GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO

CLAVE

452-A.611.11.06/ 2013

TIPO:	REF. CRONOLÓGICA
PROYECTO	JULIO DE 2013

CLASE

PROYECTO

TÍTULO BÁSICO:

PROYECTO DE MEJORAS DE LAS INSTALACIONES ACTUALES Y ELIMINACIÓN DE NUTRIENTES DE LAS ESTACIONES DE AGUAS RESIDUALES DE MEDINA DEL CAMPO, ISCAR, TORDESILLAS, TUDELA DE DUERO, BENAVENTE Y TORO

PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA:	IVA 21%:
4.994.831,14 €	1.048.914,54 €

PRESUPUESTO TOTAL CON IVA:

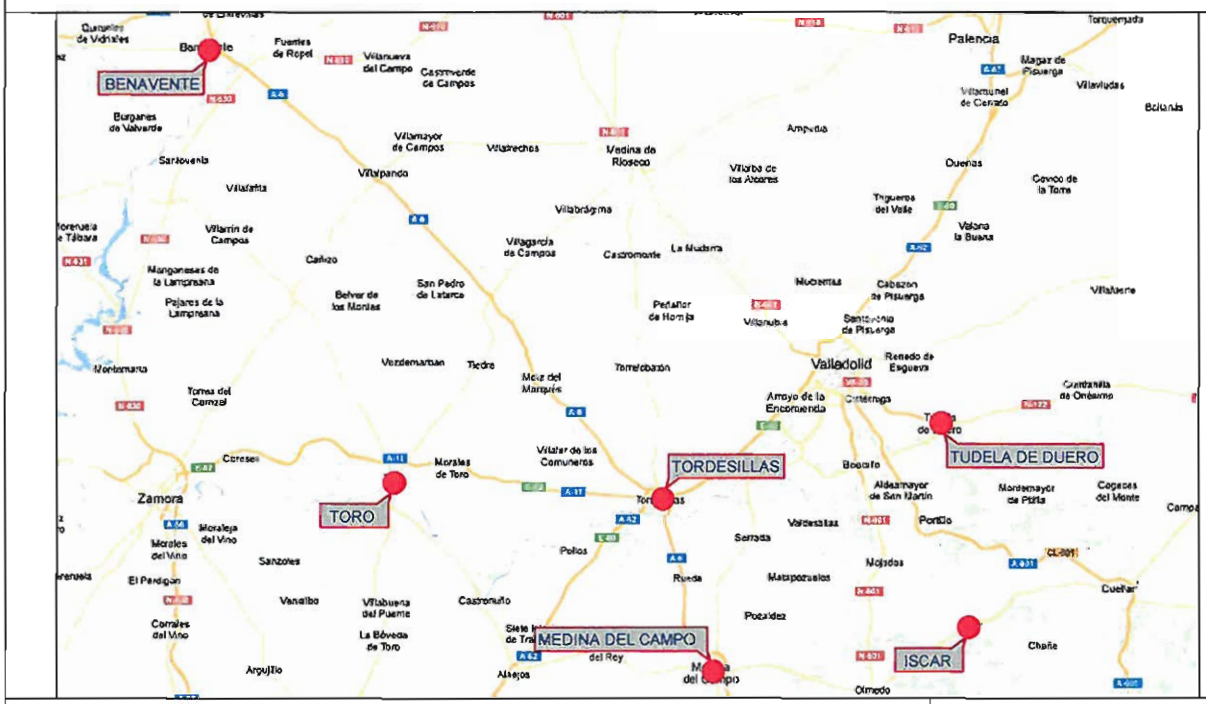
6.043.745,68 €

EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO:

D. JULIO PAJARES ALONSO

EL INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO:

D. JULIO PAJARES ALONSO



TOMO 1

DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA Y ANEJOS 1, 2 Y 3

CONSULTORAS U.T.E.:

INCISA
INGENIERÍA CIVIL INTERNACIONAL, S.A.

ECOSISTEMAS 2.000 S.L.
INGENIERÍA DEL AGUA Y DEL MEDIO AMBIENTE

INDICE

- Tomo 1.- **Doc.nº1: Memoria y Anejos**

Memoria

Anejo nº1: Ficha Técnica

Anejo nº2: Descripción de la situación Actual

Anejo nº3: Cálculos de las nuevas incorporaciones a la EDAR

- Tomo 2. **Doc.nº1: Memoria y Anejos**

Anejo nº4: Funcionamiento del proceso actual

Anejo nº5: Estudio de Alternativas

- Tomo 3. **Doc.nº1: Memoria y Anejos**

Anejo nº6: Estudio de Caracterización de Vertidos

Anejo nº7: Topografía

- Tomo 4. **Doc.nº1: Memoria y Anejos**

Anejo nº8: Geología y Geotecnia

- Tomo 5. **Doc.nº1: Memoria y Anejos**

Anejo nº9: Descripción y cálculos de la Solución Adoptada

Anejo nº10: Cálculos hidráulicos

- Tomo 6. **Doc.nº1: Memoria y Anejos**

Anejo nº11: Cálculos Estructurales

- Tomo 7. **Doc.nº1: Memoria y Anejos**

Anejo nº12: Electricidad

- Tomo 8. **Doc.nº1: Memoria y Anejos**

Anejo nº13: Control y Automatización

Anejo nº14: Instrumentación

Anejo nº15: Operación y Mantenimiento

- Tomo 9. **Doc.nº1: Memoria y Anejos**

Anejo nº16: Documentación Ambiental

Anejo nº17: Estudio de Inundabilidad

Anejo nº18: Expropiaciones y Servicios Afectados

- Tomo 10. **Doc.nº1: Memoria y Anejos**

Anejo nº19: Estudio de Seguridad y Salud

Anejo nº20: Control de Calidad

Anejo nº21: Gestión de Residuos

- Tomo 11. **Doc.nº1: Memoria y Anejos**

Anejo nº22: Plan de Obra

Anejo nº23: Justificación de Precios

Anejo nº24: Presupuesto para cocimiento de la Administración

- Tomo 12. **Doc.nº2: Planos**

Planos de Medina del Campo, Iscar y Tordesillas

- Tomo 13. **Doc.nº2: Planos**

Planos de Tudela de Duero, Benavente y Toro

- Tomo 14. **Doc.nº3: Pliego de Prescripciones Técnicas**

- Tomo 15. **Doc.nº3: Pliego de Prescripciones Técnicas**

Especificaciones Técnicas Particulares

- Tomo 16. **Doc.nº4: Presupuesto**

Mediciones

- Tomo 17. **Doc.nº4: Presupuesto**

Cuadro de Precios

Presupuesto

DOCUMENTO Nº 1:

MEMORIA

INDICE DE LA MEMORIA

1 ANTECEDENTES 1

2 OBJETIVO DEL PROYECTO 2

3 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL 2

3.1 MEDINA DEL CAMPO 2

3.1.1 Parámetros de diseño y reales 2

3.1.2 Situación actual de la EDAR de Medina del Campo 3

3.1.2.1 Línea de agua: 3

3.1.2.2 Línea de fangos: 6

3.1.2.3 Elementos auxiliares 7

3.1.2.4 Edificios. 7

3.1.3 Situación actual de los colectores. 8

3.2 ISCAR 9

3.2.1 Parámetros de diseño y reales 9

3.2.2 Descripción de las instalaciones 12

3.2.2.1 Red de saneamiento 12

3.2.2.2 EDAR 12

3.3 TORDESILLAS 17

3.3.1 Parámetros de diseño y reales 17

3.3.2 Situación actual de la EDAR de Tordesillas 18

3.3.3 Situación actual de los colectores y la E.B.A.R. 23

3.4 TUDELA DE DUERO 24

3.4.1 Parámetros de diseño y reales 24

3.4.2 Situación actual del saneamiento en margen derecha 25

3.4.3 Situación actual del saneamiento en la margen izquierda 26

3.4.4 Situación actual de la EDAR de Tudela de Duero 27

3.5 BENAVENTE 29

3.5.1 Parámetros de diseño y reales 29

3.5.2 Situación actual de la EDAR de Benavente 30

3.6 TORO 34

3.6.1 Parámetros de diseño y reales 34

3.6.2 Situación actual 37

3.6.2.1 E.D.A.R. 38

3.6.2.2 Bombeo de la Magdalena 42

3.6.2.3 Bombeo del polígono. 42

3.6.2.4 Vertido del Puente de Piedra 42

4 NUEVAS INCORPORACIONES A LA EDAR 43

4.1 MEDINA DEL CAMPO 43
4.2 ISCAR 43
4.3 TORDESILLAS 43
4.4 TUDELA DE DUERO 43
4.4.1 Población 43
4.4.2 Dotación 43
4.4.3 Caudales de diseño 44
4.5 BENAVENTE 45
4.6 TORO 45

5 TRABAJOS PREVIOS 45

5.1 CARACTERIZACIÓN DE VERTIDOS 45
5.2 TOPOGRAFÍA 46
5.3 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA 46
5.3.1 Medina del Campo 46
5.3.2 Iscar 46
5.3.3 Tordesillas 46
5.3.4 Tudela de Duero 47
5.3.5 Benavente 47
5.3.6 Toro 48

6 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS 48

6.1 INTRODUCCION 48
6.2 MEDINA DEL CAMPO 50
6.2.1 Eliminación de nitrógeno 50
6.2.2 Eliminación de fósforo 52
6.2.3 Medida de caudal de agua tratada 53
6.2.4 Espesamiento de fangos biológicos 53
6.2.5 Tratamiento de escurridos 54
6.2.6 Soplantes 54
6.3 ISCAR 55
6.3.1 Eliminación de nitrógeno 55
6.3.2 Eliminación de fósforo 56
6.3.3 Soplantes 58
6.3.4 Medida de caudal 58
6.4 TORDESILLAS 59
6.4.1 Eliminación de nutrientes 59

6.4.2 Pozo de bombeo 60
6.5 TUDELA DE DUERO 60
6.5.1 Eliminación de nutrientes 60
6.5.2 Emisario principal conexión margen izquierda 61
6.6 BENAVENTE 62
6.7 TORO 64
6.7.1 EDAR 64
6.7.1.1 Eliminación de nitrógeno 64
6.7.1.2 Eliminación de fósforo 66
6.7.1.3 Tratamiento de escurridos 67
6.7.2 Bombeo de la Plaza de la Magdalena 67
6.7.3 Bombeo del Polígono Industrial 68
6.7.4 Vertido del Puente de Piedra 68
7 DESCRIPCION DE LA SOLUCION ADOPTADA 69
7.1 MEDINA DEL CAMPO 69
7.1.1 Eliminación de nitrógeno 69
7.1.2 Eliminación del fósforo 70
7.1.3 Medición de caudal de agua tratada 72
7.1.4 Espesador de fangos biológicos. 73
7.1.5 Tamizado de fangos primarios 73
7.1.6 Tratamiento de escurridos 73
7.1.7 Sustitución de las soplantes del tratamiento biológico 74
7.1.8 Modificaciones en la arqueta del tratamiento físico-químico existente 74
7.1.9 Bombeo de fangos secundarios a deshidratación. 75
7.1.10 Edificio de tratamiento de escurridos y dosificación de cloruro férrico 75
7.2 ISCAR 75
7.2.1 Pozo de gruesos 75
7.2.2 Canal de desbaste 76
7.2.3 Desarenado - desengrase 76
7.2.4 Eliminación de nitrógeno 76
7.2.5 Eliminación de fósforo. 77
7.2.5.1 Selector anaerobio 78
7.2.5.2 Dosificación de cloruro férrico 79
7.2.6 Soplantes 79
7.2.7 Medida de caudal de agua tratada 80
7.2.8 Pozo de fangos 80
7.2.9 Decantador secundario 80

7.2.10 Edificio industrial *81*
7.3 TORDESILLAS 82
7.3.1 EDAR *82*
7.3.2 Estación de bombeo *88*
7.4 TUDELA DE DUERO 89
7.4.1 EDAR *89*
7.4.2 Estación de Bombeo 3: *91*
7.4.3 Colector principal recogida de AN margen izquierda *92*
7.4.4 Emisario principal *92*
7.4.5 Colector margen derecha. *95*
7.5 BENAVENTE 95
7.5.1 Colector de llegada y By-pass general de la planta: *95*
7.5.2 Eliminación de nitrógeno *96*
7.5.3 Eliminación del fósforo: *97*
7.5.3.1 Selector 98
7.5.3.2 Dosificación de cloruro férrico. 99
7.5.4 Tratamiento de escurridos *100*
7.5.5 Tanque de tormentas: *100*
7.5.6 Modificaciones en la arqueta de regulación de caudal *101*
7.5.7 Edificio de tratamiento de escurridos y dosificación de cloruro férrico *102*
7.5.8 Edificio industrial existente. Zona de cuadros eléctricos *102*
7.6 TORO 103
7.6.1 ACTUACIONES EN LA EDAR *103*
7.6.1.1 Eliminación de nitrógeno. Equipo de ultrasonidos. 103
7.6.1.2 Eliminación del fósforo. Dosificación de cloruro férrico. 108
7.6.1.3 Eliminación de nutrientes. Instrumentación 109
7.6.1.4 Tratamiento de escurridos. 110
7.6.1.5 Pozo de gruesos 111
7.6.1.6 Secado de fangos 111
7.6.1.7 Edificio de tratamiento de escurridos y reactivos 113
7.6.2 Bombeo de la Plaza de la Magdalena *114*
7.6.3 Bombeo del Polígono Industrial *114*
7.6.4 Vertido del Puente de Piedra *114*
7.6.4.1 Datos de partida 115
7.6.4.2 Arqueta de confluencia y vertedero. 116
7.6.4.3 Pozo de gruesos 116
7.6.4.4 Pozo de bombeo 117
7.6.4.5 Tamizado 117
7.6.4.6 Medida de caudal 118

7.6.4.7 Tanque polivalente. 118
7.6.4.8 Biodiscos 120
7.6.4.9 Decantador lamelar 125
7.6.4.10 Medida de caudal de agua tratada. 127
7.6.4.11 Obra civil 127

8 ELECTRICIDAD CONTROL E INSTRUMENTACIÓN 130

8.1 CONDICIONES GENERALES ELECTRICIDAD 130
8.1.1 Conductores. 130
8.1.2 Subdivisión de las instalaciones. 131
8.1.3 Equilibrado de cargas. 132
8.1.4 Protección contra sobreintensidades. 132
8.1.5 Protección contra Contactos directos. 132
8.1.6 Protección Contactos indirectos. 133
8.2 CONDICIONES GENERALES AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL 134
8.2.1 Filosofía de control 134
8.2.2 Funciones del sistema de control 135
8.3 MEDINA 136
8.3.1 Centro de transformación 136
8.3.2 Acometida transformador 630 KVA a CGD. 137
8.3.3 Centro de control de motores (CCM). 138
8.4 ISCAR 139
8.4.1 Centro de transformación. 139
8.4.2 Acometida a transformador 400 KVA a CGD. 140
8.4.3 Centro de control de motores (CCM). 141
8.5 TORDESILLAS 141
8.5.1 Centro de transformación 141
8.5.2 Acometida transformador 250 KVA a CGD. 142
8.5.3 Centro de control de motores (CCM). 143
8.6 TUDELA DE DUERO 144
8.6.1 Centro de transformación 144
8.6.2 Acometida de baja tensión del centro de transformación al CCM1 145
8.6.3 Acometida de baja tensión del centro de transformación al CGD. 145
8.6.4 Descripción del armario general de distribución. 145
8.6.5 Descripción del centro de control de motores Nº1 (CCM1) 147
8.6.6 Descripción del centro de control de motores Nº2 (CCM2) 148
8.7 BENAVENTE 149
8.7.1 Centro de transformación 149

8.7.2 Acometida transformador 630 KVA a CGD. *150*
8.7.3 Centro de control de motores (CCM). *150*
8.8 TORO 151
8.8.1 EDAR *151*
8.8.1.1 Centro de transformación. 151
8.8.1.2 Acometida a transformador 400 KVA a CCM. 153
8.8.1.3 Centro de control de motores (CCM). 154
8.8.2 EDAR Puente de Piedra *155*
8.8.2.1 Punto de conexión. 155
8.8.2.2 Descripción general de la instalación. 156
8.8.2.3 Centro de control de motores. 156
8.8.2.4 Cuadro general de alumbrado. 157
8.8.3 Estación de Bombeo el Polígono *157*
8.8.3.1 Descripción general de la instalación. 157
8.8.4 Estación de Bombeo la Magdalena *159*
8.8.4.1 Descripción general de la instalación 159

9 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO 160

9.1 MEDINA DEL CAMPO 160
9.2 ISCAR 161
9.3 TORDESILLAS 162
9.4 TUDELA DE DUERO 162
9.5 BENAVENTE 164
9.6 TORO 164
9.6.1 EDAR ACTUAL *164*
9.6.2 EDAR PUENTE DE PIEDRA *165*

10 CONSIDERACIONES MEDIOAMBIENTALES 166

11 EXPROPIACIONES Y SERVICIOS AFECTADOS 168

11.1 MEDINA DEL CAMPO 168
11.2 ISCAR 168
11.3 TORDESILLAS 168
11.4 TUDELA DE DUERO 168
11.5 BENAVENTE 168
11.6 TORO 168

12 SEGURIDAD Y SALUD 169

13 ESTUDIO GEOTÉCNICO. 169

14 GESTIÓN DE RESIDUOS 169

15 PLAN DE CALIDAD....169

16 PLAZO DE EJECUCIÓN Y GARANTÍA....170

17 FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS....171

18 CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA....171

19 RESUMEN DEL PRESUPUESTO....173

20 DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO....174

21 DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA....176

22 CODIGOS CPV....176

23 FORMA DE ADJUDICACIÓN....177

24 CONCLUSIÓN....177

1 ANTECEDENTES

El Plan Nacional de Calidad de las Aguas: Saneamiento y Depuración 2007-2015, cuyo objetivo se concreta en el mantenimiento y mejora de la calidad del medio acuático, con medidas de control de los vertidos alcanzando el buen estado de todas las masas de agua en el horizonte 2015, da cumplimiento a las exigencias de la Directiva 91/271 CEE.

Para materializar las diversas acciones y actuaciones específicas que son requeridas por el PNCA en la Cuenca del Duero, se firmó un protocolo de colaboración entre el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino y la Junta de Castilla y León, en el que se incluían las actuaciones objeto de este proyecto, como solución a la depuración de las aguas residuales en Medina del Campo, Íscar, Tordesillas, Tudela de Duero, Cantalejo, Benavente, Toro, Arévalo, Peñaranda de Bracamonte y El Barco de Ávila, dando así cumplimiento a los objetivos de calidad marcados en las correspondientes revisiones de Autorización de Vertidos.

Varias de las presentes actuaciones se encuentran recogidas en el Anexo I, Actuaciones de Interés General, en el Marco General de Colaboración en el ámbito del saneamiento y depuración: "Ejecución del Plan Nacional de Calidad de las Aguas: Saneamiento y Depuración 2007-2015".

Con fecha 6 de mayo de 2010, el Sr. Presidente de la Confederación Hidrográfica del Duero aprobó el expediente de contratación y autorizó el gasto. Con fecha del 16 de junio de 2010, la Presidencia de Confederación Hidrográfica del Duero resolvió autorizar la redacción del pliego para la redacción del proyecto.

Con fecha 5 de septiembre de 2011, se procede a la apertura de las proposiciones económicas presentadas por las empresas que concurren al contrato, adjudicándose provisionalmente a la UTE INCISA – ECOSISTEMAS, por resultar su oferta la más ventajosa.

La adjudicación definitiva a la mencionada UTE fue acordada por Resolución de la Presidencia del Organismo con fecha 26 de septiembre de 2011. Con fecha 19 de octubre de 2011, se firma el Contrato entre la UTE INCISA – ECOSISTEMAS y Confederación Hidrográfica del Duero.

2 OBJETIVO DEL PROYECTO

El objeto del presente Proyecto consiste en definir las obras e instalaciones necesarias para la Mejora de las instalaciones actuales y eliminación de nutrientes de las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales de Medina del Campo, Iscar, Tordesillas, Tudela de Duero, Benavente y Toro hasta los límites exigibles, siendo el alcance definido desde el punto de reunión del agua bruta hasta su restitución al cauce natural del río, incluyendo el tratamiento de fangos que se derive de la depuración del agua a tratar.

3 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

3.1 MEDINA DEL CAMPO

3.1.1 Parámetros de diseño y reales

La EDAR de Medina del campo se diseñó considerando el vertido doméstico y también el vertido de las industrias conectadas a la red de saneamiento del municipio, el caudal medio diario de diseño es de 7.280 m^3/día y una carga contaminante que da lugar a una población equivalente de 60.600 h-e

Las cargas contaminantes de llegada a la planta son muy superiores a las que se emplearon para el diseño, siendo particularmente significativo el incremento en los valores de DBO5, de Nitrógeno y de fósforo. Los valores de DBO_5 medio del año 2.011 de 782,60 mg/l, nitrógeno total de 85,90 mg/l y fósforo entorno a los 7 mg/l. En cuanto al caudal, es inferior al de diseño, con un valor medio anual entorno a 5.400 m^3/día.

Aún así la planta cumple de forma regular con la eliminación de la DBO y del nitrógeno pero incumple de forma sistemática con el fósforo.

A partir de las analíticas y las medidas de caudal realizadas en la planta, se muestra la siguiente tabla reflejando de los valores de diseño y los valores reales:

PARÁMETROS DE DISEÑO		
	DISEÑO	**REAL INVIERNO**
Habitantes equivalentes	**60.600 h-e**	**70.041 h-e**
Caudal medio diario	**7.280 m^3/día**	**5.400 m^3/día**
Caudal medio horario	303 m^3/h	224
Caudal punta a biológico	728 m^3/h	537
Concentración DBO_5	500 mg/l	782
Concentración DQO	1.000 mg/l	1.354
Concentración SS	400 mg/l	490
Concentración N total	60	85,9
Concentración P total	10	15,9

La planta se diseñó formada por pretratamiento para la eliminación de sólidos, arenas y grasas, decantación primaria, tratamiento físico-químico y tratamiento biológico para la reducción de la materia orgánica y el nitrógeno hasta valores en el efluente por debajo de los máximos permitidos por la normativa.

Como puede comprobarse, todas las cargas contaminantes son muy superiores a las de diseño

3.1.2 Situación actual de la EDAR de Medina del Campo

Una vez se conoce el caudal de entrada y las características del influente, se realiza una descripción de los elementos que conforman la planta, su estado y funcionamiento.

3.1.2.1 Línea de agua:

Obra de llegada: El pozo de gruesos está situado en el interior del edificio de pretratamiento, por lo que la totalidad de este proceso se encuentra a cubierto. El caudal entra al pozo de gruesos de la EDAR desde dos emisarios de Ø800 y 500mm, que dispone de una reja de desbaste extraíble mediante polipasto para limpieza y

mantenimiento de la misma y se diseña para la eliminación de los sólidos de mayor tamaño que arrastra el influente. El pozo de gruesos cuenta con cuchara bivalva con polipasto para limpieza del mismo. El aliviadero del pozo de gruesos se ha diseñado para verter la diferencia de caudal entre el máximo transportado por los colectores (3.033 m3/h correspondiente a 10 Qm) y el máximo caudal bombeado al pretratamiento (1.212 m3/h correspondiente a 4Qm).

Pozo de bombeo: Una vez el agua pasa esta reja de desbaste de gruesos, llega al pozo de bombeo, desde el que se impulsa mediante cinco (4+1) bombas sumergidas de 303 m3/h de caudal unitario que la elevan a la línea de desbaste de finos.

Desbaste de finos: La arqueta de desbaste de finos tiene también un aliviadero que recogería el exceso de volumen que pudiese producirse en caso de avería de los equipos. El desbaste de finos se produce en tres canales de 50 cm. de ancho en dos de los cuales se ubican sendos tamices de 6 mm de luz que conducen los sólidos retenidos a un tornillo sinfín que los deposita en un contenedor. El tercer canal, de reserva, está equipado con una reja de barrotes de limpieza manual.

Desarenado – desengrase (2 líneas): Las aguas tamizadas, se conducen a dos líneas de desarenado-desengrasado. Cada canal desarenador mide 6 m de longitud y 4 m de ancho. Y está equipado con dos aireadores sumergidos para producir la separación de las arenas y la emulsión de las grasas. Los canales no están compartimentados en zona aireada y zona de acumulación de grasas, por lo que el barredor ocupa todo el ancho del canal. En este equipo decantan las arenas, que son aspiradas mediante sendas bombas situadas en los puentes móviles y descargadas en el canal de arenas que las conduce al clasificador de arenas del que caen a un contenedor.

Las grasas son arrastradas mediante rasquetas de superficie, y conducidas a una campana de recogida que las conduce al concentrador de grasas del que pasan al contenedor de grasas para su almacenamiento. La emulsión de las grasas se consigue mediante la aportación del aire por los aeroflots.

Medida de caudal y alivio de caudales en exceso: Tras el desarenado se coloca un medidor de caudal y una válvula motorizada comandada por dicho caudalímetro que

regula el caudal admitido en el tratamiento biológico y deriva la diferencia de caudales entre el admitido en pretratamiento (4Qm) y el admitido en el biológico (2,4Qm).

Tratamiento físico-químico: A continuación existen dos líneas de tratamiento físico-químico compuestas por sendas cámaras de mezcla rápida y de floculación dotadas de agitadores así como los equipos de dosificación de reactivos. El tratamiento físico-químico fue proyectado para combatir la llegada de vertidos de tipo industrial que pudieran ocasionar problemas en el reactor biológico; como pueden ser vertidos incontrolados de metales pesados, altas cargas de sólidos en suspensión, ácidos etc.

Los reactivos de diseño son: cloruro férrico, polielectrolito y cal. Los equipos para su almacenamiento y dosificación se encuentran situados en el edificio de reactivos situado junto al tratamiento físico-químico.

Hasta la fecha no se han detectado en el influente concentraciones de contaminantes que puedan ocasionar problemas en el biológico, por lo que en la actualidad este tratamiento se encuentra fuera de servicio.

Si en algún momento se detectara algún vertido incontrolado se pondría automáticamente en funcionamiento para su neutralización.

Decantación primaria: El caudal pretratado se conduce a decantación primaria, que se realiza por medio de dos decantadores circulares de 16 metros de diámetro, dotados de puentes giratorios para la recogida de los fangos en el fondo y de flotantes en superficie, así como vertedero y canal de recogida del agua para su posterior tratamiento biológico.

Los fangos primarios decantados se llevan a una arqueta de recogida desde donde se bombean al espesador mediante dos bombas sumergidas de 24 m3/h de caudal unitario. Los flotantes recogidos se impulsan al concentrador de grasas.

Reactor biológico: El agua decantada se conduce al tratamiento biológico, consistente en dos reactores de baja carga, en aireación prolongada, con una capacidad unitaria de 5.721m³. Estos reactores constan de zonas aerobias, en la cual se suministra aire a través de tres soplantes de 3.600 m3/h de caudal unitario, y zonas anóxicas dotadas de recirculadores de corriente para mantener en suspensión el licor

mezcla. Estos reactores cuentan con instrumentación funcional de medidores de pH, oxígeno y potencial redox.

Decantación secundaria: Del reactor biológico; el licor mezcla pasa a la decantación secundaria, formado por dos depósitos circulares de 20 metros de diámetro, dotados de puente móvil de rasquetas. Los fangos en exceso decantados se bombean, mediante 2 bombas sumergibles de 15 m3/h de caudal unitario, al espesador de fangos donde se mezclan con los de decantación primaria para su tratamiento.

Existe un bombeo de recirculación de fangos compuesto por 2+1 bombas sumergibles de 155 m3/h de caudal unitario que los impulsa al reactor biológico.

El efluente depurado, que se recoge en superficie, se conduce al punto de vertido en el río Zapardiel. También existe la posibilidad de conducir el caudal a la antigua EDAR, formada por lagunajes, y que en la actualidad forman parte de un proyecto medioambiental de recuperación de aves acuáticas en la zona.

Se dispone de sistema de adicción de cloración al agua depurada, pero prácticamente no se utiliza.

3.1.2.2 Línea de fangos:

Espesamiento de fangos: Los fangos purgados de los decantadores primarios y secundarios se impulsan al espesador, de tipo gravedad, de 11 m de diámetro, dotado de rasqueta giratoria y sistema de adicción de cal con electroagitador para los fangos procedentes del decantador primario. Este sistema prácticamente no se utiliza.

Secado de fangos: Los lodos se espesan por gravedad y son conducidos mediante tres bombas de tornillo de caudal variable de 2 a 12 m3/h a las dos centrífugas de deshidratación de 9 m3/h de caudal unitario.

Almacenamiento de fangos secos: Los fangos extraídos se conducen mediante tornillo sinfín y bomba de elevación al silo de almacenamiento para su recogida por la empresa homologada que se encarga de gestionarlos. Los fangos son reutilizados en agricultura.

Equipos de dosificación de reactivos: La planta en sus instalaciones cuenta con equipos de dosificación de reactivos tanto para el tratamiento físico-químico previo al decantador primario, como para adicciones de cal, coagulantes, hipoclorito y polielectrolito, para el tratamiento del efluente de salida y de los fangos en exceso.

3.1.2.3 Elementos auxiliares

- Desodorización por carbón activo del edificio de pretratamiento, espesador y edificio de deshidratación.
- Red de vaciados
- Red de escurridos.
- Red de pluviales.
- Red de agua potable.
- Red de agua industrial y de servicios.
- Red de aire de servicio.

3.1.2.4 Edificios.

Se han construido los siguientes edificios:

- De control.
- De pretratamiento que comprende los pozos de gruesos y de bombeo y los canales de desbaste.
- De físico-químico.
- De deshidratación.
- De soplantes.
- De cloración.
- De cuadros eléctricos

3.1.3 Situación actual de los colectores.

La red de saneamiento de Medina del Campo es de tipo unitario, por lo que en ella se recoge el caudal de aguas negras, el caudal de las industrias conectadas al saneamiento, y el caudal de escorrentía en caso de precipitaciones. La red de saneamiento funciona de forma correcta, no se producen problemas de inundaciones, atranques etc., salvo episodios puntuales de fuertes tormentas.

A la planta llegan 2 emisarios (Ø800mm y Ø500mm) que recogen la totalidad de la red de saneamiento de la localidad. Estos emisarios cuentan con dos aliviaderos en el casco urbano, y el estado de esta red es bueno. El pozo de gruesos recoge el afluente de ambos emisarios en la margen izquierda del río.

La totalidad del caudal recogido en la red de saneamiento se conduce a la Estación Depuradora, que se sitúa en el paraje denominado "La casa Blanca", al oeste de la localidad y a una distancia del centro del casco urbano de 2 km aproximadamente. Se accede a la EDAR a través del Camino del Olmo que parte desde el polígono industrial, al oeste del casco urbano.

El caudal a la planta de depuración entra al pozo de gruesos, donde se eliminan los sólidos de mayor tamaño. Este pozo de gruesos cuenta con un aliviadero al río Zapardiel.

3.2 ISCAR

3.2.1 Parámetros de diseño y reales

La EDAR de Iscar se diseñó con los siguientes parámetros:

POBLACION		**DISEÑO**	**REAL**	
Población equivalente adoptada		12.700	8.516	Hab Equiv.
Dotación adoptada		250	252	l/hab*dia
CAUDALES				
CAUDAL DIARIO ADOPTADO PARA LA EDAR		**3.175**	**2.147**	**m^3/dia**
Caudal promedio		132	89	m^3/h
Caudal punta	2,00	265	179	m^3/h
Caudal máximo en pretratamiento	6,00	794	537	m^3/h
Caudal máximo bombeado	6,00	794	537	m^3/h
Caudal admitido en el colector	10,00	1.323	1.323	m^3/h
CARACTERISTICAS DEL AGUA BRUTA				
DBO_5				
Carga diaria de entrada		762	511	kg/dia
Concentración de entrada		**240**	**238**	mg/l
Carga diaria máxima de salida		79	54	kg/dia
Concentración máxima de salida		**25**	**25**	mg/l

Carga diaria eliminada	683	457	kg/dia
DQO			
Carga diaria de entrada	1.588	882	kg/dia
Concentración de entrada	**500**	**411**	mg/l
Carga diaria máxima de salida	397	268	kg/dia
Concentración máxima de salida	125	125	mg/l
Carga diaria eliminada	1.191	614	kg/dia
SS			
Carga diaria de entrada	953	328	kg/dia
Concentración de entrada	**300**	**153**	mg/l
Carga diaria máxima de salida	111	75	kg/dia
Concentración máxima de salida	**35**	**35**	mg/l
Carga diaria eliminada	841	253	kg/dia
N-NTK			
Carga diaria de entrada estimada	191	129	kg/dia
Concentración de entrada estimada	**60**	**60**	mg/l
Carga diaria máxima de salida	48	32	kg/dia
Concentración máxima de salida estimada	**15**	**15**	mg/l
Carga diaria eliminada	143	97	kg/dia

P

Carga diaria de entrada estimada		38	21	kg/dia
Concentración de entrada estimada		**12**	**10**	mg/l
Carga diaria máxima de salida		6	4	kg/dia
Concentración máxima de salida estimada		**2**	**2**	mg/l
Carga diaria eliminada		32	17	kg/dia

pH

Salida entre		5,5 y 9	5,5 y 9	

TEMPERATURA

Temperatura de cálculo		12,00	12,00	ºC

RESULTADOS A OBTENER:

AGUA

DBO5:	<	25,00	25,00	mg/l
DQO:	<	125,00	125,00	mg/l
SS totales:	<	35,00	35,00	mg/l
N-NTK:	<	15,00	15,00	mg/l
P-PO4:	<	2,00	2,00	mg/l
pH, entre:		5,5 y 9	5,5 y 9	

FANGOS

Estabilización de fangos:	>	40,00	40,00 %
Sequedad de fangos:	>	25,00	25,00 %

De estos datos se desprende que el caudal actual de entrada a la planta (2.147 m3/día) es aproximadamente 2/3 del caudal de diseño (3.175 m3/día) y las concentraciones de cargas más significativas, DBO5; DQO y N-NTK, son muy similares a las de diseño. El resultado conjunto de concentraciones y caudales es que la carga contaminante resulta inferior a la de diseño (8.516 / 12.700 Hab. Equivalentes) en la misma proporción que los caudales de entrada.

3.2.2 Descripción de las instalaciones

3.2.2.1 Red de saneamiento

La red de saneamiento de Íscar es de tipo unitario, por lo que en ella se recoge el caudal de aguas negras, el caudal de las industrias conectadas al saneamiento, y el caudal de escorrentía en caso de precipitaciones.

El caudal recogido en la red de saneamiento se conduce hasta la planta a través de un emisario de Ø500 mm que entronca con el ovoide de hormigón de 80 x 120 existente antes de la construcción de la actual EDAR. Existe un alivio situado unos 100 m antes de la planta realizado con una TE de la que arranca un tubo DN 1.000. que desemboca en el río Pirón junto al Molino Bodero

Este alivio funciona mediante un labio situado bajo un pozo de registro. Cuando el caudal que llega por el colector es superior al máximo elevado por las bombas de agua bruta el colector de entrada al pozo de gruesos se pone en carga y cuando alcanza la cota del labio empieza a aliviar. El agua aliviada sale por el colector construido en TE de 1.000 mm hacia el río Pirón.

3.2.2.2 EDAR

La EDAR de Íscar es una instalación convencional que cuenta con un tratamiento primario que realiza los procesos de desbaste de sólidos gruesos, tamizado y desarenado-desengrasado y un tratamiento secundario de fangos activos mediante aireación prolongada.

La descripción de la EDAR de Íscar se estructura en dos grandes bloques: Línea de agua y línea de fangos.

3.2.2.2.1 Línea de agua

Pozo de gruesos

El influente llega a la EDAR a través del emisario de Ø 500 mm. El caudal llega en un primer momento al pozo de gruesos, diseñado para eliminar los sólidos de mayor tamaño, que se almacenan en su fondo tronco cónico para su posterior retirada mediante una cuchara bivalva accionada por un puente grúa que cubre todo el ED

Desbaste de gruesos

El agua atraviesa una reja de gruesos de limpieza manual y 5 cm de luz de paso. A continuación existen dos canales de desbaste de 60 cm de ancho equipados uno de ellos con una reja automática y el otro con una reja de limpieza manual; ambas de 30 mm de luz que impiden el paso de los sólidos de mayor tamaño.

Pozo de bombeo

Una vez el agua pasa esta reja de desbaste de gruesos, llega al pozo de bombeo, desde el que se impulsa mediante (3+1) bombas sumergidas de 264 m3/h de caudal unitario que la elevan a la línea de desbaste de finos.

Desbaste de finos.

El agua impulsada pasa a dos canales de desbaste de 60 cm de ancho, donde mediante sendos tamices automáticos de 3 mm de luz se eliminan los sólidos que arrastra el influente y desde aquí se conduce al desarenado-desengrasado

Desarenado-desengrase

Consistente en dos canales longitudinales de 8,50 m de longitud y 3,00 m de ancho unitario con dos pantallas tranquilizadoras para la recogida de las grasas en los que decantan las arenas, que son impulsadas a tratamiento mediante bombas especiales y se emulsionan las grasas mediante aireación. Tanto las arenas como las grasas son

tratadas en equipos compactos de clasificación y concentración para la eliminación del agua que arrastran, con el fin de facilitar su gestión posterior.

Todo el pretratamiento se aloja en un edificio cerrado para minimizar el impacto visual y de olores al entorno.

Medida de caudal y alivio de caudales en exceso

Tras el desarenado se coloca un medidor de caudal y una válvula motorizada comandada por dicho caudalímetro que regula el caudal admitido en el tratamiento biológico y deriva la diferencia de caudales entre el admitido en pretratamiento (6Qm) y el admitido en el biológico (2Qm).

Tratamiento biológico

El caudal pretratado, libre de sólidos arenas y grasas se conduce al tratamiento biológico de baja carga consistente en un reactor de aireación prolongada, donde se produce la eliminación de la materia orgánica carbonada y del nitrógeno, mediante la creación de zonas aerobias con aporte de oxígeno a través de las soplantes, y zonas anóxicas dotadas de agitadores para la circulación del licor mezcla en las que no se aporta oxígeno.

El reactor es un canal oval de 4.310 m3 de capacidad. Está equipado con dos recirculadotes de corriente de 5,2 Kw de potencia unitaria.

La aireación se realiza mediante 2+1 soplantes de 1.500 m3/h de caudal unitario de aire y 55 Kw de potencia que alimentan a 1.000 difusores de burbuja fina de membrana.

Decantador secundario

El caudal a la salida se conduce al decantador secundario, donde se separa el agua de los fangos que decantan en el fondo. El decantador secundario tiene un diámetro de 17,0 m y está dotado de puente con rasqueta de fondo para el arrastre de los fangos sedimentados en el fondo y de barredor giratorio superior que conduce los flotantes a una tolva para su evacuación.

El efluente depurado se conduce al vertido en el río Pirón.

3.2.2.2.2 Línea de fangos

Bombeo de fangos

Los fangos decantados en el clarificador se conducen a un pozo de fangos desde el cual parte es impulsado para su recirculación al reactor biológico con el fin de mantener la concentración de MLSS mediante 2+1 bombas centrífugas sumergibles de 130 m3/h de caudal unitario. Los fangos en exceso se conducen a tratamiento mediante 1+1 bombas centrífugas sumergibles de 15 m3/h de caudal unitario.

Espesamiento de fangos

Los fangos activados en exceso se conducen a la campana de distribución de un espesador circular de 7 m de diámetro y 3,5 m de altura recta en vertedero. El espesamiento de los citados fangos se consigue por gravedad en un proceso de sedimentación y decantación. La carga superficial de sólidos es inferior a 30 kgMS/m2/d y la carga superficial hidráulica de 0,40 m3/m2/h.

En el espesador, la compactación y espesamiento del fango se consigue por una reja giratoria de peines, de accionamiento central. Un barredor de fondo, que forma parte de la reja giratoria de peines, arrastra el fango espesado a una pequeña poceta central, de donde se extrae por bombeo

Las bombas, una de operación normal y otra de reserva, son de tornillo helicoidal excéntrico, tipo MONO, y su caudal es variable de 3 a 8 m3/h. e impulsan el fango espesado, con una concentración del 3 %, a la máquina de deshidratación mecánica de fangos.

La fase acuosa rebosa a una canaleta perimetral en la parte superior del espesador, de donde se conduce al pozo de gruesos.

Secado de fangos

La deshidratación de los fangos espesados se realiza mediante centrífuga. Dicha máquina tiene la capacidad suficiente para deshidratar los fangos producidos en toda

la semana natural (7 días), con un programa de funcionamiento de 8 horas/día durante la semana laboral normal (5 días). La máquina se pone en marcha, automáticamente, enclavada con las bombas de fangos espesados.

Los fangos espesados entran en un mezclador estático, donde se mezclan con un floculante polimerizado (polielectrolito). La preparación y dosificación de este reactivo se realiza mediante un equipo automático de preparación de 1.000 l y 1+1 bombas dosificadoras de 300 l/h de caudal máximo. Al salir del mezclador, los fangos quedan floculados. Después de pasar por la centrífuga los fangos alcanzan una concentración estimada del 25 %.

La torta de fangos cae de la centrífuga a una bomba de tornillo de 2 m3/h de caudal que la impulsa a un silo de 20 m3 de capacidad situado junto al edificio de secado.

El agua eliminada de los fangos se conduce, por gravedad, al pozo de bombeo

Servicios auxiliares

La planta cuenta con los siguientes servicios auxiliares.

- Red de vaciados
- Red de escurridos.
- Red de pluviales.
- Red de agua potable.
- Red de agua industrial y de servicios.
- Red de aire de servicio.

Edificios.

Se han construido los siguientes edificios:

- De control.
- De pretratamiento que comprende los siguientes compartimentos:

- pozos de gruesos y de bombeo y los canales de desbaste y la deshidratación
- las soplantes.
- los cuadros eléctricos

3.3 TORDESILLAS

3.3.1 Parámetros de diseño y reales

La EDAR de Tordesillas se diseñó considerando el vertido doméstico y también el vertido de las industrias conectadas a la red de saneamiento, con un caudal medio diario de 3.450 m^3/día y una carga contaminante equivalente a 17.250 e-h.

Las concentraciones de llegada a la planta son típicamente domésticas, muy semejantes a las que se emplearon para el diseño, con valores de DBO_5 de 300mg/l, nitrógeno total de 50 mg/l y fósforo que no supera los 10 mg/l. En cuanto al caudal, Tordesillas experimenta diferencia de los meses de invierno a verano, con un valor medio en la temporada estival de 4.016 m^3/día frente a los 3.080 m^3/día del resto del año. Esto provoca que, durante los meses de verano, el caudal, y por tanto la carga contaminante que llega a la EDAR será superior a los valores para los cuales fue diseñada.

A partir de las analíticas y las medidas de caudal realizadas en la planta, se muestra la siguiente tabla reflejando de los valores de diseño y los valores reales:

PARÁMETROS DE DISEÑO			
	DISEÑO	**REAL INVIERNO**	**REAL VERANO**
Habitantes equivalentes	**17.250 e-h**	**16.940 e-h**	**22.088 e-h**
Caudal medio diario	**3.450 m^3/día**	**3.080 m^3/día**	**4.016 m^3/día**
Caudal medio horario	144 m^3/h	128,3	167,3
Caudal punta a biológico	345 m^3/h	308	401,6
Concentración DBO_5	300 mg/l	330	330
Concentración DQO	900 mg/l	600	600

Concentración SS	300 mg/l	330	330
Concentración N total	50	50	50
Concentración P total	10	10	10

La planta se diseñó formada por pretratamiento para la eliminación de sólidos, arenas y grasas, y tratamiento biológico para la reducción de la materia orgánica y el nitrógeno hasta valores en el efluente por debajo de los máximos permitidos por la normativa.

Como puede comprobarse, la mayor carga contaminante de los meses de verano es debida al incremento de caudal y no de la concentración contaminante de entrada, que es durante todo el año típicamente doméstica.

3.3.2 Situación actual de la EDAR de Tordesillas

Una vez se conoce el caudal de entrada y las características del influente, se realiza una descripción de los elementos que conforman la planta, su estado y funcionamiento.

Pozo de gruesos y de bombeo: La totalidad del caudal de diseño de la EDAR se impulsa desde la Estación de Bombeo intermedia hasta una arqueta de rotura de carga desde donde, por gravedad, el agua residual se conduce a la planta a través de una tubería de diámetro 400 mm de PVC.

La conducción entra en primer lugar al pozo de gruesos de 2,9x2,9 m y profundidad de 5m, diseñado para retener en su fondo tronco piramidal los cuerpos y elementos más gruesos y pesados, que son extraídos mediante cuchara bivalva de 100 l.

Teniendo en cuenta que la EBAR previa sólo dispone de un cestón a la entrada del caudal para eliminar los residuos más gruesos, no parece un buen diseño instalar un pozo de gruesos después de un bombeo previo de cabecera. Este pozo debería haberse ejecutado en el pozo de bombeo intermedio, anterior a la EDAR, con el fin de evitar los continuos problemas que se producen debido a los atasques y averías en los equipos de impulsión.

Debido a que en la EBAR no se dispone de más desbaste que un cestón, a la planta llega gran cantidad de residuos de gran tamaño, por lo que se emplea el pozo de gruesos para su retención y eliminación mediante cuchara bivalva. Para evitar que sean arrastradas a la impulsión de la EDAR, se dispone de una reja de gruesos manual de 50 mm de luz de paso.

El agua atraviesa la reja de gruesos y llega al pozo de bombeo, diseñado de dimensiones 2,9x2,5m con una profundidad de 5m aproximadamente. El pozo de bombeo está formado por tres bombas centrífugas sumergibles de caudal unitario 173m^3/h y 8,4 m.c.a. Las bombas disponen de variador de frecuencia para regular el caudal alimentado al desbaste.

El bombeo tiene un problema importante, y es el hecho de que la capacidad de impulsión del bombeo de la EDAR es inferior a la capacidad de impulsión de la EBAR de cabecera, situada a orillas del río Duero.

Esto provoca que en la EBAR sólo puedan arrancar de forma simultánea dos bombas, y no las tres para las que fue diseñada, ya que de arrancar tres equipos, el caudal que llegaría a la EDAR sería superior al de diseño del pozo de bombeo de planta y por tanto no podría hacer frente a la totalidad del caudal.

Cuando el caudal que llega a la estación de bombeo intermedia es superior a la capacidad de dos equipos, debido a que no arranca la tercera bomba para evitar problemas en la planta, se produce un alivio directo de agua residual al río Duero.

Otro problema en el pozo de bombeo es que no se dispone de estructura metálica ni polipasto manual, por lo que no pueden extraerse los equipos, dificultando las labores de mantenimiento y explotación.

Desbaste: El desbaste está formado por dos canales de 0,7m de anchura y 1,0m de altura de agua. De los dos canales, uno se diseñó como canal principal dotado de equipo de desbaste automático y el otro como canal de by-pass o auxiliar, dotado de reja manual que sólo sería utilizada cuando se realizasen labores de mantenimiento en el canal principal.

En la actualidad en la planta están trabajando con los dos canales de forma continua, debido a que si se ponen en funcionamiento dos bombas, el caudal diseñado como principal, dotado de tamiz, no puede hacer frente a la totalidad del caudal impulsado y el canal principal se desborda. Por ello, para poder tratar todo el caudal de llegada si arrancan los dos equipos de impulsión, se mantienen las compuertas abiertas, empleando el canal de by-pass también.

Desarenado – Desengrasado: El agua traviesa los canales de desbaste y llega a las dos líneas de desarenado-desengrasado, de 7,5m de longitud formados a su vez por dos cámaras, la zona de desarenado dotada de aireación, y la cámara tranquilizadora o de desengrasado, donde se recogen mediante barredor las grasas emulsionadas.

Las arenas que decantan se conducen a través de una bomba a tratamiento mediante clasificador de arenas. Este equipo es pequeño según nos informa el personal de planta, pero debido a que la mayor parte de las arenas se quedan retenidas en los dos pozo de bombeo previos, no hay problemas por arenas en la EDAR.

En cuanto a las grasas, este equipo, al igual que el de arenas, es de capacidad hidráulica menor que el caudal que debe ser capaz de tratar. A este equipo llegan los flotantes de los decantadores. Esto provoca que, cuando arrancan las bombas de flotantes del decantador e impulsan al concentrador, el equipo de grasas no puede hacer frente al caudal de llegada y se desborda, vertiendo a la calzada.

Por ello, los equipos de impulsión de flotantes están programados en forma manual, de modo que se controla el nivel en el pozo y cuando es necesario realizar purga, se hace de forma manual, con pequeños arranques de las bombas para evitar el desbordamiento del equipo.

La tubería de las grasas presenta un problema añadido y es el hecho de que se congela en los días de heladas, debido a que siempre queda algo de agua y está retenida, lo que da lugar a que no pueda utilizarse durante días en los meses de invierno.

Medida de caudal y control: El tratamiento biológico está diseñado para el mismo caudal que el pretratamiento, por lo que el caudal después de ser pretratado se distribuye de forma homogénea a dos líneas de tratamiento secundario de aireación

prolongada tipo carrusel con decantador secundario. La regulación del caudal se realiza mediante compuertas motorizadas en una arqueta a la entrada de los dos reactores biológicos.

Reactor biológico de aireación prolongada: Desde la arqueta de reparto el agua se distribuye a dos líneas de reactores biológicos para la reducción de la materia orgánica y del nitrógeno que arrastra el agua residual.

Se dispone de dos reactores independientes tipo carrusel de 2.366 m^3 de volumen unitario. Cada uno de ellas tiene dos pasillos de 6m de anchura y de 30 m de longitud recta, con una profundidad de lámina de agua de 5m.

La aireación de realiza a través de difusores de membrana alimentados por tres soplantes (2+1) dotadas de cabina de insonorización y caudal unitario 1.600 Nm^3/h. Las soplantes disponen de variador de frecuencia.

Las zonas anóxicas se mantienen agitadas y homogenizadas por medio de dos generadores de flujo sumergible de 4,0kW y 2,2m de diámetro de hélice, que funcionan de forma adecuada.

La EDAR de Tordesillas tiene un problema grave de control de la instalación y es el hecho de que no pueden acceder al programa del autómata para poder programar los equipos. En el caso de la aireación, solo pueden trabajar con las consignas que dejó la empresa constructora, pero no puede modificar el autómata.

Actualmente la planta trabaja por ciclos, ya que se consiguen elevados rendimientos de eliminación de nitrógeno, y también de fósforo por vía biológica. Debido a que no pueden modificar las consignas del SCADA, regulan las soplantes a través de relojes digitales, de tal forma que durante los últimos meses han ido probando diferentes ciclos de funcionamiento marcha–paro de aireación, comprobando rendimientos de eliminación, hasta conseguir el punto de trabajo más óptimo y con el que se produce una mayor eliminación de nitrógeno y de fósforo.

Decantador secundario: El agua procedente de los dos reactores biológicos se conduce a tratamiento de clarificación en dos unidades circulares, de diámetro 15m y

altura útil de 3,4m, dotados de puente circular de rasquetas de superficie para la recogida de flotantes y de fondo para el empuje de los fangos.

El efluente depurado que por la acción de la gravedad se queda en superficie, se recoge mediante un vertedero perimetral, descargando a la arqueta de salida de agua tratada.

Los fangos decantan en el fondo y son barridos mediante las rasquetas de fondo del puente perimetral, arrastrándolos a una poceta central desde donde se conducen al pozo de bombeo de fangos.

A su vez se dispone de un sistema de retirada de flotantes mediante barredor de superficie, que los envía a una caja sumergida desde la cual, mediante válvula automática, llegan a una arqueta desde la cual los flotantes se bombean al concentrador de grasas.

Como se comentó anteriormente, el concentrador de grasas no es capaz de asumir el caudal total que aporta la bomba de sobrenadantes, por lo que las labores de tratamiento de estos flotantes se hacen complicadas, con continuos arranques que dañan los equipos y producen un mayor desgaste.

Arqueta de salida: El caudal depurado que se recoge mediante vertedero perimetral en los dos decantadores se conduce a la arqueta de salida. No hay medida de caudal de salida a vertido ni aprovechamiento del agua industrial para riego ni uso en la EDAR.

Pozo de fangos: Los fangos que decantan en los clarificadores se conducen al pozo de bombeo de fangos. Desde este parte son recirculados al reactor biológico y parte son purgados a tratamiento.

El pozo de bombeo de fangos no dispone de estructura metálica ni polipasto para la extracción de las bombas, lo que complica las labores de limpieza y mantenimiento. Tanto la recirculación como la purga disponen de medidor de caudal electromagnético, que permite conocer la cantidad de fangos a cada elemento.

Espesador de fangos: Los fangos en exceso se conducen mediante impulsión al espesador de fangos, de diámetro 6m y altura total recta de 4,0m.

La función del espesador es reducir el volumen de agua del fango en exceso, de modo que la concentración media de entrada se estima en un 0,8% y la de salida a deshidratación alrededor del 3-4%.

Los operarios de la EDAR nos indican que no hay deficiencias ni problemas en el espesador, y que su funcionamiento es correcto. El único problema se localiza en las tuberías aéreas, que durante los días de invierno se congelan.

Deshidratación en centrífuga: El tratamiento de deshidratación de fangos se lleva a cabo durante 8 h/día los cinco días laborables de la semana, trabajando con la centrífuga a la mitad de su capacidad.

La centrífuga tiene una capacidad máxima de trabajo de 5 m^3/h. Sin embargo, la dosificación de polielectrolito no tiene capacidad hidráulica para dosificar la cantidad necesaria para trabajar a caudal máximo, lo que provoca que actualmente, y para conseguir una adecuada estabilización y deshidratación del fango, la centrífuga trabaje a la mitad de su capacidad.

La tolva no tiene medidor de ultrasonidos, por lo que deben subir los operarios y controlar el nivel visualmente. Las tuberías de fangos que discurren aéreas se congelan con frecuencia durante los meses de invierno.

3.3.3 Situación actual de los colectores y la E.B.A.R

Para conducir las aguas residuales desde el municipio hasta la depuradora se diseñó un emisario de aguas residuales que transcurre paralelo al río Duero. Este emisario recoge toda el agua residual de la red de saneamiento y lo conduce al pozo de bombeo, desde donde se realiza la impulsión paralela al río Duero hasta una arqueta de rotura de carga, desde donde parte el colector de diámetro 400 mm de PVC.

Los colectores no presentan problemas significativos, pero sí la estación de bombeo que tiene dos graves deficiencias.

- El pozo de bombeo se sitúa a orillas del río Duero, en un camino de tierra que discurre paralelo al río. ***El pozo se encuentra en zona inundable***. En condiciones normales de caudal del Duero, el bombeo se encuentra a tan sólo 2m por encima de la lámina de agua del río Duero, por lo que ante pequeñas crecidas del río, el camino, el pozo de bombeo y la propia caseta de válvulas y cuados eléctricos queda totalmente anegado.

- ***El pozo de bombeo no dispone de sistema de desbaste automático***. La totalidad del agua residual de la red de saneamiento llega al pozo de bombeo por gravedad y atraviesa un cestón, que recoge los sólidos más gruesos.
  El cestón no tiene capacidad suficiente para retener todos los sólidos que entran al pozo, por lo que son muchos los residuos que llegan a las bombas, y provocan el atasque de éstas, y su consiguiente parada. Si las bombas no funcionan, el nivel en el pozo comienza a aumentar y se alivia a través de las bombas de alivio de forma directa al río Duero, y también por el aliviadero de cabecera situado a 300m, ya que todo el tramo de colector entra en carga.

