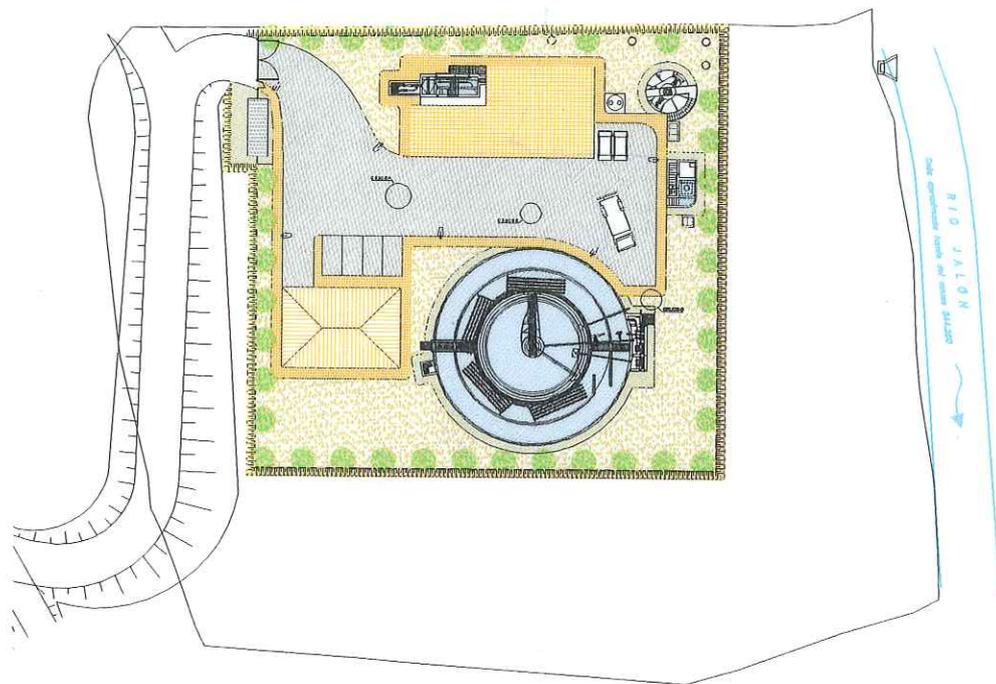


PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA ESTACIÓN DEPURADORA DE ATECA (ZARAGOZA)



DOCUMENTO I TOMO I MEMORIA Y ANEJOS I

EMPRESA CONSTRUCTORA:



MARCOR EBRO, S.A.

AUTORES DEL PROYECTO:



PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA ESTACIÓN DEPURADORA DE ATECA (ZARAGOZA)

ÍNDICE

DOCUMENTO I: MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA

ANEJOS

I. ANEJOS DE INFORMACIÓN BÁSICA

- I.1. TOPOGRAFÍA Y CARTOGRAFÍA
- I.2. GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA
- I.3. REPORTAJE FOTOGRÁFICO
- I.4. HIDROLOGÍA Y CÁLCULO DE AVENIDAS

II. DIMENSIONAMIENTO DE COLECTORES

- II.1. DIMENSIONADO HIDRÁULICO DE COLECTORES
- II.2. DIMENSIONADO MECÁNICO DE COLECTORES

III. DIMENSIONAMIENTO DE LA ESTACIÓN DEPURADORA

- III.1. PARÁMETROS DE DISEÑO
- III.2. RESULTADOS A OBTENER GARANTIZADOS
- III.3. DIAGRAMAS GENERALES DEL PROCESO.
- III.4. DIMENSIONAMIENTO FUNCIONAL.
- III.5. DIMENSIONADO HIDRÁULICO.
- III.6. DIMENSIONADO ELÉCTRICO Y DE ALUMBRADO
- III.7. INSTRUMENTACIÓN, AUTOMATISMO Y CONTROL.
- III.8. DIMENSIONADO ESTRUCTURAL.

IV. ANEJOS COMPLEMENTARIOS

- IV.1. JARDINERÍA, URBANIZACIÓN Y EDIFICACIÓN.
- IV.2. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD Y PROTOCOLO DE PRUEBAS.
- IV.3. MANTENIMIENTO Y EXPLOTACIÓN.
- IV.4. EXPROPIACIONES Y SERVICIOS AFECTADOS
- IV.5. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
- IV.6. PLAN DE OBRA .
- IV.7. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS
- IV.8. RELACIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA, VALORADAS Y ORDENADAS.

TOMO
I

TOMO
II

TOMO
III

TOMO
IV

TOMO
V

TOMO
VI

V. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

}

TOMO
VII

DOCUMENTO II: PLANOS

}

TOMO
VIII

DOCUMENTO III: PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE OBRA CIVIL
- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARTICULARES DE EQUIPOS ELECTRO - MECÁNICOS.

}

TOMO
IX

DOCUMENTO IV: MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

- MEDICIONES
- CUADRO DE PRECIOS Nº 1
- CUADRO DE PRECIOS Nº 2
- PRESUPUESTOS PARCIALES
- PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL
- PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

}

TOMO
X

TOMO
XI

- acero inoxidable AISI 316 → tubos a la intemperie
- fundición dúctil (cementada interna) estriada.

MEMORIA



MARCOR EBRO, S.A.

INDICE

MEMORIA.....	4
1. OBJETO.....	4
2. DESCRIPCIÓN DE UNIDADES DE PROCESO.....	5
3. DIMENSIONADO DEL COLECTOR HASTA LA E.D.A.R.....	7
4. PARÁMETROS DE DISEÑO ADOPTADOS EN EL DIMENSIONAMIENTO DE LA ESTACIÓN DEPURADORA.....	11
5. RESULTADOS A OBTENER GARANTIZADOS.....	13
6. DIAGRAMAS GENERALES DEL PROCESO.....	15
7. DIMENSIONADO FUNCIONAL DE LA ESTACIÓN DEPURADORA.....	19
7.1. COLECTOR DE ENTRADA Y ALIVIADERO.....	19
7.2. PREDESASTE Y BOMBEO DE CABECERA.....	19
7.2.1. ARQUETA DE ENTRADA.....	19
7.2.2. POZO DE GRUESOS.....	19
7.2.3. POZO DE BOMBEO.....	20
7.3. PRETRATAMIENTO.....	22
7.3.1. DESBASTE/TAMIZADO.....	22
7.4. DESARENADOR-DESENGRASADOR.....	25
7.5. MEDICIÓN DE CAUDAL.....	30
7.6. TRATAMIENTO SECUNDARIO: REACTOR BIOLÓGICO.....	31
7.6.1. REACTOR BIOLÓGICO.....	31
7.6.2. CÁLCULO DEL REACTOR BIOLÓGICO.....	33
7.7. DECANTADOR SECUNDARIO.....	41
7.7.1. FANGOS EN EXCESO.....	42
7.7.2. RECIRCULACIÓN DE FANGOS.....	43
7.7.3. SOBRENADANTES DEL DECANTADOR SECUNDARIO.....	44
7.7.4. ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS.....	45
7.8. MEDIDA DE CAUDAL DEL AGUA TRATADA.....	45
7.9. OBRA DE SALIDA Y CONDUCCIÓN AL CAUCE RECEPTOR.....	45
7.10. TRATAMIENTO DE FANGOS.....	46



MARCOR EBRO, S.A.

7.10.1. ESPESADOR DE GRAVEDAD.	46
7.10.2. DESHIDRATACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE FANGOS.....	49
7.11. ALMACENAMIENTO Y VERTIDO DE FANGOS	52
7.12. DESODORIZACIÓN	53
7.13. EQUIPOS ANEJOS	55
7.13.1. GRUPO DE PRESIÓN.	55
7.13.2. RED DE AGUA POTABLE	55
7.13.3. RED DE AIRE A PRESIÓN	56
7.13.4. ELEMENTOS DE TRASIEGO DE EQUIPOS.	56
8. DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO	58
8.1. INTRODUCCIÓN.....	58
8.2. DATOS DE PARTIDA	59
8.2.1. LÍNEA DE AGUA DE LA E.D.A.R.	59
8.2.2. LÍNEA DE FANGOS.....	61
8.3. LÍNEA PIEZOMÉTRICA.....	62
8.4. CARACTERÍSTICAS MÁS IMPORTANTES DE LAS CONDUCCIONES DISEÑADAS.....	62
9. DIMENSIONAMIENTO ELÉCTRICO.....	64
10. INSTRUMENTACIÓN, AUTOMATISMOS Y CONTROL.	67
11. DIMENSIONAMIENTO ESTRUCTURAL.....	70
11.1. RESUMEN GEOTÉCNICO	70
11.2. CÁLCULOS ESTRUCTURALES.....	72
12. IMPLANTACIÓN, URBANIZACIÓN Y EDIFICACIÓN.....	73
12.1. VIALES	74
12.2. ACERADO	74
12.3. CERRAMIENTO	75
12.4. ESCOLLERA DE PROTECCIÓN.....	75
12.5. JARDINERÍA	75
12.6. RED DE RIEGO.....	75
12.7. PROGRAMADOR DE RIEGO	76
12.8. DESCRIPCIÓN DE ESPECIES A EMPLEAR	76
12.9. RESUMEN DE MEDICIONES DE AJARDINAMIENTO	77
12.10. RED DE VACIADOS	77



MARCOR EBRO, S.A.

12.11. RED DE DRENAJE.....	78
12.12. RED DE AIRE COMPRIMIDO.....	78
12.13. ACOMETIDAS DE AGUA POTABLE.....	79
12.14. ACOMETIDA DE LINEA ELÉCTRICA.....	79
12.15. EDIFICACIÓN.....	79
13. DECLARACION DE OBRA COMPLETA.....	83
14. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS.....	84
15. COSTE DE LA MANO DE OBRA.....	86
16. PROGRAMA DE TRABAJOS.....	87
17. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA.....	88
18. FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS.....	89
19. RESUMEN DE PRESUPUESTOS.....	90
20. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO.....	93
21. CONCLUSIONES.....	96



MARCOR EBRO, S.A.

MEMORIA.

1. OBJETO

El presente Proyecto de Construcción se redacta en base a la adjudicación del expediente C11/2003 "Proyecto, Construcción y Funcionamiento inicial de la Estación Depuradora de Aguas residuales de Ateca (Zaragoza)" a la empresa MARCOR EBRO S.A.

Este proyecto ha sido redactado por la empresa INNOVACIÓN CIVIL ESPAÑOLA S.L. para la empresa constructora MARCOR EBRO, S.A.



MARCOR EBRO, S.A.

2. DESCRIPCIÓN DE UNIDADES DE PROCESO

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

Colector interceptor hasta la E.D.A.R.

Línea de agua

- Arqueta de entrada.
- By Pass general.
- Extracción de gruesos mediante cuchara bivalva en pozo de gruesos.
- Pozo de bombeo.
- 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 2,5*Qm
- Aireación prolongada en reactor biológico – decantador de doble corona diseño INNOCIVE.
- 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.
- Almacenamiento de fangos deshidratados en contenedores pivotantes.



MARCOR EBRO, S.A.

Elementos auxiliares:

- Red de drenajes y vaciados y conexión con el pozo de gruesos. ✓
- Instrumentación. ✓
- Edificio industrial incluyendo deshidratación, desbaste y residuos del desarenado. ✓
- Desodorización del edificio industrial por absorción con carbón activo con conexión al espesador. ✓
- Acometida eléctrica exterior en alta tensión mediante línea aérea, (contador en alta y apto para mercado libre eléctrico), 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. ✓
- Urbanización de la parcela. ✓
- Edificio de control. ✓
- Equipamiento de laboratorio según establece 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.



MARCOR EBRO, S.A.

3. DIMENSIONADO DEL COLECTOR HASTA LA E.D.A.R.

Se proyecta un nuevo colector que comienza en la zona del puente sobre el río Jalón de la salida hacia la autovía, en donde se recogerán dos vertidos, uno en cada margen. El colector discurrirá principalmente por la margen izquierda del río Jalón, si bien cruzará al mismo un total de tres veces. Recogerá otros dos puntos de vertido a la altura del puente del Ferrocarril sobre el río, uno en cada margen.

Definiremos los siguientes tramos de colector:

Tramo 0: Consideraremos como "Tramo 0", el correspondiente al primer punto de vertido situado en la margen izquierda del río, y que consideramos principal.

Tramo I: Consideraremos como "Tramo I", el correspondiente al colector que discurre recogiendo los dos primeros vertidos hasta el primer cruce con el río.

Tramo II: Consideraremos como "Tramo II", el correspondiente al que discurre bajo el río en el primer cruce.

Tramo III: Será el que continúe desde el cruce, hasta el siguiente cruce con el río, en las proximidades del puente del ferrocarril.

Tramo IV: Será el que cruce por segunda vez el río, recogiendo el vertido de la margen izquierda.

Tramo V: Recogerá el vertido de la margen derecha a la altura del puente del ferrocarril, y conducirá la totalidad del caudal hasta la parcela de la E.D.A.R.

Se tomará como caudal mínimo el 0,30 veces el caudal medio, y como caudal máximo 12 veces el caudal medio.

De esta manera, los caudales quedan como siguen:



MARCOR EBRO, S.A.

Tramo 0

Caudal mínimo	3,6	l/s
Caudal medio	12	l/s
Caudal máximo	144	l/s

Tramo I

Caudal mínimo	3,6	l/s
Caudal medio	12	l/s
Caudal máximo	144	l/s

Tramo II

Caudal mínimo	3,6	l/s
Caudal medio	12	l/s
Caudal máximo	144	l/s

Tramo III

Caudal mínimo	3,6	l/s
Caudal medio	12	l/s
Caudal máximo	144	l/s

Tramo IV

Caudal mínimo	4,1	l/s
Caudal medio	13,5	l/s
Caudal máximo	162	l/s

Tramo V

Caudal mínimo	5	l/s
Caudal medio	15	l/s
Caudal máximo	180	l/s



MARCOR EBRO, S.A.

Se ha dimensionado el colector de manera que la velocidad no sea superior a 5 m/s, ni inferior a 0,5 m/s.

El material elegido ha sido FD en los pasos bajo el cauce (río Jalón) y PVC Corrugado en el resto de tramos.

El diámetro seleccionado ha sido DN500 en todos los casos.

Las características para los diferentes tramos, son los siguientes:

Tramo 0:

Material:	Fundición
Diámetro:	500 mm
Pendiente media:	5 m/km
Longitud:	46,18 m
Cota de clave en pozo inicio:	545,12 m
Cota de clave en pozo final:	544,89 m

Tramo I:

Material:	PVC Corrugado
Diámetro:	500 mm
Pendiente media:	3 m/km
Longitud:	73,92 m
Cota de clave en pozo inicio:	544,89 m
Cota de clave en pozo final:	544,67 m

Tramo II:

Material:	Fundición
Diámetro:	500 mm
Pendiente media:	5 m/km



MARCOR EBRO, S.A.

