durante un periodo de 6 meses, desde la fecha de este escrito. Pasado este tiempo, y en el caso de que no exista una resolución comercial, será necesario informar de nuevo la solicitud para confirmar la solución propuesta o bien definir una diferente.

Sin otro particular, aprovechamos la ocasión para saludarles atentamente.



Fdo.: Pablo J. Caramés Fernández  
Zona Albacete-Cuenca





## 5. INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL

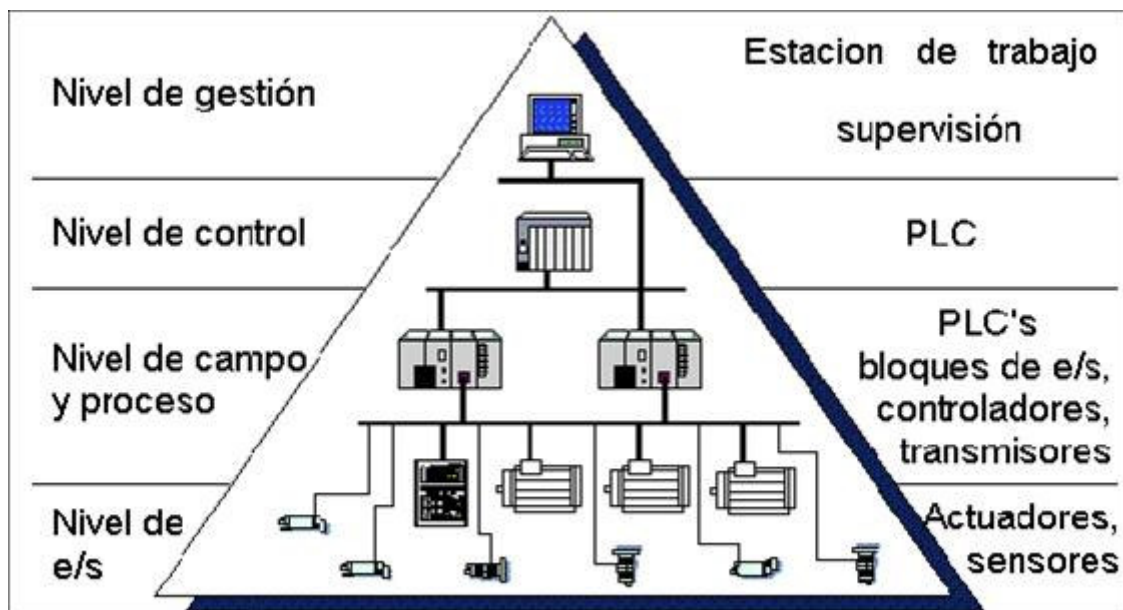
### 5.1. GENERALIDADES

Las instalaciones de automatización propuestas están basadas en un sistema de control integral especialmente diseñado para plantas de estas características. Este sistema es totalmente abierto y especialmente concebido de forma modular, con el fin de posibilitar su adecuación a futuras ampliaciones de la instalación.

El sistema de automatismo y control dispondrá de tres niveles de control:

- ❖ Un primer nivel que constará de los automatismos de seguridad básica y de funcionamiento manual. Estos automatismos se resolverán con elementos clásicos como relés, contactores, elementos de protección, etc.
- ❖ Un segundo nivel de automatismo general integrado que comprenderá el control automático a través de autómatas programables.
- ❖ El tercer nivel será el del sistema de supervisión. Este nivel estará compuesto por equipos informáticos que sirven de interfase para la entrada y salida de datos, para su tratamiento estadístico y para la supervisión automática de los procesos.

#### **Niveles de Automatización**



## **FILOSOFÍA Y OBJETIVOS**

La filosofía del sistema se basa en un sistema de supervisión, control y gestión diseñado para abordar aplicaciones de control de procesos.

El objetivo de los sistemas de automatismo y control previstos, es supervisar y controlar en tiempo real las instalaciones objeto de estudio desde el centro de control, con el fin de optimizar:

- ❖ El mantenimiento de la calidad del agua tratada.
- ❖ Los costos derivados de la explotación de la planta.
- ❖ Las tareas de operación y supervisión.
- ❖ El funcionamiento de los equipos.

Y conseguir:

- ❖ Un alto grado de seguridad tanto del personal como de las instalaciones.
- ❖ La reducción de daños por avería.
- ❖ La obtención de Informes, gráficos, Históricos, etc.

## **OPERACIÓN DESDE EL CENTRO DE CONTROL**

La unidad central, compuesta un ordenador personal, tipo P.C., equipado con un software SCADA que permite monitorizar los estados de los procesos, así como el envío y recepción de información mediante el uso de pantallas gráficas, de fácil manejo para el usuario del sistema. Asimismo, facilitan la realización de registros en disco o impresora, gráficos de tendencia, gráficos analógicos de aquellos eventos que se quieren analizar, etc.

Desde el centro de control y a través del teclado o el ratón, se permitirá maniobrar los dispositivos instalados en campo, de forma semiautomática, siempre vía PLC.

Las funciones de supervisión serán realizadas a través del monitor a color del ordenador, mediante representación de gráficos, listas de señales, diagramas de barras, curvas de tendencias..., que ofrecerán un fiel reflejo del estado del sistema en cada momento.

## **FIABILIDAD**

La principal ventaja de este tipo de sistemas, es su fiabilidad y su independencia en cuanto al funcionamiento.

Se efectuará una programación, basada en criterios de seguridad y funcionamiento. Su finalidad será la de mantener la continuidad del automatismo, ante un eventual fallo del sistema.

Si se produjese un fallo del sistema, y el centro de control y supervisión de la planta (Tercer nivel) quedase fuera de servicio, se mantendría la continuidad del automatismo. Dado el caso, los automatismos seguirían trabajando de forma autónoma, ejecutando el control de los diferentes procesos con la información que tuvieran disponible en ese momento.

## **5.2. CRITERIOS DE CONTROL**

El control de las instalaciones propuestas podrá efectuarse en cuatro modos: parada de emergencia, manual, semiautomático y automático ordenadas de mayor a menor prioridad.

### ***Parada de emergencia local***

Se efectuará desde las botoneras dispuestas a pie de cada máquina con el fin de proteger a los usuarios, las instalaciones, equipos, etc.

### ***Funcionamiento manual***

La característica esencial del funcionamiento manual es que la decisión de realizar una maniobra (arranque o parada de un motor, apertura o cierre de una válvula, etc.) será tomada por voluntad del operador, ordenada al sistema mediante el accionamiento de elementos manuales de mando (botoneras, potenciómetros, etc.) y ejecutada por los actuadores (contactores, posicionadores, etc.).