3.4 TUDELA DE DUERO

3.4.1 Parámetros de diseño y reales

La EDAR de Tudela de Duero comenzó a funcionar en el año 2007, diseñada mediante pretratamiento y dos líneas de tratamiento biológico de aireación prolongada. Es necesario destacar que la EDAR se sitúa en la margen derecha, y sólo el caudal de agua residual de dicha margen es tratado en la planta, aunque la EDAR si se diseñó para tratar la totalidad del caudal y carga del municipio, por lo que actualmente la planta se encuentra sobredimensionada.

El caudal medio de diseño son 4.000m^3/día con una carga contaminante equivalente a 17.300 e-h. Actualmente, el caudal de llegada es 1.535 m^3/día, y las concentraciones son muy débiles, con valores de concentración de DBO_5 media que no alcanza los 100 mg/l.

A la vista de los valores de caudal y concentración, se puede afirmar que a la red de saneamiento llegan aportes de agua limpia procedentes de infiltraciones, que diluyen significativamente las aguas negras y aumentan el caudal a tratamiento.

A continuación se muestra una tabla comparativa de los valores de diseño y la circunstancia actual:

	VERANO	***ACTUAL REAL***
Habitantes equivalentes	**17.300 e-h**	**5.100 e-h**
Caudal medio diario	**4.000 m^3/día**	**2.050 m^3/día**
Caudal medio horario	167 m^3/h	85 m^3/h
Caudal punta a tratamiento	400 m^3/h	205 m^3/h
DBO_5	260 mg/l	140 mg/l
SS	280 mg/l	130 mg/l
NKT	60,0 mg/l	29 mg/l
P_{TOTAL}	6,4 mg/l	6 mg/l

3.4.2 Situación actual del saneamiento en margen derecha

Antes de la ejecución del proyecto, el agua residual era vertida al río Duero de forma dispersa en nueve puntos de vertido, seis de los cuales eran en la margen derecha. Por ello, cuando se ejecutó la EDAR fue necesario realizar un emisario principal y cinco pozos de bombeo para conducir todo el agua residual hasta la planta.

A continuación se describen brevemente estas infraestructuras:

- ***Estación de Bombeo 1:*** La estación de bombeo 1, de dimensiones 2x2m y altura 4m, se sitúa en la carretera de Villabáñez. Está formado por dos bombas (1+1) que impulsan a través de una conducción de PE de 140 mm de diámetro. La potencia aproximada de la estación de bombeo 1 es 3,5kW.

- ***Estación de bombeo 2:*** Este bombeo, de dimensiones 2,5x3,0m y profundidad de 3,5m, se sitúa en la calle Calvario. Cuenta con una potencia instalada de 10,4 kW, por lo que es mayor que el pozo de bombeo 1. Para la impulsión de las aguas negras se cuenta con tres bombas de caudal unitario 25 l/s que se unen en la conducción de bombeo de 250 mm de PE.

- ***Estación de bombeo 3:*** Este bombeo se sitúa en la zona denominada El Bosque, a orillas del Duero. Este bombeo recibe las aguas negras del 1 y del 2, además de la zona del barrio donde se ubica, por lo que su potencia instalada alcanza los 13,9 kW. El pozo de bombeo 3 dispone de tres bombas centrífugas sumergibles. Según nos informa el personal de la explotación, este bombeo es el que ocasiona mayores problemas, puesto que es al que más sólidos llegan. Por eso, hace unos años se llevó a cabo una reforma y se instaló una reja manual. Aún así, actualmente las bombas se atascan continuamente y se vierte de forma directa al río Duero. Además hay que destacar que a este bombeo llega el nivel freático del auditorio.

- ***Estación de bombeo 4:*** A este bombeo llega el caudal de todo el municipio, tanto el impulsado desde EB1, EB2, y EB3 como el que llega por gravedad, por lo que es el pozo mayor. A este pozo llega un colector de Ø500 mm de PVC y cuenta con cuatro bombas centrífugas sumergibles con un caudal unitario de 46,3 l/s.

- ***Estación de bombeo 5:*** es la más pequeña, puesto que sólo sirve a un conjunto de viviendas unifamiliares que vertían de forma directa al río Duero. Se trata de una arqueta de 2.7x1.2m con dos bombas que impulsan las aguas negras al EB4.

3.4.3 Situación actual del saneamiento en la margen izquierda

Tudela de Duero se desarrolla en ambas márgenes del río Duero. Actualmente la población de la margen izquierda corresponde a 3.200 habitantes aproximadamente, que se ven ligeramente incrementados durante los meses de verano.

El agua residual recogida en la red de saneamiento de la margen izquierda, unitaria e independiente de la margen derecha, se vierte de forma directa en tres puntos de vertido, sin ningún tipo de tratamiento previo de sus aguas. El primer vertido se localiza en la urbanización privada del camping, el segundo vertido en la zona del puente, que es el vertido más importante, y el tercer vertido en la zona denominada el matadero, aguas debajo de las dos anteriores.

Cuando se ejecutó la EDAR, se hizo pensando en una futura conexión de la margen izquierda a la planta, pero ésta nunca se ha realizado. No obstante, la EDAR tiene

capacidad suficiente para asumir el incremento de caudal y carga correspondiente a las aguas negras de la margen izquierda.

3.4.4 Situación actual de la EDAR de Tudela de Duero

Obra de llegada: La totalidad del caudal impulsado desde los pozos de bombeo llega a una arqueta de rotura de carga desde la cual sale el emisario a la EDAR, de diámetro 500 mm. El agua residual entra en primer lugar a una arqueta de llegada, en la que es posible realizar un by-pass a toda la planta mediante compuertas manuales.

Pozo de gruesos: El agua atraviesa la obra de llegada y entra al pozo de gruesos, de 3,0x3,0m, diseñado para retener en su fondo tronco piramidal los cuerpos y elementos más gruesos y pesados, que son extraídos mediante cuchara bivalva de 100 l. El pozo dispone de una reja fija de gruesos de 30 mm de luz de paso. El pozo de gruesos dispone de un aliviadero de seguridad de tal forma que si el nivel en el pozo comienza a aumentar, se alivia caudal por el labio lateral

Pozo de bombeo: El agua atraviesa la reja de gruesos y llega al pozo de bombeo, diseñado de 3,5x3,0m y dotado de cuatro bombas centrífugas sumergibles de 28 l/s que impulsan a través de conducciones unitarias de Ø150 mm de inoxidable, hasta el desbaste. La regulación del bombeo se realiza por medio de boyas, y las bombas no disponen de variador de frecuencia que permita regular los caudales. En el bombeo no cuentan con estructura metálica ni polipasto, lo que dificulta las labores de limpieza y mantenimiento de las bombas.

Desbaste: El caudal impulsado se alimenta a través de una conducción general a dos tamices rotativos de 200 m^3/h de caudal unitario y luz de paso 3 mm. La descarga de agua tratada se realiza a un canal que alimenta el agua al desarenado. Los residuos extraídos se conducen a través de un tornillo compactador hasta un contenedor.

Desarenado-Desengrasado: El agua desbastada pasa al desarenado-desengrasado que se lleva a cabo en una misma unidad de 12m de longitud y 2m de anchura. Para la emulsión se cuenta con dos aireadores sumergidos de caudal unitario, que actualmente no se encuentran averiados y no aportan el caudal de aire necesario para la correcta eliminación de grasas y arenas.

La línea de grasas, al no funcionar los aireadores, se encuentra parada, y las grasas no emulsionadas pasan al tratamiento secundario. Para el tratamiento de las grasas, se dispone de una conducción de recogida, un pozo de bombeo que impulsa la mezcla agua+grasa a un concentrador. Este sistema provoca muchos problemas puesto que en invierno las grasas solidifican y las bombas se averían y atascan continuamente. Por ello, no se realiza tratamiento de grasas.

Las arenas que decantan se conducen a través de una bomba a tratamiento mediante clasificador de arenas. Este equipo funciona correctamente y no presenta problemas mecánicos.

Medida de caudal y control: Una vez que el agua ha pasado el pretratamiento se realiza una regulación del caudal mediante un aliviadero y desde éste el agua se conduce a tratamiento biológico. Previo a los reactores se dispone de una arqueta de reparto de caudal y medición de caudal.

Reactor biológico de aireación prolongada: Como tratamiento biológico, se dispone de dos reactores de aireación prolongada de 2.366 m^3 de volumen unitario, dotados de zona óxica para la nitrificación y eliminación de materia orgánica, y zona anóxica para las reacciones de desnitrificación. Cada uno de los reactores cuenta con dos pasillos de 6 m de anchura y de 30 m de longitud recta, con una profundidad de lámina de agua de 5m. La aireación se realiza a través de tres soplantes que alimentan a dos parrillas de difusores. Para el control de proceso se dispone de medidores de oxígeno disuelto en cada reactor.

Decantador secundario: el licor mezcla que abandona los dos reactores entra al decantador secundario por la campana central, de 22 m de diámetro y 4,1 m de altura. El efluente depurado se recoge en superficie mediante un vertedero perimetral. Los fangos decantan en el fondo y son barridos para conducirse al pozo de bombeo de fangos. A su vez se dispone de un sistema de retirada de flotantes.

Pozo de fangos: los fangos que decantan en el decantador se conducen al pozo de fangos, desde donde parte son recirculados al biológico mediante tres bombas, y el exceso se conduce a tratamiento.

Tratamiento de fangos: los fangos en exceso se conducen a un espesador por gravedad de diámetro 8m, donde se concentran, para posteriormente ser deshidratados mediante centrífuga de 8 m^3/h, con adicción de polielectrolito.

3.5 BENAVENTE

3.5.1 Parámetros de diseño y reales

La EDAR de Benavente se diseñó considerando el vertido doméstico y también el vertido de las industrias conectadas a la red de saneamiento del municipio, el caudal medio diario de diseño es de 7.717 m^3/día y una carga contaminante que da lugar a una población equivalente de 32.500 h-e

Las cargas contaminantes de llegada a la planta son inferiores a las que se emplearon para el diseño. Los valores de DBO_5 medio del año 2.011 de 215,02 mg/l y puntas de 240 mg/l, nitrógeno total de 22,34 mg/l y fósforo entorno a los 8,24 mg/l. En cuanto al caudal, es superior al de diseño, con un valor medio anual entorno a 7.717 m^3/día.

Respecto a la concentración de nutrientes de entrada existe cierta confusión ya que en las últimas analíticas que se hicieron, la concentración de nitrógeno y fósforo son muy superiores a la media histórica del 2.011, con lo cual tomamos como dato de partida el valor más desfavorable.

A partir de las analíticas y las medidas de caudal realizadas en la planta, se muestra la siguiente tabla reflejando de los valores de diseño y los valores reales:

PARÁMETROS DE DISEÑO		
	DISEÑO	**REAL**
Habitantes equivalentes	**32.500 h-e**	**30.868 h-e**
Caudal medio diario	**6.500 m^3/día**	**7.717 m^3/día**
Caudal medio horario	271 m^3/h	322
Caudal punta a biológico	542 m^3/h	643
Concentración DBO_5	300 mg/l	240

Concentración DQO	500 mg/l	394
Concentración SS	500 mg/l	245
Concentración N total	40	45
Concentración P total	15	15

La planta se diseñó formada por pretratamiento para la eliminación de sólidos, arenas y grasas y tratamiento biológico para la reducción de la materia orgánica y el nitrógeno hasta valores en el efluente por debajo de los máximos permitidos por la normativa.

Como puede comprobarse, todas las cargas contaminantes son muy superiores a las de diseño.

3.5.2 Situación actual de la EDAR de Benavente

Pozo de gruesos: El emisario de llegada a la planta entra en el pozo de gruesos. El pozo tiene un volumen útil de 23 m3 y está dotado de cuchara bivalva de 100 l de capacidad trasladada mediante un puente grúa de 2.000 Kg que da servicio a todo el edificio de pretratamiento. Para la protección de las bombas de agua bruta se dispone de una reja de desbaste vertical de limpieza manual y 50 mm de luz de paso situada entre el pozo de gruesos y el de bombeo.

Bombeos de agua bruta: Existen dos grupos de bombas. Un grupo compuesto por 2+1 bombas de 406 m3/h de caudal unitario que bombean a tratamiento y otro compuesto por 2+1 de 812 m3/h de caudal unitario que bombean al tanque de tormentas.

Tanque de tormentas: El tanque de tormentas se ha diseñado para retener durante 20 minutos un total de 1.625 m3/h que corresponde a 6 veces el caudal medio de la planta. Mide 17.0 m de largo por 8,50 m de ancho y tiene un calado útil de 4,0 m. Dispone de una capacidad útil de 578 m3 y está dotado de dos agitadores sumergibles de 7,5 Kw que se encuentran en estado deficiente. Uno de ellos está desmontado.

***Canales de desbaste**:* El agua bruta impulsada pasa por tres canales de desbaste de finos de 50 cm de ancho. Dos de ellos están equipados con tamices de limpieza automática de 3 mm de luz. El tercero es de reserva y está equipado con una reja de limpieza manual de 10 mm de luz de paso. Los tres canales están aislados mediante compuertas motorizadas aguas arriba y aguas abajo. Los detritus retenidos por los tamices se recogen en un tornillo transportador compactador que los deposita en un contenedor.

Desarenadores-desengrasadores: Consta de dos líneas de 3 x10 m. aisladas mediante compuertas motorizadas situadas en las entradas. Están equipados con dos aireadores sumergidos cada uno, bombas de arenas, barredores superficiales de grasa, clasificador de arena de tornillo y concentrador de grasas.

Arqueta de alivio: A la salida de los desarenadores existe una arqueta de la que sale la tubería que conduce el agua pretratada al biológico. En esta tubería de DN 300 mm se encuentran un medidor de caudal electromagnético y una válvula de compuerta motorizada. Estos equipos sirven para regular el caudal de entrada al biológico. El exceso entre el caudal máximo admitido en pretratamiento (813 m3/h) y el caudal máximo admitido en el biológico (542 m3/h) es aliviado mediante un vertedero existente en la arqueta y conducido a la salida de la planta.

Reactor biológico: El tratamiento biológico es por fangos activos en aireación prolongada tipo carrusel con nitrificación–desnitrificación que produce la eliminación de la materia orgánica carbonada y del nitrógeno mediante la creación de zonas aerobias con aporte de oxígeno a través de las soplantes y difusores, y zonas anóxicas dotadas de agitadores para la circulación del licor mezcla en las que no se aporta oxígeno.

El tratamiento biológico consta de dos reactores de tipo carrusel con un volumen total de 8.718 m3 dotados cada uno con dos agitadores de hélices generadoras de flujo de 4,5 Kw y sistema de aireación mediante 3 soplantes (2+1) de 3.000 m3/h de caudal unitario con variadores de frecuencia que trabajan en función de los oxímetros instalados en los reactores.

***Decantadores secundarios**:* El tratamiento del agua continúa en los decantadores secundarios. Son dos depósitos circulares de 20,0 m de diámetro con puente móvil

giratorio dotado de rasquetas de fondo para fangos y canales perimetrales de recogida de agua tratada.

Disponen de sistema de recogida de sobrenadantes mediante tolvas en superficie. Las flotantes retiradas se conducen al concentrador de grasas del pretratamiento.

La salida del agua decantada se realiza mediante canal vertedero, que conecta con un canal de agua decantada. De este canal, el agua tratada sale en tubería de 300 mm desde cada decantador a la arqueta de agua tratada.

El fango decantado se recoge en la poceta central desde la que sale una tubería de 300 mm de diámetro que conecta cada decantador con el pozo de bombeo de fangos.

Bombeo de fangos: Los lodos concentrados en el fondo de los decantadores se conducen a la cámara de bombeo de fangos, donde una parte de los lodos se recirculan a los biológicos y los fangos en exceso se envían al espesador de gravedad.

El bombeo de recirculación de fangos está compuesto por 2+1 bombas centrífugas sumergibles de 210 m3/h de caudal unitario equipadas con variador de frecuencia.

El bombeo de purga consta de 1+1 bomba de 40 m3/h de caudal unitario.

Espesador: Existe un espesador de fangos por gravedad de 9,0 m de diámetro equipado con cubierta de PRFV. Los fangos espesados se extraen desde la tolva situada en el fondo del espesador mediante una tubería de 150 mm de diámetro que conecta con las bombas de alimentación a centrífugas situadas en el edificio de deshidratación de fangos. Los sobrenadantes se conducen al pozo de gruesos mediante la red de drenajes.

Secado de fangos: Los lodos decantados del espesador se impulsan a la línea de deshidratación, donde mediante (2+1) bombas de tronillo helicoidal de 3-12 m3/h de caudal unitario accionadas con variador de frecuencia.

El secado de fangos se realiza mediante 2 centrífugas de 6 m3/h de caudal unitario equipadas con variador de frecuencia.

El fango a deshidratación se acondiciona mediante la dosificación de polielectrolito. Para ello se dispone de una unidad de preparación automática de 500 l de capacidad y 2+1 bombas de tornillo de 150-750 l/h de caudal unitario dotadas con variador de frecuencia.

Tolva de almacenamiento de fangos secos: Los fangos secos se impulsan por dos bombas de tornillo de 1,5 m3/h de caudal, regulada mediante variador, a una tolva de almacenamiento de fangos de 25 m3 de capacidad para su posterior recogida y gestión.

Instalaciones auxiliares

En la planta existen las siguientes instalaciones auxiliares:

- Desodorización por carbón activo del edificio de pretratamiento, espesador y sala de deshidratación. El caudal total a desodorizar es de 15.000 m3/h.
- Red de vaciados
- Red de escurridos.
- Red de pluviales.
- Red de agua potable.
- Red de agua industrial y de servicios.
- Red de aire de servicio.

Edificio industrial: Se ha construido un edificio industrial de una planta en el que se encuentran las siguientes zonas:

- Pretratamiento que comprende los pozos de gruesos y de bombeo y los canales de desbaste.
- Deshidratación

- Soplantes
- Cuadros eléctricos

Edificio de control: En este edificio se realizan las tareas administrativas. Tiene sala de control, laboratorio y aseos.

3.6 TORO

3.6.1 Parámetros de diseño y reales

POBLACION		**DISEÑO**	**REAL**	
Población equivalente adoptada		25.048	27.467	Hab Equiv.
Dotación adoptada		194	117	l/hab*dia
CAUDALES				
CAUDAL DIARIO ADOPTADO PARA LA EDAR		**4.848**	**3.200**	**m^3/dia**
Caudal promedio		202	133	m^3/h
Caudal punta	2,40	485	320	m^3/h
Caudal máximo en pretratamiento	4,00	808	533	m^3/h
Caudal máximo bombeado	7,00	1.414	933	m^3/h
Caudal admitido en el colector	10,00	2.020	1.333	m^3/h
CARACTERISTICAS DEL AGUA BRUTA				

DBO_5

Carga diaria de entrada	1.503	1.648	kg/dia
Concentración de entrada	310	515	mg/l
Carga diaria máxima de salida	121	80	kg/dia
Concentración máxima de salida	**25**	**25**	mg/l
Carga diaria eliminada	1.382	1.568	kg/dia

DQO

Carga diaria de entrada	2.909	3.296	kg/dia
Concentración de entrada	600	1.030	mg/l
Carga diaria máxima de salida	606	400	kg/dia
Concentración máxima de salida	125	125	mg/l
Carga diaria eliminada	2.303	2.896	kg/dia

SS

Carga diaria de entrada	1.125	2.627	kg/dia
Concentración de entrada	232	821	mg/l
Carga diaria máxima de salida	170	112	kg/dia

Concentración máxima de salida	**35**	**35**	mg/l
Carga diaria eliminada	955	2.515	kg/dia

N-NTK

Carga diaria de entrada estimada	223	384	kg/dia
Concentración de entrada estimada	46	120	mg/l
Carga diaria máxima de salida	73	48	kg/dia
Concentración máxima de salida estimada	**15**	**15**	mg/l
Carga diaria eliminada	150	336	kg/dia

P

Carga diaria de entrada estimada	48	58	kg/dia
Concentración de entrada estimada	10	18	mg/l
Carga diaria máxima de salida	10	6	kg/dia
Concentración máxima de salida estimada	**2**	**2**	mg/l
Carga diaria eliminada	39	51	kg/dia

pH

Salida entre		5,5 y 9	5,5 y 9	
TEMPERATURA				
Temperatura de cálculo		12,00	12,00	ºC
RESULTADOS A OBTENER:				
DBO5:	<	25,00	25,00	mg/l
DQO:	<	125,00	125,00	mg/l
SS totales:	<	25,00	35,00	mg/l
N-NTK:	<	15,00	15,00	mg/l
P-PO4:	<	7,00	2,00	mg/l
pH, entre:		5,5 y 9	5,5 y 9	
Estabilización de fangos:	>	40,00	40,00	%
Sequedad de fangos:	>	25,00	25,00	%

3.6.2 Situación actual

Las instalaciones que comprenden el saneamiento y la depuración de las aguas residuales del municipio de Toro, objeto del presente Proyecto, son las siguientes:

- Estación depuradora de Aguas Residuales
- Bombeo de la plaza de La Magdalena
- Bombeo del polígono industrial

- Vertido del puente de piedra.

A continuación se describe la situación de cada una de las instalaciones:

3.6.2.1 E.D.A.R.

La planta depuradora consta de los siguientes procesos unitarios:

Línea de agua

POZO DE GRUESOS

El agua a tratar llega a la EDAR a través de la obra de llegada, llegando al pozo de gruesos, donde se eliminan los sólidos de mayor tamaño gracias a unas rejas de tipo perfil ferroviario. Las dimensiones del pozo de gruesos son de 5x3 m con una altura recta de 1,5 y una altura trapezoidal de 0,75m. El detritus que queda retenido en el pozo de gruesos se extraen mediante una cuchara bivalva, de 100 litros de capacidad, destinada a la extracción de piedras, arenas, lodos y demás objetos de gran tamaño. Estos son recogidos por la cuchara y conducidos hasta un contenedor habilitado para tal fin. El mantenimiento de la cuchara bivalva se realiza mediante puente-grúa

POZO DE BOMBEO

El agua bruta, una vez que ha pasado por lo las rejas de gruesos, se eleva mediante cinco bombas (una de ellas de reserva) de 360 m3/h de caudal unitario hacia la zona de pretratamiento

TAMIZADO

El primer lugar por el que pasa el agua es el tamizado de finos.3 Tamices con una luz de 3mm de paso que retienen los residuos sólidos de menor tamaño. Para el mantenimiento del tamiz se emplea un polipasto manual de 1000 Kg. de capacidad. Los desechos que retiene el tamiz se conducen a un contenedor específico de $5m^3$ de capacidad a través de un tornillo sin fin de 1m de longitud.

DESARENADO-DESENGRASE

Una vez que se han eliminado los sólidos de mayor tamaño mediante el tamizado de gruesos y de finos, el agua pasa a los 2 tanques de desarenado-desengrasado.

Cada desarenador cuenta con dos canales paralelos de 11,25 m de longitud, uno de los cuales tiene 1,5 m de ancho, el otro es de 0,75m. La separación entre ambos se realiza mediante un tabique de 20cm de espesor. El primero es el canal de desarenado y el segundo el de desengrasado; ambos canales están comunicados por la parte inferior, lo que permite que el agua existente en cada tanque sea sometido a los dos procesos, sin que uno afecte al otro porque el tabique de separación permite que se cree una zona de tranquilización para la eliminación de las grasas.

El proceso de desarenado-desengrasado que se lleva a cabo en esta EDAR es aireado, por lo que es necesario un suministro continuo de aire. Este se insufla mediante 6 aireadores (3 en cada tanque) que realiza una doble función: en primer lugar consigue que las grasas se desemulsionen y puedan ser recogidas en el canal de tranquilización y por otra provoca un movimiento helicoidal de las partículas de arena que facilita su decantación sobre una canaleta central que hay en el fondo de los tanques.

Los tanques de desarenado-desengrasado están equipados con un puente viajante cada uno. En cada puente están instaladas unas bombas de funcionamiento temporizado que se encarga de extraer las arenas depositadas en la canaleta central del desarenador. Estas arenas son tratadas con un clasificador-lavador de vaivén en forma de tornillo nada más ser extraídas del desarenador, con el fin de obtener unas arenas más limpias. Los puentes además están dotados de unas rasquetas que tienen como función arrastrar las grasas concentradas en la zona de tranquilización hasta una caja sumergida de donde las grasas y flotantes se eliminan mediante una válvula automática.

Tanto las grasas como las arenas procedentes de estos tanques se depositan en contenedores independientes para su posterior gestión.

MEDIDA DE CAUDAL, ALIVIO Y TANQUE DE TORMENTAS.

A la salida del desarenador se realiza una medida del caudal A continuación se regula el caudal punta que se conduce al tratamiento biológico. El exceso entre el caudal punta y el caudal máximo admitido por el pretratamiento se deriva al tanque de tormentas. Este depósito tiene dos funciones, por un lado laminar el flujo de

agua de un posible vertido industrial y por otro controlar un exceso de caudal, considerando como exceso de caudal todo aquel que esté por encima del caudal máximo tratamiento en cualquier punto de proceso, para ello toda la planta cuenta con un sistema de by-pass general. En ambos casos el agua a tratar sería almacenada en este tanque y posteriormente reincorporada al proceso de depuración. El tanque de tormentas tiene una profundidad de 3,50 m y un volumen de 320 m3.

REACTORES BIOLOGICOS.

La EDAR cuenta con dos reactores biológicos de oxidación prolongada. Cada reactor biológico está diseñado con forma de carrusel, tiene una longitud recta de 32,60 m, una anchura de 6 m, un calado de 5 m, un espesor de pared de 0,50 m y un volumen de 2.521 m^3. La edad del fango biológico en el reactor es de 18,59 días. El suministro de aire se produce mediante difusores de membrana y soplantes, concretamente 3 soplantes de 2.000 m3/h de caudal unitario, que también son regulados mediante variadores de frecuencia y de los difusores necesarios. Todos los soplantes están ubicados en un sector del edificio de pretratamiento, esta zona cuenta con el equipamiento necesario (polipasto, cuadros, ventiladores...) que permite la explotación y el mantenimiento de los mismos.

La recirculación del licor mezcla en le interior de los reactores se realiza mediante cuatro recirculadotes de corriente de 3 Kw de potencia unitaria.

Previo a los reactores existen dos selectores de 245 m de capacidad unitaria equipados con dos agitadores sumergibles de 1.500 w de potencia unitaria

DECANTACIÓN SECUNDARIA.

El agua que ha pasado por el tratamiento biológico es conducida al proceso de clarificación. Concretamente el agua pasa a dos decantadores circulares de 19m de diámetro y 4,6 m de profundidad. La finalidad de este proceso es eliminar los posibles elementos decantables que hayan podido quedar en el agua antes de su

vertido al cauce definitivo. Otra de sus funciones es recoger el fango que haya podido ser arrastrado desde el reactor biológico hasta el clarificador, para eso los decantadores cuentan con un puente barredor cada uno adecuado para concentrar el fango decantado. También cuentan con dos cajas sumergibles para la purga del sobrenadante resultante del proceso

Línea de Fangos.

La línea de fangos consta de los siguientes elementos

BOMBEO DE FANGOS

El control del licor mezcla del reactor biológico se consigue recirculando el fango decantado mediante 3 (2 +1 de repuesto) bombas sumergibles de 155m3/h de caudal unitario reguladas mediante un variador de frecuencia. Estas bombas envían los fangos hasta el selector adosado a los reactores biológicos.

Existe un segundo grupo de bombas centrífugas sumergibles (1+1) de 15 m3/h de caudal que conducen el fango en exceso hasta el espesador por gravedad.

ESPESADOR

El espesador por gravedad de fangos tiene una cubierta de P.R.F.V. Está dimensionado con 7 m de diámetro y 4 m de calado.

SECADO DE FANGO

El fango espesado al 2-3% se bombea al proceso de deshidratación del fango que se produce en dos centrífuga de 3,5 m^3/h de capacidad. Previo a la entrada en las centrífugas se le adiciona al fango el polielectrolito catiónico dando como resultado un fango deshidratado al 20%, que mediante una bomba, se eleva hasta la tolva de almacenamiento.

La tolva se encuentra en el exterior del edificio de pretratamiento y tiene una capacidad de 15 toneladas. Desde aquí es recogido en camiones por gestores autorizados

3.6.2.2 Bombeo de la Magdalena

El bombeo del puerto de La Magdalena está situado en el centro de una glorieta y recoge el vertido de unas pocas viviendas y lo impulsa 80 m hasta descargar en un pozo del alcantarillado mediante dos bombas centrífugas sumergibles, una de rodete canal y otra dilaceradota, ambas de 11 m3/h de caudal unitario.

3.6.2.3 Bombeo del polígono.

La estación de bombeo del polígono consta de un pozo de bombeo equipado con (2+1) bombas sumergibles de 22,5 m3/h a 20 m.c.a. que impulsan el agua procedente del polígono industrial mediante un primer tramo en impulsión de F.D. de 150 mm con una longitud aproximada de 650 m hasta la arqueta de rotura de carga. De esta arqueta arranca un segundo tramo por gravedad de 3.500 m en tubería de 300 mm hasta la EDAR.

Las bombas existentes son insuficientes para impulsar el vertido generado por el polígono. Su insuficiente capacidad se ve disminuida por las características del propio vertido; por lo que se produce un rebose del exceso de caudal que vierte aguas abajo en un cauce de manera incontrolada

3.6.2.4 Vertido del Puente de Piedra

Existe un vertido que recoge el agua de unos 200 abonados que se recoge mediante dos colectores que confluyen en un pozo desde el que sale una tubería que alimenta a un tamiz estático y a continuación vierte al río Duero en el paraje conocido como Puente de Piedra.

Lógicamente el vertido no es apto para ser entregado a un cauce público por lo que es necesario realizar alguna actuación que lo subsane.

4 NUEVAS INCORPORACIONES A LA EDAR

4.1 MEDINA DEL CAMPO

En Medina del Campo no hay nuevas incorporaciones a la planta, todo el caudal del municipio se recoge en el emisario final y es tratado en la EDAR.

4.2 ISCAR

En Iscar no hay nuevas incorporaciones a la planta, todo el caudal del municipio se recoge en el emisario final y es tratado en la EDAR.

4.3 TORDESILLAS

En Tordesillas no hay nuevas incorporaciones a la planta, todo el caudal del municipio se recoge en el emisario final y es tratado en la EDAR.

4.4 TUDELA DE DUERO

En Tudela de Duero se proyecta la conexión de la margen izquierda a la red de saneamiento de la margen derecha, para que de esta forma todo el caudal de aguas negras del municipio sea tratado en la planta. El estudio se desarrolla con detalle en el anejo nº 3.

4.4.1 Población

En la actualidad en la margen izquierda del río Duero residen en torno a ***3.200 habitantes***. De acuerdo con las previsiones realizadas, en base a las superficies libres que aparecen en el PGOU y que pudieran desarrollarse (distinguiendo por tipo de edificación), la población para el año horizonte en la zona sería de ***7.500 habitantes***.

4.4.2 Dotación

La dotación por habitante y día se ha determinado en base a las "Instrucciones para la redacción de proyectos de abastecimiento y saneamiento de agua (MOPMA)" debido a que no se disponían de datos reales de consumo. La dotación establecida para el año actual ha sido de ***200 l/hab.día***. Como para el año horizonte es previsible que la población total del municipio supere los 12.000 habitantes, se ha adoptado para la

situación futura la dotación por habitante y día correspondiente a un municipio con población comprendida entre 12.000 y 50.000 habitantes, que es de ***250 l/hab*día***.

4.4.3 Caudales de diseño.

Caudal de aguas negras: El cálculo del caudal de aguas negras se ha llevado a cabo considerando un coeficiente de retorno del 80%. Para el cálculo del caudal punta se ha utilizado la fórmula recomendada por el "Canal de Isabel II", de la que resultan unos coeficientes de punta de 2,2 y de 2 para la situación actual y futura respectivamente. Finalmente, el caudal mínimo de aguas negras se ha supuesto que corresponde al 25% del caudal medio.

Caudal de aguas pluviales: El cálculo del caudal de aguas pluviales se ha realizado por el método racional para un periodo de retorno de 25 años, ya que no se disponían de datos de estaciones de aforo para estudiar los caudales mediante análisis estadísticos de caudales de crecida.

En la siguiente tabla se muestra un resumen del estudio de caudales, en la que se diferencian por áreas los caudales de aguas negras y de aguas de lluvia generados en cada una de las áreas consideradas:

Situación actual:

	Población	Caudales de aguas negras (l/s)		
		Qmed,N	Qp,N	Qmin,N
TOTAL	**3.200 hab.**	**5,93**	**13,37**	**1,48**

Situación de futuro:

	Población	Caudales de aguas negras (l/s)		
		Qmed,N	Qp,N	Qmin,N
TOTAL	**7.500 hab.**	**17,36**	**34,44**	**4,34**

4.5 BENAVENTE

En Benavente no hay nuevas incorporaciones a la planta ya que el vertido del Puente de Piedra se trata en una nueva EDAR.

4.6 TORO

En Toro no hay nuevas incorporaciones a la planta ya que el vertido del Puente de Piedra se trata en una nueva EDAR.

5 TRABAJOS PREVIOS

5.1 CARACTERIZACIÓN DE VERTIDOS

General

Para la obtención de los datos de partida que han servido de base para la redacción del presente proyecto se ha tenido en cuenta la siguiente documentación:

Documentación entregada por las empresas explotadoras.

- Histórico de caudales y cargas contaminantes de entrada a la E.D.A.R. del año 2.011.

- Histórico de caudales y cargas contaminantes de salida de la E.D.A.R. del año 2.011.

Documentación entregada por la Confederación Hidrográfica del Duero

- Histórico de parámetros de salida (DBO_5, DQO, SS_T, P_T y N_T) desde el 20/09/2004 al 20/09/2011.

Analíticas de contraste.

- Para la redacción del proyecto se ha realizado una analítica de contraste cuya muestra fue analizada por la Confederación Hidrográfica del Duero, la U.T.E Incisa-Ecosistemas 2000 y por las empresas explotadoras.

5.2 TOPOGRAFÍA

Para la realización de los proyectos se han realizado levantamientos topográficos en cada una de las plantas. La documentación se recoge en el anejo Nº 7 Topografía.

5.3 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

5.3.1 Medina del Campo

La estratigrafía y características geotécnicas de los materiales nos indica lo siguiente:

El terreno está formado por una capa superficial de arena, arcillas y cantos con algo de materia orgánica de espesor de 0 a 1 m. A ésta la sigue el siguiente nivel hasta 3m de profundidad, de arenas con gravas cuarcíticas y algo de limo y arcilla, bastante compacta de color rojizo. La capa siguiente a partir de 3 m se trata de arenas cementadas (areniscas) muy compactas y de color marrón rojizo. Los materiales no son agresivos al hormigón, y no se detectó en las prospecciones nivel freático.

5.3.2 Iscar

La estratigrafía y características geotécnicas de los materiales nos indica lo siguiente:

El terreno está formado por una capa superficial de arcillas de color blanquecino muy compactas de espesor de 0 a 1 m. A ésta la sigue el siguiente nivel hasta 20 m de profundidad, de arcillas arenosas de color verdoso y rojizo bastante compactas. Los materiales no son agresivos al hormigón, y no se detectó en las prospecciones nivel freático.

5.3.3 Tordesillas

Este apartado se desarrolla con detalle en el anejo nº 8, a partir del estudio geológico disponible en el proyecto constructivo.

El terreno está formado por una capa superficial de arena arcillosa, hasta un espesor de 1,5 a 3m. A ésta la sigue el siguiente nivel hasta 2,5m de profundidad, de arena limosa con bolos, gravas y gravillas. La capa siguiente se trata de gravas y gravillas, que será sobre las que apoyará el selector anaerobio, con capacidad portante

suficiente. Los materiales no son agresivos al hormigón, y no se detectó en las prospecciones nivel freático.

5.3.4 Tudela de Duero

Actuaciones en la EDAR: Dado el conocimiento geotécnico que se tiene por la reciente ejecución de la planta, y a que las estructuras proyectadas transmiten cargas menores (< 0.6 Kg/cm^2) a las que transmiten muchas de las estructuras ya existentes, no se ha realizado campaña de ensayos en planta. Además, debido a que si se han realizado ensayos en la margen derecha en el emisario, se considera que las características del terreno pueden asemejarse a los de planta.

Actuaciones en el emisario principal:

El terreno en el trazado del emisario está compuesto principalmente por una capa de tierra vegetal muy superficial, arenas limosas hasta una profundidad variable, gravas y arenas y arenas arcillosas. Dada la longitud del emisario, de casi 2.000 m, las características del terreno son variables en cada uno de los tramos. Todos los materiales son excavables mediante medios mecánicos convencionales. La estabilidad de las zanjas varía en cada tramo, proyectándose en la mayoría del trazado entibado. En cuanto a nivel freático, se ha detectado en algunos tramos, por lo que se prevé en la excavación medios de achique, por si éstos fuesen necesarios.

5.3.5 Benavente

Dada la escasa relevancia de las estructuras a acometer en la EDAR y al conocimiento de la geotecnia de la zona (gracias a trabajos anteriormente realizados en la instalación que contemplaron un estudio geológico), no se cree preciso realizar una campaña geotécnica específica en la parcela de la EDAR. Destacar que las cargas transmitidas por las estructuras proyectadas son menores a 0,6Kg/cm², cargas muy inferiores a las que en la actualidad transmiten las cimentaciones directas de los edificios existentes y que en ningún caso han supuesto ningún problema de rotura de terrenos ni asentamientos diferenciales.

5.3.6 Toro

La clasificación del terreno es la siguiente:

Nivel A: Tierra vegetal floja y rellenos es el nivel más superficial que aparece de forma homogénea en toda la zona y con un espesor medio de 0,7m. Está constituido por fracciones finas limosas y arcillosas de color marrón y gris oscuro, englobando pequeños cantos y restos de raíces.

Nivel B: Limos arenosos y arenas algo limosas, debajo de los anteriores materiales de recubrimiento (tierra vegetal y rellenos), y hasta una profundidad variable entre 0,90 y 2,20m, aparece un terreno constituido por limos arenosos y arenas finas y algo limosas, de color marrón, que engloban por lo general cantos de pequeño tamaño dispersos y alguna raíz a techo.

Nivel C: Arenas limo-arcillosas. Sustrato terciario desde una profundidad comprendida desde entre 0,90m y 2,20m y hasta una profundidad que va más allá del nivel alcanzado por las calicatas, aparece un nivel de arenas limo-arcillosas de color marrón-rojizo, que engloban cantos por lo general de pequeño tamaño y naturaleza cuarcítica.

Nivel freático: en las calicatas realizadas no se detectó nivel freático estable a la profundidad realizada por los reconocimientos (hasta 2,2m).

Agresividad: no se considera necesario el uso de un cemento sulforresistente para el hormigón de las cimentaciones y obras de fábrica en contacto permanente con el suelo, ya que el contenido de sulfatos en el terreno es menor a 0,1%.

6 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

6.1 INTRODUCCION

Todos los municipios objeto del presente Proyecto cuentan con sistemas de depuración de sus aguas residuales. Todos ellos presentan una característica común, y es la necesidad de adaptar sus instalaciones de depuración para asegurar la eliminación del nitrógeno y del fósforo debido a que se encuentran situados en zonas sensibles.

La necesidad de eliminar los nutrientes en el agua residual viene motivada por la Directiva de la Comunidad Europea de 21 de mayo de 1991 sobre tratamiento de aguas residuales modificada por la Directiva 98/15/EC. Estas Directivas establecen para zonas sensibles los siguientes requisitos:

	Concentración	**Porcentaje mínimo reducción**
Fósforo Total ($P\text{-}PO_4 + P_{ORG}$)	2 mg P/l (de 10.000 e-h a 100.000 e-h)	80
	1 mg/l (más de 100.000 e-h)	80
Nitrógeno Total (NKT + $N\text{-}NO_3$)	15 mg N/l (de 10.000 e-h a 100.000 e-h)	70 - 80
	10 mg/l (más de 100.000 e-h)	70-80

Esta Directiva determina que aquellos vertidos que puedan afectar a zonas sensibles, habrá que acondicionarlos al cumplimiento de estos valores en el vertido, de tal forma que si no se dispone de sistema de tratamiento, será necesario remodelar y completar la instalación para la eliminación de nitrógeno y/o fósforo.

Por ello, tal y como se ha enunciado anteriormente, es necesario adaptar las EDAR de Medina del Campo, Íscar, Tordesillas, Tudela de Duero, Benavente y Toro para la eliminación de nutrientes, alcanzándose los siguientes valores exigidos en sus correspondientes autorizaciones de vertido:

- pH 6 - 9
- MES 35 mg/l
- DBO_5 25 mg/l
- DQO 125 mg/l
- Nitrógeno amoniacal: 15 mg/l
- Fósforo total: 2 mg/l

A partir de la necesidad de realizar una remodelación en las plantas depuradoras para la eliminación de nutrientes: nitrógeno y fósforo, es necesario llevar a cabo un estudio de las instalaciones actuales con el fin de adecuar todas las instalaciones a los nuevos

requerimientos del vertido, además de subsanar las deficiencias que presentan, todo ello considerando criterios técnicos, económicos, ambientales y sociales.

Las EDAR de estos municipios deben de ser adaptadas para la eliminación de nutrientes. El nitrógeno en la actualidad es eliminado en algunas de estas plantas ya que los reactores biológicos disponen de zonas aerobias en las que se lleva a cabo la degradación de la materia orgánica carbonada y la nitrificación, y zonas anóxicas dotadas de agitación en las cuales los nitritos y nitratos formados se transforman en nitrógeno gas (desnitrificación).

A continuación se describe el estudio de alternativas realizado, común a todas las plantas, consistente en la adaptación de éstas para la eliminación de nitrógeno y fósforo, y posteriormente se desarrollan los estudios de alternativas complementarias que se desarrollan para solucionar las deficiencias particulares detectadas en cada una de las EDAR.

El estudio de alternativas para la eliminación de nutrientes se encuentra desarrollado en el Anejo nº 5 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS. En este punto de la memoria describiremos de forma resumida las alternativas estudiadas para cada una de las poblaciones objeto del presente proyecto.

6.2 MEDINA DEL CAMPO

Como se ha descrito anteriormente, los objetivos del proyecto son la eliminación de nutrientes y la mejora de las instalaciones existentes en la EDAR.

El estudio se centra en las alternativas para la eliminación de nutrientes, puesto que otras mejoras proyectadas para la EDAR no en elementos puntuales o equipos a sustituir y por tanto no hay alternativas, sólo la solución adoptada.

6.2.1 Eliminación de nitrógeno

La EDAR de Medina del Campo fue diseñada para poder cumplir las exigencias de eliminación del nitrógeno establecidas para zonas sensibles considerando una concentración de NTK de 60 mg/l en el influente. Sin embargo la media de Nitrógeno total a lo largo del año 2.011 ha sido de 86 mg/l y debido a ese aumento tan significativo en la cantidad de nitrógeno a eliminar y, a pesar de que el caudal de

entrada ha sido sensiblemente inferior al de diseño, el vertido no siempre ha cumplido los límites establecidos por la normativa.

Para la eliminación del nitrógeno dispone de un conjunto de sondas de medida del oxígeno disuelto y de potencial redox que permiten al explotador realizar el ciclo de nitrificación y desnitrificación manejando la planta como ciclos y controlando el arranque y la parada de las soplantes por las sondas de redox.

En su informe el explotador solicita el cambio de las sondas de potencial redox existentes por otras sondas que controlan los parámetros de amonio y nitratos; así como la sustitución de las sondas para la medida del oxígeno disuelto existentes por los problemas de ensuciamiento y pérdida de precisión en los datos del oxígeno disuelto existente en el reactor. Los equipos propuestos son:

Sonda de medición de oxígeno disuelto LDO

La solución adoptada consiste en la sustitución de los equipos de medida de oxigeno disuelto existentes por otros equipos de medida de tipo luminiscente rango 0-20 mg/l, con conexión a controlador universal, Instalados en los dos canales del biológico.

Sensor combinado para amonio y nitrato

Para el control de los ciclos de nitrificación y desnitrificación se proyecta un sistema de medida y control de nitratos y amonio compuesto por:

- Sonda de Amonio y Nitrato por electrodo selectivo, rango 0,5-1000mg/l NH4-N, 0,5-1000mg/l NO3-N.
- Set de montaje por pértiga de PVC para medidores de O2 de tamaño 1,5", con anclaje mural en acero inoxidable y pértiga de 2,3m en PVC.
- Set de montaje por pértiga para sonda de amonio NH4D sc /nitrato NO3D sc / AN-ISE sc, con anclaje mural/rail en acero inoxidable, y pértiga 2,3 m. en PVC.
- Controlador universal de dos canales para conexión de sondas digitales. Dos salidas de 4-20 mA y cuatro relés de alarma. Alimentación de 220 Vca.

6.2.2 Eliminación de fósforo

Existen dos formas de eliminación del fósforo: una química mediante la dosificación de cloruro férrico y otra biológica mediante la construcción de una cámara anaerobia intercalada entre el desarenador y el reactor biológico.

La depuradora de Medina del Campo no usa ninguno de estos sistemas por lo que no elimina el fósforo que entra en la planta 16 mg/l frente a los 10 mg/l para los que fue diseñada produciendo una concentración promedia de fósforo en el vertido final de 4,9 mg/l.

A continuación exponemos las soluciones estudiadas para la eliminación del fósforo.

Solución propuesta para la eliminación del fósforo por vía biológica: Para la eliminación biológica del Fósforo, se prevé una cámara anaerobia previa al tratamiento biológico (selector), anterior a la cámara anóxica, para permitir el desarrollo de la cepa bacteriana acinetobacter y posibilitar la eliminación biológica del Fósforo. Los fangos biológicos se recircularán directamente a esta cámara. El agua pretratada entrará al selector en el que se mezclará con los fangos recirculados.

El selector, de 12,0 m de largo x 10,0 m de ancho y 5,00 m de altura útil, equipado con dos agitadores sumergidos de 5 Kw de potencia unitaria se conectará con la arqueta de salida de agua pretratada mediante un juego de compuertas y la salida retornará a la tubería de entrada a los decantadores primarios.

Eliminación del fósforo por vía química: Todos los investigadores independientes recalcan el carácter relativamente aleatorio del proceso, por lo que la eliminación biológica del Fósforo debe considerarse como un medio de economizar reactivos de precipitación química, existiendo la posibilidad de recurrir, más o menos ocasionalmente, a una precipitación química complementaria. Se prevén por tanto los equipos de dosificación y almacenamiento de Cloruro Férrico como sistema complementario y alternativo de emergencia.

Para la eliminación química del fósforo proponemos la utilización del depósito de 10.000 l existente y la instalación de dos bombas dosificadoras de 50 l/h de caudal unitario.

6.2.3 Medida de caudal de agua tratada

La EDAR de Medina del Campo no dispone de ningún equipo de medida del caudal de agua tratada, por lo que para cumplir la normativa ORDEN ARM/1312/2009 de 20 de mayo, se han estudiado diferentes soluciones para medir el caudal de agua tratada, medición en tubería o en canal.

La solución adoptada es un canal Parshall de 18" de ancho de garganta equipado con un medidor ultrasónico.

6.2.4 Espesamiento de fangos biológicos

El proyecto de construcción que sirvió de base para la ejecución de la EDAR de Medina contemplaba el espesamiento de los fangos primarios y biológicos en un único espesador de 11,0 m de diámetro equipado con una arqueta de mezcla, dotada de un agitador, en la que se dosificaría la cal destinada a estabilizar los fangos primarios.

En dicho Proyecto se incluía una Mejora consistente en la construcción de un sistema de espesamiento de fangos independiente para los fangos primarios. Este sistema comprendía un espesador dinámico DGE capaz de tratar los 2.810 kg de MS/día con una concentración de entrada de 10g/l y una concentración de salida de 50 g/l. y un depósito de almacenamiento del fango espesado de 150 m3 de capacidad.

Este sistema no se llegó a construir por lo que actualmente los fangos primarios conjuntamente con los biológicos se espesan en el espesador existente de 11 m. de diámetro; el cual resulta insuficiente para espesar la totalidad de los fangos producidos por la planta.

Debido a los problemas de espesamiento y secado que tiene, el explotador ha solicitado la construcción de un depósito tampón de 150 m3 de capacidad para poder manejar los fangos espesados y esta idea es la que hemos considerado inicialmente. Sin embargo pensamos que la solución del depósito tampón es válida para el momento actual, en el que a la planta le entran 5.374 m3/día de media frente a los 7.272 m3/día para los que ha sido diseñada pero resultará insuficiente cuando el caudal de entrada coincida con el de diseño. En consecuencia proponemos utilizar el espesador existente solo para los fangos primarios y proyectar un nuevo espesador

para los fangos biológicos situado junto al pozo de fangos secundarios del mismo diámetro que el existente.

6.2.5 Tratamiento de escurridos

El fósforo eliminado de las depuradoras se acumula en los fangos en exceso purgados del proceso. Estos fangos se espesan, se deshidratan y se almacenan en un silo para su disposición a vertedero. Una parte importante del fósforo eliminado del proceso se evacua con los fangos, pero hay otra parte muy significativa que se encuentra contenida en el escurrido de la centrífuga. Si este escurrido se retorna a la cabecera de la planta sin ningún tipo de tratamiento el fósforo contenido en él se reincorpora al agua residual. Para evitar este problema es necesario hacer un tratamiento de precipitación de los escurridos de las centrífugas.

Las opciones consideradas para el tratamiento de estos vertidos son:

- Tratamiento físico-químico.
- Tratamiento con membranas.

La solución adoptada es un tratamiento físico-químico

6.2.6 Soplantes

A pesar de que hay 3 soplantes (una de ellas en reserva) solo existen dos variadores de velocidad para las mismas, por lo que si se conecta la de reserva es necesario cambiar el grupo soplante entero de su alojamiento debido a que no se puede conectar un arrancador directo porque, a tenor de las pruebas realizadas por la empresa explotadora, salta el interruptor general de la planta.

Por otro lado las máquinas han agotado su vida útil habiendo sido necesario realizar varias reparaciones que aconsejan su sustitución por soplantes nuevas.

Las nuevas soplantes proyectadas son de émbolo rotativo capaces de proporcionar un caudal unitario de 3.780 m3/h de aire a una presión diferencial de 600 mbar y tienen una potencia unitaria de 90 Kw. Es decir que estas soplantes proporcionan mayor caudal que las instaladas (3.600 m3/h) y, sobre todo tienen una potencia

sensiblemente inferior a las sustituidas (110 Kw) lo cual supone un ahorro en el consumo eléctrico importante.

6.3 ISCAR

6.3.1 Eliminación de nitrógeno

La EDAR de Iscar fue diseñada para poder cumplir las exigencias de eliminación del nitrógeno establecidas para zonas sensibles considerando una concentración de NTK de 60 mg/l en el influente. La media de Nitrógeno total a lo largo del año 2.011 ha sido igualmente de 60mg/l y, a pesar de que el caudal de entrada ha sido sensiblemente inferior al de diseño, el vertido no siempre ha cumplido los límites establecidos por la normativa.

Para la eliminación del nitrógeno dispone de un conjunto de sondas de medida del oxígeno disuelto y de potencial redox que permiten al explotador realizar el ciclo de nitrificación y desnitrificación manejando la planta como ciclos y controlando el arranque y la parada de las soplantes por las sondas de redox.

En su informe el explotador solicita el cambio de las sondas de redox existentes por otras sondas que controlan los parámetros de amonio y nitratos; así como la sustitución de las sondas para la medida del oxígeno disuelto existentes por los problemas de ensuciamiento y pérdida de precisión en los datos del oxígeno disuelto existente en el reactor.

La solución propuesta para dotar a la depuradora de Iscar de una instrumentación totalmente fiable y eficiente para el control combinado del oxígeno y el nitrógeno que le permita una total garantía en el control de la eliminación del nitrógeno y la máxima eficiencia en el consumo eléctrico de las soplantes consiste en la instalación de los siguientes equipos:

- **Sonda de medición de oxígeno disuelto LDO.**

La solución adoptada consiste en la instalación de un sistema de medida del oxígeno disuelto tipo luminiscente rango 0-20 mg/l, con conexión a controlador universal, Instalados en los dos canales del biológico.

- **Sensor combinado para amonio y nitrato**

Para el control de los ciclos de nitrificación y desnitrificación se proyecta un sistema de medida y control de nitratos y amonio compuesto por:

- Sonda de Amonio y Nitrato por electrodo selectivo, rango 0,5-1000mg/l NH4-N, 0,5-1000mg/l NO3-N.
- Set de montaje por pértiga de PVC para medidores de O2 de tamaño 1,5", con anclaje mural en acero inoxidable y pértiga de 2,3m en PVC.
- Set de montaje por pértiga para sonda de amonio NH4D sc /nitrato NO3D sc / AN-ISE sc, con anclaje mural/rail en acero inoxidable, y pértiga 2,3 m. en PVC.
- Controlador universal de dos canales para conexión de sondas digitales. Dos salidas de 4-20 mA y cuatro relés de alarma. Alimentación de 220 Vca.

Con este sensor el sistema de control de la planta responde a la situación en tiempo real de forma fiable y en continuo. Esto permite un control muy eficiente de los equipos de aireación que se traduce en una reducción de los costos de la energía consumida en la aireación.

En resumen las sondas de medida de Amonio/Nitratos proporcionan las siguientes prestaciones particulares:

- Medida directa de fácil interpretación por parte del operador: No requiere de correlaciones ni interpretación de los resultados en otras unidades de medida.
- Compensación interna de los interferentes principales integrada en nuestras sondas AN-ISE
- Mayor control del proceso no sujeto a factores externos no dependientes directamente de la medida.

6.3.2 Eliminación de fósforo

Existen dos formas de eliminación del fósforo: una química mediante la dosificación de cloruro férrico y otra biológica mediante la construcción de una cámara anaerobia intercalada entre el desarenador y el reactor biológico.

La depuradora de Iscar dispone de un equipo de dosificación de cloruro férrico compuesto por un depósito de 1.000 l de capacidad y dos bombas dosificadoras de membrana que no usa por lo que el fósforo que entra en la planta 10 mg/l frente a los 12 mg/l solo se reduce de forma biológica natural en el proceso biológico y se elimina con los fangos en exceso; de forma que la concentración promedia de fósforo en el vertido final es de 1,9 mg/l. es decir el promedio cumple la normativa y solo presenta incumplimientos puntuales fácilmente corregibles.

Solución propuesta para la eliminación del fósforo por vía biológica

Para la eliminación biológica del Fósforo, se prevé una cámara anaerobia de 12,0 m de largo x 7,0 m de ancho y 4 m de altura útil. La cámara irá equipada con dos agitadores sumergidos de 1,5 Kw de potencia unitaria.

Los fangos biológicos se recircularán directamente a esta cámara. El agua pretratada entrará al selector en el que se mezclará con los fangos recirculados.

El selector se conectará con la tubería de salida de agua pretratada y la salida retornará a la arqueta de entrada al reactor biológico.

Eliminación del fósforo por vía química

Todos los investigadores independientes recalcan el carácter relativamente aleatorio del proceso, por lo que la eliminación biológica del Fósforo debe considerarse como un medio de economizar reactivos de precipitación química, existiendo la posibilidad de recurrir, más o menos ocasionalmente, a una precipitación química complementaria. Se prevén por tanto los equipos de dosificación y almacenamiento de Cloruro Férrico como sistema complementario y alternativo de emergencia.