Longitud:	34,43 m
Cota de clave en pozo inicio:	543,99 m
Cota de clave en pozo final:	543,81 m

Tramo III:

Material:	PVC Corrugado
Diámetro:	500 mm
Pendiente media:	3 m/km
Longitud:	334,5 m
Cota de clave en pozo inicio:	543,81 m
Cota de clave en pozo final:	542,81 m

Tramo IV:

Material:	Fundición
Diámetro:	500 mm
Pendiente media:	5 m/km
Longitud:	31,72 m
Cota de clave en pozo inicio:	542,81 m
Cota de clave en pozo final:	542,65 m

Tramo V:

Material:	PVC Corrugado
Diámetro:	500 mm
Pendiente media:	3 m/km
Longitud:	151,17 m
Cota de clave en pozo inicio:	542,81 m
Cota de clave en pozo final:	542,20 m



MARCOR EBRO, S.A.

En los cruces bajo el río, se recurrirá a una protección a base de dado de hormigón, con un recubrimiento mínimo de 0,5 m, instalándose pozos "in situ" estancos en ambos lados del cruce.

4. PARÁMETROS DE DISEÑO ADOPTADOS EN EL DIMENSIONAMIENTO DE LA ESTACIÓN DEPURADORA

Partiendo de una población de diseño de 6.500 hab⁰⁹ para el año horizonte de diseño, los parámetros de partida para el cálculo de los elementos de la estación depuradora son los que siguen:

CAUDALES

DESCRIPCIÓN	DISEÑO	UNIDAD
Población de Diseño		
Población de Diseño	<u>6.500</u>	[hab] <i>aprox. 1.000 hab</i>
Dotación de cálculo saneamiento	200	[l/hab · d]
Caudales de Diseño		
<u>Caudal Medio de Diseño (Qmed)</u>	15	[l/s]
	54,2	[m ³ /h]
	<u>1.300</u>	<u>[m³/día]</u>
<u>Caudal Máximo de Diseño (Qmax)</u>	38	[l/s]
	137	[m ³ /h]
	<u>3.289</u>	<u>[m³/día]</u>
Caudal punta de diseño Biológico (2,5 * Qmed)	38	[l/s]
	137	[m ³ /h]
	3.289	[m ³ /día]
Caudal mínimo de diseño (0,5 * Qm)	9	[l/s]
	33	[m ³ /h]
	793	[m ³ /día]



MARCOR EBRO, S.A.

CARACTERÍSTICAS DEL AGUA

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

CARACTERÍSTICAS DEL AGUA BRUTA	DISEÑO	UNIDAD
SST Afluente	46	[grSST/hab/día]
	230	[mg/l]
	299	[Kg/d]
SST Afluente máximo	46	[grSST/hab/día]
	460	[mg/l]
	598	[Kg/día]
DBO Afluente	37	[grDBO/hab/día]
	185	[mg/l]
	240,5	[Kg/día]
DBO Afluente Máximo	74	[grDBO/hab/día]
	370	[mg/l]
	481	[Kg/día]
DQO Afluente	72	[grDQO/hab/día]
	360	[mg/l]
	468	[Kg/día]
Nitrógeno NTK Afluente	12,6	[grNTK/hab/día]
	63	[mg/l]
	81,9	[Kg/día]
Fósforo P-total Afluente	0,4	[gr P/hab/día]
	2	[mg/l]
	2,6	[Kg/día]
Grasas Afluente	8,2	[gr Grasa/hab/día]
	41	[mg/l]
	53,3	[Kg/día]
pH agua bruta	7,8	[s.u]
Factor punta de contaminación SST	2	
Factor punta de contaminación DBO	2	
Factor punta de contaminación DQO	2	
Temperatura del agua (invierno)	13	[°C]
Temperatura del agua (verano)	23	[°C]



MARCOR EBRO, S.A.

5. RESULTADOS A OBTENER GARANTIZADOS

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

CARACTERISTICAS DE VERTIDO.		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD DISEÑO	
SST Salida	[mg/l]	23
	[Kg/dia]	29,9
% Reducción SST	%	90
DQO salida	[mg/l]	90
	[Kg/dia]	117
% Reducción DQO	%	75
DBO5 Salida	[mg/l]	18,5
	[Kg/dia]	24,1
% Reducción DBO5	%	90
DBO soluble	[mg/l]	6
	[Kg/dia]	7,8
Nitrógeno total	[mg/l]	33
	[Kg/dia]	43,4
% Reducción Nitrógeno total	%	53
Fósforo P-total	[mg/l]	2
	[Kg/dia]	2,6
% Reducción Fósforo P-total	%	0
Contenido lím. materia orgánica arenas	%	5
pH agua tratada		6-9

El agua no tendrá olor desagradable.

**SE INCUMPLE RESPECTO AL PLIEGO LA SALIDA DE NITRÓGENO, PERO SEGÚN
LOS DATOS DE PARTIDA NO ES POSIBLE DESNITRIFICAR MAS ALLÁ DEL 53%
SIN LA INCORPORACIÓN DE METANOL AL PROCESO.**



MARCOR EBRO, S.A.

Características del fango

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

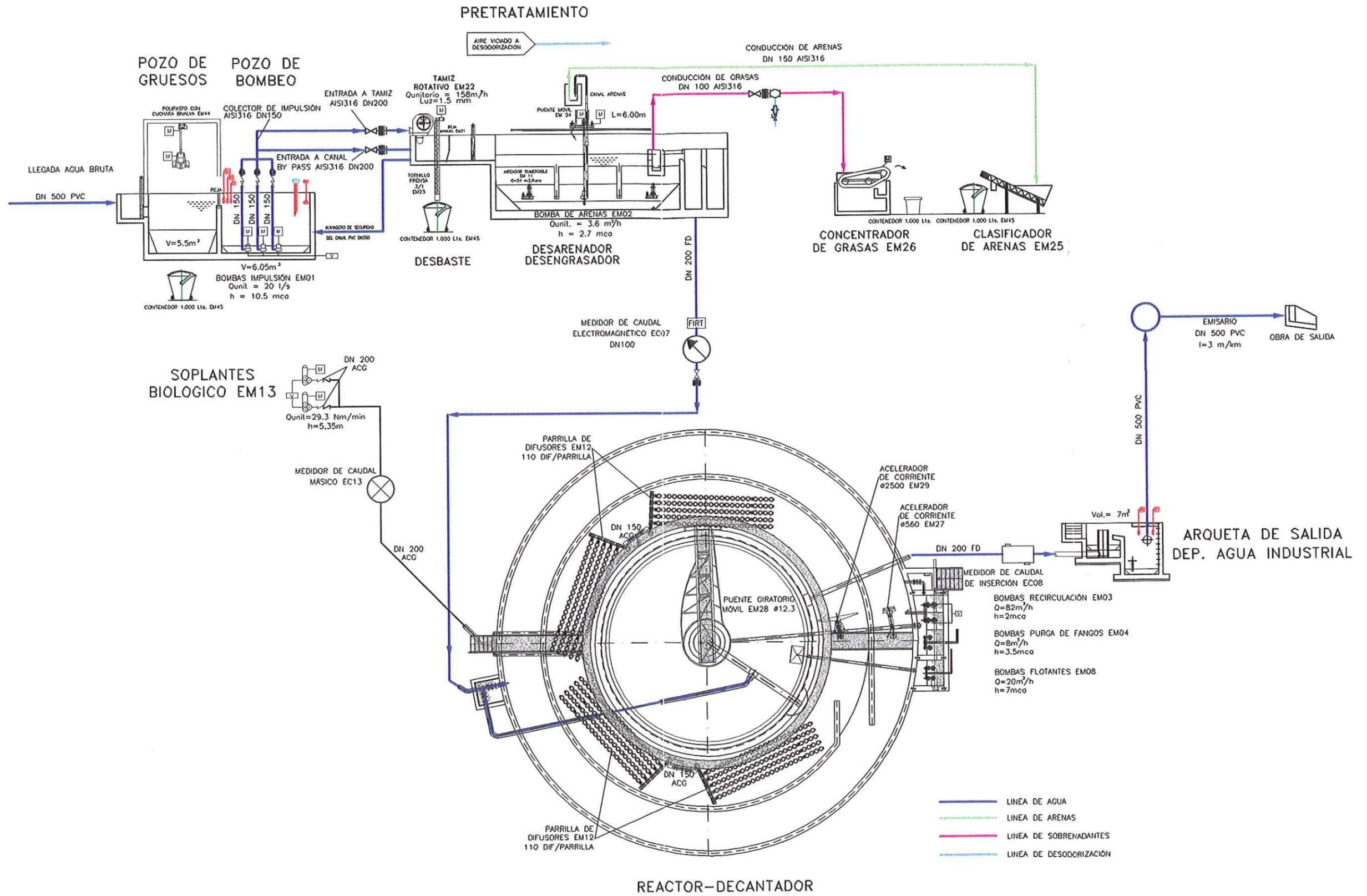
CARACTERISTICAS EXIGIDAS AL FANGO.		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Estabilidad (en % peso de SSV)	%	40
Sequedad del fango deshidratado	%	18



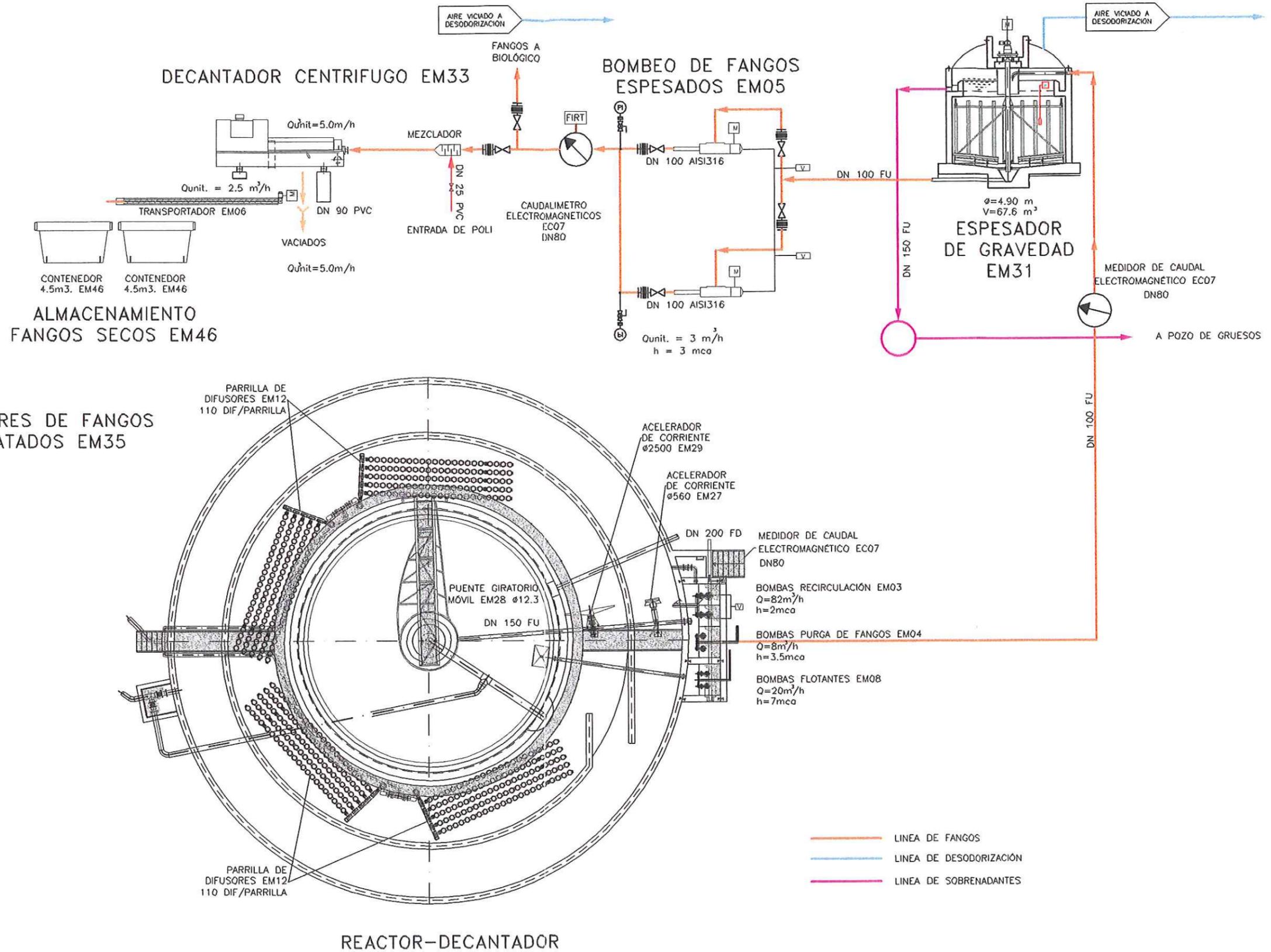
MARCOR EBRO, S.A.

6. DIAGRAMAS GENERALES DEL PROCESO

A continuación se adjunta, previo al resumen del dimensionamiento los diagramas del proceso para una mejor comprensión de la presente memoria.

