



## MEMORIA

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
<b>135246</b>	Madrid 20/11/2008
<b>V I S A D O</b>	

## INDICE

MEMORIA.....	3
1. ANTECEDENTES.....	3
2. OBJETO DEL PROYECTO .....	5
3. CONSIDERACIONES GEOTÉCNICAS .....	6
4. DATOS DE PARTIDA Y UNIDADES DE PROCESO.....	7
4.1. DATOS DE PARTIDA .....	7
4.1.1. CAUDALES. ....	7
4.1.2. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA BRUTA. ....	8
4.2. RESULTADOS A OBTENER GARANTIZADOS.....	9
4.2.1. AGUA TRATADA.....	9
4.2.2. FANGOS .....	10
4.3. DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA DE PROCESO .....	11
5. DIMENSIONADO FUNCIONAL.....	15
5.1. OBRA DE LLEGADA Y BY-PASS GENERAL .....	15
5.2. POZO DE GRUESOS .....	16
5.3. CÁMARA DE BOMBEO DE AGUA BRUTA.....	17
5.4. DESBASTE DE SÓLIDOS GRUESOS Y TAMIZADO DE FINOS .....	18
5.5. DESARENADOR-DESENGRASADOR. ....	19
5.6. CÁMARA DE BOMBEO DE AGUA PRETRATADA A TRATAMIENTO BIOLÓGICO .....	23
5.7. MEDICIÓN Y REGULACIÓN DEL CAUDAL DE AGUA A TRATAMIENTO BIOLÓGICO .....	23
5.8. TRATAMIENTO BIOLÓGICO .....	24
5.8.1. CÁLCULO DEL REACTOR BIOLÓGICO:.....	25
5.8.2. ELIMINACIÓN DEL FÓSFORO POR VÍA QUÍMICA .....	27
5.9. DECANTACIÓN SECUNDARIA .....	28
5.10. MEDICIÓN DE CAUDAL DE AGUA TRATADA.....	32
5.11. ESPESADOR DE GRAVEDAD.....	32
5.12. DESHIDRATACIÓN .....	34



5.12.1. BOMBEO DE FANGOS ESPESADOS .....	34
5.12.2. ACONDICIONAMIENTO DE FANGOS .....	34
5.12.3. SECADO DE FANGOS .....	35
5.12.4. ALMACENAMIENTO Y VERTIDO DE FANGOS .....	36
5.13. EQUIPOS ANEJOS .....	37
5.13.1. RED DE VACIADOS .....	37
5.13.2. SISTEMA DE DESODORIZACIÓN .....	37
5.13.3. GRUPOS DE PRESIÓN .....	38
5.13.4. RED DE AIRE A PRESIÓN .....	38
6. LÍNEA PIEZOMÉTRICA. RELACIÓN DE CONDUCCIONES .....	39
7. CÁLCULOS ELÉCTRICOS .....	43
7.1. ACOMETIDA ELECTRICA DE LA E.D.A.R. ....	43
7.2. CÁLCULO DE LA POTENCIA DE TRANSFORMACIÓN NECESARIA .....	44
7.3. CÁLCULO DEL EQUIPO DE CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA: .....	45
7.4. CÁLCULO DE CUADROS ELÉCTRICOS .....	46
8. INSTRUMENTACIÓN, AUTOMATISMO Y TELECONTROL .....	49
8.1. UBICACIÓN DE LA INSTRUMENTACIÓN .....	49
8.2. ANÁLISIS DE LA INSTALACIÓN DE CONTROL PARTICULAR PROPUESTA ....	51
8.2.1. EQUIPO DE SUPERVISIÓN .....	52
8.2.2. CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE .....	53
8.2.3. TERMINAL DE VISUALIZACIÓN .....	55
8.2.4. CUADRO SINÓPTICO .....	56
8.2.5. BUS DE COMUNICACIONES INDUSTRIAL ETHERNET .....	57
8.2.6. BUS DE COMUNICACIONES PROFIBUS DP .....	57
9. CALCULOS ESTRUCTURALES .....	58
10. DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA .....	60
11. DOCUMENTOS DE QUE CONSTA EL PRESENTE PROYECTO .....	61
12. RESUMEN DE PRESUPUESTOS .....	63
13. PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN .....	64
14. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA .....	65
15. REVISIÓN DE PRECIOS .....	66
16. PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	67
17. CONCLUSIÓN .....	68

 MINISTERIO DE TRANSPORTES, INFRAESTRUCTURAS Y URBANISMO CANALES Y PUERTOS MADRID	
Expediente	Fecha
135246	Madrid 20/11/2008
VISADO	

## MEMORIA

### 1. ANTECEDENTES

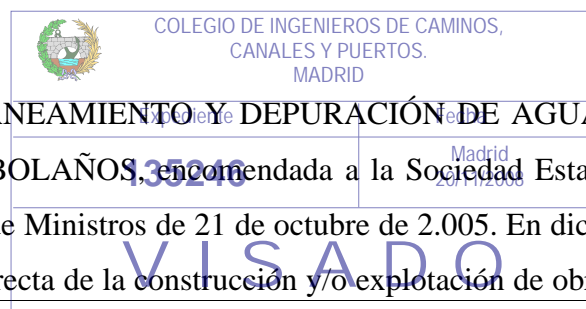
Las aguas residuales de los municipios de Almagro y Bolaños (Ciudad Real) se tratan en su totalidad en la EDAR Almagro-Bolaños situada en el cruce entre la carretera de Bolaños a Torralba de Calatrava en el punto en que ésta cruza el Arroyo del Seco. Dicha planta fue construida en 1.998 y fue diseñada para tratar un caudal medio diario de 3.750 m<sup>3</sup>/día, sin embargo, debido al crecimiento de la población el caudal de llegada actual a la planta es superior a su capacidad de tratamiento.

Teniendo en cuenta los datos actuales y previendo el desarrollo urbanístico e industrial de ambas poblaciones se hace necesaria una remodelación de la planta para hacer frente a corto y largo plazo a caudales de llegada superiores a 10.000 m<sup>3</sup>/día. Aprovechando esta necesaria remodelación se diseñará la nueva planta para cumplir la directiva europea 91/271/CEE que obliga a esta depuradora a la reducción de nitrógeno y fósforo del vertido del río hasta 10 mg/l para el nitrógeno y a 2 mg/l para el fósforo, por encontrarse la depuradora en zona sensible.

Teniendo en cuenta todas estas consideraciones y para hacer frente a los problemas señalados de manera más eficaz, se han redactado unas Bases Técnicas con el objeto de analizar las soluciones más interesantes tanto desde el punto de vista técnico como económico, y que sirve de base para la licitación de la Redacción del Proyecto de Construcción y Ejecución de las Obras de Remodelación de la E.D.A.R. Almagro-Bolaños (Ciudad Real).

#### Antecedentes administrativos

Este proyecto forma parte de la actuación SANEAMIENTO Y DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES URBANAS. ALMAGRO Y BOLAÑOS, encomendada a la Sociedad Estatal Hidroguadiana, S.A por Acuerdo de Consejo de Ministros de 21 de octubre de 2.005. En dicho Acuerdo se aprobó el Convenio de Gestión Directa de la construcción y/o explotación de obras



*Memoria*

Página 3 de 65

hidráulicas entre HIDROGUADIANA, S.A. y la ADMINISTRACIÓN GENERAL DEL ESTADO que fue formalizado en documento de 8 de noviembre de 2005.

El 16 de Febrero de 2006 se suscribió con la Entidad de Derecho Público AGUAS DE CASTILLA-LA MANCHA el convenio que regula la financiación, ejecución y explotación de las obras. El Consejo de Administración de HIDROGUADIANA, S.A., en sesión de 30 de marzo de 2007, acordó aprobar el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares y el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares autorizando la licitación de la “Redacción del Proyecto de Construcción y Ejecución de las Obras de Ampliación de la EDAR de Bolaños y Almagro (Ciudad Real)” por un importe total de 6.818.483,83 €. La licitación fue publicada en el BOE de 5 de mayo de 2007.

La adjudicación de dicho contrato se acordó por el Consejo de Administración de HIDROGUADIANA, S.A., en sesión celebrada el 18 de septiembre de 2007, resultando adjudicataria la empresa COMSA, por importe total de 5.632.067,65€. La adjudicación fue publicada en el BOE de 4 de octubre de 2007.

 <p>COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID</p>	
Expediente	Fecha
<b>135246</b>	Madrid 20/11/2008
<b>V I S A D O</b>	

## 2. OBJETO DEL PROYECTO

Basándose en los datos ofrecidos en el “Pliego de Prescripciones Técnicas para la contratación de la elaboración del proyecto y la ejecución de la obra de ampliación de la E.D.A.R. de Bolaños y Almagro (Ciudad Real)”, se redacta el presente “Proyecto de ampliación de la E.D.A.R. de Bolaños y Almagro”.

 <p>COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID</p>	
Expediente	Fecha
<b>135246</b>	Madrid 20/11/2008
<b>V I S A D O</b>	

### 3. CONSIDERACIONES GEOTÉCNICAS

Una vez analizado el estudio geotécnico, se obtienen las siguientes conclusiones.

- Se ha detectado presencia de agua a partir de 4.90m en la zona de los decantadores y a 3 metros en la zona del pretratamiento.
- Se obtienen dos zonas claramente diferenciadas:
  - Margen izquierdo con presencia de costra calcárea, roca cuarcítica y arcillas encostradas.
  - Margen derecho con alternancia de costra calcárea y arcillas.
- Las tensiones admisibles varían de:
  - 1.5 en la zona de decantadores.
  - 1.25 en la zona de los reactores.
  - 1.9 en la zona de los edificios.
  - 1 en la zona del pretratamiento.
- Los taludes son 1H:4V.

	
Expediente	Fecha
<b>135246</b>	Madrid 20/11/2008
<b>V I S A D O</b>	

## 4. DATOS DE PARTIDA Y UNIDADES DE PROCESO

### 4.1. DATOS DE PARTIDA

#### 4.1.1. CAUDALES.

La tabla que figura a continuación plasma los datos de diseño relativos a caudales totales para el año de diseño:

Población y dotación de Diseño	UNIDAD	DISEÑO
Población de Diseño	[hab]	40.000
Dotación de cálculo saneamiento	[l/hab·d]	250
<b>Caudales de Diseño</b>		
Caudal Medio de Diseño (Qm)	[l/s]	115,74
	[m3/h]	416,67
	[m3/d]	10.000,00
Caudal máximo en tiempo seco (Qp)	[l/s]	347,22
	[m3/h]	1.250,00
	[m3/d]	30.000
Caudal max. de bombeo de agua bruta y pretratamiento (7,5Qp)	[l/s]	868,06
	[m3/h]	3.125,0
	[m3/d]	75.000
Caudal max. de Diseño Biológico (2Qm)	[l/s]	231,48
	[m3/h]	833,33
	[m3/d]	20.000

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
<b>135246</b>	Madrid 20/11/2008
V I S A D O	



#### 4.1.2. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA BRUTA.

Las características del agua, en la presente Estación Depuradora, a los efectos de dimensionamiento, son las siguientes:

Características del Agua Bruta	UNIDAD	DISEÑO
DBO Afluente	[grDBO/hab/día]	106,8
	[mg/l]	427
	[Kg/día]	4.273
DBO Afluente Máximo	[grDBO/hab/día]	160,2
	[mg/l]	641
	[Kg/día]	6.409,8
SST Afluente	[grSST/hab/día]	49,74
	[mg/l]	198,96
	[Kg/día]	1.989,60
SST Afluente máximo	[grSST/hab/día]	49,70
	[mg/l]	298
	[Kg/día]	2.984
DQO Afluente	[grDQO/hab/día]	162,90
	[mg/l]	652
	[Kg/día]	6.517,0
Nitrógeno NTK Afluente	[grNTK/hab/día]	21,5
	[mg/l]	86
	[Kg/día]	859,0
Nitrógeno NH4 Afluente	[grNH4/hab/día]	15
	[mg/l]	60,13
	[Kg/día]	601,3
Fósforo P-total Afluente	[gr P/hab/día]	2,6
	[mg/l]	10,57
	[Kg/día]	105,7
pH agua bruta	[s.u]	7,3 - 7,8
Factor punta de contaminación SST		1,5
Factor punta de contaminación DBO		1,5
Factor punta de contaminación DQO		1,5
Temperatura del agua (invierno)	[°C]	12,0
Temperatura del agua (verano)	[°C]	22,0