### ***Funcionamiento semi-automático***

La característica esencial del funcionamiento semi-automático es que la decisión de realizar una maniobra sea tomada a voluntad del operador desde la estación de operación.

Este modo de funcionamiento únicamente afectará al grupo o grupos de máquinas seleccionadas por el usuario, permaneciendo el resto del sistema en el modo de funcionamiento automático habitual.

### ***Modo de funcionamiento automático***

La característica esencial del funcionamiento automático es que la decisión de realizar una maniobra (arranque o parada de un motor, apertura o cierre de una válvula, etc.) sea tomada por el PLC tras el proceso del programa establecido, transmitida al sistema por medio de salidas digitales y analógicas y ejecutada por los actuadores (contactores, posicionadores, etc.) sin intervención de operador alguno.

### ***Operación***

La selección del modo de funcionamiento elegido se realizará desde los conmutadores instalados en el frente de los centros de control de motores.

Cada una de las máquinas con un único sentido de giro (soplantes, bombas, ventiladores, etc.) dispone en el CCM de un conmutador de tres posiciones que permite los siguientes estados de trabajo: automático, paro, manual.

- **Pos. 1 – Automático:** en esta posición el mando del motor queda a disposición del programa del autómatas para el control y automatismo particular de cada caso y momento.
- **Pos. 2 – Paro:** Queda anulada la alimentación de la bobina del contactor, con el propósito de asegurar las operaciones de reparación y mantenimiento.
- **Pos. 3 – Manual:** El equipo se pone en marcha directamente sin tener en cuenta las órdenes automáticas. Se utilizará normalmente para pruebas y operaciones de emergencia.

Las máquinas con dos sentidos de giro (válvulas, compuertas, puentes, etc.) dispone en el CCM de un conmutador de cuatro posiciones que permite los siguientes estados de trabajo: automático, paro, remoto y manual.

- **Pos. 1 – Automático:** en esta posición el mando del motor de la válvula queda conectado al PLC y su funcionamiento dependerá del programa establecido para el control del proceso y automatismo particular en cada caso y momento.

- **Pos. 2 – Paro:** Queda anulada la alimentación de las bobinas de contactores de apertura – cierre, con el fin de asegurar las operaciones de mantenimiento o ajuste.
- **Pos. 3 – Remoto:** En esta posición se anulan las órdenes del PLC, realizando las operaciones de apertura y cierre con los pulsadores de la botonera instalada a pie del equipo, el pulsador de parada de la misma será del tipo tirar pulsar, con el fin de poder bloquear los arranques distantes durante las operaciones de reparación, mantenimiento o emergencia.
- **Pos. 4 – Manual:** El mando queda confinado a otro conmutador de dos posiciones abrir o cerrar, situado sobre el propio CCM para efectuar operaciones de ajuste u otras que fueran necesarias.

Todas las operaciones son excluyentes unas de las otras y estarán limitadas siempre por los enclavamientos de seguridad tales como niveles mínimos en pozos de bombeo, termostatos, limitadores de carrera en puentes, válvulas de compuertas, etc. para evitar daños involuntarios al equipo (automatismo de primer nivel).

### **5.3. CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL**

La configuración general del sistema de control es la siguiente:

#### **5.3.1. UNIDADES DE CONTROL DEL PROCESO**

Desde el punto de vista del control para las nuevas instalaciones, se han dividido las instalaciones en dos zonas (excepto en la EDAR de Hoya Gonzalo, por tener ubicado el bombeo muy cercano a la planta):

- Zona 1: Estación de bombeo
  - PLC-1 para control de las bombas de agua bruta
- Zona 2: Edificio de proceso
  - PLC-2 para control de los equipos de la planta

Cada una de estas zonas está equipada con una unidad de control y las tarjetas de entradas y salidas necesarias.

Las unidades de control de Zona 1 y Zona 2 están formadas por una CPU de la serie S7-300 y S7-400 respectivamente. Ambas unidades de control disponen de puerto de comunicaciones para conexión a bus de sistema Ethernet industrial y puerto Profibus.

### **5.3.2. CENTRO DE CONTROL**

#### **PC DE SOBREMESA**

La estación central de supervisión está formada por un PC equipado con el software SCADA. Asimismo llevará instalada la tarjeta PCI y el paquete SOFTNET, para comunicarse con los equipos de control mediante bus ETHERNET (10/100 Mbits).

Esta estación funciona como una ventana hacia el proceso, ya que permite a personal de operación, de mantenimiento y de supervisión, seguir el proceso, modificar parámetros, editar valores reales o comunicarse con el proceso a través de los sistemas de automatización. Desde esta estación también se procesan las alarmas y los requerimientos del proceso al operador.

#### **IMPRESORA MATRICIAL**

Para el registro de listados de eventos, alarmas... que puedan producirse durante el funcionamiento de la instalación, se ha previsto una impresora de tecnología matricial.

El equipo propuesto tiene una velocidad de 330 cps, dispone de puertos paralelos y una anchura de carro de 80 columnas.

#### **IMPRESORA DE INYECCIÓN**

Para la edición de informes, partes, gráficos de tendencias, históricos, se ha previsto una impresora de inyección de tinta y formato A4.

Su velocidad de impresión es de hasta 23 ppm y de 20 ppm en color, con una resolución de 1.200 ppp. Dispone de 8 MB de memoria, puerto paralelo y USB.

#### **SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA**

Los equipos del centro de control, ante un eventual fallo de suministro dispondrán de una fuente auxiliar de energía, del tipo U.P.S con una autonomía de 10' y de 3.000 VA de potencia, así como una de 700 VA en el caso del bombeo de La Herrera. La alimentación a esta fuente será monofásica a 220 Vac al igual que la salida.

### **5.3.3. COMUNICACIONES**

Se han previsto dos redes de comunicaciones diferentes:

- **A nivel de supervisión:** Para enlace de los equipos de supervisión con las unidades de control se ha optado por el protocolo industrial Ethernet. En el interior de los edificios el soporte físico de las comunicaciones será conductor de cobre. En intemperie las comunicaciones están soportadas por cable de fibra óptica de vidrio.
- **A nivel de control:** Se ha optado por el protocolo Profibus. A este bus se encuentran acoplados vía cable, los analizadores de redes. El soporte de las comunicaciones es cable bifilar.

