

PROYECTO LIQUIDACIÓN PARCIAL E.D.A.R. MALLÉN

1.1.- MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1.1.- ANTECEDENTES

Fecha de Licitación:	11 de abril de 2003
Presupuesto de licitación:	3.436.695,69 €
Contratista:	ELECNOR, S.A.
Fecha de adjudicación definitiva:	18 de junio de 2003
Presupuesto de adjudicación:	3.183.098,66
Coefficiente de adjudicación:	0,9075
Fecha de formalización del contrato:	24 de julio de 2003
Fecha del acta de Comprobación del replanteo:	10 de mayo de 2005
Plazo parcial de construcción y puesta en marcha:	2 meses redacción proyecto + 16 meses ejecución obras + 3 meses prórroga
Fecha de recepción parcial de las obras:	10 de marzo de 2006
Fecha de acta de inicio del periodo de explotación:	16 de febrero de 2006
Director de las obras:	Ana Montero García

1.1.2.- EXPOSICIÓN

Las obras del “Proyecto, construcción y funcionamiento inicial de la E.D.A.R. de Mallen (Zaragoza)” fueron adjudicadas definitivamente a la empresa ELECNOR, S.A. en la cantidad de 3.183.098,66 €, dando comienzo el 10 de mayo de 2005.

Las obras se desarrollaron con normalidad y fueron recibidas provisionalmente el día 10 de marzo de 2006. Procede pues, a partir de dicha fecha, la redacción de la Liquidación parcial de las mismas.

1.1.3.- DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

1.1.3.1. DESCRIPCIÓN DE UNIDADES DE PROCESO

Dadas las características requeridas en la planta a diseñar se ha considerado que la estación depuradora de aguas residuales objeto del presente proyecto debe tener las siguientes unidades de proceso:

Aliviaderos previos a los colectores de conexión Prolongación de los colectores I y II Estación de bombeo de aguas residuales

- Arqueta de entrada
- Extracción de gruesos mediante cuchara bivalva en pozo de gruesos.
- Pozo de bombeo

Línea de by-pass general diseñado para el caudal máximo de entrada Estación Depuradora

Línea de agua

- Tamizado/Desbaste.
- Desarenado-desengrasado, con clasificado de arenas y concentración de grasas.
- Medición de caudal y aliviado de excesos
- Línea de by-pass previo al biológico diseñado para 3*Qm
- Aireación prolongada en reactor biológico. Dos líneas
- Decantación secundaria. Dos líneas
- Medida de caudal de agua tratada
- Fuente de presentación

- Vertido al cauce

Línea de fangos:

- Recirculación de fangos a la entrada del reactor biológico.
- Extracción de los fangos en exceso y bombeo al espesador.
- Espesado de fangos por gravedad.
- Deshidratación de fangos. Dos líneas
- Almacenamiento de fangos deshidratados.

Elementos auxiliares:

- Red de drenajes y vaciados y su bombeo a cabecera
- Instrumentación.
- Edificio industrial incluyendo deshidratación, desbaste y residuos del desarenado.
- Desodorización del edificio industrial por absorción con carbón activo con conexión al espesador y a la tolva de fangos.
- Acometida eléctrica exterior en media tensión mediante línea aérea, e instalación interior en baja tensión.
- Acometida de agua potable.
- Doble línea de agua (potable e industrial) en los puntos de limpieza de equipos y contenedores, así como para la alimentación del equipo de polielectrolito y el agua de dilución.
- Urbanización de la parcela.
- Edificio de control.
- Equipamiento de laboratorio según establecía el Anejo 3 del PPT del Pliego de Bases de la Licitación.
- Instalación de aire comprimido en el taller.
- Instalación de riego por aspersión sectorizado y automatizado, con posibilidad de utilizar agua depurada o potable.
- Instalación telefónica, con centralita y teléfono inalámbrico.
- Portero automático en la puerta de acceso a la EDAR.
- Instalación de agua caliente en duchas y lavabos.
- Instalación de lavadora y secadora automática en vestuarios.
- Instalación de climatización (calor, frío) en el edificio de control.
- Mobiliario de todas las dependencias del edificio de control.
- Instalación de accesos adecuados (plataformas, escaleras, barandillas...) a todos los equipos electromecánicos para poder realizar las labores de mantenimiento y reparación.
- Medios de elevación y transporte necesarios para las operaciones de mantenimiento y reparación de los elementos electromecánicos.
- Elementos de seguridad y salud en toda la planta.

1.1.3.2. DIMENSIONADO DE COLECTORES

Anteriormente a la construcción de la EDAR de Mallén el vertido de Mallén se realizaba a través de dos colectores que desaguaban directamente al río Huecha. De ellos, el colector denominado Colector I, llevaba la mayor parte del caudal. El colector denominado Colector II, transportaba hoy poco caudal, pero se prevé que la expansión urbanística incremente éste notablemente.

Dado que es necesario que ambos colectores crucen el río, se ha optado por reunirlos en un solo punto, y cruzar el río con un solo colector, para lo que se han prolongado ambos colectores hasta el punto de conexión previsto. La solución se completa con una estación de impulsión, con una conducción hasta la planta de tratamiento de 368 m.

Previamente a la conexión, se han ejecutado sendos aliviaderos, que se conectan a los emisarios existentes.

1.1.3.2.1. COLECTOR 1

Colector que discurre paralelo a la Carretera Local, construido en hormigón y un diámetro de 60 Cm. Recoge los caudales de la mayoría de la población. La cota de fondo del último pozo de registro antes de su vertido al río Huecha, a la altura del parque de San Sebastián (pero al otro lado de la carretera) es de 2,45 m por debajo del suelo. La cota absoluta del fondo del citado pozo es la 251,44 m.

Los caudales a vehicular de este colector, son los siguientes:

	Qmin:	Qm:	Qmax:	
Caudales a vehicular	11,3	18,8	56,3	l/s

Con una pendiente media del colector de 5 m/km, el caudal a sección llena del mismo es de 433,1 l/s. Será preciso aliviar el exceso sobre el caudal máximo de diseño.

Se ha acometido en el último pozo de registro previo a su vertido y el colector interceptor es de hormigón armado.

La solución adoptada para el Colector 1 se describe a continuación.

Tramo Pozo de Registro – Aliviadero de pluviales:

Material:	Hormigón Armado
Diámetro:	60 Cm
Pendiente media:	5 m/km
Longitud:	2 m
Cota de clave en pozo:	251,44 m
Cota de clave en Aliviadero:	251,43 m

Aliviadero de pluviales (Canal Lateral):

Altura de labio adoptado:	0,15	m
Caudal a aliviar (Q):	0,38	m ³ /s
Carga sobre el umbral (h):	0,561	m
Pendiente del canal:	1,8	m/km
Coefficiente de vertedero (μ):	0,62	

Ce	0,98	
Coef. Seguridad (y):	1,5	
Longitud vertedero calculada:	3,57m	
Longitud de vertedero adoptada:	4,00m	
Diámetro de colector de salida:	400 mm	
Diámetro colector de aliviado:	600 mm	

Tramo Aliviadero de Pluviales – Estación de bombeo

Material:	Hormigón Armado
Diámetro:	40 Cm
Pendiente media:	22 m/km - 5 m/km
Longitud:	50 m - 180 m
Cota de clave en Aliviadero:	251,31 m
Cota de clave en Arqueta:	249,30 m

Colector de aliviado hasta el río

Material:	Hormigón Armado
Diámetro:	60 Cm
Pendiente media:	5 m/km
Longitud:	40 m
Cota de clave en Aliviadero:	251,11 m
Cota de clave en Arqueta:	250,91 m

1.1.3.2. COLECTOR 2

Colector que discurre paralelo a la Carretera Nacional 232, construido en hormigón y un diámetro de 40 Cm. Recoge los caudales de una pequeña parte de la población y de una serie de industrias (Conservas Martínez).

Presenta la dificultad de discurrir a mucha profundidad (clave 4 m por debajo del terreno), lo que seguramente produce que se inunde en los momentos de crecida del río. En el momento de su inspección se observó una capa de sedimentos en su fondo que corroboran esta hipótesis.

Los caudales a vehicular de este colector, son los siguientes:

	Qmin:	Qm:	Qmax:	
Caudales a vehicular	1,3	2,1	6,3	l/s

Con una pendiente media del colector de 5 m/km, el caudal a sección llena del mismo es de 148,3 l/s. Será preciso aliviar el exceso sobre el caudal máximo de diseño.

Se ha acometido en el último pozo de registro previo a su vertido al río Huecha, estando este pozo situado en las proximidades de la Estación de Bombeo. El colector interceptor es de hormigón armado. La cota absoluta del fondo del citado pozo es la 247,71 m.

La solución adoptada para el Colector 2 se describe a continuación:

Tramo Pozo de Registro – Aliviadero de pluviales:

Material:	Hormigón Armado
Diámetro:	40 Cm
Pendiente media:	5 m/km
Longitud:	2 m
Cota de clave en pozo:	247,71 m

Cota de clave en Aliviadero:	247,70 m
------------------------------	----------

Aliviadero de pluviales:

Altura de labio adoptado:	0,05	m
Caudal a aliviar (Q):	0,14	m ³ /s
Carga sobre el umbral (h):	0,466	m
Pendiente del canal:	1,5	m/km
Coeficiente de vertedero (μ):	0,62	
Ce	0,98	
Coef. Seguridad (γ):	1,5	
Longitud vertedero calculada:	2,35	m
Longitud de vertedero adoptada:	3,00	m
Diámetro de colector de salida:	400	mm
Diámetro colector de aliviado:	400	mm

Tramo Aliviadero de Pluviales – Estación de Bombeo:

Material:	Hormigón Armado
Diámetro:	40 Cm
Pendiente media:	15 m/km
Longitud:	35 m
Cota de clave en Aliviadero:	247,58 m
Cota de clave en Arqueta:	247,06 m

Colector de aliviado hasta el río:

Material:	Hormigón Armado
Diámetro:	40 Cm
Pendiente media:	5 m/km
Longitud:	20 m
Cota de clave en Aliviadero:	247,48 m
Cota de clave en salida río:	247,38 m

1.1.3.3. DIAGRAMAS GENERALES DEL PROCESO

En el documento “2.1 PLANOS” se recogen los esquemas funcionales de la planta

1.1.3.4. DIMENSIONADO DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO

Dada la necesidad de paso inferior por el río Huecha por la situación de la parcela donde se ha ubicado la estación depuradora de aguas residuales y el recorrido del sistema de colectores, ha sido preciso el dimensionamiento de una estación de bombeo de aguas residuales.

1.1.3.4.1 ARQUETA DE ENTRADA Y DESGÜE AL RÍO HUECHA

El caudal ingresa a la estación de impulsión por medio de dos colectores de 40 Cm de diámetro en hormigón armado, siendo las cotas de sus claves en la llegada a la arqueta de entrada la 249,70 m para el Colector 1, y 247,06 m para el Colector 2. Se fija la cota de solera en la arqueta de entrada en la 246,76 m.

El caudal ingresa en el pozo de gruesos por medio de una compuerta mural de 40x40 Cm, que permite aislar por completo la estación de impulsión con la entrada en funcionamiento del By Pass general instalado, consistente en tubería de hormigón de 40 Cm.

La cota de clave del By Pass instalado es la 249,44 m, lo que significa que, en caso de entrar en funcionamiento, se inunda irremediablemente el Colector 2, circunstancia esta inevitable debido a su baja cota respecto a la lámina del río en caso de crecida.

El By Pass se ha protegido con una chapa deflectora de flotantes, de manera que en la medida de lo posible se evite el arrastre de sólidos al río.

PROYECTO LIQUIDACIÓN PARCIAL E.D.A.R. MALLÉN

El desagüe al río Huecha es una conducción DN600 en HA que conduce el alivio hasta el cauce receptor, con una longitud de 45 m, y una pendiente de 3 m/km, alcanzando una altura de lámina máxima de 0,174 m, estando conectado el By Pass general de entrada, con el aliviadero de seguridad en la cámara de bombeo.