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
<b>135246</b>	Madrid 20/11/2008
V I S A D O	

## 4.2. RESULTADOS A OBTENER GARANTIZADOS.

### 4.2.1. AGUA TRATADA.

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

CARACTERISTICAS EXIGIDAS AL VERTIDO		
	UNIDAD	DISEÑO
SST Salida	[mg/l]	35,0
	[kg/d]	350,0
% Reducción SST	[%]	82,41
DQO salida	[mg/l]	125,0
	[kg/d]	1250,0
% Reducción DQO	[%]	80,8
DBO5 Salida	[mg/l]	25,0
	[kg/d]	250,0
% Reducción DBO5	[%]	94,1
DBO soluble	[mg/l]	12,0
	[kg/d]	120,0
Nitrógeno total	[mg/l]	10,0
	[kg/d]	100,0
% Reducción Nitrógeno total	[%]	88,4
Fósforo P-total	[mg/l]	2,0
	[kg/d]	20,0
% Reducción P-total	[%]	81,1
Contenido lim. Materia orgánica arenas	%	5,0
pH-agua tratada		6 - 9



#### 4.2.2. FANGOS

El fango procedente del proceso tendrá las siguientes características, entendiéndose que los valores aportados son mínimos exigibles:

<b>FANGOS DESHIDRATADOS</b>		
	<b>UNIDAD</b>	<b>DISEÑO</b>
Estabilidad en % eliminado SSV	[%]	55,0
Sequedad del fango deshidratado	[%]	22,0

 <p>COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID</p>	
Expediente	Fecha
<b>135246</b>	Madrid 20/11/2008
V I S A D O	

#### 4.3. DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA DE PROCESO

Dadas las características requeridas en la planta a diseñar se ha considerado que la ampliación de la E.D.A.R. de Bolaños y Almagro (Ciudad Real), debe tener las siguientes unidades de proceso:

##### Línea de agua:

- Obra de llegada dotada de compuerta mural manual para aislamiento de planta.
- Pozo de gruesos equipado con cuchara bivalva.
- Tamizado de sólidos en aliviadero de la arqueta de llegada.
- Bombeo de agua bruta mediante bombas centrífugas sumergibles.
- Desbaste de sólidos gruesos mediante reja autolimpiante.
- Desbaste de sólidos finos mediante tamiz de escalera autolimpiante.
- Desarenado - desengrasado.
- Desemulsionado de grasas en desarenador mediante soplantes de émbolos rotativos y difusores de burbuja gruesa.
- Extracción de arenas del desarenador mediante bomba centrífuga vertical.
- Clasificador de arenas de tornillo.
- Concentrador de grasas de cadenas y rasquetas.
- Bombeo a reactores biológicos mediante bombas centrífugas sumergibles.
- Regulación del caudal impulsado a tratamiento biológico y aliviado a de caudal en exceso al Arroyo del Seco.
- Reactores biológicos.
- Eliminación química del fósforo.
- Decantación secundaria.
- Medida del caudal de agua tratada.

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
<b>135246</b>	Madrid 20/11/2008
V I S A D O	

Línea de Fangos:


- Recirculación externa de fangos secundarios a cada reactor biológico.
- Bombeo de fangos en exceso a espesador de gravedad.
- Espesamiento por gravedad de los fangos biológicos.
- Bombeo de los fangos espesados a deshidratación.
- Deshidratación mecánica de fangos por medio de centrífuga.
- Transporte mediante bomba helicoidal de los fangos deshidratados a almacenamiento.
- Almacenamiento de fangos deshidratados en tolva.

Elementos auxiliares:

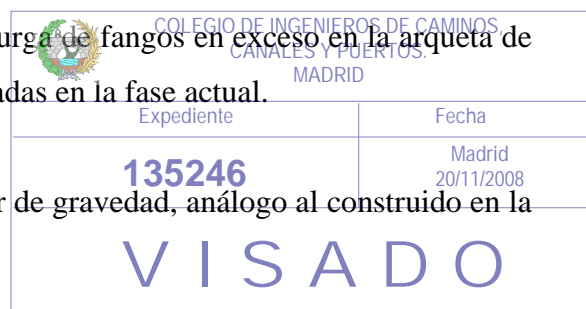
- Desodorización con eliminación de olores del edificio industrial de pretratamiento
- Desodorización con eliminación de olores del edificio industrial de fangos, espesador de gravedad y tolva de fangos.
- Instalación de agua y aire industrial.
- Instalación de agua potable.
- Red de drenajes y vaciados y conexión con cabecera de planta.
- Aparcamiento para turismos.
- Instalación telefónica.
- Red de agua potable.
- Grupo electrógeno de emergencia

Señalar en este punto que en previsión de futuras ampliaciones se ha reservado espacio suficiente en la parcela de construcción de la E.D.A.R. para ubicar los elementos constituyentes de la susodicha ampliación, que serán:

- Instalación de una cuarta bomba en la cámara de bombeo de agua bruta de la E.D.A.R., similar a las instaladas en la fase actual.

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
<b>135246</b>	Madrid 20/11/2008
V I S A D O	

- Instalación de una reja de gruesos y un tamiz de finos en el cuarto canal de desbaste del que únicamente se incluye la obra civil en este proyecto.
- Instalación de los difusores correspondientes, aireadores sumergibles, puente longitudinal y bomba de extracción de arenas en el tercer desarenador construido, similares a los instalados en la fase actual.
- Instalación de una cuarta soplante de aireación a los desarenadores, análoga a las instaladas en la fase actual.
- Construcción de un tercer reactor biológico similar a los construidos en la fase actual.
- Instalación de una cuarta soplante de aireación a los reactores biológicos, similar a las instaladas en la fase actual.
- Construcción de un tercer decantador secundario similar a los construidos en la fase actual.
- Instalación de una cuarta bomba de impulsión de agua a los reactores biológicos en la arqueta de bombeo situada al final de los desarenadores, similar a las instaladas en la fase actual.
- Instalación de una cuarta bomba de recirculación externa en la arqueta de fangos decantados, similar a las instaladas en la fase actual.
- Instalación de una tercera bomba de purga de fangos en exceso en la arqueta de fangos decantados, similar a las instaladas en la fase actual.
- Construcción de un segundo espesador de gravedad, análogo al construido en la fase actual.



- Instalación de una tercera deshidratadora centrífuga, similar a las instaladas en la fase actual.

En el plano correspondiente a la implantación de la planta, aparece de forma detallada la disposición de los distintos elementos tanto en la fase actual de actuación como en la futura de ampliación.

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
<b>135246</b>	Madrid 20/11/2008
<b>V I S A D O</b>	

## 5. DIMENSIONADO FUNCIONAL

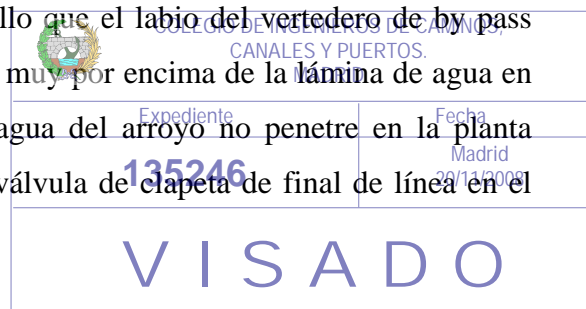
Como nota aclaratoria indicar que todo el pretratamiento está dimensionado para admitir un caudal máximo de 7,5 Qm (caudal máximo admisible a futuro). Por lo tanto, se ejecutará toda la obra civil necesaria para admitir este caudal, esto es: arqueta de llegada, pozo de gruesos, pozo de bombeo, cuatro canales de desbaste (más uno de by pass) y tres desarenadores, no obstante, se dejará sin equipar uno de los canales de desbaste y uno de los desarenadores, de este modo, el caudal máximo de tratamiento en fase actual es 5 Qm.

### 5.1. OBRA DE LLEGADA Y BY-PASS GENERAL

En la arqueta de llegada se dispone una compuerta para aislamiento de la planta. Así, cuando esta compuerta se cierre se realizará el by pass general a la planta mediante un labio de aliviadero situado en esta arqueta de llegada y un colector de PVC corrugado SN 8 de diámetro nominal 1.200 mm.

El máximo caudal que puede aliviar coincide con el máximo que puede llegar a la E.D.A.R, 7,5 veces el caudal medio de diseño de ésta ( $7,5Qm=3.125,0 \text{ m}^3/h$ ). El vertido se realizará directamente al cauce receptor que discurre próximo a la parcela, el Arroyo del Seco.

El aliviadero de cabecera se ha definido de tal modo que el colector de vertido llegue al fondo del cauce (cota 630,54m) desde la arqueta de by pass con una pendiente del 0,5%. Pero el colector que conduce el agua bruta hasta la E.D.A.R. llega a una cota muy por debajo del cauce receptor. Es por ello que el labio del vertedero de by pass general se ha diseñado a una cota (631,70 m) muy por encima de la lámina de agua en la arqueta de entrada con el fin de que el agua del arroyo no penetre en la planta (aunque, por seguridad, se ha instalado una válvula de clapeta de final de línea en el colector de by pass).





Este diseño hace que, al realizar un by pass general de planta, el colector de llegada a la E.D.A.R. entre en carga.

Por otro lado y, debido al funcionamiento tan particular de este aliviadero, el vertedero de cabecera de la E.D.A.R. de Bolaños y Almagro no está dimensionado como aliviadero de excesos, únicamente realizará la función de by pass general de planta para lo cual es indispensable cerrar la compuerta de entrada a la E.D.A.R..

La compuerta para aislamiento de la E.D.A.R. será de accionamiento manual y se accionará desde el nivel de coronación de la arqueta de llegada. La compuerta será en acero inoxidable AISI-316.


## 5.2. POZO DE GRUESOS

Las aguas brutas procedentes de la arqueta de llegada entran al pozo de gruesos que permitirá la sedimentación de sólidos más pesados y voluminosos. El pozo está situado antes de la elevación de agua bruta, con el fin de proteger la instalación.

El pozo de gruesos se dimensiona para un tiempo de estancia mínimo de 1,5 minutos para el caudal de dilución máximo (7,5 Qm). La velocidad ascensional es inferior a 240 m/hora para el mismo caudal de dilución máximo.

Tiene fondo tronco-piramidal invertido de fuerte pendiente con el fin de concentrar los sólidos decantados en una zona específica donde se pueden extraer de forma eficaz, y está protegido contra golpes en el fondo y paredes mediante carriles empotrados en el hormigón.

En el pozo se instala un sistema de extracción mecánica de residuos; cuchara bivalva sujeta en un polipasto que permitirá la fácil evacuación de los residuos a contenedores metálicos, que permiten un tiempo de almacenamiento superior a 15 días para la máxima producción.

 <p>COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID</p>	
Expediente	Fecha
135246	Madrid 20/11/2008
VISTADO	


En el pozo de gruesos, además, se proyecta un aliviadero de seguridad situado a la cota necesaria para evacuar todo el caudal entrante en el supuesto de que se produjese un funcionamiento incorrecto de las bombas. En este aliviadero se instala un tamiz de vertedero para evitar en la medida de lo posible el vertido de sólidos al cauce natural. La derivación de agua al cauce se realizará por un canal de hormigón de 1200 mm de anchura.

### 5.3. CÁMARA DE BOMBEO DE AGUA BRUTA

Se proyecta una cámara de elevación de agua bruta, que cumple las siguientes condiciones:

- El caudal máximo de bombeo será el caudal máximo admisible en el pretratamiento, es decir, cinco veces el caudal medio diario. La elevación se efectuará con tres bombas centrífugas sumergibles (una de ellas de reserva). Se deja espacio para la cuarta bomba a colocar en la ampliación futura, de manera que el caudal admisible en el pretratamiento alcance 7,5 veces el caudal medio.
- Se instala un variador de frecuencia electrónico por bomba de forma que se pueda adaptar el caudal de bombeo al de llegada de agua bruta, evitando, por tanto, los aumentos bruscos del mismo al ponerse en marcha uno de los equipos. Este bombeo se regulará mediante un medidor de nivel de tipo ultrasónico.
- El número de arranques previsto es de 8 ud/hora.
- En la configuración del pozo se evitan las zonas muertas; las paredes en la proximidad del fondo tendrán inclinación de 45 grados.

Las bombas se extraerán con el mismo polipasto con el que se maneja la cuchara bivalva.