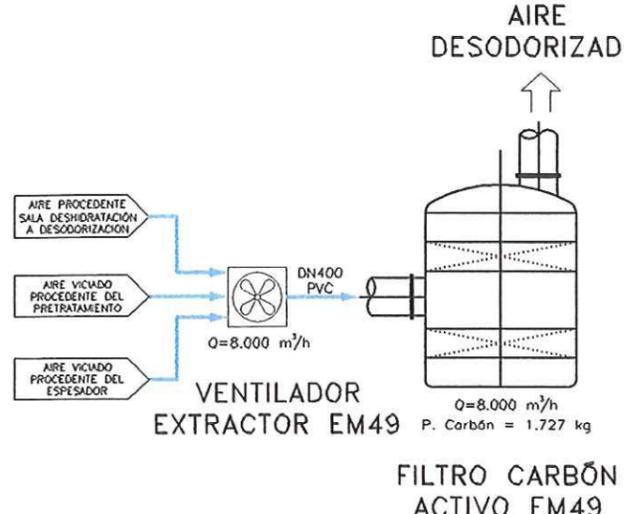


ESQUEMA FUNCIONAL LÍNEA DE AGUA

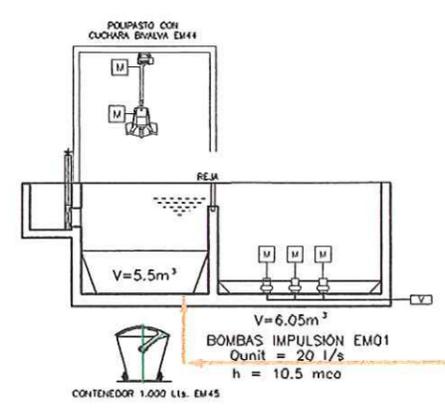


ESQUEMA FUNCIONAL LÍNEA DE FANGOS

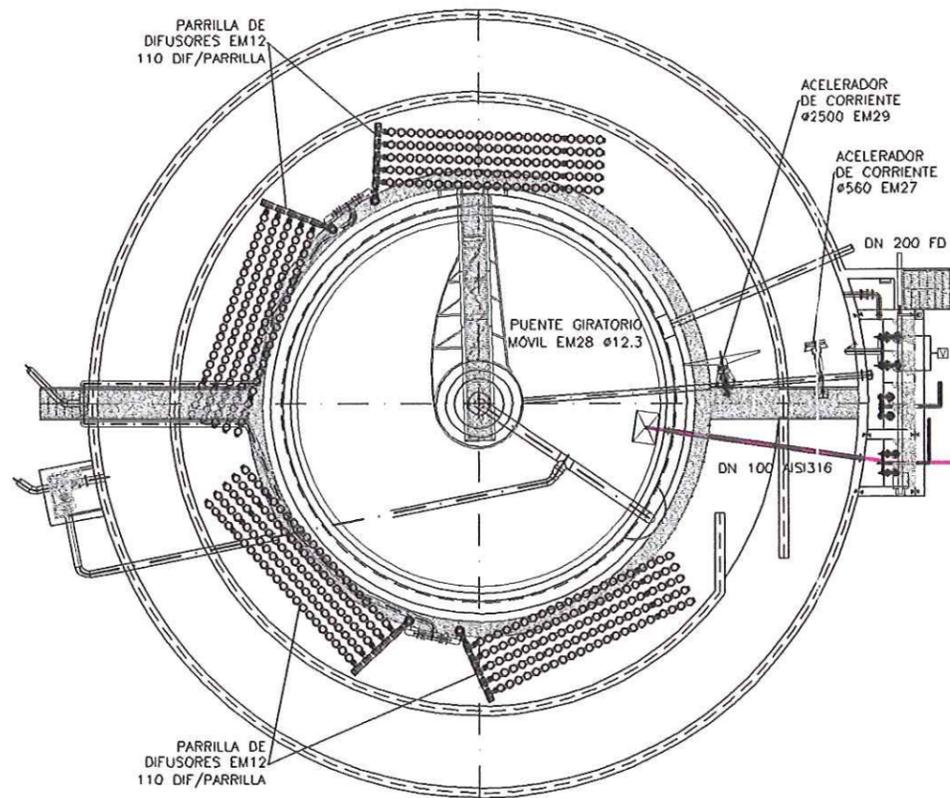
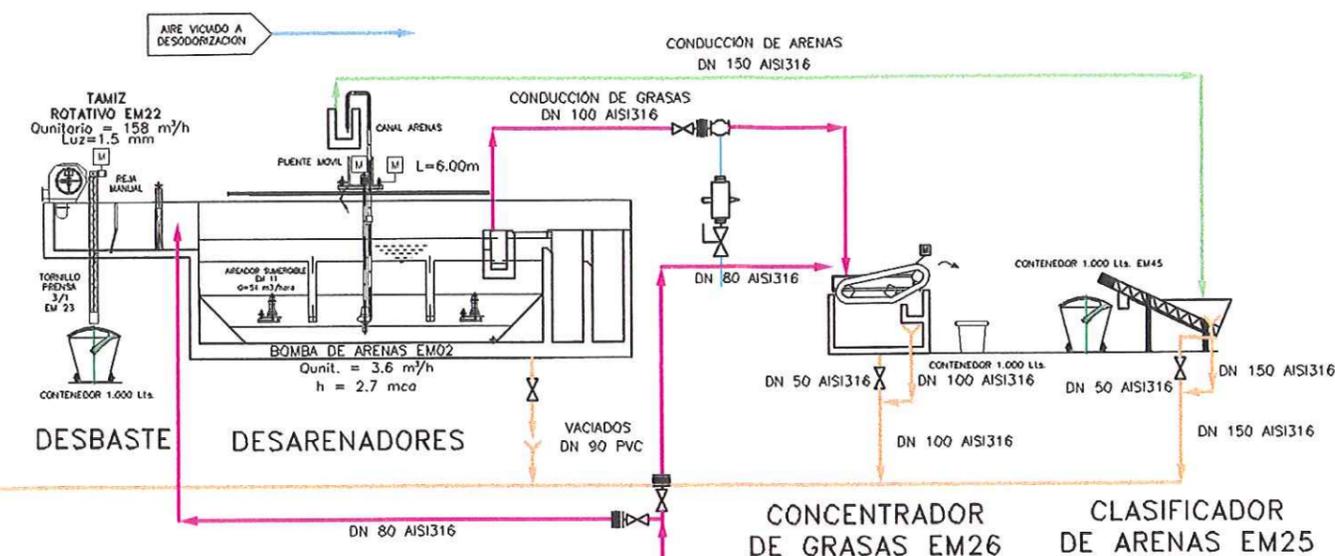
DESODORIZACIÓN



POZO DE GRUOSOS POZO DE BOMBEO



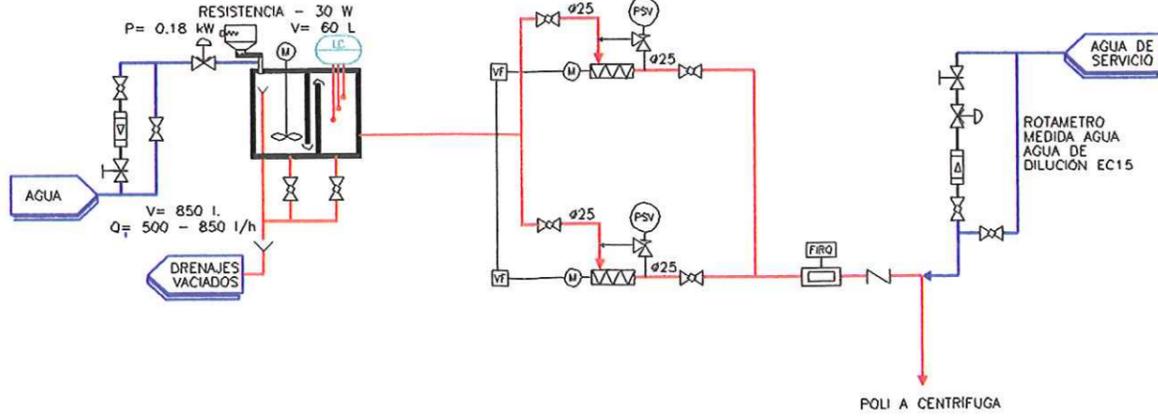
PRETRATAMIENTO



- BOMBAS RECIRCULACIÓN EM03
Q=82m³/h
h=2mca
- BOMBAS PURGA DE FANGOS EM04
Q=8m³/h
h=3.5mca
- BOMBAS FLOTANTES EM08
Q=20m³/h
h=7mca

PREPARACIÓN Y DOSIFICACIÓN POLIELECTROLITO PARA SECADO DE FANGOS EM34
DOSIFICACIÓN POLIELECTROLITO
Q= 0.3 - 1.0 Kg/h, P= 0.18 kW

BOMBAS DOSIFICADORAS EM07
1+1 UNIDADES
Q= 30 - 102 l/h
P= 0.05 kW



- LINEA DE VACIADOS
- LINEA DE DESODORIZACIÓN
- LINEA DE SOBRENADANTES
- LINEA DE POLI

DOSIFICACIÓN DE POLI



MARCOR EBRO, S.A.

7. DIMENSIONADO FUNCIONAL DE LA ESTACIÓN DEPURADORA

7.1. COLECTOR DE ENTRADA Y ALIVIADERO

Como ya se ha mencionado, el colector de entrada a la E.D.A.R. es DN500 en PVC. Desde el primer pozo situado en la parcela, hasta la arqueta de entrada, las condiciones de este colector, son las siguientes:

Material:	PVC Corrugado
Diámetro:	500 mm
Pendiente media:	13,75 m/km
Longitud:	32,33 m
Cota de clave en pozo inicio:	542,20 m
Cota de clave en pozo final:	541,75 m

En el primer pozo situado en la parcela, se ha situado el aliviadero, formado por tubería de PVC Corrugado DN500, que comunica con el emisario de la E.D.A.R.

7.2. PREDESBASTE Y BOMBEO DE CABECERA

7.2.1. ARQUETA DE ENTRADA

Se ha diseñado una arqueta de entrada a planta, dotada de compuerta manual mural de 0,6x0,6 m de paso, para aislamiento de la misma. La arqueta tiene unas dimensiones de 0,8x0,9 m.

El cierre de la compuerta haría que el nivel de agua subiera en la conducción de entrada hasta la cota en la que entraría en funcionamiento el aliviadero anteriormente mencionado.

7.2.2. POZO DE GRUESOS



MARCOR EBRO, S.A.

El pozo de gruesos diseñado tiene unas medidas de 2,2 m por 2,0 m, de forma tronco – piramidal, con un calado máximo de diseño de 1,25 m, alcanzando un volumen total de 5,5 m³. El porcentaje de eliminación esperado es del 70%, para lo que se le ayudará 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 14 días.

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

- Marca: BLUG.
- Modelo: C2A-100.
- Capacidad: 100 litros.
- Presión de trabajo: 100 bar.
- Tiempo de cierre: 6 segundos.
- Tiempo de apertura: 3 segundos.
- Potencia motor: 4,0 CV.
- Incluye orificio de escurrido.

7.2.3. POZO DE BOMBEO

El pozo de bombeo tiene unas dimensiones de 2,2 m por 2,2 m, y un calado máximo de diseño de 1,25 m, siendo el volumen de 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 2 + 1 bombas centrífugas verticales, teniéndose en cuenta las siguientes consideraciones:

- Nº de arranques/Hora de los equipos en la peor condición de caudal inferior
a 10. < 10



MARCOR EBRO, S.A.

- 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, $2,5Q_m=38$ l/s.

Las tres 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 diseñado un colector de impulsión 3 en 1 consistente en tubería de acero inoxidable AISI316 DN150 y DN200, en el que la velocidad máxima de circulación es de 1,2 m/s, dotado de los accesorios de aislamiento y no retorno habituales y manómetro por bomba.

Siendo la altura geométrica calculada de 9,12 m a 9,34 m (en función de la altura de lámina en el pozo), las necesidades mínimas estrictas de las bombas, son las siguientes:



MARCOR EBRO, S.A.

Q :	20,1	l/s
P :	9,64	mca

Las bombas elegidas corresponden a un planteamiento centrífugo sumergido, con las siguientes características:

- Marca: FLYGT.
- Modelo: CP.3102.180 MT.
- Caudal unitario: 20 l/s.
- Altura manométrica: 10,5 mca.
- Paso de sólidos: 76 mm.
- Rodete: canal cerrado.
- Potencia instalada: 3,1 kW.

Todos los cálculos realizados sobre estos apartados, se pueden encontrar adjuntos al Anejo III.5 "Dimensionado Hidráulico".

7.3. 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.

7.3.1. DESBASTE/TAMIZADO

Línea principal:

- A 1 Ud Tamiz autolimpiante rotativo.



MARCOR EBRO, S.A.

Línea de by-pass:

-b) 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:

- Marca: HYDREUTES.
- Modelo: ROTOFILTRO RFA 4080.
- Paso de sólidos: 1,5 mm.
- Caudal máximo: 158 m³/h
- Anchura del canal recogida escurrido: 400 mm.
- Limpieza automática temporizada.
- Diámetro tubuladura entrada: DN 200.
- Diámetro tubuladura salida: DN 250.

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.

El material con el que están contruidos todos los elementos (cuerpo, elemento filtrante, tubo de limpieza) es acero inoxidable AISI-304.

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 realizará mediante un tornillo compactador de residuos sin núcleo de las siguientes características:

- Marca: FILTRAMAS.
- Modelo: TP 2010.
- Capacidad: 1,5 m³/hora.



MARCOR EBRO, S.A.

- Diámetro camisa escurrido: 200 mm.
- Paso de hélice: 200 mm.
- Longitud útil: 1.000 mm.
- Potencia motorreductor: 0,55 kW.
- Material carcasa y tapa: AISI 304.
- Materia seca entrada: 15 %.
- Materia seca salida: 35-40 %.

Los tornillos sin núcleo permiten una alta capacidad de transporte además de ser poco sensibles 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.

Los residuos compactados se verterán en un contenedor de 1.000 litros, homologado por el Ayuntamiento para la recogida de RSU. Dicho volumen es de 140 litros diarios suponiendo una media de 8 l/hab· año de residuos retenidos en rejillas de gruesos y tamiz. Para este volumen medio de residuos la capacidad de retención será superior a los 7 días, según las condiciones de diseño.

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:

Reja de limpieza manual.



MARCOR EBRO, S.A.

- Marca: DAGA.
- Modelo: MR-01.
- Luz de paso: 12 mm.
- Ancho de los barrotes: 5 mm.
- Inclinación: 75°.
- Anchura del canal: 400 mm.
- Altura del canal incluso resguardo: 800 mm.
- Pendiente del canal: 0,2 %

Con estas condiciones, para caudal máximo de diseño el calado es de 144 mm y la velocidad es de 0,66 m/s. Considerando una colmatación de un 30% la pérdida de carga será de 1 cm.

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 pozo de gruesos.

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

7.4. DESARENADOR-DESENGRASADOR

El desarenador-desengrasador tiene las siguientes dimensiones:

- Nº unidades: 1 Ud.
- Longitud: 6,0 m.
- Altura cónica: 1,9 m.
- Altura recta: 1,35 m.
- Anchura zona de grasas en superficie: 0,75 m.



MARCOR EBRO, S.A.

- Anchura zona de arenas en superficie: 1,5 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 una chapa deflectora dispuesta en sentido longitudinal e introducida en el agua a 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 Q_{medio}	10,0	m/h
V. Ascensional Q_{punta}	15,0	m/h
V. Ascensional Q_{max}	25,0	m/h
V. Horizontal Q_{medio}	0,080	m/s
V. Horizontal Q_{punta}	0,100	m/s
V. Horizontal Q_{max}	0,150	m/s
Tiempo de retención Q_{medio}	15,0	min
Tiempo de retención Q_{punta}	10,0	min
Tiempo de retención Q_{max}	5,0	min

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

Diámetro de partícula retenida	0,40 mm
Velocidad de caída	6,5 cm/s



MARCOR EBRO, S.A.

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 1,8 Nm³/min. Como sistema de aireación se han dispuesto 2 aireadores sumergidos marca TSURUMI, modelo 15.TRN2, con una aportación específica mínima de aire unitaria de 0,9 Nm³/min y una potencia unitaria de 1,5 kW.

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 6 toberas difusoras que crean 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 el pozo de gruesos, para ser bombeado a cabecera.

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 irá acoplada al puente de traslación, por lo que la extracción de arenas será continua a lo largo del recorrido. La bomba escogida no tiene cojinetes ni cierres mecánicos en contacto con el fluido. Las características de la bomba son:

- Marca: TURO Ibérica.
- Modelo: TV 31-50 SO6 LB3-2 "SP".



MARCOR EBRO, S.A.

- Caudal: 3,6 m³/hora.
- Altura total: 2,7 metros.
- Paso libre: 50 mm.
- Diámetro impulsión: 50 mm.
- Potencia absorbida: 0,13 kW.
- Material cuerpo y tapa cuerpo: GG 25.
- Material rodete: CA 40.

Los caudales de extracción medio y máximo de arena, considerando una concentración en la extracción del 2% y una producción específica de arena de 150 gr/m³, son de 98 y 247 litros/día respectivamente.