1.1.3.4.2 POZO DE GRUESOS

El pozo de gruesos construido tiene unas medidas de 3,0 m por 2,5 m, de forma tronco – piramidal, con un calado máximo de diseño de 1,5 m, alcanzando un volumen total de 11,25 m³. El porcentaje de eliminación esperado es del 70%, para lo que se le ayudara con una reja vertical de luz de paso de 75 mm, interpuesta entre el pozo y la cámara de bombeo.

Los residuos acumulados en el pozo de gruesos se retiran, mediante la cuchara bivalva instalada al efecto, sobre un contenedor del tipo normalizado por el Ayuntamiento para RSU, con una capacidad para 1.000 litros, con lo que el tiempo de almacenamiento esperado supera los 15 días.

Los datos más relevantes de la cuchara adoptada, son los siguientes:

- Marca: BLUG.
- Modelo: C2A-300.
- Capacidad: 300 litros.
- Presión de trabajo: 120 bar.
- Tiempo de cierre: 8 segundos.
- Tiempo de apertura: 4 segundos.
- Potencia motor: 5,5 CV.
- Incluye peine de limpieza y orificio de escurrido.

1.1.3.4.3 POZO DE BOMBEO

Se ha diseñado un pozo de bombeo para albergar 3 (+1 de reserva) bombas centrífugas sumergidas, y una adicional en futura ampliación.

El pozo de bombeo tiene unas dimensiones de 4,5 m por 2,0 m, y un calado máximo de diseño de 1,5 m, siendo el volumen de 13,5 m³. Su forma es también tronco – piramidal de manera que se consiga un buen arrastre de sólidos por las bombas instaladas.

Se ha procedido a la instalación de 3 +1 bombas centrífugas verticales, diseñando el pozo para la adición de una más en futura ampliación, teniéndose en cuenta las siguientes consideraciones:

- N° de arranques/Hora de los equipos en la peor condición de caudal inferior a 8.
- Diferencia de lámina entre cada punto de arranque de bombas superior a 20 cm, para evitar arranques falsos debidos a perturbaciones en la superficie del líquido.
- Calado mínimo en el pozo superior a 30 cm, evitando así que las bombas trabajen en vacío, y asegurando la refrigeración de las camisas hasta el punto de agotamiento.

El caudal a impulsar previsto coincide con el máximo en pretratamiento en la EDAR, 3Qm=62,5 l/s.

Las cuatro bombas instaladas son iguales e intercambiables entre sí. Una de las bombas llevará un variador de frecuencia electrónico, flotante entre las unidades de bombeo, de forma que se pueda adaptar el caudal de bombeo al de llegada de agua bruta, evitando aumentos bruscos en el mismo al ponerse en marcha uno de los equipos. El medidor de nivel adoptado será del tipo ultrasónico.

Las unidades de elevación entrarán en servicio, se regularán y se pararán de forma automática en función de la altura de agua en el pozo. En caso de fallo del variador entrarán en funcionamiento los equipos disponibles, incluidos los de reserva, a caudal nominal en función del nivel del pozo.

Se ha previsto que el sistema de control efectúe de forma automatizada la rotación de las unidades de bombeo, a fin de conseguir tiempos de funcionamiento semejantes.

Se ha instalado un colector de impulsión 4 en 1 consistente en tubería de acero inoxidable AISI316 DN150 y DN250, en el que la velocidad máxima de circulación es de 1,3 m/s, dotado de los accesorios de aislamiento y no retorno habituales y manómetro por bomba.

La impulsión hasta la planta, consiste en tubería de fundición dúctil cementada interiormente DN250, con unión mediante junta elástica, que atraviesa el cauce del río Huecha por su parte inferior, retomando posteriormente una pendiente constante hasta el codo previo a la subida al tamiz en la estación depuradora. La velocidad máxima de circulación es de 1,29 m/s. La longitud total hasta el tamiz es de 368 m.

El paso bajo el río se realiza mediante dado de hormigón de protección, de 1x1 m, y con un resguardo de 1 m hasta la cota de fondo del cauce.

Se ha dotado a la conducción de impulsión de los anclajes de hormigón necesarios en los cambios de dirección.

Para prevenir problemas de ingreso de aire en la tubería en el punto alto previo al cruce del río Huecha, se ha dotado a la instalación de un purgador, situado a la salida del colector de impulsión, lo que facilitará también la expulsión de aire en la puesta en marcha del bombeo.

Siendo la altura geométrica calculada de 10,98 m a 11,65 m (en función de la altura de lámina en el pozo), las necesidades mínimas estrictas de las bombas son las siguientes:

Q :	22,9	21,2	l/s
P :	12,56	14,03	mca

Las bombas elegidas corresponden a un planteamiento centrífugo sumergido, con impulsor monocanal abierto, marca ABS, modelo AFP1049.4-M90/4. El paso libre adoptado es de 80 mm, y la instalación eléctrica es 400 V, 50 Hz, con una potencia instalada de 11,3 kW para una potencia nominal de 9 kW.

Se han realizado los cálculos del golpe de ariete, calculando unas presiones máxima y mínima como siguen:

Pm- (mca)	Pm+ (mca)
-25,77	47,74

La conclusión es que el espesor mínimo necesario de tubería (con un factor de seguridad de 2) es de 4,2 mm, teniendo la instalada más de 6 mm, por lo que no son necesarios dispositivos anti ariete.

1.1.3.4. DIMENSIONADO FUNCIONAL DE LA ESTACIÓN DEPURADORA

1.1.3.4.1. PRETRATAMIENTO

Todos los procesos que conforman el pretratamiento se han alojado en el interior de un local, convenientemente diseñado a tal efecto.

Este local está dotado de un sistema de extracción de aire para su tratamiento en un proceso de desodorización tal y como se describe en los apartados siguientes.

Se ha dotado al edificio de todos los elementos precisos para la elevación y traslación de los diferentes equipos electromecánicos incluidos dentro del mismo.

1.1.3.4.1.1. DESBASTE/TAMIZADO

Línea principal:

- 1 Ud Tamiz autolimpiante rotativo.

Línea de by-pass:

- 1 Ud Rejas de limpieza manual de 12 mm de luz libre y 5 mm de barra.

Línea principal de desbaste:

El agua procedente de la estación de bombeo será introducida directamente al tamiz rotativo instalado, el cual tendrá las siguientes características:

- Paso de sólidos: 1 mm.
- Caudal máximo de diseño: 256 m³/h

El tamiz se ha instalado sobre un canal de 400 mm de ancho y 800 mm de altura. Para el caso de obstrucción o fallo del equipo, el mismo va dotado de un rebose de seguridad que descargará directamente sobre el canal, en el que se instala la reja de seguridad.

En caso de ser necesario realizar un by pass general a la planta, bastará con cortar la alimentación a las bombas del pozo de bombeo externo, por lo que no se juzga necesario contar con ninguna otra solución.

La compactación de los residuos del tamiz se realiza mediante un tornillo compactador de residuos sin núcleo de las siguientes características:

- Diámetro del sinfín: 160 mm.
- Longitud útil: 2.000 mm.
- Sección sinfín: 60 x 15 mm.
- Potencia motorreductor: 1,1 kW.
- Velocidad salida reductor: 20/23 rpm.
- Material carcasa y tapa: AISI 304.

Los residuos compactados se viewrten a sendos contenedores de 1.000 litros, homologados por el Ayuntamiento para la recogida de RSU. Dicho volumen es de 350 litros diarios suponiendo una media de 14 l/hab• año de residuos retenidos en rejas de gruesos y tamices. Para un volumen medio de residuos la capacidad de retención será de 3 días para las condiciones de diseño.

Los tornillos sin núcleo permiten una mayor capacidad de transporte para el mismo régimen además de ser menos sensible a las materias fibrosas, transportando productos de granulometría muy variada.

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.

La sección de tubería que parte del rototamiz hacia el desarenador-desengrasador es de 250mm en acero AISI 316. Las conducciones empleadas tanto en la línea de agua, como en la de fangos, son de acero inoxidable AISI316 en el caso de tuberías a la intemperie, y Función Dúctil cementada interiormente con junta elástica en las enterradas.

Línea de by-pass de desbaste:

Para el caso de emergencia en que quedara fuera de servicio el tamiz rotativo, se incluye en un canal paralelo de by-pass, una reja de limpieza manual de las siguientes características:

- Luz de paso: 12 mm.
- Ancho de los barrotos: 5 mm.

PROYECTO LIQUIDACIÓN PARCIAL E.D.A.R. MALLÉN

- Inclinación: 75°.
- Anchura del canal: 400 mm.
- Altura del canal incluso resguardo: 800 mm.

Con estas condiciones, para caudal de diseño el calado a caudal máximo es de 271 mm y una velocidad de 0,64 m/s. Considerando una colmatación de un 30% la pérdida de carga será de 16 mm.

El resguardo de la coronación de los canales sobre el máximo nivel de lamina previsto es de 30 cm, siendo la altura total del canal de 80 cm.

En caso de atascamiento de la reja manual instalada, el nivel de agua subiría en el canal, alcanzando el vertedero de seguridad instalado, consistente en tubo de PVC DN250, el cual vehicularía los caudales hasta el By Pass general de planta.

Se incluyen en esta zona los elementos auxiliares para facilitar el mantenimiento del pretratamiento. En particular esta zona esta perfectamente dotada para la limpieza mediante manguero y todo el sistema gozará de una accesibilidad fácil y segura.

1.1.3.4.2. DESARENADOR-DESENGRASADOR

El desarenador-desengrasador tiene las siguientes dimensiones:

- Nº unidades: 1 Ud.
- Longitud. 6,25 m.
- Altura cónica: 1,9 m.
- Altura recta: 1,0 m.
- Anchura zona de grasas en superficie: 0,8 m.
- Anchura zona de arenas en superficie: 1,7 m.

La forma del desarenador es rectangular en superficie y la sección transversal es aproximadamente trapecial, teniendo un canal de fondo donde se depositan las arenas.

El canal está dividido por un chapa deflectora dispuesta en sentido longitudinal e introducida en el agua una profundidad determinada según planos. Dicha chapa separa la zona de flotación de grasas de la zona de decantación de las arenas.

Existen también unos sistemas que inyectan aire en el canal. Dicha inyección de aire provoca una circulación rotacional del líquido, coadyuvando la separación de arenas y grasas.

Los parámetros reales de funcionamiento obtenidos a partir del dimensionamiento realizado son los siguientes:

PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO

V. Ascensional Qmedio	7,1	m/h
V. Ascensional Qpunta	14,1	m/h
V. Ascensional Qmax	21,2	m/h
V. Horizontal Qmedio	0,004	m/s
V. Horizontal Qpunta	0,008	m/s
V. Horizontal Qmax	0,012	m/s
Tiempo de retención Qmedio	25,8	min
Tiempo de retención Qpunta	12,9	min
Tiempo de retención Qmax	8,6	min

Otros parámetros relativos al tamaño y velocidad de sedimentación de las partículas de arena a retirar son:

Tamaño de partícula retenida	0,40 mm
Velocidad de caída	6,5 cm/s
Velocidad de arrastre	36 cm/s
Porcentaje de eliminación	75%

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. El caudal de aire a introducir es de 1,9 Nm³/min para cada desarenador-desengrasador. Como sistema de aireación se han dispuesto 2 aireadores sumergidos marca AEROFLOT, modelo F-211, con una aportación específica mínima de aire unitaria de 0,9 Nm³/min.

Estos aparatos están constituidos por un motor de arrastre sumergido, una cámara de aire conectada a una toma por encima del plano del líquido, y una turbina de difusión gaseosa, que junto con la turbina de mezcla, crea el efecto de turbulencia deseado.

Estos sistemas presentan sobre los sistemas clásicos a base de soplantes y difusores de membrana sumergidos indudables ventajas desde el punto de vista del mantenimiento (mayor facilidad de acceso y actuación, menor coste energético,..) y de explotación (mayor efectividad de la aireación por microburbujas)

El desarenador desengrasador se puede vaciar por una medio de tubería de PVC DN90 que se conduce hasta la arqueta de vaciados de la depuradora, por medio de la red de drenajes y escurridos del Edificio de Pretratamiento.