 <b>COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS.</b> MADRID	
Expediente	Fecha
<b>135246</b>	Madrid 20/11/2008

Las tuberías individuales entran por debajo en la arqueta previa a los canales de desbaste. Son tuberías de DN 500 de acero inoxidable AISI 316.

#### 5.4. DESBASTE DE SÓLIDOS GRUESOS Y TAMIZADO DE FINOS

Está formado por cuatro canales de 1.250 mm de anchura y 0,2 % de pendiente con capacidad unitaria suficiente para tratar el caudal máximo de pretratamiento a futuro (7,5Qm), por lo que, como ya se ha dicho, en la fase actual sólo irán equipados 3 de ellos. Además, se construye un canal más de 1.500 mm de anchura para by pass, cuyo funcionamiento será esporádico.

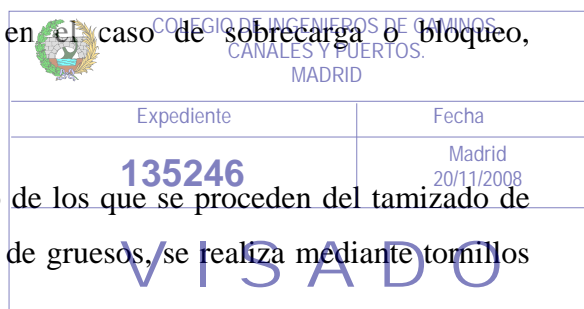
En los tres canales de funcionamiento habitual (cuatro a futuro), estará instalado un tamiz autolimpiante de 3 mm de luz de malla y, previo a él, se colocará una reja automática de 12 mm de luz libre entre barras para el desbaste de los sólidos más gruesos procedentes del bombeo de agua bruta.

El canal de derivación o emergencia, entrará en funcionamiento si los anteriores quedan fuera de servicio. Este canal se equipará con reja manual de 10 mm de separación entre barrotes.

Las velocidades de paso a través del tamiz quedan limitadas a 0,27 m/s, para el caudal de dilución (5 Qm).

Tanto la reja automática como el tamiz irán equipados con un dispositivo limitador de par, que evite un deterioro del material, en el caso de sobrecarga o bloqueo, contruidos en acero inoxidable AISI-316.

El sistema de transporte de los detritus, tanto de los que se proceden del tamizado de finos como de los que proceden del desbaste de gruesos, se realiza mediante tornillos



transportadores-compactadores, contruidos en acero inoxidable, que verterán directamente en dos contenedores de capacidad unitaria 4,5 m<sup>3</sup>.

De este modo solventamos los siguientes problemas:

- Recogida de residuos a distinto nivel y transporte de los mismos.
- Compactación de residuos.
- Eliminación del agua por efecto prensa.


Cada canal de desbaste dispone de compuertas manuales para su aislamiento, así como de los equipos necesarios para su vaciado individual.

### 5.5. DESARENADOR-DESENGRASADOR.

Se han previsto tres desarenadores-desengrasadotes longitudinales presentando 18 m de longitud y 2,80 m de anchura. Este desarenador, garantiza la eliminación de partículas de tamaño igual o superior a 0,2 mm.

La forma del desarenador es rectangular en superficie y la sección transversal es aproximadamente trapezoidal, teniendo un canal de fondo donde se depositan las arenas. El canal está dividido por un muro de hormigón dispuesto en sentido longitudinal. Dicho muro separa la zona de flotación de grasas de la zona de decantación de las arenas. Existe un vaciado del elemento con tubería de diámetro nominal  $\phi 100$ .

Se ha calculado la superficie horizontal, la superficie transversal y el volumen del tanque para que cumpla con los parámetros marcados en el Pliego de Prescripciones Técnicas y coherentes con el Pliego Base.

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente <b>135246</b>	Fecha Madrid 20/11/2008
V I S A D O	

Con la forma cónica que se ha adoptado, se concentrarán en el fondo del cono las arenas, mientras que en la superficie se concentrarán las grasas.



La inyección de aire persigue romper la emulsión de las grasas en el agua y la separación de los flotantes además de ayudar a la decantación de las arenas. Se disponen los sistemas de difusión de aire de tal forma que provocan un flujo rotacional ascendente, depositando las arenas en el fondo del cono y los flotantes en la superficie al otro lado de la chapa deflectora.

Dada la longitud de los desarenadores – desengrasadores, en este caso particular se propone un sistema mixto de aireación en cada desarenador – desengrasador, donde el primer tercio de su longitud total se airean con difusores de burbuja gruesa que mantendrán una velocidad de circulación transversal que favorece, por su efecto de turbulencia, la separación de las materias orgánicas aglutinadas con las partículas de arena. En los 2/3 restantes se dispondrán cuatro aireadores sumergibles mecánicos, que aseguran un flujo giratorio más lento y la flotación de las grasas, con un rendimiento mayor en el proceso.

Por tanto se disponen en una primera fase tres soplantes (una en reserva) con una aportación específica de aire unitaria máxima de  $135 \text{ Nm}^3/\text{h}$  y regulada cada una de ellas mediante su variador de frecuencia, lo cual permite un ajustado control sobre la aireación.

El número de difusores que se ha previsto instalar en cada desarenador-desengrasador es de 23 Ud. con un caudal unitario de  $9,0 \text{ Nm}^3/\text{h}$ .

A continuación, tal como se ha justificado anteriormente, se ubican cuatro aireadores sumergibles con una capacidad unitaria de transferencia de  $3,4 \text{ kg O}_2/\text{h}$  al final de cada desarenador.

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS MADRID	
Expediente	Fecha
<b>135246</b>	Madrid 20/11/2008
	

En superficie se sitúan los elementos de extracción de arenas, que consisten en una bomba centrífuga de eje vertical de rodete desplazado tipo Vórtex. El montaje es

vertical sumergido. La bomba irá acoplada al puente de traslación propio, por lo que la extracción de arenas será continua a lo largo del recorrido. La bomba escogida no tiene cojinetes ni cierres mecánicos en contacto con el fluido. El caudal adoptado para la bomba es 20,0 m<sup>3</sup>/h.

Los caudales de extracción máximos de arena han sido considerados con una concentración en la extracción del 0,5 % y una producción teórica de arenas de 75 g / m<sup>3</sup> agua residual.

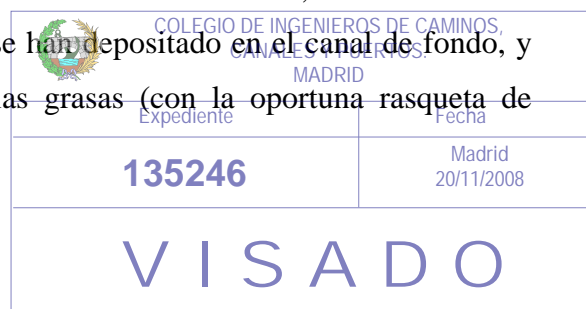
La extracción de arenas se envía a un canal, situado en el lateral del canal de desarenado, al final del cual el agua con las arenas discurre por gravedad hasta un clasificador de arenas de tipo tornillo sinfín, en el cual se separarán éstas.

El clasificador de arenas será capaz de separar y lavar todas las arenas producidas. Las características del clasificador son las siguientes:

Capacidad hidráulica	60 m <sup>3</sup> /h
Dimensiones (mm)	DN 300x4.66
Caudal agua de lavado	10-20 l/min.
Potencia motor accionamiento	0,75 kW

El material con el que están contruidos todos los elementos es acero inoxidable AISI-304.

Un puente móvil con una longitud aproximada entre apoyos de 3,03 m recorrerá longitudinalmente el canal de desarenado teniendo una doble misión; en un sentido de avance se acciona el bombeo de arenas que se han depositado en el canal de fondo, y en el sentido contrario de avance empuja las grasas (con la oportuna rasqueta de flotantes bajada) hacia un canal transversal.



Los flotantes y las grasas se recogerán en un canal situado al final del tanque en sentido transversal siendo empujadas las grasas hacia el mismo por el carro. Los flotantes producidos serán enviados al concentrador - desnatador.

El concentrador de grasas será del tipo concentrador-desnatador de cadenas y rasquetas, con capacidad de tratamiento de 15 m<sup>3</sup>/h.

El material con el que están contruidos los elementos críticos es acero inoxidable AISI-304.

Existirán contenedores homologados para recogida de las grasas de capacidad 770 litros. Finalmente las grasas deberán ser eliminadas mediante transporte a un vertedero controlado.

Tanto el clasificador-lavador de arenas como el concentrador de grasas, así como sus respectivos contenedores, quedarán alojados dentro del edificio de pretratamiento. Los contenedores se dispondrán sobre chapas de acero inoxidable o bien sobre bastidores con ruedas, bloqueables con freno, que permitan su maniobrabilidad en todas direcciones sin deterioro del pavimento.

Toda la zona de recogida y almacenamiento de detritus irá dotada de una red de drenaje adecuada para la recogida de escurridos y aguas de limpieza. Esta red desemboca en el pozo de bombeo de agua bruta.

El agua sobrante en el proceso de clasificación de arenas y separación de grasas se dirigirá a dicha red de drenaje del edificio, conectada con cabecera de planta.

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
<b>135246</b>	Madrid 20/11/2008
V I S A D O	

## 5.6. CÁMARA DE BOMBEO DE AGUA PRETRATADA A TRATAMIENTO BIOLÓGICO

Se proyecta una instalación de elevación de agua pretratada, que cumple las siguientes condiciones:

El caudal máximo de bombeo será el caudal máximo admisible en el tratamiento biológico, es decir, dos veces el caudal medio diario. La elevación se efectuará con tres bombas centrífugas sumergibles (una de ellas de reserva).

En la arqueta se instalarán tres bombas centrífugas sumergibles (una de ellas en reserva) dejando espacio para una cuarta bomba a futuro.

Se instala un variador de frecuencia electrónico por bomba de forma que se pueda adaptar el caudal de bombeo al admisible en los reactores biológicos, evitando, por tanto, los aumentos bruscos del mismo al ponerse en marcha uno de los equipos. El medidor de nivel regulador será de tipo ultrasónico.

Cada impulsión ira dotada de una válvula de retención individual, para evitar que la carga hidráulica pueda hacer girar las bombas en sentido contrario.

Los colectores de impulsión de DN 400 en AISI 316 se unen en una única conducción de 600 mm de diámetro que llega hasta la arqueta de entrada a reactores.

## 5.7. MEDICIÓN Y REGULACIÓN DEL CAUDAL DE AGUA A TRATAMIENTO BIOLÓGICO

Se ha proyectado una medida de caudal en tubería mediante un caudalímetro electromagnético a sección llena, de diámetro 400 mm en tubería DN 600.

 <p>COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID</p>	
Expediente <b>135246</b>	Fecha Madrid 20/11/2008
<p><b>V I S A D O</b></p>	



Se han tomado las precauciones debidas en cuanto a distancias para evitar perturbaciones en la medida, esto es, 5 veces el diámetro del caudalímetro en el punto de medida antes del mismo, y 3 veces después.

El caudal en exceso sobre  $2,0 \cdot Q_m$ , es aliviado al cauce receptor (Arroyo del Seco) a través de un vertedero de pared delgada en la propia arqueta de bombeo a biológico. La tubería que conduce este exceso de caudal al arroyo es una tubería de 1.200mm de diámetro de PVC corrugado SN8. Esta conducción sale de la arqueta de by pass a biológico donde se une con la conducción de by pass general y llega hasta el arroyo del Seco.

## 5.8. TRATAMIENTO BIOLÓGICO


El agua pretratada ingresa mediante tubería DN600 en fundición dúctil en la arqueta de reparto a cada uno de los dos reactores biológicos tipo carrusel que se instalarán en la planta.

Se ha escogido un sistema para el tratamiento secundario consistente en dos líneas totales de tratamiento biológico con oxidación prolongada para eliminación tanto del sustrato carbonáceo como del nitrogenado (reservando espacio en la parcela para la instalación de una tercera línea en un futuro).

Constará de las siguientes operaciones: aireación en reactor biológico, decantación, recirculación de fangos decantados a biológico y extracción de fangos en exceso.

Con ello, se prevé una reducción de los siguientes parámetros en las siguientes proporciones, de cara a obtener los valores de salida exigidos:

- $DBO_5$  : 94,1 %
- SST: 82,4 %

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
<b>135246</b>	Madrid 20/11/2008
V I S A D O	

- N - NTK: 97,0 %
- P: 65 %

#### 5.8.1. CÁLCULO DEL REACTOR BIOLÓGICO:


Se propone una configuración del reactor biológico en carrusel, previendo una zona de anoxia, que se ha calculado conforme a la metodología corroborada por la empleada en la Universidad de Aquisgrán.