Para la eliminación química del fósforo proponemos el cambio del depósito de 1.000 L existente por uno nuevo de 10.000 l y la instalación de dos bombas dosificadoras de 50 l/h de caudal unitario.

6.3.3 Soplantes

Hay 3 soplantes (una de ellas en reserva) que no están diseñadas para trabajar con variadores de velocidad.

La potencia de los motores es de 50 CV, cuando las especificaciones de la soplante requieren 60 CV.

Por otro lado las máquinas han agotado su vida útil habiendo sido necesario realizar varias reparaciones que aconsejan su sustitución por soplantes nuevas.

Las nuevas soplantes proyectadas son de émbolo rotativo capaces de proporcionar un caudal unitario de 1.269 m3/h de aire a una presión diferencial de 600 mbar y tienen una potencia unitaria de 45 Kw. Estas soplantes son similares a las sustituidas.

6.3.4 Medida de caudal

La EDAR de Iscar cuenta con una medida de caudal de agua situada en la salida del desarenador y se realiza mediante medidor de caudal electromagnético colocado en tubería.

Sin embargo la planta no está dotada de caudalímetro en la salida de agua al río Pirón, por lo que para cumplir la normativa ORDEN ARM/1312/2009 de 20 de mayo, "por la que se regulan los sistemas para realizar el control efectivo de los volúmenes de agua utilizados por los aprovechamientos de agua del dominio público hidráulico, de los retornos al citado dominio público hidráulico y de los vertidos al mismo" es necesario dotarla de un medidor de caudal del agua tratada.

La medida del caudal puede hacerse en tubería o en canal. Los medidores en canal o sección normalizada se basan en un medidor por ultrasonidos. A su vez los medidores de caudal en tubería pueden ser ultrasónicos o electromagnéticos. Estos últimos tienen la posibilidad de medir el caudal a sección llena y a sección parcialmente llena.

Para la medición del caudal de agua tratada se proyecta un canal Parshall de 9" de ancho de garganta equipado con un medidor ultrasónico

6.4 TORDESILLAS

Como se ha descrito anteriormente, los objetivos del proyecto son la eliminación de nutrientes y la mejora de las instalaciones existentes en la EDAR y en la Estación de Bombeo intermedia.

El estudio se centra en las alternativas para la eliminación de nutrientes y para la mejora en la estación de Bombeo, puesto que otras mejoras proyectadas para la EDAR no en elementos puntuales o equipos a sustituir y por tanto no hay alternativas, sólo la solución adoptada.

6.4.1 Eliminación de nutrientes

Las concentraciones de llegada a la EDAR de Tordesillas en nitrógeno y fósforo son típicas de un agua residual doméstica, con valores de nitrógeno total medios en torno a 50 mg/l y de fósforo de 10 mg/l. Actualmente, la planta consigue reducir estas concentraciones hasta valores en el efluente por debajo de lo exigido por la normativa, mediante la eliminación biológica del fósforo y trabajando en el reactor mediante ciclos que favorecen las reacciones de nitrificación y desnitrificación.

Aunque actualmente los rendimientos de eliminación de nutrientes sean óptimos, es necesario asegurar que el efluente abandone la EDAR con concentraciones contaminantes por debajo de los máximos exigidos por la normativa.

La ***eliminación de nitrógeno*** se garantizará mediante la instalación de sondas redox en cada uno de los dos reactores, de tal forma que se pueda trabajar por ciclos, lo que favorece el proceso depurativo consiguiendo además un ahorro de energía eléctrica por las menores necesidades de aireación.

En cuanto a la ***eliminación del fósforo***, ésta puede hacerse bien por vía biológica o bien por vía química mediante la adicción de un reactivo. Se estudian para ello dos alternativas: proyectar una instalación de dosificación de cloruro férrico para la precipitación química, o bien disponer de un selector anaerobio para su reducción por vía biológica, complementado también por la instalación de cloruro férrico.

El disponer de un selector anaerobio en cabecera presenta importantes ventajas, entre ellas una reducción importante en el consumo de cloruro férrico, ya que gran parte del

fósforo se elimina por vía biológica; y la generación de una menor cantidad de fangos en exceso. Estas ventajas tienen una repercusión directa en el coste económico con un menor consumo de reactivo y una menor cantidad de fangos a deshidratar y gestionar.

6.4.2 Pozo de bombeo

La alternativa que se plantea es elevar la cota de coronación del pozo de bombeo para evitar la entrada de agua directa desde el río, hasta una cota superior a la avenida de 50 años de periodo de retorno, para la ubicación de los elementos electromecánicos. Por ello, la alternativa estudiada es la elevación del pozo de bombeo 2 m respecto a la cota actual.

Para evitar el segundo de los problemas que tiene la E.B.A.R., la entrada de sólidos flotantes que atascan las bombas, tanto del bombeo como del pozo de gruesos de la E.D.A.R. se ha optado por la instalación de un sistema de desbaste automático, con línea de by-pass con limpieza manual, que mejore el sistema de bombeo. Además, se contará con by-pass al pozo de bombeo.

6.5 TUDELA DE DUERO

6.5.1 Eliminación de nutrientes

El estudio se centra en las alternativas para la eliminación de nutrientes y para la conexión de la margen izquierda, puesto que otras mejoras proyectadas para la EDAR no en elementos puntuales o equipos a sustituir y por tanto no hay alternativas, sólo la solución adoptada.

La ***eliminación de nitrógeno*** se garantizará mediante la instalación de sondas redox en cada uno de los dos reactores, de tal forma que se pueda trabajar por ciclos, lo que favorece el proceso depurativo consiguiendo además un ahorro de energía eléctrica por las menores necesidades de aireación.

En cuanto a la ***eliminación del fósforo***, ésta puede hacerse bien por vía biológica o bien por vía química mediante la adicción de un reactivo. Se estudian ambas alternativas, considerando lo más adecuado el disponer tanto de eliminación biológica

con un selector, como química mediante instalación de cloruro férrico. Estas ventajas tienen una repercusión directa en el coste económico con un menor consumo de reactivo y una menor cantidad de fangos a deshidratar y gestionar.

6.5.2 Emisario principal conexión margen izquierda

Se ha llevado a cabo un estudio de alternativas con el fin de determinar la mejor solución para recoger los caudales generados en la margen izquierda de Tudela de Duero y conducirlos hasta la margen contraria con el fin de que sean tratados en la EDAR del municipio. Este estudio se encuentra incluido en el Anejo nº 5 "Estudio de alternativas". A continuación se hace un resumen de las alternativas estudiadas en el citado Anejo:

Cruce del río Duero mediante sifón: Alternativa consistente en disponer un colector de recogida de todo el caudal de aguas negras de la margen izquierda y, mediante un sifón, cruzar el río Duero conectando el mencionado colector con la red de saneamiento de la margen derecha. Esta solución fue desestimada por ser la de ejecución más complicada y la de mayor coste, tanto desde el punto de vista de inversión inicial como desde el punto de vista de su posterior explotación. Además el impacto medioambiental es el más importante.

Cruce del río Duero a través del Puente Mayor: Esta actuación consistía en ejecutar un emisario a lo largo de la margen izquierda del río que cruzaría el mismo a través del Puente Mayor (ubicado junto a la Plaza El Plantío). Esta alternativa fue desestimada inmediatamente puesto que el Ayuntamiento no consideraba conveniente la afección del puente.

Cruce del río Duero a través de una pasarela en ejecución: Esta alternativa contemplaba la conexión de la red de saneamiento de la margen izquierda por medio de una pasarela que en la actualidad está siendo construida por la Confederación Hidrográfica del Duero, ubicada aguas arriba del Puente Mayor. Esta alternativa requería de dos estaciones de bombeo y la sustitución de un tramo de la red de saneamiento de la margen derecha. Por todos estos inconvenientes fue igualmente desestimada esta tercera alternativa.

Cruce del río Duero a través de una pasarela recientemente ejecutada: Esta última alternativa consistía en la ejecución de un emisario principal que recogiera todos los caudales generados en la margen izquierda y los condujera hacia la margen opuesta a través de la pasarela recientemente ejecutada aguas abajo del Puente Mayor (junto al Camino de Palacios).

Esta alternativa fue considerada la más adecuada puesto que la conexión de la margen izquierda se realizaría aproximadamente 500m aguas abajo en el mismo colector, siendo el tramo a sustituir de menor longitud al de la anterior solución y evitando el tramo más complejo que discurre por el centro del municipio.

6.6 BENAVENTE

Como se ha descrito anteriormente, los objetivos del proyecto son la eliminación de nutrientes y la mejora de las instalaciones existentes en la EDAR.

Colector de llegada By-pass general de la planta: Tras estudiar diferentes localizaciones para el aliviadero y tomando como base el poner en carga la menor longitud posible de colector se ha decidido realizar el alivio y by-pass general de la depuradora en el pozo de registro localizado más próximo a la planta, evitando el paso aéreo-subterráneo de la acometida eléctrica.

La obra a realizar consiste en una arqueta con un aliviadero lateral de pared delgada en lámina libre que derive la diferencia de caudal entre el máximo transportado por el colector y el máximo bombeado por el doble conjunto de bombas instaladas en la EDAR o bien la totalidad del caudal

El aislamiento de la obra de llegada para permitir las operaciones de mantenimiento en los pozos de gruesos y de bombeo lo realizamos instalando una compuerta de tajadera en la embocadura del colector de llegada en el interior del pozo de grueso.

Pozo de gruesos: La limpieza manual de la reja de gruesos existente resulta problemática para el personal de mantenimiento por la gran distancia que existe entre el suelo del edificio y el sitio de ubicación de la reja. La solución estudiada consiste en la ejecución de una escalera que permite el acceso a una plataforma desde la que se tenga acceso a la reja.

Tanque de tormentas: El tanque de tormentas existente dispone de dos agitadores sumergidos para evitar la sedimentación de los sólidos contenidos en el agua de lluvia bombeada. Estos agitadores se encuentran en mal estado. Uno de ellos tiene el motor desmontado. Se ha estudiado la posibilidad de reparar ambos agitadores pero la solución propuesta consiste en la sustitución de los mismos. En el rebose del tanque de torne. Al no disponer de ningún elemento que retenga los sólidos contenidos en las tormentas estos salen libremente por el rebose acabando por salir por la arqueta de agua tratada. Para evitar la salida de los sólidos al cauce se proyecta la instalación de un tamiz situado en el aliviadero con una luz de 6 mm.

Eliminación del nitrógeno: En la actualidad el nitrógeno se elimina por la configuración de los reactores en los que existen dos zonas aireadas y dos zonas anóxicas con recirculación interna del licor mezcla mediante dos aceleradores de flujo y recirculación externa de los fangos biológicos extraídos del decantador al final de las zonas aireadas de los reactores. La solución propuesta para dotar a la depuradora de Benavente de una instrumentación totalmente fiable y eficiente para el control combinado del oxígeno y el nitrógeno que le permita una total garantía en el control de la eliminación del nitrógeno y la máxima eficiencia en el consumo eléctrico de las soplantes consiste en la instalación de Sondas de medición de oxígeno disuelto LDO y sensores combinados para amonio y nitrato.

Eliminación del fósforo: Se puede hacerse bien por vía biológica o bien por vía química mediante la adicción de un reactivo. Se estudian ambas alternativas, considerando lo más adecuado el disponer tanto de eliminación biológica con un selector, como química mediante instalación de cloruro férrico. Estas ventajas tienen una repercusión directa en el coste económico con un menor consumo de reactivo y una menor cantidad de fangos a deshidratar y gestionar.

Tratamiento de escurridos.

El fósforo eliminado de las depuradoras se acumula en los fangos en exceso purgados del proceso. Estos fangos se espesan, se deshidratan y se almacenan en un silo para su disposición a vertedero. Una parte importante del fósforo eliminado del proceso se evacua con los fangos, pero hay otra parte muy significativa que se encuentra contenida en el escurrido de las centrífugas. Si este escurrido se retorna a la cabecera

de la planta sin ningún tipo de tratamiento el fósforo contenido en él se reincorpora al agua residual. Para evitar este problema es necesario hacer un tratamiento de precipitación de los escurridos de las centrífugas.

El sistema de tratamiento adoptado para la precipitación del fósforo consiste en la adición de cloruro férrico en una cámara de mezcla y floculación, seguida de una decantación lamelar.

Las opciones consideradas para el tratamiento de estos vertidos son:

- Tratamiento físico-químico.
- Tratamiento con membranas.

La solución adoptada es un tratamiento físico-químico.

6.7 TORO

6.7.1 EDAR

6.7.1.1 Eliminación de nitrógeno.

En la actualidad en la EDAR de Toro el nitrógeno se elimina por la configuración de los reactores en los que existen dos zonas aireadas, dos zonas anóxicas y dos zonas anaerobias previas con recirculación interna del licor mezcla entre las zonas aireadas y las zonas anóxicas mediante dos aceleradores de flujo y recirculación externa de los fangos biológicos extraídos del decantador a las zonas anaerobias.

La concentración de nitrógeno a la entrada es muy superior a la adoptada para el diseño del reactor (120 frente a 46 mg/l) lo cual supone que en la mayor parte de los casos la concentración de Nitrógeno a la salida NO cumple la normativa vigente.

Dada la magnitud del problema existentes con el nitrógeno es imprescindible disponer de un sistema de control y automatización de los ciclos de nitrificación-desnitrificación basado en unos elementos de medida y control de los que la planta carece en la actualidad.

Además la desproporción existente entre las concentraciones de Nitrógeno y Carbono del influente (515 mg/l de DBO5 y 120 mg/l de N-NTK) hace que no se pueda realizar la desnitrificación completa de los nitratos obtenidos debido a la falta de fuente carbonosa necesaria por lo que hay que recurrir a un sistema complementario que nos permita obtener la desnitrificación necesaria.

En caso de insuficiencia de materia carbonosa existen varias opciones para suplir esta deficiencia.

Una de las opciones es dosificar un sustrato orgánico, tales como metanol, etanol o acido acético.

Otra opción es la sonicación de una parte del fango biológico recirculado mediante ultrasonidos para aumentar la DQO biodegradable contenida en dicho fango.

Para solucionar el problema de falta de materia carbonosa existente en la EDAR de Toro hemos optado por proyectar un Equipo Desintegrador Ultrasónico de Materia Orgánica para optimizar la DQO necesaria para la desnitrificación de 18 m3/d de caudal de fangos biológicos espesados al 3% y 1 kW de potencia porque a nuestro entender aporta las siguientes ventajas:

- Produce una reducción de la producción de fangos biológicos en exceso.
- Mejora de las características de deshidratación del lodo activado.
- Mejora el funcionamiento del reactor biológico y del decantador secundario frente a los posibles problemas de foaming y bulking ya que se consigue una reducción del IVF hasta en un 65%.
- Tiene un consumo eléctrico muy pequeño.
- No se añade agentes químicos. No hay que comprar ningún reactivo.
- No se alteran los procesos (edad del fango, etc)

Respecto del control de la aireación existen en cada reactor una sonda de medición de oxígeno disuelto y una sonda de medida del potencial redox.

La solución propuesta para dotar a la depuradora de Toro de una instrumentación totalmente fiable y eficiente para el control combinado del oxígeno y el nitrógeno que le permita una total garantía en el control de la eliminación del nitrógeno y la máxima eficiencia en el consumo eléctrico de las soplantes consiste en la instalación de los siguientes equipos:

SONDAS DE MEDIDA DE OXÍGENO

La solución adoptada consiste en la instalación de un sistema de medida del oxígeno disuelto tipo luminiscente rango 0-20 mg/l, con conexión a controlador universal, Instalados en los dos canales del biológico.

SONDAS DE MEDIDA DE Nitratos y Amonio

Para el control de los ciclos de nitrificación y desnitrificación se proyecta un sistema de medida y control de nitratos y amonio compuesto por:

- Sonda de Amonio y Nitrato por electrodo selectivo, rango 0,5-1000mg/l NH4-N, 0,5-1000mg/l NO3-N.
- Set de montaje por pértiga de PVC para medidores de O2 de tamaño 1,5", con anclaje mural en acero inoxidable y pértiga de 2,3m en PVC.
- Set de montaje por pértiga para sonda de amonio NH4D sc /nitrato NO3D sc / AN-ISE sc, con anclaje mural/rail en acero inoxidable, y pértiga 2,3 m. en PVC.
- Controlador universal de dos canales para conexión de sondas digitales. Dos salidas de 4-20 mA y cuatro relés de alarma. Alimentación de 220 Vca.

6.7.1.2 Eliminación de fósforo

Existen dos formas de eliminación del fósforo: una química mediante la dosificación de cloruro férrico y otra biológica mediante el empleo de una cámara anaerobia situada antes del reactor biológico.

La depuradora de Toro dispone de un selector previo a los reactores y su vertido cumple con regularidad las exigencias de la Directiva 91/271.

No obstante para garantizar la eliminación del fósforo, como elementos de seguridad, se proyecta un equipo de almacenamiento y dosificación de cloruro férrico compuesto por:

- 1 depósito de material plástico de 10,0 m3 de capacidad.
- 2 Bombas dosificadoras de membrana de 50 l/h.

6.7.1.3 Tratamiento de escurridos

El fósforo eliminado de las depuradoras se acumula en los fangos en exceso purgados del proceso. Estos fangos se espesan, se deshidratan y se almacenan en un silo para su disposición a vertedero. Una parte importante del fósforo eliminado del proceso se evacua con los fangos, pero hay otra parte muy significativa que se encuentra contenida en el escurrido de las centrífugas. Si este escurrido se retorna a la cabecera de la planta sin ningún tipo de tratamiento el fósforo contenido en él se reincorpora al agua residual. Para evitar este problema es necesario hacer un tratamiento de precipitación de los escurridos de las centrífugas.

Las opciones consideradas para el tratamiento de estos vertidos son:

- Tratamiento físico-químico.
- Tratamiento con membranas.

La solución adoptada es el tratamiento físico-químico.

6.7.2 Bombeo de la Plaza de la Magdalena

Una de las dos bombas existentes (la original de tipo centrífuga sumergible y rodete monocanal) tiene problemas frecuentes de atascamiento. Si embargo la bomba de nueva instalación (de tipo sumergible tipo piraña) funciona de forma regular.

Se opta por mantener la bomba que funciona de forma correcta y sustituir la bomba de rodete canal por otra similar a la dilaceradora.

6.7.3 Bombeo del Polígono Industrial

Las bombas existentes centrífugas sumergibles de 22,5 m3/h de caudal unitario son insuficientes para impulsar el caudal generado por el polígono en tiempo seco; por lo que se produce un vertido de agua sin depurar al cauce receptor.

Las alternativas consideradas son:

1. Mantener las bombas existentes y añadir una nueva bomba que complemente la falta de caudal.
2. Sustituir las bombas existentes por otras nuevas.

La opción adoptada ha sido cambiar las bombas existentes por otras del mismo tipo y 45 m3/h a 23 m.c.a. Igualmente se cambian los tubos guía y las cadenas de amarre

6.7.4 Vertido del Puente de Piedra

El vertido que llega al río procedente de los colectores del Puente de Piedra no es apto para ser entregado a un cauce público por lo que es necesario realizar alguna actuación que lo subsane.

Existen dos posibilidades:

1. Realizar el bombeo de esta zona hasta un punto de la red de saneamiento que permita su conducción por gravedad hasta la E.D.A.R.
2. Ejecutar una E.D.A.R. compacta con un proceso biológico que produzca un efluente que cumpla la normativa existente.

El bombeo tiene una diferencia de cota entre el pozo de bombeo y el punto de descarga situado en el pozo de registro de la zona más próxima de 80 m.

A esta altura hay que añadir la pérdida de carga por rozamiento; lo que supone que las bombas a instalar tienen que tener 90m.c.a. de altura manométrica.

Las consultas realizadas a varios fabricantes de bombas nos confirman la necesidad de tener que realizar un doble bombeo intermedio, por lo que optamos por descartar esta alternativa.

La solución adoptada será la instalación de una planta de tratamiento compacta de biodiscos.

7 DESCRIPCION DE LA SOLUCION ADOPTADA

7.1 MEDINA DEL CAMPO

La descripción de las actuaciones proyectadas se estructura en los siguientes puntos:

7.1.1 Eliminación de nitrógeno

La solución propuesta para dotar a la depuradora de Medina del Campo de una instrumentación totalmente fiable y eficiente para el control combinado del oxígeno y el nitrógeno que le permita una total garantía en el control de la eliminación del nitrógeno y la máxima eficiencia en el consumo eléctrico de las soplantes consiste en la instalación de los siguientes equipos:

Sondas de medición de oxígeno disuelto LDO. La solución adoptada consiste en la sustitución de los equipos de medida de oxigeno disuelto existentes por otros equipos de medida de tipo luminiscente rango 0-20 mg/l, con conexión a controlador universal, Instalados en los dos canales del biológico. (2 sondas)

Sensores combinados para amonio y nitrato. Para el control de los ciclos de nitrificación y desnitrificación se proyecta un sistema de medida y control de nitratos y amonio compuesto por:

- Sonda de Amonio y Nitrato por electrodo selectivo, rango 0,5-1000mg/l NH4-N, 0,5-1000mg/l NO3-N.
- Set de montaje por pértiga de PVC para medidores de O2 de tamaño 1,5", con anclaje mural en acero inoxidable y pértiga de 2,3m en PVC.
- Set de montaje por pértiga para sonda de amonio NH4D sc /nitrato NO3D sc / AN-ISE sc, con anclaje mural/rail en acero inoxidable, y pértiga 2,3 m. en PVC.
- Controlador universal de dos canales para conexión de sondas digitales. Dos salidas de 4-20 mA y cuatro relés de alarma. Alimentación de 220 Vca.

Con este sensor el sistema de control de la planta responde a la situación en tiempo real de forma fiable y en continuo. Esto permite un control muy eficiente de los equipos de aireación que se traduce en una reducción de los costos de la energía consumida en la aireación.

En resumen las sondas de medida de Amonio/Nitratos proporcionan las siguientes prestaciones particulares:

- Medida directa de fácil interpretación por parte del operador: No requiere de correlaciones ni interpretación de los resultados en otras unidades de medida.
- Compensación interna de los interferentes principales integrada en nuestras sondas AN-ISE
- Mayor control del proceso no sujeto a factores externos no dependientes directamente de la medida.

7.1.2 Eliminación del fósforo

Para la eliminación de fósforo se plantean dos sistemas por un lado eliminación biológica y para ello se diseña un selector anaerobio previo al reactor biológico Con este selector se conseguirá reducir la concentración de fósforo y se complementará con una instalación de cloruro férrico, que se desarrolla más adelante.

Para conducir el influente desde el pretratamiento al nuevo reactor, se proyecta una conducción de Ø 500 mm de PEAD PN-16, ya que su trazado es enterrado. El influente entrará por el centro a 2,55 m de profundidad de la lámina de agua y 1,75 m del terreno.

Además del influente, a la cabecera de la cámara anaerobia se recircularán los fangos biológicos. Para ello, es necesario ejecutar una nueva conducción en impulsión, de diámetro 300 mm de acero inoxidable los tramos vistos y de PEAD PN-16 los tramos enterrados, para conducir los fangos a recircular desde el pozo de fangos existente hasta la entrada al selector anaerobio, con una longitud total aproximada de 15 m.

El reactor se diseña para la situación más desfavorable, que son los caudales de diseño de la E.D.A.R. 7.280 m3/día.

El selector anaerobio se proyecta para un tiempo de retención aproximado de 150 minutos, con dimensiones 12x10m y una altura de lámina de agua de 5,0m, resultando un volumen total de agua 600 m^3.

Para mantener los sólidos en suspensión dentro de las dos cámaras, se dispondrá de dos agitadores sumergidos de 5,0 kW de potencia unitaria en la cámara anaerobia, situados en el centro del reactor, enfrentados entre sí pero con el eje girado 45º, de tal forma que se asegure la agitación completa de todo el tanque.

Los agitadores dispondrán de sistema de elevación y giro. Para su acceso, y debido a que el reactor ésta elevado sobre el terreno 1,30 m, se prevén plataformas para el paso a estos agitadores mediante escaleras de tramex de 1m de anchura y pasarela metálica, ambas con barandilla.

El reactor se ajusta a la línea piezométrica de la planta actual, para garantizar el funcionamiento de todo el proceso. Por ello, el reactor tendrá 1,30m de altura respecto al terreno, considerando un resguardo de 0,5m. La excavación necesaria para su ejecución será de 5,10 m.

En cuanto a su situación en planta, se proyecta al lado del tratamiento físico-químico en una zona que actualmente no tiene elementos.

Para la ejecución del selector se prevé una excavación con talud V1:H1 para garantizar la ejecución de los trabajos. Se empleará si fuesen necesarios medios de achique e incluso entibación si los taludes fuesen inestables, aunque el anejo de geotecnia no contempla esta necesidad.

Para su ejecución no se afecta a ninguna de las estructuras existentes en la planta, únicamente a la plataforma de vial de hormigón, siendo necesario su reposición una vez se haya ejecutado el selector anaerobio.

Para el acceso al selector se prevé una plataforma con base de zahorra, capa intermedia y capa de rodadura con M.B.C. que servirá principalmente para acceder al selector. La superficie necesaria a ejecutar son 30 m^2 de pavimento, que se ejecutarán con una primera capa en base de zahorra de 20 cm y una segunda intermedia de

M.B.C. tipo G-20 de 5 cm de espesor y una capa de rodadura de con M.B.C. tipo D-12 de 5 cm de espesor.

Dosificación de cloruro férrico: Los equipos irán alojado en el nuevo edificio que también se destinará al tratamiento de escurridos. El sistema de dosificación de cloruro férrico complementará a la eliminación biológica del fósforo que se conseguirá en el reactor descrito anteriormente.

El edificio donde se alojan los equipos de dosificación de cloruro se proyecta con acceso desde el vial de entrada a la planta, por lo que no es necesario realizar plataforma.

La instalación de dosificación de cloruro férrico contará con un depósito de PRFV de 10 m^3 de capacidad, de doble capa. Este depósito se conectará a dos bombas dosificadoras de reactivo (1+1) de caudal de 5 a 54 l/h y 10 mca, y dos bombas de carga del depósito (1+1) de 10 m^3/h de caudal.

La dosificación de reactivo se realizará mediante conducción de diámetro 25 mm de PVC al tratamiento biológico.

7.1.3 Medición de caudal de agua tratada

Para la medición del caudal de agua tratada a la salida de la depuradora se proyecta un canal Parshall de 18" de ancho de garganta equipado con un medidor ultrasónico.

Para conducir el influente desde el decantador secundario al canal Parshall se realiza mediante tubería de PEAD PN-16 de Ø 500 mm. El influente entrará por el centro del canal a 0,95m de profundidad de profundidad del terreno.

El canal tiene las siguientes dimensiones interiores 12,50x1,10 m y una altura de 1,65 m. La coronación de los muros se sitúa 20 cm por encima del terreno, de forma que la totalidad del canal se tapa con tramex excepto la zona de medición donde se instala una barandilla metálica perimetral.

El canal de medida se proyecta junto al vial existente en frente de los decantadores secundarios.

7.1.4 Espesador de fangos biológicos.

Se proyecta un espesador de 11 m de diámetro para los fangos secundarios considerando una concentración de salida del fango inferior o igual a 30 kg/m³. Las características del espesador son las siguientes:

Nº de unidades	1	ud
Tipo	De gravedad circular	
Tracción	Accionamiento central directo	
Cubierta	PRFV	
Diámetro	11,0	m
Calado en el borde	4,0	m

7.1.5 Tamizado de fangos primarios

Se proyecta un tamiz rotativo para fangos con las siguientes características:

- Tipo de efluente: Fangos primarios al 1.5-2%
- Caudal: 50 m3/h
- Luz de malla: 3.00 mm
- Potencia accionamiento motorreductor: 0,55 Kw
- Dimensiones del tambor : 630 x 900 mm

Para ubicar el tratamiento de fangos es necesario proyectar una estructura que eleve el tamiz de forma que los fangos una ver tamizados pasen por gravedad al espesador de fangos primarios, para ello se diseña una estructura similar a las de las tolvas de fangos.

7.1.6 Tratamiento de escurridos

La solución adoptada es un tratamiento físico-químico compuesto por los siguientes elementos:

- Bombeo de los escurridos mediante dos bombas centrífugas sumergibles de 25 m3/h y 1,75 Kw.

- Planta compacta, comprendiendo reactor de mezcla, reactor de floculación y decantador lamelar estático comprendiendo:

  Reactor de Mezcla de 1,5 m3 de capacidad equipado con agitador de hélice marina / eje vertical de 0,50 Kw de potencia.

  Reactor de Floculación de 4,00 m3 de capacidad con agitador de 0,18 Kw y velocidad de giro, regulable entre 40 y 60 rpm

- Decantador de configuración lamelar, de 3,80 m2 de superficie, con una altura total útil de 3,00 m. El paquete lamelar tiene una altura de 1,2 m, las lamelas están inclinadas 60° respecto a la horizontal, y la separación media entre lamelas es de 40 mm, con lo que la superficie específica proyectada es de 11,50 m2/m3, y la superficie proyectada total es de 50,21 m2.
- Bombeo de fangos decantados a espesador mediante. dos (1+1) bombas centrífugas horizontales de rodete vortex de 25 m³/h de caudal unitario. La descarga se realiza en el espesador existente.

El equipo compacto de tratamiento de escurridos va alojado en un edificio junto con los equipos de dosificación de cloruro férrico.

7.1.7 Sustitución de las soplantes del tratamiento biológico

Las nuevas soplantes proyectadas son de émbolo rotativo capaces de proporcionar un caudal unitario de 3.780 m3/h de aire a una presión diferencial de 600 mbar y tienen una potencia unitaria de 90 Kw. Es decir que estas soplantes proporcionan mayor caudal que las instaladas (3.600 m3/h) y, sobre todo tienen una potencia sensiblemente inferior a las sustituidas (110 Kw) lo cual supone un ahorro en el consumo eléctrico importante.

7.1.8 Modificaciones en la arqueta del tratamiento físico-químico existente

Se proyectan tres compuertas murales que permitan hacer los juegos hidráulicos necesarios para el correcto funcionamiento de la planta.

7.1.9 Bombeo de fangos secundarios a deshidratación.

Adosado al espesador de fangos se alojan en una arqueta sobre el terreno las bombas mono de impulsión de fangos secundarios espesados a deshidratación. Se trata de (1+1) bombas de 3-10 m^3/h que aspiran el fango de la poceta central del espesador y lo mandan a las centrífugas.

7.1.10 Edificio de tratamiento de escurridos y dosificación de cloruro férrico

Es una construcción rectangular de dimensiones exteriores 10,50 x 6,50 m y una altura de 6,80 m.

El edificio dispondrá de una estructura de hormigón tipo HA-30, armada con acero tipo BS-500. compuesta por:

- Cimentación mediante zapatas aisladas de 1,30 x 1,30 x 0,40 m unidas con vigas riostras de 0,4 x 0,4 m.
- La estructura es de hormigón armado y está compuesta por 6 pilares de 30 x 30 cm y 5,5 m de altura total unidos mediante vigas de perimetrales de 0,30 x 0,35 m.

El Cerramiento estará compuesto por fábrica de ladrillo cara vista color rojo, en la cara interna se proyecta cámara de aire con fabrica de ladrillo hueco doble, aislamiento térmico y acabado en chapado de gres hasta una altura de 2 m para favorecer las tareas de limpieza y guarnecido de yeso a partir de 2 m y en paramentos horizontales.

La cubierta es a dos aguas ejecutada con tabique palomeros y teja cerámica.

7.2 ISCAR

Las actuaciones incluidas en la EDAR de Iscar son:

7.2.1 Pozo de gruesos

Existe una reja de sólidos en el pozo de gruesos en la salida hacia el pozo de bombeo con un paso entre 50-80 mm de dimensiones muy pequeñas, lo que provoca su saturación y obturación por detritus con facilidad, sobre todo por los arrastres en tormentas. Esto impide el paso del agua residual hacia la reja automática, con lo que

provoca que se ponga en carga el colector y se produzca el alivio de agua bruta, por el aliviadero situado fuera de la parcela de la EDAR.

Se proyecta la sustitución de la reja de gruesos existente por otra de mayores dimensiones y mayor luz de paso.

7.2.2 Canal de desbaste

En el desbaste hay dos canales uno con reja automática y otro de by-pass, por lo que en periodos de atascos, mantenimiento de la reja automática, el agua pasa directamente al bombeo, dando problemas de atasques en las bombas.

Se proyecta equipar el canal de reserva con una reja de barrotes de limpieza automática similar a la existente.

7.2.3 Desarenado - desengrase

Es imposible poder independizar los dos desarenadores, ya que está realizada la obra civil pero sin embargo faltan las dos compuertas murales de entrada a los canales.

Para poder aislar los dos canales desarenadores se proyectan dos compuertas murales de 0,40 x 0,40 m en acero inoxidable AISI-304 de accionamiento manual.

Las bombas de arenas tienen problema de funcionamiento con sus motores, que necesitan ser cambiados por otros con una mayor potencia y un mayor régimen de revoluciones. La potencia aproximada es de 2,5 Kw.

Se incluye la sustitución de los dos motores de las bombas de extracción de arena existentes por dos motores nuevos de 2,0 Kw de potencia unitaria.

7.2.4 Eliminación de nitrógeno

La solución propuesta para dotar a la depuradora de Iscar de una instrumentación totalmente fiable y eficiente para el control combinado del oxígeno y el nitrógeno que le permita una total garantía en el control de la eliminación del nitrógeno y la máxima eficiencia en el consumo eléctrico de las soplantes consiste en la instalación de los siguientes equipos de instrumentación:

- un sistema de medida del oxígeno disuelto tipo luminiscente rango 0-20 mg/l ,con conexión a controlador universal, Instalados en los dos canales del biológico

- un sistema de medida y control de nitratos y amonio compuesto por:

    - Sonda de Amonio y Nitrato por electrodo selectivo, rango 0,5-1000mg/l NH4-N, 0,5-1000mg/l NO3-N.
    - Set de montaje por pértiga de PVC para medidores de O2 de tamaño 1,5", con anclaje mural en acero inoxidable y pértiga de 2,3m en PVC.
    - Set de montaje por pértiga para sonda de amonio NH4D sc /nitrato NO3D sc / AN-ISE sc, con anclaje mural/rail en acero inoxidable, y pértiga 2,3 m. en PVC.
    - Controlador universal de dos canales para conexión de sondas digitales. Dos salidas de 4-20 mA y cuatro relés de alarma. Alimentación de 220 Vca.

Con estos sistemas de control el explotador puede automatizar el funcionamiento de las soplantes y de las bombas de recirculación de fangos para optimizar la eliminación del nitrógeno y el fósforo con el máximo rendimiento al menor costo posible.

7.2.5 Eliminación de fósforo.

Existen dos formas de eliminación del fósforo: una química mediante la dosificación de cloruro férrico y otra biológica mediante la construcción de una cámara anaerobia intercalada entre el desarenador y el reactor biológico.

La depuradora de Iscar dispone de un equipo de dosificación de cloruro férrico compuesto por un depósito de 1.000 l de capacidad y dos bombas dosificadoras de membrana que no usa por lo que el fósforo que entra en la planta 10 mg/l frente a los 12 mg/l solo se reduce de forma biológica natural en el proceso biológico y se elimina con los fangos en exceso; de forma que la concentración promedia de fósforo en el vertido final es de 1,9 mg/l. es decir el promedio cumple la normativa y solo presenta inclumplimientos puntuales fácilmente corregibles.

A continuación exponemos las soluciones proyectadas para la eliminación del fósforo

7.2.5.1 Selector anaerobio

Para la eliminación de fósforo se diseña un selector anaerobio 12,0 m de largo x 7,0 m de ancho y 4,0 m de altura útil previo al reactor biológico Con este selector se conseguirá reducir la concentración de fósforo y se complementará con una instalación de cloruro férrico, que se desarrolla más adelante.

Para conducir el influente desde el pretratamiento al nuevo reactor, se proyecta una conducción de Ø 400 mm y de PEAD tanto en la parte enterrada como en el tramo visto de salida de la arqueta de regulación de caudal. El influente entrará por el centro del lado mas alejado a 2,30 m de profundidad de la coronación.

Además del influente, a la cabecera de la cámara anaerobia se recircularán los fangos biológicos. Para ello, es necesario ejecutar una nueva conducción en impulsión, de diámetro 150 mm de acero inoxidable los tramos vistos y de PEAD PN-16 los tramos enterrados, para conducir los fangos a recircular desde el pozo de fangos existente hasta la entrada al selector anaerobio, con una longitud total aproximada de 60m.

El reactor se diseña para la situación más desfavorable, que son los caudales de diseño de la E.D.A.R. 2.147 m3/día.

El selector anaerobio se proyecta para un tiempo de retención aproximado de 225 minutos, con dimensiones 12x7m y una altura de lámina de agua de 4,0m, resultando un volumen total de agua 236 m^3.

Para mantener los sólidos en suspensión dentro de las dos cámaras, se dispondrá de dos agitadores sumergidos de 1,50 kW de potencia unitaria en la cámara anaerobia, situados en el centro del reactor, enfrentados entre sí pero con el eje girado 45º, de tal forma que se asegure la agitación completa de todo el tanque.

Los agitadores dispondrán de sistema de elevación y giro. Para su acceso, y debido a que el reactor ésta elevado sobre el terreno 1,75m, se prevén plataformas para el paso a estos agitadores mediante escaleras de tramex de 1m de anchura y pasarela metálica, ambas con barandilla.

El reactor se ajusta a la línea piezométrica de la planta actual, para garantizar el funcionamiento de todo el proceso. Por ello, el reactor tendrá 1,65m de altura respecto

al terreno, considerando un resguardo de 0,5m. La excavación necesaria para su ejecución será de 3,55 m.

En cuanto a su situación en planta, se proyecta en el extremo oeste de la parcela al final del reactor biológico, muy alejado del pretratamiento debido a la imposibilidad de situarlo junto a él por falta de espacio.

Para la ejecución del selector se prevé una excavación con talud V1:H1 para garantizar la ejecución de los trabajos. Se empleará si fuesen necesarios medios de achique e incluso entibación si los taludes fuesen inestables, aunque el anejo de geotecnia no contempla esta necesidad.

Para su ejecución no se afecta a ninguna de las estructuras existentes en la planta.

El acceso al selector se realizará por el vial existente, por lo que no es necesario hacer ningún acceso nuevo.

7.2.5.2 Dosificación de cloruro férrico

Para garantizar la eliminación del fósforo, como elementos de seguridad, se proyecta un equipo de almacenamiento y dosificación de cloruro férrico compuesto por:

- 1 depósito de material plástico de 5,0 m3 de capacidad.
- 2 Bombas dosificadoras de membrana de 25 l/h.

Estos equipos se alojarán en el edificio existente en el lugar que ocupaban los anteriores.

7.2.6 Soplantes

Se proyectan la sustitución de las tres soplantes existentes por otras nuevas de émbolo rotativo capaces de proporcionar un caudal unitario de 1.269 m3/h de aire a una presión diferencial de 600 mbar con una potencia unitaria de 45 Kw. Estas soplantes son similares a las sustituidas

7.2.7 Medida de caudal de agua tratada

Para la medición del caudal de agua tratada a la salida de la depuradora de Iscar se proyecta un canal Parshall de 9" de ancho de garganta equipado con un medidor ultrasónico.

El canal Parshall se realiza interceptando la tubería de agua decantada antes de entrar en la obra de salida de la EDAR.

El canal tiene las siguientes dimensiones interiores 6,5x0,80 m y una altura de 1,10 m. La coronación de los muros se sitúa 30 cm por encima del terreno, de forma que la totalidad del canal se tapa con tramex excepto la zona de medición donde se instala una barandilla metálica perimetral.

El canal de medida se proyecta junto al vial existente entre el decantador secundario y la fuente de presentación.

7.2.8 Pozo de fangos

La tubería que une el fondo del decantador con el pozo de fangos no dispone de ningún elemento de corte; por lo que para extraer las bombas de fangos o hacer cualquier tipo de mantenimiento se debe vaciar el decantador.

La solución propuesta consiste en instalar en el paramento en el que está la entrada de la tubería de fangos procedente del fondo del decantador una pieza especial acabada en brida sobre la que se acopla una contrabrida con una válvula PIC. Es necesaria la instalación de una tubería de alimentación de agua o aire para el accionamiento de la válvula.

7.2.9 Decantador secundario

El camino de rodadura del puente barredor presenta una superficie rugosa e irregular que dificulta el funcionamiento de la rueda del puente.

La solución propuesta consiste en la extensión de un mortero autonivelante en todo el perímetro de rodadura

7.2.10 Edificio industrial

La planta no dispone de ninguna zona de taller ni de almacén para poder hacer las reparaciones necesarias para el mantenimiento de las instalaciones.

Por este motivo se proyecta un edificio industrial de servicios generales de las siguientes características:

Es una construcción rectangular de dimensiones exteriores 10,50 x 6,50 m y una altura de 4,28 m.

El edificio dispondrá de una estructura de hormigón tipo HA-30, armada con acero tipo BS-500. compuesta por:

- Cimentación mediante zapatas aisladas de 1,30 x 1,30 x 0,40 m unidas con vigas riostras de 0,4 x 0,4 m.
- La estructura es de hormigón armado y está compuesta por 6 pilares de 30 x 30 cm y 3,80 m de altura total unidos mediante vigas de perimetrales de 0,30 x 0,35 m.

El Cerramiento estará compuesto por fábrica de bloques de hormigón con acabado exterior en revestimiento monocapa, en la cara interna se proyecta cámara de aire con fabrica de ladrillo hueco doble, aislamiento térmico y acabado en chapado de gres hasta una altura de 2 m para favorecer las tareas de limpieza y guarnecido de yeso a partir de 2 m y en paramentos horizontales.

La cubierta estará compuesta por elementos estructurales prefabricados dallas que sustentan la cubierta formada por chapa galvanizada. Perfil TE - 43 de 0,6 mm de espesor, aislamiento IBR - 80 mm y chapa prelacada, perfil 30. Accesorios de fijación con capelotti de nylon antipuente térmico.

La cubierta es a dos aguas ejecutada con tabique palomeros y teja cerámica. Alrededor de la cubierta se proyecta un peto, para mantener las características de la edificación existente

7.3 TORDESILLAS

La descripción de las actuaciones proyectadas se estructura en los siguientes puntos:

- *EDAR*
  - Eliminación de nutrientes
  - Línea de fangos
  - Otras actuaciones en la EDAR
- *POZO DE BOMBEO GENERAL*

7.3.1 EDAR

Eliminación de nutrientes. Reactor anaerobio: Para la eliminación biológica del fósforo, se diseña un selector anaerobio previo al reactor biológico Con este selector se conseguirá reducir la concentración de fósforo y se complementará con una instalación de cloruro férrico, que se desarrolla más adelante.

Para conducir el influente desde el pretratamiento al nuevo reactor, se proyecta una conducción de Ø400mm de fundición dúctil desde la arqueta de salida del desarenado hasta la entrada del reactor, con una longitud aproximada total de 20m. El influente entrará por el centro a 2,5m de profundidad de la lámina de agua.

Además del influente, a la cabecera de la cámara anaerobia se recircularán los fangos biológicos. Para ello, es necesario ejecutar una nueva conducción en impulsión, de diámetro 250 mm de fundición dúctil, para conducir los fangos a recircular desde el pozo de fangos existente hasta la entrada al selector anaerobio, con una longitud total aproximada de 50m.

El reactor se diseña para el caudal actual real en la situación más desfavorable, que son los meses de verano cuando el caudal supera los 4.000 m3/día.

El selector anaerobio se proyecta para un tiempo de retención aproximado de 150 minutos, con dimensiones 15x7m y una altura de lámina de agua de 4,5m, resultando un volumen total de agua 472 m^3.

Para mantener los sólidos en suspensión dentro de las dos cámaras, se dispondrá de dos agitadores sumergidos de 5,0 kW de potencia unitaria en la cámara anaerobia,

situados en el centro del reactor, enfrentados entre sí pero con el eje girado 45º, de tal forma que se asegure la agitación completa de todo el tanque.

Los agitadores dispondrán de sistema de elevación y giro. Para su acceso, y debido a que el reactor ésta elevado sobre el terreno 1,5m, se prevén plataformas de 1x1m para el paso a estos agitadores mediante escaleras de tramex de 1m de anchura y pasarela metálica, ambas con barandilla.

Se proyecta una arqueta de vaciado del selector, mediante válvula de compuerta y conducción de diámetro 400 mm de PVC corrugado, que se unirá con la red de vaciados general de la EDAR.

El reactor se ajusta a la línea piezométrica de la planta actual, para garantizar el funcionamiento de todo el proceso. Por ello, el reactor tendrá 1,5m de altura respecto al terreno, considerando un resguardo de 0,5m. La excavación necesaria para su ejecución será de 3,75 m.

En cuanto a su situación en planta, se proyecta a continuación del pretratamiento, en paralelo a los dos reactores biológicos, en una zona que se reservó para futuras actuaciones.

Para la ejecución del selector se prevé una excavación con talud V1:H1 para garantizar la ejecución de los trabajos. Se empleará si fuesen necesario medios de achique e incluso entibación si los taludes fuesen inestables, aunque el anejo de geotecnia no contempla esta necesidad.

Para su ejecución no se afecta a ninguna de las estructuras existentes en la planta, únicamente a la plataforma de vial de hormigón, siendo necesario su reposición una vez se haya ejecutado el selector anaerobio.

Enfrentado al selector se proyecta el edificio de dosificación de cloruro férrico. Para el acceso tanto al selector como al edificio se prevé una plataforma de hormigón, que servirá principalmente para realizar labores de carga y descarga de reactivo. La superficie necesaria a ejecutar son 80 m^2 de pavimento de hormigón, que se ejecutarán con una primera capa de zahorra de 20 cm y una segunda capa de 20 cm de espesor de hormigón no estructural con mallazo.

Eliminación de nutrientes. Dosificación de cloruro férrico: Se prevé un pequeño edificio para alojar un depósito y sistema de dosificación de cloruro férrico, que complementará a la eliminación biológica del fósforo que se conseguirá en el reactor descrito anteriormente.

El edificio de dosificación de cloruro se proyecta enfrentado al selector anaerobio en la parte de la parcela de la EDAR que se dejó prevista para futuras ampliaciones. Para el acceso se prevé una plataforma de hormigón de 20 cm.

La instalación de dosificación de cloruro férrico contará con un depósito de PRFV de 10 m^3 de capacidad, de altura 2m y diámetro 2,5m, aislado mediante espuma de poliuretano. Este depósito se conectará a dos bombas dosificadoras de reactivo (1+1) de caudal de 0 a 45 l/h y 10 mca, y dos bombas de carga del depósito (1+1) de 10 m^3/h de caudal.

La dosificación de reactivo se realizará mediante conducción de diámetro 32 mm de PEAD al tratamiento biológico.

Toda la instalación de dosificación se albergará en un edificio, de dimensiones 8x6,1m, con una altura total de 4,6m respecto al terreno, condicionada por el depósito de cloruro férrico que debe alojar.

El diseño se proyecta conforme a la normativa de almacenamiento de líquidos corrosivos, la ITC MIE APQ-006. Por ello, las dimensiones del edificio vienen condicionadas por el tamaño del depósito, de diámetro 2,5m y 2 m de altura, dejando una separación a cada uno de los lados de los muros del cubeto de 1,5m. Todo el cubeto de retención estará revestido de azulejo, y tendrá capacidad suficiente para garantizar el almacenamiento de la totalidad del reactivo del depósito, es decir 10 m^3.

El muro del cubeto servirá como estructura de apoyo con una altura de 0,5m y anchura de 0,3m. El resto del cerramiento hasta alcanzar la altura total se resolverá con bloques de hormigón de color idéntico a los edificios ya existentes en la EDAR de Tordesillas. La cubierta se proyecta plana, no transitable, con protección pesada, con un pequeño peto perimetral rematado con albardilla.

La estructura se resuelve también igual a la de los edificios de la EDAR, en pilares de hormigón armado sobre zapatas aisladas con vigas de atado perimetrales, y forjado de losa prefabricada unidireccional sobre el que apoyará la solución de cubierta.

Eliminación de nutrientes. Instrumentación: Se proyecta la instrumentación necesaria en la EDAR para garantizar el control y el adecuado funcionamiento de los procesos.

Se proyecta un medidor de tipo REDOX en cada uno de los dos reactores junto con un medidor de oxígeno de tipo luminiscente en la zona anóxica, siendo controlados ambos mediante controlador de dos canales.

En la zona óxica de los reactores existentes se proyecta otro controlador al que se conectan dos elementos: otra sonda de oxígeno disuelto luminiscente y un medidor de sólidos en suspensión, que permita conocer la concentración de trabajo del proceso y por tanto regular y mejorar las purgas y recirculaciones de fangos.

Los medidores de oxígeno disuelto de tipo luminiscente presentan la ventaja de que no necesita calibración, por lo que el mantenimiento y las limpiezas son mucho más espaciadas.

Línea de fangos: La carga contaminante que llega a la EDAR difiere de unos meses a otros. En los meses estivales el caudal es superior debido al incremento poblacional, y por ello la carga contaminante que llega a planta es superior a los valores para los cuales fue diseñada la EDAR.

Un incremento en la carga contaminante de llegada en materia orgánica ocasiona un mayor volumen de fangos en exceso generados, que deben ser tratados en la línea de fangos.

Además es necesario considerar que con la dosificación de cloruro férrico se producirá un incremento de los fangos a tratar, debido a la precipitación química del fósforo.

Por tanto los fangos a tratar serán la suma de los generados en la situación más desfavorable, verano, calculados anteriormente, más los fangos formados por la precipitación química.

En las visitas realizadas a la planta los operarios de la planta nos han comentado que el principal problema que existe en la línea de fangos es que las bombas dosificadoras de polielectrolito tienen poco caudal, lo que provoca que no sean capaces de dosificar el reactivo necesario para trabajar con la centrífuga a caudal nominal de 5 m^3/h. Esto provoca que la centrífuga trabaje a menor caudal y por tanto sean necesarias más horas de trabajo.

Por ello, es necesario sustituir las bombas existentes por otras de mayor capacidad, hasta 300 l/h, que garanticen la dosificación de polielectrolito necesaria para la estabilización de fangos, y permitan trabajar con la centrífuga a caudal nominal de $5m^3/h$, consiguiendo una reducción en las horas de deshidratación.

En la actualidad el edificio de fangos se mantiene con las ventanas abiertas mientras están los operarios, para ventilar y evitar la acumulación de gases, pero por las tardes la sala queda cerrada y no dispone de ningún tipo de ventilación. Por ello, se proyectan dos extractores de aire con un caudal de renovación de $2.000m^3/h$ para que en la sala no se acumulen tantos gases corrosivos.

Las conducciones aéreas de fangos, que están a la intemperie, se congelan en los meses de invierno, lo que dificulta las labores de explotación. Por ello se proyecta su calorifugado mediante coquillas de lana de roca.

Otras actuaciones en la EDAR

- ***Bomba de cabecera:*** Se proyecta la sustitución de una de las tres bombas de cabecera por otra de mayor caudal, para garantizar que todo el caudal que llega desde el bombeo intermedio pueda ser introducido a tratamiento. La nueva bomba tendrá 250 m^3/h y 11 m.c.a. y sustituirá a una de las ya existentes.

- ***Estructura metálica y polipasto manual:*** Es necesario proyectar en el pozo de bombeo de la EDAR y en el pozo de fangos una estructura metálica y un polipasto manual de 500 kg, para labores de mantenimiento de las bombas.

- ***Desbaste:*** Se proyecta un tamiz automático de 3 mm de luz de paso para que sustituirá a la reja manual existente en el canal, ya que actualmente cuando arrancan más de una bomba en el pozo de bombeo el canal principal de tamiz no

puede hacer frente a todo el caudal y se desborda, por lo que trabajan con ambos canales. Será necesario sustituir el tornillo transportador de sólidos existente por uno nuevo, para que recoja los desbastes de los dos tamices.

- ***Sustitución del concentrador de grasas:*** El concentrador de grasas es de capacidad hidráulica menor que el caudal que debe ser capaz de tratar. Por ello se proyecta su sustitución por uno de 30 m^3/h, más capacidad para poder asumir los sobrenadantes de los dos decantadores.

- ***Calorifugado de tuberías:*** Es necesario realizar un calorifugado de las tuberías de proceso que están a la intemperie, como la conducción de las grasas y las tuberías de fangos, ya que en los días de heladas de invierno estas conducciones se congelan y se queda inoperativo el equipo.

- ***Sonda de nivel por ultrasonidos:*** La tolva no tiene medidor de ultrasonidos, por lo que deben subir los operarios y controlar el nivel visualmente. Será necesario proyectar un medidor de ultrasonidos en la tolva para facilitar las labores de explotación y el control de la gestión de residuos. El vaciado de la tolva se lleva a cabo una vez a la semana aproximadamente.

- ***Medidor Parshall para la medida del efluente depurado:*** Actualmente el efluente depurado de salida de los decantadores se conduce a la arqueta vista y desde ésta al vertido al río Duero. Se proyecta una arqueta Parshall después del tratamiento con el fin de que se pueda conocer que caudal depurado es vertido al río en todo momento.

- ***Extractor de aire de la sala de fangos:*** que garantice la correcta ventilación de la sala de fangos ya que actualmente no disponen de ventilación.

- ***Red de agua industrial:*** Se considera necesario proyectar una red de agua industrial que permita realizar labores de mantenimiento y limpieza con agua industrial, así como el riego de las zonas verdes interiores a la EDAR. Para ello se deberá instalar depósito de 5000 l, grupo de presión en arqueta enterrada de 2x2m, red de principal con bocas de riego de 63 mm de PEAD, y red de riego con aspersores de 32 mm de PEAD.

7.3.2 Estación de bombeo

En la actualidad el pozo de bombeo presenta dos problemas graves, a saber, la frecuencia de las inundaciones del pozo y la inexistencia de un desbaste adecuado previo a las bombas.

Para evitar la entrada de sólidos al bombeo que puedan atascar las bombas existentes se ha proyectado un nuevo canal de entrada adosado a la arqueta del pozo de bombeo actual. Este canal está divido en una primera cámara que consta de un aliviadero lateral de 2 m de longitud que verterá en caso que el caudal de entrada sea superior al caudal bombeado desde el pozo hasta la estación de tratamiento.

Para un funcionamiento normal, el efluente pasará a través de la reja de desbaste automática que elevará todos los materiales retenidos hasta un tornillo sinfín que los evacuará al contenedor metálico existente.

En casos de avería o trabajos de mantenimiento de la reja automática, se procederá al cierre de su compuerta mural y se dejará pasar el caudal entrante a través de la reja manual, que deberá ser limpiada mediante un rastrillo u otro tipo de herramienta por los encargados del mantenimiento de las instalaciones. Ambas rejas son de acero inoxidable y tienen una luz de 40 mm. Para el control del paso hacia una u otra reja se disponen dos compuertas murales manuales.

Elevación de la cota del pozo: Todo el pozo se eleva hasta una altura de 2m. Debido a que parte de la caseta del bombeo está situada sobre el pozo se hace necesaria su demolición. En ella se aloja el cuadro eléctrico de los equipos por lo que se debe trasladar provisionalmente a lugar protegido de la intemperie y próximo al pozo. También es necesaria la demolición de la losa superior del pozo. Esta demolición se realizará con los medios adecuados para evitar que los cascotes caigan al interior del pozo, protegiendo así las bombas y evitando así la necesidad de su retirada del interior.