En superficie se sitúan los elementos de extracción de arenas, que consiste en una bomba centrífuga de eje vertical por desarenador, de rodete desplazado tipo Vórtex. El montaje es vertical sumergido. La bomba va acoplada al puente de traslación, por lo que la extracción de arenas es continua a lo largo del recorrido. La bomba escogida no tiene cojinetes ni cierres mecánicos en contacto con el fluido. Las características de la bomba son:

- Caudal: 5 m³/hora.
- Altura total: 2 metros.
- Paso libre: 50 mm.
- Diámetro impulsión: 50 mm.
- Potencia absorbida: 0,10 kW.
- Material cuerpo y tapa cuerpo: GG 25.

El caudales de extracción medios de arena, considerando una concentración en la extracción del 2% y una producción específica de arena de 150 gr/m³ es de 140 l/d.

Para el almacenamiento de la arena se ha adoptado un contenedor en chapa de acero de 4,5 m³ de capacidad.

Un puente móvil con una longitud entre apoyos de 2,5 m recorre 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.

Las características del puente móvil escogido son:

- Ancho puente: 800 mm.

PROYECTO LIQUIDACIÓN PARCIAL E.D.A.R. MALLÉN

- Longitud puente: 3.000 mm.
- Potencia motorreductor: 0,18 kW.
- Material barredor flotantes y tubuladura bomba arenas: AISI 304.

La extracción de arenas se envía a un canal al final del cual el agua con las arenas discurren por gravedad hasta un clasificador de arenas en el cual se separarán éstas. La conducción usada es DN150 AISI316.

Dicho clasificador de arenas, de tipo helicoidal, es capaz de retirar todas las arenas en un periodo de 5 h/día con funcionamiento alterno temporizado a lo largo de todo el día. La capacidad hidráulica total del clasificador será de hasta 30 m³/h.

Los flotantes y las grasas se recogen en un canal situado al final del tanque en sentido transversal siendo empujadas las grasas hacia el mismo por el carro.

Desde el canal de recogida de grasa se vierte hacia una arqueta desde la cual mediante una tubería se envían las mismas hasta un concentrador de grasas-desnatador situado junto al clasificador de arenas. La conducción usada es DN100 AISI316, y cuenta con una válvula de corte del tipo manguito elástico, comandada por una válvula servoactuada de tres vías, que realizará la apertura cuando la arqueta de grasas alcance el nivel fijado previamente.

El concentrador de grasas posee las siguientes características:

- Sistema de arrastre: cadenas y rasquetas.
- Caudal nominal: 5 m³/hora.
- Potencia motor: 0,11 kW.
- Velocidad en eje lento: 1,7 rpm.
- Material depósito, cadenas de transporte y soportes rasquetas: AISI 304. Material cubierta de protección: PRFV.

La cantidad media de grasas retenidas se cifra en 0,08 m³/día, por lo que la capacidad media de almacenamiento, adoptando contenedores homologados de 1 m³, es de 12,5 días.

Finalmente las grasas deberán ser eliminadas mediante transporte a un vertedero controlado desde el contenedor, habiéndose considerado estas como RTP (residuo tóxico peligroso).

El agua sobrante en el proceso de clasificación de arenas y separación de grasas se dirigirá por gravedad a la red de vaciados para ser bombeada a cabecera.

Tanto el clasificador-lavador de arenas como el concentrador de grasas, así como sus respectivos contenedores, quedarán alojados en el interior del edificio de pretratamiento.

1.1.3.4.3 MEDICIÓN DE CAUDAL Y ALIVIADO DE EXCESOS

La medida de caudal de agua pretratada se ha situado a la salida de la unidad de desarenado -desengrasado. La medición se realiza con un medidor en tubería de tipo electromagnético, de diámetro DN 150.

La instalación del equipo se ha realizado de forma que se garantice la ausencia de perturbaciones hidráulicas que pudiesen afectar a la precisión de la medida. En este sentido se ha dejado libre una distancia anterior al medidor y posterior al mismo de 5 y 3 veces su diámetro respectivamente. Así mismo, se ha dotado a la instalación de una conducción en By Pass con el caudalímetro, para proceder al mantenimiento de éste, sin perjudicar el normal funcionamiento de la planta.

El sistema de medida incluye un indicador de caudal instantáneo así como un totalizador en el cuadro de control.

Previo a la medición de caudal, se ha proyectado un aliviado de excesos que permitirá limitar el caudal máximo de entrada al tratamiento biológico.

El caudal máximo de diseño para el pretratamiento previsto es de $3 \cdot Q_m$ a techo de planeamiento.

Por su parte, el tratamiento biológico, se ha diseñado para un caudal igual a $2,0 \cdot Q_m$, coincidente con el caudal punta de diseño.

En consecuencia, se ha instalado un dispositivo de aliviado de los caudales de aguas pluviales en exceso, por valor de $3 \cdot Q_m - 2 \cdot Q_m = Q_m$.

No obstante y ante un eventual fallo o parada de las instalaciones correspondientes al tratamiento biológico, el diseño se ha realizado para la situación más desfavorable de tener que aliviar la totalidad del caudal del pretratamiento, es decir, $3 \cdot Q_m$.

El tipo de aliviadero instalado es de pared delgada, con labio fijo. En función de la medida de caudal efectuada aguas abajo, se actuará sobre la compuerta de salida de caudal del desarenador, con el consiguiente aumento de la altura de la lámina, y la consiguiente entrada en funcionamiento del aliviadero.

El labio del aliviadero diseñado tiene una longitud de $L = 1$ m, con lo que la altura de lámina para el máximo caudal de aliviado es de 0,1 m

La conducción de caudal a tratamiento biológico se realiza mediante una conducción en PVC Corrugado DN250.

1.1.3.4.4. ELEMENTO DE PARTICIÓN

Se disponen dos arquetas como elementos de partición de caudales: una a la entrada de los reactores biológicos y otra a la entrada de los decantadores secundarios. La principal característica que tienen estos elementos es la perfecta nivelación del elemento de salida, para evitar sobrecargar una línea respecto a la otra.

Dichas arquetas se encuentran situadas de forma adosada a los reactores biológicos produciendo un doble reparto: en la entrada al reactor biológico y a la entrada del decantador secundario.

Es fundamental evitar zonas donde el agua quede retenida, ya que generalmente, a pesar de haber realizado un pretratamiento eficaz, aparecerán espumas y flotantes en las zonas de remanso. Por todo ello se ha procurado evitar zonas en las que la escasa velocidad del agua permita tales deficiencias.

Se ha previsto la interconexión de líneas por lo que se han dispuesto en la arqueta de reparto las compuertas necesarias para poder introducir la totalidad del caudal a uno de los reactores, aislando uno de ellos. El reparto a los decantadores secundarios del caudal efluente de los reactores biológicos dispone también de esta posibilidad.

1.1.3.4.5. TRATAMIENTO SECUNDARIO: REACTOR BIOLÓGICO

Se ha escogido un sistema para el tratamiento secundario consistente en una doble línea de tratamiento de fangos activos por aireación prolongada con decantación secundaria posterior en el que se prevé una reducción de los siguientes parámetros:

Resultados a obtener	
Coefficiente de reducción de DBO5	93 %
Salida DBO ₅ Pretratamiento	350 [mg/l] 630 [Kg/día]
Salida DBO ₅ Tratamiento biológico	25 [mg/l] 45 [Kg/día]
Coefficiente de reducción de SST	90 %

Salida SST Pretratamiento	300 [mg/l] 540 [Kg/día]
Salida SST Tratamiento biológico	30 [mg/l] 54 [Kg/día]
Coefficiente de reducción de N-NTK	95 %
Salida NTK Pretratamiento	94 (kg NTK/d)
Salida NTK Tratamiento biológico	52 [mg/l] 8 [mg/l] 27 [Kg/día]

1.1.3.4.5.1. REACTOR. BIOLÓGICO

El reactor biológico, calculado para eliminación tanto del sustrato carbonáceo, como del nitrogenado tiene las siguientes características:

- Carga volúmica (kg DBO₅/(m³· día): 0,252 (kg DBO₅/(m³· día)
- C. másica (kg DBO₅/(kg MLSSV· día)): 0,063 (kg DBO₅/(kg SSV· día)
- Tiempo de retención a Q_{medio} 33,33 h
- Tiempo de retención a Q_{MAX} 16,67 h
- Concentración licor mezcla (ppm) 4.000 mg MLSS/l
- Edad del fango 21 días
- Temperatura de diseño 13° - 23° °C

Dada la exigencia de eliminación de nitrógeno, se ha dimensionado el reactor biológico con una desnitrificación simultánea que se realiza en régimen de anoxia.

El proceso de cálculo seguido para dimensionar el reactor biológico de la presente instalación de nitrificación / desnitrificación se ha realizado según la norma ATV A – 131.

La aplicación de esta norma está condicionada al cumplimiento de las siguientes relaciones en el agua bruta:

$$\frac{DQO}{DBO_5} \sim 2$$

$$\frac{NTK}{DBO_5} < 0,25$$

Factores que en nuestro caso quedan verificados por la analítica realizada.

Por todo ello se ha dimensionado como una mezcla completa, pero se ha propuesto un sistema de aireación con la mayor flexibilidad posible con las siguientes posibilidades:

- Se incorporan dos medidores de oxígeno disuelto, uno de ellos a colocar justo después del sector aerobio, para controlar el oxígeno existente a la salida del mismo con los equipos de suministro de aire (para garantizar la adecuada síntesis de materia orgánica, la respiración endógena y la nitrificación). También se dispone de un medidor del potencial REDOX a la salida del reactor anóxico para comprobar la eficacia de la desnitrificación y en general del proceso.
- Todos los equipos soplantes están controlados por variadores de frecuencia, de manera que se pueda regular en cada instante el caudal de aire en función de la demanda de oxígeno en cada una de las balsas, según los valores suministrados continuamente por los medidores.
- La secuencia exacta para permitir una optimización del proceso puede definirse perfectamente dada la flexibilidad del sistema incluso con la posibilidad de incluir una secuencia temporal en lugar de la secuencia espacial propuesta.

Por lo demás se instalan tres soplantes (una de ellas en reserva) que den el caudal total propuesto de 3.771 Nm³/h para ambos reactores. La distribución de aire a los reactores se realiza por conductos

independientes, es decir, cada balsa esta alimentada por una soplante, estando la tercera unidad en reserva con la posibilidad de actuar indistintamente sobre cualquiera de los dos reactores. Se dispone de medidores de presión, temperatura y caudal de aire en cada una de las dos tuberías que llegan a los reactores para el control permanente e independiente de las condiciones de suministro de oxígeno.

La posibilidad de regular los motosoplantes para provocar una difusión correcta del O₂ hace que el sistema sea extremadamente flexible.

Como se ha dicho, el principal parámetro que se debe controlar es la concentración de oxígeno dentro del reactor biológico. Un control eficaz deberá mantener una concentración dentro del reactor (en la zona aerobia) 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 un equipo de las siguientes características:

Salidas :	4-20mA
Rango:	0-50mg O ₂ /l
Precisión medida:	0,5%

Tal como se ha calculado, el caudal total suministrado por las soplantes es de 62,85 Nm³/min. Como este valor esta referenciado a 24 h, se ha instalado un equipo comercial capaz de suministrar este caudal en 20 horas. Por lo tanto el caudal por soplante es de $31,4 \cdot 24 / 20 = 37,71$ Nm³/min.

Las características principales de las soplantes escogidas son:

- Caudal suministrado: 2.262 Nm³/hora.
- Presión diferencial: 535 mbar.
- Potencia absorbida: 47,81 kW.
- Potencia motor: 55 kW.
- Régimen soplante: 2.820 rpm.
- Régimen motor: 2.955 rpm.
- Material émbolos: C 45 N, forjado en una pieza. Incluye cabina de insonorización.

La conducción de aire hasta los reactores consta de 2 DN250 en ACG, uno por reactor, de manera que con los elementos de regulación instalados (variadores de frecuencia y masímetros, mas sondas de oxígeno), se pueda regular eficazmente el caudal de oxígeno por reactor, mejorando el proceso y reduciendo los costes energéticos.