Asimismo, para la comunicación de la E.D.A.R. con la estación de bombeo de La Herrera (situada a 2 km de la planta), se ha previsto una comunicación vía radio. Para ello se ha propuesto una estación central en la E.D.A.R. y una estación remota en el bombeo. Estas estaciones incluyen módem de comunicación y antena, así como todos los accesorios de comunicaciones necesarios.

### **5.3.4. VISUALIZACION DE LA RED**

Se ha propuesto, la instalación de un panel sinóptico, realizado con diagramas mímicos serigrafiados en colores, que representarán los circuitos principales del tratamiento. El panel propuesto estará fabricado en sistema mosaico, con la retícula formada por módulos de policarbonato termoestable de alta resistencia a la deformación.

La señalización se efectúa por medio de diodos leds monocolors de alta luminosidad, montados rasantes sobre placas frontales del sinóptico por medio de su correspondiente filtro difusor. Los diodos están controlados por placas de 128 líneas de salida admitiendo una carga de 30 mA, cada una de ellas. La conexión entre estas placas y el controlador se realiza a través de una placa interfase, dotada de puerto RS485/RS-232 para comunicación con el PC bajo protocolo Ethernet.

El panel irá montado sobre un bastidor metálico construido con perfil de aluminio. En el lado derecho de la estructura se ha previsto una puerta para acceder a la parte interior del sinóptico. El frente de la estructura no ocupada por el sinóptico y el lateral derecho irá recubierto por paneles de formica.

### **5.3.5. MOBILIARIO**

En el presente proyecto se ha incluido el suministro de una mesa poligonal de 2.000 x 800 mm, equipada con un ala de 1.200 x 600 mm con embellecedor central para ocultar cables, para la instalación del PC y de la impresora.

Asimismo se suministrará un sillón giratorio con brazos, elevación a gas y ruedas.

### **5.3.6. DOCUMENTACIÓN, FORMACIÓN Y PUESTA EN MARCHA**

El sistema se complementa con:

- **Documentación general de la aplicación.**

Compuesta por :

- Esquemas de principio del sistema.
- Esquema de configuración del autómata.
- Esquema de alimentaciones y circuitos auxiliares.
- Esquema de conexión de bornas exteriores.
- Esquemas modificados final pruebas.
- Cuaderno desarrollo aplicación.
- Formato de pantallas y ficheros.
- Listados de software definitivo.
- Colección en A4 de todos los esquemas eléctricos.

- **Cursos de formación, impartido por personal informático.**

Compuesto por :

- Cursillo operadores.
- Cursillo mantenimiento.

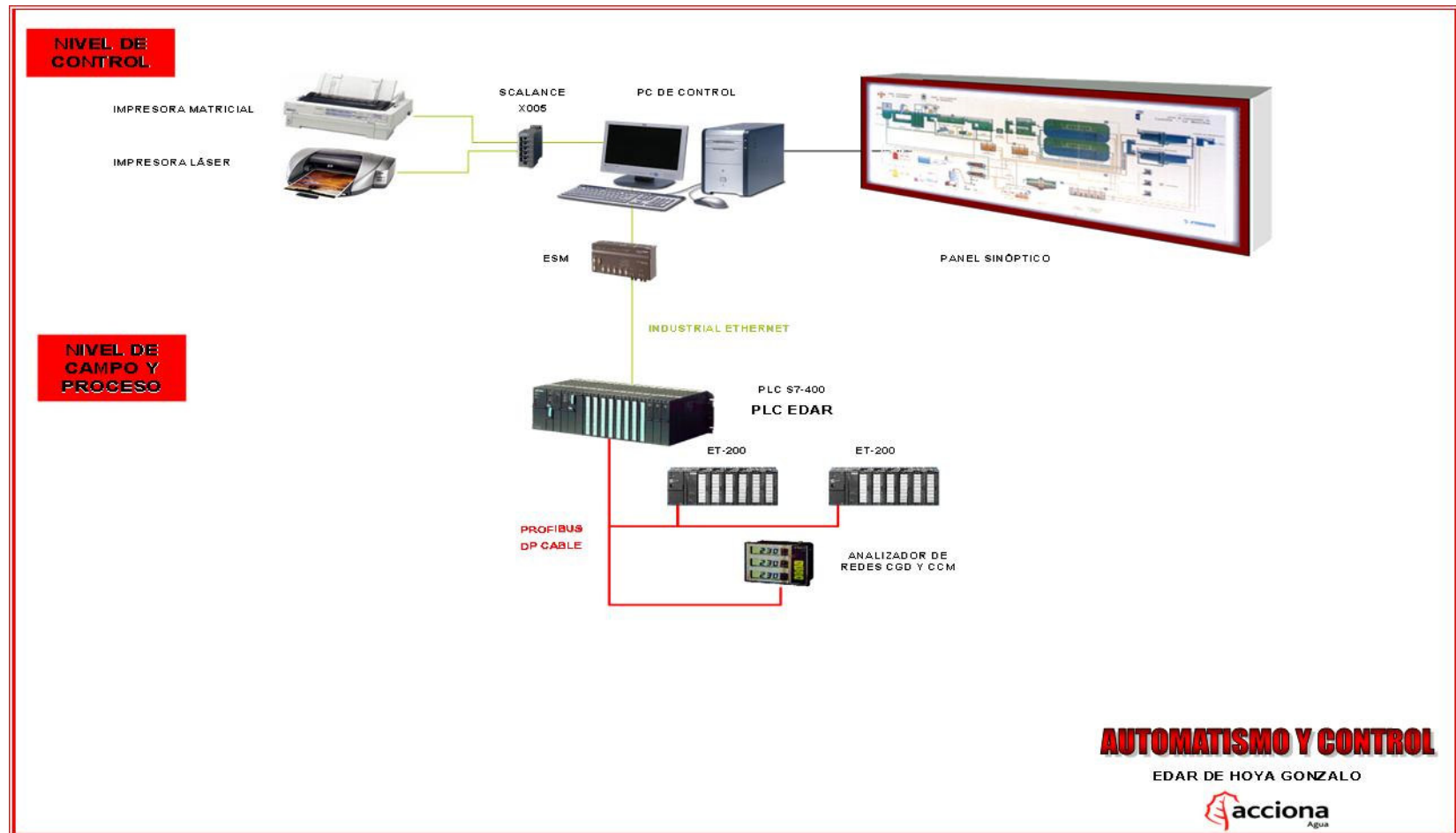
- **Puesta en marcha del sistema**

Por puesta en marcha entendemos la presencia de personal en la planta para realizar los últimos ajustes en los programas y asimismo para comprobar la correcta secuencia de funcionamiento del software del autómata y del ordenador.