Un puente móvil con una longitud entre apoyos de 2,25 m recorrerá longitudinalmente el canal de desarenado-desengrasado 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:

- Marca: DAGA.
- Modelo: MR16.
- Ancho puente: 1.000 mm.
- Longitud puente: 2.650 mm.
- Potencia motorreductor: 0,18 kW.
- Velocidad de desplazamiento: 1,44 m/min.
- Material chapa rasqueta y tolva: AISI 304.
- Material carro motriz: acero al carbono A42-b.

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.



MARCOR EBRO, S.A.

Dicho clasificador de arenas, de tipo helicoidal, será 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 35 m³/h. El equipo será de la marca DAGA, modelo MR37T-35, con un tornillo de diámetro 200 mm, que opera a una velocidad de 11,5 rpm. El material con el que está construida la cuba es acero inoxidable AISI 304, mientras que la hélice del tornillo es de acero al carbono A42b.

Para el almacenamiento de las arenas separadas se ha adoptado un contenedor homologado de 1.000 litros de capacidad.

Los flotantes y las grasas se recogerán en una arqueta situada al final del tanque en sentido transversal, siendo empujadas las grasas hacia el mismo por el carro.

Desde la arqueta de recogida de grasa se purga hasta un concentrador de grasas-desnatador situado junto al clasificador de arenas. La conducción usada es DN100 AISI316, y contará con una válvula de corte del tipo manguito elástico, comandada por una electroválvula servoactuada de tres vías, que estará convenientemente temporizada para evitar el desbordamiento de la arqueta.

El concentrador de grasas posee las siguientes características:

- Marca: DAGA.
- Modelo: MR08D-070x200.
- Sistema de arrastre: cadenas y rasquetas.
- Caudal nominal: 8 m³/hora.
- Potencia motor: 0,25 kW.
- Material depósito, cadenas de transporte y soportes rasquetas: acero inoxidable AISI 304.
- Material perfiles de barrido rasquetas flotantes: PVC flexible.

La cantidad media de grasas retenidas se cifra en 0,06 m³/día, por lo que la capacidad media de almacenamiento, adoptando un contenedor homologado de 1 m³, es de 16,7 días.



MARCOR EBRO, S.A.

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

El agua sobrante en el proceso de clasificación de arenas y separación de grasas se dirigirá por gravedad 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.

7.5. MEDICIÓN DE CAUDAL

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 la marca ENDRESS-HAUSER, modelo PROMAG 50W, de diámetro DN 100.

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.

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

La instalación del caudalímetro incluye un By Pass al mismo, para proceder a las tareas de mantenimiento.

La conducción de caudal a tratamiento biológico se realiza mediante una conducción en fundición dúctil cementada interiormente DN200, en la que la velocidad a caudal punta es de 1,1 m/s.



MARCOR EBRO, S.A.

7.6. TRATAMIENTO SECUNDARIO: REACTOR BIOLÓGICO

Se ha diseñado un sistema para el tratamiento secundario consistente en 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	%	90%
Salida DBO ₅ Pretratamiento	[mg/l]	185
	[Kg/día]	241
Salida DBO ₅ Tratamiento biológico	[mg/l]	18,5
	[Kg/día]	24
Coefficiente de reducción de SST	%	90%
Salida SST Pretratamiento	[mg/l]	230
	[Kg/día]	299
Salida SST Tratamiento biológico	[mg/l]	23
	[Kg/día]	30
Coefficiente de reducción de N-NTK	%	96%
Salida NTK Pretratamiento	(kg NTK/d)	82
	[mg/l]	2,5
Salida NTK Tratamiento biológico	[mg/l]	2,5
	[Kg/día]	3,3

La tipología escogida obedece a una configuración de reactor – decantador concéntrico, contando el reactor con doble corona (anaeróbica – anóxica y aerobia).

Se ha dotado a la instalación de un By Pass para poder enviar el caudal directamente a la decantación, sin pasar por el Reactor biológico, para lo que se ha dispuesto el correspondiente juego de válvulas.

7.6.1. REACTOR BIOLÓGICO

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



MARCOR EBRO, S.A.

C. másica (kg DBO ₅ /(kg MLSSV· día))	0,050	(kg DBO ₅ /(kg SSV· día))
Carga volúmica (kg DBO ₅ /(m ³ · día))	0,200	(kg DBO ₅ /(m ³ · día))
Tiempo de retención a Q _{medio}	22,15	h
Tiempo de retención a Q _{MAX}	8,76	h
Concentración licor mezcla (ppm)	4000	mg MLSS/l
Edad del fango	21	días
Temperatura de diseño	13° - 23°	°C

Estas características son las propias de un reactor de oxidación prolongada.

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 previsto realizar según la norma ATV A – 131.

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

$$DQO/DBO_5 \approx 2$$

$$NTK/DBO_5 < 0,25$$

Factores que en nuestro caso no quedan verificados por la analítica realizada. El coeficiente entre el NTK de entrada y la DBO₅ es de 0,34 por lo que será imposible desnitrificar la cantidad exigida. Esto implicaría la introducción de materia carbonácea adicional la cual, según la analítica, no existe. Se esta probando a nivel de plantas piloto la incorporación de metanol al proceso para este tipo de casos muy raros en Depuradoras Urbanas.

Este hecho, sin embargo, no ha sido tenido en cuenta a la hora del dimensionamiento, asegurando un funcionamiento correcto una vez se regularicen los parámetros anteriormente citados.



MARCOR EBRO, S.A.

7.6.2. CÁLCULO DEL REACTOR BIOLÓGICO

Se propone una configuración del reactor biológico circular, de doble corona, previendo una zona de anoxia (canal exterior), que se ha calculado conforme a la metodología anteriormente descrita en la norma ATV A-131.

El volumen de dicha zona anóxica es un 50% del volumen global del reactor biológico, que dadas las circunstancias es la mayor que permite la norma,. La edad del fango propuesta es superior a la calculada según el método de la ATV, con lo que se produce una nitrificación total del caudal afluente.

A efecto de cálculo de la nitrificación se indica a continuación el balance global de nitrógeno:

Balance de nitrógeno		
Carga de Nitrógeno a nitrificar	49	[mg/l]
Carga de Nitrógeno a nitrificar	63,7	[Kg/dia]
Nitrógeno orgánico entrada	18,9	[mg/l]
	24,6	[Kg/dia]
Nitrógeno amoniacal entrada	44,1	[mg/l]
	57,3	[Kg/dia]
Nitrógeno orgánico y particulado en efluente	1,5	[mg/l]
	2,0	[Kg/dia]
Nitrógeno en fangos exceso	10,0	[mg/l]
	13,0	[Kg/dia]
Nitrato en efluente	25,7	[mg/l]
	33,4	[Kg/dia]
Nitrógeno a desnitrificar	23,3	[mg/l]
	30,3	[Kg/dia]

NITRIFICACIÓN SEGÚN ATV		
Valores DQO/DBO	1,95	
Valores NTK/DBO	0,34	
Relación volumen desnitrificación/volumen total	0,50	[%]
Eliminación media de nitrógeno	53%	[%]
Eliminación media de nitrógeno por desnitrificación	0,14	[kg N ₂ /kg DBO eliminado]



MARCOR EBRO, S.A.

Este 53% de eliminación es el máximo que se podrá conseguir según los parámetros de diseño.

La edad del fango mínima para conseguir la completa nitrificación del afluente es inferior a la adoptada 21 días de tiempo de retención celular para invierno. Concretamente la edad del fango mínima según la norma ATV 131 sería de 20 días.

El volumen del reactor biológico aparece determinado automáticamente una vez definida la edad del fango, según la formulación anteriormente vista.

Las dimensiones que se escogen para el reactor propuesto, cumpliendo con el pliego, son:

- Número de reactores: 1 Ud.
- Diámetro interior corona aerobia:
- Anchura corona aerobia:
- Diámetro exterior corona aerobia:
- Diámetro interior corona anóxica:
- Anchura corona anóxica:
- Diámetro exterior corona anóxica
- Profundidad corona aerobia (altura útil): 4,5 m.
- Profundidad corona anóxica (altura útil): 3,0 m.
- Resguardo: 0,5 m.
- Volumen total: 1.214 m³.

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

- Necesidad de Oxígeno para síntesis: 142,86 kg O₂/día
- Necesidad de Oxígeno para respiración endógena: 121,2 kg O₂/día
- Necesidad de Oxígeno a 22° degradación MO: 1,600 kg O₂/kg DBO₅.
- Necesidad de Oxígeno a 15° degradación MO : 1,600 kg O₂/kg DBO₅.



MARCOR EBRO, S.A.

- Necesidad de Oxígeno a 12° degradación MO: 1,169 kg O₂/kg DBO₅.
- Necesidad de Oxígeno procesos nitrificantes: 1,21 kg O₂/kg DBO₅.
- Reducción por desnitrificación: 0,36 kg O₂/kg DBO₅.
- Necesidad de Oxígeno proc. Nitrif.-Desnitrif: 0,85 kg O₂/kg DBO₅.
- Coeficiente punta demanda carbono: 1,09.
- Coeficiente punta demanda nitrógeno: 1,50.
- HIPÓTESIS 1: Sólo nitrificación a 13°C: 3,091 kg O₂/kg DBO₅.
- HIPÓTESIS 2: Nitrificación/Desnitrif. a 13°C: 2,550 kg O₂/kg DBO₅.
- HIPÓTESIS 3: Nitrificación/Desnitrif. a 23°C: 3,019 kg O₂/kg DBO₅.
- Coeficiente adoptado: 3,091 kg O₂/kg DBO₅.
- Necesidad Teórica de Oxígeno EN PUNTA: 669 kg O₂/día= 27,9 kg O₂/h.

Se ha tenido en cuenta a efectos de cálculo que con la retención contemplada existirá una demanda de oxígeno por la nitrificación del total del nitrógeno Kjeldahl existente. Dicha demanda de oxígeno depende de la cantidad de nitrógeno amoniacal que resulte nitrificado. Dicho porcentaje depende básicamente y entre otros parámetros de la edad del fango (tiempo de retención celular) y la temperatura de tal forma que el porcentaje que se prevé de nitrificación es de un 100%.

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

La necesidad de aire que debe introducirse en los reactores biológicos depende del sistema de transferencia.

El oxígeno a aportar en las condiciones reales vendrá dado por:

$$\text{Oxígeno real} = \frac{\text{Oxígeno necesario teórico}}{k_t}$$

Siendo k_t el coeficiente global de transferencia que se calcula a su vez como el producto de otros tres coeficientes:

$$K_t = K_{t1} \cdot K_{t2} \cdot K_{t3}$$



MARCOR EBRO, S.A.

Coefficiente K_{11} : Que tiene en cuenta el déficit de saturación de oxígeno del licor mezcla

- Temperatura del agua en el tanque de aireación invierno: 13 °C
- Temperatura del agua en el tanque de aireación verano: 23 °C
- Concentración media de oxígeno en el tanque de aireación: $C_x = 2,0$ mg/l
- Concentración de saturación en agua clara, a 13 °C y presión atmosférica normal $C_s = 10,60$ mg/l

a) Parámetro β que tiene en cuenta los sólidos en suspensión del licor y su salinidad

Para salinidad <3 g/l, adoptamos $\beta = 0.97$

b) Parámetro C_p que tiene en cuenta las variaciones de presión debidas a la altitud

$$C_p = 1 - 0,111 \cdot 500/1.000 = 0,943$$

c) Parámetro C_A que tiene en cuenta la altura de agua en el tanque de aireación.

Suponemos que la aireación se va a llevar a cabo mediante sistemas de difusión de aire, colocados a una profundidad $P = 4,30$ m.

$$C_A = 1,12$$

Aplicando los factores de corrección:

$$C'_s = C_s \cdot \beta \cdot C_p \cdot C_A$$

Calculándose entonces el coeficiente K_{11} por medio de la expresión:



MARCOR EBRO, S.A.

$$K_{t1} = \frac{C_s' - C_x}{C_s}$$

Coefficiente K_{t2} : Que tiene en cuenta la influencia de la temperatura en la velocidad de difusión del oxígeno:

$$K_{t2} = 1,024^{(T-10)}$$

Coefficiente K_{t3} : Que tiene en cuenta la influencia de la temperatura en la velocidad de disolución del oxígeno según las características del licor.

En nuestro caso suponemos que la difusión de aire se realiza con burbujas finas, por lo que se ha adoptado el valor de K_{t3} .

$$K_{t3} = 0,65$$

Por lo tanto, el coeficiente global de transferencia K_t viene definido por la expresión siguiente, tomando diferentes valores para el verano y el invierno en función de la temperatura del agua bruta:

$$K_t = K_{t1} \cdot K_{t2} \cdot K_{t3}$$

Con las formulaciones anteriormente expuestas llegamos a las siguientes necesidades de oxígeno:

- Coeficiente global de transferencia K_t verano: 0,854
- Coeficiente global de transferencia K_t invierno: 0,891.
- Necesidad real de Oxígeno medio (verano): 783,41 kg O_2 /día.
- Necesidad real de Oxígeno punta (verano): 1.175,11 kg O_2 /día.
- Necesidad real de Oxígeno medio (invierno): 751,19 kg O_2 /día.
- Necesidad real de Oxígeno punta (invierno): 1.126,78 kg O_2 /día.



MARCOR EBRO, S.A.

Existen diversas consideraciones que deben tenerse especialmente en cuenta, a la hora de diseñar el sistema de aireación:

- La configuración geométrica del reactor, no justifica una distribución de la demanda no uniforme espacialmente, pero tampoco justifica que dicha distribución sea uniforme.
- La desnitrificación en la zona anóxica es fundamental para la correcta eliminación de nutrientes, por lo que debe garantizarse la ausencia de oxígeno en esta zona.

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 dispondrá un medidor del potencial REDOX a la salida del reactor anóxico para comprobar la eficacia de la desnitrificación y en general del proceso.
- Uno de los equipos soplantes estará controlado por un variador de frecuencia, de tal forma que el otro equipo tendrá únicamente régimen de marcha o paro mientras que el equipo con variador actuará una vez que la demanda de oxígeno haya superado la capacidad del primer equipo.
- 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 escogerán dos soplantes (una de ellas en reserva) que den el caudal unitario propuesto de $1.757 \text{ Nm}^3/\text{h}$.

La posibilidad de regular los motosoplantes para provocar una difusión correcta del O_2 hace que el sistema sea extremadamente flexible.



MARCOR EBRO, S.A.

El principal parámetro que se debe controlar en este elemento es la concentración de oxígeno dentro del reactor biológico. Un control eficaz deberá mantener una concentración dentro del reactor (en 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

Existirá también un medidor del potencial REDOX tal y como se definió anteriormente.

La potencia unitaria calculada estricta es de 37,2 kW. Por ello se propone 1 equipo (más otro en reserva) que suministren 35,1 Nm³/min con $\Delta p = 0,535$ bar.