La soplante en reserva podrá servir alternativamente a cualquiera de las líneas, para lo que se ha dotado a la instalación de las válvulas de mariposa automáticas pertinentes.

Para facilitar la puesta en funcionamiento de las soplantes, se ha dotado al colector de impulsión de cada una de una válvula de 2 vías, que permite la descompresión del circuito, en los primeros momentos del arranque, cerrándose posteriormente.

Por su parte, los difusores serán de membrana y sus características son las siguientes:

- Diámetro difusor: 9".
- Material membrana: EPDM.
- Cuerpo del difusor: PVC-ASTM D 3915.
- Superficie: 380 cm². Número de perforaciones: 5.256.

En cada reactor, los difusores se estructuran en dos parrillas diferentes, colocados en ambos pasillos, ocupando una de ellas la casi práctica totalidad del pasillo, y la otra la mitad del mismo aproximadamente. Las características de ambas parrillas se enumeran en la tabla siguiente:

	Parrilla nº 1	Parrilla nº2
Nº difusores	132	268
Longitud del colector	2,4 m	3 m
Diámetro bajante del colector	160 mm	200 mm
Nº líneas por parrilla	3	4
Longitud de cada línea	13,9 m	21,0 m
Nº difusores por línea	44	67
Pérdida de carga	5,20 mca	5,21 mca

El agitador de fondo evitará la decantación de los sólidos en suspensión, y el modelo instalado es de las siguientes características:

- Potencia nominal: 3 kW.
- Diámetro de la hélice: 2.200 mm.
- Ángulo de la hélice: 8,3 °.
- Número de álabes: 2.
- Velocidad de la hélice: 48 rpm.

El mecanismo de purga de fangos se describe en el apartado siguiente. El volumen de fangos generado puede calcularse según un balance de masas. Se han empleado en los cálculos que se adjuntan al final del presente anejo las metodologías o formulaciones propuestas por diferentes autores o normas. Como valor final de diseño, ante la escasa dispersión entre los resultados obtenidos por las diferentes metodologías, se ha optado por adoptar el valor promedio. Así obtenemos que la producción de fangos en exceso prevista será de 556 kgSST/día con una concentración de un 0,8% con lo que el volumen de fangos en exceso será de 69,47 m³/día.

La recirculación será de un 150% que se corresponde con 112,5 m³/h de lodos para los valores del índice de Molhman (IVF) más desfavorable (125 ml/g) y de la concentración de sólidos en suspensión en el licor mixto de 4.000 mg/l.

Existe vaciado en cada reactor biológico, de tal forma que, conectando con la red de vaciados se pueda proceder a realizar esta operación en un periodo menor de 10 horas. La tubería empleada es FD DN200.

1.1.3.4.5.2. COMPROBACIÓN DE LA ALCALINIDAD.

Es fundamental comprobar que no van a existir problemas para los procesos de eliminación de nutrientes (nitrificación, desnitrificación y eliminación química del fósforo) por la ausencia de alcalinidad.

Puede calcularse la pérdida de alcalinidad en el agua como la pérdida producida en el proceso de nitrificación, desnitrificación, precipitación química del fósforo y empleo de sal metálica como coagulante (en concreto cloruro férrico).

El balance final arroja una pérdida de 6,1 mmol/l como valor promedio. Puede comprobarse que la alcalinidad residual es superior siempre a 1,5 mmol/l, por lo que no supone ningún limitante para los procesos descritos.

1.1.3.4.6. DECANTADOR SECUNDARIO

La conducción desde la arqueta de partición hasta los decantadores es un DN250 en Fundición dúctil cementada interiormente, para las que la velocidad de acceso a los decantadores nunca supera los 0,8 m/s.

Se proponen dos decantadores secundarios con las siguientes dimensiones:

- Nº unidades: 2 Ud.
- Diámetro: 10,00 m.
- Altura de lámina de agua en muro perimetral: 4,0 m.
- Resguardo: 0,5 m.
- Pendiente solera: 8%
- Diámetro de chapa deflectora: 2,0 m.
- Altura sumergida de chapa deflectora: 1,25 m.

Con todo ello los parámetros de decantación obtenidos son:

Velocidad ascensional a caudal máximo	0,95	$m^3/(m^2 \cdot h)$
Velocidad ascensional a caudal medio	0,48	$m^3/(m^2 \cdot h)$
Carga de sólidos a caudal máximo	3,82	$Kg/(m^2 \cdot h)$
Carga de sólidos a caudal medio	1,91	$Kg/(m^2 \cdot h)$
Carga sobre el vertedero a caudal máximo	2,39	$m^3/(h \cdot ml)$
Carga sobre el vertedero a caudal medio	1,19	$m^3/(h \cdot ml)$
Tiempo de retención a caudal máximo	4,19	h
Tiempo de retención a caudal medio	8,38	h

La purga de fangos se realiza desde la poceta central hacia donde vierten los lodos empujados por las rasquetas del puente móvil. El puente móvil del decantador tendrá las siguientes características:

- Ancho puente: 800 mm.
- Grupo motorreductor de potencia 0,37 kW. Par de 700 Nm.
- Puente en acero al carbono A42-b.
- Barredor fondo y flotantes, tolva y campana central en AISI 304. Incluye aliviaderos y reflectores en aluminio.

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

8.6.1. FANGOS EN EXCESO

Se purgan en 7 horas/día los $69,47 m^3/d$ que se generan en el biológico, (con una concentración del 0,8%) con lo que la masa de sólidos purgada es de $556 kg SST/día$. Se escogen dos bombas (1+1) capaces de evacuar un caudal unitario de $9,9 m^3/h$. Estas bombas se ubicarán junto a las bombas de recirculación en la arqueta proyectada al efecto, siendo su instalación sumergida. La arqueta de recirculación y purga se ha situado en las proximidades de los decantadores, favoreciendo la correcta purga de los mantos de fangos.

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 el tanque durante un periodo mayor que el deseado de 30 minutos entre purgas. Las bombas escogidas son centrífugas sumergibles y cumplen con las siguientes especificaciones:

- Caudal unitario: $10 m^3/hora$.
- Altura total: 8 mca.
- Rendimiento hidráulico: 36 %.
- Potencia nominal: 1,3 kW.
- Paso de sólidos: 60 mm.
- Alojamiento motor, impulsor y voluta en fundición gris GG 25. Eje del rotor en AISI 420.

Para un adecuado control de la purga de los fangos en exceso se ha instalado un caudalímetro de fangos electromagnético en la tubería de purga que une la arqueta de recirculación y purga con el espesador de gravedad.

La conducción de purga de fangos hasta el espesador es en FD DN100 en la zona enterrada y AISI316 en las zonas a la intemperie.

1.1.3.4.6.2. RECIRCULACIÓN DE FANGOS

Se recircula un caudal total de lodos de 113 m³/h mediante tres bombas, una de ellas en reserva de tal forma que se independiza una línea de la otra. La concentración de la recirculación es de 8.000 mg/l. Las características principales de las bombas de recirculación son:

- Caudal unitario: 57 m³/hora.
- Altura total: 2 mca.
- Rendimiento hidráulico: 60 %.
- Potencia nominal: 1,3 kW.
- Impulsor tipo monocanal abierto. Paso de sólidos: 80 mm.
- Alojamiento motor, impulsor y voluta en fundición gris GG 25. Eje del rotor en AISI 420.

La recirculación estará controlada por el caudal tratado en la EDAR, siendo la capacidad prevista de diseño la correspondiente al 150% del caudal medio diario.

1.1.3.4.6.3. SOBRENADANTES DEL DECANTADOR SECUNDARIO

El decantador esta equipado con un sistema de recogida superficial de espumas y flotantes así como con una chapa deflectora que evita su posible salida con el efluente. La caja de recogida está sumergida y lleva su correspondiente válvula automática del tipo manguito elástico, que abre al orden de la señal enviada por la pera de nivel situada a tal efecto.

Dichos flotantes son enviados al concentrador de grasas del pretratamiento mediante 1+1 bombas cuya orden de funcionamiento viene regulada por sendas peras de nivel máximo y mínimo colocadas en la arqueta que acumula los flotantes purgados de ambos decantadores. Las características de la bomba serán:

- Tipo impulsor: Vortex.
- Caudal unitario: 35 m³/hora.
- Altura total: 4 mca.
- Rendimiento hidráulico: 36 %.
- Potencia nominal: 1,3 kW.
- Paso de sólidos: 60 mm.
- Alojamiento motor, impulsor y voluta en fundición gris GG 25.
- Eje del rotor en AISI 420.

La tubería de sobrenadantes es DN100.

1.1.3.4.6.4. ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS

El vertedero es 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.

Los carros móviles son fácilmente accesibles y disponen de un sistema de paro frente a obstáculos. El colector y las escobillas centrales están adecuadamente protegidos contra viento y agua.

1.1.3.4.7. MEDIDA DE CAUDAL DEL AGUA TRATADA

La medida de caudal del agua tratada se realiza en tubería en la conducción que une la arqueta de recogida de agua clarificada con la arqueta de vertido final.

Se ha dispuesto una arqueta donde se ubica el medidor ultrasónico de caudal en tubería, por el procedimiento de inserción.

Para garantizar la ausencia de perturbaciones hidráulicas que pudiesen afectar a la precisión de la medida, se ha dejado libre una distancia anterior al medidor y posterior al mismo de 3 y 2 veces su diámetro respectivamente.

La señal de salida de 4-20 mA será traducida y controlará todos los automatismos en que sea preciso una acción proporcional al caudal.

También se disponen medidores de oxígeno disuelto y de pH en la arqueta de vertido final, para un control continuo de las características del agua tratada.

1.1.3.4.8. OBRA DE SALIDA Y CONDUCCIÓN AL CAUCE RECEPTOR

Se ha realizado una obra de salida a modo de fuente de presentación, con acceso para toma de muestras. Además, la obra de salida es en sí un depósito de almacenamiento de agua tratada, desde donde se realiza la toma de agua industrial.

El vertido al cauce se realiza mediante tubería DN600 en HA, de 300 m de longitud, discurriendo paralelamente a la conducción de impulsión, equipada con los accesorios de mantenimiento y control habituales.

1.1.3.4.9. TRATAMIENTO DE FANGOS

Dado que el tiempo de retención celular (o edad del fango) del reactor biológico es superior a 20 días con las condiciones físicas previstas en el fango (temperatura...), el fango presenta una elevada estabilidad (reducción de volátiles superior a un 55%, es decir, fango mineralizado), con lo que no es preciso prever una digestión de los fangos.

Todas las bombas y equipos empleados en el presente diseño en la línea de fangos han sido seleccionados considerando las particulares características de dicho elemento a transportar.

Todas las tuberías enterradas de la línea de fangos son de fundición dúctil (K=9) con junta flexible automática. En tramos aéreos y conexión con equipos, las tuberías empleadas son de acero inoxidable AISI 316, s/pliego, con accesorios embreados PN10. El diámetro mínimo empleado tanto en conducciones rodadas como en las forzadas ha sido 100 mm.

Los fangos generados en el tratamiento biológico son purgados desde cada decantador secundario, siendo enviados a la unidad de espesamiento pues son fangos ya estabilizados.

1.1.3.4.9.1. ESPESADOR DE GRAVEDAD.

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.

Existe un caudal sobrenadante de 53,6 m³/día que será enviado a la arqueta de reparto a reactores biológicos por gravedad, mediante una conducción DN150. El caudal de fango espesado es de 15,9 m³/día que es extraído mediante un sistema de tres bombas (2+1) de tornillo excéntrico a deshidratación.

El único espesador instalado está dimensionado para concentrar el fango desde una concentración media inicial de aproximadamente el 0,8 % hasta el 3,5 %, que es la concentración que se estima será alcanzada.

El espesador trabajará según los siguientes parámetros:

- Peso de sólidos: 556 kg SST/día.
- Concentración de entrada: 0,8%.