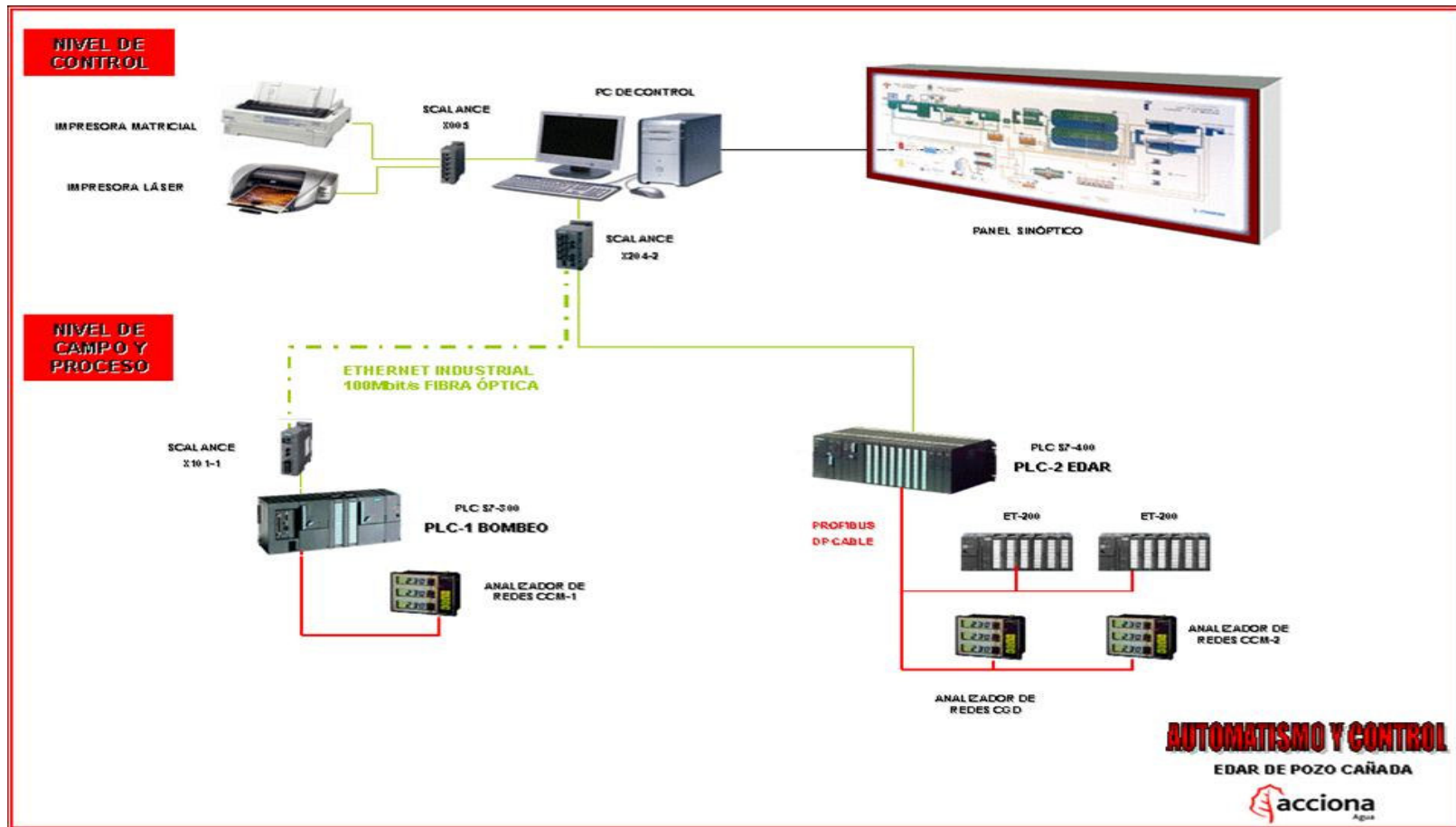
## **5.4. ESQUEMAS DE CONTROL**



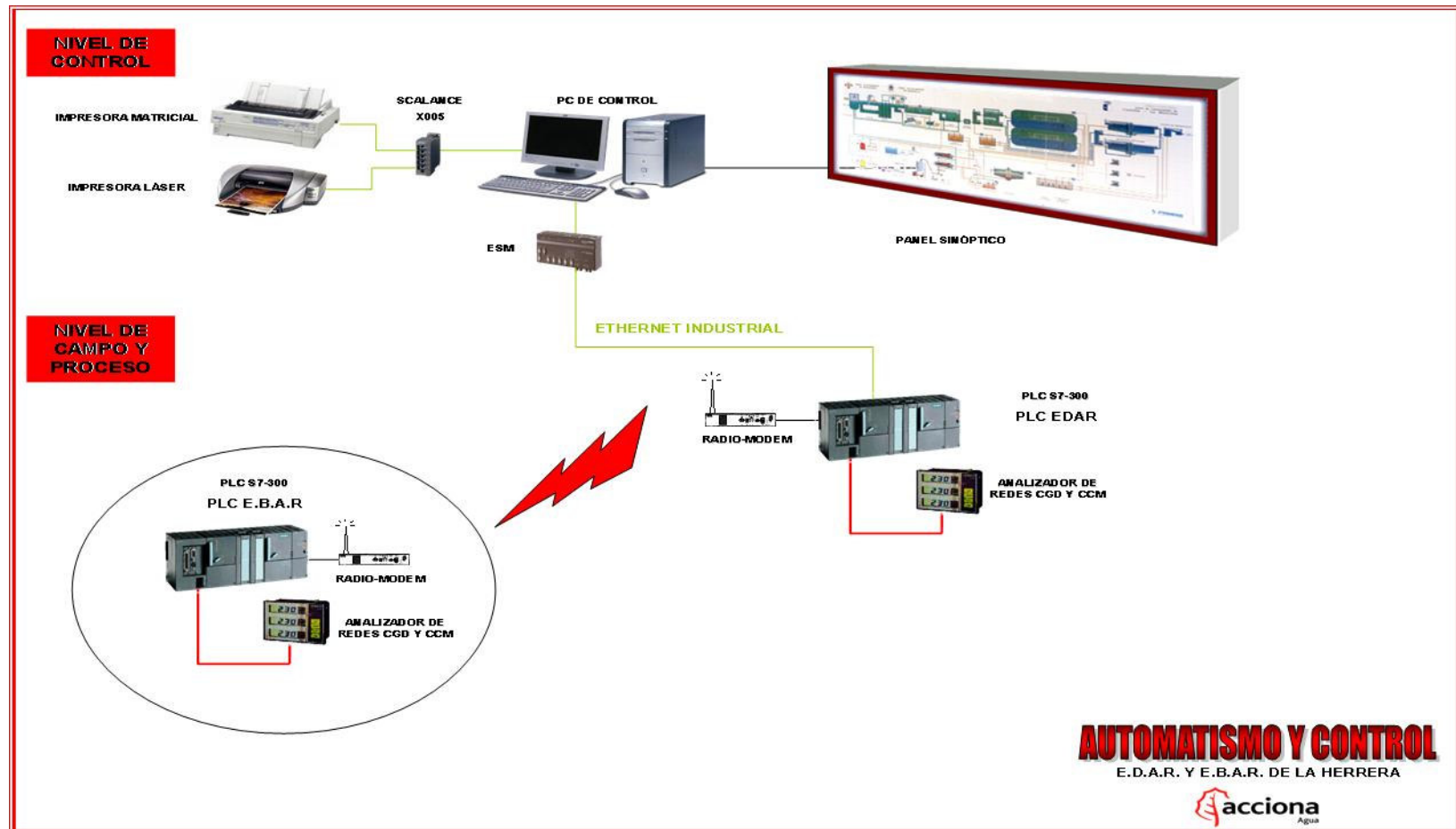
#### 5.4.1. E.D.A.R. DE HOYA GONZALO



### 5.4.2. E.D.A.R. DE POZO CAÑADA



### 5.4.3. E.D.A.R. DE LA HERRERA



## 6. CONSIDERACIONES DE LA OBRA CIVIL

---

### 6.1. SITUACIÓN

Las EDAR's se ubicarán en el municipio de Chinchilla de Motearagón. La Herrera en la localidad de la Herrera parcela 99 del polígono n 2 y supondrá una ocupación permanente de 23.705,95 m<sup>2</sup>, Hoya Gonzalo estará situado en la localidad de Hoya Gonzalo en la parcela 23 del polígono n 30 y supondrá una ocupación permanente de 20.37,.00 m<sup>2</sup> y Pozo Cañada en la localidad de Pozo cañada parcela 5008 del polígono n 53 y supondrá una ocupación permanente de 49.859,00 m<sup>2</sup>.

### 6.2. INTRODUCCIÓN

Las obras correspondientes a las EDAR's de POZO CAÑADA, LA HERRERA y HOYA GONZALO, conlleva la construcción de varios elementos de obra civil como son:

#### **EDAR POZO CAÑADA**

- Edificio de proceso.
- Losa de pretratamiento.
- Espesador de gravedad.
- Pozo de bombeo.
- Biocompact (2 unidades).
- Laberinto de coloración y arqueta de salida.
- Tanque de tormentas.
- Canalización.
- Arqueta de recirculación de fangos.
- Urbanización.

#### **EDAR LA HERRERA**

- Pozo de gruesos.
- Losa rototamiz.
- Balsas de macrofitas.
- Edificio de control.
- Arqueta de purga de fangos.
- Canalizaciones.
- Urbanización.

**EDAR HOYA GONZALO**

- Pozo de gruesos y bombeo.
- Arqueta de medida de caudal.
- Bancada pretratamiento.
- Depósito de tormentas.
- Biocompact.
- Arqueta de fangos.
- Cámara de cloración.
- Bancada espesador de fangos.
- Depósito de reactivos.
- Pozo de bombeo de vaciados.
- Edificio de explotación y control.
- Redes.
- Movimiento de tierras general.
- Urbanización.

**6.3. EDIFICIO DE CONTROL**

Los edificios están contruidos en hormigón armado y constan de varios departamentos dependiendo de la obra.

Las características de los edificios son las siguientes:

**EDAR POZO CAÑADA**

El edificio de Pozo Cañada consiste en un edificio compacto en el cual estarán ubicadas varias salas.

- Vestuarios y aseos.
- Sala de control y laboratorio.
- Sala de soplantes.
- Sala de CCM´S.