Como este valor está referenciado a 24 h, se ha pedido un equipo comercial capaz de suministrar este caudal en 20 horas. Por lo tanto el caudal por soplante será de $35,1 \cdot 24 / 20 = 42,12$ Nm³/min.

Las características mínimas principales de las soplantes escogidas son:

Marca:	Aerzen	
Modelo:	GM30L	
Potencia nominal del motor	37,13	KW
Régimen motor (r.p.m.)	2.940	Rpm
Régimen soplante (r.p.m.)	4.480	Rpm
Presión de aire r	1,535	Bar
Caudal suministrado	1.757	Nm ³ /h

Los difusores serán de membrana y sus características han sido tenidas en cuenta en el anterior cálculo de los difusores. La cantidad total de difusores necesaria es de 462 Ud.

Las características de los difusores serán:



MARCOR EBRO, S.A.

Marca:	Flygt
Modelo:	SANITAIRE
Tipo de difusores	Membrana
Tamaño de burbuja	60 μ
Caudal por difusor	4,8 Nm ³ /(Ud· h)
Pérdida de carga	225-350 mm.c.a.

Para conseguir una eficaz mezcla y circulación del licor mixto (y por tanto de los microorganismos existentes en el reactor) se proponen creadores de flujo que provocan un movimiento del agua.

Se dispone un agitador de fondo en la zona anóxica, y otro en la zona aerobia para evitar la decantación de los sólidos en suspensión.

El creador de flujo tendrá unas características mínimas:

Marca:	FLYGT	
Modelo:	SR 4630.410	
Potencia nominal unitaria	1,5	kW
Régimen pala	705	rpm
Diámetro de la hélice	368	mm

Marca:	FLYGT	
Modelo:	SR 4410.410	
Potencia nominal unitaria	0,9	kW
Régimen pala	36	rpm
Diámetro de la hélice	2.500	mm

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



MARCOR EBRO, S.A.

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 249 kgSST/día con una concentración de un 0,8% con lo que el volumen de fangos en exceso será de 31,1 m³/día.

La recirculación será de un 150% que se corresponde con 81,3 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.

Existirá vaciado del reactor biológico, de tal forma que se pueda proceder a realizar esta operación en un periodo menor de 12 horas. La tubería empleada es FU DN150.

7.7. 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 propone un decantador secundario con las siguientes dimensiones:

- Diámetro: 12,0 m.
- Altura de lámina de agua en muro perimetral: 4,0 m.
- Resguardo: 0,5 m.
- Pendiente solera: 8 a 10%
- Diámetro de chapa deflectora: 1,6 m.
- Altura sumergida de chapa deflectora: 1,2 m.

Con todo ello los parámetros de decantación obtenidos son:



MARCOR EBRO, S.A.

Velocidad ascensional a caudal máximo	1,20	m ³ /(m ² · h)
Velocidad ascensional a caudal medio	0,70	m ³ /(m ² · h)
Carga de sólidos a caudal máximo	4,85	Kg/(m ² · h)
Carga de sólidos a caudal medio	1,92	Kg/(m ² · h)
Carga sobre el vertedero a caudal máximo	3,64	m ³ /(h· ml)
Carga sobre el vertedero a caudal medio	1,44	m ³ /(h· ml)
Tiempo de retención a caudal máximo	3,30	h
Tiempo de retención a caudal medio	8,35	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:

- Marca: DAGA.
- Modelo: MR06.
- Ancho puente: 800 mm.
- Grupo motorreductor de potencia 0,18 kW.
- Velocidad: 1,32 m/min.
- Puente en acero al carbono A42-b.
- Barredor fondo y flotantes, tolva y campana central en AISI 304.
- Incluye aliviaderos y reflectores en aluminio.

7.7.1. FANGOS EN EXCESO

Se purgarán en 4 horas/día los 31,1 m³/d que se generan en el biológico, (con una concentración del 0,8%) con lo que la masa de sólidos purgada es de 249 kg SST/día. Se escogen dos bombas (1+1) capaces de evacuar un caudal unitario de 7,8 m³/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 del decantador, favoreciendo la correcta purga de los mantos de fangos.



MARCOR EBRO, S.A.

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:

- Marca: FLYGT.
- Modelo: CP.3085.182 MT.
- Tipo impulsor: canal cerrado.
- Caudal unitario: 8 m³/hora.
- Altura total: 3,5 mca.
- Rendimiento hidráulico: 23,2 %.
- Potencia nominal: 0,9 kW.
- Paso de sólidos: 76 mm.
- Alojamiento motor e impulsor en fundición.
- Eje del rotor en AISI 420.

Para un adecuado control de la purga de los fangos en exceso se ha previsto la instalación de 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.

7.7.2. RECIRCULACIÓN DE FANGOS

Se recirculará un caudal total de lodos de 81,3 m³/h mediante dos bombas, una de ellas en reserva. La concentración de la recirculación será de 8.000 mg/l. Las características principales de las bombas de recirculación son:

- Modelo: NP 3085.182 MT.
- Tipo impulsor: monocanal.
- Caudal unitario: 82 m³/hora.
- Altura total: 2,0 mca.
- Rendimiento hidráulico: 34,8 %.



MARCOR EBRO, S.A.

- Potencia nominal: 2,0 kW.
- Paso de sólidos: 80 mm.
- Alojamiento motor e impulsor en fundición.
- 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 hasta un 150% del caudal medio diario.

La recirculación se podrá regular mediante un variador de frecuencia, que obedecerá a la consigna del caudalímetro electromagnético situado en la línea de impulsión.

7.7.3. SOBRENADANTES DEL DECANTADOR SECUNDARIO

El decantador está 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 será sumergida, y dispondrá de una salida que llevará por gravedad los flotantes a una arqueta donde se hallan alojadas las bombas de flotantes.

Desde dicha arqueta, los flotantes serán 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:

- Marca: FLYGT.
- Modelo: DP.3057.181.
- Tipo impulsor: Vortex.
- Caudal unitario: 20 m³/hora.
- Altura total: 7,0 mca.
- Rendimiento hidráulico: 21,3 %.
- Potencia nominal: 1,7 kW.
- Paso de sólidos: 48 mm.
- Alojamiento motor e impulsor en fundición.
- Eje del rotor en AISI 420.



MARCOR EBRO, S.A.

La tubería de sobrenadantes es DN100.

7.7.4. ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS

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

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

7.8. MEDIDA DE CAUDAL DEL AGUA TRATADA

La medida de caudal del agua tratada se realizará 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 ubicará 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.

7.9. OBRA DE SALIDA Y CONDUCCIÓN AL CAUCE RECEPTOR

Se ha proyectado 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.



MARCOR EBRO, S.A.

El vertido al cauce se realiza mediante tubería DN500 en PVC, de 24 m de longitud, contando con obra de salida que minimice el impacto en la incorporación.

7.10. 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 embridados PN-10. El diámetro mínimo empleado tanto en conducciones rodadas como en las forzadas para estas líneas ha sido 100 mm.

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

7.10.1. 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.



MARCOR EBRO, S.A.

Los fangos espesados son eliminados desde la poceta central.

Existirá un caudal sobrenadante de $22,8 \text{ m}^3/\text{día}$ que será enviado a cabecera mediante la red de saneamiento. El caudal de fango espesado será de $8,3 \text{ m}^3/\text{día}$ que será extraído mediante un sistema de dos bombas (1+1) de tornillo ex céntrico a deshidratación.

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

El espesador trabajará según los siguientes parámetros de diseño:

- Peso de sólidos: 249 kg SST/día.
- Concentración de entrada: 0,8%.
- Concentración de salida: 3,0%.
- Caudal de entrada: $31,1 \text{ m}^3/\text{día}$.
- Carga de sólidos SST: $25 \text{ kg SS}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$
- Carga hidráulica. $0,35 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$
- Tiempo de retención hidráulico: 48 h.

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

- Diámetro 4,90 m
- Altura recta útil: 3,5 m.
- Resguardo 0,5 m.
- Volumen total: $67,6 \text{ m}^3$.
- Marca puente espesador: DAGA.
- Modelo: MR21.
- Pendiente en solera: 10 %.
- Rasquetas: fijas en posición de espina de pez.
- Velocidad: 0,22 rpm.
- Material brazos, piquetas, chapas rasqueta de fondo: AISI 304.
- Láminas rascadoras de fondo: EPDM.



MARCOR EBRO, S.A.

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

- Marca: ECOMOD.
- Diámetro interior: 4,9 m.
- Superficie total: 14 m².
- Espesor: 5.
- Sobrecarga máxima: 90 kg/m².
- Incluye rejilla, brida de extracción y boca de hombre.

La alimentación al espesador será 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 dos bombas de tornillo helicoidal (una de ellas en reserva) para un caudal total de fangos espesados es de 8,3 m³/día, secándose durante 6 h/día en los 5 días semanales de secado. Las bombas llevarán sendos variadores de frecuencia para poder regular el caudal de secado de forma exacta, en función del valor proporcionado por el caudalímetro electromagnético situado en la conducción común a la deshidratadora, para permitir el funcionamiento en continuo de la misma en la mayor medida posible.

Las características de las bombas de tornillo escogidas son:

- Marca: MONO.
- Modelo: CB0XKBE1R1/G.
- Caudal unitario: 3 m³/hora.
- Altura manométrica: 3 mca.



MARCOR EBRO, S.A.

- Potencia absorbida: 0,5 kW.
- Rotor en AISI 4.140/cromado.
- Biela y eje accionamiento en AISI 431.

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

7.10.2. DESHIDRATACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE FANGOS

La deshidratación de fangos consta de dos etapas:

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

Se secará durante 6 h/día durante 5 días de jornada a la semana.

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: $Q= 102 \text{ l/h}$

Para la dosificación del polielectrolito, se han escogido 2 bombas de tornillo (una de ellas en reserva) con las siguientes características:

- Marca: MONO.
- Modelo: CGF233R1/X.
- Rango de caudal: 30-102 litros/hora.



MARCOR EBRO, S.A.

- Presión: 10 mca.
- Potencia absorbida: 0,05 kW.
- Rotor en AISI 431.
- Estator en nitrilo.

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

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:

- Marca: OBL-TFB FLYGT.
- Modelo: POLISOL PLA 850 Q.
- Cuba de 850 litros dividida en dos compartimentos, y construida en AISI 304.
- Un electroagitador de eje vertical y amarre por brida, con reductor 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 con tornillo en AISI 316 y tolva de almacenaje en AISI 304 de capacidad 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.



MARCOR EBRO, S.A.

El polielectrolito se añade inmediatamente antes de la entrada a la unidad de deshidratación.

Secado del fango

La deshidratación de los fangos se realizará mediante una centrifugadora convencional.

Se ha previsto un tiempo de secado de 6 h/día y 5 días/semana, lo que supone un caudal de 8,3 m³/d al 3,0 % de concentración a la salida del espesador. El caudal unitario de cada la deshidratadora seleccionada es de 5 m³/h, instaladas en base al Pliego pues según cálculos realizados sería suficiente con un caudal de 1,94 m³/h.

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

El equipo de deshidratación seleccionado dispone de los siguientes controles y automatismos:

- Regulación diferencial entre tambor y tornillo
- El lavado se efectuará 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 funcionará como unidad de control de velocidad diferencial y control de par según consigna (caudal y concentración del fango espesado que llega a la centrífuga).

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

- Marca: PIERALISI.
- Modelo: FP 600-M.
- Caudal máximo: 5 m³/hora.
- Sequedad esperada: 22 %.



MARCOR EBRO, S.A.

- 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 centrífuga en contacto con el producto son de acero inoxidable AISI 316.

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

7.11. 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 realizará en sendos contenedores en chapa de acero de 4,5 m³ de capacidad cada uno de ellos, lo que 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 1,58 m³/d, por lo que cada 2,5 días sería necesaria una capacidad de 3,95 m³. Por consideraciones funcionales se ha optado por instalar un contenedor de capacidad 4,5 m³:

El suministro a las tolvas se realizará mediante un tornillo helicoidal transportador, que será alimentado mediante caída directa del fango deshidratado a una tolva de recogida, parte contemplada en el equipo especificado. Las características del equipo son las siguientes:

- Marca: FILTRAMAS.
- Modelo: TT-2030.



MARCOR EBRO, S.A.

- Capacidad: 2,5 m³/hora.
- Paso de hélice: 200 mm.
- Longitud útil: 3.000 mm.
- Potencia motorreductor: 0,37 kW.
- Material carcasa y tapa: AISI 304.

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.

7.12. DESODORIZACIÓN

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

Además el espesador irá cubierto mediante una cubierta de poliester reforzado prefabricado, para evitar la propagación de olores, y contará también con aspiración hasta el sistema de 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 y DN160 en el espesador.



MARCOR EBRO, S.A.

- 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: 8.000 m³/h.
 - Marca: ECOTEC.
 - Modelo: VCP HP-315.
 - Presión estática: 260 mm.c.a.
 - Potencia instalada: 11 kW.

- Columna de contacto, con las siguientes características:
 - Marca: ECOTEC.
 - Modelo: FCA 20/2.
 - Diámetro: 2.000 mm.
 - 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.



MARCOR EBRO, S.A.

7.13. EQUIPOS ANEJOS

7.13.1. 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 G CS 2 CR5-9.
- Caudal: 11,5 m³/hora.
- Altura total: 45 mca.
- Incluye electrobombas, válvulas de corte y retención, presostatos, manómetros, colectores, bancada y cuadro eléctrico.
- Potencia de cada bomba: 2,2 kW.

Este equipo irá instalado junto al depósito de agua industrial.

Además se adopta un filtro de anillas para la eliminación de posibles sólidos suspendidos en el agua destinada a limpieza de material, que pudiesen dañar a éste. Este filtro puede trabajar con un caudal máximo de 25 m³/hora, filtrando con una luz de malla de 130 micras.

La red de agua de servicio proyectada consta de tubería de polietileno DN63 en la captación, red principal DN40 y tomas de agua DN25 (3/4") 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.

7.13.2. 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.



MARCOR EBRO, S.A.

La conducción hasta la planta consiste en tubería DN63 en polietileno, estando prevista la instalación de un contador del tipo homologado por el ayuntamiento en la entrada a la planta.

Se distribuirá 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 ha previsto la interconexión de la red de agua potable y la de riego.

7.13.3. RED DE AIRE A PRESIÓN

Se ha previsto un compresor, con todos los accesorios, para la red general de aire a presión, que estará instalado en el taller y tendrá las siguientes características:

- Marca: COMPAIR.
- Modelo: PROpack 220/24 PM.
- Desplazamiento: 0,221 m³/min.
- Potencia: 1,1 kW.
- Presión máxima de trabajo: 8 bar.g.
- Filtro de aire de aspiración.
- Depósito acumular de aire comprimido de 24 litros.

La red diseñada consta de tubería de acero galvanizado de diámetro principal ¾" y secundarios de ¼", abasteciendo las válvulas de manguito en 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.

7.13.4. 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.



MARCOR EBRO, S.A.

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 dispone de un polipasto eléctrico para el manejo de la deshidratadora de las siguientes características:

- 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: 1.000 kg.
- Altura de mando: 4,5 m.
- Traslación de carro por cadena.