PROYECTO LIQUIDACIÓN PARCIAL E.D.A.R. MALLÉN

- Concentración de salida: 3,5%.
- Caudal de entrada: 69,5 m³/día.
- Carga de sólidos SST: 25 kg SS/(m²• d)
- Carga hidráulica. 0,35 m³/(m²• h)
- Tiempo de retención hidráulico: 48 h.

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

- Diámetro 6,60 m
- Altura recta: 4,0 m.
- Resguardo 0,5 m.
- Volumen total: 139,5 m³.
- Pendiente en solera: 10 %.
- Diámetro hélice espesadora: 6,4 m.
- Velocidad: 0,05 rpm.
- Material espesador: AISI 304.
- Gomas barrederas en neopreno.

El espesador esta cubierto mediante un sistema desmontable construido en PRFV y conectado con el sistema de tratamiento de olores. Dicha cubierta presenta las siguientes características:

- Diámetro interior: 6,6 m.
- Superficie total: 26,7 m². Espesor: 7.
- Sobrecarga máxima: 90 kg/m².
- Incluye rejilla, brida de extracción y boca de hombre.

El sistema de arrastre es central, con elevador de rasquetas y velocidad en el eje de 0,05 rpm. El árbol de giro lleva un centrador inferior.

La alimentación al espesador es a la parte central del mismo incorporando el correspondiente cilindro deflector. En el colector de entrada al espesador se ha dispuesto una toma de inyección de agua tratada, aislada con válvula manual, para permitir el espesamiento con elutriación en caso de que lo requieran las condiciones de explotación.

El espesador se ha dispuesto elevado sobre la cota de urbanización para facilitar la aspiración de las bombas de alimentación al sistema de deshidratación.

En el bombeo de fangos se emplean tres bombas de tornillo helicoidal (una de ellas en reserva) para un caudal total de fangos espesados es de 15,9 m³/día secándose durante 6 h/día en días de secado. Las bombas activas llevan sendos variadores de frecuencia para poder determinar el caudal de secado de forma exacta, y regularlo en función de los valores proporcionados por los caudalímetros electromagnéticos situados en las conducciones a las deshidratadoras.

Las características de las bombas de tornillo escogidas son:

- Caudal unitario: 5 m³/hora.
- Altura manométrica: 10 mca.
- Potencia absorbida: 0,91 kW.
- Rotor en AISI 4.140/cromado.
- Biela y eje accionamiento en AISI 431.

Estas bombas son capaces de impulsar los fangos espesados a la entrada de los reactores biológicos si así lo requiriesen las condiciones de explotación. Para ello se ha instalado una conducción en By Pass a las centrifugas, que conduce el fango espesado hasta la arqueta de salida del desarenador.

Por último, se coloca un medidor de sólidos en suspensión en el espesador para controlar en todo momento la concentración del fango bombeado a deshidratación, de manera que el equipo centrífugo

pueda controlar sus condiciones de funcionamiento en función de dicha medida así como del caudal bombeado.

1.1.3.4.9.2. DESHIDRATACIÓN

La deshidratación de fangos consta de dos etapas:

- Floculación mediante polielectrolito.
- Deshidratación propiamente dicha mediante decantador centrífugo.

Dosificación de polielectrolito:

Las condiciones de funcionamiento del secado de fangos serán las siguientes:

- Dosis de polielectrolito: 7 kg poli/T.
- Concentración de preparación: 0,4% (4 g/l solución)
- Caudal de bomba dosificadora: Q= 136 l/h

El caudal máximo que dará el equipo será aproximadamente mayor o igual al doble de estos caudales (270 l/h).

Para la dosificación del polielectrolito, se han escogido 3 bombas de tornillo (una de ellas en reserva) con las siguientes características:

- Rango de caudal: 27-270 litros/hora.
- Presión: 20 mca.
- Potencia absorbida: 0,09 kW.
- Rotor en AISI 431.
- Estator en nitrilo.

Estas bombas van gobernadas independientemente cada una de ellas por un variador de frecuencia que regula el caudal a suministrar en función del valor generado por cada caudalímetro electromagnético situado en la tubería de impulsión del polielectrolito. Además, se dispone la posibilidad de unas tomas de agua para la dilución en línea del polielectrolito dosificado, dotadas de rotámetros.

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 presenta las siguientes características:

- Cuba de 850 litros dividida en dos compartimentos, y construida en AISI 304.
- Dos electroagitadores de eje vertical y amarre por brida, con reductores de salida de 150 rpm.
- Llegada de agua de red con un caudal de entrada de 1.000 litros/hora.
- Tres sondas de nivel capacitivas en versión inoxidable, montadas en el segundo compartimento.
- Dosificador volumétrico en AISI 316 con tolva de almacenaje de 60 litros.
- Tobera para pulverización del agua para la dilución del polielectrolito, construida en AISI 316L.
- Armario sinóptico para el mando automático completo del equipo.

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

Secado del fango

La deshidratación de los fangos se realiza mediante centrifugadoras convencionales. El número de centrifugas decantadoras instaladas es de dos.

Se ha previsto un tiempo de secado de 5 h/día y 5 días/semana, lo que supone un caudal de 16 m³/d a la concentración de salida del espesador del 3,5%. El caudal unitario de cada una de la dos deshidratadoras seleccionadas es de 5 m³/h, instaladas en base al Pliego pues según cálculos realizados será suficiente con un caudal de 2,2 m³/h.

El líquido obtenido del centrifugado se envía a la instalación de tratamiento de sobrenadantes con un máximo del 0,2% de materias en suspensión.

Los equipos seleccionados disponen de los siguientes controles y automatismos:

- Regulación diferencial entre tambor y tornillo
- El lavado se efectúa de forma automática
- Dispositivo de seguridad para roce excesivo entre tambor y tornillo
- Limitador de par y dispositivo eléctrico para evitar deterioros en caso de sobrecarga o bloqueo accidental.
- Un rotovariador, que funciona como unidad de control de velocidad diferencial y control de par según consigna (caudal y concentración del fango espesado que llega a la centrifuga).

De esta manera se han escogido unas centrifugas de las siguientes características:

- Caudal máximo: 5 m³/hora.
- Sequedad esperada: 22 %.
- Potencia motor principal: 11 kW.
- Potencia motor rascasólidos: 0,18 kW.
- Potencia rotovariador: 4 kW.
- Velocidad nominal de la carcasa: 1750 rpm.
- Velocidad nominal roto-estator: 2900 rpm.

Todas las partes de la centrifuga en contacto con el producto son de acero inoxidable AISI 316.

Se ha dispuesto un polipasto eléctrico de capacidad 1.600 kg que permite la extracción y manejo de las centrifugadoras para su instalación y mantenimiento.

1.1.3.4.10. 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 disposición final.

El almacenamiento del fango deshidratado se realiza en una tolva cuya capacidad de almacenamiento corresponde con al menos 2,5 días de producción.

El volumen de fango deshidratado diariamente (considerando que se deshidrata todo el fango generado en cinco días a la semana) es de 3,89 m³/d, por lo que cada 2,5 días sería necesaria una capacidad de 9,73 m³. Por consideraciones funcionales se ha optado por instalar una tolva de almacenamiento de 10 m³, de las siguientes características:

- Capacidad: 10 m³.
- Diámetro: 2,5 metros.
- Altura cilindro: 2,0 metros.
- Altura cono: 2,0 metros.
- Sistema accionamiento tajadera: hidráulico cilindro doble efecto.

El suministro a las tolvas se realiza mediante sendas bombas de tornillo helicoidal especiales para el trasiego de fangos deshidratados. Las bombas son alimentadas mediante caída directa del fango deshidratado a una tolva de recogida, parte contemplada en el equipo especificado. Está equipada además con un sistema de protección contra funcionamiento en vacío del estator. Las bombas escogidas son las siguientes:

- Caudal unitario: 1-5 m³/hora.
- Presión de bombeo: 12 bar.
- Potencia absorbida: 3,32 kW.
- Accionada mediante motorreductor de 7,5 kW, con velocidad de salida 96 rpm.
- Rotor en acero de herramientas/cromado.
- Estator en perbunan.

Se han previsto además las adecuadas tomas de agua y de aire a presión para la limpieza del equipo una vez terminada la jornada. Igualmente, y en base a nuestra experiencia en instalaciones similares, se ha dejado preparada una conexión para poder dosificar polielectrolito muy diluido que realice las funciones de lubricación en la conducción.

La evacuación de fangos se realizará mediante camiones, preferiblemente con destino a reutilización agrícola.

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.

1.1.3.4.11. DESODORIZACIÓN

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

Además el espesador va cubierto mediante una cubierta de poliéster reforzado prefabricado, para evitar la propagación de olores, y cuenta también con aspiración hasta el sistema de desodorización.

La tolva de fangos va igualmente equipada para su correspondiente desodorización.

Se ha optado por instalar un sistema de desodorización basado en adsorción por carbón activo.

El carbón activo realiza la adsorción de los contaminantes a través de sus gránulos, sumamente porosos, de forma que son atraídos por fuerzas intermoleculares y fijados en su superficie.

El equipamiento del sistema, es el siguiente:

- Red de captación de aire viciado en el edificio de pretratamiento y sala de deshidratación, así como del espesador de gravedad y la tolva de fangos. Está compuesta por conductos de PVC DN300 y DN500 en el edificio, DN100 en la tolva y DN160 en el espesador.
- Ventilador centrífugo acoplado a la caja de aspiración donde se conectan los conductos procedentes de los puntos de desodorización por medio de manguitos elásticos. Las características del ventilador seleccionado, son las siguientes:
 - Caudal: 9.000 m³/h.
 - Presión estática: 225 mm.c.a.
 - Potencia instalada: 11 kW.
- Columna de contacto, con las siguientes características:
 - Diámetro: 2.000 mm.

PROYECTO LIQUIDACIÓN PARCIAL E.D.A.R. MALLÉN

- Altura total: 3.200 mm. - Nº de lechos: 2.
- Altura lecho carbón: 500 mm.
- Carbón activo: 1.727 kg.
- Material: poliéster Derakane/fibra de vidrio.

- Carbón activado, con las siguientes características:
 - Tipo: carbón impregnado con Na(OH).
 - Nº de CC14 en % en peso: 60.
 - Índice de yodo mínimo: 1.000.
 - Diámetro medio en partícula: 3,7 mm.
 - % en cenizas: 4 %.

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 los derivados sulfhídricos H₂S, con una concentración media de 10 mg/m³.

1.1.3.4.12. EQUIPOS ANEJOS

1.1.3.4.12.1. GRUPO DE PRESIÓN.

Para suministro de agua a presión se dispone un grupo de presión, para limpieza de las instalaciones, de las siguientes características:

- Marca: GRUNDFOS.
- Modelo: HYDRO 1000 2 CR8-80.
- Caudal: 10 m³/hora.
- Altura total: 60 mca.
- Incluye electrobombas, válvulas de corte y retención, presostatos, manómetros, colectores, bancada y cuadro eléctrico
- Potencia de cada bomba: 3 kW

Este equipo irá instalado junto al depósito de agua industrial.

Además se adopta un filtro autolimpiante para la eliminación de posibles sólidos suspendidos en el agua destinada a limpieza de material, que pudiesen dañar a éste. Este filtro se caracteriza por:

- Marca: FILTRAMAS.
- Modelo: FB-150.
- Caudal máximo: 80 m³/hora.
- Luz de malla: 0,4 mm.
- Potencia motor: 0,25 CV.
- Elemento filtrante construido en AISI 304.

La red de agua de servicio proyectada consta de tubería de polietileno DN63 en la captación, red principal DN40 y tomas de agua DN25 (1") y DN20 (3/4"). La instalación se completa con válvulas de esfera que aíslan los ramales principales y grifos dotado de racor rápido en los extremos.

La red abastece de agua industrial el circuito de riego y limpieza exterior y el Edificio Industrial.

1.1.3.4.12.2. RED DE AGUA POTABLE

El agua potable se toma en el municipio, desde un punto de la red de distribución situado en las cercanías de la salida hacia la estación depuradora.

PROYECTO LIQUIDACIÓN PARCIAL E.D.A.R. MALLÉN

La conducción hasta la planta consiste en tubería DN63 en polietileno, habiéndose instalado un contador del tipo homologado por el ayuntamiento en la entrada a la planta.