- Sala de deshidratación de fangos.
- Hall.
- Taller-almacén
- Sala de reuniones

**EDAR LA HERRERA**

Siendo el edificio más pequeño, consta de una pequeña sala de control, un vestuario y la sala de CCM.

### **EDAR HOYA GONZALO**

Es el único edificio de la EDAR, el cual agrupa varias salas como:

- Vestuarios y aseos.
- Sala de control y laboratorio.
- Taller-almacén.
- Sala de soplantes.
- Sala de CCM ´S.
- Sala de deshidratación de fangos.
- Hall.

#### **6.3.1. ESTRUCTURA**

La cimentación varía en función de las dimensiones del edificio, siendo en los tres casos cimentación superficial mediante zapatas y vigas de atado de hormigón armado.

La estructura está compuesta por vigas y pilares de hormigón armado y la cubierta, en el caso de Hoya Gonzalo, La Herrera y Pozo Cañada, será un forjado formado por placa alveolar de 20 cm y una capa de compresión de 5 cm.

#### **6.3.2. FORMACIÓN DE CUBIERTA**

La formación de cubierta se hará mediante una cubierta no transitable constituida por cubierta de teja árabe.

#### **6.3.3. FACHADA**

Fachada realizada en bloque de hormigón de 40x20x20 cm, recibidos con mortero y enfoscado.

Acabado con pintura plástica al interior y a cara vista al exterior.

#### **6.3.4. SUELOS**

Cemento ruleteado, acabado con tratamiento superficial de epoxi de pegado antideslizante.

En la zona de control se colocará un solado con plaqueta de gres de 40x40 cm.

### **6.3.5. CARPINTERÍA**

La carpintería exterior de puertas será metálica de chapa de acero, tipo Pegaso, y en ventanas de aluminio anodizado con vidrio, tipo "climalit".

Para la carpintería interior serán de aluminio anodizado.

## **6.4. POZO DE GRUESOS Y BOMBEO**

### **EDAR POZO CAÑADA**

Construido en hormigón armado, con muros de espesor de 0,3 m, y soleras de 0.35 m.

### **EDAR LA HERRERA**

En éste caso únicamente hay pozo de bombeo construido en hormigón armado, con muros de espesor de 0,3 m.

### **EDAR HOYA GONZALO**

La obra de llegada está formada por dos cámaras, una de ellas el pozo de gruesos y la otra servirá para el bombeo a la EDAR. Está construida en hormigón armado, con muros de espesor de 0,3 m y solera de 0,35 m. La arqueta de medida de caudal tiene unos espesores de 0,20 m.