El volumen de dicha zona anóxica es un 50 % del volumen global del reactor biológico.

Las dimensiones unitarias finales escogidas para cada uno de los dos reactores biológicos son:

- Forma: Carrusel.
- Longitud área recta: 48,0 m.
- Anchura total unitaria: 21,0 m.
- Ancho de canal: 11,0 m.
- Altura aguas útil: 5,0 m.
- Porcentaje anoxia: 50 %.
- Volumen parte recta: 4.040 m<sup>3</sup>.
- Volumen parte curva: 1.732 m<sup>3</sup>.
- Volumen total unitario: 6.772 m<sup>3</sup>.
- Volumen total: 13.544 m<sup>3</sup>.

La necesidad teórica de oxígeno viene definido por las necesidades de la biomasa existente en el reactor, tanto para la degradación de la materia carbonácea como del proceso de nitrificación (asociado obviamente a la desnitrificación).

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
135246	Madrid 20/11/2008
V I S A D O	

Se ha tenido en cuenta a efectos de cálculo que con la retención contemplada existirá una demanda de oxígeno por la nitrificación del total del nitrógeno Kjeldahl existente. Dicha demanda de oxígeno depende de la cantidad de nitrógeno amoniacal que resulte nitrificado. Este porcentaje depende básicamente y entre otros parámetros de la edad del fango (tiempo de retención celular) y la temperatura.

Se ha supuesto un mecanismo de mezcla completa en cuanto a la configuración de la aireación dentro del reactor.

Como sistema de aireación se han escogido tres soplantes de émbolos rotativos con sus respectivos variadores de frecuencia, estando una de las unidades en reserva.


La posibilidad de regular las soplantes con variadores de frecuencia para provocar una difusión correcta del  $O_2$  hace que el sistema sea extremadamente flexible.

Las características mínimas principales de las soplantes escogidas son:

Potencia instalada del motor	160	KW
Presión diferencial de aire	0,583	Bar
Caudal suministrado unitario	5.802,0	Nm <sup>3</sup> /h

La red de distribución de aire a los reactores dispone de transmisores de presión y válvulas de mariposa manual para aislamiento de los distintos ramales. Las conducciones que transportan el aire hasta los reactores son en AISI 316.

Los difusores de burbuja fina serán de membrana e inatascables, recubiertos de un elastómero. Sus características han sido tenidas en cuenta en el anterior cálculo de las soplantes. La cantidad total de difusores necesaria, para los dos reactores a construir, es de 2.520 Uds.

 <p>COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS MADRID</p>	
Expediente	Fecha
135246	Madrid 20/11/2008
V I S A D O	

El principal parámetro que se debe controlar en este elemento es la concentración de oxígeno dentro del reactor biológico. Un control eficaz deberá mantener una concentración dentro del reactor en un rango entre 1,5 y 3,0 mg/l de oxígeno.

En la zona anóxica no deberá existir oxígeno disuelto. La medición de oxígeno en el reactor biológico se realizará mediante sendos equipos con un rango de medida de 0 a 20 mg O<sub>2</sub>/l, que proporcionen mediante una salida analógica un valor en continuo del oxígeno disuelto al autómata correspondiente para el control del funcionamiento de las soplantes.

Existirá también un medidor del potencial REDOX para un óptimo control del proceso de nitrificación – desnitrificación.

Como complemento a la agitación, se introducen dos aceleradores de corriente en cada reactor, de diámetro de hélice 2.000 mm y velocidad de giro de 56 rpm, para provocar la circulación del licor mixto y evitar su decantación. El régimen de revoluciones del propulsor debe ser bajo para evitar la rotura del flóculo.

Todos los equipos se han instalado de forma que sean fácilmente accesibles para realizar con comodidad las labores de inspección, limpieza y mantenimiento.

Se ha previsto una guarda hidráulica en las cubas de los reactores biológicos de 0,5 m para evitar salpicaduras.

Señalar en este punto que el vaciado de los reactores biológicos tendrá lugar mediante tubería en PVC liso de presión y DN400.

#### 5.8.2. ELIMINACIÓN DEL FÓSFORO POR VÍA QUÍMICA

A la arqueta de salida de cada reactor biológico se dosificará cloruro férrico para la eliminación de fósforo.

 <p>COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID</p>	
Expediente	Fecha
135246	Madrid 20/11/2008
<p>V I S A D O</p>	

El depósito de almacenamiento de reactivo dispuesto para este cometido tendrá capacidad para 10.000 litros, constando el sistema de dosificación de 1+1 bombas de membrana. Estas bombas dosificarán el coagulante a la arqueta de reparto anteriormente mencionada, siendo el rango unitario de dosificación de 2,3 a 23,0 l/h.


## 5.9. DECANTACIÓN SECUNDARIA

El caudal entrante al decantador secundario lo hace a través de tubería DN 500 en fundición dúctil.

Se propone una decantación secundaria de las siguientes características:

- Nº unidades de decantación: 2 ud.
- Diámetro unitario: 24 m.
- Altura de lámina de agua en muro perimetral: 3,0 m.
- Volumen total de decantación: 2.714,3 m<sup>3</sup>.
- Sistema de extracción de fangos: barredera.
- Diámetro de chapa deflectora: 2,8 m.
- Altura sumergida de chapa deflectora: 1,15 m.
- Tipo de puente: radial.
- Material del puente:
  - Partes sumergidas: AISI 304
  - Partes no sumergidas: acero al carbono chorreado, imprimación epoxi acabado en poliuretano (125 micras).

La purga de fangos se realiza desde la poceta central hacia donde vierten los lodos empujados por las rasquetas del puente móvil. En el pozo de recogida existirán paletas de espesamiento.

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
135246	Madrid 20/11/2008
V I S A D O	

La solera tendrá un acabado realizado con mortero especial de nivelación a base de resina epoxy o similar para conseguir eficacia en la decantación.

Se ha previsto la instalación de un deflector que impida el escape de flotantes.

Los canales periféricos de recogida del agua decantada serán exteriores, resultando el muro del vertedero vertical sin discontinuidades a lo largo de toda la altura del decantador.

La tubería de purga es un DN400 en fundición con mortero centrifugado, recogiendo los fangos decantados en una arqueta, en la cual se hallan sumergidas tanto las bombas de recirculación como las de purga de fangos en exceso.

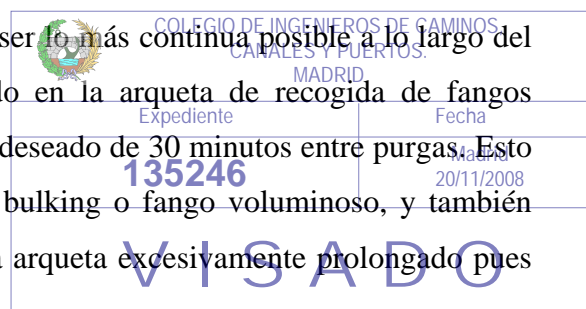
Los vaciados de los decantadores se ha previsto se realicen por gravedad mediante la misma tubería de purga de fangos hasta la cámara de llaves anexa al decantador donde haciendo uso del juego de válvulas allí instalado se enviarán a la red de vaciados de la planta mediante tubería PVC liso de presión y DN 200mm.

#### Fangos en exceso a espesamiento por gravedad:

Se purgarán en aproximadamente 9 horas al día los fangos que se generan en la decantación, con una concentración del 0,8 %, hacia el espesamiento por gravedad.

Se escoge un sistema de bombeo consistente en 1+1 bombas centrífugas sumergibles de caudal unitario 45,36 m<sup>3</sup>/h a 7,35 mca.

La secuencia de extracción de fangos deberá ser lo más continua posible a lo largo del día, para evitar que el fango quede retenido en la arqueta de recogida de fangos secundarios durante un periodo mayor que el deseado de 30 minutos entre purgas. Esto se debe a la posibilidad de aparición de un bulking o fango voluminoso, y también deberá evitarse un periodo de retención en la arqueta excesivamente prolongado pues



podría aparecer una desnitrificación de los nitratos formados que conduciría a la aparición de una boyancia de los fangos por arrastre de los mismos hacia la superficie.

La manipulación de los fangos en exceso se realizará mediante un sistema independiente del empleado para la recirculación, que cuenta con sus propios equipos de bombeo.

Para un adecuado control de los fangos en exceso se ha previsto la instalación de un caudalímetro electromagnético DN 65 en la tubería de impulsión que une la arqueta de fangos con el espesador de gravedad. Esta tubería tiene un diámetro DN 150 y está fabricada en fundición dúctil con mortero centrifugado.

#### Recirculación de fangos

Se recirculará hasta un caudal de lodos del 150 % a caudal medio y del 75 % a caudal máximo mediante tres bombas, una en reserva, situadas en la arqueta de fangos. La concentración de la recirculación será de 8.000 mg/l. El bombeo de recirculación estará formado por 2+1 bombas centrífugas sumergibles de caudal unitario 312,5 m<sup>3</sup>/h a 5,66 mca.

El bombeo de recirculación se podrá operar y controlar mediante un variador de frecuencia por bomba.

La recirculación se realiza en tubería DN 400 en fundición dúctil con mortero centrifugado, a reactor biológico.

Se ha previsto la instalación de un caudalímetro de fangos electromagnéticos de diámetro 250 mm en cada línea de recirculación.

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS, MADRID	
Expediente	Fecha
<b>135246</b>	Madrid 20/11/2008
<b>V I S A D O</b>	

### Sobrenadantes del decantador

Cada decantador está equipado con un sistema de recogida superficial de espumas y flotantes así como de una chapa deflectora que evita su salida con el efluente. La caja de recogida será sumergida y llevará su correspondiente válvula de aislamiento cuya posición será normalmente abierta y se cerrará en caso de que se produzca un problema con el bombeo de flotantes. .

Dichos flotantes serán enviados de forma habitual al concentrador de grasas, teniendo la posibilidad de enviarlos al espesador de fangos en ocasiones excepcionales. El bombeo se realizará mediante bombas centrífugas sumergibles situadas en una arqueta de flotantes anexa a la arqueta de fangos biológicos, cuya orden de funcionamiento viene regulada por el nivel de los flotantes en la arqueta. Se instalarán 1+1 bombas de caudal unitario 10,3 m<sup>3</sup>/h a 8,41 mca.

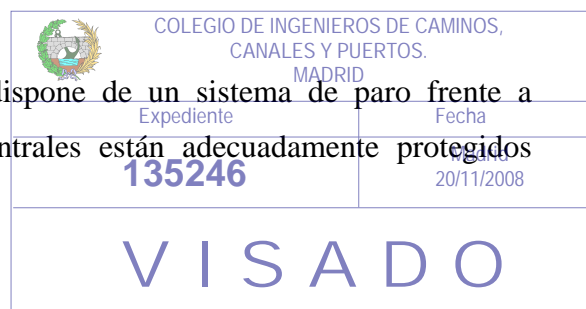
La tubería de impulsión de los flotantes de la decantación secundaria al desnatador será DN 80 en fundición dúctil con mortero centrifugado.

### Elementos complementarios

El vertedero será una chapa en la que se han practicado unas entalladuras de forma triangular con un ángulo en el vértice de 90°. Existirá una placa deflectora superficial anexa al vertedero para evitar el vertido de flotantes.

El puente será de estructura tubular construido en acero al carbono protegido (partes sumergidas del puente en AISI 304).

El carro móvil es fácilmente accesible y dispone de un sistema de paro frente a obstáculos. El colector y las escobillas centrales están adecuadamente protegidos contra viento y agua.





El agua de la decantación a la arqueta de salida es conducida mediante una tubería DN 600 en fundición dúctil con mortero centrifugado.

#### 5.10. MEDICIÓN DE CAUDAL DE AGUA TRATADA

Antes de la arqueta de salida se ha proyectado la medición de caudal de agua con caudalímetro electromagnético de diámetro DN 400mm en tubería de diámetro nominal DN 600.

Se han tomado las precauciones debidas en cuanto a distancias para evitar perturbaciones en la medida, esto es, 5 veces el diámetro de la tubería en el punto de medida antes del mismo, y 3 veces después.


#### 5.11. ESPESADOR DE GRAVEDAD.

Los fangos en exceso generados en el tratamiento biológico son purgados y bombeados a una unidad de espesamiento por gravedad, tal como se ha descrito anteriormente.