MARCOR EBRO, S.A.

8. DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO

8.1. 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 15 / 38 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.



MARCOR EBRO, S.A.

- 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.

8.2. DATOS DE PARTIDA

8.2.1. LÍNEA DE AGUA DE LA E.D.A.R.

Los datos más importantes, son los siguientes:

	Cota	Ud.
Cota media del terreno:	547,35	m
Cota mínima de solera en la salida al río:	545,00	m
Cota de lámina de río:	544,25	m

	Q MEDIO	Q PUNTA	Ud.
Caudal general a tratar (Qm):	1.300,0		m ³ /día
	54,2		m ³ /h
	15,0		l/s
Caudal en Pretratamiento (Qm / 2,5 Qm):	1.300,0	3.289	m ³ /día



MARCOR EBRO, S.A.

	54,2	137,0	m ³ /h
	15,0	38,1	l/s
Caudal en tratamiento biológico (Qm / 2,5 Qm):	1.300,0	3.289	m ³ /día
	54,2	137,0	m ³ /h
	15,0	38,1	l/s
Caudal de recirculación 2ª adoptado (1,5 Qm / 0,60 Qp):	1.950	1.950	m ³ /día
	81,3	81,3	m ³ /h
	22,6	22,6	l/s



MARCOR EBRO, S.A.

8.2.2. LÍNEA DE FANGOS

	Q	Ud.
Caudal de recirculación de fangos secundarios:	1.950	m3/día
	81,3	m3/h
	22,6	l/s
Concentración de fangos secundarios	8.000,0	mg/l
Caudal de purga de fangos secundarios	31	m3/día
	1,3	m3/h
	0,4	l/s
Concentración de fangos secundarios	8.000,0	mg/l
Caudal de fangos a deshidratación	8	m3/día
	0,3	m3/h
	0,1	l/s
Concentración de fangos espesados	30.000,0	mg/l



MARCOR EBRO, S.A.

8.3. LÍNEA PIEZOMÉTRICA

La siguiente tabla resume la línea piezométrica obtenida:

	CAUDAL MEDIO	CAUDAL PUNTA	Ud.
1 Cota de lámina en Cámara de Bombeo:	541,59	541,81	m
2 Cota de lámina en acceso a tamiz:	550,92	550,92	m
3 Cota de lámina en desarenador - desengrasador:	549,43	549,46	m
4 Cota de lámina en arqueta de salida desarenador:	548,20	548,50	m
5 Cota de lámina en Reactor Biológico	548,14	548,16	m
6 Cota de lámina en Decantador Secundario:	547,84	547,86	m
7 Cota de lámina media en canal de recogida Decantador Secundario:	547,52	547,59	m
8 Cota de lámina en arqueta de salida Decantador Secundario:	547,17	547,41	m
9 Cota de lámina en arqueta de salida de Planta:	547,13	547,16	m
10 Cota de lámina arqueta de salida de Planta, tras labio:	546,44	546,48	m
11 Cota de lámina en salida al río:	545,08	545,30	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 2,30 m.

8.4. CARACTERÍSTICAS MÁS IMPORTANTES DE LAS CONDUCCIONES DISEÑADAS

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

LÍNEA DE AGUA

DESCRIPCIÓN	TIPO (-)	Nº Conducciones	DN (mm)	MATERIAL (-)
Colectores Impulsión	Presión	3	150	AISI316
Desarenador a Reactor	Presión natural	1	200	FD



MARCOR EBRO, S.A.

Reactor a Decantador	Presión natural	1	300	AISI316
Decantador a Fuente de salida	Presión natural	1	200	AISI316-FD
Fuente de Salida a Cauce Receptor	Presión natural	1	500	PVC

LINEA DE FANGOS

DESCRIPCIÓN	TIPO (-)	Nº Conducciones	DN (mm)	MATERIAL (-)
Decantador a Arq. Recirculación y Purga	Presión natural	1	150	FD
Arq. Recirculación y Purga a Reactor	Presión	1	150	AISI316
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	1	100	AISI316

LINEA DE SOBRENADANTES

DESCRIPCIÓN	TIPO (-)	Nº Conducciones	DN (mm)	MATERIAL (-)
Decantador a Arq. De bombeo de sobrenadantes	Presión natural	1	100	AISI316 -FD
Arq. De sobrenadantes a Desnatador	Presión	1	80	AISI316-FD-AISI316
Espesador a Red de Saneamiento	Presión natural	1	150	AISI316-PVC

LINEA DE AIRE BIOLÓGICO

DESCRIPCIÓN	TIPO (-)	Nº Conducciones	DN (mm)	MATERIAL (-)
Soplantes a distribución en balsas	Presión	1	200	ACG
Distribución en balsas a parrillas	Presión	2 + 2	150	ACG



MARCOR EBRO, S.A.

9. DIMENSIONAMIENTO 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)
Centro Control de Motores	102,60	90,31
Cuadro Edificio de Control	12,0	12,0
Cuadro Edificio Industrial	10,0	10,0
Cuadro Alumbrado Exterior	6,0	6,0
TOTALES	130,60	118,31

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

$$S = \text{Potencia nominal sin reserva} / \text{factor de potencia} = 118,31/0,80 = 147,89 \text{ KVA.}$$



MARCOR EBRO, S.A.

Teniendo en cuenta que el coeficiente de simultaneidad de funcionamiento en la planta se puede considerar de 0,80, la potencia aparente total será:

$$S = \text{Potencia aparente} * \text{coeficiente simultaneidad} = 147,89 * 0,80 = 118,31 \text{ KVA}$$

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

$$S = \text{Potencia aparente} * \text{reserva} = 118,31 * 1,20 = 141,97 \text{ KVA}$$

Por tanto, se instalará un transformador de 160 KVA, con tensión en baja a 420 V, para el suministro eléctrico a la Estación Depuradora.

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 94,65 kW, 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 47,27 kVAr. Mayorando este valor en un 30 %, 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 62,5 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.



MARCOR EBRO, S.A.

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 160 KVA, se calcula que una batería fija de 15 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, y a los Cuadros Locales de Fuerza y Alumbrado de los dos edificios presentes en la planta.

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 la sala de soplantes del edificio industrial de pretratamiento y deshidratación, 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.



MARCOR EBRO, S.A.

El CCM es de cajones extraíbles. El resto de los cuadros son de ejecución fija. Las características de todos ellos quedan perfectamente definidas en las Especificaciones Técnicas de los Equipos Eléctricos.

10. 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 (incluye nivel de alarma).

- **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:**
 - Conjunto de 2 boyas de nivel en la arqueta de flotantes.

- **SALIDA DE AGUA TRATADA:**
 - Medición ultrasónica del caudal tratado.



MARCOR EBRO, S.A.

LÍNEA DE FANGOS

- **RECIRCULACIÓN Y PURGA DE FANGOS EN EXCESO:**
 - Medición electromagnética del caudal recirculado al reactor biológico.
 - Medición electromagnética del caudal de fangos secundarios al espesador.
 - Conjunto de 2 boyas de nivel en arqueta de fangos.

- **MEDIDA DEL CAUDAL DE FANGOS ESPESADOS:**
 - Medida electromagnética de caudal a deshidratación.

- **DESHIDRATACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE FANGOS:**
 - Rotámetro para la dosificación del agua de dilución en la línea del reactivo.
 - Medida electromagnética del caudal de polielectrolito dosificado para el acondicionamiento de fangos.

- **ALMACENAMIENTO DE FANGOS:**
 - Medida de nivel ultrasónica en la tolva de fangos.

Se ha dotado de manómetros a las bombas de agua brutas así como a las bombas de fangos espesados.

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

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

- **Línea de agua:**
 - Análisis del agua bruta.
 - Cámara de bombeo.
 - Desbaste, incluso marcha y parada del tamiz.
 - Desarenador-desengrasador, incluso separadores de arenas y grasas.



MARCOR EBRO, S.A.

- Medición de caudal de entrada al reactor biológico.
- Reactor biológico, incluso regulación de soplantes, estado del aire insuflado al reactor, e instrumentación presente.
- Decantación secundaria, incluso parada y marcha del puente y bombeo de flotantes.
- Medición ultrasónica del caudal de agua saliente.

- **Línea de fangos:**
 - Recirculación de fangos a la entrada del reactor biológico, 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 bombeo a deshidratación.
 - Deshidratación, incluso horas de funcionamiento, disolución del polielectrolito, y medición del caudal.
 - Almacenamiento de fangos en contenedores.

- **Elementos auxiliares:**
 - Grupo de presión de aire.
 - Grupos de presión de aguas de servicios.
 - 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 prevista contempla básicamente 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 la sala de soplantes del edificio de



MARCOR EBRO, S.A.

pretratamiento y deshidratación, y que por ser el único CCM presente, realizará también las funciones de supervisión y comunicación.

- Un equipo de periferia descentralizada, conectado al PLC, para control del cuadro sinóptico.
- 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.

11. DIMENSIONAMIENTO ESTRUCTURAL

11.1. RESUMEN GEOTÉCNICO

En el anejo I.2 Geología y Geotecnia se describen los terrenos de la zona en que se ubicará la Estación Depuradora de Aguas Residuales de Ateca, tanto geológica como geotécnicamente.

Las conclusiones que se obtienen de dicho informe son:

El perfil litológico resistente viene caracterizado por fuertes variaciones laterales, así como por estratos de diferente naturaleza que presentan un espesor muy variable. En principio se pueden establecer dos grupos litológicos principales: Arcillas – limos (suelos cohesivos) y gravas arcillosos – limosas (suelos granulares). En cualquier caso, y dado que domina la fracción que fina, incluso en los tramos predominantemente granulares, el comportamiento físico – resistente del suelo, estará precisamente condicionado por las propiedades de los suelos cohesivos. En general, se trata de suelos de consistencia y compacidad muy baja, y una deformabilidad muy elevada.

Se trata de materiales de génesis relativamente reciente, por lo que apenas han sufrido consolidación, de ahí su baja consistencia y compacidad, siendo además frecuentes los bruscos cambios laterales.



MARCOR EBRO, S.A.

Clasificación de los suelos cohesivos:

Material que pasa por el tamiz 0.08 UNE: 70 – 81 %

Material que pasa por el tamiz 5 UNE: 90 – 100 %

Límite líquido: 21 – 25

Límite plástico: 16 – 18

Limos arenosos (CL, ML)

Teniendo en cuenta la naturaleza de este tipo de suelos, y aunque no se han realizado ensayos específicos en laboratorio, se pueden estimar los siguientes parámetros físico – resistentes:

Ángulo de rozamiento interno: $\bar{\phi} = 20^\circ - 22^\circ$

Cohesión: $c = 0,20 - 0,40 \text{ kg/cm}^2$.

Densidad seca: $\bar{\alpha}_d = 1,70 - 1,80 \text{ tn/m}^3$.

Clasificación de los terrenos granulares:

Material que pasa por el tamiz 0.08 UNE: 9 – 10 %

Material que pasa por el tamiz 5 UNE: 58 – 67 %

Mezcla de arena, grava y limo (SP-SM, SW-SM)

Ángulo de rozamiento interno: $\bar{\phi} = 30^\circ$

No cohesivo

Densidad seca: $\bar{\alpha}_d = 1,90 - 2,00 \text{ tn/m}^3$.

Durante la fase de realización de los trabajos, el nivel freático se reconoce a la profundidad de 3,0 – 3,5 metros, medidos desde la cota de inicio de los ensayos.

Dadas las características del perfil litológico – resistente, consideramos que las cimentaciones deberán resolverse **mediante losa de reparto de cargas**, adoptando una capacidad portante del terreno que no sea superior a $Q_{adm} = 1,00 \text{ kg/cm}^2$, eliminando en cualquier caso el suelo vegetal correspondiente a los niveles más superficiales. Conviene aportar una capa de bolos gruesos fuertemente compactados para conseguir la incrustación solidaria en el terreno arcilloso de apoyo, de tal manera que este sea firme y de perfil suave. Para un suelo cohesivo del grupo CL, se puede estimar un **coeficiente de balasto en torno a los 4 – 6 kg/cm³**, para una placa de diámetro $D=75 \text{ cm}$.



MARCOR EBRO, S.A.

En base a los resultados obtenidos en laboratorio sobre muestras de suelo, se considera que el terreno no es agresivo al hormigón.

11.2. CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Conforme a las necesidades funcionales que aparecen en el Anejo correspondiente, se ha descompuesto la EDAR de Ateca en las siguientes unidades estructurales:

- Desarenador Desengrasador.
- Reactor biológico y decantador Secundario
- Arqueta de recirculación y purga
- Espesador de gravedad
- Edificio de control
- Edificio Industrial.

Los distintos depósitos se calcularán como depósitos parcialmente enterrados o totalmente enterrados, contemplando dos hipótesis de cálculo: depósito vacío semi-enterrado o enterrado, de forma que se calcula teniendo en cuenta únicamente los esfuerzos producidos por el empuje de las tierras. La segunda hipótesis de cálculo es aquella en que se considera el depósito lleno sin la colaboración de las tierras del trasdós de los muros del depósito.

El diseño de las estructuras de los edificios se realiza en diferentes pórticos de hormigón armado, con vigas de canto según anexos y pilares cuadrados, en los que se apoya el forjado de cubierta compuesta de un forjado unidireccional de viguetas resistentes prefabricadas, con bovedilla cerámica intercalada, además de una capa de compresión de mortero de cemento. Los edificios de la Planta son ejecutados in situ con cimentación sobre losa de hormigón armado a cota menos 1,50 metros bajo cota final de explanación

El cálculo de la estructura ha sido realizado mediante el programa TRICALC de Cálculo Espacial de Estructuras Tridimensionales, versión 6.05, de la empresa ARKTEC, S.A.



MARCOR EBRO, S.A.

El cálculo de los depósitos se desarrolla en la hoja de cálculo de estructuras, adjuntada en el Apéndice nº1 del Anejo III.8: Dimensionado Estructural. En ella se da un esquema de cálculo para obtener los esfuerzos que se aplicarán sobre la estructura y la cuantía de las armaduras para poder afrontar estas solicitaciones. Se realiza en primer lugar un cálculo de solicitaciones seguido de un cálculo de armaduras y finalmente una comprobación de las armaduras a cortante. Según la altura del muro considerado, si ésta muy grande el cálculo se realiza a dos alturas, en el empotramiento y a mitad de muro, debido a que al ser las solicitaciones en la zona superior notablemente inferiores que a mitad de muro, la cuantía de acero a disponer puede reducirse logrando así un ahorro económico importante sin disminuir la seguridad de la estructura.

Se han realizado varias secciones para el cálculo completo de los distintos depósitos ya que las condiciones de cargas para los distintos muros no son idénticas. Por tanto se ha calculado de forma separada los muros interiores y los perimetrales de los depósitos. Todas estas secciones se pueden consultar en los planos del proyecto.