## **6.5. DEPÓSITO DE TORMENTAS Y REPARTO**

### **EDAR POZO CAÑADA**

Construido en hormigón armado, con muros de espesor de 0,4 m, siendo las características :

- Altura de agua media 2 m.
- Resguardo ..... 0,5 a 0,7 m.
- La unidad tiene forma irregular :
  - a) 2,0 m de longitud x 5,3 m de ancho en la zona de recepción.
  - b) 13,8 m de longitud y 5,3 m de ancho en la zona de vertidos.

**EDAR HOYA GONZALO**

Construido en hormigón armado, consta de un cuerpo central que actúa como depósito de tormentas y unas arquetas de reparto adosadas. Tiene unas dimensiones generales de 5,10x7,70 m, y espesores de 0,30 m, tanto en muros como en soleras. La cota de agua en el depósito de tormentas es de 2,5 m.

**6.6. SOLERA DE PRETRATAMIENTO****EDAR POZO CAÑADA**

Se construirá una solera donde se alojará el equipo de pretratamiento compuesto compacto, con unas dimensiones de 9.7 x 2.05 m.

**EDAR LA HERRERA**

Consta de una losa 2,4x2,05 m. y 25 cm. de espesor, elevada unos 75 cm. del suelo mediante pilares, los cuales apoyan sobre una losa de cimentación de las mismas dimensiones que la anterior.

**EDAR HOYA GONZALO**

Consiste en una solera donde se anclará mediante pernos el equipo de pretratamiento compuesto compacto, con unas dimensiones de 1,70x3,60 m. y 0,25 m. de espesor.

**6.7. TRATAMIENTO BIOLÓGICO - BIOCOMPACT**

El tratamiento biológico Biocompact consta de dos cilindros concéntricos, en el cilindro interior se produce la decantación y en el cilindro exterior el proceso biológico. Resguardo 0,5 a 0,7 m.

En el proyecto existen 2 unidades, correspondientes a las siguientes plantas:

— **Pozo Cañada:**

- Diámetro cilindro interior: 10 m.
- Pared considerada: 0,3 m de espesor
- Diámetro cilindro exterior:  $23,3 + 2 \times 0,45 = 24,2$  Altura agua: 3.42 m.



— **Hoya Gonzalo:**

- Diámetro interior del cilindro exterior: 17,80 m. Altura de agua: 3,35 m. Espesor alzados: 0,30 m. Espesor Solera: 0,30 m.
- Diámetro interior del cilindro interior: 7,50 m. Altura de agua: 3,00 m. Espesor alzados: 0,30 m. Espesor Solera: 0,30 m.
- Existe una arqueta de recirculación de fangos y bombeo de sobrenadantes adosada al biocompact, con espesores de 0,45 m solera y 0,30 en alzados. Es transitable.

## **6.8. BALSAS DE MACROFITAS**

El proceso de regeneración de aguas mediante el sistema de Filtro de Macrofitas en Flotación se llevará a cabo en 3 balsas, una de 12 x 6,7 x 4 m y otras dos de 60,3 x 12,3 x 2 m.

Dada la topografía existente y la ubicación de las balsas, la coronación de éstas se tratará de elevar hasta compensar el volumen de excavación con el de relleno, siempre manteniendo las cotas necesarias para el buen funcionamiento de las mismas.

Una vez excavados y perfilados los taludes correspondientes se dispondrá en toda la superficie de las balsas un geotextil antipunzonamiento y una lámina de polietileno para su correcta impermeabilización.

Posteriormente se ejecutarán entre las balsas los viales necesarios para el adecuado mantenimiento de las plantas.

## **6.9. POZOS DE VACIADOS**

### **EDAR POZO CAÑADA**

Se construirá en hormigón armado con muros de 0,30 m de espesor, con unas dimensiones interiores de 2,0 x 1,7 x 5,8 m de altura libre.

**EDAR HOYA GONZALO**

El pozo para bombeo de vaciados tiene unas dimensiones exteriores de 2,30x2,60 m. así como unos espesores tanto en alzados como en solera de 0,30 m. Es transitable mediante tramex.

**6.10. CÁMARA DE CLORACIÓN, ARQUETA DE SALIDA Y TOMA DE MUESTRAS**

Se construirá con hormigón armado y tendrá las siguientes características:

**EDAR POZO CAÑADA**

La cámara de arqueta de salida y toma de muestras está compuesta por una fuente de presentación de 3,55 m por 2 m de espacio libre y altura 2,2 m, siendo anexo a ellos las arquetas del grupo de presión y salida a vertedero.

**EDAR HOYA GONZALO**

La cámara de cloración está formada por dos vasos adosados de hormigón armado a distinta cota, con espesores en alzados y soleras de 0,25 m.

El cuerpo principal de dimensiones de 4,05x2,50 m, con un vertedero con chapa metálica en el interior que conduce el agua hacia la arqueta de salida de la planta, de dimensiones interiores 1x1,50 m. En la arqueta adyacente de dimensiones interiores 1x1,80 se aloja el grupo de presión. Ambas arquetas correspondientes al vaso de menor cota, son transitables mediante trames y accesibles por pates.

**6.11. ESPESADOR DE FANGOS**

Se construirá en hormigón armado una solera donde se anclará el equipo y tendrá las siguientes características:

- Hoya Gonzalo: diámetro exterior de 5 m y espesor de 0,30 m.

En el caso de Pozo Cañada se construirá un espesador de hormigón armado, con unas dimensiones de 6 m de diámetro interior y más de 0,4 m de espesor y una altura de 4 m.

## **6.12. ARQUETA DE FANGOS**

### **EDAR LA HERRERA**

El pozo para bombeo de vaciados tiene unas dimensiones exteriores de 2,30 x 2,60 m, así como unos espesores tanto en alzados como en solera de 0,30 m. Es transitable mediante tramex.

## **6.13. DEPÓSITOS DE CLORURO FÉRRICO**

### **EDAR POZO CAÑADA**

Para el alojamiento de los depósitos de cloruro férrico e hipoclorito se dispondrá de losa de hormigón armado para la contención de seguridad de dichos depósitos.

## **6.14. TANQUES DE HORMIGÓN ARMADO IN SITU**

Para calcular el armado de los tanques de hormigón armado que se encuentran en contacto con agua o fangos, se ha considerado, según la norma E.H.E. un control de fisuración de forma que el tamaño máximo de la fisura será inferior o igual a 0,1 mm en la superficie en contacto con el agua, lo que garantiza prácticamente la impermeabilidad de la obra (ambiente IV+Qb). Por otro lado, en la superficie en contacto con el terreno, al no ser éste agresivo, el tamaño máximo de fisura se eleva 0,3 mm.