El espesador consiste en un depósito cilíndrico de fondo inclinado, que contiene un puente móvil del cual penden y son arrastradas unas rasquetas en celosía.

La función de la celosía es la de cortar el fango, evitando su estratificación y facilitando el escape del agua hacia la superficie, por donde será eliminada por el vertedero periférico.

Los fangos espesados son eliminados desde la poceta central hacia la arqueta de mezcla de fangos.

 <p>COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID</p>	
Expediente	Fecha
<b>135246</b>	Madrid 20/11/2008
<p><b>V I S A D O</b></p>	

El espesador está dimensionado para concentrar el fango desde una concentración media inicial de aproximadamente el 0,8 % hasta el 3,0 %, que es la concentración que se estima será alcanzada.

El sobrenadante de los espesadores se enviará a la red de vaciados de la planta mediante una tubería DN 100 en acero inoxidable AISI 316. Este caudal de sobrenadante se estima que es de 295,9 m<sup>3</sup>/día.

El espesador puede ser vaciado totalmente, si fuera necesario, para lo que dispondrá de la correspondiente válvula de compuerta de 200 mm de diámetro.


Se dispondrán conexiones para inyección de agua a presión en las tuberías de llegada y salida de fangos.

Todos los elementos metálicos sumergidos serán de acero inoxidable AISI 304. Las partes metálicas no sumergidas serán en acero al carbono chorreado con imprimación epoxy y acabado en poliuretano (125 micras) Las láminas rascadoras de fondo serán de neopreno..

En función de estos parámetros se ha diseñado el espesador cuyas características son:

- Diámetro interior: 11,5 m.
- Altura recta útil: 4,0 m.
- Resguardo 0,60 m.
- Volumen total: 444,7 m<sup>3</sup>.

Los fangos espesados, cuyo volumen será de 111,6 m<sup>3</sup> al día en la fase de diseño, serán dirigidos mediante tubería DN 150 en fundición dúctil con mortero centrifugado al bombeo a centrífugas.

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
<b>135246</b>	Madrid 20/11/2008
V I S A D O	

## 5.12. DESHIDRATACIÓN

### 5.12.1. BOMBEO DE FANGOS ESPESADOS.

El bombeo de fangos espesados se llevará a cabo mediante un grupo de 2 (+1 en reserva) bombas de tornillo helicoidal de caudal 9,7 m<sup>3</sup>/h a 3,75 mca.

Cada línea de impulsión de los fangos dispondrá de un caudalímetro electromagnético DN 50 por línea, que junto a los variadores de frecuencia permitirán la regulación de este bombeo según las condiciones de funcionamiento de la centrífuga.

La tubería de impulsión a cada centrífuga se ejecutará en DN 150 en fundición dúctil con mortero centrifugado

.

### 5.12.2. ACONDICIONAMIENTO DE FANGOS.


Para optimizar la deshidratación de los fangos espesados, se procede previamente a su acondicionamiento mediante la mezcla con el reactivo polielectrolito convenientemente diluido, que ejercerá de floculante.

Teniendo en cuenta que está previsto que el funcionamiento de la instalación de deshidratación se realice en 8 horas al día los 5 días de secado a la semana, el caudal máximo que dará el equipo preparador de polielectrolito será de 1.700,0 l/h.

Dado el volumen requerido de solución a preparar se ha adoptado un sistema de preparación en continuo, que requiere un menor mantenimiento, y un menor espacio.

El equipo de preparación de la solución en continuo consta de los siguientes elementos:

- Tolva de almacenaje del producto sólido de capacidad 60 l.

 <b>COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS MADRID</b>	
Expediente	Fecha
<b>135246</b>	20/11/2008
<b>V I S A D O</b>	

- Tornillo dosificador del reactivo en polvo construido en acero inoxidable AISI 304 L y llenado del depósito.
- Depósito de preparación dividido en tres compartimentos. El material del depósito y las tapas será de polipropileno.
- Dos electroagitadores en total de eje vertical en AISI 316L.

El polielectrolito se añade inmediatamente antes de la entrada al elemento de deshidratación.

El equipo de preparación se complementa con tres bombas dosificadoras de tornillo excéntrico (una de ellas en reserva), de capacidad unitaria 100-900 l/h, adecuada para alimentar al fango en las condiciones de caudal de polielectrolito máximo. La bomba dosificadora en activo se comandará mediante un variador de frecuencia, regulado según el caudal de fangos espesados a deshidratar.

Se tiene la posibilidad de preparar polielectrolito con agua potable, ya que es conocido que en ocasiones se presentan dificultades para su preparación con agua industrial.

### 5.12.3. SECADO DE FANGOS.

Se ha previsto en la fase de diseño un tiempo de secado de 8 horas al día y 5 días por semana, lo que dado un caudal de producción de fangos de 111,6 m<sup>3</sup>/día, supone un caudal nominal de fango a secado de 19,53 m<sup>3</sup>/hora.

Para ello se instalan dos deshidratadoras centrífugas preparadas para deshidratar hasta 10,0 m<sup>3</sup>/h, consiguiéndose una sequedad del fango de salida en torno al 22%.

Se ha previsto espacio para una deshidratadora centrífuga a futuro.

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
<b>135246</b>	Madrid 20/11/2008
V I S A D O	

#### 5.12.4. ALMACENAMIENTO Y VERTIDO DE FANGOS

La finalidad del almacenamiento de fangos es permitir la adecuación entre el ritmo de producción de fango y el de evacuación para su gestión final.

El almacenamiento del fango deshidratado se realizará en dos tolvas de la capacidad adecuada.

El volumen de fango deshidratado diariamente (considerando que se deshidrata todo el fango generado en 5 días a la semana) es de 15,2 m<sup>3</sup>/día, por lo que se instalan dos tolvas de 60 m<sup>3</sup> para albergar el fango de más de seis días de producción.

El suministro a la tolva se realiza mediante dos bombas helicoidales, con un caudal de 3,6 m<sup>3</sup>/hora a una presión de 12 bar con regulador de velocidad manual, adecuada para el bombeo de fangos deshidratados. La potencia instalada de la bomba es de 9,2 kW.

Se han previsto además un número adecuado de tomas de agua y de aire a presión para la limpieza del equipo una vez terminada la jornada.

La zona de evacuación de fangos se ha diseñado con amplitud y pendientes adecuadas para el acceso y trabajo de los camiones, estando previsto que su limpieza se realice mediante manguero, conduciéndose los escurridos y mangueros a la red de drenaje y vaciados.

 <p>COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID</p>	
Expediente	Fecha
<b>135246</b>	Madrid 20/11/2008
<b>V I S A D O</b>	

### 5.13. EQUIPOS ANEJOS

#### 5.13.1. RED DE VACIADOS

Todos los depósitos, cubas de reactores, canales y conducciones de que consta la depuradora, a excepción de los pozos de bombeo, dispondrán de una red de vaciados.

Los vaciados de todos los elementos son enviados por la conducción general de vaciados a cabecera de planta. Esta conducción general de vaciados se ejecutará en PVC liso de presión de 400 mm de diámetro.


Señalar la importancia de instalar válvulas de retención de clapeta en las conexiones con la red general de vaciados que no dispongan de válvulas de aislamiento para evitar el retorno de vaciados por estas derivaciones debido a la presión que aportan los reactores a la red. Se colocarán pues estas válvulas de retención en la conexión de los drenajes del edificio de deshidratación y las tolvas y en la conexión del saneamiento del edificio de control.

#### 5.13.2. SISTEMA DE DESODORIZACIÓN

Las instalaciones de pretratamiento y tratamiento de fangos se han alojado dentro de un edificio cerrado y desodorizado.

Además, el espesador de gravedad irá cubierto mediante una cubierta de resina de poliéster isoftálica de alta resistencia mecánica y fibra de vidrio de diferentes gramajes para impregnación de la resina, para evitar la propagación de olores, y contará también con aspiración hasta el sistema de desodorización. Asimismo el aire de la tolva será conducido al sistema de desodorización.

Se ha optado por instalar dos sistemas de desodorización basados en la adsorción por carbón activo. Uno de ellos desodorizará el edificio industrial de pretratamiento, con

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
<b>135246</b>	Madrid 20/11/2008

VISTADO

una capacidad de 20.000 m<sup>3</sup>/h, y el otro, con capacidad para 8.500 m<sup>3</sup>/h, tratará el aire viciado del edificio industrial de fangos, del espesador de gravedad y del interior de las tolvas de almacenamiento de fangos secos. Ambos se han dimensionado para contar al menos con 10 renovaciones de aire por hora.

El carbón seleccionado se ajusta muy bien a la composición de los gases resultantes de los procesos de una depuradora de aguas residuales urbanas, cuyos principales contaminantes son H<sub>2</sub>S, CH<sub>3</sub>SH, (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>S y (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>S<sub>2</sub>, con una concentración media de 10 mg/m<sup>3</sup>.

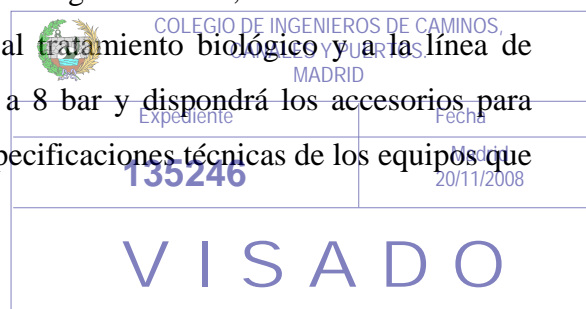
### 5.13.3. GRUPOS DE PRESIÓN.

Se dispone un grupo de agua a presión, para dar servicio a los sistemas automáticos de limpieza de los diferentes aparatos así como para limpieza en el edificio industrial y riego de las zonas ajardinadas, de las siguientes características:

Presión de impulsión	60	m.c.a.
Nº de electrobombas	1+1	ud
Caudal impulsado	30	m <sup>3</sup> /h
Capacidad calderín	900	litros
Potencia	7,5	KW

### 5.13.4. RED DE AIRE A PRESIÓN

Se han previsto dos compresores con todos los accesorios para la red general de aire a presión. Cada equipo se instalará en una de las márgenes del río, dando servicio uno de ellos a la línea de pretratamiento y el otro al tratamiento biológico y a la línea de fangos. Cada equipo suministrará 255 l/min a 8 bar y dispondrá los accesorios para refrigeración que pueden observarse en las especificaciones técnicas de los equipos que se incluyen en el presente proyecto.



## 6. LÍNEA PIEZOMÉTRICA. RELACIÓN DE CONDUCCIONES.

La línea piezométrica de la instalación, es la siguiente:

Cotas piezométricas	ACTUAL		FUTURO		
	Q medio	Q máximo	Q medio	Q máximo	
Cota de lámina en arqueta de entrada	627,31	627,49	627,34	627,56	m
Cota de lámina en pozo de gruesos:	626,95	627,13	627,28	627,50	m
Cota de lámina tras rejás	626,95	627,13	627,28	627,50	m
Cota de lámina en Cámara de Bombeo:	626,68	627,13	626,68	627,42	m
Cota media de lámina en reparto a desbaste:	633,70	633,97	633,71	634,01	m
Cota media de lámina en canal de desbaste previo a rejás	633,69	633,96	633,70	633,99	m
Cota media de lámina en canal desbaste previo a tamiz:	633,66	633,82	633,67	633,85	m
Cota media de lámina en canal de desbaste tras tamiz:	633,66	633,79	633,66	633,81	m
Cota media de lámina en entrada a desarenador	633,66	633,75	633,66	633,75	m
Cota de lámina en desarenador - desengrasador:	633,66	633,75	633,66	633,75	m
Cota de lámina en arqueta de salida desarenador:	632,38	632,57	632,57	632,77	m
Cota de lámina en arqueta de reparto a RB	642,16	642,19	642,16	642,19	m
Cota de lámina en reactores	642,16	642,19	642,16	642,19	m
Cota de lámina en arqueta salida de cada RB	639,40	639,61	639,40	639,61	m
Cota de lámina en decantador secundario	639,18	639,19	639,18	639,19	m
Cota de lámina media en canal de recogida Decantador Secundario:	638,94	639,04	638,94	639,04	m
Cota de lámina en arqueta de salida Decantador Secundario:	638,64	638,82	638,70	638,98	m
Cota de lámina en arqueta salida de planta	638,60	638,66	638,63	638,71	m
Cota de lámina en arqueta de salida tras el labio	638,08	638,15	638,12	638,21	m
Cota de lámina en fin colector	631,95	632,02	631,99	632,08	m