Nueva caseta de bombeo: La estructura de la caseta se ha proyectado con perfiles metálicos con cerramiento mediante fábrica de ladrillo hueco doble, enfoscada y maestreada tanto en el interior como en el exterior y posteriormente se aplicará pintura plástica en ambas caras. La cubierta será de panel sándwich de chapa lacada e

interior de poliestireno extruido y cubierta mediante lámina asfáltica con árido de autoprotección. Se han dispuesto ventanas con carpintería metálica para la entrada de iluminación natural al interior de la caseta.

7.4 TUDELA DE DUERO

7.4.1 EDAR

Eliminación de nutrientes. Reactor anaerobio: Para la eliminación biológica del fósforo, se diseña un selector anaerobio previo al reactor biológico Con este selector se conseguirá reducir la concentración de fósforo y se complementará con una instalación de cloruro férrico, que se desarrolla más adelante.

Para conducir el influente desde el pretratamiento se proyecta una conducción de Ø400mm de fundición dúctil desde la arqueta de salida del desarenado hasta la entrada del reactor y otra de Ø400mm de FD desde el nuevo selector hasta la arquea de entrada a los biológicos. Se recircularán además los fangos al selector mediante conducción de impulsión de Ø250 mm de FD.

El reactor se diseña para el caudal actual real en la situación más desfavorable, que son los meses de verano cuando el caudal supera los 4.000 m^3/día y 10 mg/l de fósforo. Para un TRH de 150 min, con dimensiones 12x6m y una altura de lámina de agua de 4,5m, resultando un volumen total de agua 324m^3. El reactor se ajusta a la línea piezométrica de la planta actual, para garantizar el funcionamiento de todo el proceso.

Para mantener los sólidos en suspensión dentro de las dos cámaras, se dispondrá de dos agitadores sumergidos de 5,0 kW de potencia unitaria en la cámara anaerobia. Para su acceso, y debido a que el reactor ésta elevado sobre el terreno 1,5m, se prevén plataformas de 1x1m para el paso a estos agitadores mediante escaleras de tramex de 1m de anchura y pasarela metálica, ambas con barandilla.

Se proyecta una arqueta de vaciado del selector, mediante válvula de compuerta y conducción de diámetro 400 mm de PVC corrugado, que se unirá con la red de vaciados general de la EDAR.

Eliminación de nutrientes. Dosificación de cloruro férrico: Se prevé un pequeño edificio para alojar un depósito y sistema de dosificación de cloruro férrico, que complementará a la eliminación biológica del fósforo que se conseguirá en el reactor descrito anteriormente.

El edificio de dosificación de cloruro se proyecta en la misma plataforma que el selector anaerobio. Para el acceso a ambos elementos se prevé una plataforma de hormigón con bordillo perimetral. La instalación de dosificación de cloruro férrico contará con un depósito de PRFV de 10 m^3 de capacidad, dos bombas dosificadoras de reactivo (1+1) de caudal de 0 a 45 l/h y 10 mca, y dos bombas de carga del depósito (1+1) de 10 m^3/h de caudal. La dosificación de reactivo se realizará mediante conducción de diámetro 32 mm de PEAD al tratamiento biológico.

EL edificio que albergará la instalación tendrá dimensiones 8x6,1m, con una altura total de 4,6m respecto al terreno, condicionada por el depósito de cloruro férrico que debe alojar. El diseño se proyecta conforme a la normativa de almacenamiento de líquidos corrosivos, la ITC MIE APQ-006. Todo el cubeto de retención estará revestido de azulejo, y tendrá capacidad suficiente para garantizar el almacenamiento de la totalidad del reactivo del depósito, es decir 10 m^3.

El muro del cubeto servirá como estructura de apoyo con una altura de 0,5m y anchura de 0,3m. El resto del cerramiento hasta alcanzar la altura total se resolverá con bloques de hormigón de color idéntico a los edificios ya existentes en la EDAR. La cubierta se proyecta plana, no transitable, con protección pesada, con un pequeño peto perimetral rematado con albardilla. La estructura se resuelve también igual a la de los edificios de la EDAR, en pilares de hormigón armado sobre zapatas aisladas con vigas de atado perimetrales, y forjado de losa prefabricada unidireccional sobre el que apoyará la solución de cubierta.

Eliminación de nutrientes. Instrumentación: Se proyecta la instrumentación necesaria en la EDAR para garantizar el control y el adecuado funcionamiento de los procesos.

Se proyecta un medidor de tipo REDOX en cada uno de los dos reactores junto con dos medidores de oxígeno de tipo luminiscente en la zona anóxica, siendo controlados ambos mediante controlador de dos canales.

En la zona óxica de los reactores existentes se proyecta otro controlador al que se conectan dos elementos: otra sonda de oxígeno disuelto luminiscente y un medidor de sólidos en suspensión, que permita conocer la concentración de trabajo del proceso y por tanto regular y mejorar las purgas y recirculaciones de fangos.

Línea de fangos: La línea de fangos de Tudela de Duero funciona de forma correcta y tiene capacidad suficiente para asumir en la actualidad el caudal de fangos en exceso que se generará debido a la dosificación de cloruro férrico, y en la situación de futuro también.

Otras actuaciones en la EDAR: Además de la eliminación de nutrientes se proyectan las siguientes actuaciones:

- Estructura metálica y polipasto manual para el pozo de bombeo de cabecera y pozo de fangos.
- Variador de frecuencia para el control del bombeo de cabecera.
- Sonda de nivel tipo radar para el control del bombeo de cabecera.
- Sustitución de los dos aireadores del desarenado por encontrarse averiados y ser pequeños.
- Mejora de la línea de tratamiento de grasas mediante la implantación de otro equipo concentrador y la eliminación del bombeo, que ocasiona continuos problemas.
- Cabinas de insonorización para las soplantes.
- Calorifugado de las tuberías aéreas.
- Medidor Parshall del efluente depurado.

7.4.2 Estación de Bombeo 3:

Debido a que el pozo de bombeo 3 es el que ocasiona problemas en la explotación, se proyecta una reja de limpieza automática y un aliviadero de by-pass mediante compuerta y tubería aliviadero al río Duero.

7.4.3 Colector principal recogida de AN margen izquierda

En el Anejo nº 9 "Descripción y cálculos de la solución adoptada", se encuentran descritas con mayor profundidad las actuaciones que se llevarán a cabo fuera de la EDAR.

Las actuaciones que se llevarán a cabo fuera de la EDAR contemplan la ejecución de un nuevo emisario que recogerá los caudales generados en la margen izquierda del río Duero y la ejecución de un colector en la margen derecha hasta la conexión con el EB2, incluso la sustitución de un pequeño tramo anterior a la conexión para garantizar el correcto funcionamiento de todo el emisario.

7.4.4 Emisario principal

El nuevo emisario recorrerá la margen izquierda del río Duero desde la Urbanización privada Camping Club de Duero hasta llegar a la pasarela de reciente construcción, aguas abajo, a través de la cual cruzará el río.

Desde este punto bordeará la margen derecha del mismo hasta llegar a una estación de bombeo existente (EB2). Con esta actuación se logrará evitar el vertido directo al río de los caudales generados en el casco urbano de Tudela de Duero de la margen izquierda, mediante su incorporación a la red existente en la margen derecha y, con ello, su tratamiento en la EDAR de la localidad.

El emisario recogerá los caudales procedentes de la margen izquierda en los siguientes puntos:

Área de aportación	P.K.	Lugar
Área 1	0+000	Urbanización
Área 2	0+268→0+463	Paseo de Requejada
Área 3	0+463	Plaza El Plantío
Área 4	0+463	Plaza El Plantío
Área 5	0+463	Plaza El Plantío
Área 6	0+602	Calle Herrera
Área 7	0+806	Calle Herrera
Área 8	0+937	Calle Herrera
Área 9	1+018	Calle Herrera
Área 10	1+574	Margen Derecha

En la siguiente tabla se muestra el emisario por tramos con sus principales características:

P.K. (Inicio)	P.K. (Final)	Tubería		Tramo	Long. (m)	Ubicación (Margen del río)
		Material	Ø			
Estación de Bombeo nº1						Urbanización (MI)
0+000	0+077	**PE**	63	Impulsión	77,3	Paseo de Requejada (MI)
0+077	0+268	**PVC**	315	Nuevo	191,2	Paseo de Requejada (MI)
0+268	0+463	**Hormigón**	600	Existente	194,2	Paseo de Requejada (MI)
0+463	0+490	**PVC**	800	Nuevo	27,2	Plaza El Plantío (MI)
Estación de Bombeo nº2						Plaza El Plantío (MI)
0+499	0+602	**FD**	150	Impulsión	103,3	Plaza El Plantío (MI)
0+602	0+786	**PVC**	630	Existente	193,4	Calle Herrera (MI)
0+786	0+806	**PVC**	630	Nuevo	20,0	Calle Herrera (MI)
0+806	0+818	**PVC**	800	Nuevo	12,0	Calle Herrera (MI)
Aliviadero 1						Calle Herrera (MI)
0+821	0+937	**PVC**	400	Nuevo	115,8	Calle Herrera (MI)
0+937	1+018	**PVC**	630	Nuevo	81,2	Calle Herrera (MI)
1+018	1+024	**PVC**	630	Nuevo	6,0	Camino de Palacios (MI)
Aliviadero 2						Camino de Palacios (MI)
1+027	1+434	**PVC**	500	Nuevo	407,0	Camino de Palacios (MI)
1+434	1+574	**ACERO**	400	Nuevo	140,4	Puente río Duero (MI-MD)
1+574	1+586	**PVC**	800	Nuevo	12,0	Camino (MD)
Aliviadero 3						Camino (MD)
1+588	1+892	**PVC**	500	Nuevo	302,3	Camino (MD)

7.4.5 Colector margen derecha.

A partir del punto de conexión del emisario de la margen izquierda, se repone el existente de la margen derecha hasta la EB2. Sin embargo, queda un pequeño tramo anterior a la conexión en la que el emisario MD es de Ø250 mm de hormigón, ya que aguas arriba ya fue sustituido por el Ayuntamiento por Ø500 mm de PVC. Por ello para evitar un estrechamiento, alivios al río continuos atasques, y garantizar el correcto funcionamiento, se proyecta la sustitución de este pequeño tramo de 100 m por tubería de Ø500 mm de PVC.

7.5 BENAVENTE

La descripción de las actuaciones proyectadas se estructura en los siguientes puntos:

7.5.1 Colector de llegada y By-pass general de la planta:

El colector general entra directamente en el pozo de bombeo sin existir la posibilidad de poder aislar la planta para la realización de trabajos de mantenimiento en el pozo de gruesos o en el de bombeo.

Para estudiar la ejecución de un by-pass general de la planta hemos seguido el colector desde la depuradora hasta el punto de arranque situado junto a la antigua EDAR. Si quisiéramos hacerlo en ese punto el terreno no permite una salida al río ya que el punto de descarga en el cauce estará por debajo del nivel del agua.

Siguiendo el colector el punto más bajo por el que se produce la descarga del colector cuando llueve se localiza en el pozo nº 19 situado en la primera curva del camino de acceso a la planta, junto al circuito de cross. Este punto está situado a unos 650 m de la EDAR y el agua cuando rebosa discurre en paralelo al colector hacia la propia EDAR bordeándola por el lado norte.

Por este motivo planteamos realizar el alivio y By-pass general de la depuradora en el pozo de registro localizado más próximo a la planta.

La obra a realizar consiste en una arqueta con un aliviadero lateral de pared delgada en lámina libre que derive la diferencia de caudal entre el máximo transportado por el colector y el máximo bombeado por el doble conjunto de bombas instaladas en la

EDAR. El caudal derivado se conduce mediante una tubería de 100 cm de diámetro de hormigón armado por la margen derecha de la planta y, bordeando por el oeste el tanque de tormentas, se unirá a la tubería que sale de dicho tanque y finaliza en la obra de salida de la planta.

La arqueta aliviadero tiene unas dimensiones de 2,65 x 2,50 y una altura total de 8,70 m. La arqueta se encuentra en el camino de acceso justo antes de la entrada a la EDAR, por lo que la cubierta de la arqueta se realiza con una losa armada dejando una boca de hombre transitable para maquinaría pesada.

El aislamiento de la obra de llegada para permitir las operaciones de mantenimiento en los pozos de gruesos y de bombeo lo realizamos instalando una compuerta de tajadera en la embocadura del colector de llegada en el interior del pozo de grueso. Si cerramos esta válvula el tramo de colector de llegada se pone en carga hasta la arqueta de derivación y una vez alcanzada la cota del aliviadero anteriormente descrito vierte a la tubería de by-pass. En esta operación se pone parcialmente en carga todo el colector de agua bruta hasta una cota admisible inferior a las bocas de registro por lo que no se producirán alivios aguas arriba de la obra de derivación proyectada.

El aislamiento de la planta se realiza mediante una compuerta mural para colector de 1.000 mm de diámetro en el pozo de gruesos.

La tubería de by-pass parte del aliviadero y se une con el rebose del tanque de tormentas en un pozo de registro. La tubería es de diámetro 1.000 mm de hormigón armado y tiene una longitud de 124 m.

7.5.2 Eliminación de nitrógeno

Para la eliminación del nitrógeno se proyecta la instrumentación necesaria para garantizar el control y el adecuado funcionamiento de los procesos.

Se proyectan sondas de medición de oxígeno disuelto LDO. La solución adoptada consiste en la sustitución de los equipos de medida de oxigeno disuelto existentes por otros equipos de medida de tipo luminiscente rango 0-20 mg/l, con conexión a controlador universal, Instalados en los dos canales del biológico. (2 sondas)

Se proyectan sensores combinados para amonio y nitrato. Para el control de los ciclos de nitrificación y desnitrificación se proyecta un sistema de medida y control de nitratos y amonio compuesto por:

- Sonda de Amonio y Nitrato por electrodo selectivo, rango 0,5-1000mg/l NH4-N, 0,5-1000mg/l NO3-N.
- Set de montaje por pértiga de PVC para medidores de O2 de tamaño 1,5", con anclaje mural en acero inoxidable y pértiga de 2,3m en PVC.
- Set de montaje por pértiga para sonda de amonio NH4D sc /nitrato NO3D sc / AN-ISE sc, con anclaje mural/rail en acero inoxidable, y pértiga 2,3 m. en PVC.
- Controlador universal de dos canales para conexión de sondas digitales. Dos salidas de 4-20 mA y cuatro relés de alarma. Alimentación de 220 Vca.

Con este sensor el sistema de control de la planta responde a la situación en tiempo real de forma fiable y en continuo. Esto permite un control muy eficiente de los equipos de aireación que se traduce en una reducción de los costos de la energía consumida en la aireación.

En resumen las sondas de medida de Amonio/Nitratos proporcionan las siguientes prestaciones particulares:

- Medida directa de fácil interpretación por parte del operador: No requiere de correlaciones ni interpretación de los resultados en otras unidades de medida.
- Compensación interna de los interferentes principales integrada en nuestras sondas AN-ISE
- Mayor control del proceso no sujeto a factores externos no dependientes directamente de la medida.

7.5.3 Eliminación del fósforo:

Para la eliminación de fósforo se plantean dos sistemas por un lado eliminación biológica y para ello se diseña un selector anaerobio previo al reactor biológico Con este selector se conseguirá reducir la concentración de fósforo y se complementará con una instalación de cloruro férrico, que se desarrolla más adelante.

7.5.3.1 Selector

Para conducir el influente desde la arqueta de salida del pretratamiento al nuevo reactor, se proyecta una conducción de Ø 500 mm de PEAD PN-16, ya que su trazado es enterrado. El influente entrará por el centro a 2,05 m de profundidad de la lámina de agua y 0,85 m del terreno.

Además del influente, a la cabecera de la cámara anaerobia se recircularán los fangos biológicos. Para ello, es necesario ejecutar una nueva conducción en impulsión, de diámetro 300 mm de acero inoxidable los tramos vistos y de PEAD PN-16 los tramos enterrados, para conducir los fangos a recircular desde el pozo de fangos existente hasta la entrada al selector anaerobio, con una longitud total aproximada de 52 m.

El reactor se diseña para la situación más desfavorable, que son los caudales de diseño de la E.D.A.R. 7.717 m^3/día.

El selector anaerobio se proyecta para un tiempo de retención aproximado de 150 minutos, con dimensiones 15x12m y una altura de lámina de agua de 4,50m, resultando un volumen total de agua 810 m^3.

Para mantener los sólidos en suspensión dentro de las dos cámaras, se dispondrá de dos agitadores sumergidos de 5,0 kW de potencia unitaria en la cámara anaerobia, situados en el centro del reactor, enfrentados entre sí pero con el eje girado 45º, de tal forma que se asegure la agitación completa de todo el tanque.

Los agitadores dispondrán de sistema de elevación y giro. Para su acceso, y debido a que el reactor ésta elevado sobre el terreno 1,70 m, se prevén plataformas para el paso a estos agitadores mediante escaleras de tramex de 1m de anchura y pasarela metálica, ambas con barandilla.

El reactor se ajusta a la línea piezométrica de la planta actual, para garantizar el funcionamiento de todo el proceso. Por ello, el reactor tendrá 1,70m de altura respecto al terreno, considerando un resguardo de 0,5m. La excavación necesaria para su ejecución será de 4,20 m.

En cuanto a su situación en planta, se proyecta al lado del desarenador-desengrasador existente, próximo al centro de transformación.

Para la ejecución del selector se prevé una excavación con talud V1:H1 para garantizar la ejecución de los trabajos. Se empleará si fuese necesario medios de achique e incluso entibación si los taludes fuesen inestables, aunque el anejo de geotecnia no contempla esta necesidad.

Para su ejecución afecta a la acometida general que va desde el centro de transformación al cuadro general de distribución, para ello ha sido necesario sustituir dicha acometida que se incluye nueva.

Para el acceso al selector se prevé una plataforma con base de zahorra, capa intermedia y capa de rodadura con M.B.C. que servirá principalmente para acceder al selector. La superficie necesaria a ejecutar son 239,40 m^2 de pavimento, que se ejecutarán con una primera capa en base de zahorra de 20 cm y una segunda intermedia de M.B.C. tipo G-20 de 5 cm de espesor y una capa de rodadura de con M.B.C. tipo D-12 de 5 cm de espesor.

7.5.3.2 Dosificación de cloruro férrico.

Los equipos irán alojados en el nuevo edificio que también se destinará al tratamiento de escurridos. El sistema de dosificación de cloruro férrico complementará a la eliminación biológica del fósforo que se conseguirá en el reactor descrito anteriormente.

El edificio donde se alojan los equipos de dosificación de cloruro se proyecta con acceso desde el vial de entrada a la planta, por lo que no es necesario realizar plataforma.

La instalación de dosificación de cloruro férrico contará con un depósito de PRFV de 10 m^3 de capacidad, de doble capa. Este depósito se conectará a dos bombas dosificadoras de reactivo (1+1) de caudal de 5 a 54 l/h y 10 mca, y dos bombas de carga del depósito (1+1) de 10 m^3/h de caudal.

La dosificación de reactivo se realizará mediante conducción de diámetro 25 mm de PVC al tratamiento biológico.

7.5.4 Tratamiento de escurridos

La solución adoptada es un tratamiento físico-químico compuesto por los siguientes elementos:

- Bombeo de los escurridos mediante dos bombas centrífugas sumergibles de 15 m3/h y 1,75 Kw.
- Planta compacta, comprendiendo reactor de mezcla, reactor de floculación y decantador lamelar estático comprendiendo:

  Reactor de Mezcla de 0,5 m^3 de capacidad equipado con agitador de hélice marina / eje vertical de 0,50 Kw de potencia.

  Reactor de Floculación de 2,50 m^3 de capacidad con agitador de 0,18 Kw y velocidad de giro, regulable entre 40 y 60 rpm

  Decantador lamelar de 15 m^3/h, en régimen "crossflow" de las siguientes dimensiones:

Longitud total	4,50	m
Anchura total	2,50	m
Altura total	3,00	mm

- Bombeo de fangos decantados a espesador mediante dos bombas centrífugas horizontales especiales para fangos, Q= 15,5 m3/h, h= 10,7 m.c.a., rodete tipo vortex, de P= 2,2 KW.

El equipo compacto de tratamiento de escurridos va alojado en un edificio junto con los equipos de dosificación de cloruro férrico.

7.5.5 Tanque de tormentas:

El tanque de tormentas existente dispone de dos agitadores sumergidos para evitar la sedimentación de los sólidos contenidos en el agua de lluvia bombeada. Estos agitadores se encuentran en mal estado. Uno de ellos tiene el motor desmontado.

Se ha estudiado la posibilidad de reparar ambos agitadores pero la solución propuesta consiste en la sustitución de los mismos. Los agitadores propuestos son iguales a los existentes con una potencia de 2,5 KW - Número de palas: 3; Velocidad de la hélice: 800 rpm - Diámetro de la hélice: 370 mm

Cuando el tanque se llena (se ha diseñado para un tiempo de retención de 20 min a 8Qm) rebosa por un vertedero situado en la parte superior. El vertido que rebosa se une a la tubería de by-pass de la planta y termina en la arqueta de salida de agua tratada al cauce receptor. Al no disponer de ningún elemento que retenga los sólidos contenidos en las tormentas estos salen libremente por el rebose acabando por salir por la arqueta de agua tratada.

Para evitar la salida de los sólidos al cauce se proyecta la instalación de un tamiz situado en el aliviadero con una luz de 6 mm autopropulsado de 2.000 m^3/h.

7.5.6 Modificaciones en la arqueta de regulación de caudal

Debido a las perdidas de carga de la tubería actual de diámetro 300 mm, es necesario anular de la línea de proceso la tubería que comunica la arqueta de regulación de caudal con su correspondiente caudalímetro y válvula motorizada, que serviría para by-pasear el selector, pero en condiciones normales de funcionamiento esta válvula debe estar cerrada.

La nueva tubería que une el pretratamiento con el selector de PEAD PN-16 diámetro 500 mm sale de la arqueta actual de regulación de caudal con una altura de lámina de agua superior a la existente por lo que es necesario recrecer el vertedero hasta la cota adecuada.

Se proyecta una arqueta para el caudalímetro de diámetro 500 mm y su correspondiente caudalímetro electromagnético. Las dimensiones de la arqueta son: 1,40x2m con una altura total de 1,90m

7.5.7 Edificio de tratamiento de escurridos y dosificación de cloruro férrico

Es una construcción rectangular de dimensiones exteriores 10,50 x 6,50 m y una altura de 6,80 m.

El edificio dispondrá de una estructura de hormigón tipo HA-30, armada con acero tipo BS-500. compuesta por:

- Cimentación mediante zapatas aisladas de 1,30 x 1,30 x 0,40 m unidas con vigas riostras de 0,4 x 0,4 m.
- La estructura es de hormigón armado y está compuesta por 6 pilares de 30 x 30 cm y 5,5 m de altura total unidos mediante vigas de perimetrales de 0,30 x 0,35 m.

El Cerramiento estará compuesto por fábrica de ladrillo cara vista color rojo, en la cara interna se proyecta cámara de aire con fabrica de ladrillo hueco doble, aislamiento térmico y acabado en chapado de gres hasta una altura de 2 m para favorecer las tareas de limpieza y guarnecido de yeso a partir de 2 m y en paramentos horizontales.

La cubierta es a dos aguas ejecutada con tabique palomeros y teja cerámica.

7.5.8 Edificio industrial existente. Zona de cuadros eléctricos

Dentro del edificio de control existe una sala en la que se encuentran instalados los cuadros eléctricos. La cubierta de esta sala se encuentra destruida de forma que los cuadros eléctricos sufren el ataque del sulfhídrico y del CO2 que se genera en la zona de llegada de agua bruta y fangos.

Para subsanarlo hay que volver a aislar la sala y dotarla de equipos de ventilación forzada de aire. Las actuaciones realizadas para el aislamiento de la sala son:

Falso techo desmontable resistente a la corrosión mediante bandeja de aluminio liso de 600x600 mm en aluminio prelacado blanco, suspendido de perfilería vista, comprendiendo perfiles primarios, secundarios y angulares de remate.

Sellado de las juntas constructivas entre la obra de fábrica y las bandejas de aluminio con el fin de evitar la entrada de gases corrosivos en la sala, para ello se aplica un cordón de poliuretano en la junta con una sección media de 20 mm.

7.6 TORO

Las actuaciones proyectadas en Toro son:

7.6.1 ACTUACIONES EN LA EDAR

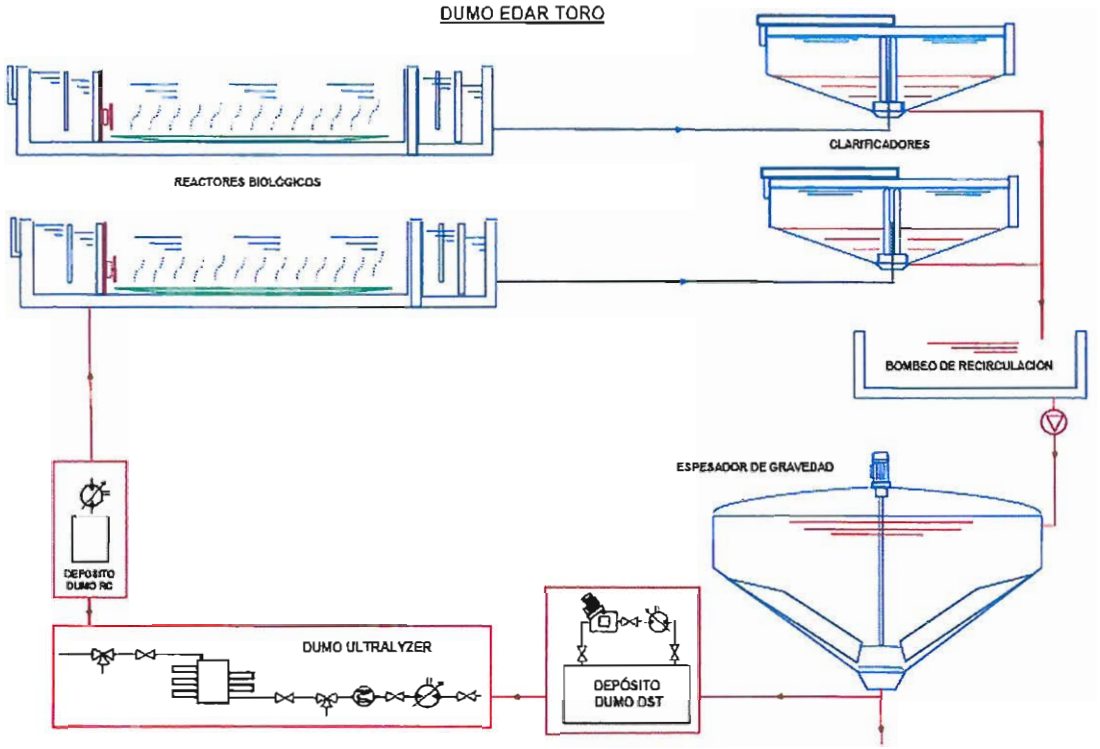
7.6.1.1 Eliminación de nitrógeno. Equipo de ultrasonidos.

Para solucionar el problema de eliminación del nitrógeno existente en la EDAR de Toro debido a la imposibilidad de obtener una desnitrificación completa motivada por la falta de materia carbonosa hemos proyectado un Equipo Desintegrador Ultrasónico de Materia Orgánica para optimizar la DQO necesaria para la desnitrificación de 18 m3/d de caudal de fangos biológicos espesados al 3% y 1 kW de potencia.

Dicho sistema permite desintegrar, un caudal máximo de 60 m^3/d de fangos secundarios espesados por cada 5Kw. Los cálculos recogidos en el Anejo nº 9 calculan la cantidad que se puede obtener, en términos de DQO, a partir del caudal de fangos secundarios desintegrados con este equipo hasta el nivel de lisis celular.

El sistema proyectado requiere someter a ultrasonidos en torno al 30% del caudal total de fangos secundarios espesados. El porcentaje de tratamiento puede variar dependiendo de las características biológicas del fango, siendo del 50/100% a tratar en algunos casos excepcionales. La desviación hacia el sistema Desintegrador Ultrasónico de Materia Orgánica de un caudal en torno al 30% del fango secundario espesado, se lleva a cabo a través de la instalación de un by-pass y un depósito de poliéster.

Tras la sonicación se devuelve el fango al reactor biológico, donde se volverá a encontrar con el resto de fango biológico no tratado.

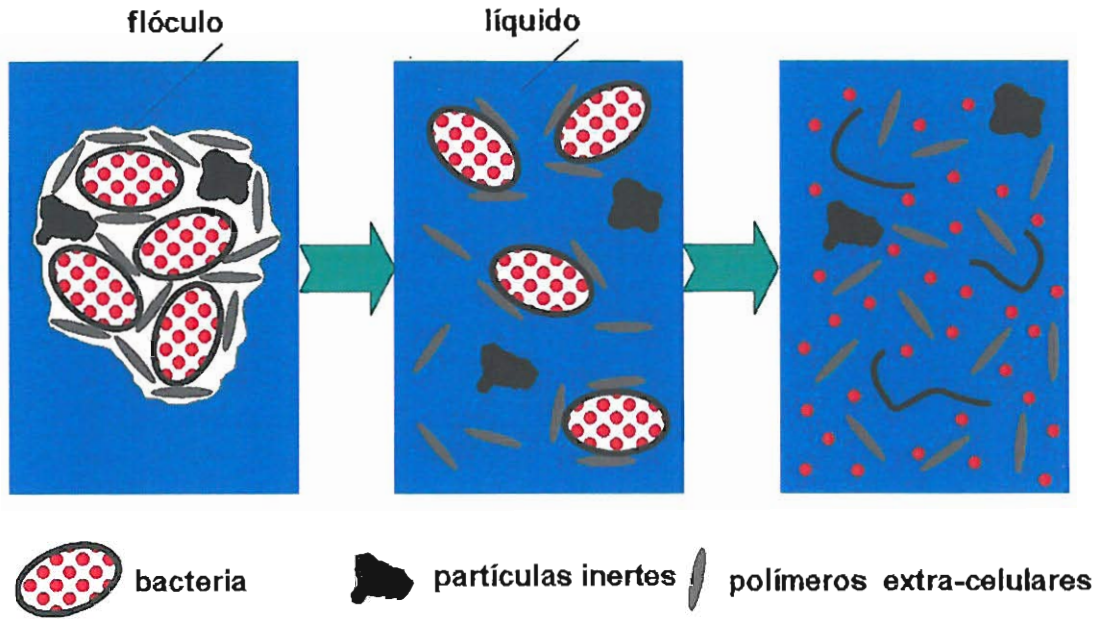


Implantación de DUMO para optimizar del reactor biológico

Estudio de sonicación.

Mediante la sonicación, o sometimiento a la tecnología DUMO (Desintegración Ultrasónica de Materia Orgánica) del lodo residual, las células biológicas se rompen, haciendo que haya más material orgánico disuelto biológicamente disponible. Esto resulta en una intensificación significativa del proceso de degradación anaeróbico, por lo que la degradación de los sólidos volátiles del lodo residual se mejora.

En la figura puede observarse la degradación de los biosólidos en función de la energía aplicada



Desintegración del flóculo y posterior ruptura celular al mantener la sonicación

La ruptura celular del lodo se determina mediante el incremento de la demanda química de oxígeno (DQO) en la fase acuosa del lodo. La fase acuosa del lodo se separa mediante la centrifugación a alta velocidad de las muestras (30 minutos a 40.000 g), seguido por una microfiltración mediante filtros de membrana de 0,45 µm de poro. Para su comparación, se utiliza un proceso de hidrolización química mediante la incubación de las muestras de lodo en hidróxido de sodio 0,5 molar durante 22 horas a 20º C.

El factor DDCOD (grado de desintegración) se define como la razón del incremento de COD por sonicación en la fracción disuelta con respecto del incremento de COD por hidrolización química.

$$DD_{COD} = (COD_{Ultrasound} - COD_0 \times 100) / (COD_{NaOH} - COD_0)$$

Donde:

CODUS es la demanda química de oxígeno de la muestra desintegrada (aquí por sonicación), [mg/l]

COD0 es la demanda química de oxígeno de la muestra sin tratar, [mg/l]

CODNaOH es la demanda química de oxígeno de la muestra de referencia, hidrolizada químicamente en una solución de NaOH 0.5 molar a 20º C durante 22 horas, [mg/l]

El incremento relativo en el DD_{COD} por cada kWh/m³ de consumo específico de energía ultrasónica puede considerarse, a nivel de proyectos de ingeniería real, en torno al 1%.

Con esta la base teórica y el apoyo de los resultados obtenidos a lo largo de los últimos años, en las distintas plantas donde se han realizado experiencias de eliminación de nitrógeno, se puede concretar la siguiente justificación técnica:

Con la Capacidad de Desnitrificación (CD), concepto que introduce la NORMA ATV-A131, se puede establecer que para una Capacidad de desnitrificación convencional(CDc) la EDAR de Toro tiene 79 mg N-NO3/l a desnitrificar, y para una Capacidad de desnitrificación con ultrasonidos (CDus) la EDAR tendrá 77 N-NO3/l a desnitrificar. Por tanto los nitratos a desnitrificar con un aporte de materia carbonosa, en este caso el fango secundario espesado que será desintegrado con DUMO Ultralyzer® será de 2 mg N-NO3/l.

Con datos conocidos puede calcularse la equivalencia en kg/d de los 2 mg/l sin más que considerar los 3.200 m3/d de caudal.

(2 mg N-NO3/l)*(3.200 m3/d) = 6,400 kg N-NO3/d.

Y esta será la cantidad de nitratos a eliminar por día con la materia carbonosa aportada por el equipo de ultrasonidos proyectado.

Para calcular la DQO necesaria para eliminar los nitratos requeridos se procede como sigue:

(6,4 kg N-NO3/d)*(5,75 kg DQObiodeg/kg N-NO3) = 36,800 kg DQObiodeg/d.

Serán necesarios 36,800 kg/d de DQO biodegradable para poder eliminar los 2 mg/l de nitratos en el efluente final.

Por otra parte, hay 9 kg biomasa/m3 en el fango biológico de la EDAR de TORO. Admitiendo una relación DQO - MV de biomasa de 1,42, habrá 12,78 kg/m3 de DQO biodegradable en el mencionado fango biológico.

Mediante la sonicación del lodo secundario, las células biológicas se rompen, haciendo que haya más material orgánico disuelto, biológicamente disponible para la desnitrificación. Sin embargo, se han de considerar una serie de restricciones, que se establecen de la experiencia y aplicación del sistema DUMO, para obtener DQO biodegradable en la biomasa desintegrada.

Siguiendo todas estas consideraciones obtenemos que el 53% de la DQO biodegradable está disponible.

Por tanto la DQO biodegradable disponible para desnitrificar será:

(12,78 kg DQObiod/m3)*0,53 = 6,77 kg DQObiod/m3.

Sabiendo la DQO biodegradable disponible por unidad de volumen y la DQO disponible por día (ambos datos calculados) puede calcularse el caudal de fangos secundarios a desintegrar con el equipo de ultrasonidos:

(36,8 kg DQObiodeg/d)/(6,67 kg DQObiod/m3) = 5,51 m3/d

Si cada unidad DUMO de 5 kW puede tratar un caudal de fangos secundarios espesados de 30 m3/d, el número de equipos será:

(5,51 m3/d)*(unidad DUMO de 5 kW/30 m3/d) = 0,19 DUMOS de 5 kW.

Será necesario por tanto 1 equipo DUMO de 1 kW para eliminar los 2 mg/l de Nitratos con la fuente de carbono endógena que suponen los fangos biológicos desintegrados.

El equipo se instalará en el edificio de secado de fangos existente y constará de los siguientes equipos:

- Reactor Desintegrador Ultrasónico de 1 Kw. de potencia equipado con los siguientes Periféricos:

Transductor de presión de 0 a 6 bares

Caudalímetro electromagnético T-500 DN32

Bomba helicoidal de 0,5 a 2,5 m3/h y 0,75 kW.

Sistema de limpieza

Tanque de poliéster reforzado con fibra de vidrio con una capacidad de 2,5 m3

Tanque de poliéster reforzado con fibra de vidrio con una capacidad de 1,5 m3

Bomba helicoidal de 1 a 3 m3/h y 1,10 kW.

Triturador para fangos de 90 m3/h.

Sistema de control de nivel neumático.

Agitador de lodos.

Estructura para el tanque de acondicionamiento.

Tuberías de interconexión con los equipos de fangos espesados existentes.

Las bombas de alimentación al equipo de ultrasonidos aspirarán del colector de aspiración de fangos espesados existentes en el edificio de secado de fangos. Estas bombas de tornillo helicoidal impulsan el fango al equipo de ultrasonidos y una vez sometido al proceso de sonicación se envía a la zona anóxica de los reactores biológicos.

7.6.1.2 Eliminación del fósforo. Dosificación de cloruro férrico.

Para garantizar la eliminación del fósforo, como seguridad adicional, se proyecta una instalación de dosificación de cloruro férrico que constará de un depósito de PRFV de 10 m^3 de capacidad, dos bombas dosificadoras de reactivo (1+1) de caudal de 0 a 45

l/h y 10 mca, y dos bombas de carga del depósito (1+1) de 10 m^3/h de caudal. La dosificación de reactivo se realizará mediante conducción de diámetro 32 mm de PEAD al tratamiento biológico.

Los equipos de almacenamiento y dosificación del reactivo se ubicarán, junto con los equipos de tratamiento de escurridos, en el edificio industrial proyectado. En cumplimiento de la normativa de almacenamiento de líquidos corrosivos, la ITC MIE APQ-006. el depósito de almacenamiento de cloruro férrico se alojará dentro de un cubeto de retención con capacidad suficiente para garantizar el almacenamiento de la totalidad del reactivo del depósito, es decir 10 m^3

7.6.1.3 Eliminación de nutrientes. Instrumentación.

Para el control de los ciclos de nitrificación y desnitrificación se proyecta la siguiente instrumentación:

- un sistema de medida del oxígeno disuelto tipo luminiscente rango 0-20 mg/l, con conexión a controlador universal, Instalados en los dos canales del biológico

- un sistema de medida y control de nitratos y amonio compuesto por:

    - Sonda de Amonio y Nitrato por electrodo selectivo, rango 0,5-1000mg/l NH4-N, 0,5-1000mg/l NO3-N.
    - Set de montaje por pértiga de PVC para medidores de O2 de tamaño 1,5", con anclaje mural en acero inoxidable y pértiga de 2,3m en PVC.
    - Set de montaje por pértiga para sonda de amonio NH4D sc /nitrato NO3D sc / AN-ISE sc, con anclaje mural/rail en acero inoxidable, y pértiga 2,3 m. en PVC.
    - Controlador universal de dos canales para conexión de sondas digitales. Dos salidas de 4-20 mA y cuatro relés de alarma. Alimentación de 220 Vca.

Con estos sistemas de control el explotador puede automatizar el funcionamiento de las soplantes y de las bombas de recirculación de fangos para optimizar la eliminación del nitrógeno y el fósforo con el máximo rendimiento al menor costo posible.

7.6.1.4 Tratamiento de escurridos.

El fósforo eliminado de las depuradoras se acumula en los fangos en exceso purgados del proceso. Estos fangos se espesan, se deshidratan y se almacenan en un silo para su disposición a vertedero. Una parte importante del fósforo eliminado del proceso se evacua con los fangos, pero hay otra parte muy significativa que se encuentra contenida en el escurrido de la centrífuga. Si este escurrido se retorna a la cabecera de la planta sin ningún tipo de tratamiento el fósforo contenido en él se reincorpora al agua residual. Para evitar este problema es necesario hacer un tratamiento de precipitación de los escurridos de las centrífugas.

El sistema de tratamiento adoptado para la precipitación del fósforo consiste en la adición de cloruro férrico en una cámara de mezcla y floculación, seguida de una decantación lamelar.

El tratamiento específico de estos vertidos estará compuesto por los siguientes elementos:

- Bombeo de los escurridos mediante dos bombas centrífugas sumergibles de 15 m3/h y 1,75 Kw.
- Planta compacta, comprendiendo reactor de mezcla, reactor de floculación y decantador lamelar estático de las siguientes características:

  Reactor de Mezcla de 0,5 m3 de capacidad equipado con agitador de hélice marina / eje vertical de 0,50 Kw de potencia.

  Reactor de Floculación de 2,50 m3 de capacidad con agitador de 0,18 Kw y velocidad de giro, regulable entre 40 y 60 rpm

  Decantador lamelar de 15 m3/h, en régimen "crossflow" de las siguientes dimensiones:

Longitud total	4,50	m
Anchura total	2,50	m
Altura total	3,00	mm

- Bombeo de fangos decantados a espesador mediante dos bombas centrífugas horizontales especiales para fangos, Q= 15,5 m3/h, h= 10,7 m.c.a., rodete tipo vortex, de 2,2 Kw de potencia unitaria.

Las bombas de alimentación al equipo de tratamiento de escurridos se colocan en el interior de una arqueta proyectada en el interior del edificio de secado de fangos existente. A esta arqueta confluyen los escurridos de las dos centrífugas existentes y de la nueva centrífuga proyectada.

7.6.1.5 Pozo de gruesos

Se proyecta la cubrición de los focos productores de gases tóxicos, fundamentalmente acido sulfhídrico, en los edificios de pretratamiento y deshidratación con el fin de realizar una desodorización localizada que garantice la seguridad de los operarios y la mayor durabilidad de los equipos. Los elementos proyectados para combatir los olores son:

- Cubierta corredera, instalada en el pozo de gruesos, de 6,00x3,00 de 1 hoja de PRFV, accionada mecánicamente mediante motor eléctrico, construida con cerco y bastidor de acero inoxidable, paneles de PRFV, con doble refuerzo interior, guía inferior, tope, cubre guías, accesorios necesarios para su funcionamiento.
- Tapas de PRFV para la cubrición de huecos en pozos de bombeo y canales de desbaste de 0,7 cm de espesor.
- Conjunto de aspiraciones de gases compuestos por tomas flexibles, rejillas de aspiración y tuberías de PRFV hasta el equipo de desodorización existente.

7.6.1.6 Secado de fangos

El sistema de secado mecánico de fangos de fangos existente consta de los elementos:

Bombeo fangos a deshidratar mediante dos bombas de tornillo de 3 m^3/h dotadas de variador de frecuencia.

Caudalímetro en la impulsión de fangos a deshidratar.

Para el acondicionamiento químico de este tipo de lodos se utiliza polielectrolito catiónico.

Equipo de preparación compacto automático para el polielectrolito con tres cubas, en cada una de las cuales irá instalado un electro agitador. La capacidad del equipo es de 700 litros. La salida de esta última cuba alimenta a dos (2) bombas dosificadoras de pistón, con un caudal variable entre 30 y 300 l/h. Estas bombas inyectan la solución en la tubería de alimentación de fangos a las centrífugas, quedando una de ellas en reserva.

Los fangos deshidratados al 25% serán conducidos para su almacenamiento en una (1) tolva de 15 m^3 de capacidad. Para llegar hasta la tolva, se utilizará un grupo motobomba de caudal variable 0,3-2 m3/h con una presión de 20 bar

Estos equipos resultan insuficientes para deshidratar el fango producido en la actualidad y aún lo serán en mayor medida cuando aumente la producción de fangos en exceso debido a la dosificación de cloruro férrico.

Por este motivo se proyecta una ampliación compuesta por los siguientes elementos:

- 2 Bombas de tornillo (Mono) para bombear el fango espesado a deshidratación de 3 a 10 m3/h.
- 1 Centrifuga para secado de fangos de 6 m3/h con una concentración de fango seco del 22%. Incluyendo cuadro eléctrico de control
- 1 Equipo de preparación automática de polielectrolito de 2.000 l de capacidad.
- 2 Bombas dosificadoras de tornillo para dosificación de polielectrolito de caudal variable de100 a 500 l/h
- 1 Bomba de tornillo, para impulsión fango del seco a la tolva de almacenamiento, de 1 a 3 m3/h incluso conexiones y tuberías
- 1 Tolva para los fangos secos de 50 m3 con descarga motorizada que sustituya a la tolva existente.

7.6.1.7 Edificio de tratamiento de escurridos y reactivos

La planta no dispone de ninguna zona donde ubicar los equipos de dosificación de cloruro férrico y de tratamiento de escurridos.

Por este motivo se proyecta un edificio industrial de las siguientes características:

Es una construcción rectangular de dimensiones exteriores 10,50 x 6,50 m y una altura de 6,80 m.

El edificio dispondrá de una estructura de hormigón tipo HA-30, armada con acero tipo BS-500. compuesta por:

- Cimentación mediante zapatas aisladas de 1,30 x 1,30 x 0,40 m unidas con vigas riostras de 0,4 x 0,4 m.
- La estructura es de hormigón armado y está compuesta por 6 pilares de 30 x 30 cm y 5,5 m de altura total unidos mediante vigas de perimetrales de 0,30 x 0,35 m.

El Cerramiento estará compuesto por fábrica de bloques de hormigón con acabado exterior en revestimiento monocapa, en la cara interna se proyecta cámara de aire con fabrica de ladrillo hueco doble, aislamiento térmico y acabado en chapado de gres hasta una altura de 2 m para favorecer las tareas de limpieza y guarnecido de yeso a partir de 2 m y en paramentos horizontales.

La cubierta estará compuesta por elementos estructurales prefabricados dallas que sustentan la cubierta formada por chapa galvanizada. Perfil TE - 43 de 0,6 mm de espesor, aislamiento IBR - 80 mm y chapa prelacada, perfil 30. Accesorios de fijación con capelotti de nylon antipuente térmico.

La cubierta es a dos aguas ejecutada con tabique palomeros y teja cerámica. Alrededor de la cubierta se proyecta un peto, para mantener las características de la edificación existente.

7.6.2 Bombeo de la Plaza de la Magdalena

Una de las dos bombas existentes (la original de tipo centrífuga sumergible y rodete monocanal) tiene problemas frecuentes de atascamiento. Si embargo la bomba de nueva instalación (de tipo sumergible tipo piraña) funciona de forma regular.

La actuación consiste en cambiar una de las dos bombas existentes (la original de tipo centrífuga sumergible y rodete monocanal) por otra similar a la de nueva instalación (de tipo sumergible tipo piraña) de 11 m3/h de caudal a 4 mca.

7.6.3 Bombeo del Polígono Industrial

Las bombas existentes centrífugas sumergibles de 22,5 m3/h de caudal unitario son insuficientes para impulsar el caudal generado por el polígono en tiempo seco; por lo que se produce un vertido de agua sin depurar al cauce receptor.

Proponemos la sustitución de las bombas existentes centrífugas sumergibles de 22,5 m3/h de caudal unitario por otras del mismo tipo y 45 m3/h a 23 m.c.a. Se incluye el cambio los tubos guía y de las cadenas de ama

7.6.4 Vertido del Puente de Piedra

El vertido que llega al río procedente de los colectores del Puente de Piedra no es apto para ser entregado a un cauce público por lo que es necesario realizar alguna actuación que lo depure hasta cumplir los parámetros adecuados.

La solución propuesta comprende las siguientes actuaciones:

- Unificación de los dos colectores y alivio de caudales en exceso
- Pozo de gruesos equipado con una cesta.
- Pozo de bombeo equipado con 1+1 bomba centrífuga sumergible de 12,5 m3/h de caudal unitario.
- Tamizado mediante tamiz rotativo autolimpiante de 1 mm de luz de paso y 50 m3/h de caudal nominal.
- Tanque decantador-digestor. Cilíndrico horizontal de 2,50 m de diámetro y 12,85 m de longitud total.

- Equipo de biodiscos compacto compuesto por 4 bloques de discos montados sobre eje macizo de acero inoxidable accionado por motorreductor de 0,55 Kw. alojados en cuba de PRFV. Superficie total de discos: 1.990 m2.
- Decantador lamelar compacto con 5,6 m3 de lamelas inclinadas de material plástico con bomba de evacuación de fangos decantados.

7.6.4.1 Datos de partida

Los datos de partida que han servido para el diseño de la EDAR son los siguientes:

POBLACION				
Población de diseño:			500	habitantes
Dotación de agua			240,00	l/habdía
CAUDALES:				
Caudal Diario			120,00	m3/día
Caudal Medio			5,00	m3/h
Caudal Punta	(BIOLOGICO)	2,5	12,50	m3/h
Caudal máximo	(PRETRATAMIENTO)	2,5	12,50	m3/h
CONTAMINACION				
DBO5:				
Carga por habitante			60,00	g/hab/día
Concentración			250,00	mg/l
Carga diaria			30,00	Kg/día
Carga puntual			1,88	Kg/h
SS totales:				
Carga por habitante			72,00	g/hab/día
Concentración			300,00	mg/l
Carga diaria			36,00	Kg/día
Carga puntual			2,25	Kg/h
DQO				
Carga por habitante			115,20	g/hab/día
Concentración			480,00	mg/l
Carga diaria			57,60	Kg/día
Carga puntual			3,60	Kg/h
N-NTK				
Carga por habitante			12,00	g/hab/día
Concentración			50,00	mg/l
Carga diaria			6,00	Kg/día
Carga puntual			0,38	Kg/h
P				
Carga por habitante			2,88	g/hab/día
Concentración			12,00	mg/l
Carga diaria			1,44	Kg/día
Carga puntual			0,09	Kg/h

TEMPERATURA		12,00	ºC
RESULTADOS A OBTENER			
DBO5:	<	25,00	mg/l
DQO:	<	125,00	mg/l
SS totales:	<	35,00	mg/l
N-NTK	<	15,00	mg/l
pH, entre:		5,5 y 9	
Rendimiento neto, DBO5		90%	
FANGOS			
Reducción de volátiles en digestión		40,00	%
Estabilidad (% en peso de volátiles)		60,00	%

7.6.4.2 Arqueta de confluencia y vertedero.

Los dos colectores existentes de 400 y 500 mm de diámetros respectivos confluyen en un pozo de registro. De este pozo sale una tubería de 150 mm de diámetro que alimenta a un tamiz estático de limpieza manual. En el citado pozo hay un resalte que funciona como aliviadero de pluviales detrás del cual sale un colector, de 600 mm de diámetro, que se junta con la salida del tamiz para terminar en el río Duero.

7.6.4.3 Pozo de gruesos

La tubería de 150 mm existente se intercepta en un punto anterior al tamiz. En este punto se construye la obra de llegada.

Las obras proyectadas comienzan con la citada obra de llegada compuesta por un pozo de gruesos y el pozo de bombeo de agua bruta.

El pozo de gruesos es de planta troncopiramidal de 1,50 m x 1,50 m y en él se instala una cesta de barrotes para retener los sólidos muy gruesos con una luz de paso de 50 mm y limpieza manual.

La cesta se eleva mediante un polipasto de accionamiento manual y se descarga en un contenedor.

En uno de los muros laterales del pozo se construye un aliviadero por el que vierte el exceso de caudal definido por la diferencia entre el caudal máximo que llega por el colector 10 Qm y el caudal máximo admitido por el pretratamiento 2,5Qm.

El agua libre de sólidos pasa al pozo de bombeo.

7.6.4.4 Pozo de bombeo

A continuación del pozo de gruesos se encuentra el pozo de bombeo. Es de planta CUADRADA de 1,50 x 1,50 m y 1,50 m de altura útil. Con una zona para la instalación de las válvulas de compuerta y de retención.

El pozo de bombeo está provisto de Dos bombas sumergibles, una de las cuales es de reserva. Su caudal unitario es de 12,50 m^3/h y su funcionamiento es automático. El funcionamiento automático del bombeo se controla por interruptores de nivel montados en el pozo. En caso de fallo eléctrico u otra emergencia, el agua bruta se evacua mediante el aliviadero situado en el pozo de gruesos.

7.6.4.5 Tamizado

Los vertidos elevados por las bombas pasan a un tamiz rotativo autolimpiante de 1 mm de luz con lo que se consigue reducciones significativas en las concentraciones de sólidos suspendidos y de la DBO de los vertidos.

El tamiz consiste, básicamente, en un tambor de malla especial, tipo "wedge-wire", que gira horizontalmente. El agua atraviesa la superficie filtrante del tambor, desde el exterior al interior, dejando los sólidos y grasas eliminados en la superficie de la malla. Dicho tambor, dotado de una lenta velocidad de rotación, va transportando los sólidos retenidos hasta un dispositivo rascador.

Los sólidos y grasas caen por gravedad del rascador sobre un tornillo transportador-compactador que los deposita en un contenedor, para su disposición final en vertedero.

El agua cae por gravedad dentro del tambor y atraviesa de nuevo la superficie filtrante, pero esta vez del interior al exterior, lavándola así en contracorriente y dejándola limpia y dispuesta para iniciar un nuevo ciclo.

Del tamiz los vertidos pasan, directamente, al medidor de caudal

7.6.4.6 Medida de caudal

Después del tamiz los vertidos se conducen a un medidor de caudal de tipo electromagnético. Las señales generadas por el instrumento son analógicas, de 4 a 20 mA. Además de un indicador local del caudal, el instrumento está dotado de un transmisor de las señales, que alimenta a un indicador, un registrador y un totalizador de caudal montados en panel.

A la salida del medidor de caudal, los vertidos se conducen por gravedad al sistema de tratamiento biológico.

7.6.4.7 Tanque polivalente.

Para núcleos de reducida población los decantadores-digestores en frió ofrecen ventajas para el tratamiento de las aguas residuales domésticas, ya que integran la sedimentación del agua y la digestión de los lodos sedimentados en la misma unidad, necesita una operación muy simple y no requiere de partes mecánicas, sin embargo, para su uso correcto es imprescindible que las aguas negras pasen previamente por el proceso de tamizado y retención de arena. Por este motivo hemos proyectado anteriormente un tamiz con 1 mm de luz de paso.

El proceso se inicia en el **Tanque Polivalente de Tres Cámaras** prefabricado donde se llevan a cabo las funciones de sedimentación (decantación primaria), laminación de caudal ("buffer"), y digestión de lodos.

Las principales características del tanque proyectado son las siguientes:

Diámetro adoptado	2,50	m
Longitud total mínima	11,66	m
Longitud adoptada	12,85	m
Capacidad unitaria	63,08	m3
Capacidad útil real total	63,08	m3
Tiempo de retención hidráulico a caudal promedio	12,62	h
Características del Efluente del decantador-digestor		
Peso diario de DBO5 en el efluente	21,00	Kg/dia

Concentración de la DBO5 en el efluente	175,00	mg/l
Peso diario de MSS en el efluente	10,80	Kg/dia
Concentración de SS en el efluente	90,00	mg/l

Como tratamiento primario de las aguas residuales a tratar, el **tanque polivalente de tres cámaras** actúa simultáneamente como depósito de decantación, cámara de digestión en frío de lodos y tanque de regulación de caudales.

La primera función para la que está diseñado el tanque es la de **decantación de las partículas en suspensión** existentes en el agua de entrada (tiempo de retención ≈ 4 horas). Se estima que la DBO de entrada se reduce del orden del 30% en ésta primera fase de decantación.

En el Tanque Polivalente también se lleva a cabo la **digestión en frío de los fangos retenidos**. Éste volumen se calcula en función de la cantidad de lodos producidos (estimado a partir de la carga eliminada de DBO) así como del tiempo previsto necesario para que se lleve a cabo la digestión (estimado en unos 60 días a 16ºC).