En todos los tanques se han dispuesto juntas de estanqueidad a base de juntas de PVC, fuertemente sujetas a la armadura y selladas con un mastic adecuado a las aguas de este tipo, así como juntas de dilatación donde se ha considerado necesario por las dimensiones del elemento a construir.

Todas las estructuras que componen las instalaciones se han proyectado en hormigón, tanto los distintos depósitos y arquetas como los edificios. Los hormigones empleados para la realización de los mismos llevarán cemento Portland normal, puesto que el terreno no es agresivo y de resistencias características 15 N/mm<sup>2</sup>, para los hormigones en masa de limpieza y rellenos, y de 30 N/mm<sup>2</sup> en los hormigones armados de cimentaciones, muros y estructuras. El acero utilizado será el B-500 D de 400 N/mm<sup>2</sup> de límite elástico.

- Densidad de tierras ..... 1,80 t/m<sup>3</sup>
- Cohesión ..... 0
- Ángulo rozamiento interno ..... 35°
- Tensión admisible ..... 1,5 kg/cm<sup>2</sup>

### **6.15. URBANIZACIÓN Y CANALIZACIONES**

Tanto los servicios como los viales existentes afectados serán reparados a lo largo de la ejecución de la obra.

En cuanto a la Urbanización todos los viales interiores disponen de un sistema de evacuación de agua pluviales consistente en sumideros cada 20 m aproximadamente, y una red horizontal de tuberías de PVC.

El firme utilizado será flexible y estará compuesto por una capa de zahorra artificial acabado con una capa de aglomerado asfáltico con un espesor total mínimo de 5 cm.

Para los caminos entre elementos se establecen zonas de gravilla artificial de ancho mínimo de 1,00 m.

Los edificios llevan una acera perimetral de 1,00 m de anchura de losa de hormigón en masa, con bordillo perimetral.

Con objeto de mejorar la estética de la planta, se han dispuesto zonas verdes a base de arbustos y plantas autóctonas y de escaso riego, de buena adaptación al terreno existente.

Los abastecimientos de agua potable y los colectores de llegada a cada planta son los siguientes:

#### **EDAR HOYA GONZALO**

El abastecimiento de agua potable se realiza desde el término municipal de Hoya Gonzalo, conectando en la arqueta de abastecimiento indicada por el Ayuntamiento. Discurre a lo largo del camino existente en zanja mediante tubería de PEAD.

El colector de llegada a la planta tiene una longitud de 532 m y un diámetro de 400 mm en PVC. Actualmente existe una red de saneamiento que está averiada en algunos de sus tramos y se pretende cambiar interceptando el colector existente mediante el

anteriormente descrito hasta la ubicación de la Obra de Llegada a la EDAR desde donde irá impulsado a la misma. El sistema mediante balsas quedará en desuso mediante unos trabajos previos de retirada de arbolado y tierra vegetal así como mediante el cegado de los colectores de unión entre balsas y salida de las mismas. Por otro lado el alivio de la EDAR se mantiene a un filtro verde.

### **POZO CAÑADA**

El abastecimiento de agua potable se sitúa en el actual edificio construido de la planta, así que solamente cogemos de este punto y llegamos al edificio de control.

El colector de entrada a la planta se realizara mediante un entronque en el pozo de bombeo, este colector actual es existente y de 300mm de diámetro. Respecto al aliviadero esta estará situado en un punto cercano de del pozo de bombeo inundado de esta manera el filtro verde existente, lo mismo ocurre con el vaciado de la planta, el cual inundara el filtro verde por la otra parte de la parcela.

### **LA HERRERA**

La conducción de agua potable discurrirá por una zanja paralela a la de la impulsión. Así mismo la conexión del actual colector de llegada a la planta con la futura EDAR, se realizará interceptándola en su entrada. En este punto se conectará a una arqueta de llegada, desde la cual se impulsará el vertido hasta la nueva situación de la planta a 2.260 m, mediante una tubería de polietileno de alta densidad de 200 mm de diámetro. Existe un punto en el cual la tubería atraviesa el canal del trasvase Tajo-Segura colgada del tablero de un puente existente en la zona tal y como se puede ver en el plano correspondiente.

## **7. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO**

---

### DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA Y ANEJOS

- MEMORIA
- ANEJO Nº 1: CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL PROYECTO
- ANEJO Nº 2: TRABAJOS TOPOGRÁFICOS
- ANEJO Nº 3: ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO
- ANEJO Nº 4: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
- ANEJO Nº 5: PLAN DE CONTROL DE CALIDAD
- ANEJO Nº 6: ANÁLISIS DEL AGUA Y DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE LA PLANTA
- ANEJO Nº 7: CÁLCULOS HIDRÁULICOS
- ANEJO Nº 8: CÁLCULOS ESTRUCTURALES
- ANEJO Nº 9: CÁLCULOS ELÉCTRICOS
- ANEJO Nº 10: ESTUDIO DE EXPLOTACIÓN Y MANTENIMIENTO
- ANEJO Nº 11: PARCELARIO Y RELACIÓN DE PROPIETARIOS
- ANEJO Nº 12: PLAN DE OBRA
- ANEJO Nº 13: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS
- ANEJO Nº 14: REPORTAJE FOTOGRÁFICO
- ANEJO Nº 15: NORMATIVA DE VERTIDO DE ALCANTARILLADO

### DOCUMENTO Nº 2: PLANOS

### DOCUMENTO Nº 3: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

### DOCUMENTO Nº 4: PRESUPUESTO

- MEDICIONES
- CUADRO DE PRECIOS Nº 1
- CUADRO DE PRECIOS Nº 2
- PRESUPUESTOS PARCIALES
- RESUMEN DE PRESUPUESTO

### DOCUMENTO Nº 5: PROYECTO DE SEGURIDAD Y SALUD

- MEMORIA
- PLANOS
- PLIEGO
- PRESUPUESTOS

## **8. PLAZO DE EJECUCIÓN Y EXPLOTACIÓN**

---

El Plazo de Ejecución de esta obra será de DIECIOCHO (18) MESES.

Se ha considerado incluido, en el Plazo de Ejecución, un período de Puesta a Punto de QUINCE (15) DÍAS, en el que se realizarán las pruebas en vacío y en carga, así como la comprobación de la obra civil y del régimen hidráulico.

Se incluye además de los DIECIOCHO (18) MESES de ejecución de las obras, un período de EXPLOTACIÓN Y MANTENIMIENTO de DOS (2) AÑOS.