Se distribuye agua potable al Edificio de Control y al Edificio Industrial, duplicando en este caso la red de agua industrial para dar servicio a todos los consumidores. También se realizó la interconexión de la red de agua potable y la de riego.

1.1.3.4.12.3. RED DE AIRE A PRESIÓN

Se ha previsto un compresor, con todos los accesorios, para la red general de aire a presión de entre 8 y 10 bar. El equipo, instalado en el taller, es el siguiente:

- Marca: COMPAIR.
- Modelo: V05.
- F.A.D. litros/s a 8 bar: 14,9.
- F.A.D. litros/s a 10 bar: 11,8.
- Potencia: 5,5 kW.
- Secador frigorífico, modelo F0009H.
- Prefiltros de aire, modelos CF-0010 B y CF-0010 C.
- Depósito acumular de aire comprimido de 300 litros.

La red ejecutada consta de tubería de acero galvanizado de diámetro principal $\frac{3}{4}$ " y secundarios de $\frac{1}{4}$ ", abasteciendo las válvulas de manguito en decantadores y desnatador, y diversos puntos para conexión de limpieza.

La instalación se completa con válvulas de esfera forjadas para aislamiento de los distintos ramales y aislamiento de las válvulas reductoras de presión y de tres vías, así como grifos de esfera de bronce en los puntos de limpieza.

1.1.3.4.12.4. ELEMENTOS DE TRASIEGO DE EQUIPOS.

En la planta hay diversos polipastos situados para el trasiego de los equipos, tal como queda reflejado en los planos correspondientes.

Para el caso del movimiento de la cuchara bivalva, se dispone del siguiente equipo:

- Marca: VICINAY.
- Modelo: C.10.6.N.2/1.
- Capacidad de carga: 1.000 kg.
- Velocidad de elevación: 6 m/min.
- Velocidad de traslación: 20 m/min.
- Potencia motor elevación: 1,6 CV.
- Potencia motor traslación: 0,25 CV.
- Finales de carrera en los 4 movimientos.
- Incluye cuadro y enrollador para cuchara.

Por otra parte, se disponen de otros dos polipastos eléctricos idénticos, uno para el manejo de las soplantes, y otro para el traslado de las centrífugas:

- Marca: VICINAY.
- Modelo: C.16.6.N.2/1.
- Capacidad de carga: 1.600 kg.
- Velocidad de elevación: 6 m/min.
- Velocidad de traslación: 20 m/min.
- Potencia motor elevación: 2,5 CV.
- Potencia motor traslación: 0,25 CV.

- Finales de carrera en los 4 movimientos.

Y por último se disponen de polipastos manuales en diversos puntos de la planta:

- Marca: VICINAY.
- Modelo: PONY.
- Capacidad de carga: 500 kg.
- Altura de mando: 4,5 m.
- Traslación de carro por cadena.

1.1.3.5. DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO

1.1.3.5.1. INTRODUCCIÓN

El dimensionamiento hidráulico se aborda teniendo como principales objetivos a cumplir los siguientes:

- Dimensionamiento de las líneas de tratamiento de una estación depuradora de aguas residuales con una capacidad de tratamiento de 21 / 63 l/s en condiciones medias y máximas.
- Diseño de una instalación con gran flexibilidad de regulación y sobredimensionamiento adecuado para afrontar las variaciones de caudal.
- Consideración de todos aquellos elementos de seguridad que permitan, ante un fallo crítico en cualquiera de las etapas, la evacuación de los caudales hacia un destino seguro, permitiendo el aislamiento total de la etapa en cuestión, o la canalización de la totalidad del caudal por una sola línea, caso de ser una etapa con líneas dobladas.
- Gran capacidad de reserva en equipos cuyo funcionamiento sea indispensable, de manera que pueda procederse a su mantenimiento preventivo o correctivo sin alterar significativamente el funcionamiento normal de la línea.
- Máxima automatización y sencillez de operación de todos los elementos constituyentes de las diferentes líneas.
- Optimización del binomio técnica-economía de funcionamiento para las distintas situaciones de caudales esperadas.
- Elección de la ubicación de los distintos elementos de manera lógica y racional, evitando bombeos innecesarios, en función de las disponibilidades de terreno y la topografía existente.

1.1.3.5.2. DATOS DE PARTIDA

1.1.3.5.2.1. ESTACIÓN DE BOMBEO

	Cota	Ud.
Cota rasante colector en último pozo colector 1:	251,44	m

Cota rasante colector en último pozo colector 2:	247,71	m
Cota media del terreno:	251,33	m
Cota de lámina en la descarga:	257,86	m
Cota de solera en cauce para alivio:	248,75	m

	Qm	Qp	Ud.
Caudal transportado por el Colector 1:	1.620,0	4.860,0	m3/día
	67,5	202,5	m3/h
	18,8	56,3	l/s
Caudal transportado por el Colector 2:	180,0	540,0	m3/día
	7,5	22,5	m3/h
	2,1	6,3	l/s
Caudal de Aguas residuales a impulsar	1.800,0	5.400,0	m3/día
	75,0	225,0	m3/h
	20,8	62,5	l/s

1.1.3.5.2.2. LÍNEA DE AGUA DE LA E.D.A.R.

Cota Ud.

Cota media del terreno:	254,25	m
Cota mínima de solera en la salida al río:	252,25	m
Cota de lámina de río:	248,75	m

	Q MEDIO	Q PUNTA	Ud.
Caudal general a tratar (Qm):	1.800		m3/día
	75,0		m3/h
	20,8		l/s
Caudal en Pretratamiento (Qm / 3,0 Qm):	1.800	5.400	m3/día
	75,0	225,0	m3/h
	20,8	62,5	l/s
Caudal en tratamiento biológico (Qm / 2,5 Qm):	1.800	3.600	m3/día
	75,0	150,0	m3/h
	20,8	41,7	l/s

Caudal de recirculación 2ª adoptado (1,5 Qm / 0,60 Qp):	2.700	2.700	m3/día
	112,5	112,5	m3/h
	31,3	31,3	l/s

1.1.3.5.2.3. LÍNEA DE FANGOS

	Q	Ud.
Caudal de recirculación de fangos secundarios:	2.700	m3/día
	112,5	m3/h
	31,3	l/s
Concentración de fangos secundarios	8.000,0	mg/l
Caudal de purga de fangos secundarios	70	m3/día
	2,9	m3/h
	0,8	l/s
Concentración de fangos secundarios	8.000,0	mg/l
Caudal de fangos a deshidratación	16	m3/día
	0,7	m3/h
	0,2	l/s
Concentración de fangos espesados	35.000,0	mg/l
Caudal de fangos a almacenamiento	2,8	m3/día
	0,12	m3/h
	0,03	l/s
Concentración de fangos a almacenamiento	200.000,0	mg/l

1.1.3.5.3. LÍNEA PIEZOMÉTRICA

La siguiente tabla resume la línea piezométrica obtenida:

	CAUDAL MEDIO	CAUDAL PUNTA	Ud.
1Cota de lámina en acceso a tamiz:	257,86	257,86	m
2Cota de lámina en desarenador - desengrasador:	256,37	256,41	m
3Cota de lámina en arqueta de reparto a Reactores Biológicos	255,62	255,64	m

4Cota de lámina en Reactores Biológicos:	255,44	255,45	m
5Cota de lámina en arqueta de salida RB:	255,21	255,25	m
6Cota de lámina en arqueta de reparto a D2ª:	255,18	255,18	m
7Cota de lámina en arqueta tras partición a D2ª:	254,81	254,95	m
8Cota de lámina en D 2ª:	254,68	254,69	m
9Cota de lámina en arqueta de salida de Planta:	253,91	253,94	m
10Cota de lámina arqueta de salida de Planta, tras labio:	253,12	253,19	m
11Cota de lámina en salida al río:	249,93	250,00	m

La diferencia de cota entre el labio de la arqueta de salida del desarenador y el labio de la arqueta de salida de planta asciende a 2,47 m.

1.1.3.5.4. CARACTERÍSTICAS MÁS IMPORTANTES DE LAS CONDUCCIONES DISEÑADAS

Las siguientes tablas muestran las características más importantes de las conducciones diseñadas:

LINEA DE AGUA

DESCRIPCIÓN	TIPO (-)	Nº Conducciones	DN (mm)	MATERIAL (-)
Conducción de impulsión	Presión	1	250	FD
Desarenador a Arq. Reparto a Reactores	Presión natural	1	200	FD
Arq. Salida Reactores a Arq. Reparto a Decantadores	Presión natural	2	250	FD
Arq. Reparto a Decantadores a Decantadores	Presión natural	2	250	FD
Decantador inicial a Decantador final	Presión natural	1	150	FD
Decantador final a Arq. De salida	Presión natural	1	200	FD
Arq. De salida a cauce receptor	Gravedad	1	600	HA

LINEA DE FANGOS

DESCRIPCIÓN	TIPO (-)	Nº Conducciones	DN (mm)	MATERIAL (-)
Decantadores a Arq. Recirculación y purga	Presión natural	2	150	FD
Arq. Recirculación y purga a reactores	Presión	2	150	AISI316-FD
Arq. Recirculación y purga a espesador	Presión	1	100	AISI316-FD-AISI316
Espesador a Bombeo de Fangos espesados	Presión	1	100	FD-AISI316
Bombeo de fangos espesados a Centrífugas	Presión	2	100	AISI316
Centrífugas a Tolva de Almacenamiento	Presión	1	150	AISI316

LINEA DE SOBRENADANTES

DESCRIPCIÓN	TIPO (-)	Nº Conducciones	DN (mm)	MATERIAL (-)
Decantadores a Arq. De bombeo de sobrenadantes	Presión natural	2	100	AISI316 -FD
Arq. De sobrenadantes a Desnatador	Presión	1	100	AISI316-FD-AISI316
Espesador a Arq. De reparto a Reactores	Presión natural	1	150	AISI316-FD-AISI316

LINEA DE AIRE BIOLÓGICO

Conducciones

DESCRIPCIÓN	TIPO (-)	Nº (-)	DN (mm)	MATERIAL (-)
Soplantes a distribución en balsas	Presión	2	250	ACG
Distribución en balsas a parrillas cortas	Presión	2	150	ACG
Distribución en balsas a parrillas largas	Presión	2	200	ACG

1.1.3.6. DIMENSIONAMIENTO ELÉCTRICO.

1.1.3.6.1. ACOMETIDA DE LÍNEA ELÉCTRICA

La conexión eléctrica, según comunicación de la compañía suministradora (E.R.Z) se realiza mediante una derivación de la línea de 13,2 KV. Mallén, apoyo 19, que discurre cercana a la parcela. La longitud de la línea de derivación sería de 60 m y bastaría con los apoyos de derivación y fin de línea. Desde el Cuadro General de Distribución, situado en el Centro de Transformación de la EDAR, se llevará una línea en B.T. hasta la Estación de Bombeo.

1.1.3.6.2. DIMENSIONADO ELÉCTRICO

El Centro de Transformación, tipo abonado o cliente, objeto de este proyecto tiene la misión de suministrar energía, realizándose la medición de la misma en MT.

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

Para obtener la potencia aparente necesaria en transformación se ha tomado como factor de potencia 0,80, pese a la batería de condensadores que se coloca para mejorar el factor de potencia de la instalación eléctrica. Sin embargo, se ha preferido optar por este criterio más conservador, en prevención de una posible avería de dicha batería.