Finalmente, el Tanque Polivalente dispone de un volumen de regulación destinado **a laminar el caudal de entrada** a los Biodiscos con tal de que el tratamiento biológico funcione en condiciones constantes de caudal y carga contaminante.

El Tanque Polivalente dispone de tres compartimentos comunicados mediante tubos deflectores con el objeto de minimizar el arrastre de sólidos a posteriores etapas del tratamiento. El primer compartimiento ocupa aproximadamente el 50% del volumen total del tanque, mientras que el segundo y el tercer compartimiento ocupan el otro 50% restante (el 25% cada uno de ellos).

El primer compartimiento, además de recibir las aguas residuales brutas, recibe también **la purga de fangos en exceso** así como los **flotantes** retenidos en el clarificador secundario (decantador lamelar)

7.6.4.8 Biodiscos

El biodisco es un sistema de depuración biológica de bajo consumo energético y mínimo mantenimiento.

Fundamentos del proceso.

El biodisco es un equipo destinado a la depuración biológica aerobia de vertidos biodegradables. Se instala parcialmente sumergido en una cántara, en la que se dispone de un nivel constante de agua, y en la cual gira con lentitud.

Debido a la rotación, los discos entran y salen del agua arrastrando consigo parte del agua misma, saturándola de oxígeno al ponerla en contacto con el aire. Lentamente, se va formando en la superficie de los discos una película biológica o biofilm, que aparece de forma natural al crearse las condiciones óptimas para su desarrollo. Esto es: La presencia de substrato y abundante oxígeno.

El desarrollo biológico en las superficies va aumentando hasta que, debido al crecimiento de microorganismos y a la rotación de los discos, se efectúa el desprendimiento de la biomasa, pasando a estar en suspensión en el agua en forma de flóculos, estableciéndose un equilibrio entre la biomasa que crece en los discos y la que se desprende. De esta manera, se consigue la captura de sustancias orgánicas solubles y su transformación en materia sólida que puede ser separable por procedimientos físicos, tales como la decantación o el microtamizado.

El biodisco es un sistema de depuración de los denominados de lecho fijo (fixed film). No es necesario recircular fangos. El fango obtenido en el decantador secundario es completamente en exceso, y debe ser extraído de la manera más conveniente posible.

Características del proceso:

Las características típicas del proceso con biodiscos son:

- Notable elasticidad; es capaz de absorber moderadas puntas de carga orgánica e hidráulica, manteniendo muy estables los niveles de salida.
- No requiere recirculación de fangos. El fango activo del proceso es el que permanece adherido a los discos. Si la carga aumenta, la película bacteriana crece espontáneamente y los sólidos en suspensión a la salida del biodisco

disminuyen. Si la carga disminuye, la biomasa se desprende y aumentan los sólidos en el afluente al decantador secundario.

- No es necesario controlar la concentración del licor de mezcla; el fango extraído es un desecho del proceso, y ha de eliminarse como mejor convenga
- El nivel de ruidos es muy bajo.
- Hay ausencia de aerosoles.
- Las dimensiones de los depósitos de oxidación son menores que los utilizados por otro procesos.
- El rendimiento del proceso es más estable en épocas frías debido al hecho de permanecer cubiertos los tanques
- El consumo energético en muy reducido y a igualdad de resultados, comparándolo con un sistema de fangos activos, el consumo resulta ser la tercera parte.

Determinación de la DBO soluble:

Puede considerarse que la DBO soluble se refiere a aquellas partículas orgánicas disueltas o coloidales que son capaces de difundirse a través del biofilm. En el proceso se combina un fenómeno de captura de materia orgánica, una respiración de la biomasa que transforma la DBO soluble en subproductos y un fenómeno de metabolización de materia orgánica que se transforma en materia celular.

El resultado final del proceso, al desprenderse el biofilm, es la formación de un flóculo, compuesto de bacterias y de reservas orgánicas capturadas, que es capaz de decantar o ser separado mediante filtración. Las partículas orgánicas superiores a un cierto tamaño no intervienen en el proceso, siendo separadas por medios físicos anterior o posteriormente.

En la práctica, la DBO soluble se determina experimentalmente del mismo modo que la DBO5, salvo que la muestra a analizar es filtrada previamente utilizando el mismo procedimiento de filtración empleado para la determinación de los sólidos en suspensión. (Filtro MILLIPORE de 1 micra). La DQO soluble se determina por el mismo procedimiento.

El tratamiento biológico que el biodisco efectúa sobre la DBO soluble es un proceso de biofloculación, en el que la DBO soluble y la coloidal son biofloculadas y convertidas en

DBO decantable. Para la estimación de la DBO soluble DBOSo partiendo de la DBO5 en un proyecto para depuración de aguas residuales urbanas se considera que:

DBO soluble = DBO total - DBO suspendida

DBO suspendida = K. Sólidos en Suspensión.

En donde:

K = 0,5 para vertidos urbanos con un contenido en sólidos superior a la DBO5. (Por ejemplo: DBO5=250 y S.S=300 mg/l).

K = 0,6 para vertidos urbanos con una concentración de sólidos en suspensión aproximadamente igual a la concentración de la DBO5.

En lo referente a la DBO5 del efluente de los biodiscos, se efectúan las mismas consideraciones, pero aplicadas a la inversa. Es decir:

DBO5 efluente = DBO soluble + 0,5 x S.S.

BIODISCO INSTALADO

El Biodisco propuesto consta de 4 etapas de 2,25 metros de longitud cada una. Con discos de 1.990 m2 de superficie total.

El proyectado consta de un contenedor en el que se ubican los **biodiscos**, las **norias**, el **decantador lamelar**, y la electrobomba de **purga de los fangos** en exceso al tanque polivalente previo.

La unidad incluye dos norias. La finalidad de la primera es laminar el caudal del agua de entrada a los biodiscos (carga hidráulica constante). La segunda noria sirve para elevar el agua de salida de los biodiscos hasta el decantador lamelar.

La depuración del agua residual se lleva a cabo a través de un sistema de discos lisos de polipropileno situados sobre un eje a corta distancia entre ellos. Su funcionamiento se basa en que, al estar los discos parcialmente sumergidos en el agua residual, la rotación de los mismos (3,5 rpm) induce a que la película biológica formada se ponga

en contacto alternativamente con el agua y con el aire (transferencia de O2 manteniendo la biomasa en condiciones aeróbicas). Dicha rotación también es la causa del desprendimiento de los sólidos en exceso.

Los tabuladores colocados entre cada disco hacen las siguientes funciones:

- Airear el agua residual de la cuba.
- Mantener la distancia entre los discos.
- Regular constantemente la biomasa evitando que se produzca una saturación de la misma en los discos.
- Mantener en suspensión las partículas existentes en la cuba con tal de posibilitar su paso al decantador lamelar.

CARACTERISTICAS DE LOS BIODISCOS PROYECTADOS

EJES macizos de acero inoxidable sin anclajes ni soldaduras, de longitud reducida limitada a 2,5 metros entre apoyos. Los diámetros de los ejes de los Biodiscos oscilan entre los 45 y los 120 mm.

Los ejes están conectados al motoreductor (o entre ellos) mediante acoplamientos elásticos con dispositivos de goma con el objeto de compensar las irregularidades que ocasionalmente puedan producirse durante su funcionamiento. Los ejes forman parte de los módulos ya montados, por lo tanto no han de ser ajustados en la obra.

MOTOREDUCTORES tracción directa mediante engranajes (no precisan de cadena ni de piñones).

BIODISCOS monobloc fabricados en polipropileno rígido (material indeformable, no poroso y muy flexible). Su superficie plana y el espacio que se deja entre los discos impide posibles obstrucciones causadas por el fango.

CUBAS fabricadas en polipropileno y unidas mediante soldaduras especiales. Dichos contenedores presentan una estructura sólida exterior en acero inoxidable que garantiza la estabilidad del módulo.

APOYOS de poliamida (material plástico especial resistente a todo tipo de corrosión). En su interior se ubican los rodamientos del eje, lubrificados automáticamente (la recarga de lubricante se lleva acabo cada 4 meses aproximadamente).

La vida útil de los rodamientos oscila entre 5 y los 10 años. Después de este tiempo se deben sustituir.

CUBIERTA de aluminio anodizado con revestimiento interior aislante con sistema de apertura servoasistida que permite el acceso a todos los componentes del módulo de Biodiscos.

DISEÑO Y CONFIGURACIÓN DE LOS BIODISCOS PROYECTADOS

Uso de **NORIAS** accionadas con el mismo motoreductor de giro de los Biodiscos. Cada unidad incluye dos norias. La finalidad de la primera es laminar el caudal de agua de entrada a los biodiscos (caudal constante).

La segunda noria sirve para elevar el agua de salida de los biodiscos hasta el Decantador Lamelar.

CUBAS SEMICILÍNDRICAS para evitar la sedimentación de lodos en esquinas y zonas muertas. De este modo se evita la acumulación de fango que, en condiciones anóxicas, flota por el efecto del metano producido y, consecuentemente, genera malos olores.

TABULADORES colocados entre cada disco. Su función es airear el agua residual de la cuba, mantener la distancia entre los discos y mantener en suspensión las partículas existentes en la cuba con tal de posibilitar su paso al decantador lamelar.

INSTALACIÓN SEMIENTERRADA. Máxima integración en el entorno. Mínimo impacto visual.

7.6.4.9 Decantador lamelar

El diseño del clarificador secundario es un factor esencial en el diseño de una planta con biodiscos, ya que la medición de la DBO de salida se efectúa habitualmente sobre la DBO5. El clarificador debe diseñarse para proporcionar un a concentración en sólidos suspendidos igual o menor la DBO5 de diseño.

En el proceso de biodiscos, al igual que en el de lechos bacterianos, no llega al decantador secundario un licor de mezcla, sino un efluente que contiene flóculos en una concentración muy inferior, por lo que no se forma un manto de fangos significativo, siendo la velocidad ascensional del decantador el factor fundamental para el diseño

ETAPA DE CLARIFICACIÓN.

Después del tratamiento biológico, el agua es elevada por la noria de salida hasta el clarificador lamelar, instalado en el mismo módulo que los biodiscos.

Las lamelas inclinadas generan un flujo que facilita la separación del agua limpia del fango. La sedimentación se produce por el efecto de la gravedad dado que los microorganismos tienen una estructura densa y forman flóculos de rápida decantación.

El agua clarificada asciende lentamente entre las lamelas hasta llegar a los orificios de salida del agua tratada, mientras que el fango sedimenta depositándose en el fondo del decantador, que presenta forma de embudo.

Las principales ventajas de los decantadores lamelares son que no requieren energía y que precisan de muy poco espacio para su instalación.

El lodo depositado en el fondo del decantador es impulsado a la primera cavidad del tanque polivalente mediante una bomba de purga. Dicha bomba se rige mediante un temporizador en el que se programa la cadencia con la que ha de actuar la bomba así como el tiempo que debe funcionar cada vez que se acciona. Los términos de dicha programación dependerán de las características del agua bruta, aunque generalmente se trata de un equipo que suele trabajar del orden de una hora al día en total (3 minutos cada 2 horas).

Los fangos producidos se almacenan en el tanque polivalente durante varios meses donde sufren una fermentación anaerobia, una fuerte reducción de su volumen y un aumento de su grado de sequedad (de 60 a 80 gr/l). Todo ello implica que los lodos extraídos sean idóneos para su aplicación agrícola.

DEFINICION DEL DECANTADOR PROYECTADO

Forma del decantador	Rectangular	
Dimensiones interiores del decantador:		
Ancho útil del decantador	1,65	m
Longitud útil adoptada	2,00	m
Altura de resguardo sobre canal de recogida	0,25	m
Altura útil sobre lamelas	0,50	m
Altura de lamelas	0,95	m
Altura total de zona recta útil	1,45	m
Altura total de zona recta	1,70	m
Altura inclinada	0,80	m
Altura total	2,50	m

PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO REALES

Volumen total de lamelas adoptado	3,63	m3
Superficie total proyectada	19,98	m2
Superficie total nominal adoptada	39,93	m2
Volumen útil zona recta	4,79	m3
Volumen útil zona inclinada	0,88	m3
Volumen total útil	5,67	m3
Carga hidráulica real adoptada	1,82	m3/m2/h
Velocidad de Hacen adoptada	0,30	m3/m2/h
Tiempo de retención adoptado	56,73	min

SISTEMA DE RECOGIDA DEL AGUA CLARIFICADA

Canales dentados		
Nº de canales por decantador	2,00	uds
Material	Polipropileno	

SISTEMA DE CONCENTRACION DE FANGOS

Mecanismo concentrador	Cuenco troncocónico	
Nº de cuencos por decantador	1,00	uds

Nº de cuencos totales		1,00	uds
SISTEMA DE EVACUACION DE FANGOS			
Producción fango secundario		21,60	Kg/dia
Concentración del fango decantado		8,00	Kgr/m3
Volumen de fango purgado		2,70	m3/d
Sistema de purga	Bombeo		
Tipo de bomba	Centrifuga sumergible		
Nº de bombas en servicio		1,00	ud
Nº de bombas de reserva		1,00	ud
Nº de bombas instaladas		2,00	uds
Caudal unitario		8,00	m3/h
Altura manométrica		6,00	m.c.a.
Destino de los fangos	decantador-digestor		

7.6.4.10 Medida de caudal de agua tratada.

El agua decantada se dirige a una fuente de presentación que es una arqueta de dos cuerpos separados por un vertedero

Antes del vertido a cauce se realiza una media del caudal de agua tratada, mediante un medidor de caudal por ultrasonidos situado sobre el vertedero de la fuente de presentación. Las señales generadas son analógicas, de 4 a 20 mA. El equipo dispone de un indicador local del caudal, un transmisor de las señales que alimenta a un indicador, un registrador y un totalizador de caudal montados en panel.

7.6.4.11 Obra civil

Explanación y movimiento general de tierras.

El movimiento general de tierras consiste en la ejecución de una plataforma horizontal de cota 707.65.

Antes de iniciar las obras habrá que realizar un movimiento de tierras consistente en:

- Despeje, desbroce y limpieza del terreno para eliminar la tierra vegetal y posibles rellenos de carácter superficial.

- Excavación en explanación a cielo abierto hasta eliminar la capa de terreno no utilizable.

Una vez conseguida la cota de explanación mediante desmonte de la parcela se procederá a realizar la excavación en vaciado de los depósitos y se procederá el resto de las obras.

Estructuras.

Los pozos de gruesos y de bombeo, así como la obra de salida se han construido de hormigón armado. Los espesores y las armaduras se han determinado en el correspondiente Anejo de cálculos estructurales.

Los tanques de proceso son prefabricados colocados semienterrados sobre una losa de hormigón armado, cama de hormigón en masa hasta la generatriz y relleno con arena hasta la clave.

Edificio de explotación.

Se ha proyectado un edificio de las siguientes características.

Dadas las características geotécnicas del terreno se ha proyectado con zapatas arriostradas y losa de hormigón continua.

Se dispone un único edificio para el desarrollo de actividades de control y proceso de dimensiones de 5,80 m x 5,80 m. y 4,0 m altura útil. El edificio es de una sola planta en el que se alojan los pozos de gruesos y de bombeo, el tamiz y el contenedor de residuos. En una de sus esquinas se construye una sala de 2,0 x 2,0 m en la que se alojan los cuadros eléctricos y equipos de control.

Las características del edificio son:

- Zapatas de hormigón armado unidas mediante vigas riostras.
- Pilares y vigas de hormigón armado que terminan en forjado formado.

- Forjado 25+5 cm. formado a base de semiviguetas de hormigón pretensado, separadas 60 cm. entre ejes, bovedilla cerámica de 60x25x25 cm. y capa de compresión de 5 cm con mallazo. Hormigón HA-25/P/20/
- Cubierta invertida no transitable constituida por: capa de arcilla expandida en seco de espesor medio 5 cm., en formación de pendiente, con mallazo de acero 300x300x6 mm., tendido de mortero de cemento M-5, de 2 cm. de espesor, membrana bicapa no adherida, a base de lámina de betún plastomérico APP tipo Morterplas polimérica FV 3 kg. (LBM-30-FV), y otra lámina de betún plastomérico APP tipo Morterplas polimérica PE 3 kg. (LBM-30-PE) adherida a fuego a la anterior, aislamiento térmico de poliestireno extruído de 40 mm. de espesor tipo Roofmate SL, capa separadora tipo Terram 700, incluso extendido de una capa de canto rodado 20/40 mm. de 5 cm. de espesor con peto perimetral de 1,0 m.
- Pavimento de hormigón endurecido coloreado. Con texturado del hormigón y aplicación de resina de acabado y aditivo antideslizantes en zona de trabajo.
- Solado con baldosas de terrazo en sala de control.
- Cerramiento de ladrillo macizo de medio pie con enfoscado monocapa en cara externa y trasdosado con ladrillo hueco doble y enfoscado con mortero de cemento en cara interna.
- Carpintería de aluminio lacado en ventanas, con vidriería climalit.
- Puerta de hojas abatibles ejecutada con perfiles conformados en frío de acero galvanizado.
- Guarnecido y enlucido de yeso con acabado de pintura plástica.
- Instalaciones de agua fría, desagües y electricidad y alumbrado.

Urbanización.

La parcela adoptada para la implantación de los elementos empleados para la depuradora comprende una zona de terreno con una parte llana y otra con una ligera pendiente hacia las vías del tren.

Viales y cerramiento

Para los viales se proyecta la construcción de vial perimetral de 5 m de anchura de calzada pavimentado con firme de zahorra artificial de 20 cm de espesor bajo pavimento de vial de 20 cm de hormigón no estructural HNE-20/B/20 con mallazo de 15/15/6.

Se han proyectado aparcamientos y zonas para la maniobra de los camiones y vehículos que puedan acceder a la planta para la realización de diferentes tareas y trabajos.

Las aceras de 0,80 m de ancho se proyectan con baldosas de terrazo tipo relieve de 40 x 40 cm con marmolina y se situarán rodeando al edificio y zonas de acceso de la planta.

El bordillo será prefabricado de hormigón achaflanado, de 25 x 15 cm. de sección, asentado sobre base de hormigón en masa.

El cerramiento de la parcela estará realizado con malla de simple torsión plastificada verde, de 2,50 m de altura, malla de 40 x 40 mm, con postes de tubo verdes cada 3,00 m. Los postes del cerramiento se colocarán sobre zapata de hormigón armado de 0,6x0,6x0,3m.

En la entrada a la parcela se proyecta una puerta abatible de doble hoja compuesta por postes tubulares y malla similares a los empleados en el cerramiento.

8 ELECTRICIDAD CONTROL E INSTRUMENTACIÓN

8.1 CONDICIONES GENERALES ELECTRICIDAD

8.1.1 Conductores.

Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre y siempre aislados. La tensión asignada no será inferior a 450/750 V. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea menor del 3% para alumbrado y 5% para los demás usos.

El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior (3-5%) y la de la derivación individual (1,5%), de forma que la caída de tensión total sea

inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas (4,5-6,5%). Para instalaciones que se alimenten directamente en alta tensión, mediante un transformador propio, se considerará que la instalación interior de baja tensión tiene su origen a la salida del transformador, siendo también en esta caso las caídas de tensión máximas admisibles del 4,5% para alumbrado y 6,5 % para los demás usos.

En instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, salvo justificación por cálculo, la sección del conductor neutro será como mínimo igual a la de las fases. No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.

Las intensidades máximas admisibles se regirán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE 20.460-5-523.

8.1.2 Subdivisión de las instalaciones.

Las instalaciones se organizarán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación, por ejemplo a un sector del edificio, a una planta, a un solo local, etc., para lo cual los dispositivos de protección de cada circuito estarán adecuadamente coordinados y serán selectivos con los dispositivos generales de protección que les precedan.

Toda la instalación se dividirá en varios circuitos, según las necesidades, a fin de:

- Evitar las interrupciones innecesarias de todo el circuito y limitar las consecuencias de un fallo.
- Facilitar las verificaciones, ensayos y mantenimientos.
- Evitar los riesgos que podrían resultar del fallo de un solo circuito que pudiera dividirse, como por ejemplo si solo hay un circuito de alumbrado.

8.1.3 Equilibrado de cargas.

Para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que forman parte de una instalación, se procurará que aquella quede repartida entre sus fases o conductores polares.

8.1.4 Protección contra sobreintensidades.

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Las sobreintensidades pueden estar motivadas por:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran Impedancia.
- Cortocircuitos.
- Descargas eléctricas atmosféricas.

8.1.5 Protección contra Contactos directos.

Protección por aislamiento de las partes activas.

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

Protección por medio de barreras o envolventes.

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IP XXD.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- Bien con la ayuda de una llave o de una herramienta;

- O bien, después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes;

- O bien, si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual.

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

8.1.6 Protección Contactos indirectos.

La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación". Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo,

que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

8.2 CONDICIONES GENERALES AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

8.2.1 Filosofía de control

La automatización de la planta está implementada mediante lógica y cableada y programable, controlando principalmente dos modos de funcionamiento.

Funcionamiento Manual

La maniobra (arranque o parada de un motor, apertura o cierre de una válvula o compuerta, etc.) se realiza de forma voluntaria por el operador y ordenada al sistema mediante el accionamiento de elementos manuales de mando (pulsadores, selectores, etc.), siendo ejecutada por los actuadotes (contactores, arrancadores, variadores, posicionadotes, etc.) , teniendo en cuenta los enclavamientos de seguridad tales como boyas de nivel mínimo en pozos , finales de carrera en compuertas o válvulas, etc., evitando así de esta forma daños al equipo.

El modo de funcionamiento de la planta admite dos opciones: manual local y manual remoto:

La opción manual local se ordena las maniobras mediante botoneras a pie de máquina.

La opción manual remoto se ordena las maniobras mediante el teclado del PC de supervisión y control, y transmitiéndose dichas órdenes a través de la red entre PLC y

PC, consiguiendo así, no considerar al equipo en concreto en un proceso secuencial en la que intervienen distintos equipos.

Funcionamiento Automático

La maniobra (arranque o parada de un motor, apertura o cierre de una válvula, etc.) se realiza a través de las consignas de funcionamiento introducidas en el Software SCADA y transmitida al sistema por medio de la apertura o cierre de contactos, señales digitales o analógicas, etc.

Al igual que en el funcionamiento manual, la maniobra es ejecutada por los actuadores (contactores, arrancadores, variadores, posicionadores, etc.) sin otra limitación que los enclavamientos de seguridad tales como boyas de nivel mínimo en pozos, finales de carrera en compuertas o válvulas, etc. para evitar daños involuntarios al equipo.

8.2.2 Funciones del sistema de control

Supervisión

- Estado de cada equipo: automático, parada, fallo.
- Funcionamiento real: cuentahoras en cada equipo y paradas con alarma.
- Temporización y consignas de todos los elementos.
- Registro de caudales, PH, temperatura y energía consumida.
- Posiciones de compuertas y válvulas automáticas.
- Señales de vertidos por aliviaderos.
- Registro de niveles en pozos, depósitos de reactivos, silos de fangos, etc.
- Posición de sondas de nivel y finales de carrera.
- Señales de los instrumentos de medida.
- Caudales resultantes en cada punto de tratamiento.

Automatismos

- Secuencias de arranque y parada de máquinas en función de niveles, horas de funcionamiento, enclavamientos,...etc.
- Regulación de compuertas en función de caudales medios, para obtener repartos iguales de caudal o repartos a voluntad.
- Test de las posiciones y funcionamiento de las sondas de nivel, limitadores de par y demás elementos de señal digital.
- Conteo de tiempos de funcionamiento y evaluaciones y totalización de caudales en función de potencias absorbidas, señales de hitos para el mantenimiento, etc.
- Cambio de consigna de los bucles de control.

Alarmas

- Señal de fallo de motor.
- Señales de máximos o mínimos, provenientes de elementos como boyas de nivel,
- medidores de caudal, de oxígeno, NH4/NH3,...etc.
- Niveles mínimos en tanques de reactivos

La automatización de la planta así como la descripción de los equipos a instalar se encuentra con mayor detalle en el anejo nº 13 "Control y Automatización".

8.3 MEDINA

Las instalaciones eléctricas proyectadas en Medina del Campo son las siguientes:

8.3.1 Centro de transformación

El Centro de Transformación se encuentra situado en el límite de la parcela de la E.D.A.R, con acceso directo desde la vía pública. Se trata de un Centro de

Transformación prefabricado, tipo caseta, con envolvente de hormigón y estructura monobloque, en cuyo interior se incorpora la siguiente aparamenta:

Media Tensión:

- 1 Celda Modular gama SM6 tipo remonte de cables con seccionador de puesta a tierra GAM.
- 1 Celda Modular gama SM6 de protección mediante interruptor-fusibles combinados QM.
- 1 Celda de Modular gama SM6, de medida de tensión e intensidad salida y entrada inferior por cable., GBC-2C.
- 1 Transformador de Potencia de 630 KVA de Potencia aparente nominal.

Baja Tensión:

- 1 Cuadro eléctrico para el almacenamiento y conexionado del Contador de Energía eléctrica.

Atendiendo a los parámetros registrados por el maxímetro integrado en la unidad de medida, la potencia máxima aparente demandada por la instalación es de 388 KVA. Si además se tiene en cuenta las potencias de los equipos de nueva instalación, la potencia aparente instalada, (esto es sin tener en cuenta la compensación de energía reactiva) será de 441,81 kVA., lo que supondría para el transformador actual una reserva entorno al 29,87 %, y un índice de carga del 70,14%.

Con los resultados obtenidos se determina que no será necesario la sustitución del transformador de potencia actual por otro de mayor potencia, ya que con el actual de 630kVA, queda asegurado el suministro eléctrico de los nuevos equipos electromecánicos sin riesgo de sobrecarga.

8.3.2 Acometida transformador 630 KVA a CGD.

La acometida actual tiene una longitud aproximada de 20m, ejecutada mediante conductores de Cobre de agrupación unipolar, tensión de aislamiento 0,6/1Kv, aislamiento RV-K, 4x(3x(1x240) mm2 de sección de fase y 2x(1x240) mm2 de sección de neutro.

La actual acometida está dimensionada para transportar toda la potencia nominal del transformador. Lo mismo sucede con el Interruptor General Automático, siendo la corriente nominal ininterrumpida mayor que la máxima corriente demandada por el transformador.

8.3.3 Centro de control de motores (CCM).

Principalmente, la instalación eléctrica consta de un Cuadro general de Distribución que hace a su vez de Centro de Control de Motores (CGD-CCM1), desde el cual se alimenta a un segundo CCM (CCM2), mediante conductores unipolares RV-K , 0,6/1Kv de 2x(1x240)+1x240 mm^2 de sección, estando situado en un edificio independiente denominado Edificio de Soplantes.

Las características técnicas principales de cada CCM se describen a continuación:

CGD-CCM1

- Ejecución: Compartimentada mediante cubículos extraíbles.
- Tensión asignada de empleo (Ve): 400 Vac
- Tensión de mando: 230 Vac
- Tensión de señalización: 230 Vac
- Intensidad de cortocircuito condicional: 25 kA
- Grado de protección en servicio: IP 31
- Nº de Módulos: 11

CCM2

- Ejecución: Compartimentada mediante cubículos extraíbles.
- Tensión asignada de empleo (Ve): 400 Vac
- Tensión de mando: 230 Vac
- Tensión de señalización: 230 Vac
- Intensidad de cortocircuito condicional: 25 kA
- Grado de protección en servicio: IP 31
- Nº de Módulos: 5

El en módulo 1 del (CGD-CCM1) se encuentra instalado la unidad de medida a través de un analizador de redes de la Marca MERLIN GERIN, Modelo: PowerLogic System PM 500C., además de la Protección general en baja tensión del transformador de 630 kVA y del Grupo Electrógeno de 135 kVA.

La corriente asignada ininterrumpida del interruptor general automático del Cuadro General de distribución, es de 1250 A, siendo superior a la máxima corriente demandada por el transformador de potencia, por tanto no será necesario sustituir la protección general ni las pletinas del embarrado del CGD-CCM.

El CGD-CCM actual tiene espacio suficiente de reserva para almacenar los dispositivos de protección y maniobra de los equipos electromecánicos de nueva instalación.

En la misma sala en el que se encuentra el CGD-CCM1, además se encuentran 2 Armarios independientes destinados a:

- PLC.
- Batería automática de Condensadores.

La descripción de la instalación eléctrica así como los cálculos justificativos, se encuentra con mayor detalle en el anejo Nº 12 "Electricidad".

8.4 ISCAR

Las instalaciones eléctricas proyectadas en Iscar son las siguientes:

8.4.1 Centro de transformación.

El Centro de Transformación se encuentra situado en el límite de la parcela de la E.D.A.R, con acceso directo desde la vía pública. Se trata de un Centro de Transformación prefabricado, tipo caseta, con envolvente de hormigón y estructura monobloque, en cuyo interior se incorpora la siguiente aparamenta:

Media Tensión:

- 1 Celda Modular gama SM6 tipo llegada o salida de línea mediante Interruptor-seccionador (SF6) IM.

- 1 Celda Modular gama SM6 de protección mediante interruptor-fusibles combinados QM.

- 1 Celda de Modular gama SM6, de medida de tensión e intensidad salida y entrada inferior por cable., GBC-2C.

- 1 Transformador de Potencia de 400 KVA de Potencia aparente nominal.

Baja Tensión:

- 1 Cuadro eléctrico para el almacenamiento y conexionado del Contador de Energía eléctrica, con acceso desde el exterior.

- 1 Cuadro eléctrico, Marca Pronutec, tipo CBTA U630 IC 4P ST 4BC250, Tensión nominal 690 V, Intensidad nominal 630 A, con la siguiente aparamenta en su interior:

  - 1 Interruptor-Seccionador 3P+N , In: 630 A, Marca Telergón.
  - 3 Fusibles In:400A, Icu: 120kA, tipo: NH3/C3.

Atendiendo a los parámetros registrados por el maxímetro integrado en la unidad de medida, la potencia máxima aparente demandada por la instalación es aproximadamente de 81 KVA. Si además se tiene en cuenta las potencias de los equipos de nueva instalación, "*que en el caso de las soplantes, se consideraría el incremento entre la diferencia de potencias simultáneas de las soplantes actuales con las de nueva instalación (2x 45Kw – (2x35kw))*", la reserva del transformador actual estaría entorno al 62,48 %, lo que supondría un índice de carga del 37,52%. Por tanto no será necesario la sustitución del transformador de potencia actual por otro de mayor potencia, ya que con el actual de 400kVA, queda asegurado el suministro eléctrico de los nuevos equipos electromecánicos sin causar riesgo de sobrecarga.

8.4.2 Acometida a transformador 400 KVA a CGD.

La acometida actual tiene una longitud aproximada de 95m, ejecutada mediante conductores de Cobre de agrupación unipolar, tensión de aislamiento 0,6/1Kv, aislamiento RZ1-K (AS), 2x(3x(1x150) mm2 de sección de fase y (1x150) mm2 de sección de neutro.

La actual acometida está dimensionada para transportar toda la potencia nominal del transformador, al igual que el Interruptor General Automático.

8.4.3 Centro de control de motores (CCM).

La instalación eléctrica consta de un Cuadro General de Distribución que hace a su vez de Centro de Control de Motores (CGD-CCM). El Centro de Control de Motores se compone de 5 armarios metálico de dimensiones 2.000x1000x500mm, con placa de montaje, RAL 7032, con iluminación e interruptor de puerta, ventilación controlada por termostato, y resistencia calefactora, controlada por termostato, marca Himel.

En el Panel 1, se encuentra la unidad de medida mediante un analizador de redes de la Marca MERLIN GERIN, Modelo: PowerLogic System PM 500., y la Protección general mediante un Interruptor General Automático de corriente asignada ininterrumpida de 630 A, siendo superior a la máxima corriente demandada por el transformador de potencia, por tanto no será necesario sustituir la protección general ni las pletinas del embarrado del CGD-CCM.

El CGD-CCM actual tiene espacio suficiente de reserva para almacenar los dispositivos de protección y maniobra de los equipos electromecánicos de nueva instalación. A continuación se indican el porcentaje de reserva aproximado en cada uno de los paneles:

La descripción de la instalación eléctrica así como los cálculos justificativos, se encuentra con mayor detalle en el anejo Nº 12 "Electricidad".

8.5 TORDESILLAS

8.5.1 Centro de transformación

El Centro de Transformación se encuentra situado en el límite de la parcela de la E.D.A.R, con acceso directo desde la vía pública. Se trata de un Centro de Transformación prefabricado, tipo caseta, con envolvente de hormigón y estructura monobloque, en cuyo interior se incorpora la siguiente aparamenta:

Media Tensión:

- 1 Celda Modular gama SM6 tipo llegada o salida de línea mediante Interruptor-seccionador (SF6) IM.
- 1 Celda Modular gama SM6 de protección mediante interruptor-fusibles combinados QM.
- 1 Celda de Modular gama SM6, de medida de tensión e intensidad salida y entrada inferior por cable., GBC-2C.
- 1 Transformador de Potencia de 250 KVA de Potencia aparente nominal.

Baja Tensión:

- 1 Cuadro eléctrico para el almacenamiento y conexionado del Contador de Energía eléctrica, con acceso desde el exterior.

Atendiendo a las potencias de los equipos de nueva instalación, la reserva del transformador actual estaría entorno al 15,48 %, lo que supondría un índice de carga del 84,52%. Por tanto no será necesario la sustitución del transformador de potencia actual por otro de mayor potencia, ya que con el actual de 250kVA, queda asegurado el suministro eléctrico de los nuevos equipos electromecánicos sin causar riesgo de sobrecarga.

8.5.2 Acometida transformador 250 KVA a CGD.

La acometida actual tiene una longitud aproximada de 35m, ejecutada mediante conductores de Cobre de agrupación unipolar, tensión de aislamiento 0,6/1Kv, aislamiento RZ1-K (AS), 2x(3x(1x150) mm2 de sección de fase y (1x150) mm2 de sección de neutro.

La actual acometida está dimensionada para transportar toda la potencia nominal del transformador, al igual que el Interruptor General Automático.

8.5.3 Centro de control de motores (CCM).

La instalación eléctrica consta de un Cuadro General de Distribución, el cual en su interior contiene la siguiente aparamenta eléctrica:

- 1 Interruptor General Automático de 400A de corriente nominal ininterrumpida
- 1 Seccionador de corte en carga, salida al CCM1
- 1 Seccionador de corte en carga, salida al CCM2
- 1 Unidad de medida de energía eléctrica.

El CCM1 se compone de 4 armarios metálicos de dimensiones 2.000x1000x500mm cada uno, con placa de montaje, RAL 7032, con iluminación e interruptor de puerta, ventilación controlada por termostato, y resistencia calefactora, controlada por termostato, marca Himel.

El CCM2 se compone de 3 armarios metálicos de dimensiones 2.000x1000x500mm cada uno, con placa de montaje, RAL 7032, con iluminación e interruptor de puerta, ventilación controlada por termostato, y resistencia calefactora, controlada por termostato, marca Himel.

En la misma sala de CCM´s, además se encuentran 1 Armario metálico destinado al PLC.

Entre los CCM´s instalados en planta, disponen de espacio suficiente para albergar los dispositivos de protección de los equipos electromecánicos de nueva instalación.

La descripción de la instalación eléctrica así como los cálculos justificativos, se encuentra con mayor detalle en el anejo Nº 12 "Electricidad".

8.6 TUDELA DE DUERO

8.6.1 Centro de transformación

El Centro de Transformación se encuentra situado en el límite de la parcela de la E.D.A.R, con acceso directo desde la vía pública. Se trata de un Centro de Transformación prefabricado, tipo caseta, con envolvente de hormigón y estructura monobloque, en cuyo interior se incorpora la siguiente aparamenta:

Media Tensión:

- 1 Celda Modular gama SM6 tipo llegada o salida de línea mediante Interruptor-seccionador (SF6) IM.
- 1 Celda Modular gama SM6 de protección mediante interruptor-fusibles combinados QM.
- 1 Celda de Modular gama SM6, de medida de tensión e intensidad salida y entrada inferior por cable., GBC-2C.
- 1 Transformador de Potencia de 400 KVA de Potencia aparente nominal.

Baja Tensión:

- 1 Cuadro eléctrico para el almacenamiento y conexionado del Contador de Energía eléctrica, con acceso desde el exterior.
- 1 Cuadro eléctrico, BC250, Tensión nominal 690 V, Intensidad nominal 630 A, con la siguiente aparamenta en su interior:

  - 1 Interruptor-Seccionador 3P+N , In: 630 A, Marca Telergón.
  - 3 Fusibles In:400A, Icu: 120kA, tipo: NH3/C3.

Atendiendo a los parámetros registrados por el maxímetro integrado en la unidad de medida, la potencia máxima aparente demandada actualmente por la instalación es aproximadamente de 145 KVA. Si además se tiene en cuenta las potencias de los equipos de nueva instalación, la potencia aparente demandada estaría entorno a 196 kVA lo que supondría para el transformador actual un índice de carga del 49%. Por tanto no será necesario la sustitución del transformador de potencia actual por otro de

mayor potencia, ya que con el actual de 400kVA, queda asegurado el suministro eléctrico de los nuevos equipos electromecánicos sin causar riesgo de sobrecarga.

8.6.2 Acometida de baja tensión del centro de transformación al CCM1.

La acometida actual tiene una longitud aproximada de 85m, ejecutada mediante conductores de Cobre de agrupación unipolar, tensión de aislamiento 0,6/1Kv, aislamiento RZ1-K (AS), 2x(3x(1x150) mm2 de sección de fase y (1x150) mm2 de sección de neutro.

La actual acometida está dimensionada para transportar toda la potencia nominal del transformador, al igual que el Interruptor General Automático.

8.6.3 Acometida de baja tensión del centro de transformación al CGD.

La acometida actual tiene una longitud aproximada de 85m, ejecutada mediante conductores de Cobre de agrupación unipolar, tensión de aislamiento 0,6/1Kv, aislamiento RZ1-K (AS), 2x(3x(1x150) mm2 de sección de fase y (1x150) mm2 de sección de neutro.

La actual acometida está dimensionada para transportar toda la potencia nominal del transformador, aunque el Interruptor general Automático Magnetotérmico instalado actualmente no tiene capacidad suficiente para proteger las líneas de alimentación actuales más la protección general del CCM2 de nueva instalación, es por ello por lo que el Interruptor General Automático Magnetotérmico IV polos de 400A, 36 KA de poder de corte, equipado con bobina de disparo, con transformador toroidal y relé diferencial reg. de 0,5 a 0,03A, será sustituido por otro Interruptor General Automático Magnetotérmico IV polos de 630A, 36 KA de poder de corte. Teniendo en cuenta esta actuación, la acometida al CGD no será necesario sustituirla.

8.6.4 Descripción del armario general de distribución.

El Cuadro General de Distribución está situado en la propia sala de CCM´s, la distribución se realiza a 400/230V. III+N desde el transformador existente de 400 KVA.

Este cuadro tiene una acometida desde el transformador de 400 KVA, realizada mediante conductores de Cu RZ1-K (AS) 0,6/1KV, de sección 2x(3x(1X150))+1x150 mm2. El sistema de instalación empleado es tipo D.

El Cuadro general de distribución, es un cuadro de la marca Himel, modular compuesto por : 1 módulo IP 55 de dimensiones (2000x800x400 mm), Ral 7032.

En la entrada del Cuadro hay un Interruptor Automático Magnetotérmico de IV polos y 400 Amperios y 36 KA de poder de corte regulables, equipados con bobina de disparo, con transformador toroidal y relé diferencial reg. de 0,03 a 3A.

Desde este Cuadro (CGD), parten las líneas de alimentación a los distintos Cuadros locales y están compuestas por los siguientes elementos de protección:

- Línea de Alimentación a la Batería Automática de Condensadores:

    - Interruptor Automático Magnetotérmico III polos de 250A, 36 KA de poder de corte, equipado con bobina de disparo, con transformador toroidal y relé diferencial reg. de 0,5 a 0,03ª

- Línea de Alimentación a Cuadro Local de Alumbrado edificio Explotación

    - Interruptor Automático Magnetotérmico IV polos de 63A, 36 KA de poder de corte, equipado con bobina de disparo, con transformador toroidal y relé diferencial reg. de 0,5 a 0,03ª

- Línea de Alimentación a Cuadro Local de Alumbrado edificio de Control

    - Interruptor Automático Magnetotérmico IV polos de 63A, 36 KA de poder de corte, equipado con bobina de disparo, con transformador toroidal y relé diferencial reg. de 0,5 a 0,03ª

El CGD, cuenta con espacio de reserva suficiente para alojar nuevos equipos de protección de fuerza y maniobra.

El Interruptor general Automático Magnetotérmico instalado actualmente no tiene capacidad suficiente para proteger las líneas de alimentación actuales más la protección general del CCM2 de nueva instalación, es por ello por lo que el Interruptor General Automático Magnetotérmico IV polos de 400A, 36 KA de poder de corte, equipado con bobina de disparo, con transformador toroidal y relé diferencial reg. de 0,5 a 0,03A, será sustituido por otro Interruptor General Automático Magnetotérmico IV polos de 630A, 36 KA de poder de corte.

8.6.5 Descripción del centro de control de motores Nº1 (CCM1)

El Centro de Control de Motores nº1 (CCM1) está situado en la propia sala de CCM´s, la distribución se realiza a 400/230V. III+N desde el transformador existente de 400 KVA.

Este cuadro tiene una acometida desde el transformador de 400 KVA, realizada mediante conductores de Cu RZ1-K (AS) 0,6/1KV, de sección 2x(3x(1X150))+1x150 mm2. El sistema de instalación empleado es tipo D.

El Centro de Control de Motores se compone de 7 Paneles en ejecución compartimentada mediante cubículos extraibles de dimensiones 2.384x800x400mm, cada uno. Las principales características son:

- Marca: Telemecanique
- Tipo de Ejecución: Compartimentada mediante cubículos extraíbles.
- Tensión nominal/Frecuencia: Trifásica 400V/50Hz
- Sistema de distribución eléctrica: TN-C
- Tensión de Maniobra: 24 Vac
- Tensión de señalización: 24 Vac
- Tensión auxiliar: 24 Vac
- Rigidez dieléctrica (entre fases y fases y neutro): 2Un + 1000 (Sin mando).
- Intensidad de cortocircuito: 25KA
- Grado de Protección: Estanco IP549
- Barras horizontales Cu 50x6 mm:
  - 1 por fase 630 A
  - 1 de neutro 630 A
- Barras horizontales Cu 25x6 mm

- 1 de tierra

En el Panel 1, se encuentra la unidad de medida mediante un analizador de redes de la Marca MERLIN GERIN, Modelo: PowerLogic System PM 710., y la Protección general mediante un Interruptor General Automático de las siguientes características:

- Macar: Merlin Gerin
- Modelo: Compact NS 630 NE
- Tipo: Caja Moldeada
- In: 630 A
- Ue: 415 V
- Ui: 1000 V
- Icu: 50 KA
- Unidad de control: STR23SE

En el resto de paneles se encuentran la protección y maniobra de los equipos electromecánicos de la E.D.A.R.

En la misma sala de CCM´s, además se encuentran 1 Cuadro PLC, IP 55 de dimensiones (2000x800x400).

El CCM1 dispone de poco espacio de reserva, lo que implica que no será manipulado para implementar la maniobra ni colocar los dispositivos de protección de los equipos electromecánicos de nueva instalación.

8.6.6 Descripción del centro de control de motores Nº2 (CCM2)

El Cuadro de Control de motores (*nueva insta*lación), se compone de un armario modular compuesto por 2 módulos CCM IP55 de dimensiones (2200x1000x600mm).

En el panel 1 se instalarán los dispositivos de protección y maniobra de los motores eléctricos de nueva instalación, mientras que en el panel 2 se colocarán los dispositivos de protección de los equipos de instrumentación así como los módulos de ampliación e interface del PLC existente.

Los elementos de protección de las distintas líneas de alimentación, así como la acometida desde el CGD hasta el CCM2 de nueva instalación y las líneas de

alimentación a los distintos equipos, se justifican en el anejo nº 12 "Electricidad", del presente proyecto.

8.7 BENAVENTE

8.7.1 Centro de transformación

El Centro de Transformación se encuentra situado en el límite de la parcela de la E.D.A.R, con acceso directo desde la vía pública. Se trata de un Centro de Transformación prefabricado, tipo caseta, con envolvente de hormigón y estructura monobloque, en cuyo interior se incorpora la siguiente aparamenta:

Media Tensión:

- 1 Celda Modular gama SM6 tipo remonte de cables con seccionador de puesta a tierra GAM.
- 1 Celda Modular gama SM6 de protección mediante interruptor-fusibles combinados QM.
- 1 Celda de Modular gama SM6, de medida de tensión e intensidad salida y entrada inferior por cable., GBC-2C.
- 1 Transformador de Potencia de 630 KVA de Potencia aparente nominal.

Baja Tensión:

- 1 Cuadro eléctrico para el almacenamiento y conexionado del Contador de Energía eléctrica.
- 1 Interruptor-Seccionador 3P+N , In: 1000A, Marca Telergón , Serie 5000.
- 3 Fusibles , In:800A, Icu: 120kA, tipo: NH4, Marca Siba.

Considerando las potencias absorbidas simultáneas de los equipos de nueva instalación, la reserva del transformador actual estaría entorno al 23%, lo que supondría un índice de carga del 77%. Con estos resultados, se determina que no será necesario la sustitución del transformador de potencia actual por otro de mayor potencia, ya que con el actual de 630kVA, queda asegurado el suministro eléctrico de los nuevos equipos electromecánicos sin riesgo de sobrecarga.

8.7.2 Acometida transformador 630 KVA a CGD.

La acometida actual tiene una longitud aproximada de 90m, ejecutada mediante conductores de Cobre de agrupación unipolar, tensión de aislamiento 0,6/1Kv, aislamiento RV-K, 2x(3x(1x150) mm2 de sección de fase y (1x150) mm2 de sección de neutro.

La instalación del nuevo selector para la eliminación biológica del fósforo, se ejecutará por donde discurre el trazado de la acometida actual, lo que implica desviar dicha acometida y las arquetas por un nuevo trazado, el cual no se vea obstaculizado por ningún elemento.

La nueva acometida tendrá una longitud aproximada de 110 m, y se dimensionará para transportar la potencia nominal del transformador, ejecutándose mediante conductores de Cobre de agrupación unipolar, tensión de aislamiento 0,6/1Kv, aislamiento RZ1-K (AS) "Alta seguridad", 4x (3x (1x240) mm2 de sección de fase y 2 x (1x240) mm2 de sección de neutro.

8.7.3 Centro de control de motores (CCM).

La instalación eléctrica consta de un Cuadro General de Distribución que hace a su vez de Centro de Control de Motores (CGD-CCM). El Centro de Control de Motores se compone de 14 Módulos en ejecución compartimentada mediante cubículos extraíbles. En el módulo 1, se encuentra la unidad de medida mediante un analizador de redes de la Marca CIRCUITOR, Modelo: CVMx., y la Protección general mediante un Interruptor General Automático de las siguientes características:

- Macar: GE
- Modelo: MN41F10
- In: 1000 A
- Ue: 690 V
- Ui: 1000 V
- Icu: 65 Ka

En el resto módulos se encuentran los compartimentos de protección y maniobra de los equipos electromecánicos de la E.D.A.R.

En la misma sala de CCM´s, además se encuentran 3 Armarios murales independientes destinados a:

- Alumbrado General.
- PLC.
- Batería automática de Condensadores.

La corriente asignada ininterrumpida del interruptor general automático del Cuadro General de distribución, es de 1000 A, siendo superior a la máxima corriente demandada por el transformador de potencia, por tanto no será necesario sustituir la protección general ni las pletinas del embarrado del CGD-CCM.

El CGD-CCM actual tiene espacio suficiente de reserva para almacenar los dispositivos de protección y maniobra de los equipos electromecánicos de nueva instalación.

La descripción de la instalación eléctrica así como los cálculos justificativos, se encuentra con mayor detalle en el anejo Nº 12 "Electricidad".

8.8 TORO

8.8.1 EDAR

8.8.1.1 Centro de transformación.

El Centro de Transformación se encuentra situado en el límite de la parcela de la E.D.A.R, con acceso directo desde la vía pública. Se trata de un Centro de Transformación prefabricado, tipo caseta, con envolvente de hormigón y estructura monobloque, en cuyo interior se incorpora la siguiente aparamenta:

Media Tensión:

- 1 Celda Modular gama SM6 con interruptor y conmutación automática de llegada de línea (IM).

- 1 Celda Modular de protección general mediante interruptor automático salida inferior derecha por barras (DM1-D).

- 1 Celda Modular gama SM6, de medida de tensión e intensidad salida y entrada inferior por cable., (GBC-2C).

- 1 Celdas Modular gama SM6, de protección M.T transformador 1 mediante interruptor-fusibles combinados, salidas por cables (QM).

- 1 Celdas Modular gama SM6, de protección M.T transformador 2 mediante interruptor-fusibles combinados, salidas por cables (QM).

- 1 Transformador de Potencia de 400 KVA de Potencia aparente nominal (*en funcionamiento*).

- 1 Transformador de Potencia de 400 KVA de Potencia aparente nominal (*de reserva*).

Baja Tensión:

- 1 Cuadro General de distribución compuesto por 2 módulos de dimensiones (2000x800x600 mm), conteniendo en su interior:

Protección General del Transformador Nº 1: (Pos.ON)

- 1 Ud, Interruptor Automático Magnetotérmico IV polos de 630A, 36 KA de poder de corte.

Protección General del Transformador Nº 2 (Reserva,Pos.OFF)

- 1 Ud, Interruptor Automático Magnetotérmico IV polos de 630A, 36 KA de poder de corte.

Protección General de la Bat. Automática de Condensadores

- 1 Ud, Interruptor Automático Magnetotérmico III polos de 400A, 36 KA de poder de corte.

Protección General del CCM

- 1 Ud, Interruptor Automático Magnetotérmico IV polos de 630A, 36 KA de poder de corte, equipado con bobina de disparo, con transformador toroidal y relé diferencial reg. de 0,5 a 0,03A

Protección Cuadro General de Alumbrado

- 1 Ud, Interruptor Automático Magnetotérmico IV polos de 63A, 36 KA de poder de corte
- 1 Ud Interruptor automático diferencial de 63 A y IΔn:0,3A.

Unidad de Medida

- 1 Ud, Analizador de redes de la marca Siemens, modelo 7K70 133-OCC

Atendiendo a los parámetros registrados por el maxímetro integrado en la unidad de medida, la potencia máxima aparente demandada por la instalación actual es de 122,41 KVA. Si además se tiene en cuenta las potencias de los equipos de nueva instalación, la potencia aparente instalada, (*esto es sin tener en cuenta la compensación de energía reactiva*) será de 216,72 kVA., lo que supondría para el transformador actual una reserva entorno al 45,82 %, y un índice de carga del 54,18%.

Con los resultados obtenidos se determina que no será necesario la sustitución del transformador de potencia actual por otro de mayor potencia, ya que con el actual de 400kVA, queda asegurado el suministro eléctrico de los nuevos equipos electromecánicos sin riesgo de sobrecarga.

8.8.1.2. Acometida a transformador 400 KVA a CCM.

La acometida actual tiene una longitud aproximada de 60m, ejecutada mediante conductores de Cobre de agrupación unipolar, tensión de aislamiento 0,6/1Kv, aislamiento RV-K, 2x(3x(1x240) mm2 de sección de fase + 1x240 mm2 de sección de neutro.

La actual acometida está dimensionada para transportar toda la potencia nominal del transformador. Lo mismo sucede con el Interruptor General Automático, siendo la corriente nominal ininterrumpida mayor que la máxima corriente demandada por el transformador.

8.8.1.3 Centro de control de motores (CCM).

Principalmente, la instalación eléctrica consta de un único Centro de Control de Motores, modular, compuesto por 9 módulos de dimensiones (2200x1000x600) cada uno.

En cada panel del CCM, se encuentra la señalización de cada equipo así como el Conmutador (Man-0-Aut), en el que se selecciona manualmente el Modo de Funcionamiento de cada equipo.

Las características técnicas principales del CCM son:

- Ejecución: Placa de Montaje.
- Tensión asignada de empleo (Ve): 400 Vac
- Tensión auxiliar: 230 Vac
- Tensión de mando: 24 Vac
- Tensión de señalización: 24 Vac
- Nº de Módulos: 9

El en módulo 1 del se encuentra instalado la unidad de medida a través de un analizador de redes de la Marca Siemens, modelo 7K70 133-OCC., además de la Protección General en Baja Tensión a través de un Interruptor Automático Magnetotérmico IV polos de 630A, 36 KA de poder de corte.

La corriente asignada ininterrumpida del interruptor general automático del CCM, es de 630 A, siendo superior a la máxima corriente demandada por el transformador de potencia, por tanto no será necesario sustituir la protección general ni las pletinas del embarrado del CGD-CCM.

En el resto de módulos se encuentra la maniobra y protecciones de los distintos equipos electromecánicos de la E.D.A.R.

En la misma sala en el que se encuentra el CCM, además se encuentran 2 Armarios independientes destinados a:

- PLC.
- Cuadro General de Alumbrado y Servicios auxiliares.

En cada módulo del CCM, se dispone de espacio de reserva para almacenar ciertos dispositivos de protección y maniobra, pero considerando la cantidad de dispositivos de protección y maniobra que se requiere instalar, esto es considerando además los variadores de frecuencia que en su caso son:

- 2 Ud Variadores de Frecuencia de 3Kw para las bombas mono de tornillo de fangos espesados a deshidratación. Las dimensiones aproximadas son: Alto: 245 mm, Acho: 185 mm, Profundo: 195 mm.
- 1 Ud Variador de Frecuencia de 11Kw para la bomba de impulsión de Centrífuga nº 3 a tolva de almacenamiento. Las dimensiones aproximadas son: Alto: 245 mm, Acho: 185 mm, Profundo: 195 mm.
- 1 Ud Variador de Frecuencia de 55Kw para la Soplante existente denominada: (*Soplante biológico nº 2*). Las dimensiones aproximadas son: Alto: 1150 mm, Acho: 350 mm, Profundo: 320 mm.,

Se requiere la instalación de 2 paneles modulares (*en adelante módulo nº 10 y 11*), de dimensiones: (2200 x 1000 x 600) mm cada uno. El Módulo nº 11 contendrá la protección, maniobra y variador de frecuencia de la soplante biológico nº 2, y el Módulo nº 10, el resto de protecciones, maniobra y variadores de los equipos electro-mecánicos de nueva instalación. Teniendo en cuenta que la sala de Cuadros cuenta con espacio suficiente, se prolongará el embarrado general del CCM, y los módulos nº 10 y 11 se colocarán anexos al Módulo nº 9 del CCM existente.

8.8.2 EDAR Puente de Piedra

8.8.2.1 Punto de conexión.

Atendiendo al **Expediente: 9027128552**, la propuesta Técnico-Económica con fecha 14 de Marzo de 2012, de la Compañía Eléctrica Distribuidora **IBERDROLA**, en relación a la potencia solicitada de 100 KW en el Polígono 11, parcela 391 de la localidad de Toro (Zamora), se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- La alimentación para este suministro se realizará en Línea de MT 13,2 KV **denominada "Urbana Oeste" (O3),** de la **STR "Toro" (4844).**
- El punto de conexión se realizará en las proximidades del apoyo 17.
- En vano destensado a unos 12m. se colocará un apoyo de celosía perpendicular al apoyo de conexión, que cumplirá la función de apoyo final de

línea, en el cual irá colocado el elemento de maniobra para protección del CTC. Dicho apoyo y maniobra serán propiedad del cliente con posibilidad de maniobra y acceso de personal de Iberdrola. La propiedad de cliente comienza en el vano destensado y todos sus elementos de conexión (cuya propiedad ya es de cliente) y el mantenimiento de todos los elementos de la derivación propiedad del cliente en el apoyo de Iberdrola lo realizará esta empresa con cargo al cliente.