## 9. RESUMEN DE PRESUPUESTO GENERAL



### PRESUPUESTO GENERAL

<b>A</b>	<b>E.D.A.R. DE POZO CAÑADA</b>	<b>2.598.339,91 €</b>
	Trabajos previos	158.316,61 €
	Conexión a sistemas generales	165.617,92 €
	Obra Civil	821.800,05 €
	Equipos mecánicos	850.262,38 €
	Equipos eléctricos y automatización	338.494,87 €
	Varios	31.800,00 €
	Explotación y mantenimiento bianual	232.048,08 €
<b>B</b>	<b>E.D.A.R. DE LA HERRERA</b>	<b>1.368.978,89 €</b>
	Trabajos previos	5.282,28 €
	Conexión a sistemas generales	220.081,19 €
	Obra Civil	426.618,39 €
	Equipos mecánicos	265.536,37 €
	Equipos eléctricos y automatización	322.816,50 €
	Varios	38.160,00 €
	Explotación y mantenimiento bianual	90.484,16 €
<b>C</b>	<b>E.D.A.R. DE HOYA GONZALO</b>	<b>1.482.512,36 €</b>
	Trabajos previos	15.067,10 €
	Conexión a sistemas generales	91.909,85 €
	Obra Civil	534.469,17 €
	Equipos mecánicos	438.840,09 €
	Equipos eléctricos y automatización	265.528,15 €
	Varios	31.800,00 €
	Explotación y mantenimiento bianual	104.898,00 €
<b>D</b>	<b>SEGURIDAD Y SALUD</b>	<b>90.454,63 €</b>
	<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>5.540.285,79 €</b>
	Baja aplicada 2,944662	<b>5.377.143,10 €</b>
13	% DE GASTOS GENERALES	699.028,60 €
6	% DE BENEFICIO INDUSTRIAL	322.628,59 €
	<b>SUMA</b>	<b>6.398.800,29 €</b>
16	% I.V.A.	1.023.808,05 €
	<b>TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN POR CONTRATA</b>	<b>7.422.608,33 €</b>

Asciende el presente Presupuesto General de Ejecución por Contrata a la expresada cantidad de :

SIETE MILLONES CUATROCIENTOS VEINTIDOS MIL SEISCIENTOS OCHO Euros con TREINTA Y TRES Centimos

Febrero de 2009



## **10. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA**

---

La clasificación requerida del contratista es:

Grupo K, Subgrupo 8, Categoría e.

## 11. DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA

---

Se manifiesta que el presente Proyecto se refiere a una obra completa, esto es, susceptible de ser entregada al uso general o al servicio correspondiente, sin perjuicio de las ulteriores ampliaciones de que puede ser objeto, y comprende todos y cada uno de los elementos que son precisos para su utilización, con lo que se cumple con lo dispuesto en el Artículo 125 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.

Febrero 2009

EL AUTOR DEL PROYECTO:



Fdo.: Alejandro Zarzuela López  
I.C.C.P. Colegiado nº 8.774

## **ÍNDICE**

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. ANTECEDENTES .....	1
1.2. OBJETO DEL PROYECTO .....	1
<b>2. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA .....</b>	<b>2</b>
2.1. CONSIDERACIONES SOBRE EL PROCESO .....	2
<b>3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO Y SUS PRINCIPALES ELEMENTOS .....</b>	<b>4</b>
3.1. DATOS DE PARTIDA Y RESULTADOS A OBTENER .....	4
3.2. LÍNEA PIEZOMÉTRICA .....	7
3.3. LÍNEA DE AGUA .....	8
3.4. LÍNEA DE FANGOS .....	41
3.5. INSTALACIONES AUXILIARES .....	49
<b>4. EQUIPOS ELÉCTRICOS .....</b>	<b>51</b>
4.1. INTRODUCCIÓN .....	51
4.2. ACLARACIONES AL PRESUPUESTO .....	52
4.3. ACOMETIDA EN M.T. ....	52
4.4. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN .....	55
4.5. CUADROS GENERALES DE DISTRIBUCIÓN Y CENTRO DE CONTROL DE MOTORES EN B.T. .....	58
4.6. BOTONERAS LOCALES .....	60
4.7. MEJORA DEL FACTOR DE POTENCIA .....	61
4.8. LÍNEAS DE BAJA TENSIÓN .....	61
4.9. CONDUCCIONES Y BANDEJAS .....	62
4.10. RED GENERAL DE TIERRAS .....	63
4.11. PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES .....	63
4.12. INSTALACIÓN ALUMBRADO .....	64
4.13. NORMATIVA .....	65
4.14. ESQUEMA DE POTENCIA .....	65
4.15. CARTAS DE LA COMPAÑÍA SUMINISTRADORA .....	69
<b>5. INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL .....</b>	<b>73</b>
5.1. GENERALIDADES .....	73
5.2. CRITERIOS DE CONTROL .....	75
5.3. CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL .....	77
5.4. ESQUEMAS DE CONTROL .....	80
<b>6. CONSIDERACIONES DE LA OBRA CIVIL .....</b>	<b>84</b>

6.1. SITUACIÓN.....	84
6.2. INTRODUCCIÓN.....	84
6.3. EDIFICIO DE CONTROL.....	85
6.4. POZO DE GRUESOS Y BOMBEO.....	87
6.5. DEPÓSITO DE TORMENTAS Y REPARTO.....	87
6.6. SOLERA DE PRETRATAMIENTO.....	88
6.7. TRATAMIENTO BIOLÓGICO - BIOCOMPACT.....	88
6.8. BALSAS DE MACROFITAS.....	89
6.9. POZOS DE VACIADOS.....	89
6.10. CÁMARA DE CLORACIÓN, ARQUETA DE SALIDA Y TOMA DE MUESTRAS.....	90
6.11. ESPESADOR DE FANGOS.....	90
6.12. ARQUETA DE FANGOS.....	91
6.13. DEPÓSITOS DE CLORURO FÉRRICO.....	91
6.14. TANQUES DE HORMIGÓN ARMADO IN SITU.....	91
6.15. URBANIZACIÓN Y CANALIZACIONES.....	92
<b>7. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO.....</b>	<b>94</b>
<b>8. PLAZO DE EJECUCIÓN Y EXPLOTACIÓN.....</b>	<b>95</b>
<b>9. RESUMEN DE PRESUPUESTO GENERAL.....</b>	<b>96</b>
<b>10. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA.....</b>	<b>97</b>
<b>11. DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA.....</b>	<b>98</b>