A continuación se expresan las potencias instaladas y activas de los distintos cuadros:

	POTENCIA INST. SIN RESERVAS (KW)	POTENCIA NOM. SIN RESERVAS (KW)
CCM	206,79	178,75
Cuadro Edificio de Control	12,0	12,0
Cuadro Edificio Industrial	10,0	10,0
Cuadro Alumbrado Exterior	8,0	8,0
Cuadro Estación Bombeo	44,80	37,90
TOTALES	281,59	246,65

Por tanto, la potencia aparente total simultánea para un factor de potencia $\cos\Phi=0,80$:

$$S = \text{Potencia nominal sin reserva} / \text{factor de potencia} = 246,65 / 0,80 = 308,31 \text{ KVA.}$$

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

$$S = \text{Potencia aparente} * \text{coeficiente simultaneidad} = 308,31 * 0,85 = 262,07 \text{ KVA}$$

Si se considera una reserva de un 20 %, en caso de posibles ampliaciones o imprevistos, la potencia aparente necesaria final calculada es:

$$S = \text{Potencia aparente} * \text{reserva} = 262,07 * 1,20 = 314,48 \text{ KVA}$$

Por tanto, se instalará un transformador de 315 KVA, con tensión en baja a 420 V y 230 V, para el suministro eléctrico a la Estación Depuradora, incluyéndose la alimentación a la Estación de Bombeo, como se ha comentado previamente.

Es preciso corregir o compensar el factor de potencia de la instalación, tanto para lograr los efectos técnicos que de ellos se deducen (disminución de las pérdidas, etc.) como los económicos que se obtienen en la facturación eléctrica (bonificación de hasta un 4%).

Para una potencia de 262,07 KVA, y considerando un factor de potencia global en la instalación del 0,80, resulta que para mejorar dicho factor hasta un 0,95, hace falta una potencia reactiva igual a 88,33 kVAr. Mayorando este valor en un 20 %, de cara a posibles ampliaciones o para obtener un factor de potencia incluso mayor que 0,95, se concluye que una batería de condensadores de 105 kVAr será más que suficiente para satisfacer las necesidades de la instalación.

Esta batería va dotada de un filtro protector contra armónicos, ya que se considera que hay la suficiente cantidad de equipos gobernados por variadores de frecuencia como para generar armónicos que puedan dar lugar a serios problemas. Además, la batería lleva un regulador automático del factor de potencia, que permita adaptar automáticamente la potencia reactiva suministrada, en función de la potencia activa consumida en cada instante.

Dicha batería de condensadores está conectada al embarrado del Cuadro General de Distribución.

Por otra parte, se ha de colocar una segunda batería de condensadores, que sea capaz de compensar la potencia reactiva propia del transformador de potencia cuando éste funcione al 50 % de su carga. Como el transformador instalado es de 315 KVA, se calcula que una batería fija de 20 kVAR es válida para este cometido. Dicha batería no precisa de un regulador automático, si bien debe ir equipada con un filtro protector contra armónicos, para estar en consonancia con la batería de condensadores general.

Esta segunda batería se conecta directamente al secundario del transformador de potencia.

En el edificio del Centro de Transformación se sitúa el Cuadro General de Distribución, el cual alimenta al Centro de Control de Motores (CCM), al Cuadro de Alumbrado Exterior, a los Cuadros Locales de Fuerza y Alumbrado de los dos edificios presentes en la planta, y al Cuadro de la Estación de Bombeo situada a 305 metros de la parcela de la EDAR.

El Cuadro de Alumbrado Exterior se halla así mismo en el edificio que alberga el Centro de Transformación, junto al Cuadro General de Distribución.

Cada uno de los dos Cuadros Secundarios de Fuerza y Alumbrado se hallan en los dos edificios presentes en la parcela de la EDAR: el edificio industrial y el de control.

El CCM está situado en una sala equipada especialmente para ello en el edificio industrial de pretratamiento y deshidratación, anexa a la sala de soplantes, y alimenta a los equipos correspondientes a las siguientes etapas:

- Pretratamiento.
- Tratamiento biológico.
- Decantación secundaria.
- Salida de agua tratada.
- Recirculación y purga de fangos.
- Espesamiento de fangos.
- Acondicionamiento y deshidratación de fangos.
- Almacenamiento de fangos deshidratados en tolva.
- Servicios auxiliares.

El CCM es de cajones extraíbles. El resto de los cuadros son de ejecución fija.

1.1.3.7. INSTRUMENTACIÓN, AUTOMATISMOS Y CONTROL.

En base a las características del sistema de control exigido, se han seleccionado los equipos de instrumentación que se señalan a continuación:

LÍNEA DE AGUA

AGUA BRUTA:

- Medición de pH y temperatura. - Análisis de conductividad.

CÁMARA DE BOMBEO:

- Medición de nivel ultrasónico.
- Conjunto de 4 boyas de nivel de seguridad.

PROYECTO LIQUIDACIÓN PARCIAL E.D.A.R. MALLÉN

MEDIDA DEL CAUDAL PRETRATADO:

- Caudalímetro electromagnético previo a la entrada al tratamiento biológico.

TRATAMIENTO BIOLÓGICO:

- Medición de oxígeno disuelto (2 ud por reactor).
- Medición de potencial redox.
- Medición de temperatura en el reactor.
- Medición de las condiciones del aire inyectado: caudal, presión y temperatura.

DECANTACIÓN SECUNDARIA:

- Boya de nivel para el control de flotantes.

SALIDA DE AGUA TRATADA:

- Medida de oxígeno disuelto. - Medición de pH.
- Medición ultrasónica del caudal tratado.

LÍNEA DE FANGOS

RECIRCULACIÓN Y PURGA DE FANGOS EN EXCESO:

- Medición electromagnética del caudal recirculado a cada reactor biológico. - Medición electromagnética del caudal de fangos secundarios al espesador. - Conjunto de 3 boyas de nivel en arqueta de fangos.

ESPEAMIENTO DE FANGOS:

- Medida de la concentración de fangos.

MEDIDA DEL CAUDAL DE FANGOS ESPESADOS:

- Medida electromagnética de caudal a cada deshidratadora.

DESHIDRATACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE FANGOS:

- Rotámetro para la dosificación del agua de dilución en cada línea del reactivo.
- Medida electromagnética del caudal de polielectrolito dosificado a cada deshidratadora.

ALMACENAMIENTO DE FANGOS:

- Medida de nivel ultrasónica en la tolva de fangos.

Por otra parte, se han colocado dos interruptores de nivel en la arqueta de vaciados, para protección de las bombas de vaciados, al igual que se ha hecho en la arqueta de flotantes de los decantadores, y se ha dotado de manómetros a las bombas de agua brutas así como a todas las bombas de fangos presentes en la EDAR.

Se considera necesario definir el alcance del suministro, instalación y puesta en marcha del sistema de automatización y control de los bombeos asociados a la E.D.A.R.

Dicho sistema de automatización y control, también denominado sistema de telecontrol, permite supervisar y controlar las siguientes instalaciones:

- **Línea de agua:**

- Estación de bombeo.
- Desbaste, incluso marcha y parada del tamiz.

PROYECTO LIQUIDACIÓN PARCIAL E.D.A.R. MALLÉN

- Desarenador-desengrasador, incluso separadores de arenas y grasas. Medición de caudal de entrada al reactor biológico.
- Reactores biológicos, incluso regulación de soplantes, estado del aire insuflado al reactor, e instrumentación presente.
- Decantación secundaria, incluso parada y marcha de cada unidad y nivel en decantador.
- Medición ultrasónica del caudal de agua saliente y estado de la misma mediante la instrumentación presente en la arqueta de salida.

- **Línea de fangos:**
 - Recirculación de fangos a las entradas de los reactores biológicos, incluso medida de caudal, arranque/parada de bombas y tiempo de funcionamiento.
 - Purga de fangos secundarios, con medición de caudal.
 - Espesado de fangos por gravedad, incluso parada/marcha del mecanismo y concentración de fangos salientes, bombeados a deshidratación.
 - Deshidratación, incluso horas de funcionamiento, disolución del polielectrolito, y medición del caudal.
 - Almacenamiento de fangos en tolva

- **Elementos auxiliares:**
 - Grupo de presión de aire.
 - Grupos de presión de aguas de servicios y agua potable.
 - Red de drenajes y vaciados y conexión con el bombeo de agua bruta.
 - Desodorización.

El sistema de telecontrol, permite efectuar un control exhaustivo de los parámetros más característicos de la planta de tratamiento en función de la información suministrada por la instrumentación ubicada a tal efecto.

Por tanto, la instalación de automatización y control se ha realizado básicamente con la instalación de los siguientes elementos:

- Un equipo de supervisión, compuesto por un PC (más otro para emergencias) junto a un software (SCADA) programado para ello.
- Un controlador lógico programable (PLC) junto al único Centro de Control de Motores (CCM) presente en la planta, situado en una sala del edificio de pretratamiento y deshidratación, y que por ser el único CCM presente, realizará también las funciones de supervisión y comunicación.
- Dos equipos de periferia descentralizada, conectados al PLC, para control de la Estación de Bombeo y del cuadro sinóptico respectivamente.
- 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 el autómata programable es el Industrial Ethernet.
- Como bus de comunicaciones entre el autómata y la instalación en campo se ha escogido el Profibus DP.

1.1.3.8. MODIFICACIONES RESPECTO PROYECTO ORIGINAL

Los principales elementos de la obra que han sufrido modificaciones respecto al proyecto original han sido los siguientes:

Llave de corte total

Suministro e instalación de llave de PVC diámetro 110 mm

MATERIAL: PVC.

MATERIALES ACCESORIOS: PVC, PIEZAS ESTANDAR.

PRESIÓN: 20 ATM (A 20° C)

NORMA: UNE 53 112

INCLUSO P.P. PIEZAS ESPECIALES Y ANCLAJES

Tubería De acero galvanizado

Suministro de tubería de acero galvanizado en caliente de diámetro 110 y forro interior de poliuretano y colocación en tablero del puente sobre el río Huecha, incluyendo los trabajos verticales de alpinista incluso parte proporcional de tortillería y abrazaderas.

Aleta de vertido

Aleta de vertido totalmente terminada, incluyendo el encofrado, ferrallado y vertido del hormigón incluyendo parte proporcional de medios auxiliares y de seguridad.

Escollera totalmente terminada

Escollera de piedra formada por piedras de peso medio 600 kg., incluso rejuntado de las mismas con piedras de menor espesor.

Cerramiento provisional de obra

Valla metálica articulada 2,5 m, con protección de intemperie con soportes del mismo material, separados cada 2 mts. Cinco usos

Transporte y montaje de vallado

Relleno y compactación de trasdos muro zahorra

Relleno y compactación de trasdos de muros, por medios mecánicos, con zahorra, hasta una densidad según Pliego de prescripciones, medido sobre perfil

Arlita en cubierta no transitable

Arlita aligerada para la formación de pendientes de cubierta, i/ transporte a obra, vertido bombeado, colocado y posteriormente curada.

Lamina asfáltica Plasfal PE 3 Kg

Suministro y colocación de lámina asfáltica de betún modificado con polímeros Plasfal P Elastómeros, en posición Vertical respecto al soporte, salvo en perímetros y puntos singulares.

Justificación: Se coloca lámina asfáltica en la solera y muros enterrados de los edificios para evitar la entrada de humedad por capilaridad en los edificios.

Colocación Geotextil

Suministro y colocación de lámina geotextil de 120 gr/m², Danofelt 120. Lista para protección de lámina asfáltica.

Fábrica de ladrillo ½ Pie Cara Vista

Fábrica de ladrillo de ½ pie de espesor de ladrillo de cara vista, sentado con mortero de cemento CEM II/A-P 32,5 R y arena de río 1/6 (M-40) para posterior terminación, i/p.p. de replanteo, aplomado y nivelación según NTE-FFL y MV-201.

Cálculo, por reforma, de la arqueta de recirculación de fangos

Proyecto constructivo de las reformas de las arquetas de fangos, flotantes y arqueta de vaciado para hacerlas menos profundas.

Piedra natural de cantera

Alicatado plaqueta de piedra natural de cantera de 60*30*4 cm. 1ª recibido con mortero de cemento y arena de miga 1/6, i/piezas especiales, ejecución de ingleses, rejuntado, limpieza y p.p. de costes indirectos, s/NTE-RPA-3

Techo vinílico

Suministro y colocación de techo vinílico-n 10*59*59 mas perfilaría en aluminio lacado blanco, totalmente acabado incluso parte proporcional de medio auxiliares..

Justificación; Unidad que aparece para mejora del proyecto ya que hace registrable todo el techo del edificio de control.