Los **hormigones** se ejecutarán según lo prescrito en la Instrucción de Hormigón Estructural, (EHE) En base a esto se considera que los distintos recintos que deben albergar agua se encuentran en la CLASE GENERAL DE EXPOSICIÓN IV, CLASE ESPECÍFICA DE EXPOSICIÓN Qb. El hormigón empleado en la ejecución de vigas y pilares, forjados unidireccionales y losas de cimentación de los edificios y losas de forjado que no tengan contacto con el agua a tratar es el denominado HA-25/B/20/IIa.

Las armaduras pasivas para el hormigón serán de acero y estarán constituidas por barras corrugadas o mallas electrosoldadas. La barra corrugada empleada en el presente proyecto es la B 500 S.

12. IMPLANTACIÓN, URBANIZACIÓN Y EDIFICACIÓN

El apartado de Urbanización justifica y describe la tipología de vial, acerado y cerramiento que se han tomado para la construcción de la EDAR de Ateca (Zaragoza)



MARCOR EBRO, S.A.

12.1. VIALES

En el diseño de los viales se han tenido en cuenta las indicaciones del pliego de prescripciones diseñando una anchura mínima de 5 metros en los viales.

Para el dimensionamiento del firme de los viales se ha empleado la norma 6.1-I.C., de aplicación en firmes de carreteras de nueva construcción y de acondicionamiento de las existentes.

Para el tipo de tráfico y explanada dados, se puede tomar un firme tipo T4214, formado por 20 cm de zahorra artificial y 18 cm de hormigón, pero siguiendo las indicaciones del Pliego de Prescripciones Técnicas el firme estará formado como mínimo por 20 cm de zahorra natural, 20 cm de zahorra artificial y 20 cm de pavimento de hormigón HA-30/P/20/IIa con mallazo 6/20x20 o similar, fratasado en fino con aporte de cemento-cuarzo o corindón coloreado. En pendientes pronunciadas el fratasado será en basto.

12.2. ACERADO

El límite de los viales con zonas ajardinadas interiores y con las aceras se rematará con bordillo prefabricado de hormigón de 10x20 cm.

Perimetralmente a los aparatos de la planta que no requieran un vial para el tráfico (reactor biológico, decantadores y espesador de fangos), se realizará un solado de lajas de pizarra irregular, recibidas con mortero cemento y arena de río, que formarán paseos peatonales de 1,00 m. de ancho.

Se han previsto las escaleras y barandillas necesarias para el acceso, sin riesgo, a los distintos aparatos.

Bordeando los edificios se prevé un acerado mediante acera de loseta hidráulica de 30x30 cm de color gris, 4 pastillas colocada sobre solera de hormigón HM-15 de 10 cm de espesor. La anchura de esta acera será de 1,25 m en los lados más estrechos.



MARCOR EBRO, S.A.

12.3. CERRAMIENTO

Según indicaciones del pliego se ha dispuesto un cerramiento con malla galvanizada de simple torsión de dos metros de altura, con postes cada tres metros, que se montará sobre murete de contención de hormigón armado de 20 cm de espesor sobresaliendo sobre el terreno definitivo 50 cm en la parte que da al río y 20 cm en el resto del perímetro

12.4. ESCOLLERA DE PROTECCIÓN

Se ha protegido el talud de la explanada paralelo al río, mediante escollera de 500 kg, recibida con una cama de hormigón de 20 cm.

12.5. JARDINERÍA

Las especies se han proyectado según los siguientes criterios:

- Consumo hídrico reducido
- Características edafológicas del terreno
- Características climáticas de la zona
- Especies con características fitogénicas de tipo rústico
- Resistencia a malas hierbas.
- Fácil manejo y conservación
- Coste de conservación
- Disponibilidad en mercado a nivel regional

12.6. RED DE RIEGO

El riego se realizará con agua bruta tomada directamente de la salida de agua tratada.

Esta toma está situada antes de añadirle cualquier reactivo que pudiese resultar perjudicial para las plantas, como exceso de cloro, etc.. Los criterios seguidos en el diseño han sido los siguientes:



MARCOR EBRO, S.A.

- Sistema de riego automático (con controlador)
- Riegos en horas nocturnas.(preferentemente)
- Como sistemas de riego se usarán:
 - Riego por goteo en zonas arbóreas, y en plantas tapizantes localizadas y en el talud perimetral de cerramiento de la EDAR.
 - Mangueras de acople rápido a bocas de riego en varios puntos para limpieza y en casos excepcionales para riego auxiliar.

Las tuberías de la red de riego serán de PEBD de los diámetros correspondientes y los goteros serán de tipo turbulento asignando 4 unidades por cada especie arbórea.

12.7. PROGRAMADOR DE RIEGO

Debido a las características de la instalación de riego, se ha proyectado instalar un sistema de control automatizado.

Este sistema se encuentra dotado de un programador electrónico que permite adjudicar el tiempo de riego en cada sector previamente definido.

12.8. DESCRIPCIÓN DE ESPECIES A EMPLEAR

Se emplearán las siguientes especies en el ajardinamiento de la parcela.

Especies arbóreas:

Populus Canadiensis

Fraxinus Excelsior

Especies arbustivas

Rosmarinus officinalis (Romero)

Lavandula officinalis (Lavanda)



MARCOR EBRO, S.A.

Plantas tapizantes:

Hedera helix (Hiedra)

Vinca sp. (Vincas)

12.9. RESUMEN DE MEDICIONES DE AJARDINAMIENTO

	Unidad	Medición	Unidad
Red de riego	UD PROGRAMADOR ELECTRONICO 4 ES	1	Ud
	TUBO DE GOTERO 16 mm	225	ml
	BOCA DE RIEGO ACOPLA RAPIDO 3/4"	4	Ud
	MANGUERA DE RIEGO 20 MM DIÁM.	80	ml
	ELECTROVALVULA 2 VIAS DN 32 M M	2	Ud
	VALVULA BOLA PVC DN 32	2	Ud
	VALVULA DN 50 PVC BOLA	3	Ud
	TUBERIA DE PVC 50	240	ml
	TUBERIA DE PEBD DN 32	240	ml
Jardinería	FRAXINUS EXCELSIOR	20	Ud.
	POPULUS CANADIENSIS	25	Ud.
	VINCA SPP 0.1-0.2 M.AL.T.MACET	10	Ud.
	HEDERA HELIX 1.00-1.50 M. CONT.	10	Ud.
	ROSMARINUS OFFICINALIS 0.2-0.	10	Ud.
	LAVANDULA OFFICINALIS 0.1-0.2	10	Ud.

12.10. RED DE VACIADOS

La red de vaciados y sobrenadantes incorpora las aguas procedentes de los siguientes elementos de:

- Ecurridos y sobrenadantes
 - Clasificadores de arenas.
 - Separador de grasas.
 - Sobrenadante espesadores.



MARCOR EBRO, S.A.

- Deshidratación de fangos.
- Vaciados del desarenador – desengrasador.
- Aguas empleadas en edificios de control y pretratamiento y deshidratación.

Por norma general, estos caudales usan la red de saneamiento del Edificio Industrial, con destino final el pozo de gruesos situado en el mismo edificio. La excepción se encuentra en el sobrenadante del espesador, que es conducido al pozo de gruesos mediante la red de pluviales.

Debido a la existencia de una sola línea de tratamiento, se ha optado por bombear los caudales al pozo de salida de planta, en el caso del vaciado del reactor y decantador, usando para ello la arqueta de recirculación de fangos.

12.11. RED DE DRENAJE

El drenaje superficial de los viales se proyectará como una red que recogerá la escorrentía superficial procedente de la superficie de la parcela y la enviará al pozo de gruesos.

Se ha tenido especial cuidado en el diseño de las captaciones superficiales de zonas como el parque de fangos, de forma que sea difícil al atascamiento de la red o este atascamiento sea localizado y de cómodo y rápido arreglo.

Los drenajes de zonas externas y de edificios, con frecuentes limpiezas por mangueros, se han diseñado ampliamente. Los mangueros de la zona de fangos se conectarán a la red de sobrenadantes.

Los imbornales de calzada son sifónicos y las tuberías empleadas son PVC Corrugado con diámetros DN250 y DN400.

12.12. RED DE AIRE COMPRIMIDO



MARCOR EBRO, S.A.

La red de aire comprimido prevista en la EDAR será capaz de entregar un caudal de aire de 221 l/min y presión de 8 bares, caudal suficiente para los accionamientos neumáticos propuestos en la EDAR.

12.13. ACOMETIDAS DE AGUA POTABLE

La conexión a la red de abastecimiento de Ateca se realizará a una tubería de 2 ½" que abastece las últimas viviendas del casco urbano. El trazado de esta conexión discurre paralelo al camino de acceso, con una longitud total de 160 m.

12.14. ACOMETIDA DE LINEA ELÉCTRICA

La acometida eléctrica, según las condiciones de suministrado otorgadas por la compañía suministradora, en este caso ELÉCTRICAS REUNIDAS DE ZARAGOZA (E.R.Z.), se efectuará mediante una línea eléctrica aérea/subterránea, que se derivará del apoyo nº 6C de la línea L00653 Torrijo de la Cañada Tramo SET Ateca-Secto Villalengua de 15 kV, que se encuentra a 120 metros lineales de la parcela de la EDAR.

12.15. EDIFICACIÓN

El presente proyecto contempla las siguientes edificaciones:

- Edificio de control (1 plantas)
- Edificio de uso industrial

En el edificio de control se encuentran el despacho, sala de control, sala de espera, cocina - comedor, taller - almacén, el laboratorio, aseos y vestuarios para mujeres y hombres, y demás instalaciones necesarias para realizar la explotación de la estación depuradora. Se trata de un edificio de una única planta de forma rectangular formada por tres pórticos en la dirección longitudinal con 3 vanos de 3,72; 5,21; y 5,49 metros y una separación entre los mismos de 5,49 y 4,33 metros.

La cimentación se realiza mediante una losa armada de 50 cm. de espesor, con dimensiones 12,20 por 16,80 metros, por tanto tiene un vuelo respecto a la cara exterior



MARCOR EBRO, S.A.

de los pilares exteriores de 1 metro. La cara superior de la losa se sitúa 1,50 metros por debajo de la cota final de explanación, por tanto la planta baja del edificio tiene la tipología de forjado sanitario. Por tanto, se crea un sótano con muro de ladrillo perimetral debidamente impermeabilizados.

El edificio industrial está dividido en tres zonas claramente diferenciadas. Una zona donde se encuentran las soplantes del reactor biológico. Otra que alberga procesos de pretratamiento y tratamiento de grasas y arenas. Y una última zona de tratamiento de fangos con el decantador centrífugo y el bombeo de fangos deshidratados; y el almacén de polielectrolito dosificación de los mismos.

La cimentación se realiza mediante una losa armada de 55 cm. de espesor, con un vuelo respecto a la cara exterior de los pilares exteriores de 1,00 metro. La cara superior de la losa se sitúa a nivel de la cota final de explanación. Por tanto la losa se desplanta sobre un terraplén de relleno de aportación que se ejecutará con un control intenso en la compactación, debiéndose realizar en tongadas no mayores a 30 cm. los materiales para realizar el relleno serán las arenas y gravas bien graduadas, con una pequeña porción de finos arcillosos.

En los planos que se incluyen en el presente proyecto, se detallan las dimensiones y principales características de cada una de estas zonas.

ESTRUCTURA

Estructura de pilares de hormigón y vigas planas y forjados de hormigón 25+5.
Cargaderos de perfiles metálicos.

FORJADOS

Unidireccional de viguetas prefabricadas semirresistentes de hormigón y bovedilla cerámica, capa de compresión H-25 y armadura de reparto y negativos.

CUBIERTAS



MARCOR EBRO, S.A.

Edificio industrial: Plana invertida no transitable con aislamiento, capa impermeabilización bituminosa, capa de grava de 10 centímetros de espesor.

Edificio de control: cubierta inclinada formada con tabique palomero, de teja curva de cerámica, y aislamiento mediante planchas de poliestireno expandido de 50 mm. de espesor.

CERRAMIENTOS

Muros de fachadas en el edificio de control formado por 1/2 pié de ladrillo perforado visto, junta de 1 cm según alzados. Cámara de aire con aislamiento térmico mediante planchas de poliestireno expandido de 50 mm. de espesor y trasdosado de ladrillo hueco doble enfoscado al interior. Vierteaguas de piedra artificial en alféizares.

Muro de bloque de hormigón en el edificio industrial.

DISTRIBUCION INTERIOR.

Se realizará con tabique de ladrillo hueco doble en separaciones entre dependencias del mismo uso y tabicón de ladrillo hueco doble en el resto.

En el edificio industrial la tabiquería interior se ejecutará con bloque de hormigón de 15 centímetros de espesor.

SUPERFICIES

Edificio industrial: 214,992 m² construidos

Edificio control : 150,96 m² construidos

Superficies (útiles):

Baños y vestuarios: 22,78 m² útiles

Laboratorio: 20,96 m² útiles



MARCOR EBRO, S.A.

Despacho :	15,00 m ² útiles
Taller y almacén:	18,19 m ² útiles
Comedor:	15,47 m ² útiles
Sala de control:	18,21 m ² útiles
Sala de espera:	9,72 m ² útiles



MARCOR EBRO, S.A.

13. DECLARACION DE OBRA COMPLETA

El presente Proyecto se trata de una obra completa, susceptible de ser entregada al uso público sin limitaciones ni restricciones una vez sean recibidas las obras.

Dicho estudio se ha redactado como proyecto completo, con los documentos de Memoria, Planos, Pliego de Prescripciones y Presupuesto. El Presupuesto General de Ejecución Material y el carácter contractual del mismo, se establece por la referencia realizada en el Pliego de Condiciones Particulares del presente Proyecto.



MARCOR EBRO, S.A.

14. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

El presente anejo tiene como fin reflejar el proceso de formación de los precios de ejecución material que se ha llevado a cabo para el presente proyecto. Un precio se forma a partir de los siguientes parámetros:

- **Costes directos:** Son los que se producen dentro del recinto de obra y que pueden atribuirse directamente a una unidad de obra concreta. Son
 - La **Mano de obra** que interviene directamente en la ejecución de la unidad de que se trate. Para cada unidad de obra se determinan las diversas categorías laborales que intervienen en ella y se establece el tiempo empleado y su coste en horas de trabajo.
 - Los **materiales** necesarios para realizar la unidad. Para cada unidad de obra hay que determinar los diversos materiales que intervienen en ella y establecer para cada material, la cantidad empleada en la unidad y su coste puesto a pie de obra.
Se consideran también los materiales auxiliares necesarios para la ejecución de la unidad, pero que no quedan incluidos en la misma. Pueden ser de dos clases: aquellos cuyo empleo supone su destrucción, como los explosivos; y aquellos que pueden utilizarse para ejecutar más de una unidad, como la madera o los paneles de los encofrados, para los que se tendrá en cuenta su utilización múltiple y su posible valor residual.
 - La utilización de **maquinaria** necesaria para realizar la unidad. Para cada unidad de obra hay que determinar las diversas máquinas que intervienen en ella y establecer el tiempo empleado en la unidad y el coste de su hora de funcionamiento efectivo.
 - también se incluye como coste directo las partidas de **herramientas y pequeño material**.