8.8.2.2 Descripción general de la instalación.

La instalación eléctrica consta de un Cuadro General de Distribución que hace a su vez de Centro de Control de Motores (CCM), desde el que se alimenta los consumos a tensión de 400V entre líneas. El CCM se aloja en una sala destinada con exclusividad como sala eléctrica y de control.

Para los servicios auxiliares de alumbrado y fuerza, así como el alumbrado exterior se instala un armario mural alimentado desde el CCM.

8.8.2.3 Centro de control de motores.

El CCM está situado en la propia sala de Cuadros Eléctricos en el Edificio de Control y explotación. La distribución se realiza a 400/230V. III+N desde un transformador intemperie de 50 kVA.

Este cuadro tiene una acometida desde el Transformador, realizada mediante conductores de Cobre unipolares, RZ1-K (AS), 0,6/1KV, de sección de fase 3x(1x50))mm2 + 1x(1x25) mm2 de sección de neutro, y discurrirán en canalización enterrada bajo tubo desde hasta el propio Centro de Control de Motores.

En la entrada del Cuadro habrá 1 Interruptor Automático Magnetotérmico de IV polos y 100A y 36 KA. de poder de corte, regulable tanto en sobrecargas como en cortorcircuitos, conectado al embarrado, equipado con bobina de disparo, con transformador toroidal y relé diferencial reg. de 0,03A a 30 A.

8.8.2.4 Cuadro general de alumbrado.

Del embarrado del CCM partirán las líneas de alimentación a los distintos equipos de la planta, además de la alimentación al Cuadro Local de Alumbrado y Servicios Auxliares.

A este Cuadro llega la línea procedente del Centro de Control de Motores y contendrá los siguientes elementos de protección general:

- Interruptor Automático Magnetotérmico IV, 380/415 V, In: 25A, Icu:36 KA de poder de corte.
- Interruptor Automático Diferencial de 40 y 30 mA de intensidad diferencial residual.

8.8.3 Estación de Bombeo el Polígono

8.8.3.1 Descripción general de la instalación.

En las Inmediaciones del Bombeo, en el límite del camino se encuentra el Cuadro General de Control, Protección y Medida de la Estación de Bombeo El Polígono. Las dimensiones aproximadas del armario son: (alto: 850 mm, ancho: 465 mm, profundo: 320 mm). Se trata de un Armario de Poliéster reforzado con fibra de vidrio, inalterable a la intemperie, montado sobre zócalo.

La distribución se realiza a 400/230V. III+N. En la entrada del Cuadro hay un Interruptor Automático Magnetotérmico de IV polos y 40 Amperios y 50 KA de poder de corte, con transformador toroidal y relé diferencial reg. de 0,03 a 3A.

Desde este Cuadro, parten las líneas de alimentación a las 3 Bombas de 4,4 Kw cada una, empleando conductores de cobre de agrupación multipolar, tensión de aislamiento 0,6/1kv, RV-K 4G6mm2 de sección.

La maniobra implementada para el arranque de las 3 Bombas se efectúa mediante Arranque Directo (D).

A continuación se describen las protecciones de cada uno de los circuitos existentes:

- Línea de Alimentación a Bomba nº1:
    - Interruptor Automático Magnetotérmico III polos, con rango de regulación para la protección térmica de In: 9 a 12A, 50 KA de poder de corte, disparo de sobreintensidad 156A, marca Siemens, modelo: 3RV1021-1KA10.
    - Contactor III polos, de 12 A de Intensidad máxima, mando 230Vac, marca Siemens, modelo: 3RT1017-1AP01.
    - Transformador toroidal y relé diferencial de corriente nominal residual 300 mA, de la marca Siemens, Modelo 3UL0 300 GEF.
- Línea de Alimentación a Bomba nº2:
    - Interruptor Automático Magnetotérmico III polos, con rango de regulación para la protección térmica de In: 9 a 12A, 50 KA de poder de corte, disparo de sobreintensidad 156A, marca Siemens, modelo: 3RV1021-1KA10.
    - Contactor III polos, de 12 A de Intensidad máxima, mando 230Vac, marca Siemens, modelo: 3RT1017-1AP01.
    - Transformador toroidal y relé diferencial de corriente nominal residual 300 mA, de la marca Siemens, Modelo 3UL0 300 GEF.

- Línea de Alimentación a Bomba nº3:
    - Interruptor Automático Magnetotérmico III polos, con rango de regulación para la protección térmica de In: 9 a 12A, 50 KA de poder de corte, disparo de sobreintensidad 156A, marca Siemens, modelo: 3RV1021-1KA10.
    - Contactor III polos, de 12 A de Intensidad máxima, mando 230Vac, marca Siemens, modelo: 3RT1017-1AP01.
    - Transformador toroidal y relé diferencial de corriente nominal residual 300 mA, de la marca Siemens, Modelo 3UL0 300 GEF.

Se incrementa la potencia demandada por el Bombeo de El Polígono, pasando de 13,2 Kw a 39,35 Kw.

La acometida al Cuadro General de Control, Protección y Medida, se realiza a 400/230V. III+N mediante conductores de Cobre, RZ1-K, de agrupación multipolar, tensión de aislamiento, 0,6/1KV de 5G16 mm2 de sección, cuya intensidad , caída de

tensión e intensidad de cortocircuito no serán superiores a las máximas admisibles, teniendo en cuenta los equipos de nueva instalación, es por ello por lo que no se considerará necesario la sustitución de la misma.

Las dimensiones aproximadas del armario son: (alto: 850 mm, ancho: 465 mm, profundo: 320 mm). Se trata de un armario de poliéster reforzado con fibra de vidrio, inalterable a la intemperie, montado sobre zócalo.

Debido al escaso espacio de reserva y al estado de deterioro que presenta el armario actual, se considera la sustitución del mismo por otro armario de poliéster de dimensiones: (alto: 1000 mm, ancho: 500 mm, profundo: 300 mm), reforzado con fibra de vidrio inalterable a la intemperie, montado sobre zócalo.

Las protecciones de cada uno de los circuitos de nueva instalación, se describen en el anejo nº 12. "Electricidad"

8.8.4 Estación de Bombeo la Magdalena

8.8.4.1 Descripción general de la instalación

En las Inmediaciones del Bombeo, en zona urbanizable se encuentra el Cuadro General de Control, Protección y Medida de la Estación de Bombeo La Magdalena. Las dimensiones aproximadas del armario son: (alto: 850 mm, ancho: 465 mm, profundo: 320 mm). Se trata de un Armario de Poliéster reforzado con fibra de vidrio, inalterable a la intemperie, montado sobre zócalo.

La distribución se realiza a 400/230V. III+N. En la entrada del Cuadro hay un Interruptor Automático Magnetotérmico de IV polos y 40 Amperios y 50 KA de poder de corte, con transformador toroidal y relé diferencial reg. de 0,03 a 3A.

Desde este Cuadro, parten las líneas de alimentación a las 2 Bombas de 1,5 Kw cada una, mediante conductores de cobre multipolares, 0,6/1kv, RV-K 4G2,5 mm2 de sección.

La maniobra implementada para el arranque de las 2 Bombas se realiza en arranque directo (D).

A continuación se describen las protecciones de cada uno de los circuitos existentes:

- Línea de Alimentación a Bomba nº1:
  - Interruptor Automático Magnetotérmico III polos, con rango de regulación para la protección térmica de In: 2,2 a 3,2A, 50A de poder de corte, disparo de sobreintensidad 42A, marca Siemens , modelo: 3RV1011-1DA10.
  - Contactor III polos, de 7 A de Intensidad máxima, mando 230Vac, marca Siemens, modelo: 3RT1015-1AP01.
  - Transformador toroidal y relé diferencial de corriente nominal residual 300 mA, de la marca Siemens, Modelo 3UL0 300 GEF.
- Línea de Alimentación a Bomba nº2:
  - Interruptor Automático Magnetotérmico III polos, con rango de regulación para la protección térmica de In: 2,2 a 3,2A, 50A de poder de corte, disparo de sobreintensidad 42A, marca Siemens , modelo: 3RV1011-1DA10.
  - Contactor III polos, de 7 A de Intensidad máxima, mando 230Vac, marca Siemens, modelo: 3RT1015-1AP01.
  - Transformador toroidal y relé diferencial de corriente nominal residual 300 mA, de la marca Siemens, Modelo 3UL0 300 GEF.

Se sustituye una de las bombas actuales por otra de potencia similar, por tanto no afecta a ninguna de las partes en que se compone la instalación eléctrica.

La descripción de la instalación eléctrica así como los cálculos justificativos, se encuentra con mayor detalle en el anejo Nº 12 "Electricidad".

9 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

9.1 MEDINA DEL CAMPO

En el anejo nº 15 se lleva a cabo un estudio de la influencia que tendrán las nuevas actuaciones en los costes de explotación y de mantenimiento de la EDAR, centrándose únicamente en las nuevas infraestructuras y equipos proyectados para la EDAR, ya que es el ámbito de actuación del presente proyecto, y no en lo ya existente.

El estudio se desglosa en costes fijos y costes variables. El resumen del coste de incremento de operación y mantenimiento se refleja a continuación:

INCREMENTO DE COSTES FIJOS:

Mano de obra	0,0 €/año
Mantenimiento y conservación	1.500,0 €/año
Coste potencia contratada	2.798,95 €/año
Varios	0,0 €/año
TOTAL	**4.298,95 €/año**

INCREMENTO DE COSTES VARIABLES:

Incremento del coste anual de energía eléctrica	13.872,87 €/año
Incremento por dosificación de cloruro férrico y polielectrolito =	26.873,54 €/año
Incremento por gestión de los fangos =	8.831,06 €/año
Incremento global de costes variables =	**49.577,47 €/año**

El incremento total por tanto:

Incremento global coste explotación=	**53.876,42 €/año**

9.2 ISCAR

REPERCUSION DEL INCREMENTO DE LOS COSTES DE EXPLOTACION

G.FIJOS	**E/año**
Mano de obra	0,00
Mantenimiento y conservación	700,00
Factor de potencia	1.722,43
Varios	0,00
SUMA DE GASTOS FIJOS	**2.422,43**

G.VARIABLES	E/año
Energía eléctrica	4.894,50
Reactivos	6.744,76
Retirada de residuos	2.377,58
SUMA DE GASTOS VARIABLES	**14.016,85**

GASTOS FIJOS MENSUALES	**201,87**
GASTOS VARIABLES /M3 DE AGUA TRATADA	**0,02**

	E/año
GASTOS TOTALES POR EXPLOTACION	**16.439,28**

9.3 TORDESILLAS

INCREMENTO DE COSTES FIJOS:

Mano de obra	0,0 €/año
Mantenimiento y conservación	1.800,0 €/año
Coste potencia contratada	399,8 €/año
Varios	0,0 €/año
TOTAL	**2.199,81 €/año**

INCREMENTO DE COSTES VARIABLES:

Incremento del coste anual de energía eléctrica	21.034,31 €/año
Incremento por dosificación de cloruro férrico =	11.378,13 €/año
Incremento por gestión de los fangos =	9.508,57 €/año
Incremento global de costes variables =	**41.921,01 €/año**

El incremento total por tanto:

Incremento global coste explotación=	**44.120,82 €/año**

9.4 TUDELA DE DUERO

INCREMENTO DE COSTES FIJOS

Mano de obra	0,0 €/año
Mantenimiento y conservación	1.335,0 €/año
Coste potencia contratada	347,9 €/año
Varios	0,0 €/año
INCREMENTO COSTES FIJOS	**1.682,93 €/año**

INCREMENTO DE COSTES VARIABLES

Incremento del coste anual de energía eléctrica	12.618,89 €/año
Incremento por dosificación de cloruro férrico =	15.595,08 €/año
Incremento por gestión de los fangos =	8.212,17 €/año
INCREMENTO GLOBAL DE COSTES VARIABLES =	**36.426,14 €/año**

El incremento global por tanto:

INCREMENTO GLOBAL COSTE EXPLOTACIÓN=	**38.109,07 €/año**

9.5 BENAVENTE

INCREMENTO DE COSTES FIJOS:

Mano de obra	0,0 €/año
Mantenimiento y conservación	1.100,0 €/año
Coste potencia contratada	3.014,25 €/año
Varios	0,0 €/año
TOTAL	**4.114,25 €/año**

INCREMENTO DE COSTES VARIABLES:

Incremento del coste anual de energía eléctrica	15.965,26 €/año
Incremento por dosificación de cloruro férrico y polielectrolito =	37.000,88 €/año
Incremento por gestión de los fangos =	18.184,20 €/año
Incremento global de costes variables =	**71.150,34 €/año**

El incremento total por tanto:

Incremento global coste explotación=	**75.264,59 €/año**

9.6 TORO

9.6.1 EDAR ACTUAL

G.FIJOS	**E/año**
Mano de obra	0,00
Mantenimiento y conservación	1.500,00
Factor de potencia	3.530,98
Varios	0,00
SUMA DE GASTOS FIJOS	**5.030,98**

G.VARIABLES	**E/año**

Energía eléctrica	11.841,22
Reactivos	18.062,01
Retirada de residuos	7.061,40
SUMA DE GASTOS VARIABLES	**36.964,63**

GASTOS FIJOS MENSUALES	**419,25**
GASTOS VARIABLES /M3 DE AGUA TRATADA	**0,03**

	E/año
GASTOS TOTALES POR EXPLOTACION	**41.995,61**

9.6.2 EDAR PUENTE DE PIEDRA

G.FIJOS	**E/año**
Mano de obra	0,00
Mantenimiento y conservación	300,00
Factor de potencia	489,11
Varios	0,00
SUMA DE GASTOS FIJOS	**789,11**

G.VARIABLES	**E/año**
Energía eléctrica	3.612,66
Reactivos	114,05
Retirada de residuos	648,00
SUMA DE GASTOS VARIABLES	**4.374,71**

GASTOS FIJOS MENSUALES	**65,76**
GASTOS VARIABLES /M3 DE AGUA TRATADA	**0,10**

	E/año
GASTOS TOTALES POR EXPLOTACION	**5.163,82**

INCREMENTO TOTAL DEL COSTO DE EXPLOTACION	
INCREMENTO DE GASTOS TOTALES DE EXPLOTACION DE LA EDAR ACTUAL	**41.995,61**
INCREMENTO DE GASTOS TOTALES DE EXPLOTACION DE LA EDAR PUENTE DE PIEDRA	**5.163,82**
INCREMENTO TOTAL DEL COSTO DE EXPLOTACION DE TORO	**47.159,43**

10 CONSIDERACIONES MEDIOAMBIENTALES

En el presente proyecto se han considerado que las actuaciones de mejora en las instalaciones de las diferentes depuradoras tienen más de 10.000 habitantes equivalentes.

De acuerdo con la vigente legislación en materia de evaluación de impacto ambiental, los proyectos de ingeniería hidráulica y de gestión del agua, están incluidos en:

Apartado d) del Grupo 8, del Anexo II: "Plantas de tratamiento de aguas residuales superiores a 10.000 habitantes – equivalentes".

Por tanto, las actuaciones estarían contenidas dentro del Anexo II del Real Decreto Legislativo 1/2008, por lo que de acuerdo con el artículo 16 de dicho Real Decreto Legislativo, será preciso someter el proyecto a la consideración del Órgano Ambiental para que dictamine si es preciso someterlo o no la evaluación del impacto ambiental, razón por la cual se redacta el anejo de "Documentación Ambiental".

Dicho anejo contiene el Documento Ambiental de cada una de las actuaciones por separado, donde se resume las características principales de cada actuación, estudio de alternativas, descripción del medio, posibles afecciones al medio ambiente, así como la definición de las medidas protectoras y correctoras que permitan la adecuada integración ambiental de las nuevas infraestructuras, para evitar o minimizar las posibles afecciones que pudieran generar las obras durante la realización de las mismas.

Asimismo, se incluye un Programa de Vigilancia y Seguimiento Ambiental de la ejecución de las obras, que permita la verificación del correcto desarrollo de las mismas y la adecuada finalización de las medidas protectoras y correctoras que se realicen.

La situación en cuanto a la tramitación ambiental de cada una de las EDARes, según las resoluciones ambientales realizadas es la siguiente:

Con fecha 26 de marzo de 2013, la Secretaría de Estado de Medio Ambiente emite resolución indicando que no se considera necesaria la tramitación prevista en la

sección 1ª del capítulo II de la Ley Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, del proyecto "**Mejora de las instalaciones actuales y eliminación de nutrientes de la EDAR de Tordesillas**". Dicha resolución es publicada en el BOE de 11 de abril de 2013.

Con fecha 12 de abril de 2013, la Secretaría de Estado de Medio Ambiente emite resolución indicando que no se considera necesaria la tramitación prevista en la sección 1ª del capítulo II de la Ley Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, del proyecto "**Mejora de las instalaciones actuales y eliminación de nutrientes de la EDAR de Iscar**". Dicha resolución es publicada en el BOE de 4 de mayo de 2013.

Con fecha 12 de abril de 2013, la Secretaría de Estado de Medio Ambiente emite resolución indicando que no se considera necesaria la tramitación prevista en la sección 1ª del capítulo II de la Ley Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, del proyecto "**Mejora de las instalaciones actuales y eliminación de nutrientes de la EDAR de Toro**". Dicha resolución es publicada en el BOE de 4 de mayo de 2013.

Con fecha 11 de marzo de 2013, la Secretaría de Estado de Medio Ambiente emite resolución indicando que no se considera necesaria la tramitación prevista en la sección 1ª del capítulo II de la Ley Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, del proyecto "**Mejora de las instalaciones actuales y eliminación de nutrientes de la EDAR de Tudela de Duero**". Dicha resolución es publicada en el BOE de 25 de marzo de 2013.

Con fecha 7 de marzo de 2013, la Secretaría de Estado de Medio Ambiente emite resolución indicando que no se considera necesaria la tramitación prevista en la sección 1ª del capítulo II de la Ley Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, del proyecto "**Mejora de las instalaciones actuales y eliminación de nutrientes de la EDAR de Benavente**". Dicha resolución es publicada en el BOE de 21 de marzo de 2013.

Con fecha 17 de junio de 2013, la Secretaría de Estado de Medio Ambiente emite resolución indicando que no se considera necesaria la tramitación prevista en la sección 1ª del capítulo II de la Ley Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, del proyecto "**Mejora de las instalaciones actuales y eliminación de nutrientes de la EDAR de Medina del Campo**". Dicha resolución es publicada en el BOE de 1 de julio

de 2013.

11 EXPROPIACIONES Y SERVICIOS AFECTADOS

11.1 MEDINA DEL CAMPO

En Medina del Campo no hay expropiaciones ni servicios afectados por las obras proyectadas.

11.2 ISCAR

En Iscar no hay expropiaciones ni servicios afectados por las obras proyectadas.

11.3 TORDESILLAS

En Tordesillas no hay expropiaciones ni servicios afectados por las obras proyectadas.

11.4 TUDELA DE DUERO

Este punto se desarrolla con detalle en el anejo nº 18.

Las obras de ejecución del emisario principal llevarán sujetos una serie de afecciones a servicios que se especifican en el anejo y planos correspondiente, y que corresponden con servicios de propiedad Municipal, Iberdrola y Gas Natural.

Todos estos trabajos se llevarán a cabo bajo las indicaciones del propietario del servicio afectado y cumpliendo estrictamente todas las normas de seguridad que se impongan.

11.5 BENAVENTE

Las obras de ejecución de la tubería de by-pass de la planta llevarán sujetos una serie de afecciones a servicios que se especifican en el anejo nº 18. Los terrenos afectados son propiedad Municipal.

11.6 TORO

Las obras de ejecución de la EDAR del Puente de Piedra llevarán sujetos una serie de afecciones a servicios que se especifican en el anejo nº 18. Los terrenos afectados son propiedad Municipal.

12 SEGURIDAD Y SALUD

El presupuesto de Seguridad y Salud es de 83.389,03 €

13 ESTUDIO GEOTÉCNICO.

En el anejo nº8 se desarrollan con detalle las características geotécnicas de los terrenos donde se proyectan las actuaciones que conforman el presente proyecto. Para cada uno de los estudios se emplearán como base los estudios geológico y geotécnico incluidos en los proyectos originales de cada una de las EDAR y de cada uno de los colectores.

14 GESTIÓN DE RESIDUOS

Para dar cumplimiento a lo especificado en el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero por el que se regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición se analiza en el anejo Nº 21, la generación de residuos y la valoración de su adecuada gestión.

15 PLAN DE CALIDAD

El Plan de Calidad de la Obra abarcaría todas las unidades representativas o significativas de la Obra.

La relación de Controles a efectuar podría ser:

- Obra Civil

  - Movimiento de tierra
  - Hormigón
  - Elementos metálicos de Construcción
  - Edificación

- Equipos

  - Especificaciones de Compras

- Especificaciones Técnicas
- Pedidos a Proveedores
- Seguimiento del Proceso de Fabricación
- Ensayos y Pruebas en taller
- Recepción y Almacenamiento en Obra
- Control e Inspección del Montaje
- Pruebas en Obras
- Puesta en Marcha

Para el seguimiento y verificación de todas estas actividades, existen los Programas de Puntos de Inspección (PPI), en los que se especifican los requerimientos exigidos a equipos y/o materiales y las normas y/o Procedimientos de aplicación en cada caso.

16 PLAZO DE EJECUCIÓN Y GARANTÍA

De acuerdo con lo reflejado en el programa de trabajos el plazo total previsto será de DIECIOCHO (18) MESES, incluida la puesta a punto y las pruebas de funcionamiento.

Dentro de este plazo de ejecución total se prevén solapados los siguientes plazos de ejecución parciales, correspondientes a cada una de las E.D.A.R. estudiadas:

-	Medina del Campo:	OCHO (8) MESES
-	Iscar:	OCHO (8) MESES
-	Tordesillas	SEIS (6) MESES
-	Tudela de Duero	DOCE (12) MESES
-	Benavente	OCHO (8) MESES
-	Toro	OCHO (8) MESES

En estos plazos van incluidas las pruebas de funcionamiento, (Previas a la recepción) que deberán alcanzar un mínimo de 30 días de funcionamiento continuo sin interrupciones en cada una de las EDAR.

Además se dispondrá de UN (1) AÑO de periodo de garantía.

17 FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS

La fórmula de revisión de precios, se regirá mediante lo indicado en el Real Decreto 1359/2011, de 7 de octubre, por el que se aprueba la relación de materiales básicos y las fórmulas tipo generales de revisión de precios de los contratos de obras y de contratos de suministro de fabricación de armamento y equipamiento de las Administraciones Públicas.

Dicha fórmula de revisión de precios se encuentra sujeta a lo establecido en el título V, Obras Hidráulicas, formula 561.

$$Kt = 0{,}10\ \frac{Ct}{Co} + 0{,}05\ \frac{Et}{Eo} + 0{,}02\ \frac{Pt}{Po} + 0{,}08\ \frac{Rt}{Ro} + 0{,}28\ \frac{St}{So} + 0{,}01\ \frac{Tt}{To} + 0{,}46$$

Siendo:

Kt = coeficiente teórico de revisión para el momento de la ejecución t.
Ct = índice de coste del cemento en el momento de la ejecución t.
Co = índice de coste del cemento en la fecha de la licitación.
Et = índice de coste de la energía en el momento de la ejecución t.
Eo = índice de coste de la energía en la fecha de la licitación
Pt = índice de coste de los productos plásticos en el momento de la ejecución t
Po = índice de coste de los productos plásticos en el momento de la licitación
Rt = índice de coste de los materiales de áridos y rocas en el momento de la ejecución t
Ro = índice de coste de los materiales de áridos y rocas en el momento de la licitación
St = índice de coste de materiales siderúrgicos en el momento de la ejecución t.
So = índice de coste de materiales siderúrgicos en la fecha de la licitación.
Tt = índice de coste de materiales electrónicos en el momento de la ejecución t.
To = índice de coste de materiales electrónicos en el momento de la licitación.

18 CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

Para la ejecución de las obras e instalaciones incluidas en el presente Proyecto se requiere las siguientes clasificaciones:

Grupo K subgrupo 8 categoría e

Estaciones de Tratamiento de Aguas con anualidad media que excede los 840.000 euros y no sobrepasa los 2.400.000 euros debido a los trabajos proyectados desarrollados en los siguientes capítulos del presupuesto

1. Medina del Campo. EDAR.
2. Iscar. EDAR.

3.1. Toredesillas. EDAR.

4.1. Tudela. EDAR

5. Benavente. EDAR.

6.1 Toro. EDAR.

19 RESUMEN DEL PRESUPUESTO

1.	MEDINA DEL CAMPO. EDAR	656.524,33
2.	ISCAR. EDAR	385.783,76
3.	TORDESILLAS. BOMBEO Y EDAR	465.404,07
4.	TUDELA DE DUERO. EMISARIO Y EDAR	868.609,69
5.	BENAVENTE. EDAR	577.794,45
6.	TORO. EDAR, BOMBEOS Y PUENTE DE PIEDRA	1.035.419,79
7.	SEGURIDAD Y SALUD	83.389,03
8.	GESTIÓN DE RESIDUOS	21.198,77

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL **4.094.123,89**

16,00% Gastos generales..... 655.059,89

6,00 % Beneficio industrial... 245.647,43

SUMA DE G.G. y B.I. 900.707,25

SUMA PEM, G.G. y B.I. 4.994.831,14

Asciende la suma del Presupuesto de Ejecución Material, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial a la expresada cantidad de: ***CUATRO MILLONES NOVECIENTOS NOVENTA Y CUATRO MIL OCHOCIENTOS TREINTA Y UN EUROS con CATORCE CENTIMOS (4.994.831,14 €)***

21,00% I.V.A. 1.048.914,54

PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN **6.043.745,68**

Asciende el Presupuesto Base de Licitación a la expresada cantidad de: **SEIS MILLONES CUARENTA Y TRES MIL SETECIENTOS CUARENTA Y CINCO EUROS con SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS. (6.043.745,68 €)**

EXPROPIACIONES	*0 €*
1% PATRIMONIO HISTÓRICO (S/PEM)	*40.941,24 €*

PRESUPUESTO CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN 6.084.686,92 €

Asciende el *PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN* a la expresada cantidad de ***SEIS MILLONES OCHENTA Y CUATRO MIL SEISCIENTOS OCHENTA Y SEIS EUROS con NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS (6.084.686,92 €)***

20 DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO

DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA

MEMORIA

ANEJOS

1. FICHA TÉCNICA.
2. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL.
3. CÁLCULO DE LAS NUEVAS INCORPORACIONES A LAS EDAR.
4. FUNCIONAMIENTO DEL PROCESO ACTUAL.
5. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS.
6. ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE VERTIDOS.
7. TOPOGRAFÍA.
8. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA.
9. DESCRIPCIÓN Y CÁLCULOS DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.
10. CÁLCULOS HIDRÁULICOS.
11. CÁLCULOS ESTRUCTURALES.
12. ELECTRICIDAD.
13. CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN.
14. INSTRUMENTACIÓN.
15. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.
16. DOCUMENTACIÓN AMBIENTAL.
17. ESTUDIO DE INUNDABILIDAD
18. EXPROPIACIONES Y SERVICIOS AFECTADOS.
19. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.
20. CONTROL DE CALIDAD.

21. GESTIÓN DE RESIDUOS
22. PLAN DE OBRA.
23. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS.
24. PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN

DOCUMENTO Nº 2: PLANOS

MEDINA DEL CAMPO

ISCAR

TORDESILLAS

EDAR

ESTACIÓN DE BOMBEO

TUDELA DE DUERO

EDAR

COLECTOR Y BOMBEOS MARGEN IZQUIERDA

BENAVENTE

TORO

EDAR

EDAR PUENTE DE PIEDRA

DOCUMENTO N 3: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES

1. INTRODUCCIÓN
2. NORMATIVA DE APLICACIÓN
3. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS PROYECTADAS
4. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DE OBRA CIVIL
5. EJECUCIÓN, CONTROL MEDICIÓN Y ABONO DE LAS UNIDADES DE OBRA
6. PRESCRIPCIONES TECNICAS DE EQUIPOS MECANICOS
7. PRESCRIPCIONES TECNICAS DE EQUIPOS ELECTRICOS

8. PRESCRIPCIONES TECNICAS DE EQUIPOS DE CONTROL
9. ENSAYOS, ANALISIS Y PRUEBAS
10. PRESCRIPCIONES TECNICAS DE GESTIÓN DE RESIDUOS
11. ESPECIFICACIONES TECNICAS PARTICULARES

DOCUMENTO N 4: PRESUPUESTO

1. MEDICIONES
1.1. MEDICIONES AUXILIARES
1.2. MEDICIONES GENERALES
2. CUADRO DE PRECIOS 1
3. CUADRO DE PRECIOS 2
4. PRESUPUESTO
4.1. PRESUPUESTO POR CAPÍTULOS
4.2. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL
4.3. PRESUPUESTO BASE LICITACIÓN

21 DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA

El presente Proyecto es una obra completa, esto es, susceptible de ser entregada al uso a que se destine sin perjuicio de las anteriores ampliaciones de que puede ser objeto, y comprende todos y cada uno de los elementos que son precisos para su utilización, con lo que se cumple con lo dispuesto en El Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público RDL 3/2011.

22 CODIGOS CPV

En Aplicación al Reglamento (CE) Nº 213/2008 de la Comisión de 28 de noviembre de 2007 que modifica el Reglamento (CE) Nº 2195/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo, se establece el código CPV de aplicación para la contratación pública, con el fin de normalizar las referencias utilizadas por los Órganos de contratación y las entidades adjudicadoras.

El código CPV de aplicación: ***45240000-1***

23 FORMA DE ADJUDICACIÓN

De acuerdo con el artículo 138 del Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público RDL 3/2011, se propone como forma de adjudicación por ***procedimiento abierto.***

24 CONCLUSIÓN

En la redacción del proyecto se han tenido en cuenta las disposiciones generales de carácter legal o reglamentario, así como la normativa técnica que resulta de aplicación a este proyecto.

Por todo lo anteriormente expuesto, se considera suficientemente definido el presente Proyecto, tratándose de una obra completa conforme a lo establecido en el Reglamento General de la Ley de Contratos (RD 1098/2001), artículos 125 y 127.

Valladolid, 12 de julio de 2013

EL INGENIERO DE CAMINOS
AUTOR DEL PROYECTO

Fdo.: D. Julio Pajares Alonso

EXAMINADO Y CONFORME
EL COMISARIO DE AGUAS

Fdo.: D. Julio Pajares Alonso

ANEJO Nº 1

FICHA TÉCNICA

1.1. E.D.A.R DE MEDINA DEL CAMPO

INDICE

1. ANTECEDENTES 1

2. OBJETIVO DEL PROYECTO 1

3. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES 2

4. PARÁMETROS DE DISEÑO Y REALES EN LA EDAR 4

5. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTUACIONES PROYECTADAS 4

6. RESUMEN DE PRESUPUESTOS 6

1. ANTECEDENTES

Medina del Campo cuenta con una estación depuradora de aguas residuales que tiene una antigüedad de unos 7 años. Desde la construcción de la EDAR en el año 2003, la población no se ha incrementado de forma notable, por lo que el diseño de la planta para 60.600 habitantes equivalentes parece aún suficiente, ya que la población actual se mantiene en torno a los 22.000 habitantes. La capacidad media de tratamiento de la planta es de 7.280 m3/día de los que actualmente llegan una media de 5.400 m3/día.

A pesar de que en principio la planta parece funcionar de forma adecuada, es necesario plantear en la misma varias mejoras que faciliten la eliminación de nutrientes y solucionen algunos problemas detectados en la explotación de la EDAR

Actualmente, el vertido se localiza en una zona susceptible de declararse como zona sensible, por lo que es necesario mejorar la calidad del efluente vertido hasta los valores que establece la normativa para zonas sensibles, con concentraciones en nutrientes inferiores a 15 mg/l de nitrógeno total y de 2 mg/l de fósforo total:

MES	35 mg/l
DBO_5	25 mg/l
DQO	125 mg/l
N_{TOTAL}	**15 mg/l**
P_{TOTAL}	**2 mg/l**

2. OBJETIVO DEL PROYECTO

La EDAR de Medina del Campo se diseñó en el año 2.002 y en la actualidad su funcionamiento es correcto. Hay que destacar aún así que la EDAR presenta algunas deficiencias ya que la zona donde se ubica la planta y donde realiza su vertido es susceptible de declararse sensible, tal y como recoge su autorización de vertido, lo que motiva la necesidad de adaptar la EDAR para la eliminación de nutrientes hasta los valores que establece la normativa para zona sensible.

3. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES

- Pozo de gruesos: Está situado en el interior del edificio destinado al pretratamiento, por lo que la totalidad de este proceso se encuentra a cubierto. El caudal entra al pozo de gruesos de la EDAR desde dos emisarios de Ø800 y 500mm, que dispone de una reja de desbaste extraíble mediante polipasto para limpieza y mantenimiento de la misma y se diseña para la eliminación de los sólidos de mayor tamaño que arrastra el influente. El pozo de gruesos cuenta con cuchara bivalva con polipasto para limpieza del mismo
- Pozo de bombeo: El agua se impulsa mediante cinco bombas sumergidas que la elevan a la línea de desbaste de finos. De estas cinco bombas dos de ellas se encuentran en malas condiciones, disponiendo de un variador en una de ellas y el resto actúan por nivel.
- Desbaste de finos: Se produce mediante tres tamices que conducen los sólidos retenidos mediante tornillo sinfín a contenedores.
- Desarenado-desengrasado: Dos líneas independientes de desarenado desengrasado. En este equipo decantan las arenas, que son recogidas mediante una bomba situada en el puente móvil e impulsado para su almacenamiento. Las grasas son arrastradas mediante rasquetas de superficie, y conducidas a una campana de recogida que las conduce a almacenamiento. La emulsión de las grasas se consigue mediante la aportación de aire a los dos tanques.
- Tratamiento físico-químico: Dos líneas de tratamiento físico-químico con agitadores y equipos de dosificación de reactivos que fue proyectada para combatir la llegada de vertidos de tipo industrial que pudieran ocasionar problemas en el reactor biológico, como pueden ser vertidos incontrolados de metales pesados, altas cargas de sólidos en suspensión, ácidos etc.
- Decantación primaria: Se realiza por medio de dos decantadores circulares de 16 metros de diámetro, dotados de puente giratorio para la recogida de los fangos en el fondo y de flotantes en superficie, así como vertedero y canal de recogida del agua para su posterior tratamiento biológico.

  Los fangos primarios decantados se llevan a una arqueta de recogida desde donde se bombean al espesador mediante dos bombas sumergidas. Los flotantes recogidos se recirculan a cabecera.

- Tratamiento biológico: Consistente en dos reactores de baja carga, de aireación prolongada, con una capacidad unitaria de 5.721m³. Estos reactores constan de zonas aerobias, en la cual se suministra aire a través de tres soplantes, y zonas anóxicas dotadas de agitadores para mantener en suspensión el licor mezcla. Estos reactores cuentan con instrumentación funcional de medidores de pH, oxígeno y potencial redox.
- Decantación secundaria: Dos depósitos circulares de 20 metros de diámetro, dotados de puente móvil de rasquetas. Los fangos decantados se bombean al espesador de fangos donde se mezclan con los de decantación primaria para su tratamiento.
- Salida de agua tratada: El efluente depurado, que se recoge en superficie, se conduce al punto de vertido en el río Zapardiel. También existe la posibilidad de conducir el caudal a la antigua EDAR, formada por lagunajes, y que en la actualidad forman parte de un proyecto medioambiental de recuperación de aves acuáticas en la zona.

  Se dispone de sistema de adicción de cloración al agua depurada, pero prácticamente no se utiliza.
- Espesado de fangos: El proceso de secado de fangos comienza una vez se almacena en el espesador, de tipo gravedad, dotado de rasqueta giratoria y sistema de adicción de cal con electroagitador para los fangos procedentes del decantador primario. Este sistema prácticamente no se utiliza. Al espesador llega por un lado el fango primario procedente de los decantadores primarios, y el fango biológico procedente de los decantadores secundarios.

  Los lodos decantan y se espesan por gravedad, y desde ahí son conducidos mediante tres bombas (2+1) a las dos centrífugas de deshidratación
- Secado de fangos: El secado se realiza con adicción de polielectrolito. El agua extraída del proceso de espesado y deshidratación se recircula a cabecera.
- Almacenamiento de fangos: Los fangos extraídos se conducen mediante tornillo sinfín y bomba de elevación al silo de almacenamiento para su recogida por la empresa homologada que se encarga de gestionarlos. Los fangos son reutilizados en agricultura.

  Desodorización: La planta está dotada de sistemas de desodorización en el pretratamiento, el secado de fangos y el espesador mediante paneles de carbón activo, por lo que apenas hay olores en las proximidades de la planta.

4. PARÁMETROS DE DISEÑO Y REALES EN LA EDAR

	DISEÑO	REAL
Habitantes equivalentes	**60.600 e-h**	**70.041,13 e-h**
Caudal medio diario	**7.280 m^3/día**	**5.374 m^3/día**
Caudal medio horario	303,33 m^3/h	223,92 m^3/h
Caudal punta a biológico	728 m^3/h	537,40 m^3/h
Concentración DBO_5	500 mg/l	782 mg/l
Concentración DQO	1.000 mg/l	1.353 mg/l
Concentración SS	400 mg/l	490 mg/l
Concentración N total	60 mg/l	86 mg/l
Concentración P total	10 mg/l	16 mg/l

5. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTUACIONES PROYECTADAS

Eliminación de nutrientes:

- Cámara anaerobia previa de 12x10 m y altura de 5,0 m de lámina de agua para eliminación de fósforo por vía biológica.
- Dos agitadores para la cámara anaerobia.
- Recirculación externa desde el pozo de fangos hasta la cámara anaerobia.
- Adaptación de la instalación de dosificación de cloruro férrico para precipitación química del fósforo, que complemente a la eliminación biológica.
- Instalación de la instrumentación necesaria para mejorar el funcionamiento y manejo del proceso: sonda REDOX, sensores combinados para amonio y nitrato, sonda de sólidos en suspensión y dos medidores de oxígeno luminiscentes.

Otras actuaciones en la EDAR:

- Sustitución de las soplantes. Las nuevas soplantes proyectadas son de émbolo rotativo capaces de proporcionar un caudal unitario de 3.780 m3/h de aire a una presión diferencial de 600 mbar y tienen una potencia unitaria de 90 Kw. Es decir que estas soplantes proporcionan mayor caudal que las instaladas en la actualidad (3.600 m3/h) y, sobre todo tienen una potencia sensiblemente inferior a las sustituidas (110 Kw) lo cual supone un ahorro en el consumo eléctrico importante.
- Se proyecta utilizar el espesador existente solo para los fangos primarios y proyectar un nuevo espesador para los fangos biológicos situado junto al pozo de fangos secundarios. El nuevo espesador, igual que el existente, dispondrá de un conjunto de bombas de tornillo alojadas en una sala de bombeo adosada al pozo de fangos existente para la impulsión de los fangos espesados a las centrífugas.
- Instalación de un medidor de agua tratada en la salida de agua al río Zapardiel. Se proyecta un canal Parshal de 18" de ancho de garganta equipado con un medidor ultrasónico.
- No hay ningún espacio disponible en los edificios existentes por lo que se proyecta un edificio industrial de 10,5x6,5 m y altura 6,8 m. Se destinará a los equipos de tratamiento de escurridos de las centrífugas para la precipitación del fósforo que consiste en la adición de cloruro férrico en una cámara de mezcla y floculación, seguida de una decantación lamelar.

6. RESUMEN DE PRESUPUESTOS

Resumen	Importe
OBRA CIVIL	257.401,43 €
EQUIPOS MECÁNICOS	279.328,93 €
EQUIPOS ELÉCTRICOS	99.174,89 €
AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL	20.619,08 €
TOTAL EN EJECUCIÓN MATERIAL	**656.524,33 €**

1.2. E.D.A.R DE ISCAR

INDICE

1. ANTECEDENTES 2

2. OBJETIVO DEL PROYECTO 2

3. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES 2

4. PARÁMETROS DE DISEÑO Y REALES EN LA EDAR 4

5. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTUACIONES PROYECTADAS 4

6. RESUMEN DE PRESUPUESTOS 6

1. ANTECEDENTES

El Municipio dispone de una Estación Depuradora de Aguas Residuales ejecutada hace aproximadamente cinco años.

La planta está situada al noroeste de la localidad, flanqueada por la margen izquierda del río Pirón, al que realiza el vertido, y por la carretera VA-1102

El estado actual de las instalaciones de la EDAR de Íscar en general es bastante bueno. Tras cinco años de explotación, se ha ido realizando un programa de mantenimiento preventivo que mantiene el 100 % de los equipos en funcionamiento

Actualmente, el vertido se localiza en una zona susceptible de declararse como zona sensible, por lo que es necesario mejorar la calidad del efluente vertido hasta los valores que establece la normativa para zonas sensibles, con concentraciones en nutrientes inferiores a 15 mg/l de nitrógeno total y de 2 mg/l de fósforo total:

MES	35 mg/l
DBO_5	25 mg/l
DQO	125 mg/l
N_{TOTAL}	**15 mg/l**
P_{TOTAL}	**2 mg/l**

2. OBJETIVO DEL PROYECTO

Se proyectan una serie de mejoras en la EDAR para conseguir el cumplimiento de los valores límite de emisión en el vertido para zona sensible. Además, se incluyen otras actuaciones en la EDAR para mejorar el funcionamiento del proceso y las labores de mantenimiento y explotación.

3. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES

- Aliviadero. Existe un alivio situado unos 100 m antes de la planta realizado una TE de la que arranca un tubo DN1.000. que desemboca en el río. Este alivio funciona mediante un labio situado bajo un pozo de registro. Cuando el caudal que llega por el colector es superior al máximo elevado por las bombas de

agua bruta el colector de entrada al pozo de gruesos se pone en carga y cuando alcanza la cota del labio empieza a aliviar. El agua aliviada sale por el colector construido en TE de 1.000 mm hacia el río.

- Pozo de gruesos: diseñado para eliminar los sólidos de mayor tamaño, que se almacenan en su fondo tronco cónico para su posterior retirada mediante cuchara bivalva.
- Pozo de bombeo: El agua atraviesa la reja de gruesos y una reja automática que impide el paso de los sólidos de mayor tamaño, y pasa al pozo de bombeo, en el cual, mediante bombas centrífugas sumergibles, se aporta al agua la altura geométrica necesaria para que discurra por gravedad a lo largo de todo el proceso.
- Pretratamiento: El agua impulsada pasa a los canales de desbaste, donde mediante tamices automáticos se eliminan los sólidos que arrastra el influente y desde aquí se conduce al desarenado-desengrasado, consistente en dos tanques de tratamiento en los que decantan las arenas, que son impulsadas a tratamiento, y se consigue la flotación de las grasas mediante aireación. Tanto las arenas como las grasas son tratadas en equipos compactos para la eliminación del agua que arrastran, con el fin de facilitar su gestión posterior. Todo el pretratamiento se aloja en un edificio cerrado para minimizar el impacto visual y de olores al entorno.
- Tratamiento biológico: De baja carga consistente en un reactor de aireación prolongada, donde se produce la eliminación de la materia orgánica carbonada y del nitrógeno, mediante la creación de zonas aerobias con aporte de oxígeno a través de las soplantes, y zonas anóxicas dotadas de agitadores para la circulación del licor mezcla en las que no se aporta oxígeno.
- Decantación secundaria: Se separa el agua de los fangos que decantan en el fondo.
- Salida de agua tratada: El efluente depurado se conduce al vertido en el río Pirón.
- Línea de fangos: Los fangos decantados en el clarificador se conducen a un pozo de fangos desde el cual parte es impulsado para su recirculación al reactor biológico con el fin de mantener la concentración de MLSS, y los fangos en exceso se conducen a tratamiento. El tratamiento de fangos consiste en un espesador compacto seguido de una deshidratación mediante centrífuga. Los

fangos deshidratados se conducen a almacenamiento en una tolva de 20 m3 capacidad

4. PARÁMETROS DE DISEÑO Y REALES EN LA EDAR

	DISEÑO	REAL
Habitantes equivalentes	**12.700 e-h**	**8.516,43 e-h**
Caudal medio diario	**3.175 m^3/día**	**2.147 m^3/día**
Caudal medio horario	132,29 m^3/h	89,46 m^3/h
Caudal punta a biológico	264,58 m^3/h	178,92 m^3/h
Concentración DBO_5	240 mg/l	238 mg/l
Concentración DQO	500 mg/l	411 mg/l
Concentración SS	300 mg/l	153 mg/l
Concentración N total	60 mg/l	60 mg/l
Concentración P total	12 mg/l	10 mg/l

5. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTUACIONES PROYECTADAS

Eliminación de nutrientes:

- Cámara anaerobia previa de 12x7 m y altura de 4,0m de lámina de agua para eliminación de fósforo por vía biológica.
- Dos agitadores para la cámara anaerobia.
- Recirculación externa desde el pozo de fangos hasta la cámara anaerobia.
- Cambio del depósito de 1.000 l existente por uno nuevo de 10.000 l y la instalación de dos bombas dosificadoras de 50 l/h de caudal unitario.
- Instalación de la instrumentación necesaria para mejorar el funcionamiento y manejo del proceso: sonda REDOX, sensor combinado para amonio y nitrato, sonda de sólidos en suspensión y medidor de oxígeno luminiscente.

Otras actuaciones en la EDAR:

- Se proyecta el cambio de la reja de sólidos en el pozo de gruesos, en la salida hacia el pozo de bombeo, con un paso entre 50-80 mm por otra de 100 mm de luz de paso para evitar atascos.
- Se proyecta equipar el canal de reserva de la zona de desbaste con una reja de barrotes de limpieza automática similar a la existente en el otro canal.
- Desarenador – desengrasador: Para poder aislar los dos canales desarenadores se proyectan dos compuertas murales de 0,40 x 0,40 m en acero inoxidable AISI-304 de accionamiento manual.
- Las bombas de arenas tienen problema de funcionamiento con sus motores, que necesitan ser cambiados por otros con una mayor potencia y un mayor régimen de revoluciones. Se sustituyen los motores existentes por dos motores nuevos de 2,0 Kw de potencia unitaria.
- Sustitución de las soplantes. Las nuevas soplantes proyectadas son de émbolo rotativo capaces de proporcionar un caudal unitario de 1.269 m3/h de aire a una presión diferencial de 600 mbar y tienen una potencia unitaria de 45 Kw. Estas soplantes son similares a las sustituidas.
- Instalación de un medidor de agua tratada en la salida de agua al río Pirón. Se proyecta un canal Parshall de 9" de ancho de garganta equipado con un medidor ultrasónico.
- Pozo de fangos. La tubería que une el fondo del decantador con el pozo de fangos no dispone de ningún elemento de corte; por lo que para extraer las bombas de fangos o hacer cualquier tipo de mantenimiento se debe vaciar el decantador. Por ello se instala en el paramento en el que está la entrada de la tubería de fangos procedente del fondo del decantador una pieza especial acabada en brida sobre la que se acopla una contrabrida con una válvula PIC. Es necesaria la instalación de una tubería de alimentación de agua o aire para el accionamiento de la válvula.
- Decantador secundario. El camino de rodadura del puente barredor presenta una superficie rugosa e irregular que dificulta el funcionamiento de la rueda del puente. Por tanto se extenderá un mortero autonivelante en todo el perímetro de rodadura.

- No hay ningún espacio disponible en los edificios existentes, por lo que se proyecta un edificio de taller-almacén de 10,5x6,5 m y altura 3 m para poder hacer las reparaciones necesarias para el mantenimiento de las instalaciones.
- Se ha previsto el equipamiento de laboratorio en la planta para poder realizar los controles de proceso necesarios para la explotación de la depuradora.

6. RESUMEN DE PRESUPUESTOS

Resumen	Importe
OBRA CIVIL	193.134,90 €
EQUIPOS MECÁNICOS	113.207,59 €
EQUIPOS ELÉCTRICOS	58.287,37 €
AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL	21.153,90 €
TOTAL EN EJECUCIÓN MATERIAL	**385.783,76 €**

1.3. E.D.A.R DE TORDESILLAS

INDICE

1. ANTECEDENTES 1

2. OBJETIVO DEL PROYECTO 1

3. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES 1

4. PARÁMETROS DE DISEÑO Y REALES EN LA EDAR 2

5. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTUACIONES PROYECTADAS 3

6. RESUMEN DE PRESUPUESTOS 4

1. ANTECEDENTES

Tordesillas cuenta con una Estación depuradora de Aguas Residuales que comenzó a funcionar en el año 2004 y es gestionada por el Ayuntamiento de Tordesillas y SOCAMEX. Para conducir el agua residual hasta la planta se ejecutó una Estación de Bombeo intermedia.

Actualmente, el vertido se localiza en una zona susceptible de declararse como zona sensible, por lo que es necesario mejorar la calidad del efluente vertido hasta los valores que establece la normativa para zonas sensibles, con concentraciones en nutrientes inferiores a 15 mg/l de nitrógeno total y de 2 mg/l de fósforo total:

MES	35 mg/l
DBO_5	25 mg/l
DQO	125 mg/l
N_{TOTAL}	**15 mg/l**
P_{TOTAL}	**2 mg/l**

2. OBJETIVO DEL PROYECTO

Se proyectan una serie de mejoras en la EDAR para conseguir el cumplimiento de los valores límite de emisión en el vertido para zona sensible. Además, se incluyen otras actuaciones en la EDAR y en el pozo de bombeo intermedio para mejorar el funcionamiento del proceso y las labores de mantenimiento y explotación.

3. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES

- Estación de bombeo de cabecera: de 6.6x4.7m para conducir el agua a la EDAR mediante cuatro bombas centrífugas sumergibles con capacidad total para 276 m^3/h.
- Pozo de gruesos: 2.9x2.9m y 5m de profundidad. Con reja manual de 50 mm de luz de paso.
- Pozo de bombeo: 2.9x2.5m y 5m de profundidad. Cuatro bombas centrífugas sumergibles de 173m^3/h y 8,4 m.c.a.
- Desbaste: Dos canales de 0.7m de anchura, uno principal con tamiz y el otro auxiliar con reja manual.

- Desarenado-desengrasado: Un tanque de 7,5mx2m con aireación y tratamiento posterior de arenas y grasas.
- Tratamiento biológico: dos reactores de aireación prolongada tipo carrusel de 2.366 m^3 de volumen unitario, con zona aireada con difusores y anóxica agitada.
- Decantación secundaria: dos clarificadores de 15m de diámetro y 3,4m de altura, con rasquetas de superficie y fondo.
- Pozo de fangos: para la recirculación y purga del exceso.
- Tratamiento de fangos en exceso: mediante espesador por gravedad y deshidratación en centrífuga de 5 m^3/h, con dosificación de polielectrolito.

4. PARÁMETROS DE DISEÑO Y REALES EN LA EDAR

PARÁMETROS DE DISEÑO			
	DISEÑO	**REAL INVIERNO**	**REAL VERANO**
Habitantes equivalentes	**17.250 e-h**	**16.940 e-h**	**22.088 e-h**
Caudal medio diario	**3.450 m^3/día**	**3.080 m^3/día**	**4.016 m^3/día**
Caudal medio horario	144 m^3/h	128,3	167,3
Caudal punta a biológico	345 m^3/h	308	401,6
Concentración DBO_5	300 mg/l	330	330
Concentración DQO	900 mg/l	600	600
Concentración SS	300 mg/l	330	330
Concentración N total	50	50	50
Concentración P total	10	10	10

5. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTUACIONES PROYECTADAS

Eliminación de nutrientes:

- Selector anaerobio anterior al tratamiento biológico, para eliminación biológica del fósforo, de dimensiones 15x7m y 4,5m de altura de agua, con dos agitadores de 5,0 kW.
- Recirculación externa desde pozo de fangos hasta el nuevo selector anaerobio con tubería de Ø250 mm FD.
- Instalación de dosificación de cloruro férrico para eliminación de fósforo por vía química, dotada de depósito de 10m3, bombas dosificadoras de 0 a 45 l/h y bombas de carga.
- Instrumentación: en cada reactor biológico se proyectan dos medidores de O_2 de tipo luminiscente, un medidor REDOX y un medidor MLSS.

Otras actuaciones en la EDAR:

- Sustitución de Bomba de cabecera por una de mayor capacidad.
- Estructura metálica y polipasto manual para el pozo de bombeo de cabecera y pozo de fangos.
- Tamiz automático para la línea de by-pass.
- Nuevo concentrador de grasas de mayor capacidad.
- Calorifugado de tuberías aéreas.
- Sonda de nivel por ultrasonidos para la tolva.
- Medidor Parshall para la medida del efluente depurado.
- Extractor de aire sala de fangos.
- Red de agua industrial para riego y limpiezas.

Actuaciones en la Estación de Bombeo

- Elevar 2m la cota del pozo de bombeo para evitar la inundación del pozo y de la caseta.
- Dotar al pozo de sistema de desbaste anterior a las bombas mediante canal principal con raje de limpieza automática y canal de by-pass con reja manual.
- Aliviadero de cabecera para poder realizar un by-pass general al pozo.

6. RESUMEN DE PRESUPUESTOS

Resumen	Importe
EDAR EXISTENTE	**324.673,93 €**
OBRA CIVIL	113.126,79 €
EQUIPOS MECÁNICOS	143.946,23 €
EQUIPOS ELÉCTRICOS	27.165,95 €
AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL	40.434,96 €
BOMBEO	**140.730,14 €**
OBRA CIVIL	72.894,46 €
EQUIPOS MECÁNICOS	63.319,54 €
ELÉCTRICIDAD Y CONTROL	4.516,14 €
TOTAL EN EJECUCIÓN MATERIAL	**465.404,07 €**

1.4. E.D.A.R DE TUDELA DE DUERO

INDICE

1. ANTECEDENTES 2
2. OBJETIVO DEL PROYECTO 2
3. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES 3
4. PARÁMETROS DE DISEÑO Y REALES EN LA EDAR 4
5. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTUACIONES PROYECTADAS 4
6. RESUMEN DE PRESUPUESTOS 7

1. ANTECEDENTES

La EDAR de Tudela de Duero comenzó a funcionar en el año 2007, y actualmente es gestionada por el Ayuntamiento y SOCAMEX.

Actualmente sólo se conduce a planta el caudal de la margen derecha, donde se ubica la EDAR, a través de cinco pozos de bombeo. El caudal de la margen izquierda, correspondiente a unos 3200 habitantes, se vierte de forma directa en tres puntos de vertido.