Material porcelánico para ensolado

solado plaqueta de porcelánica 30x30 cm. 1ª recibido con mortero de cemento y arena de miga 1/6, i/piezas especiales, ejecución de ingletes, rejuntado, limpieza y p.p de costes indirectos, s/NTE-RPA-3.

Justificación; Unidad de mejora del proyecto para dar calida superior de acabados a la zona noble edificio de control.

Acera acabado pétreo

Acera de loseta pétreo de 30x30 cm de color negro, combinada con loseta pétreo de 30x30 cm de color blanco colocada sobre solera de hormigón HM-15 de 10 cm de espesor, en explanada nivelada y compactada

Justificación; Unidad de mejora del proyecto para dar calida superior al acerado de la urbanización..

Sinóptico en mosaico

Cuadro sinóptico.Servicio: Visualización a gran escala del SCADA instalado.Características:- Marca: SINOPTICOS FLORIA .- Módulos de policarbonato termoestable de 50 x 50 x 28.- Dimensiones (mm): 2.000 x 1.000.- Registradores- Totalizadores.- Tensión de alimentación 24 V- Fuente de alimentación a 220 V/5 V, 10 A.- Cuadro de control integrado para indicaciones digitales.

Justificación; Unidad de mejora del proyecto pedida por dirección de obra con el fin de poder hacer futura ampliaciones en el sinóptico.

Video portero

UD Videoportero automático, conexión con 2 cables, pantalla de 6 cm. Totalmente instalado.

Justificación; Unidad de mejora del proyecto pedida por dirección de obra con el fin de poder observar al personal de entrada a la EDAR.

Desagüe Máquina desbastes DN 100/80

Materiales;

1.3 metros de Tubería Anos de DN 100

1 Reducción de DN 100-80

1 Juego Brida-Valona de DN80

1 Codo de DN 100

48 Tornillos de 16*70

Justificación; Unidad de mejora del proyecto , ya que con el material en acero inox. dicho colector aguantara mejor las erosiones.

Desagüe Máquina Desnatador

Materiales;

1.4 metros de Tubería Inox de DN 150

1 Reducción de DN 100-80

1 Juego Brida-Valona de DN80

1 Codo de DN 150

48 Tornillos de 16*70

Justificación; Unidad de mejora del proyecto , ya que con el material en acero inox. dicho colector aguantara mejor las erosiones.

Colector entrada salida bomba de arena

Materiales;

PROYECTO LIQUIDACIÓN PARCIAL E.D.A.R. MALLÉN

3.4 metros de Tubería Inox de DN 100
2 Juego Brida-Valona de DN50
3 Codo de DN 50
48 Tornillos de 16*70
Justificación; Unidad que no aparecía en el proyecto original.

Colector de sobrenadantes a reactor biológico DN 150

Materiales;
5 metros de Tubería Inox de DN 150
2 Juego Brida-Valona de DN150
6 Codo de DN 150
96 Tornillos de 16*70
Justificación; Unidad que no aparecía en el proyecto original.

Colector de fuente de presentación de DN 250

Materiales;
3.1 metros de Tubería Inox de DN 250
2 Juego Brida-Valona de DN 200
2 Juego Brida-Valona de DN 250
2 Reducción DN 250-200
4 Codo de DN 250
240 Tornillos de 16*70

Suministro y montaje de soporte Filtro

Materiales
1,7 metros Angulo inox. De 40*40
4 Tacos Hilti.
Justificación; Unidad que no aparecía en el proyecto original.

Escalera caracol

Escalera tipo caracol formada por perfiles de acero A-42, y peldaños de tramex galvanizado 30x30/30x3 mm con chapa perforada 3x3 mm, totalmente terminada y colocada, i/p.p de piezas especiales y barandilla
Justificación; Unidad que no aparecía en el proyecto original.

Anclajes acero galvanizado para paro de emergencia

Justificación; Unidad que no aparecía en el proyecto original.

Remate cumbra aluminio lacado edificio industrial

cumbra aluminio lacado edificio industrial conformada a base de chapa doblada, engarzadas cada seis metros con tortillería, inclusa parte proporcional de remates y medio auxiliares.
Justificación; Unidad que no aparecía en el proyecto original. Evitando que se produzcan filtraciones por la parte superior de los muros.

Estructura de polipasto arqueta flotante-vaciado-llaves-flotantes

Suministro y colocación de estructura en acero laminado galvanizado en caliente a base de perfiles HEB 140, IPN 120 y IPE 270.
Justificación; Unidad que no aparecía en el proyecto original.

Vertedero metálico aliviadero colector-1

Vertedero metálico AISI 304 formado por chapa de 2mm de espesor de dimensiones 4000 mm. de anchura y 150 Mm. de altura

Justificación; Unidad que no aparecía en el proyecto original.

Vertedero metálico aliviadero colector-2

Vertedero metálico AISI 304 formado por chapa de 2mm de espesor de dimensiones 3000 Mm. de anchura y 150 Mm. de altura

Justificación; Unidad que no aparecía en el proyecto original.

Vertedero metálico desarenador

Vertedero metálico AISI 304 formado por chapa de 2mm de espesor de dimensiones 2500mm de anchura y 150 Mm. de altura

Justificación; Unidad que no aparecía en el proyecto original.

Vertedero metálico reactor biológico

Vertedero metálico AISI 304 formado por chapa de 2mm de espesor de dimensiones 2700mm de anchura y 150 Mm. de altura

Justificación; Unidad que no aparecía en el proyecto original.

Vertedero metálico arqueta de reparto

Vertedero metálico AISI 304 formado por chapa de 2mm de espesor de dimensiones 2000mm de anchura y 150 Mm. de altura

Justificación; Unidad que no aparecía en el proyecto original.

Chapa deflectora AISI 304

Cajón metálico AISI 304 formado por chapa de 2mm de espesor de dimensiones 2500mm de anchura y 500 Mm. de altura, incluso patillas laterales.

Justificación; para evitar acumulaciones de suciedad.

Línea de vida encima de tolva

Suministro y colocación de línea de vida formado por dos redondos lacados en verde soldados a la tolva de fango

Justificación; Unidad que no aparecía en el proyecto original. Pedido por coordinador seguridad.

Barandilla tipo piscina para desembarco de arquetas

Suministro y colocación barandilla tipo piscina para desembarco de arquetas formado por tubo redondo doblado y galvanizado en frío empotrado a la pared mediante placas de anclaje con sus correspondiente tacos.

Subida de arquetas.

Justificación; Unidad que no aparecía en el proyecto original. Pedido por coordinador seguridad.

Remate cumbreira bloque esplit edificio bombeo

Cumbreira de bloques de hormigón FACOSA Mod. Split Alcalá de medidas 20x20 cm., color, ejecutado a dos caras vistas, i/relleno de hormigón H-200/20 y armadura en zona según normativa y recibido con mortero de cemento y arena de río 1/6, i/p.p. de piezas especiales, roturas, nivelados, aplomados, llagueados y limpieza todo ello según NTE-FFB-6.

Justificación; Unidad que no aparecía en el proyecto original. Evitando que se produzcan filtraciones por la parte superior de los muros.

Grada (escalón) en losa pétreo terminado pizarra

Ud de Grada (escalón) en losa pétreo terminado pizarra de color negro, combinada colocada sobre solera de hormigón HM-15 de 10 cm de espesor, en explanada nivelada y compactada

Justificación; Unidad de mejora del proyecto pedida por dirección de obra con fines estéticos.

Clapeta de retención final línea PN2,5 asiento inclinado

Clapeta abombada extremo bridado cuerpo y claveta en acero al carbono cierre de EPDM eje acero INOX. DN 600

Justificación; Unidad de mejora del proyecto , pedida por dirección de obra con el fin de evitar retornos de agua.

Clapeta de retención final línea PN2,5 asiento recto

Clapeta recta extremo bridado cuerpo y clapeta en fundición grisGG-25 cierre de EPDM eje acero INOX. DN 400

Justificación; Unidad de mejora del proyecto , pedida por dirección de obra con el fin de evitar retornos de agua.

Ventosa trifuncional DN 100, PN 10

Ventosa trifuncional DN 100, PN10

Marca: Belgicast

Modelo: BS-05-60

Diámetro: DN10

Presión: PN10

Caudal máximo: 200 l/s

Conexión: Brida, PN10

Materiales:

- Cuerpo y tapa en fundición GGG-42
- Boya en polietileno
- Levas en acero Inox

INCLUSO PP DE ACCESORIOS Y MONTAJE

Justificación; Unidad de mejora del proyecto , que no aparecía proyecto original.

Tolva regulable en altura. En acero inox AISI304

Justificación; Unidad de mejora del proyecto , pedida por dirección de obra para evitar las válvulas tipo PIC.

1.1.4.- PRECIOS

La valoración de la obra ejecutada se ha obtenido por aplicación de los precios unitarios contenidos en el proyecto de licitación y de los nuevos precios aprobados en el acta de precios nuevos de 27 de mayo de 2005 y en el acta de nuevos precios de 15 de Noviembre de 2005.

1.1.5.- REVISIÓN DE PRECIOS

Según se recoge en la disposición sexta del contrato para la construcción de la E.D.A.R. de Mallén la revisión del precio del contrato se realizará según la formula polinómica nº 9 del Decreto nº 3650/1970 de 19 de diciembre (B.O.E. de 29 de Diciembre de 1.970)

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

El importe provisional por revisión de precios asciende a la cantidad de TRESCIENTOS CUARENTA Y CINCO MIL DOSCIENTOS UN EUROS CON NUEVE CÉNTIMOS (347.201,90 €). Este importe será revisado cuando se publiquen de manera oficial los índices de costes correspondientes a los meses de octubre y noviembre de 2005.

1.1.6.- VALORACIÓN Y ADICIONAL

En el documento nº 3 “Datos para la liquidación” se refleja la valoración líquida resultante, dicha valoración asciende a la cantidad de TRES MILLONES SETECIENTOS SESENTA Y DOS MIL VEINTIOCHO EUROS CON CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS (3.831.484,22 €), lo que supone un adicional total de liquidación parcial de TRESCIENTOS DIEZ MIL CIENTO CUARENTA Y UN EUROS CON DIECIOCHO CÉNTIMOS (310.141,18 €)

1.1.7.- PLANOS

Se incluye en el documento 2.1. de esta Liquidación parcial todos los planos, modificados con nueva carátula, y los que resultan de ser de nueva redacción

1.1.8- PARTICIPES Y SALDO

En el anejo 1.2.1. a esta memoria se incluye el régimen económico aplicable a las obras. De acuerdo con el mismo, el 100 % de las mismas es a cargo del Instituto Aragonés del Agua.

Asimismo, el saldo resulta ser de TRESCIENTOS QUINCE MIL SETECIENTOS SEIS EUROS CON NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS (315.706,98 €) a favor del Contratista.

1.1.9- DOCUMENTOS DE QUE CONSTA ESTA LIQUIDACIÓN

1. MEMORIA

1.1. MEMORIA DESCRIPTIVA

1.2. ANEJOS A LA MEMORIA

1.2.1. Régimen Económico

1.2.2. Acta de recepción parcial de las obras.

1.2.3. Certificado de aplicación de precios y cumplimentación de plazos

1.2.4. Actas de nuevos precios

1.2.5. Cálculo de las arquetas

1.2.6. Proyectos eléctricos

2. JUSTIFICANTES

2.1. PLANOS

2.2. MEDICIONES

2.3. CUADRO DE PRECIOS

3. DATOS PARA LA LIQUIDACIÓN

- 3.1. VALORACIONES COMPARADAS
- 3.2. VALORACIÓN GENERAL
- 3.3. PRESUPUESTO VIGENTE
- 3.4. RELACIÓN DE CERTIFICACIONES CURSADAS
- 3.5 REVISIÓN DE PRECIOS
- 3.6. DETERMINACIÓN DEL ADICIONAL DE LIQUIDACIÓN

1.1.7- CONCLUSIÓN

Considerando suficientemente justificada la presente liquidación parcial de las obras de E.D.A.R. DE MALLÉN, la elevamos a la superioridad para su aprobación, si procede.

En Zaragoza, Junio de 2006

La Ingeniera Directora de las Obras

Fdo: Ana Montero García