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
<b>135246</b>	Madrid 20/11/2008
V I S A D O	



Las características principales de las tuberías, son las siguientes:

#### LÍNEA DE AGUA

DESCRIPCIÓN	TIPO	Nº	DN	MATERIAL
Colector de entrada:	Gravedad	1	800	PVC
Colector por bomba	Presión	2	500	AISI 316
Conducción hasta arroyo	Gravedad	1	1200	HACA
Colector por bomba agua a RB	Presión	2	400	AISI 316
Conducción a reactores biológicos:	Presión	1	600	Fundición con mortero centrifugado
Conducción de RB a DS	Presión natural	2	500	Fundición con mortero centrifugado
Conducción de decantador 1 a decantador 2	Presión natural	1	400	Fundición con mortero centrifugado
Conducción común a medida de caudal y arqueta de salida	Presión natural	1	600	Fundición con mortero centrifugado
Conducción hasta arroyo	Gravedad	1	600	PVC

#### LÍNEA DE BY PASS

DESCRIPCIÓN	TIPO	Nº	DN	MATERIAL
By Pass general	Gravedad	1	1.200	PVC
By Pass a tratamiento biológico	Gravedad	1	1.200	PVC

#### LÍNEA DE FANGOS

DESCRIPCIÓN	TIPO	Nº	DN	MATERIAL
Colector de salida del Decantador	Presión	2	400	Fundición con mortero centrifugado
Conducción a arqueta de recirculación de fangos	Presión	2	400	Fundición con mortero centrifugado
Colector por bomba recirculación	Presión	3	300	AISI 316
Conducción a reactores biológicos:	Presión	2	400	Fundición con mortero centrifugado
Conducción a reactores biológicos:	Presión	2	400	AISI 316
Colector por bomba purga fangos secundarios	Presión	2	100	AISI 316
Conducción a espesador de gravedad	Presión	1	150	Fundición con mortero centrifugado
Colector por bomba a deshidratación	Presión	2	150	AISI 316
Conducción a Deshidratación	Presión	2	150	Fundición con mortero centrifugado
Colector hacia centrifugas	Presión	2	150	AISI 316
Colector por bomba	Presión	1	150	AISI 316
Conducción a Almacenamiento	Presión	1	150	AISI 316

VISADO

LÍNEA DE AIRE A DESARENADORES

DESCRIPCIÓN	TIPO	Nº	DN	MATERIAL
Colector por equipo	Presión	2	80	AISI 316
Conducción hasta los desarenadores	Presión	1	100	AISI 316
Colector a cada desarenador	Presión	2	80	AISI 316

LÍNEA DE AIRE A REACTORES BIOLÓGICOS

DESCRIPCIÓN	TIPO	Nº	DN	MATERIAL
Colector por equipo	Presión	2	300	AISI 316
Conducción hasta los reactores	Presión	2	300	AISI 316
Conducción hasta los reactores tras segunda parrilla	Presión	2	250	AISI 316
Colector a parrillas	Presión	2	250	AISI 316

LÍNEA DE VACIADOS

DESCRIPCIÓN	TIPO	Nº	DN	MATERIAL
Conducción salida vaciados de RB	Presión natural	2	400	PVC
Conducción salida vaciados de DS	Presión natural	2	200	PVC
Conducción salida vaciados de espesador	Presión natural	1	200	PVC
Conducción salida vaciados del desarenador	Presión natural	1	100	PVC
Conducción general vaciados hacia pozo de bombeo	Presión natural	1	400	PVC

LÍNEA DE SOBRENADANTES

DESCRIPCIÓN	TIPO	Nº	DN	MATERIAL
Salida de sobrenadantes de DS	Presión natural	2	100	AISI 316
Salida de sobrenadantes de espesador	Presión natural	1	100	AISI 316
Bombeo de sobrenadantes de DS a desnatador	Presión	1	80	PVC
Bombeo de sobrenadantes de DS a espesador	Presión	1	80	PVC



COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS.  
MADRID

Expediente	Fecha
<b>135246</b>	Madrid 20/11/2008
<b>V I S A D O</b>	

Las aguas negras generadas en la E.D.A.R. van a parar a cabecera a través de la red general de vaciados.

La red de aguas industriales será de PEAD y con un diámetro principal de  $\phi 110$  milímetros y PN 10.

La red de agua potable estará formada por tuberías de PEAD y diámetro  $\phi 40$  y  $\phi 63$  milímetros.

Las conducciones del sistema de tratamiento de olores serán de polipropileno.

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
<b>135246</b>	Madrid 20/11/2008
<b>V I S A D O</b>	

## 7. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

### 7.1. ACOMETIDA ELECTRICA DE LA E.D.A.R.

Se proyecta, calcula y presupuesta una instalación eléctrica completa en B.T. con suministro en M.T. a 20 KV, para satisfacer las necesidades del suministro eléctrico para la ampliación de la Estación Depuradora de Aguas Residuales (E.D.A.R.) de Almagro y Bolaños, ubicada en la provincia de Ciudad Real.

Debido al aumento de la potencia a instalar en la planta con respecto a la E.D.A.R. actualmente instalada, será necesario el cambio del transformador existente por otro, lo que significará la instalación de un nuevo Centro de Transformación en caseta prefabricada. Para ello será imprescindible la desmantelación del Centro de Transformación actual, la prolongación de la línea aérea de 20 kV desde el apoyo existente, y la instalación de un nuevo apoyo metálico de paso de línea aérea a subterránea, equipado con los correspondientes seccionadores y pararrayos autoválvulas, para enlazar con el nuevo Centro de Transformación (CT).

La acometida subterránea en media tensión discurrirá desde el punto de entronque hasta el CT mediante tres conductores unipolares de aluminio, tipo DHZ1 12/20 kV y sección 150 mm<sup>2</sup>.

Finalmente, se lleva a cabo la instalación de un Centro de Transformación consistente en transformador de 1.000 KVA, envolvente y cuadro de baja tensión. Este centro de transformación será capaz de dar servicio a las necesidades energéticas de la planta de depuración también tras la ampliación futura prevista.

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
<b>135246</b>	Madrid 20/11/2008
<b>V I S A D O</b>	

## 7.2. CÁLCULO DE LA POTENCIA DE TRANSFORMACIÓN NECESARIA

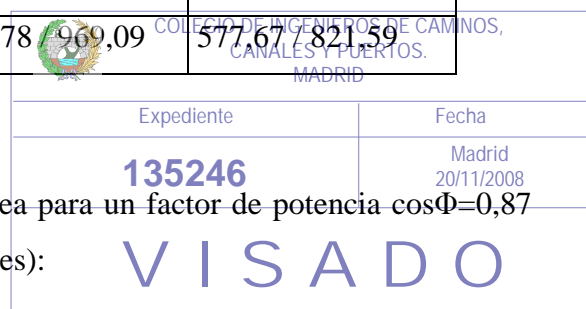
Del estudio y recuento de los motores y demás equipos eléctricos de la EDAR, se obtienen los valores de potencia instalada y consumida de los Cuadros que se relacionan más adelante y que, en resumen, nos dan las potencias totales.

Para obtener la potencia aparente necesaria se ha tomado como factor de potencia 0,87 por si fallara la batería de condensadores que se coloca para mejorar el factor de potencia de la instalación eléctrica.

A continuación se expresan las potencias instaladas y activas de los distintos cuadros en la fase actual y en la futura. Para el cálculo final se tendrán en cuenta las ampliaciones futuras:

	POTENCIA NOMINAL (KW) Actual / Futura	POTENCIA ELECTRICA (KW) Actual / Futura
CCM 1 - Pretratamiento	180,16 / 257,64	163,02/ 231,13
CCM 2 – Fangos y Soplantes	460,62 / 675,45	378,65 / 554,46
Cuadro Edificio Pretratamiento	10,5	10,5
Cuadro Edificio Deshidratación	6,5	6,5
Cuadro Centro Transformador	1,5	1,5
Cuadro Edificio Control	10,5	10,5
Cuadro Alumbrado Exterior	7,0	7,0
<b>TOTALES</b>	<b>676,78 / 969,09</b>	<b>577,67 / 821,59</b>

Por tanto, la potencia aparente total simultánea para un factor de potencia  $\cos\Phi=0,87$  (sin intervención de la batería de condensadores):



$S = \text{Potencia nominal sin reserva} / \text{factor de potencia} = 821,59 / 0,87 = 944,36$   
KVA.

Teniendo en cuenta que el coeficiente de simultaneidad de funcionamiento en la planta se puede considerar de 0,85, la potencia aparente total será:

$S = \text{Potencia aparente} * \text{coeficiente simultaneidad} = 944,36 * 0,85 = 802,71$   
KVA

Si se considera una reserva de un 20 %, la potencia aparente necesaria final calculada es:

$S = \text{Potencia aparente} * \text{reserva} = 802,71 * 1,20 = 963,25$  KVA.

Por tanto, se instalará un transformador de 1.000 KVA, con tensión en baja a 420 V, para el suministro eléctrico a la Estación Depuradora. Según los resultados de los cálculos predictivos de energía demandada por la planta tras la futura ampliación se concluye, en una primera valoración, que este centro de transformación también podrá prestar servicio de forma adecuada a la planta tras la ampliación futura prevista con más de un 20% de reserva.

### 7.3. CÁLCULO DEL EQUIPO DE CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA:

Los datos de partida para el cálculo son los siguientes:

- Potencia eléctrica total:  $P = 577,67$  kW.
- Factor de simultaneidad= 0,85.
- Potencia eléctrica consumida:  $P = 491,02$  kW.
- Factor de potencia inicial:  $\cos\Phi_1 = 0,87$ .
- Factor de potencia final:  $\cos\Phi_2 = 1,0$ .

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
<b>135246</b>	Madrid 20/11/2008
V I S A D O	

La potencia reactiva a suministrar por la batería de condensadores viene dada por la siguiente fórmula:

$$Q = P(tg\Phi_1 - tg\Phi_2)$$

Para los datos de salida arriba indicados y escogiendo la potencia eléctrica consumida, resulta una potencia reactiva necesaria igual a 280,95 kVAr, para la línea de tratamiento. Por tanto se concluye que la instalación de una batería de condensadores de 360 kVAr será suficiente, quedando una reserva del 28%, para satisfacer las necesidades de dicha instalación para alcanzar un factor de potencia igual a la unidad.

Dicha batería de condensadores está conectada al Cuadro General de Distribución instalado en la planta, y es fácilmente ampliable en escalones de potencia para cuando tenga lugar la ampliación prevista.

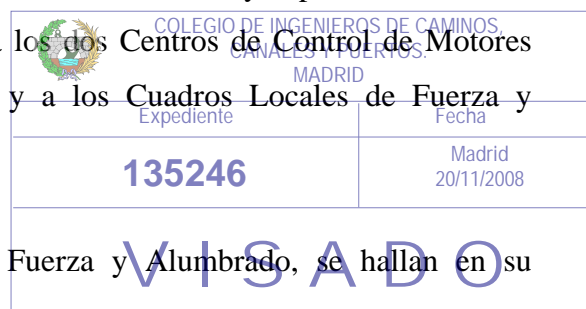
Debido a la elevada cantidad de equipos regulados por variador de frecuencia, de cara a proteger a la batería frente a los posibles daños causados por los armónicos, se le dota de un filtro contra los mismos.

Se equipa también el transformador con una batería de condensadores fija, para compensación del consumo propio de energía reactiva del transformador. Esta batería tendrá una capacidad de 50 kVAr.

#### 7.4. CÁLCULO DE CUADROS ELÉCTRICOS

En la sala de Cuadros Eléctricos del edificio de deshidratación y soplantes se sitúa el Cuadro General Eléctrico, el cual alimenta a los dos Centros de Control de Motores (CCM), al Cuadro de Alumbrado Exterior y a los Cuadros Locales de Fuerza y Alumbrado de los edificios.

Cada uno de los Cuadros Secundarios de Fuerza y Alumbrado, se hallan en su correspondiente edificio.




El Cuadro de Alumbrado Exterior se halla en el edificio de control, junto al Cuadro Local del mismo.

El CCM Pretratamiento está situado en el edificio de pretratamiento y alimenta a los equipos correspondientes a las siguientes etapas:

- Pozo de gruesos equipado con cuchara bivalva.
- Bombeo de agua bruta mediante bombas centrífugas sumergibles.
- Desbaste de sólidos gruesos mediante reja de limpieza automática.
- Desbaste de sólidos finos mediante tamiz de escalera autolimpiante.
- Desarenado - desengrasado.
- Clasificador de arenas de tornillo.
- Concentrador de grasas.
- Bombeo de agua pretratada a tratamiento biológico.
- Regulación del caudal a tratamiento biológico.
- Desodorización del edificio de pretratamiento.
- Red de aire industrial.