Actualmente, el vertido se localiza en una zona susceptible de declararse como zona sensible, por lo que es necesario mejorar la calidad del efluente vertido hasta los valores que establece la normativa para zonas sensibles, con concentraciones en nutrientes inferiores a 15 mg/l de nitrógeno total y de 2 mg/l de fósforo total:

MES	35 mg/l
DBO_5	25 mg/l
DQO	125 mg/l
N_{TOTAL}	**15 mg/l**
P_{TOTAL}	**2 mg/l**

2. OBJETIVO DEL PROYECTO

Se proyectan una serie de mejoras en la EDAR para conseguir el cumplimiento de los valores límite de emisión en el vertido para zona sensible, con la correspondiente reducción de nitrógeno y de fósforo. A su vez se incluyen otras actuaciones en la EDAR y en uno de los pozos de bombeo intermedios para mejorar el funcionamiento del proceso y las labores de mantenimiento y explotación.

Además se proyecta un emisario en la margen izquierda del río Duero para conducir el agua residual de dicha margen hasta la EDAR, aprovechando una pasarela existente para el cruce del río Duero.

3. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES

Estaciones de bombeo intermedias:

- EB1: carretera Villabáñez. Dos bombas con potencia total de 3,5 kW. No dispone de desbaste previo.
- EB 2: calle Calvario. Tres bombas de potencia total instalada 10,4 kW. No dispone de desbaste previo.
- EB 3: zona del Bosque. Tres bombas centrífugas de potencia total de 13,9 kW. Sistema de desbaste mediante reja manual.
- EB 4: al que llega el caudal de toda la margen derecha. Tres bombas y potencia total de 14,5 kW.
- EB 5: para un grupo de viviendas unifamiliares. Muy pequeño. Impulsa a EB4.

EDAR:

- Pozo de gruesos: 3x3m y 5m de profundidad. Con reja manual de 30 mm de luz de paso.
- Pozo de bombeo: 3,5x3 y 5m de profundidad. Cuatro bombas centrífugas sumergibles de 28 l/s.
- Desbaste: Dos tamices rotativos de 200 m3/h con luz de paso 3 mm.
- Desarenado-desengrasado: Un tanque de 12x2m con aireación y tratamiento posterior de arenas y grasas.
- Tratamiento biológico: dos reactores de aireación prolongada tipo carrusel de 2.366 m^3 de volumen unitario, con zona aireada con difusores y anóxica agitada.
- Decantación secundaria: un decantador de 22 m de diámetro y 4,1m de altura, con rasquetas de superficie y fondo.
- Pozo de fangos: con tres bombas para la recirculación y dos para la purga del exceso.

- Tratamiento de fangos en exceso: mediante espesador por gravedad y deshidratación en centrífuga de 8 m^3/h, con dosificación de polielectrolito.

4. PARÁMETROS DE DISEÑO Y REALES EN LA EDAR

La comparativa de los parámetros de diseño con los reales, ambos en verano, es muy diferente debido a que se tenía en cuenta la conexión de la margen izquierda, y actualmente dicha conexión no se ha producido. Por lo que la planta tiene capacidad suficiente para asumir el caudal de la margen izquierda de forma holgada.

	DISEÑO VERANO	***ACTUAL REAL VERANO***
Habitantes equivalentes	**17.300 e-h**	**5.100 e-h**
Caudal medio diario	**4.000 m^3/día**	**2.050 m^3/día**
Caudal medio horario	167 m^3/h	85 m^3/h
Caudal punta a tratamiento	400 m^3/h	205 m^3/h
DBO_5	260 mg/l	140 mg/l
SS	280 mg/l	130 mg/l
NKT	60,0 mg/l	29 mg/l
P_{TOTAL}	6,4 mg/l	6 mg/l

5. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTUACIONES PROYECTADAS

Eliminación de nutrientes:

- Selector anaerobio anterior al tratamiento biológico, para eliminación biológica del fósforo, de dimensiones 12x6m y 4,5m de altura de agua, con dos agitadores de 5,0 kW.

- Recirculación externa desde pozo de fangos hasta el nuevo selector anaerobio con tubería de Ø250 mm FD.

- Instalación de dosificación de cloruro férrico para eliminación de fósforo por vía química, dotada de depósito de 10m3, bombas dosificadoras de 0 a 45 l/h y bombas de carga.
- Instrumentación: en cada reactor biológico se proyectan dos medidores de O_2 de tipo luminiscente, un medidor REDOX y un medidor MLSS.

Otras actuaciones en la EDAR:

- Estructura metálica y polipasto manual para pozo de bombeo de llegada y pozo de fangos.
- Variador de frecuencia para el pozo de bombeo de cabecera.
- Medidor de nivel tipo radar para el pozo de bombeo de cabecera.
- Dos aireadores para el desarenado-desengrasado que sustituyan al existente.
- Mejora en la línea de tratamiento de grasas y sobrenadantes eliminando el bombeo existente con la instalación de un equipo de menores dimensiones.
- Cabinas de insonorización para las soplantes existentes.
- Recrecido de la cota del aliviadero.
- Calorifugado de las tuberías aéreas de grasas y fangos.
- Medidor tipo Parshall de salida del efluente depurado.

Estaciones de bombeo:

- By-pass al pozo mediante compuerta manual y pozo de registro con tubería aliviadero al Duero.
- Reja de limpieza automática de 40 mm de luz de paso.

Colector margen izquierda

- Emisario Principal: va recogiendo los caudales de la margen derecha mediante dos pozos de bombeo en urbanización Camping y en la Plaza el Plantío, con

sendos tramos en impulsión, que desaguan a otros tramos en gravedad, algunos nuevos y otros ya existentes. Longitud aprox.:1.500 m.

- Dos aliviaderos a lo largo del trazado para asegurar dilución 1:6 en el emisario con sus correspondientes colectores aliviadero al río Duero.

- Cruce en la pasarela: tubería de acero helicosoldado de Ø400mm y 6mm de espesor colgada mediante abrazaderas y sus correspondientes anclajes cada 2m al tablero de la pasarela. Longitud aprox.: 140 m

- Colector MD: colector de PVC de Ø500mm que recogerá los caudales de la margen izquierda y lo proveniente de la margen derecha, hasta el pozo de bombeo 2 existente. Longitud aprox.: 250m

6. RESUMEN DE PRESUPUESTOS

RESUMEN E.D,A,R	**Importe**
OBRA CIVIL	115.960,17 €
EQUIPOS MECÁNICOS	152.047,84 €
EQUIPOS ELÉCTRICOS	74.163,95 €
AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL	33.968,76 €
TOTAL EN EJECUCIÓN MATERIAL	**376.140,72 €**

RESUMEN EMISARIO MARGEN IZQUIERDA	**Importe**
OBRA CIVIL	444.902,28 €
EQUIPOS MECÁNICOS	22.182,11 €
EQUIPOS ELÉCTRICOS	25.384,58 €
TOTAL EN EJECUCIÓN MATERIAL	**492.468,97 €**

TOTAL	**Importe**
E.D.A.R	376.140,72 €
EMISARIO MARGEN IZQUIERDA	492.468,97 €
TOTAL EN EJECUCIÓN MATERIAL	**868.609,69 €**

1.5. E.D.A.R DE BENAVENTE

INDICE

1. ANTECEDENTES 1

2. OBJETIVO DEL PROYECTO 1

3. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES 2

4. PARÁMETROS DE DISEÑO Y REALES EN LA EDAR 3

5. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTUACIONES PROYECTADAS 3

6. RESUMEN DE PRESUPUESTOS 5

1. ANTECEDENTES

Benavente es una localidad situada al norte de la provincia de Zamora, a unos 65 Km de la capital. La población aproximada de la ciudad es de 20.000 habitantes. A pesar de contar con bastantes industrias (tabacalera, azucarera, harineras, bodegas, empresa de fabricación de polímeros), en la EDAR no se han detectado vertidos especialmente contaminantes y los parámetro de salida del agua depurada están dentro de los márgenes permitidos.

La EDAR de Benavente lleva en funcionamiento desde 2004.

En la depuradora el colector de llegada entra directamente en el pozo de gruesos sin existir ningún alivio ni by-pass anteriores.

Actualmente, el vertido se localiza en una zona susceptible de declararse como zona sensible, por lo que es necesario mejorar la calidad del efluente vertido hasta los valores que establece la normativa para zonas sensibles, con concentraciones en nutrientes inferiores a 15 mg/l de nitrógeno total y de 2 mg/l de fósforo total:

MES	35 mg/l
DBO_5	25 mg/l
DQO	125 mg/l
N_{TOTAL}	**15 mg/l**
P_{TOTAL}	**2 mg/l**

2. OBJETIVO DEL PROYECTO

Se proyectan una serie de mejoras en la EDAR para conseguir el cumplimiento de los valores límite de emisión en el vertido para zona sensible. Además, se incluyen otras actuaciones en la EDAR para mejorar el funcionamiento del proceso y las labores de mantenimiento y explotación.

3. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES

- Pozo de gruesos: El emisario de llegada a la planta entra en el pozo de gruesos que está dotado de cuchara bivalva y polipasto eléctrico para extracción de gruesos a contenedor. Dispone de reja de desbaste vertical de limpieza manual previa al desbaste de finos.
- Pozo de bombeo: Existen dos grupos de bombas. Un grupo compuesto por 2+1 bombas de 406 m3/h de caudal unitario que bombean a tratamiento y otro compuesto por 2+1 de 812 m3/h de caudal unitario que bombean al tanque de tormentas.
- Tanque de tormentas: Se ha diseñado para retener durante 20 minutos un total de 1.625 m3/h que corresponde a 6 veces el caudal medio de la planta. Mide 17.0 m de largo por 8,50 m de ancho y tiene un calado útil de 4,0 m. Dispone de una capacidad útil de 578 m3 y está dotado de dos agitadores sumergibles.
- Canales de desbaste: El agua bruta pasa por tres canales de desbaste de finos. Dos de ellos están equipados con tamices de limpieza automática de 3 mm de luz. El tercero es de reserva.
- Desarenadores-desengrasadores: Consta de dos líneas de 3 x10 m. están equipados con aireadores sumergidos, bombas de arena, barredores superficiales de grasa, clasificador de arena de tornillo y concentrador de grasas.
- Tratamiento biológico: consta de dos reactores de tipo carrusel con un volumen total de 8.718 m3 dotados cada uno con dos agitadores de hélices generadoras de flujo de 4,5 Kw y sistema de aireación mediante 3 soplantes (2+1) de 3.000 m3/h de caudal unitario con variadores de frecuencia que trabajan en función de la medición de los oxímetros instalados en los reactores.
- Decantación secundaria: Son dos depósitos circulares de 20,0 m de diámetro con puente móvil giratorio dotado de rasquetas de fondo para fangos y canales perimetrales de recogida de agua tratada. Disponen de sistema de recogida de sobrenadantes en superficie.
- Bombeo de fangos: El bombeo de fangos está compuesto por 2+1 bombas de recirculación de 210 m3/h de caudal unitario. El bombeo de purga consta de 1+1 bomba de 40 m3/h de caudal unitario.
- Espesador: Existe un espesador por gravedad de 9,0 m de diámetro.

- Secado de fangos: Los lodos decantados del espesador se llevan a la línea de deshidratación, donde mediante 2 centrífugas de 6 m3/h de caudal unitario se secan.
- Tolva: Los fangos secos se almacenan en el silo de fangos de 25 m3 de capacidad para su posterior recogida y gestión.

4. PARÁMETROS DE DISEÑO Y REALES EN LA EDAR

	DISEÑO	REAL
Habitantes equivalentes	**32.500 e-h**	**30.868 e-h**
Caudal medio diario	**6.500 m^3/día**	**7.717 m^3/día**
Caudal medio horario	270,83 m^3/h	321,54 m^3/h
Caudal punta a biológico	541,67 m^3/h	643,08 m^3/h
Concentración DBO_5	300 mg/l	240 mg/l
Concentración DQO	500 mg/l	400 mg/l
Concentración SS	500 mg/l	250 mg/l
Concentración N total	40 mg/l	45 mg/l
Concentración P total	15 mg/l	15 mg/l

5. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTUACIONES PROYECTADAS

Eliminación de nutrientes:

- Cámara anaerobia previa de 15x12 m y altura de 4,5m de lámina de agua para eliminación de fósforo por vía biológica.
- Dos agitadores para la cámara anaerobia.
- Recirculación externa desde el pozo de fangos hasta la cámara anaerobia.

- Instalación de dosificación de cloruro férrico para precipitación química del fósforo, que complemente a la eliminación biológica.
- Instalación de la instrumentación necesaria para mejorar el funcionamiento y manejo del proceso: sonda REDOX, sensores combinados para amonio y nitrato, sonda de sólidos en suspensión y dos medidores de oxígeno luminiscentes.

Otras actuaciones en la EDAR:

- Alivio y by-pass general de la depuradora en el pozo de registro localizado mas próximo a la planta. Consiste en una arqueta con un aliviadero lateral de pared delgada en lámina libre que derive la diferencia de caudal entre el máximo transportado por el colector y el máximo bombeado por el doble conjunto de bombas instaladas en la EDAR. El caudal derivado se conduce mediante una tubería de 100 cm de diámetro por la margen derecha de la planta y, bordeando por el oeste el tanque de tormentas, se unirá a la tubería que sale de dicho tanque y finaliza en la obra de salida de la planta.
- Instalación de escalera y plataforma en el pozo de gruesos para facilitar las tareas de mantenimiento de la reja de gruesos y la cuchara bivalva.
- Sustitución de los agitadores del tanque de tormentas e instalación de tamiz en el aliviadero de dicho tanque para retención de sólidos.
- Instalación de medidor electromagnético en arqueta previa al selector para medida del caudal de entrada a este elemento.
- No hay ningún espacio disponible en los edificios existentes por lo que se proyecta un edificio industrial de 10,5x6,5 m y altura 6,8 m dividido en dos zonas. En una de ellas se alojarán el depósito de almacenamiento y las bombas dosificadoras de cloruro férrico. La otra zona se destinará a los equipos de tratamiento de escurridos de las centrífugas para la precipitación del fósforo que consiste en la adición de cloruro férrico en una cámara de mezcla y floculación, seguida de una decantación lamelar.
- Aislamiento de la sala de cuadros eléctricos mediante bandeja de aluminio liso e instalación de equipos de ventilación forzada de aire.

6. RESUMEN DE PRESUPUESTOS

Resumen	Importe
OBRA CIVIL	291.679,39 €
EQUIPOS MECÁNICOS	173.744,86 €
EQUIPOS ELÉCTRICOS	96.576,67 €
AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL	15.793,53 €
TOTAL EN EJECUCIÓN MATERIAL	**577.794,45 €**

1.6. E.D.A.R DE TORO

INDICE:

1. ANTECEDENTES 1
2. OBJETIVO DEL PROYECTO 1
3. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES 2
4. PARÁMETROS DE DISEÑO Y REALES EN LA EDAR 4
5. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTUACIONES PROYECTADAS 4
6. RESUMEN DE PRESUPUESTOS 10

1. ANTECEDENTES

La EDAR de Toro es una instalación convencional diseñada para 25.000 habitantes equivalentes que cuenta con un tratamiento primario que realiza los procesos de desbaste de sólidos gruesos, tamizado y desarenado-desengrasado y un tratamiento secundario de fangos activos mediante aireación prolongada con un selector anaeróbio para la eliminación de parte del fósforo por vía biológica.

El agua residual de entrada a la planta presenta una concentración en parámetros contaminantes elevada. Esto es debido a que a la EDAR no llega únicamente caudal de aguas negras doméstico, sino también el agua residual procedente del polígono industrial

Actualmente, el vertido se localiza en una zona susceptible de declararse como zona sensible, por lo que es necesario mejorar la calidad del efluente vertido hasta los valores que establece la normativa para zonas sensibles, con concentraciones en nutrientes inferiores a 15 mg/l de nitrógeno total y de 2 mg/l de fósforo total:

MES	35 mg/l
DBO_5	25 mg/l
DQO	125 mg/l
N_{TOTAL}	**15 mg/l**
P_{TOTAL}	**2 mg/l**

2. OBJETIVO DEL PROYECTO

Se proyectan una serie de mejoras en la EDAR existente para conseguir el cumplimiento de los valores límite de emisión en el vertido para zona sensible. Además, se incluyen otras actuaciones en la EDAR para mejorar el funcionamiento del proceso y las labores de mantenimiento y explotación.

Por otro lado se ha previsto eliminar el vertido existente en la zona de "Puente de Piedra, el cual carece de tratamiento alguno, mediante la construcción de una EDAR.

3. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES

- Pozo de gruesos: El agua entra al pozo de gruesos mediante dos colectores de 600 y 800 que corresponden al colector de la carretera-pozo antiguo y el colector de Toro-Tagarabuena, respectivamente. El pozo tiene unas dimensiones en planta de 6.60x3.00 m, siendo su altura recta 1,50 metros y su altura trapezoidal de 0,75 metros. Con estas dimensiones, el tiempo de retención, es aproximadamente de 74 segundos a caudal máximo. El pozo de gruesos cuenta con los siguientes elementos:
  - Compuerta de aislamiento mural de accionamiento manual en AISI-316
  - Cuchara bivalva de 100 litros
  - Puente grúa de 1.600 Kg. de capacidad.
  - Reja de grueso manual de 50-80 mm de paso
  - Contenedor metálico de 4 m^3 de capacidad Pozo de bombeo: Está compuesto por 4 bombas centrífugas sumergibles de 50,0 m3/h de caudal unitario y 8 mca.
- Pozo de bombeo: El pozo esta formado por cinco bombas 4 +1(R) centrífugas sumergible. Las bombas elevan un caudal unitario de 264 m^3/h a 7 m.c.a.
- Tamizado. Existen 3 tamices de 3 mm de luz de paso y una capacidad unitaria de 706 m^3/h,
- Desarenado-desengrasado: Dos unidades de funcionamiento, tipo "canal" con preaireación, separación de grasa y extracción de arenas. Cada desarenador tiene dos canales paralelos de 11,25 m de longitud, uno de 1,50 m de anchura que actúa como desarenador y uno lateral de 0,75 m de anchura, separado del central por un tabique de 0,20 m de espesor. La deselmusión de las grasas se realiza con tres (3) aireadores sumergidos de 0,75 Kw./Ud por línea. La extracción de arenas se realiza mediante dos bombas verticales de 10 m3/h sobre cada puente viajante con una altura manométrica de 3 m.c.a.
- By-pass agua, regulación, medida de caudal y tanque de tormentas
- Tratamiento biológico: Los reactores biológicos se prevén estructurados como una balsa del tipo "canal de oxidación" de 5.282 m^3 de volumen total. Cada una de las balsas tiene una longitud recta de 34,60 m, 6 m de radio y 5 m de calado. Existen tres soplantes de caudal de 1.500-2.000 m^3/h cada una de ellas. En cuanto a difusores se instalan 408 en cada reactor. Para garantizar la

circulación en el interior de cada reactor existe un (1) acelerador de corriente de 5,15 Kw. en cada una de las balsas.

- Recirculación de fangos: Para esta recirculación la planta tiene tres bombas centrífugas de ejecución sumergible, una de ellas de reserva, capaces de aportar un caudal unitario de 155 m³/h y 5 m.c.a.
- Bombeo de purga de fangos y flotantes: Los fangos biológicos en exceso se envían al espesador mediante 1+1(R) bombas sumergibles de 15 m³/h a 10 m.c.a. Además, existen 1+1(R) bombas de 10 m3/h a 10 m.c.a. para su envío al concentrador de grasas.
- Decantador secundario: Existen dos decantadores circulares de rasquetas con un diámetro de 19 m, y una altura útil de 5,32 m.
- Espesador: De 8,50 m de diámetro y 4 m de altura cilíndrica útil y 0,55 de altura cónica. Esto proporciona un volumen útil de 236,31 m3. Los fangos espesados se bombean a deshidratación mediante 2+1 bombas de tornillo helicoidal de 3 m3/h de caudal unitario.
- Deshidratación: Existen dos (2) centrífugas con capacidad para 3,50 m³/h. Para el acondicionamiento químico de este tipo de lodos se utiliza polielectrolito catiónico compuesto por un equipo de preparación automática de 700 l y dos bombas dosificadoras de tornillo de 300 l/. El fango deshidratado se impulsa a la tolva mediante una bomba de 2 m3/h a 20 bar alimentada por un tornillo.
- Almacenamiento de fangos: La planta dispone de una tolva de 15 m³.

4. PARÁMETROS DE DISEÑO Y REALES EN LA EDAR

	DISEÑO	REAL
Habitantes equivalentes	**25.048 e-h**	**27.466,67 e-h**
Caudal medio diario	**4.848 m^3/día**	**3.200 m^3/día**
Caudal medio horario	202 m^3/h	133,33 m^3/h
Caudal punta a biológico	484,80 m^3/h	320 m^3/h
Concentración DBO_5	310 mg/l	515 mg/l
Concentración DQO	600 mg/l	1.030 mg/l
Concentración SS	232 mg/l	821 mg/l
Concentración N total	46 mg/l	120 mg/l
Concentración P total	10 mg/l	18 mg/l

5. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTUACIONES PROYECTADAS

PRETRATAMIENTO

POZO DE GRUESOS

Se proyecta la cubrición de los focos productores de gases tóxicos, fundamentalmente acido sulfhídrico, en los edificios de pretratamiento y deshidratación con el fin de realizar una desodorización localizada que garantice la seguridad de los operarios y la mayor durabilidad de los equipos. Los elementos proyectados para combatir los olores son:

- Cubierta corredera, instalada en el pozo de gruesos, de 6,00x3,00 de 1 hoja de PRFV, accionada mecanicamente mediante motor eléctrico, construida con cerco y bastidor de acero inoxidable, paneles de PRFV, con doble refuerzo interior, guía inferior, tope, cubre guías, accesorios necesarios para su funcionamiento.

- Tapas de PRFV para la cubrición de huecos en pozos de bombeo y canales de desbaste de 0,7 cm de espesor.
- Conjunto de aspiraciones de gases compuestos por tomas flexibles, rejillas de aspiración y tuberías de PRFV hasta el equipo de desodorización existente.

DESBASTE- TAMIZADO Y DESARENADO-DESENGRASE

- Se proyecta un Compactador de grasas complementario al existente.

TRATAMIENTO BIOLÓGICO. ELIMINACIÓN DE N Y P

SELECTOR

Se proyecta la sustitución de uno de los agitadores sumergidos de 2.000 w. instalado en el selector existente.

SONDAS DE CONTROL DE PROCESO

Para automatizar y controlar el proceso biológico y conseguir una efectiva eliminación del nitrógeno y un ahorro en el consumo eléctrico de las soplantes de aireación se proyectan las siguientes sondas de control de proceso:

SONDAS DE MEDIDA DE OXÍGENO

La solución adoptada consiste en la instalación de un sistema de medida del oxígeno disuelto tipo luminiscente rango 0-20 mg/l ,con conexión a controlador universal, Instalados en los dos canales del biológico.

SONDAS DE MEDIDA DE Nitratos y Amonio

Para el control de los ciclos de nitrificación y desnitrificación se proyecta un sistema de medida y control de nitratos y amonio compuesto por:

- Sonda de Amonio y Nitrato por electrodo selectivo, rango 0,5-1000mg/l NH4-N, 0,5-1000mg/l NO3-N.
- Set de montaje por pértiga de PVC para medidores de O2 de tamaño 1,5", con anclaje mural en acero inoxidable y pértiga de 2,3m en PVC.

- Set de montaje por pértiga para sonda de amonio NH4D sc /nitrato NO3D sc / AN-ISE sc, con anclaje mural/rail en acero inoxidable, y pértiga 2,3 m. en PVC.
- Controlador universal de dos canales para conexión de sondas digitales. Dos salidas de 4-20 mA y cuatro relés de alarma. Alimentación de 220 Vca.

CAVITACION DE FANGOS

Se proyecta un Equipo Desintegrador Ultrasónico de Materia Orgánica para optimizar la DQO necesaria para la desnitrificación de 18 m3/d de caudal de fangos biológicos espesados al 3% y 3 kW de potencia, compuesto por los siguientes elementos:

- Reactor Desintegrador Ultrasónico de 3 Kw. de potencia equipado con los siguientes Periféricos:
    - Transductor de presión de 0 a 6 bares
    - Caudalímetro electromagnético T-500 DN32
    - Bomba helicoidal de 0,5 a 2,5 m3/h y 0,75 kW.
    - Sistema de limpieza
    - Tanque de poliéster reforzado con fibra de vidrio con una capacidad de 2,5 m3
    - Tanque de poliéster reforzado con fibra de vidrio con una capacidad de 1,5 m3
    - Bomba helicoidal de 1 a 3 m3/h y 1,10 kW.
    - Triturador para fangos de 90 m3/h.
    - Sistema de control de nivel neumático.
    - Agitador de lodos.
    - Estructura para el tanque de acondicionamiento.
    - Tuberías de interconexión con los equipos de fangos espesados existentes.

DOSIFICACION DE CLORURO FÉRRICO

Para garantizar la eliminación del fósforo, como elementos de seguridad, se proyecta un equipo de almacenamiento y dosificación de cloruro férrico compuesto por:

- 1 depósito de material plástico de 10,0 m3 de capcidad.
- 2 Bombas dosificadoras de membrana de 50 l/h.

TRATAMIENTO DE ESCURRIDOS

Para evitar que el fósforo retenido en los fangos retorne a la planta contenido en los escurridos de las centrífugas se proyecta un tratamiento específico de estos vertidos compuesto por los siguientes elementos:

- Bombeo de los escurridos mediante dos bombas centrífugas sumergibles de 15 m3/h y 1,75 Kw.
- Planta compacta, comprendiendo reactor de mezcla, reactor de floculación y decantador lamelar estático comprendiendo:
    - Reactor de Mezcla de 1,5 m3 de capacidad equipado con agitador de hélice marina / eje vertical de 0,50 Kw de potencia.
    - Reactor de Floculación de 2,50 m3 de capacidad con agitador de 0,18 Kw y velocidad de giro, regulable entre 40 y 60 rpm
    - Decantador lamelar de 15 m3/h, en régimen "crossflow" de las siguientesdimensiones:

Longitud total	4,50	m
Anchura total	2,50	m
Altura total	3,00	mm

- Bombeo de fangos decantados a espesador mediante dos bombas centrífugas horizontales especiales para fangos, Q= 15,5 m3/h, h= 10,7 m.c.a., rodete tipo vortex, de P= 2,2 KW,incluso p. de accesorios y anclajes, colocada y probada.

TRATAMIENTO DE FANGOS

SECADO DE FANGOS

El sistema de secado mecánico de fangos de fangos existente consta de dos centrífugas de 3,5 m3/h de caudal unitario.

Se proyecta una ampliación compuesta por los siguientes elementos:

- 2 Bombas de tornillo (Mono) para el fango espesado a deshidratación de 3ª 10 m3/h.
- 1 Centrifuga para secado de fangos de 6 m3/h con una concentración de fango seco del 22%. Incluyendo cuadro eléctrico de control
- 1 Equipo de preparación automática de polielectrolito de 2.000 l.
- 2 Bombas dosificadoras de tornillo para dosificación de polielectrolito de 100-500 l/h
- 1 Bomba de tornillo, para impulsión fango del seco a la tolva de almacenamiento, de 1 a 3 m3/h incluso conexiones y tuberías
- 1 Tolva para los fangos secos de 50 m3 con descarga motorizada.

ELECTRICIDAD Y CONTROL

EDIFICIO INDUSTRIAL

Se proyecta un edificio industrial para alojar los equipos de almacenamiento y dosificación de cloruro férrico, tratamiento de escurridos y el DUMO.

ACTUACIONES EXTERNAS A LA E.D.A.R.

BOMBEO DE LA PLAZA DE LA MAGDALENA

La actuación consiste en cambiar una de las dos bombas existentes (la original de tipo centrífuga sumergible y rodete monocanal) por otra similar a la de nueva instalación (de tipo sumergible tipo piraña) de 11 m3/h de caudal a 4 mca.

BOMBEO DEL POLIGONO INDUSTRIAL

Proponemos la sustitución de las bombas existentes centrífugas sumergibles de 22,5 m3/h de caudal unitario por otras del mismo tipo y 45 m3/h a 23 m.c.a. Se incluye el cambio los tubos guía y de las cadenas de amarre

E.D.A.R. DEL PUENTE DE PIEDRA

La solución propuesta comprende las siguientes actuaciones:

- Unificación de los dos colectores en un pozo de gruesos equipado con una cesta.
- Pozo de bombeo equipado con 1+1 bomba centrífuga sumergible de 12,5 m3/h de caudal unitario.
- Tamizado mediante tamiz rotativo autolimpiante de 1 mm de luz de paso y 50 m3/h de caudal nominal.
- Tanque decantador-digestor. Cilíndrico horizontal de 2,50 m de diámetro y 12,85 m de longitud total.
- Equipo de biodiscos compacto compuesto por 4 bloques de discos montados sobre eje macizo de acero inoxidable accionado por motorreductor de 0,55 Kw. alojados en cuba de PRFV. Superficie total de discos: 1.990 m2.
- Decantador lamelar compacto con 5,6 m3 de lamelas inclinadas de material plástico con bomba de evacuación de fangos decantados.
- Acometida eléctrica.
- Cuadro eléctrico de alimentación y control de los equipos mecánicos.

6. RESUMEN DE PRESUPUESTOS

Resumen	Importe
EDAR EXISTENTE	**659.798,91 €**
OBRA CIVIL	101.750,06 €
EQUIPOS MECÁNICOS	430.483,99 €
ELÉCTRICIDAD	84.162,21 €
AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL	43.402,65 €
EDAR PUENTE DE PIEDRA Y BOMBEOS	**375.620,88 €**
OBRA CIVIL	93.810,07 €
EQUIPOS MECÁNICOS	184.607,76 €
EQUIPOS ELÉCTRICOS	64.579,96 €
AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL	32.623,09 €
TOTAL EN EJECUCIÓN MATERIAL	**1.035.419,79 €**

ANEJO Nº 2

DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

2.1. E.D.A.R DE MEDINA DEL CAMPO

INDICE:

1. INTRODUCCIÓN 1

2. DATOS DE PARTIDA 2

2.1. POBLACIÓN 2
2.2. CAUDALES 2
2.3. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA BRUTA 2
2.4. CARACTERÍSTICAS DEL FANGO 4

3. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS INSTALACIONES 4

3.1. COLECTORES 4
3.2. E.D.A.R. 5
3.2.1. Línea de agua: 5
3.2.2. Línea de fangos: 12
3.2.3. Instalaciones auxiliares 14
3.2.4. Edificios. 15

4. DEFICIENCIAS. ENCONTRADAS. 15

4.1. ELIMINACIÓN DE NITRÓGENO 15
4.2. ELIMINACIÓN DE FÓSFORO 16
4.3. MEDIDA DE CAUDAL TRATADO 16
4.4. ESPESAMIENTO DE FANGOS BIOLÓGICOS 17
4.5. TRATAMIENTO DE ESCURRIDOS. 17
4.6. SOPLANTES 17

1. INTRODUCCIÓN

Medina del Campo cuenta con una estación depuradora de aguas residuales construida, por encargo de la Confederación Hidrográfica del Duero, por las empresas ZARZUELA s.a. y DEGREMONT en el año 2003. Desde entonces la población no se ha incrementado de forma notable manteniéndose en torno a los 22.000 habitantes. La capacidad media de tratamiento de la planta es de 7.280 m^3/día de los que actualmente llegan una media de 5.400 m3/día.

La explotación de la planta la realiza la empresa Aqualia.

A pesar de que en principio la planta parece funcionar de forma adecuada, es necesario plantear en la misma varias mejoras que faciliten la eliminación de nutrientes y solucionen algunos problemas detectados en la explotación de la EDAR



E.D.A.R. de Medina del Campo

2. DATOS DE PARTIDA

2.1. Población

		Hab
Población equivalente adoptada	60.600	Equiv.
Dotación adoptada	120	l/hab*dia

2.2. Caudales

CAUDAL DIARIO ADOPTADO PARA LA EDAR	**7.272**	**m^3/dia**
Caudal promedio	303	m^3/h
Caudal punta	728	m^3/h
Caudal máximo en pretratamiento	1.213	m^3/h
Caudal máximo bombeado	1.213	m^3/h
Caudal admitido en el colector	3.033	m^3/h

2.3. Características del agua bruta

DBO_5

Carga diaria de entrada	3.636	kg/dia
Concentración de entrada	**500**	mg/l
Carga diaria máxima de salida	182	kg/dia
Concentración máxima de salida	**25**	mg/l
Carga diaria eliminada	3.454	kg/dia

DQO

Carga diaria de entrada	7.272	kg/dia
Concentración de entrada	**1.000**	mg/l

Carga diaria máxima de salida	909	kg/dia
Concentración máxima de salida	125	mg/l
Carga diaria eliminada	6.363	kg/dia
SS		
Carga diaria de entrada	2.909	kg/dia
Concentración de entrada	**400**	mg/l
Carga diaria máxima de salida	255	kg/dia
Concentración máxima de salida	**35**	mg/l
Carga diaria eliminada	2.654	kg/dia
N-NTK		
Carga diaria de entrada estimada	436	kg/dia
Concentración de entrada estimada	**60**	mg/l
Carga diaria máxima de salida	109	kg/dia
Concentración máxima de salida estimada	**15**	mg/l
Carga diaria eliminada	327	kg/dia
P		
Carga diaria de entrada estimada	73	kg/dia
Concentración de entrada estimada	**10**	mg/l
Carga diaria máxima de salida	15	kg/dia
Concentración máxima de salida estimada	**2**	mg/l
Carga diaria eliminada	58	kg/dia

2.4. Características del fango

El fango en exceso tendrá las siguientes características:

Sequedad (% en peso de sólidos secos) > 25 %

Estabilidad (reducción de sólidos volátiles) > 40 %

3. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS INSTALACIONES

3.1. Colectores

La red de saneamiento de Medina del Campo es de tipo unitario, por lo que en ella se recoge el caudal de aguas negras, el caudal de las industrias conectadas al saneamiento, y el caudal de escorrentía en caso de precipitaciones. La red de saneamiento funciona de forma correcta, no se producen problemas de inundaciones, atranques etc., salvo episodios puntuales de fuertes tormentas.

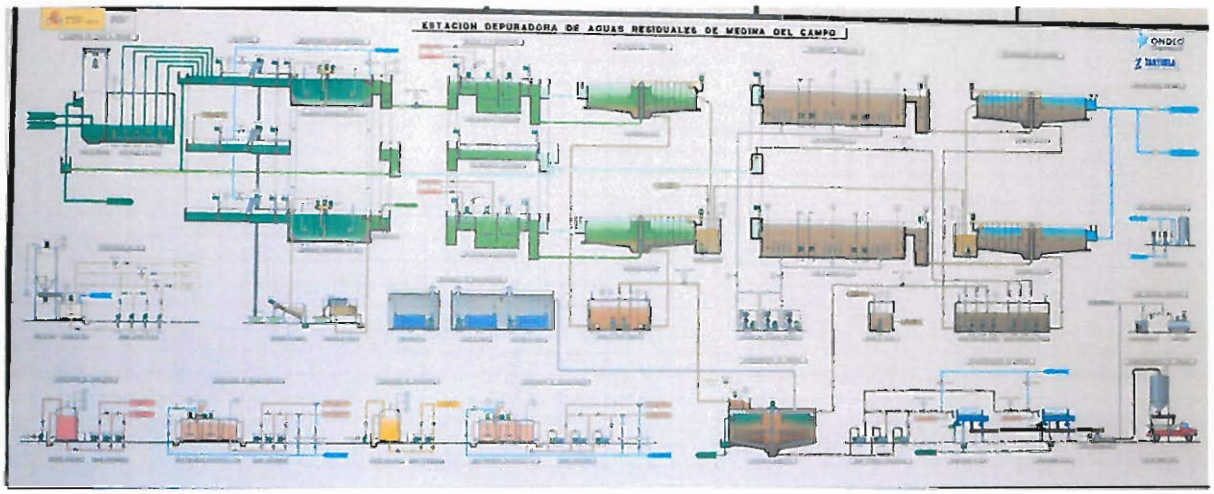
A la planta llegan 2 emisarios (Ø800mm y Ø500mm) que recogen la totalidad de la red de saneamiento de la localidad. Estos emisarios cuentan con dos aliviaderos en el casco urbano, y el estado de esta red es bueno. El pozo de gruesos recoge el afluente de ambos emisarios en la margen izquierda del río.

La totalidad del caudal recogido en la red de saneamiento se conduce a la Estación Depuradora, que se sitúa en el paraje denominado "La casa Blanca", al oeste de la localidad y a una distancia del centro del casco urbano de 2 km aproximadamente. Se accede a la EDAR a través del Camino del Olmo que parte desde el polígono industrial, al oeste del casco urbano.

El caudal a la planta de depuración entra al pozo de gruesos, donde se eliminan los sólidos de mayor tamaño. Este pozo de gruesos cuenta con un aliviadero al río Zapardiel.

3.2. E.D.A.R.

La EDAR de Medina del Campo se diseñó en el año 2.002 y en la actualidad su funcionamiento es correcto. Hay que destacar aún así que la EDAR presenta algunas deficiencias ya que la zona donde se ubica la planta y donde realiza su vertido es susceptible de declararse sensible, tal y como recoge su autorización de vertido, lo que motiva la necesidad de adaptar la EDAR para la eliminación de nutrientes hasta los valores que establece la normativa para zona sensible.



Sinóptico de la EDAR

3.2.1. **Línea de agua:**

Obra de llegada

El pozo de gruesos está situado en el interior del edificio de pretratamiento, por lo que la totalidad de este proceso se encuentra a cubierto. El caudal entra al pozo de gruesos de la EDAR desde dos emisarios de Ø800 y 500mm, que dispone de una reja de desbaste extraíble mediante polipasto para limpieza y mantenimiento de la misma y se diseña para la eliminación de los sólidos de mayor tamaño que arrastra el influente. El pozo de gruesos cuenta con cuchara bivalva con polipasto para limpieza del mismo.

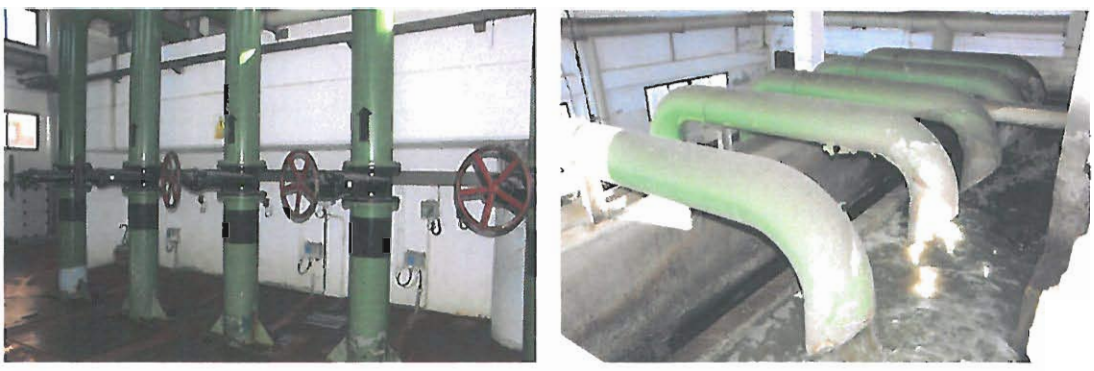


Pozo de gruesos y aliviadero al río Zapardiel

El aliviadero del pozo de gruesos se ha diseñado para verter la diferencia de caudal entre el máximo transportado por los colectores (3.033 m3/h correspondiente a 10 Qm) y el máximo caudal bombeado al pretratamiento (1.212 m3/h correspondiente a 4Qm).

Pozo de bombeo

Una vez el agua pasa esta reja de desbaste de gruesos, llega al pozo de bombeo, desde el que se impulsa mediante cinco (4+1) bombas sumergidas de 303 m3/h de caudal unitario que la elevan a la línea de desbaste de finos.



Bombeo de cabecera al canal de entrada a desbaste

Desbaste de finos

La arqueta de desbaste de finos tiene también un aliviadero que recogería el exceso de volumen que pudiese producirse en caso de avería de los equipos. El desbaste de finos se produce en tres canales de 50 cm. de ancho en dos de los cuales se ubican sendos tamices de 6 mm de luz que conducen los sólidos retenidos a un tornillo sinfín que los deposita en un contenedor. El tercer canal, de reserva, está equipado con una reja de barrotes de limpieza manual.



Tamices

A partir de este punto la planta tiene dos líneas independientes de desarenado desengrasado y tratamiento biológico, que permiten realizar labores de mantenimiento en cualquiera de ellas sin necesidad de detener la planta, lo cual facilita su explotación.

Desarenado - desengrase

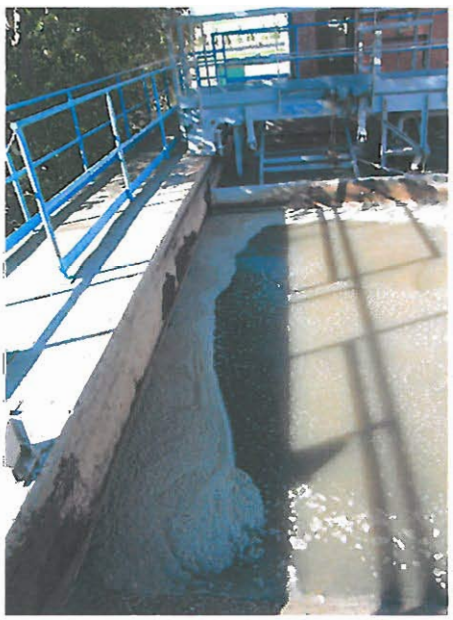
Las aguas tamizadas, se conducen a dos líneas de desarenado-desengrasado. Cada canal desarenador mide 6 m de longitud y 4 m de ancho. Y está equipado con dos aireadores sumergidos para producir la separación de las arenas y la emulsión de las grasas. Los canales no están compartimentados en zona aireada y zona de acumulación de grasas, por lo que el barredor ocupa todo el ancho del canal. En este

equipo decantan las arenas, que son aspiradas mediante sendas bombas situadas en los puentes móviles y descargadas en el canal de arenas que las conduce al clasificador de arenas del que caen a un contenedor.



Desarenadores-desengrasadores

Las grasas son arrastradas mediante rasquetas de superficie, y conducidas a una campana de recogida que las conduce al concentrador de grasas del que pasan al contenedor de grasas para su almacenamiento. La emulsión de las grasas se consigue mediante la aportación del aire por los aeroflots.



Detalle de grasas desemulsionadas

Medida de caudal y alivio de caudales en exceso

Tras el desarenado se coloca un medidor de caudal y una válvula motorizada comandada por dicho caudalímetro que regula el caudal admitido en el tratamiento biológico y deriva la diferencia de caudales entre el admitido en pretratamiento (4Qm) y el admitido en el biológico (2,4Qm).

Tratamiento físico-químico

A continuación existen dos líneas de tratamiento físico-químico compuestas por sendas cámaras de mezcla rápida y de floculación dotadas de agitadores así como los equipos de dosificación de reactivos. El tratamiento físico-químico fue proyectado para combatir la llegada de vertidos de tipo industrial que pudieran ocasionar problemas en el reactor biológico; como pueden ser vertidos incontrolados de metales pesados, altas cargas de sólidos en suspensión, ácidos etc.

Los reactivos de diseño son: cloruro férrico, polielectrolito y cal. Los equipos para su almacenamiento y dosificación se encuentran situados en el edificio de reactivos situado junto al tratamiento fisico-químico.



Tratamiento físico-químico

Hasta la fecha no se han detectado en el influente concentraciones de contaminantes que puedan ocasionar problemas en el biológico, por lo que en la actualidad este tratamiento se encuentra fuera de servicio.

Si en algún momento se detectara algún vertido incontrolado se pondría automáticamente en funcionamiento para su neutralización.

Decantación primaria

El caudal pretratado se conduce a decantación primaria, que se realiza por medio de dos decantadores circulares de 16 metros de diámetro, dotados de puentes giratorios para la recogida de los fangos en el fondo y de flotantes en superficie, así como vertedero y canal de recogida del agua para su posterior tratamiento biológico.

Los fangos primarios decantados se llevan a una arqueta de recogida desde donde se bombean al espesador mediante dos bombas sumergidas de 24 m3/h de caudal unitario. Los flotantes recogidos se impulsan al concentrador de grasas.





Decantación primaria

Reactor biológico

El agua decantada se conduce al tratamiento biológico, consistente en dos reactores de baja carga, en aireación prolongada, con una capacidad unitaria de 5.721m³. Estos reactores constan de zonas aerobias, en la cual se suministra aire a través de tres soplantes de 3.600 m3/h de caudal unitario, y zonas anóxicas dotadas de recirculadores de corriente para mantener en suspensión el licor mezcla. Estos reactores cuentan con instrumentación funcional de medidores de pH, oxígeno y potencial redox.

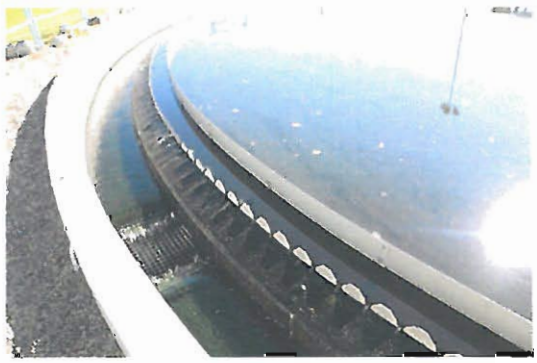



Tratamiento biológico

Decantación secundaria

Del reactor biológico; el licor mezcla pasa a la decantación secundaria, formado por dos depósitos circulares de 20 metros de diámetro, dotados de puente móvil de rasquetas. Los fangos en exceso decantados se bombean, mediante 2 bombas sumergibles de 15 m3/h de caudal unitario, al espesador de fangos donde se mezclan con los de decantación primaria para su tratamiento.

Existe un bombeo de recirculación de fangos compuesto por 2+1 bombas sumergibles de 155 m3/h de caudal unitario que los impulsa al reactor biológico.

Decantación secundaria

El efluente depurado, que se recoge en superficie, se conduce al punto de vertido en el río Zapardiel. También existe la posibilidad de conducir el caudal a la antigua EDAR, formada por lagunajes, y que en la actualidad forman parte de un proyecto medioambiental de recuperación de aves acuáticas en la zona.

Se dispone de sistema de adicción de cloración al agua depurada, pero prácticamente no se utiliza.

3.2.2. **Línea de fangos:**

Espesamiento de fangos

Los fangos purgados de los decantadores primarios y secundarios se impulsan al espesador, de tipo gravedad, de 11 m de diámetro, dotado de rasqueta giratoria y sistema de adicción de cal con electroagitador para los fangos procedentes del decantador primario. Este sistema prácticamente no se utiliza.



Espesador de fangos

Secado de fangos

Los lodos se espesan por gravedad y son conducidos mediante tres bombas de tornillo de caudal variable de 2 a 12 m3/h a las dos centrífugas de deshidratación de 9 m3/h de caudal unitario.



Centrífugas

Los fangos a secar se acondicionan con adicción de polielectrolito. El agua extraída del proceso de espesado y deshidratación se recircula a cabecera.



Equipo de preparación de polielectrolito

Almacenamiento de fangos secos

Los fangos extraídos se conducen mediante tornillo sinfín y bomba de elevación al silo de almacenamiento para su recogida por la empresa homologada que se encarga de gestionarlos. Los fangos son reutilizados en agricultura.



Silo de almacenamiento de fangos

La planta está dotada de sistemas de desodorización en el pretratamiento, el secado de fangos y el espesador mediante paneles de carbón activo, por lo que apenas hay olores en las proximidades de la planta. No existen viviendas cerca de la planta a las que pudieran afectar los olores en caso de producirse.

Equipos de dosificación de reactivos:

La planta en sus instalaciones cuenta con equipos de dosificación de reactivos tanto para el tratamiento físico-químico previo al decantador primario, como para adicciones de cal, coagulantes, hipoclorito y polielectrolito, para el tratamiento del efluente de salida y de los fangos en exceso.



Almacenamiento de reactivos dentro del edificio

3.2.3. **Instalaciones auxiliares**

En la planta existen las siguientes instalaciones auxiliares:

- Desodorización por carbón activo del edificio de pretratamiento, espesador y edificio de deshidratación.
- Red de vaciados
- Red de escurridos.

- Red de pluviales.
- Red de agua potable.
- Red de agua industrial y de servicios.
- Red de aire de servicio.

3.2.4. **Edificios.**

Se han construido los siguientes edificios:

- De control.
- De pretratamiento que comprende los pozos de gruesos y de bombeo y los canales de desbaste.
- De físico-químico.
- De deshidratación.
- De soplantes.
- De cloración.
- De cuadros eléctricos

4. DEFICIENCIAS. ENCONTRADAS.

Como hemos citado anteriormente, tanto el funcionamiento como la conservación de la planta son buenos por lo que las actuaciones a proponer son mejoras y subsanación de algunas deficiencias, que pasamos a exponer:

4.1. Eliminación de nitrógeno

La EDAR de Medina del campo fue diseñada para poder cumplir las exigencias de eliminación del nitrógeno establecidas para zonas sensibles considerando una concentración de NTK de 60 mg/l en el influente. Sin embargo la media de Nitrógeno total a lo largo del año 2.011 ha sido de 86mg/l y debido a ese aumento tan significativo en la cantidad de nitrógeno a eliminar y, a pesar de que el caudal de

entrada ha sido sensiblemente inferior al de diseño, el vertido no siempre ha cumplido los límites establecidos por la normativa.

Para la eliminación del nitrógeno dispone de un conjunto de sondas de medida del oxígeno disuelto y de potencial redox que permiten al explotador realizar el ciclo de nitrificación y desnitrificación manejando la planta como ciclos y controlando el arranque y la parada de las soplantes por las sondas de redox.

En su informe el explotador solicita el cambio de las sondas de redox existentes por otras sondas que controlan los parámetros de amonio y nitratos; así como la sustitución de las sondas para la medida del oxígeno disuelto existentes por los problemas de ensuciamiento y pérdida de precisión en los datos del oxígeno disuelto existente en el reactor.

4.2. Eliminación de fósforo

Existen dos formas de eliminación del fósforo: una química mediante la dosificación de cloruro férrico y otra biológica mediante la construcción de una cámara anaerobia intercalada entre el desarenador y el reactor biológico.

La depuradora de Medina no usa ninguno de estos sistemas por lo que no elimina el fósforo que entra en la planta 16 mg/l frente a los 10 mg/l para los que fue diseñada produciendo una concentración promedia de fósforo en el vertido final de 4,9 mg/l.

4.3. Medida de caudal tratado

La EDAR de Medina cuenta con dos medidas de caudal de agua. Una de ellas está situada en la salida del desarenad y la otra en la entrada al biológico. Ambas se realizan mediante medidores de caudal electromagnéticos colocados en tubería.

Sin embargo la planta no está dotada de caudalímetro en la salida de agua al río Zapardiel, por lo que para cumplir la normativa ORDEN ARM/1312/2009 de 20 de mayo, "por la que se regulan los sistemas para realizar el control efectivo de los volúmenes de agua utilizados por los aprovechamientos de agua del dominio público hidráulico, de los retornos al citado dominio público hidráulico y de los vertidos al mismo" debe dotarse de un medidor de caudal del agua tratada.

4.4. Espesamiento de fangos biológicos

El proyecto de construcción que sirvió de base para la ejecución de la EDAR de Medina contemplaba el espesamiento de los fangos primarios y biológicos en un único espesador de 11,0 m de diámetro equipado con una arqueta de mezcla, dotada de un agitador, en la que se dosificaría la cal destinada a estabilizar los fangos primarios.

En dicho Proyecto se incluía una Mejora consistente en la construcción de un sistema de espesamiento de fangos independiente para los fangos primarios. Este sistema comprendía un espesador dinámico DGE capaz de tratar los 2.810 kg de MS/día con una concentración de entrada de 10g/l y una concentración de salida de 50 g/l. y un depósito de almacenamiento del fango espesado de 150 m3 de capacidad.

Este sistema no se llegó a construir por lo que actualmente los fangos primarios conjuntamente con los biológicos se espesan en el espesador existente de 11 m. de diámetro; el cual resulta insuficiente para espesar la totalidad de los fangos producidos por la planta.

4.5. Tratamiento de escurridos.

El fósforo eliminado de las depuradoras se acumula en los fangos en exceso purgados del proceso. Estos fangos se espesan, se deshidratan y se almacenan en un silo para su disposición a vertedero. Una parte importante del fósforo eliminado del proceso se evacua con los fangos, pero hay otra parte muy significativa que se encuentra contenida en el escurrido de la centrífuga. Si este escurrido se retorna a la cabecera de la planta sin ningún tipo de tratamiento el fósforo contenido en él se reincorpora al agua residual. Para evitar este problema es necesario hacer un tratamiento de precipitación de los escurridos de las centrífugas.

4.6. Soplantes

A pesar de que hay 3 soplantes (una de ellas en reserva) solo existen dos variadores de velocidad para las mismas, por lo que si se conecta la de reserva es necesario cambiar el grupo soplante entero de su alojamiento debido a que no se puede conectar un arrancador directo porque, a tenor de las pruebas realizadas por la empresa explotadora, salta el interruptor general de la planta.

Por otro lado las máquinas han agotado su vida útil habiendo sido necesario realizar varias reparaciones que aconsejan su sustitución por soplantes nuevas.

2.2 E.D.A.R DE ISCAR.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN 1

2. DATOS DE PARTIDA 1

2.1. POBLACION 1
2.2. CAUDALES 1
2.3. CARACTERÍSTICAS DEL FANGO 2

3. DESCRIPCION DE LAS INSTALACIONES 2

3.1. RED DE SANEAMIENTO 2
3.2. EDAR 4
3.2.1. Línea de agua 5
3.2.2. Línea de fangos 9
3.2.3. Servicios auxiliares 11
3.2.4. Edificios 11

4. DEFICIENCIAS ENCONTRADAS 12

4.1. POZO DE GRUESOS 12
4.2. CANAL DE DESBASTE 12
4.3. DESARENADOR - DESENGRASADOR 12
4.4. ELIMINACIÓN DE NITRÓGENO 13
4.5. ELIMINACIÓN DE FÓSFORO 13
4.6. SOPLANTES 14
4.7. MEDIDA DE CAUDAL TRATADO 14
4.8. POZO DE FANGOS 14
4.9. DECANTACIÓN SECUNDARIO 14
4.10. EDIFICIO DE TALLER ALMACÉN 15
4.11. LABORATORIO 15

1. INTRODUCCIÓN

Íscar es un municipio situado en el extremo sureste de la provincia de Valladolid, en el límite con la provincia de Segovia. Esta villa se sitúa en una llanura pinariega surcada por los ríos Cega, Pirón y Eresma. La población total censada en el año 2.010 según los datos del Instituto Nacional de Estadística es de 6.876 habitantes. En los meses estivales el número de habitantes se incrementa por la llegada de vecinos no censados al municipio.

Iscar dispone de una Estación Depuradora de Aguas Residuales ejecutada, por encargo de La Junta de Castilla y León, a partir del proyecto de construcción redactado por CONCALSA y puesta en servicio el año 2.006.

La planta está situada al noroeste de la localidad, flanqueada por la margen izquierda del río Pirón, al que realiza el vertido, y por la carretera VA-1102

El estado actual de las instalaciones de la EDAR de Íscar en general es bastante bueno. Tras cinco años de explotación, se ha ido realizando un programa de mantenimiento preventivo que mantiene el 100 % de los equipos en funcionamiento

La explotación la realiza la empresa Aqualia.