- **Costes indirectos:** son aquellos costes que se producen dentro del recinto de la obra, pero que no pueden ser atribuidos de forma directa a una unidad de obra concreta, por lo que hay que repartirlos entre las unidades con un determinado criterio, siendo este el de proporcionalidad.



MARCOR EBRO, S.A.

Se consideran costes indirectos:

1. Las **instalaciones de obra**, tales como oficinas, talleres, almacenes, comedores, aseos, etc. Los costes a tener en cuenta para estas instalaciones son los de interés y amortización de la inversión, reparaciones, conservación y gastos de funcionamiento durante el plazo de ejecución de obra.
2. El **personal no directamente productivo**, técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra, tal como Ingenieros, Topógrafos, Encargados, Jefes de Taller, Administrativos, etc.
3. **Los costes imprevistos.**



MARCOR EBRO, S.A.

15. COSTE DE LA MANO DE OBRA

El coste de la hora efectiva de trabajo de cada categoría laboral se ha obtenido del modo siguiente:

$$\text{Coste hora efectiva de trabajo} = \frac{\text{Coste empresarial anual}}{\text{Horas trabajadas al año}}$$

El Convenio Colectivo vigente para la presente obra es el Convenio Colectivo del Sector Industrias de la Construcción y Obras Públicas para la provincia de Zaragoza, vigente para los años 2003, 2004, 2005 y 2006. Boletín Oficial de la Provincia de Zaragoza de 31 de julio de 2003.

	SALARIO BASE €/día	PLUS ASISTENCIA €/día	PLUS DE TRANSPORTE €/día	PAGAS EXTRAS €/mes	IMPORTE VACACIONES €/año
Capataz	33,94	6,75	2.47	1.532,32	1.532,32
Oficial 1ª	32,54	6,75	2.47	1.477,61	1.477,61
Oficial 2ª	29,81	6,75	2.47	1.371,53	1.371,53
Ayudante	29,00	6,75	2.47	1.340,37	1.340,37
Peón especializado	27,36	6,75	2.47	1.275,42	1.275,42
Peón	25,72	6,75	2.47	1.211,86	1.211,86

(Se han adoptado las retribuciones correspondientes al Convenio Colectivo de la provincia de Zaragoza, vigentes desde el año 2003 hasta el año 2006. Boletín Oficial de la Provincia de Zaragoza de 31-7-2003).



MARCOR EBRO, S.A.

16. PROGRAMA DE TRABAJOS

El plazo de ejecución de las obras (incluyendo redacción del presente proyecto de construcción y la explotación durante el primer año) se ha fijado en 30 meses, como se puede comprobar a través del Anejo IV.6 "Plan de Obra".



MARCOR EBRO, S.A.

17. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

A efectos de lo dispuesto en el artículo 319 del Reglamento General de Contratos del Estado, y tomando en cuenta la Orden Ministerial de 28 de marzo de 1968 de Hacienda, por la que se dictan normas complementarias para la clasificación del contratista de obras del Estado, y su modificación por O.M. de 15-10-87 de Economía y Hacienda, junto con la Ley 13/1995 de 18 de mayo de contratos de las administraciones públicas, se redacta el presente apartado de la Memoria en el que se indica la clasificación del contratista para las obras de este proyecto:

Grupo k

Subgrupo 8

Categoría E



MARCOR EBRO, S.A.

18. FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS

Se entiende que procede la inclusión de cláusula de revisión de precios en el contrato de obra, considerando que resulta adecuada para el caso la fórmula Tipo nº 9 de las aprobadas por Decreto 3650/1970, de 19 de diciembre.

Fórmula Tipo nº 9: "Abastecimientos y distribuciones de aguas. Saneamientos. Estaciones depuradoras. Estaciones elevadoras. Redes de alcantarillado. Obras de desagüe. Drenajes. Zanjales de telecomunicación"

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

Siendo:

K_t = Coeficiente de revisión para el momento de ejecución

H_o = Índice de coste de la mano de obra en la fecha de licitación

H_t = Índice de coste de la mano de obra en el momento de ejecución.

E_o = Índice de coste de la energía en el momento de la licitación.

E_t = Índice de coste de la energía en el momento de la ejecución t.

C_o = Índice de coste del cemento en la fecha de licitación.

C_t = Índice de coste del cemento de ejecución t.

S_o = Índice de coste del material siderúrgico en la fecha de licitación.

S_t = Índice de coste del material siderúrgico en el momento de la ejecución t.



MARCOR EBRO, S.A.

19. RESUMEN DE PRESUPUESTOS

Se adjunta a continuación el resumen de presupuestos en ejecución material y ejecución por contrata, cuya justificación detallada se adjunta en el documento de Mediciones y Presupuestos.

Presupuesto

1 COLECTORES	153.515,01
1.1 FIRMES Y PAVIMENTOS EXTERIORES	34.547,37
1.2 COLECTORES DE LLEGADA A LA EDAR	118.967,64
2 OBRA CIVIL EDAR ATECA	555.906,34
2.1 MOVIMIENTO GENERAL DE TIERRAS	80.409,55
2.2 OBRA DE LLEGADA Y PRETRATAMIENTO	45.719,25
2.2.1 POZO DE GRUESOS	16.948,45
2.2.2 POZO DE BOMBEO	11.524,94
2.2.3 CANAL BY-PASS	2.341,22
2.2.4 DESARENADOR-DESENGRASADOR	14.904,64
2.3 TRATAMIENTO BIOLÓGICO Y DECANTACIÓN SECUNDARIA	166.954,51
2.4 DESHIDRATACIÓN	438,61
2.5 DESODORIZACIÓN	289,16
2.6 OBRAS DE SALIDA DE AGUA TRATADA	10.527,94
2.6.1 ARQUETAS SECAS CAUDALÍMETROS	1.038,63
2.6.2 FUENTE DE PRESENTACIÓN	8.478,95
2.6.3 OBRA DE SALIDA	1.010,36
2.7 RECIRCULACIÓN Y EXCESO DE FANGOS	15.427,36
2.8 ESPESAMIENTO	12.881,67
2.9 EDIFICIO DE CONTROL	66.132,50
2.9.1 EXCAVACIONES Y ESTRUCTURAS	35.041,89
2.9.2 FÁBRICAS Y CUBIERTAS	14.526,06
2.9.3 ACABADOS Y REVESTIMIENTOS	8.528,36
2.9.4 CARPINTERÍA Y VIDRIO	5.692,79
2.9.5 FONTANERÍA Y SANEAMIENTO	2.343,40
2.10 EDIFICIO DE PRETRATAMIENTO Y DESHIDRATACIÓN	83.460,94
2.10.1 EXCAVACIONES Y ESTRUCTURAS	34.850,72



MARCOR EBRO, S.A.

2.10.2 FÁBRICAS Y CUBIERTAS	23.237,42
2.10.3 ACABADOS Y REVESTIMIENTOS	9.936,10
2.10.4 CARPINTERÍA Y VIDRIO	11.420,33
2.10.5 FONTANERÍA Y SANEAMIENTO	4.016,37
2.11 OTROS EDIFICIOS	9.263,00
2.11.1 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	9.263,00
2.12 REDES DE TUBERÍAS	10.569,09
2.12.1 AGUA	6.536,12
2.12.2 FANGOS	1.012,43
2.12.3 RED DE VACIADOS Y SOBRENADANTES	1.068,66
2.12.4 RED DE AIRE	1.951,88
2.13 URBANIZACIÓN	53.832,76
2.13.1 PAVIMENTACIÓN	24.404,94
2.13.2 JARDINERÍA	2.754,95
2.13.3 CERRAMIENTO	14.693,09
2.13.4 RED DE PLUVIALES	9.053,69
2.13.5 RED DE SERVICIOS AUXILIARES Y RIEGO	2.926,09
3 EQUIPOS ELECTROMECÁNICOS EDAR ATECA	586.000,96
3.1 EQUIPOS MECÁNICOS	366.869,74
3.1.1 OBRA DE LLEGADA Y PRETRATAMIENTO	92.710,78
3.1.1.1 POZO DE GRUESOS	16.008,04
3.1.1.2 CÁMARA DE BOMBEO	14.785,56
3.1.1.3 DESBASTE	15.470,77
3.1.1.4 DESARENADOR-DESENGRASADOR	46.446,41
3.1.2 TRATAMIENTO BIOLÓGICO	66.038,69
3.1.3 DECANTACIÓN SECUNDARIA	20.865,70
3.1.4 RECIRCULACIÓN Y EXCESO DE FANGOS	13.349,73
3.1.5 ESPESAMIENTO	23.965,45
3.1.6 DESHIDRATACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO FANGOS	80.924,95
3.1.7 ALMACENAMIENTO FANGOS SECOS	5.161,40
3.1.8 DESODORIZACIÓN	42.588,76
3.1.9 INSTRUMENTACIÓN	21.264,28
3.1.9.1 CÁMARA DE BOMBEO	3.267,58
3.1.9.2 MEDIDA DE CAUDAL A TRATAMIENTO BIOLÓGICO	1.197,78
3.1.9.3 TRATAMIENTO BIOLÓGICO	8.384,49



MARCOR EBRO, S.A.

3.1.9.4 AGUA TRATADA	3.477,74
3.1.9.5 RECIRCULACIÓN Y PURGA DE FANGOS	2.408,62
3.1.9.6 ARQUETA FLOTANTES DECANTACIÓN	125,04
3.1.9.7 MEDIDA DE CAUDAL DE FANGOS ESPESADOS	1.141,79
3.1.9.8 ACONDICIONAMIENTO DE FANGOS	1.261,24
3.2 ELECTRICIDAD	219.131,22
3.2.1 CUADROS ELÉCTRICOS	94.353,54
3.2.2 CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA	4.522,96
3.2.3 LÍNEAS GENERALES	13.718,00
3.2.3.1 ACOMETIDA A CUADROS	4.707,30
3.2.3.2 FUERZA	4.544,20
3.2.3.3 MANDO Y CONTROL	3.538,30
3.2.3.4 ALUMBRADO	928,20
3.2.4 CONDUCCIONES	6.390,51
3.2.5 ALUMBRADO	16.159,30
3.2.5.1 ALUMBRADO INTERIOR	9.593,92
3.2.5.2 ALUMBRADO EXTERIOR	5.321,96
3.2.5.3 ALUMBRADO EMERGENCIA	1.243,42
3.2.6 RED DE TIERRAS	2.958,14
3.2.7 CONTROL	81.028,77
4 PRESUPUESTO VARIOS EDAR ATECA	79.950,74
4.1 CONEXIONES A SISTEMAS GENERALES	53.770,55
4.1.1 LÍNEA ALTA TENSIÓN Y ACOMETIDA ELÉCTRICA	18.810,77
4.1.2 ACOMETIDA AGUA POTABLE	340,75
4.1.3 ACOMETIDA TELEFONÍA	6.557,26
4.1.4 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	28.061,77
4.2 LABORATORIO	2.404,87
4.3 TALLER-REPUESTOS	2.651,64
4.4 ELEMENTOS DE SEGURIDAD	2.537,84
4.5 AGUA INDUSTRIAL	3.142,78
4.6 AIRE	1.105,45
4.7 MOBILIARIO	13.539,93
4.8 VENTILADORES EXTRACTORES	797,68
5 SEGURIDAD Y SALUD	33.723,41
6 EXPLOTACIÓN DURANTE EL AÑO INICIAL	101.219,86



MARCOR EBRO, S.A.

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL SIN EXPLOTACIÓN	1.409.096,46
GASTOS GENERALES Y BENEFICIO INDUSTRIAL (19 %)	267.728,33
TOTAL ANTES DE I.V.A. (1)	1.676.824,79
I.V.A. (16 %) (2)	268.291,97
EXPLOTACIÓN PRIMER AÑO	101.219,86
GASTOS GENERALES Y BENEFICIO INDUSTRIAL (19 %)	19.231,77
TOTAL EXPLOTACIÓN ANTES DE I.V.A. (3)	120.451,63
I.V.A. EXPLOTACIÓN (7 %) (4)	8.431,61
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA (1+2+3+4)	2.074.000,00

20. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO

El presente Proyecto está compuesto por los siguientes documentos:

DOCUMENTO I: MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA

ANEJOS

- I. ANEJOS DE INFORMACIÓN BÁSICA
 - I.1. TOPOGRAFÍA Y CARTOGRAFÍA
 - I.2. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA



MARCOR EBRO, S.A.

- I.3. REPORTAJE FOTOGRÁFICO
- I.4. CÁLCULO DE AVENIDAS
- II. DIMENSIONAMIENTO DE COLECTORES
 - II.1. DIMENSIONADO HIDRÁULICO DE COLECTORES
 - II.2. DIMENSIONADO MECÁNICO DE COLECTORES
- III. DIMENSIONAMIENTO DE LA ESTACIÓN DEPURADORA
 - III.1. PARÁMETROS DE DISEÑO
 - III.2. RESULTADOS A OBTENER GARANTIZADOS
 - III.3. DIAGRAMAS GENERALES DEL PROCESO.
 - III.4. DIMENSIONAMIENTO FUNCIONAL.
 - III.5. DIMENSIONADO HIDRÁULICO.
 - III.6. DIMENSIONADO ELÉCTRICO Y DE ALUMBRADO
 - III.7. INSTRUMENTACIÓN, AUTOMATISMO Y CONTROL.
 - III.8. DIMENSIONADO ESTRUCTURAL.
- IV. ANEJOS COMPLEMENTARIOS
 - IV.1. JARDINERÍA, URBANIZACIÓN Y EDIFICACIÓN.
 - IV.2. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD Y PROTOCOLO DE PRUEBAS.
 - IV.3. MANTENIMIENTO Y EXPLOTACIÓN.
 - IV.4. EXPROPIACIONES Y SERVICIOS AFECTADOS
 - IV.5. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
 - IV.6. PLAN DE OBRA
 - IV.7. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS
 - IV.8. RELACIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA, VALORADAS Y ORDENADAS.
- V. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO II: PLANOS

DOCUMENTO III: PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE OBRA CIVIL



MARCOR EBRO, S.A.

- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARTICULARES DE EQUIPOS ELECTRO - MECÁNICOS.

DOCUMENTO IV: MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

- MEDICIONES
- CUADRO DE PRECIOS Nº 1
- CUADRO DE PRECIOS Nº 2
- PRESUPUESTOS PARCIALES
- PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL
- PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA



MARCOR EBRO, S.A.

21. CONCLUSIONES

En consecuencia, la empresa MARCOR EBRO, como redactora de las obras que se definen en el presente proyecto, considera que con esta memoria, junto con el resto de documentos de este proyecto se han definido suficientemente las diferentes unidades e instalaciones necesarias para ejecutar las obras de la Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR) de Ateca en Zaragoza, cumpliendo por tanto todos los requisitos y normativa de aplicación para la presente licitación, por lo que se firma:

En Ateca (Zaragoza), a 25 de abril de 2.004

Juan Carlos Rojo López
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Nº colegiado: 9.331

Aurelio Hernández Lehmann
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Nº colegiado: 10.880

Pablo Hernández Lehmann
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Nº colegiado: 18.774