Por su parte, el CCM Biológico y Fangos se ubica junto al Cuadro General de Distribución en la sala eléctrica del edificio de deshidratación y soplantes, y da fuerza a los equipos asociados a:

- Reactor biológico.
- Eliminación química del fósforo.
- Decantación secundaria.
- Medida del caudal de agua tratada.
- Recirculación externa de fangos secundarios a cada reactor biológico.
- Bombeo de fangos en exceso a espesador de gravedad.
- Espesamiento por gravedad de los fangos biológicos.
- Bombeo de los fangos espesados a deshidratación.
- Deshidratación mecánica de fangos por medio de centrífugas.

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. C.I.C.P.	
Expediente	Fecha
135246	Madrid 20/11/2008
V I S A D O	



- Transporte mediante bomba helicoidal de los fangos deshidratados a almacenamiento.
- Almacenamiento de fangos deshidratados en tolva.
- Desodorización con eliminación de olores de la sala de deshidratación, espesador y tolvas.
- Red de aire industrial.
- Red de agua industrial.
- Red de drenajes y vaciados y conexión con cabecera de planta.

Estos CCM serán de ejecución fija, y se dimensiona, como el resto de los cuadros, con un 25 % de espacio libre para poder acoger las ampliaciones previstas.

El resto de los cuadros son también de ejecución fija.

Las características de todos los cuadros quedan perfectamente definidas en las Especificaciones Técnicas de los Equipos Eléctricos.

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
<b>135246</b>	Madrid 20/11/2008
<b>V I S A D O</b>	

## 8. INSTRUMENTACIÓN, AUTOMATISMO Y TELECONTROL

### 8.1. UBICACIÓN DE LA INSTRUMENTACIÓN

En base a las características de explotación de la Estación Depuradora y a las exigencias del Pliego Base, se han seleccionado como imprescindibles los equipos que se señalan a continuación:

#### LINEA DE AGUA

##### PREDESBASTE

Obra de llegada y pozo de gruesos

- 1 CAUDALIMETRO ELECTROMAGNÉTICO DE SECCIÓN PARCIAL DN 800

Pozo de bombeo

- 1 MEDIDOR ULTRASONICO DE NIVEL EN POZO  
5 BOYAS DE NIVEL

##### DESBASTE

- 6 BOYAS DE NIVEL EN CANALES DE DESBASTE

##### DESARENADO

- 2 BOYAS DE NIVEL PURGA DE GRASAS  
1 MEDIDOR ULTRASONICO DE NIVEL EN VERTEDERO

##### IMPULSION A TRATAMIENTO BIOLÓGICO

- 1 MEDIDOR DE PH  
1 MEDIDOR DE CONDUCTIVIDAD  
1 MEDIDOR DE TEMPERATURA

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
<b>135246</b>	Madrid 20/11/2008
V I S A D O	

5 BOYAS DE NIVEL

1 MEDIDOR ULTRASONICO DE NIVEL EN POZO

1 CAUDALIMETRO ELECTROMAGNÉTICO DN400

Sistema de desodorización

2 MEDIDORES DE PRESION DIFERENCIAL

TRATAMIENTO BIOLOGICO

Eliminación química del fósforo

1 MEDIDOR ULTRASONICO DE NIVEL EN DEPÓSITO

Producción de aire

2 CAUDALÍMETROS MÁSCOS DE AIRE

Instrumentación en balsas

2 MEDIDORES DE POTENCIAL REDOX ZONA ANOXICA

4 MEDIDORES DE OXÍGENO DISUELTO

Decantación secundaria

2 BOYAS DE NIVEL PURGA DE FLOTANTES

Bombeo de flotantes

4 BOYAS DE NIVEL POZO DE FLOTANTESS

Medida de caudal tratado

1 CAUDALIMETRO ELECTROMAGNÉTICO DN 400

LINEA DE FANGOS

Recirculación de fangos

2 BOYAS DE NIVEL

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
<b>135246</b>	Madrid 20/11/2008
<h1>V I S A D O</h1>	

## 2 CAUDALIMETROS ELECTROMAGNÉTICOS DN 250

Purga de fangos

## 5 BOYAS DE NIVEL

## 1 CAUDALIMETRO ELECTROMAGNÉTICO DN 100

Espesamiento de fangos

## 1 BOYA DE NIVEL PURGA DE FLOTANTES

Acondicionamiento químico de fangos

## 2 ROTÁMETROS DE DILUCIÓN DE REACTIVO

Bombeo de fangos espesados a deshidratación

## 2 CAUDALIMETROS ELECTROMAGNÉTICOS DN 65

Almacenamiento del fangos

## 2 BOYAS DE NIVEL

## 2 MEDIDORES DE PRESION HIDROSTATICA EN TOLVA

### SERVICIOS AUXILIARES

Sistema de desodorización

## 2 MEDIDORES DE PRESION DIFERENCIAL

Además, se ha dotado de manómetros a todas las bombas de fangos así como a las bombas centrífugas secas y a las sumergidas de potencia superior a 3.0 CV.

### 8.2. ANÁLISIS DE LA INSTALACIÓN DE CONTROL PARTICULAR PROPUESTA

A continuación se justifica la solución particular propuesta para la remodelación de la Estación Depuradora de Aguas Residuales de Almagro - Bolaños (Ciudad Real).

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
135246	Madrid 20/11/2008
	

Esta especificación cubre los requerimientos mínimos para el sistema de automatización, control y visualización de la planta que estará formado básicamente por un controlador lógico programable (PLC) y un equipo de supervisión y control.

- Un controlador lógico programable (PLC) junto a cada Centro de Control de Motores (CCM) presente en la planta, y otro PLC para la gestión de las señales del sinóptico.
- Un equipo de supervisión para control y gestión del sistema, compuesto por dos PC y un software (SCADA) programado para ello.
- Un terminal de visualización a pie de cada Centro de Control de Motores.
- Un cuadro sinóptico, que dispondrá de lámparas indicadoras del estado de funcionamiento de los motores. Así mismo, dispondrá de indicadores de instrumentación.
- El bus de sistema escogido para la comunicación entre el Centro de Control y los autómatas programables es el Industrial Ethernet.

Cada PLC recibirá las entradas (analógicas y discretas) actuando sobre las salidas (analógicas y discretas) de la forma programada por el usuario. El sistema de supervisión recogerá las señales de los PLC adjuntos a los CCM para su representación gráfica según diseño esquemático del proceso y permitirá al operador actuar sobre el sistema.

A continuación se pasa a justificar y describir los elementos escogidos.

#### 8.2.1. EQUIPO DE SUPERVISIÓN

El centro de control estará dotado al menos de los siguientes componentes:

- Dos ordenadores conmutables utilizables indistintamente para control del sistema y gestión del mismo.

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
135246	Madrid 20/11/2008
<b>V I S A D O</b>	

- Unidad de suministro autónomo de energía, libre de parásitos, que permita funcionar a todo el equipo del centro de control durante al menos 30 minutos.
- Dos puestos de trabajo, equipados con: monitor en color, teclado, ratón e impresora matricial.
- Todo el equipamiento necesario para facilitar la comunicación entre los distintos componentes de la instalación.

### 8.2.2. CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE.

Cada PLC incorpora las tarjetas de entrada y salida, tanto digitales como analógicas, precisas para las tareas a realizar, más las tarjetas de reserva que se han considerado oportunas, un 25 % a las estimadas como necesarias.

Los autómatas de proceso instalados en esta planta realizan básicamente las siguientes tareas:

- Recepción de información del estado (funcionando, parada sin incidencia, parada por disparo de protecciones...) y modo de funcionamiento (manual o automático) de cada máquina.
- Arranque y parada automáticos de máquinas, de acuerdo a las lógicas programadas.
- Comunicación e intercambio de información y órdenes con los PC de supervisión.

El PLC adjunto al CCM Pretratamiento permitirá el funcionamiento automático de los procesos que a continuación se enumeran:

- Bombeo de agua bruta mediante bombas centrífugas sumergibles.
- Desbaste de sólidos gruesos mediante reja de limpieza automática.
- Desbaste de sólidos finos mediante tamiz de escalera autolimpiante.
- Desarenado - desengrasado.
- Clasificador de arenas de tornillo.

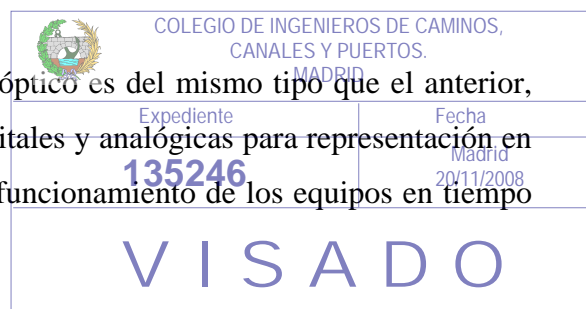


- Concentrador de grasas.
- Bombeo de agua pretratada a tratamiento biológico.
- Regulación del caudal a tratamiento biológico.
- Desodorización del edificio de pretratamiento.
- Red de aire industrial.

Y el PLC que controla el CCM Biológico y Fangos permitirá la automatización de los siguientes procesos:

- Reactor biológico.
- Eliminación química del fósforo.
- Decantación secundaria.
- Bombeo de flotantes
- Medida del caudal de agua tratada.
- Recirculación externa de fangos secundarios a cada reactor biológico.
- Bombeo de fangos en exceso a espesador de gravedad.
- Espesamiento por gravedad de los fangos biológicos.
- Bombeo de los fangos espesados a deshidratación.
- Deshidratación mecánica de fangos por medio de centrífugas.
- Transporte mediante bomba helicoidal de los fangos deshidratados a almacenamiento.
- Almacenamiento de fangos deshidratados en tolva.
- Desodorización con eliminación de olores de la sala de deshidratación, espesador y tolvas.
- Red de aire industrial.
- Red de agua industrial.

Por último, el PLC de control del cuadro sinóptico es del mismo tipo que el anterior, aunque está dotado únicamente de salidas digitales y analógicas para representación en el cuadro sinóptico de la planta el estado de funcionamiento de los equipos en tiempo real.



Cada PLC irá instalado en un cuadro independiente, con puertas transparentes para la posible visualización de los led's del PLC. Este cuadro incorporará los siguientes elementos:

- Un interruptor automático magnetotérmico tetrapolar con dispositivo adicional de protección diferencial.
- Interruptores automáticos magnetotérmicos de una fase más neutro a la salida del anterior, para protección de los circuitos del transformador de aislamiento, la resistencia de caldeo, la iluminación interior del cuadro, la toma de corriente...
- Un transformador de aislamiento monofásico, con relación 380/220 V.
- Interruptores automáticos magnetotérmicos bifásicos a la salida del anterior, para protección de los circuitos de las fuentes de alimentación.
- Una fuente de alimentación estabilizada, de 220 Vca / 24 Vcc.
- Interruptores automáticos magnetotérmicos unipolares a la salida del anterior, para alimentación de las tarjetas de entradas y salidas del PLC.
- En el caso de los PLC de proceso, tantos relés auxiliares con bobina a 24 V como salidas digitales destinadas a la maniobra de contactores, interruptores motorizados, ...

### 8.2.3. TERMINAL DE VISUALIZACIÓN

Además se disponen dos interfaces de operación, una por Centro de Control de Motores. Cada interfaz se basa en el sistema operativo Windows en base a un microprocesador del tipo INTEL, y dispone de una pantalla táctil TFT de 12" para la representación gráfica del proceso y su interacción con el operador. Incluso está dotada de sendos puertos USB para la conexión de ratones, teclados o dispositivos adicionales.

COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, DE BOLAÑOS Y ALMAGRO MADRID	
Expediente	Fecha
<b>135246</b>	Madrid 20/11/2008
<b>V I S A D O</b>	




#### 8.2.4. CUADRO SINÓPTICO

El cuadro sinóptico tiene como fin representar el estado de todas las máquinas, instrumentaciones, etc... mediante los correspondientes leds (salidas digitales) y displays (salidas analógicas). Todas las máquinas, válvulas, depósitos... de la instalación quedarán representados en el cuadro sinóptico, así como las redes de tuberías de unión entre unos y otros. El cableado estará realizado mediante mangueras múltiples independientes por cada elemento, conectadas a distribuidores de conexión.

La señalización óptica será mediante cartuchos enchufables a la retícula por su parte trasera, con diodos led. Sobre el símbolo de las máquinas equipadas con motor de un solo sentido de giro aparecerá un piloto que con motor parado sin incidencia, estará apagado, con motor en funcionamiento normal estará encendido de forma permanente, y en caso de disparo de las protecciones del motor quedará encendido en intermitencia hasta la desaparición de la avería.

Por otra parte, junto al símbolo de las máquinas equipadas con motor de doble sentido de giro aparecerán dos pilotos. Con la máquina totalmente abierta, estará encendido de forma permanente el primero y apagado el segundo, y viceversa. Si el elemento es susceptible en funcionamiento normal de quedar en posiciones intermedias, ambos pilotos estarán apagados en tanto no se alcance uno de los límites. En caso de disparo de las protecciones del motor, ambos pilotos quedarán encendidos en intermitencia hasta la desaparición de la avería.

El cuadro sinóptico propuesto estará construido en policarbonato termoestable, con unas dimensiones de 3.200 x 1.400 mm, y estará equipado con leds y un Cuadro de Control integrado para señalización de las variables medidas en indicadores digitales. El resto de sus características se encuentran detalladas en las Especificaciones Técnicas.

 COLEGIO DE INGENIEROS DE OBRAS CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
<b>135246</b>	Madrid 20/11/2008
<b>V I S A D O</b>	

#### 8.2.5. BUS DE COMUNICACIONES INDUSTRIAL ETHERNET

Es el bus de sistema utilizado para la comunicación entre el Centro de Control y los autómatas. Este bus está basado en la norma IEEE 802.3, y funciona con una velocidad de transmisión de 10 Mbps, presentando la posibilidad de conectarse a una elevada cantidad de estaciones, si esto fuera necesario.

Como soporte físico se utiliza cable de fibra óptica.

#### 8.2.6. BUS DE COMUNICACIONES PROFIBUS DP

Es el bus de campo escogido para esta instalación, y que se ejecuta a través de cable de par trenzado. Se trata del bus de campo estándar para comunicar con las E/S descentralizadas. Todos los aparatos de campo están conectados a través de este bus.

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
<b>135246</b>	Madrid 20/11/2008
<b>V I S A D O</b>	

## 9. CALCULOS ESTRUCTURALES

### Materiales de obra civil

En cuanto a los **hormigones** se ejecutarán según lo prescrito en la Instrucción de Hormigón Estructural, (EHE).

En base a esto se considera que los distintos recintos que deben albergar agua se encuentran en la CLASE GENERAL DE EXPOSICIÓN IV, CLASE ESPECÍFICA DE EXPOSICIÓN Qb y como consecuencia deben cumplirse los siguientes requisitos:

- la relación máxima agua/cemento debe ser de 0,50.
- el contenido mínimo en cemento debe ser 350 kg/m<sup>3</sup>
- los recubrimientos mínimos serán de 45 mm.
- el hormigón a emplear tendrá una resistencia mínima de 30 N/mm<sup>2</sup>.

Por otra parte y a efectos de valores máximos de abertura de **fisuración**, para elementos de hormigón armado con CLASE ESPECÍFICA DE EXPOSICIÓN Qb se admitirá una **máxima abertura de fisura de 0,1 mm**.

El hormigón empleado en la ejecución de vigas, pilares y losas que no tengan contacto con el agua a tratar es el denominado HA-25/B/20/IIa, y como consecuencia debe cumplir los siguientes requisitos:

- la relación máxima agua/cemento debe ser de 0,60
- el contenido mínimo en cemento debe ser 275 kg/m<sup>3</sup>
- los recubrimientos mínimos serán de 35 mm.
- el hormigón a emplear tendrá una resistencia mínima de 25 N/mm<sup>2</sup>.

**Las armaduras pasivas** para el hormigón serán de acero y estarán constituidas por barras corrugadas o mallas electrosoldadas.

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
<b>135246</b>	Madrid 20/11/2008

VISADO

Los diámetros nominales de las barras corrugadas se ajustarán a la serie siguiente:

10 – 12 – 16 – 20 – 25 – 32 y 40 milímetros. En los cercos se podrán emplear también los diámetros de 8 y 10 milímetros.

La barra corrugada empleada en el presente proyecto es la B 500 S. Por tanto las características mínimas garantizadas deben ser:

Clase de acero: soldable.

Límite elástico: no menor de  $500 \text{ N/mm}^2$ .


Carga unitaria de rotura:  $550 \text{ N/mm}^2$ .

Alargamiento de rotura: 12 %

### **Modelos de cálculo adoptados:**

Según las dimensiones y la relación Altura/Longitud del muro, este se calcula según los siguientes modelos:

- Ménsula empotrada en cimentación para relaciones H/L menores a 0,3. Los esfuerzos se deducen de la aplicación de los conocimientos derivados de los métodos clásicos de la resistencia de materiales.
- Placas rectangulares triempotradas y libre en el cuarto contorno. Los esfuerzos se calculan siguiendo las indicaciones de Jiménez Montoya apoyándose en tablas deducidas de diferentes métodos simplificados.
- Para el cálculo de los depósitos de planta circular se considera la pared como una lámina cilíndrica de revolución sometida a la presión hidrostática. Al existir simetría respecto del eje del cilindro, tanto de la lámina como de la carga, el problema se simplifica bastante.

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS MADRID	
Expediente	Fecha
<b>135246</b>	Madrid 20/11/2008
V I S A D O	

## 10. DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA

El presente trabajo de “Proyecto de ampliación de la E.D.A.R. de Bolaños y Almagro”, constituye una obra completa de conformidad con lo previsto en el Art. 125.1 RGLCAP.

 <p>COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID</p>	
Expediente	Fecha
<b>135246</b>	Madrid 20/11/2008
V I S A D O	

## 11. DOCUMENTOS DE QUE CONSTA EL PRESENTE PROYECTO

### DOCUMENTO I: MEMORIA Y ANEJOS

#### MEMORIA

#### ANEJOS

1. Datos de diseño y resultados a obtener.
2. Topografía. Bases de replanteo
3. Geología y geotecnia
4. Reportaje fotográfico
5. Resumen de variables principales. Diagramas de proceso.
6. Dimensionamiento del proceso
7. Cálculos estructurales
8. Cálculos hidráulicos
9. Cálculos eléctricos
10. Instrumentación, automatismos y telecontrol
11. Urbanización y edificación
12. Plan de obra
13. Justificación de precios
14. Estudio de explotación, conservación y mantenimiento
15. Expropiaciones
16. Servicios afectados
17. Procedimiento constructivo. Interferencias con la planta actual
18. Presupuesto para conocimiento de la Administración
19. Estudio de seguridad y salud
20. Estudio de impacto ambiental

### DOCUMENTO II: PLANOS

### DOCUMENTO III: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

 <p>COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID</p>	
Expediente	Fecha
<b>135246</b>	Madrid 20/11/2008
V I S A D O	

Pliego de Prescripciones Técnicas de Obra Civil  
Especificaciones Técnicas Particulares de Equipos Electromecánicos,  
Automatización y Control

## DOCUMENTO IV: PRESUPUESTO DE LAS OBRAS

Mediciones

Cuadro de Precios Nº 1

Cuadro de Precios Nº 2

Presupuestos Parciales

Presupuestos Generales

 <p>COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID</p>	
Expediente	Fecha
<b>135246</b>	Madrid 20/11/2008
<b>V I S A D O</b>	

## 12. RESUMEN DE PRESUPUESTOS

Según se desprende del Documento nº IV los presupuestos para el presente Proyecto resultan ser los siguientes:

<b>E.D.A.R. DE BOLAÑOS Y ALMAGRO.....</b>	<b>3.935.140,28 €</b>
OBRA CIVIL .....	2.008.759,83 €
EQUIPOS MECÁNICOS .....	1.046.689,40 €
EQUIPOS ELÉCTRICOS.....	437.667,91 €
INSTRUMENTACIÓN, CONTROL Y AUTOMATISMOS .....	137.154,52 €
EXPLOTACIÓN Y MANTENIMIENTO .....	250.414,39 €
SEGURIDAD Y SALUD .....	54.454,23 €

**TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL.....3.935.140,28 €**

13,00% Gastos generales .....	511.568,24 €
6,00% Beneficio industrial.....	236.108,42 €
SUMA DE G.G. y B.I.....	747.676,66 €

16,00% I.V.A. ....749.250,71 €

**TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA .....5.432.067,65 €**

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de CINCO MILLONES CUATROCIENTOS TREINTA Y DOS MIL SESENTA Y SIETE EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS.

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
<b>135246</b>	Madrid 20/11/2008
V I S A D O	



### 13. PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL .....3.935.140,28 €

TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA .....5.432.067,65 €

TOTAL EXPROPIACIONES .....24.348,80 €

**TOTAL PRESUPUESTO CONOC. ADMINISTRACIÓN .....5.456.416,45 €**

Asciende el presupuesto para conocimiento de la Administración a la expresada cantidad de CINCO MILLONES CUATROCIENTOS CINCUENTA Y SEIS MIL CUATROCIENTOS DIECISEIS EUROS CON CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS.

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
<b>135246</b>	Madrid 20/11/2008
<b>V I S A D O</b>	

## 14. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

Conforme se indica en la Orden del Ministerio de Hacienda de 27 de Marzo de 1968, BOE de 24 de Julio de 1991, se asegura la siguiente clasificación conforme al artículo 289 del Reglamento General de Contratación:

GRUPO K: Especiales

SUBGRUPO 8: Estaciones de tratamiento de aguas

CATEGORÍA: E.

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
<b>135246</b>	Madrid 20/11/2008
<b>V I S A D O</b>	

## 15. REVISIÓN DE PRECIOS

Se propone como fórmula de revisión de precios el tipo nº 9 de las comprendidas en el anexo del Decreto 3.650/1970 de 19 de Diciembre:

$$K_t = 0,33 \cdot \frac{H_t}{H_0} + 0,16 \cdot \frac{E_t}{E_0} + 0,20 \cdot \frac{C_t}{C_0} + 0,16 \cdot \frac{S_t}{S_0} + 0,15$$

donde:

- $K_t$  Coeficiente de revisión de precios.
- $H_t$  Índice de precios de mano de obra en el momento de la ejecución.
- $H_0$  Índice de precios de mano de obra a la fecha de la licitación.
- $E_t$  Índice de precios de la energía en el momento de la ejecución.
- $E_0$  Índice de precios de la energía a la fecha de la licitación.
- $C_t$  Índice de precios de los conglomerantes hidráulicos en el momento de la ejecución.
- $C_0$  Índice de precios de los conglomerantes hidráulicos a la fecha de la licitación.
- $S_t$  Índice de precios de los materiales metálicos en el momento de la ejecución.
- $S_0$  Índice de precios de los materiales metálicos a la fecha de la licitación.

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
<b>135246</b>	Madrid 20/11/2008
V I S A D O	

## 16. PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

El desarrollo de la redacción del proyecto, ejecución de las obras y pruebas de funcionamiento se puede consultar en el Anejo 12 “Plan de obra”. Este periodo de construcción es de 16 MESES.

Se considera un período de garantía de DOS (2) AÑOS contado a partir de la recepción de la obra, siempre y cuando la obra se halle en explotación.

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID	
Expediente	Fecha
<b>135246</b>	Madrid 20/11/2008
<b>V I S A D O</b>	

## 17. CONCLUSIÓN

Considerando que el presente Proyecto está correctamente redactado y que contiene cuantos documentos y requisitos establece el vigente Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, se propone su aprobación por el órgano de contratación.

Mérida, marzo de 2008

Ingeniero director del proyecto

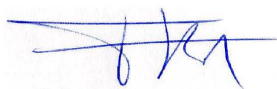


Ingeniero de caminos, canales y puertos

Rafael Barbero Palomero

Nº colegiado 12.352

VºBº del director técnico



Ingeniero de caminos, canales y puertos

Francisco Pastor Payá

Nº colegiado 6.457

Ingeniero autor del proyecto



Ingeniero de caminos, canales y puertos

Pablo Hernández Lehmann

Nº colegiado 18.774

Conforme del contratista



Ingeniero de caminos, canales y puertos

Jose Ramón Fraga Rivas

Nº colegiado 9.811

 <b>COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. MADRID</b>	
Expediente	Fecha
<b>135246</b>	Madrid 20/11/2008
V I S A D O	