2. DATOS DE PARTIDA

2.1. POBLACION

Población equivalente adoptada	12.700,00	Hab Equiv.
Dotación adoptada	250,00	l/hab*dia

2.2. CAUDALES

CAUDAL DIARIO ADOPTADO PARA LA EDAR	3.175,00	m3/dia
Caudal promedio	132,29	m3/h
Caudal punta	264,58	m3/h
Caudal máximo bombeado	793,75	m3/h
Caudal admitido en el colector	1.322,92	m3/h

CARACTERISTICAS DEL AGUA BRUTA

DBO5		
Carga diaria de entrada	762,00	kg/dia
Concentración de entrada	240,00	mg/l

Carga diaria máxima de salida	79,38	kg/dia
Concentración máxima de salida	25,00	mg/l
Carga diaria eliminada	682,63	kg/dia
DQO		
Carga diaria de entrada	1.587,50	kg/dia
Concentración de entrada	500,00	mg/l
Carga diaria máxima de salida	396,88	kg/dia
Concentración máxima de salida	125,00	mg/l
Carga diaria eliminada	1.190,63	kg/dia
SS		
Carga diaria de entrada	952,50	kg/dia
Concentración de entrada	300,00	mg/l
Carga diaria máxima de salida	111,13	kg/dia
Concentración máxima de salida	35,00	mg/l
Carga diaria eliminada	841,38	kg/dia
N-NTK		
Carga diaria de entrada estimada	190,50	kg/dia
Concentración de entrada estimada	60,00	mg/l
Carga diaria máxima de salida	47,63	kg/dia
Concentración máxima de salida estimada	15,00	mg/l
Carga diaria eliminada	142,88	kg/dia
P		
Carga diaria de entrada estimada	38,10	kg/dia
Concentración de entrada estimada	12,00	mg/l
Carga diaria máxima de salida	6,35	kg/dia
Concentración máxima de salida estimada	2,00	mg/l
Carga diaria eliminada	31,75	kg/dia

2.3. CARACTERÍSTICAS DEL FANGO

El fango en exceso tendrá las siguientes características:

Sequedad (% en peso de sólidos secos) > 25 %

Estabilidad (reducción de sólidos volátiles) > 40 %

3. DESCRIPCION DE LAS INSTALACIONES

3.1. RED DE SANEAMIENTO

La red de saneamiento de Íscar es de tipo unitario, por lo que en ella se recoge el caudal de aguas negras, el caudal de las industrias conectadas al saneamiento, y el caudal de escorrentía en caso de precipitaciones.

El caudal recogido en la red de saneamiento se conduce hasta la planta a través de un emisario de Ø500 mm que entronca con el ovoide de hormigón de 80 x 120 existente antes de la construcción de la actual EDAR. Existe un alivio situado unos 100 m antes de la planta realizado con una TE de la que arranca un tubo DN 1.000. que desemboca en el río Pirón junto al Molino Bodero.



Pozo de derivación

Este alivio funciona mediante un labio situado bajo un pozo de registro. Cuando el caudal que llega por el colector es superior al máximo elevado por las bombas de agua bruta el colector de entrada al pozo de gruesos se pone en carga y cuando alcanza la cota del labio empieza a aliviar. El agua aliviada sale por el colector construido en TE de 1.000 mm hacia el río.



Salida al rio

3.2. EDAR

La EDAR de Íscar es una instalación convencional que cuenta con un tratamiento primario que realiza los procesos de desbaste de sólidos gruesos, tamizado y desarenado-desengrasado y un tratamiento secundario de fangos activos mediante aireación prolongada.

La descripción de la EDAR de Íscar se estructura en dos grandes bloques: Línea de agua y línea de fangos.



EDAR de Íscar

3.2.1. Línea de agua

Pozo de gruesos

El influente llega a la EDAR a través del emisario de Ø 500 mm. El caudal llega en un primer momento al pozo de gruesos, diseñado para eliminar los sólidos de mayor tamaño, que se almacenan en su fondo tronco cónico para su posterior retirada mediante una cuchara bivalva accionada por un puente grúa que cubre todo el edificio



Pozo de gruesos

Desbaste de gruesos

El agua atraviesa una reja de gruesos de limpieza manual y 5 cm de luz de paso. A continuación existen dos canales de desbaste de 60 cm de ancho equipados uno de ellos con una reja automática y el otro con una reja de limpieza manual; ambas de 30 mm de luz que impiden el paso de los sólidos de mayor tamaño.

Pozo de bombeo

Una vez el agua pasa esta reja de desbaste de gruesos, llega al pozo de bombeo, desde el que se impulsa mediante (3+1) bombas sumergidas de 264 m3/h de caudal unitario que la elevan a la línea de desbaste de finos.

Desbaste de finos.

El agua impulsada pasa a dos canales de desbaste de 60 cm de ancho, donde mediante sendos tamices automáticos de 3 mm de luz se eliminan los sólidos que arrastra el influente y desde aquí se conduce al desarenado-desengrasado



Canales de desbaste de finos

Desarenado-desengrase.

Consistente en dos canales longitudinales de 8,50 m de longitud y 3,00 m de ancho unitario con dos pantallas tranquilizadoras para la recogida de las grasas en los que decantan las arenas, que son impulsadas a tratamiento mediante bombas especiales y se emulsionan las grasas mediante aireación. Tanto las arenas como las grasas son tratadas en equipos compactos de clasificación y concentración para la eliminación del agua que arrastran, con el fin de facilitar su gestión posterior.



Desarenado-desengrase

Todo el pretratamiento se aloja en un edificio cerrado para minimizar el impacto visual y de olores al entorno.

Medida de caudal y alivio de caudales en exceso

Tras el desarenado se coloca un medidor de caudal y una válvula motorizada comandada por dicho caudalímetro que regula el caudal admitido en el tratamiento biológico y deriva la diferencia de caudales entre el admitido en pretratamiento (6Qm) y el admitido en el biológico (2Qm).

Tratamiento biológico

El caudal pretratado, libre de sólidos arenas y grasas se conduce al tratamiento biológico de baja carga consistente en un reactor de aireación prolongada, donde se produce la eliminación de la materia orgánica carbonada y del nitrógeno, mediante la creación de zonas aerobias con aporte de oxígeno a través de las soplantes, y zonas anóxicas dotadas de agitadores para la circulación del licor mezcla en las que no se aporta oxígeno.

El reactor es un canal oval de 4.310 m3 de capacidad. Está equipado con dos recirculadotes de corriente de 5,2 Kw de potencia unitaria.

La aireación se realiza mediante 2+1 soplantes de 1.500 m3/h de caudal unitario de aire y 55 Kw de potencia que alimentan a 1.000 difusores de burbuja fina de membrana.



Reactor biológico

Decantador secundario

El caudal a la salida se conduce al decantador secundario, donde se separa el agua de los fangos que decantan en el fondo. El decantador secundario tiene un diámetro de 17,0 m y está dotado de puente con rasqueta de fondo para el arrastre de los fangos sedimentados en el fondo y de barredor giratorio superior que conduce los flotantes a una tolva para su evacuación.

El efluente depurado se conduce al vertido en el río Pirón.



Decantador secundario

3.2.2. Línea de fangos

Bombeo de fangos

Los fangos decantados en el clarificador se conducen a un pozo de fangos desde el cual parte es impulsado para su recirculación al reactor biológico con el fin de mantener la concentración de MLSS mediante 2+1 bombas centrífugas sumergibles de 130 m3/h de caudal unitario. Los fangos en exceso se conducen a tratamiento mediante 1+1 bombas centrífugas sumergibles de 15 m3/h de caudal unitario.

Espesamiento de fangos

Los fangos activados en exceso se conducen a la campana de distribución de un espesador circular de 7 m de diámetro y 3,5 m de altura recta en vertedero. El espesamiento de los citados fangos se consigue por gravedad en un proceso de sedimentación y decantación. La carga superficial de sólidos es inferior a 30 kgMS/m2/d y la carga superficial hidráulica de 0,40 m3/m2/h

En el espesador, la compactación y espesamiento del fango se consigue por una reja giratoria de peines, de accionamiento central. Un barredor de fondo, que forma parte de la reja giratoria de peines, arrastra el fango espesado a una pequeña poceta central, de donde se extrae por bombeo

Las bombas, una de operación normal y otra de reserva, son de tornillo helicoidal excéntrico, tipo MONO, y su caudal es variable de 3 a 8 m3/h. e impulsan el fango espesado, con una concentración del 3 %, a la máquina de deshidratación mecánica de fangos.

La fase acuosa rebosa a una canaleta perimetral en la parte superior del espesador, de donde se conduce al pozo de gruesos.

Secado de fangos

La deshidratación de los fangos espesados se realiza mediante centrífuga. Dicha máquina tiene la capacidad suficiente para deshidratar los fangos producidos en toda la semana natural (7 días), con un programa de funcionamiento de 8 horas/día durante la semana laboral normal (5 días). La máquina se pone en marcha, automáticamente, enclavada con las bombas de fangos espesados.

Los fangos espesados entran en un mezclador estático, donde se mezclan con un floculante polimerizado (polielectrolito). La preparación y dosificación de este reactivo se realiza mediante un equipo automático de preparación de 1.000 l y 1+1 bombas dosificadoras de 300 l/h de caudal máximo. Al salir del mezclador, los fangos quedan floculados. Después de pasar por la centrífuga los fangos alcanzan una concentración estimada del 25 %.



Centrífuga

La torta de fangos cae de la centrífuga a una bomba de tornillo de 2 m3/h de caudal que la impulsa a un silo de 20 m3 de capacidad situado junto al edificio de secado.

El agua eliminada de los fangos se conduce, por gravedad, al pozo de bombeo

3.2.3. Servicios auxiliares

La planta cuenta con los siguientes servicios auxiliares.

- Red de vaciados
- Red de escurridos.
- Red de pluviales.
- Red de agua potable.
- Red de agua industrial y de servicios.
- Red de aire de servicio.

3.2.4. Edificios.

Se han construido los siguientes edificios:

- De control.
- De pretratamiento que comprende los siguientes compartimentos:
    - pozos de gruesos y de bombeo y los canales de desbaste y la deshidratación
    - las soplantes.
    - los cuadros eléctricos

4. DEFICIENCIAS ENCONTRADAS.

Tanto el funcionamiento como la conservación de la planta son buenos por lo que las actuaciones a proponer son mejoras y subsanación de algunas deficiencias, que pasamos a exponer:

4.1. POZO DE GRUESOS

Existe una reja de sólidos en el pozo de gruesos en la salida hacia el pozo de bombeo con un paso entre 50-80 mm de dimensiones muy pequeñas, lo que provoca su saturación y obturación por detritus con facilidad, sobre todo por los arrastres en tormentas. Esto impide el paso del agua residual hacia la reja automática, con lo que provoca que se ponga en carga el colector y se produzca el alivio de agua bruta, por el aliviadero situado fuera de la parcela de la EDAR.

4.2. CANAL DE DESBASTE

En el desbaste hay dos canales uno con reja automática y otro de by-pass, por lo que en periodos de atascos, mantenimiento de la reja automática, el agua pasa directamente al bombeo, dando problemas de atasques en las bombas.

4.3. DESARENADOR - DESENGRASADOR

Es imposible poder independizar los dos desarenadores, ya que está realizada la obra civil pero sin embargo faltan las dos compuertas murales de entrada a los canales

Las bombas de arenas tienen problema de funcionamiento con sus motores, que necesitan ser cambiados por otros con una mayor potencia y un mayor régimen de revoluciones. La potencia aproximada es de 2,5 Kw

4.4. ELIMINACIÓN DE NITRÓGENO

La EDAR de Iscar fue diseñada para poder cumplir las exigencias de eliminación del nitrógeno establecidas para zonas sensibles considerando una concentración de NTK de 60 mg/l en el influente. La media de Nitrógeno total a lo largo del año 2.011 ha sido igualmente de 60mg/l y, a pesar de que el caudal de entrada ha sido sensiblemente inferior al de diseño, el vertido no siempre ha cumplido los límites establecidos por la normativa.

Para la eliminación del nitrógeno dispone de un conjunto de sondas de medida del oxígeno disuelto y de potencial redox que permiten al explotador realizar el ciclo de nitrificación y desnitrificación manejando la planta como ciclos y controlando el arranque y la parada de las soplantes por las sondas de redox.

En su informe el explotador solicita el cambio de las sondas de redox existentes por otras sondas que controlan los parámetros de amonio y nitratos; así como la sustitución de las sondas para la medida del oxígeno disuelto existentes por los problemas de ensuciamiento y pérdida de precisión en los datos del oxígeno disuelto existente en el reactor.

4.5. ELIMINACIÓN DE FÓSFORO

Existen dos formas de eliminación del fósforo: una química mediante la dosificación de cloruro férrico y otra biológica mediante la construcción de una cámara anaerobia intercalada entre el desarenador y el reactor biológico.

La depuradora de Iscar dispone de un equipo de dosificación de cloruro férrico compuesto por un depósito de 1.000 l de capacidad y dos bombas dosificadoras de membrana que no usa por lo que el fósforo que entra en la planta 10 mg/l frente a los 12 mg/l solo se reduce de forma biológica natural en el proceso biológico y se elimina con los fangos en exceso; de forma que la concentración promedia de fósforo en el vertido final es de 1,9 mg/l. es decir el promedio cumple la normativa y solo presenta inclumplimientos puntuales fácilmente corregibles.

4.6. SOPLANTES

Hay 3 soplantes (una de ellas en reserva) que no están diseñadas para trabajar con variadores de velocidad.

La potencia de los motores es de 50 CV, cuando las especificaciones de la soplante requieren 60 CV.

Por otro lado las máquinas han agotado su vida útil habiendo sido necesario realizar varias reparaciones que aconsejan su sustitución por soplantes nuevas.

4.7. MEDIDA DE CAUDAL TRATADO

La EDAR de Iscar cuenta con una medida de caudal de agua situada en la salida del desarenador y se realiza mediante medidor de caudal electromagnético colocado en tubería.

Sin embargo la planta no está dotada de caudalímetro en la salida de agua al río Pirón, por lo que para cumplir la normativa ORDEN ARM/1312/2009 de 20 de mayo, "por la que se regulan los sistemas para realizar el control efectivo de los volúmenes de agua utilizados por los aprovechamientos de agua del dominio público hidráulico, de los retornos al citado dominio público hidráulico y de los vertidos al mismo" es necesario dotarla de un medidor de caudal del agua tratada.

4.8. POZO DE FANGOS

La tubería que une el fondo del decantador con el pozo de fangos no dispone de ningún elemento de corte; por lo que para extraer las bombas de fangos o hacer cualquier tipo de mantenimiento se debe vaciar el decantador.

4.9. DECANTACIÓN SECUNDARIO

El camino de rodadura del puente barredor presenta una superficie rugosa e irregular que dificulta el funcionamiento de la rueda del puente.

4.10. EDIFICIO DE TALLER ALMACÉN

La planta no dispone de ninguna zona de taller ni de almacén para poder hacer las reparaciones necesarias para el mantenimiento de las instalaciones.

4.11. LABORATORIO

La planta no dispone de equipamiento de laboratorio para poder realizar los controles de proceso necesarios para la explotación de la depuradora.

2.3. E.D.A.R DE TORDESILLAS

INDICE

1. INTRODUCCIÓN 1

2. PARÁMETROS DE PARTIDA EN LA EJECUCIÓN DE LA EDAR 3

3. DESCRIPCIÓN DE LOS COLECTORES Y EBAR 4

4. DESCRIPCIÓN DE LA EDAR 7

4.1. LÍNEA DE AGUA 7

4.2. LÍNEA DE FANGOS 14

4.3. ELECTRICIDAD Y CONTROL 17

4.4. GENERALES 18

1. INTRODUCCIÓN

La EDAR comenzó a ejecutarse en el año 2004, siendo el plazo de ejecución de las obras de quince meses, comenzando por tanto su funcionamiento en el año 2006.

Durante su primer año fue gestionada por la Junta de Castilla y León, y desde el año 2008 hasta la actualidad por el Ayuntamiento de Tordesillas y SOCAMEX.

La planta se sitúa a las afueras del casco urbano, en la margen izquierda de la autovía Valladolid- Salamanca. Por ello se ejecutó una red de colectores que recogen todos los vertidos que se realizaban anteriormente de forma directa al río Duero, y los conducen a una estación de bombeo, previa a la EDAR, desde donde la totalidad del caudal se impulsa a la planta.

En el momento de ejecución de la EDAR, la zona estaba clasificada como No Sensible, estableciéndose los siguientes valores límite de emisión en su autorización de vertido:

MES	35 mg/l
DBO_5	25 mg/l
DQO	125 mg/l
NH_4^+	10 mg/l

Actualmente, el vertido se localiza en una zona susceptible de declararse como zona sensible, por lo que es necesario mejorar la calidad del efluente vertido hasta los valores que establece la normativa para zonas sensibles, con concentraciones en nutrientes inferiores a 15 mg/l de nitrógeno total y de 2 mg/l de fósforo total:

MES	35 mg/l
DBO_5	25 mg/l
DQO	125 mg/l
N_{TOTAL}	**15 mg/l**
P_{TOTAL}	**2 mg/l**

La autorización de vertido actual de la EDAR de Tordesillas:

SITUACIÓN ACTUAL

Municipio	TORDESILLAS		
Núcleo	TORDESILLAS		
Población censada	8793	Población estacional	

SANEAMIENTO

Tipo de red	UNITARIA	Año ejecución	
Material	VARIOS	Sección	
Tipo de juntas	VARIAS		
Aliviadero (SÍ / NO)	SI		

Dimensiones principales				Bombeos existentes	
Ø entrada		Long. Vertedero		Número de bombas	SI
Ø salida		Altura vertedero		Potencia asociada	
Ø aliviadero		Caudal diseño (l/s)			

Problemas detectados	VERTIDOS INDUSTRIALES < 1%
Vertidos industriales (SÍ / NO)	SI
Ordenanza reguladora	—

Caudal y valores límite de emisión del efluente (datos de la resolución de autorización)

Número de expediente autorización de vertidos			V-0004-VA		
Número de puntos de vertido			1		
Cauce receptor			RÍO DUERO		
HAB EQ	37500		Caudales (m^3/h)	345	

Valores límite de emisión

Fase 1					
MES	35	mg/l	MES	35	mg/l
DBO_5	25	mg/l O_2	DBO_5	25	mg/l O_2
DQO	125	mg/l O_2	DQO	125	mg/l O_2
Nitrógeno amoniacal	10	mg/l N	Nitrógeno total	15	mg/l N
Fósforo total		mg/l P	Fósforo total	2	mg/l P

OBSERVACIONES

El vertido se localiza en una zona suceptible de declararse como zona sensible.

3. DESCRIPCIÓN DE LOS COLECTORES Y EBAR

Para conducir las aguas residuales desde el municipio hasta la depuradora se diseñó un emisario de aguas residuales que transcurre paralelo al río Duero. Este emisario cuenta con cuatro tramos, uno de ellos en impulsión.

- Tramo I: este tramo comienza en el lugar donde se intercepta el primer colector de aguas residuales de Tordesillas. En este lugar se realiza un aliviadero para el exceso de caudales y se realiza una conducción mediante perforación horizontal de 500 mm de diámetro para evitar la demolición del canal de riego de CHD. La longitud de este tramo son 300m.

- Tramo II: En este tramo se realiza el cruce mediante perforación guiada de la carretera N-VI a través del puente sobre el río Duero. La conducción es de diámetro 600mm y longitud 1.000 m aproximadamente.

- Tramo III. Impulsión. Este tramo discurre desde la orilla del río Duero hasta la arqueta de rotura de carga. Para ello se ejecutó un pozo de bombeo de 6,6x4,75 m donde se alojan seis bombas. Cuatro bombas son para impulsar el agua residual a la EDAR con capacidad total para 276 m^3/h. Las dos bombas restantes son para conducir el caudal en exceso en caso de precipitaciones a vertido directo al río Duero, con un caudal total posible de 414 m^3/h. La tubería de impulsión es de PEAD de diámetro 200 mm y longitud de 140 m aproximadamente.

- Tramo IV: la salida de la impulsión finaliza en una arqueta de rotura de carga, desde donde el agua residual se conduce por gravedad a la EDAR. La tubería discurre por un camino asfaltado que atraviesa la autovía por un paso inferior. La longitud de este tramo final es de 1.200 mm con tubería de PVC corrugado y diámetro 400mm.

Los operarios de la empresa explotadora SOCAMEX, nos informan que la red de colectores funciona correctamente, pero no el pozo de bombeo intermedio, que presenta continuos problemas, en dos focos principales:

- El pozo de bombeo se sitúa a orillas del río Duero, en un camino de tierra que discurre paralelo al río. ***El pozo se encuentra en zona inundable***. En condiciones normales de caudal del Duero, el bombeo se encuentra a tan sólo 2m por encima de la lámina de agua del río Duero, por lo que ante pequeñas crecidas del río, el camino, el pozo de bombeo y la propia caseta de válvulas y cuados eléctricos queda totalmente anegado.

  Cuando esto ocurre, todo el caudal de agua residual se vierte de forma directa al río Duero ya que el río se mete en el bombeo y en el propio colector que discurre por zona inundable. El vertido directo de aguas negras no es muy preocupante debido a que, cuando ocurre, el caudal del río es muy elevado y se diluye rápidamente. Si es reseñable que durante la crecida no llega caudal a la planta puesto que las bombas no arrancan, y por lo tanto la EDAR no puede funcionar con normalidad



Fotografía 1 Proximidad del río Duero al pozo de bombeo



Fotografía 2 Inundación pozo de bombeo

- ***El pozo de bombeo no dispone de sistema de desbaste automático***. La totalidad del agua residual de la red de saneamiento llega al pozo de bombeo por gravedad y atraviesa un cestón, que recoge los sólidos más gruesos.

  El cestón no tiene capacidad suficiente para retener todos los sólidos que entran al pozo, por lo que son muchos los residuos que llegan a las bombas, y provocan el atasque de éstas, y su consiguiente parada. Si las bombas no funcionan, el nivel en el pozo comienza a aumentar y se alivia el agua residual a través de las bombas de alivio de forma directa al río Duero, y también por el aliviadero de cabecera situado a 300m, ya que todo el tramo de colector entra en carga.

  Por todo ello, los operarios van al pozo de bombeo varias veces al día para limpiarlo, sacando las bombas y arrancándolas nuevamente de forma manual. Sin embargo, esto no es suficiente, porque transcurridas unas horas, el problema vuelve a producirse.

  Este grave problema ocasiona que continuamente se vierta al río Duero caudal sin depurar debido al mal funcionamiento del sistema de bombeo.



Fotografía 3 Residuos en el pozo de bombeo

4. DESCRIPCIÓN DE LA EDAR

La EDAR se estructura en línea de agua, línea de fangos y generales.

4.1. LÍNEA DE AGUA

Pozo de gruesos:

Desde la arqueta de rotura de carga, la totalidad del caudal llega a la EDAR, al pozo de gruesos, de dimensiones de 2,9mx2,9m y profundidad de lámina de agua de 2m, con una altura total de unos 5m.

El pozo de gruesos se diseña para retener en su fondo tronco piramidal los cuerpos y elementos más gruesos y pesados, que son extraídos mediante cuchara bivalva de 100 l. El pozo de gruesos se ejecutó ya en la EDAR, después del bombeo previo a orillas del Duero. Este pozo debería hacerse realizado en el bombeo primero, puesto que se hubiesen evitado los continuos problemas que se producen por atasques y que han sido descritos anteriormente.

A pesar del bombeo previo, son muchos los sólidos de gran tamaño que llegan hasta el pozo de gruesos de la EDAR. Para evitar que el agua arrastre estos elementos grandes al bombeo de la planta, se dispone de una reja de muy gruesos extraíble de 50 mm de luz de paso.

Esta reja es fija, y no puede ser extraída por el polipasto de la cuchara, lo que provoca problemas serios para su mantenimiento ya que se tiene que limpiar con un gancho desde la superficie.



Fotografía 4 Pozo de gruesos en la EDAR

En la actualidad en la planta están trabajando con los dos canales de forma continua, debido a que si se ponen en funcionamiento dos bombas en planta, el caudal diseñado como principal, dotado de tamiz, no puede hacer frente a la totalidad del caudal impulsado y el canal principal se desborda. Por ello, para poder tratar todo el caudal de llegada y arrancar los dos equipos de impulsión, se tienen abiertas las compuertas y se emplea el canal de by-pass también.



Fotografía 6 Canales de desbaste

Desarenado – Desengrasado:

Una vez eliminados los sólidos, para poder efectuar un pretratamiento completo quedan por eliminar partículas de menor tamaño, como las arenas y las grasas, que pueden incidir negativamente en posteriores tratamientos. Así se evita la formación de copos o flóculos con los fangos activados.

Se dispone de dos líneas de desarenado-desengrasado de 7,5m de longitud formados a su vez por dos cámaras, la zona de desarenado dotada de aireación, y la cámara tranquilizadora o de desengrasado, donde se recogen mediante barredor las grasas emulsionadas.

Para la emulsión de las grasas se proyectó la aportación de aire mediante dos aireadores sumergidos de 96 m^3/h de caudal unitario.

Las arenas que decantan se conducen a través de una bomba a tratamiento mediante clasificador de arenas. Este equipo es pequeño según nos informa el personal de planta, pero debido a que la mayor parte de las arenas se quedan retenidas en la estación de bombeo de cabecera, no hay problemas por arenas en la EDAR.



Fotografía 7 Desarenado-desengrasado

En cuanto a las grasas, este equipo, al igual que el de arenas, es de capacidad hidráulica menor que el caudal que debe ser capaz de tratar. A este equipo llegan los flotantes de los decantadores. Esto provoca que, cuando arrancan las bombas de flotantes del decantador e impulsan al concentrador, el concentrador de grasas no puede hacer frente al caudal de llegada y se desborda, vertiendo a la calzada.

Por ello, los equipos de impulsión de flotantes están programados en forma manual, de modo que se controla el nivel en el pozo y cuando es necesario realizar purga, se hace de forma manual, con pequeños arranques de las bombas para evitar el desbordamiento del equipo.



Fotografía 8 Tratamiento de grasas mediante concentrador

La tubería de las grasas presenta un problema añadido y es el hecho de que se congela en los días de heladas, debido a que siempre queda algo de agua y está retenida, lo que da lugar a que no pueda utilizarse durante días en los meses de invierno.

Medida de caudal y control:

El tratamiento biológico está diseñado para el mismo caudal que el pretratamiento, por lo que el caudal después de ser pretratado se distribuye de forma homogénea a dos líneas de tratamiento secundario de aireación prolongada tipo carrusel con decantador secundario.

Estas líneas pueden independizarse de forma que el caudal del reactor 1 pueda conducirse al clarificador 2, o viceversa, para poder realizar labores de mantenimiento.

La regulación del caudal se realiza mediante compuertas motorizadas en una arqueta a la entrada de los dos reactores biológicos. El reparto de caudal funciona de forma adecuada ya que tienen reguladas las compuertas para que el caudal a cada uno de los biológicos sea prácticamente el mismo.

Reactor biológico de aireación prolongada

Finalizada la separación física, el agua residual se conduce a las dos líneas de tratamiento biológico, en las que se produce la reducción de la materia orgánica y del nitrógeno que arrastra el agua residual.

Se dispone de dos reactores independientes tipo carrusel de 2.366 m^3 de volumen unitario. Cada uno de ellas tiene dos pasillos de 6m de anchura y de 30 m de longitud recta, con una profundidad de lámina de agua de 5m.

La aireación de realiza a través de difusores de membrana. Para el suministro de aire se dispone de tres soplantes equipadas (siendo una de ellas de reserva) dotadas de cabina de insonorización y caudal unitario 1.600 Nm^3/h. Las soplantes disponen de variador de frecuencia.

Las zonas anóxicas se mantienen agitadas y homogenizadas por medio de dos generadores de flujo sumergible de 4,0kW y 2,2m de diámetro de hélice, que funcionan de forma adecuada.



Fotografía 9 Reactores biológicos de aireación prolongada



Fotografía 10Reactores biológicos

La EDAR de Tordesillas tiene un problema grave de control de la instalación y es el hecho de que no pueden acceder al programa del autómata para poder programar los equipos y poder programar el proceso. En el caso de la aireación, solo pueden trabajar con las consignas que dejó la empresa constructora, pero no puede modificar el autómata.

Actualmente la planta trabaja por ciclos, ya que se consiguen elevados rendimientos de eliminación de nitrógeno, y también de fósforo por vía biológica. Debido a que no pueden modificar las consignas del SCADA, regulan las soplantes a través de relojes digitales, de tal forma que durante los últimos meses han ido probando diferentes ciclos de funcionamiento marcha–paro de aireación, comprobando rendimientos de

eliminación, hasta conseguir el punto de trabajo más óptimo y con el que se produce una mayor eliminación de nitrógeno y de fósforo.

Este sistema, basado en la experiencia, es el que actualmente emplean, sin embargo, en función de las características del influente de entrada, las condiciones deberán ser unas u otras, por lo que es necesario que la aireación y la recirculación de fangos se realice en función de las características medidas in situ, y no de condiciones generales.

Decantador secundario:

El agua procedente de los dos reactores biológicos se conduce a tratamiento de clarificación en dos unidades circulares, cuyo objetivo es la separación de las materias decantables del agua con anterioridad a su vertido, además de permitir la recogida de los fangos en el fondo para su recirculación y tratamiento.

Los decantadores se diseñan de diámetro 15m y altura útil de 3,4m, dotados de puente circular de rasquetas de superficie para la recogida de flotantes y de fondo para el empuje de los fangos.

El efluente depurado que por la acción de la gravedad se queda en superficie, se recoge mediante un vertedero perimetral, descargando a la arqueta de salida de agua tratada.

Los fangos decantan en el fondo y son barridos mediante las rasquetas de fondo del puente perimetral, arrastrándolos a una poceta central desde donde se conducen al pozo de bombeo de fangos.

A su vez se dispone de un sistema de retirada de flotantes mediante barredor de superficie, que los envía a una caja sumergida desde la cual, mediante válvula automática, llegan a una arqueta desde la cual los flotantes se bombean al concentrador de grasas.

Como se comentó anteriormente, el concentrador de grasas no es capaz de asumir el caudal total que aporta la bomba de sobrenadantes, por lo que las labores de tratamiento de estos flotantes se hacen complicadas, con continuos arranques, que dañan al equipo y producen un mayor desgaste.



Fotografía 11 Decantadores secundarios

Arqueta de salida

El caudal depurado que se recoge mediante vertedero perimetral en los dos decantadores se conduce a la arqueta de salida. No hay medida de caudal de salida a vertido ni aprovechamiento del agua industrial para riego ni uso en la EDAR.

4.2. LÍNEA DE FANGOS

Pozo de fangos

Los fangos que decantan en los clarificadores se conducen al pozo de bombeo de fangos. Desde este parte son recirculados al reactor biológico para mantener la concentración de MLSS adecuada. La recirculación la controlan mediante ensayos V30, ya que no disponen en el reactor biológico de medidor de concentración de sólidos. La recirculación es del aproximadamente el 150% del caudal medio de entrada a tratamiento.

El pozo de bombeo de fangos no dispone de estructura metálica ni polipasto para la extracción de las bombas, lo que complica las labores de limpieza y mantenimiento.

Tanto la recirculación como la purga disponen de medidor de caudal electromagnético, que permite conocer la cantidad de fangos a cada elemento.



Fotografía 12 Pozo de bombeo de fangos

Espesador de fangos:

Los fangos en exceso se conducen mediante impulsión al espesador de fangos, de tipo estático, vertical y circular, con fondo troncocónico y rasqueta de fondo. El diámetro es de 6m y tiene una altura total recta de 4,0m.

La función del espesador es reducir el volumen de agua del fango en exceso, de modo que la concentración media de entrada se estima en un 0,8% y la de salida a deshidratación alrededor del 3-4%, debido a que el fango, al ser más pesado, decanta en el fondo y se agrupa, aumentando su concentración, con un tiempo de retención superior a las 24h. El sobrenadante del espesador se conduce por gravedad a la línea de retorno al pozo de gruesos.



Fotografía 13 Espesador de fangos

Los operarios de la EDAR nos indican que no hay deficiencias ni problemas en el espesador, y que su funcionamiento es correcto. El único problema se localiza en las tuberías aéreas, que durante los días de invierno se congelan.

Deshidratación en centrífuga:

El tratamiento de deshidratación de fangos se lleva a cabo durante 8 h/día los cinco días laborables de la semana, trabajando con la centrífuga a la mitad de su capacidad.

La centrífuga tiene una capacidad máxima de trabajo de 5 m^3/h. Sin embargo, la dosificación de polielectrolito no tiene capacidad hidráulica suficiente para dosificar la cantidad necesaria para trabajar a caudal máximo, lo que provoca que actualmente, y para conseguir una adecuada estabilización y deshidratación del fango, la centrífuga trabaje a la mitad de su capacidad, regulada mediante variador de frecuencia, con un caudal medio de 2,5 m^3/h.

La tolva no tiene medidor de ultrasonidos, por lo que deben subir los operarios y controlar el nivel visualmente.



Fotografía 14 Tratamiento de deshidratación

Las tuberías de fangos que discurren aéreas se congelan con frecuencia durante los meses de invierno.

4.3. ELECTRICIDAD Y CONTROL

La instalación de Media Tensión, se compone de un Centro de Transformación de Abonado de 630 KVA, de relación de transformación 15,2Kv/0,42Kv que incluye Celdas de línea, celdas de protección y medida.

La acometida al Cuadro General de Distribución se realiza mediante Conductores de Cobre unipolares tipo RZ1-K 2x(3x(1x240) mm^2 de sección.

El CCM consta de 4 Armarios metálico Himel de dimensiones 2.000x1000x500mm, con placa de montaje, RAL 7032, con iluminación e interruptor de puerta, ventilación controlada por termostato, y resistencia calefactora, controlada por termostato.

El PLC instalado es Schneider Electric, modelo Modicon TSX Premium, basado en arquitectura centralizada, realizándose las conexiones entre las E/S del PLC en Rack y las maniobras a través de Módulos de Interface E/S.

La planta dispone de Software de visualización SCADA de la marca Schneider Vijeo Citect.

Existe el inconveniente de que en la planta no se tiene acceso al programa desarrollado para el PLC ni para el SCADA, además no disponen del Software de desarrollo (Entorno de Programación) del PLC ni del SCADA , únicamente se encuentra instalado el RUN-TIME del Software SCADA para realizar así un funcionamiento automatizado del proceso de depuración, en consecuencia, a la hora de instalar nuevos equipos o realizar modificaciones en el proceso de la planta no puede ser controlado a través del PLC ni monitorizado a través del SCADA , por tanto el régimen de trabajo de dichos equipos se realiza de forma manual mediante el accionamiento de elementos de mando.



Fotografía 15 CCM Y PLC de EDAR Tordesillas

4.4. GENERALES

Agua industrial:

En el sinóptico de la EDAR viene reflejada una red de agua industrial mediante la toma de agua tratada en la arqueta de salida. Sin embargo, esta parte de la instalación no se ejecutó y no dispone de línea de agua industrial

Actualmente no realizan riego de las zonas verdes pues deberían hacerlo con agua potable y es una superficie demasiado extensa.

2.4. E.D.A.R DE TUDELA DE DUERO

INDICE

1. INTRODUCCIÓN 1

2. PARÁMETROS DE PARTIDA EN LA EJECUCIÓN DE LA EDAR 4

3. DESCRIPCIÓN DE LOS BOMBEOS INTERMEDIOS 8

3.1. ESTACIÓN DE BOMBEO 1 10

3.2. ESTACIÓN DE BOMBEO 2. 10

3.3. ESTACIÓN DE BOMBEO 3 12

3.4. ESTACIÓN DE BOMBEO 4. 13

3.5. ESTACIÓN DE BOMBEO 5. 14

4. DESCRIPCIÓN DE LA EDAR 14

4.1. LÍNEA DE AGUA 15

4.2. LÍNEA DE FANGOS 24

4.3. ELECTRICIDAD Y CONTROL 27

5. DESCRIPCION DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN LA MARGEN IZQUIERDA. 30

1. INTRODUCCIÓN

La EDAR de Tudela de Duero comenzó a ejecutarse en el año 2006. La explotación de la planta comenzó en el año 2007 a cargo de la Junta de Castilla y León, y desde el 2008 hasta la actualidad es el Ayuntamiento de Tudela de Duero y SOCAMEX quien realiza su explotación.

Las obras consistieron en la ejecución de la estación depuradora situada en la margen derecha del río Duero, y cinco pozos de bombeo situados en la red de saneamiento, necesarios para conducir el caudal de aguas negras que se vertía de forma directa hasta la nueva planta.

Debido a que Tudela de Duero presenta una gran variación poblacional de unos meses a otros, la planta se diseñó considerando dos circunstancias, el período normal y el período estival.

La planta consta de pretratamiento para la eliminación por medios físicos de sólidos, arenas y grasas, y tratamiento biológico de aireación prolongada para eliminar materia orgánica y nitrógeno.

Es necesario destacar que la EDAR se sitúa en la margen derecha, y sólo el caudal de agua residual de dicha margen es tratado en la planta. El caudal de aguas negras de la margen izquierda es vertido de forma directa al río Duero en tres puntos de vertido, sin ningún tipo de tratamiento previo. La población de la margen izquierda en la actualidad es de 3.200 habitantes.

En el momento de ejecución de la EDAR, los límites en el vertido establecidos en la Ordenanza de Vertidos:

MES	35 mg/l
DBO_5	25 mg/l
DQO	125 mg/l
NH_4^+	10 mg/l

Actualmente, el vertido se localiza en una zona susceptible de declararse como zona sensible, por lo que es necesario mejorar la calidad del efluente vertido al cauce hasta los siguientes valores, establecidos en su autorización de vertido y en la normativa vigente:

MES	35 mg/l
DBO_5	25 mg/l
DQO	125 mg/l
N_{TOTAL}	**15 mg/l**
P_{TOTAL}	**2 mg/l**

SITUACIÓN ACTUAL

Municipio	TUDELA DE DUERO		
Núcleo	TUDELA DE DUERO		
Población censada	8630	Población estacional	

SANEAMIENTO

Tipo de red	UNITARIA	Año ejecución	
Material	VARIOS	Sección	
Tipo de juntas	VARIAS		
Aliviadero (SÍ / NO)	SI		

Dimensiones principales				Bombeos existentes	
Ø entrada		Long. Vertedero		Número de bombas	SI
Ø salida		Altura vertadero		Potencia asociada	
Ø aliviadero		Caudal diseño (l/s)			

Problemas detectados	MAL FUNCIONAMIENTO DE LOS BOMBEOS EN EL EMISARIO
Vertidos industriales (SÍ / NO)	NO
Ordenanza reguladora	NO

Caudal y valores límite de emisión del efluente (datos de la resolución de autorización)

Número de expediente autorización de vertidos	V-0087-VA		
Número de puntos de vertido	1		
Cauce receptor	RIO DUERO		
HAB EQ	32000	Caudales (m³/h)	167

Valores límite de emisión

Fase 1				
MES	35	mg/l	MES	35	mg/l
DBO_5	25	mg/l O_2	DBO_5	25	mg/l O_2
DQO	125	mg/l O_2	DQO	125	mg/l O_2
Nitrógeno amoniacal	10	mg/l N	Nitrógeno total	15	mg/l N
Fósforo total		mg/l P	Fósforo total	2	mg/l P

OBSERVACIONES

La planta está diseñada para depurar las aguas residuales de 16.000 hab - eq.

2. PARÁMETROS DE PARTIDA EN LA EJECUCIÓN DE LA EDAR

La EDAR se diseñó considerando la especial circunstancia del municipio debido a la variación poblacional que experimenta en los meses de verano y a su cercanía con Valladolid, que había provocado en los últimos años un incremento significativo en el número de habitantes. Además, se diseñó considerando que iba a ser conectada la margen izquierda y por tanto tratada la totalidad del caudal de aguas negras del municipio.

Sin embargo, a día de hoy, sólo la margen derecha está conectada a la planta, y la margen izquierda vierte de forma directa al río Duero.

Los parámetros para los cuales fue diseñada y ejecutada la EDAR:

	INVIERNO	***VERANO***
Población	9.500 habitantes	16.000 habitantes
Dotación de DBO_5	65 g/hab.día	65 g/hab.día
Habitantes equivalentes	**10.300 e-h**	**17.300 e-h**
Caudal medio diario	**2.137 m^3/día**	**4.000 m^3/día**
Caudal medio horario	89 m^3/h	167 m^3/h
Caudal punta a tratamiento	213,8 m^3/h	400 m^3/h
DBO_5	290 mg/l	260 mg/l
SS	311 mg/l	280 mg/l
NKT	66,7 mg/l	60,0 mg/l
P_{TOTAL}	7,1 mg/l	6,4 mg/l

Los valores de concentración de diseño son típicamente domésticos, con concentraciones en DBO_5 en torno a 300mg/l, en nitrógeno total de 60mg/l y de fósforo alrededor de 7mg/l.

Los parámetros de partida del diseño son debidos a que en Tudela sólo se recoge caudal doméstico y asimilable a doméstico, no localizándose vertido de tipo industrial.

La línea de agua de la EDAR está formada por:

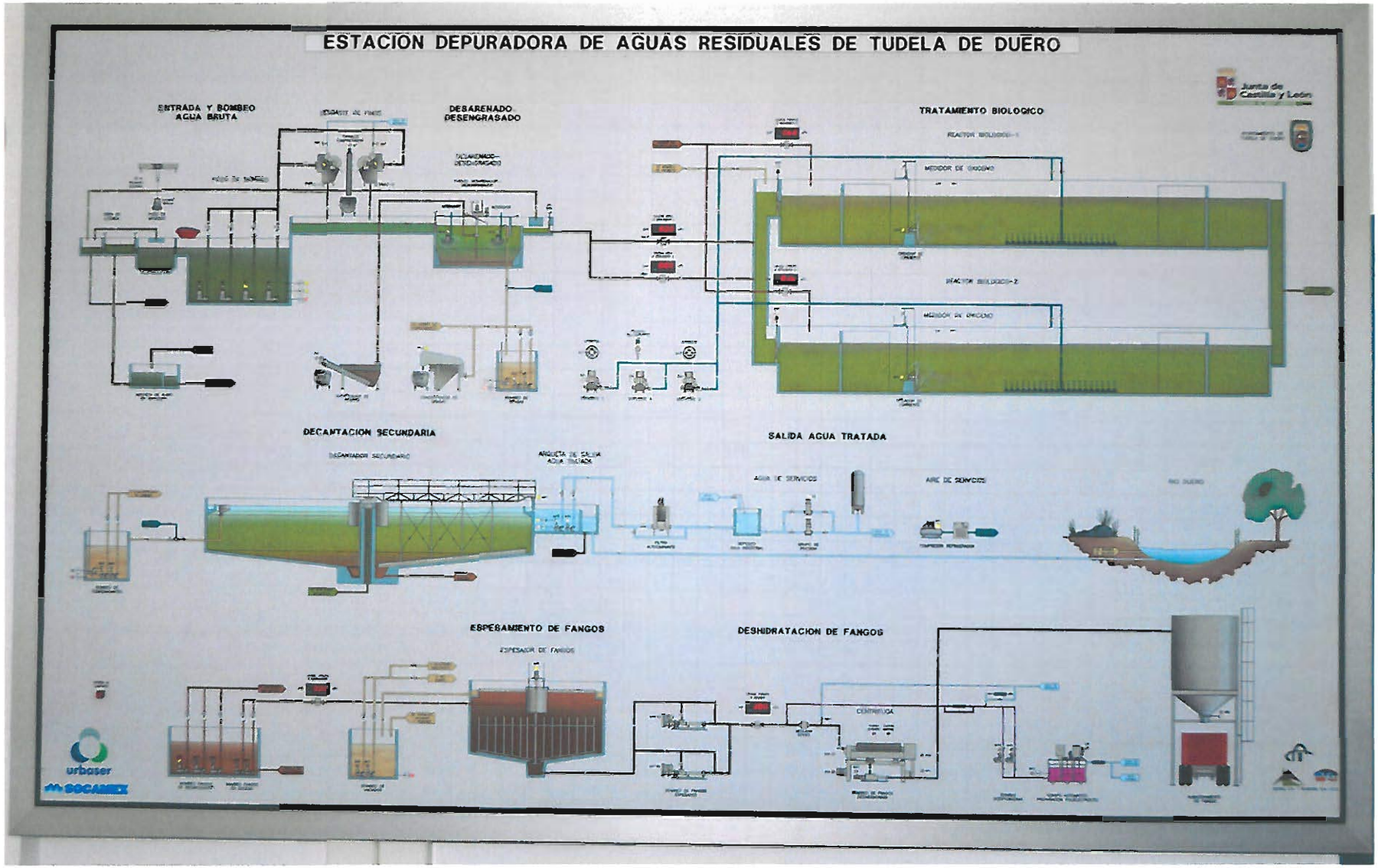
- Pozo de gruesos y bombeo.
- Tamizado de finos.
- Desarenado-desengrasado.
- Reactor biológico de aireación prolongada.
- Decantación secundaria.

Y línea de fangos, consistente en:

- Recirculación de fangos
- Bombeo de fangos en exceso a tratamiento
- Espesador de fangos por gravedad
- Acondicionamiento y deshidratación en centrífuga.

El esquema de la EDAR y su diagrama de proceso


EDIFICIO CONTROL
PRETRATAMIENTO
EDIFICIO PROCESO
TOLVA
CT
ESPESADOR
REACTORES BIOLÓGICOS
DECANTADOR SECUNDARIO
EDAR DE TUDELA DE DUERO:
Población diseño = 16.000 hab.
Habitantes equivalentes diseño =17.300 e-h
Caudal medio = 4.000 m3/día


ESTACION DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES DE TUDELA DE DUERO
ENTRADA Y BOMBEO AGUA BRUTA
DESARENADO DESENGRASADO
TRATAMIENTO BIOLOGICO
DECANTACION SECUNDARIA
SALIDA AGUA TRATADA
ESPESAMIENTO DE FANGOS
DESHIDRATACION DE FANGOS
urbaser

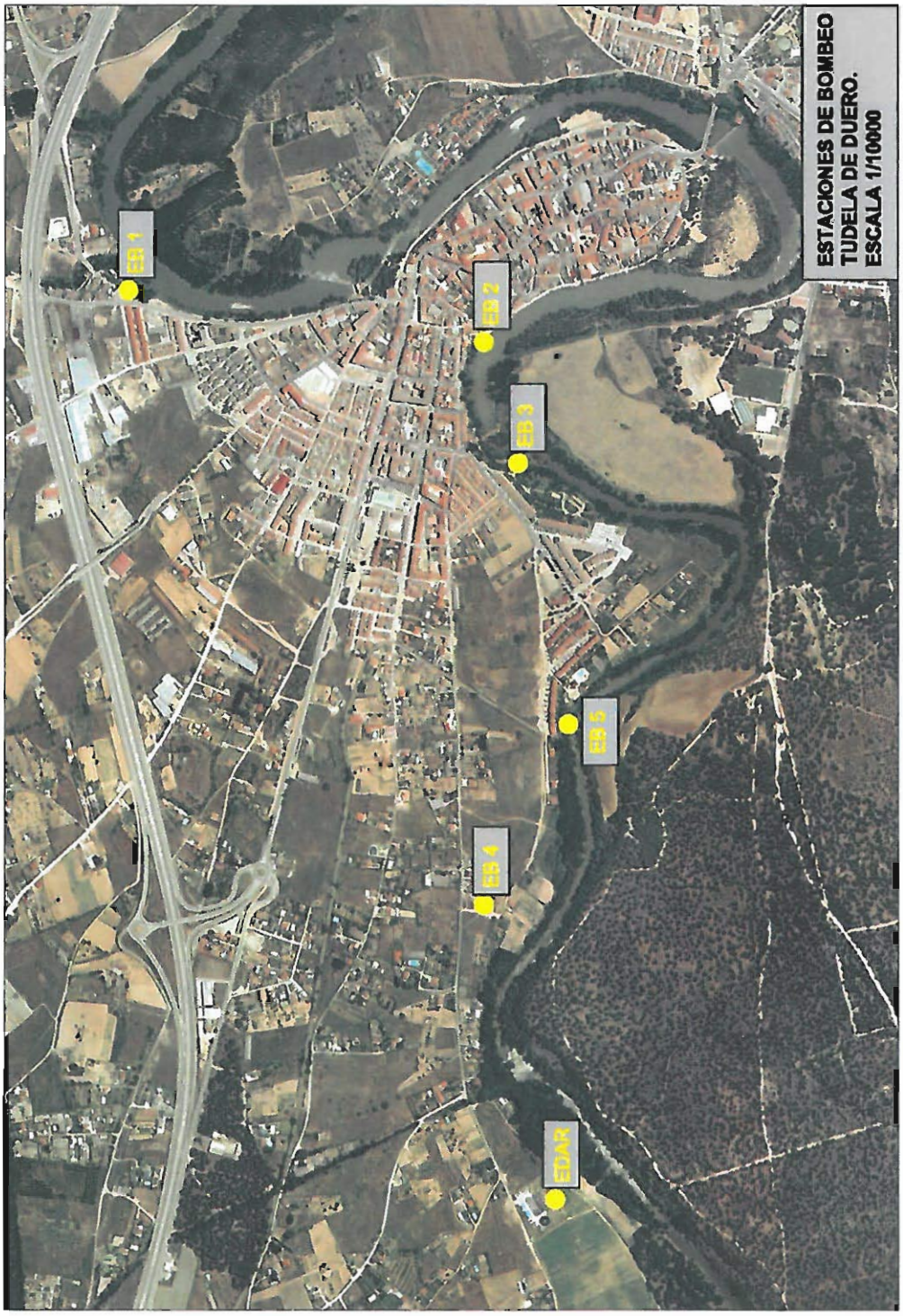
3. DESCRIPCIÓN DE LOS BOMBEOS INTERMEDIOS

Antes de la ejecución del proyecto, el agua residual era vertida al río Duero de forma dispersa en nueve puntos de vertido, seis de los cuales eran en la margen derecha.

Cuando se proyectó la EDAR, fue necesario unificar todos estos vertidos de la margen derecha para ser recogidos en un único emisario que condujese el caudal hasta la planta (actualmente a la EDAR sólo llega el caudal de aguas negras de la margen derecha). Para ello, se proyectaron cuatro estaciones de bombeo situadas en diferentes zonas del casco urbano, más un quinto bombeo al que llega todo el caudal de la red de saneamiento y desde el cual se impulsa hasta la EDAR.

La necesidad de realizar estas impulsiones está justificada en el proyecto para garantizar que la ejecución de los tramos de colectores fuese viable y facilitar además el posterior mantenimiento, ya que de no realizarse impulsiones, los tramos en gravedad discurrirían a gran profundidad.

A continuación se describen cada uno de estos bombeos, la zona del casco urbano que recogen y las características y deficiencias principales.


ESTACIONES DE BOMBEO
TUDELA DE DUERO.
ESCALA 1/10000
EB 1
EB 2
EB 3
EB 5
EB 4
EDAR

3.1. ESTACIÓN DE BOMBEO 1

La Estación de Bombeo 1 se sitúa en la carretera de Villabáñez, en la margen derecha del río Duero. A este bombeo llega una única conducción que recoge las aguas negras, de Ø300 mm de hormigón. El bombeo está formado por dos bombas (1+1) de tal forma que en tiempo seco trabaja una única bomba y en caso de lluvias trabajen las dos. La conducción de impulsión es de PE Ø140 mm, y discurre hasta conectar con el pozo de bombeo nº 2.

El pozo dispone de un aliviadero de emergencia para evacuar el exceso cuando se produce precipitaciones y llega un caudal superior al de diseño, mediante una tubería de Ø400 mm de PVC, que vierte de forma directa al Duero.

La cámara de bombeo es de dimensiones 2x2m y una altura total de 4m. Las bombas son centrífugas sumergibles de caudal 10l/s capaces de impulsar el caudal punta de aguas negras al saneamiento. La impulsión se regula mediante boyas de nivel.

La EB1 no cuenta con sistema de desbaste previo, sin embargo nos informan que esta estación de bombeo no da problemas importantes, porque llega un caudal pequeño.

La potencia aproximada de la estación de bombeo 1 es 3,5kW.



Fotografía 1 Estación de bombeo 1

3.2. ESTACIÓN DE BOMBEO 2.

La estación de bombeo 2 se ubica en la calle Calvario, próxima al número 10, en la margen del río Duero, al que llegan las aguas negras a través de un colector de diámetro 300 mm. Este pozo es de mayor capacidad que el pozo nº 1 ya que a éste

llega el caudal del pozo de bombeo 1 y el caudal de aguas negras que se vertía en este punto antes de la ejecución de la impulsión.

La Estación de bombeo 2 está formada por tres bombas de caudal unitario 25 l/s, de las cuales trabajan el tiempo seco dos, y en caso de precipitaciones las tres. El consumo energético del pozo es de 10,4 kW, triplicando al del pozo 1. La conducción de impulsión es de Ø250mm de PE. El pozo de bombeo dispone de un aliviadero de emergencia para evacuar el exceso cuando se produce precipitaciones, mediante conducción de diámetro 300 mm de PVC.

El bombeo, al igual que el resto, se regula mediante boyas de nivel. El pozo de bombeo tiene unas dimensiones de 2,5x3,0m con una profundidad de 3,7m en total.

Al igual que la EB1, no dispone de sistema de desbaste previo al bombeo. Este pozo no ocasiona problemas graves en la explotación.



Fotografía 2 Estación de Bombeo 2

3.3. ESTACIÓN DE BOMBEO 3

Este pozo se sitúa en la zona denominada El Bosque, a orillas del río Duero. A este bombeo llega un caudal superior al del pozo nº 2, con un consumo energético de 13,9Kw, ya que recoge la EB1, EB2 y las nuevas incorporaciones y acometidas.

La Estación de Bombeo 3 cuenta con tres bombas centrífugas sumergibles, de las cuales 2 funcionan en tiempo seco, y el tercer equipo se pone en funcionamiento en caso de precipitaciones. El consumo de esta estación es superior a la impulsión nº 2, con consumo de 13,9 kW, por lo que se pone en funcionamiento los equipos con mayor frecuencia.

Al igual que en el resto de bombeos, el arranque y paro de equipos se regula a través de boyas de nivel.



Fotografía 3 Estación de Bombeo 3

Durante la explotación, este bombeo es el que más problemas estaba ocasionando, debido a que es el que recoge mayor número de sólidos, que provocaban continuos atasques de los equipos y por ello vertido directo de agua residual al río. Por ello, hace un par de años se colocó una reja de limpieza manual, previa a las bombas, para evitar que los residuos llegasen a los equipos. Esta reja se colocó de luz de paso muy grande, de 80 mm, por lo que los equipos de bombeo siguen sufriendo continuos atasques. Para su limpieza se ha colocado un polipasto que la extrae a través de perfiles.

No dispone de by-pass general al pozo, por lo que no es posible dejar de alimentar agua a la arqueta.

Hay que destacar que a esta arqueta llega el nivel freático del auditorio ejecutado hace unos años, que se bombea hasta la EB3 para desde ahí conducirse hasta la EDAR. Sería necesario intentar desconectar dicho caudal para que fuese vertido de forma directa al cauce, pues se trata de aguas sin carga contaminante.

3.4. ESTACIÓN DE BOMBEO 4.

La Estación de bombeo nº 4 es la más grande de todas ya que a ésta llega la totalidad del caudal de las otras estaciones de bombeo y desde aquí se impulsa el caudal de aguas negras de diseño hasta la EDAR.

Al pozo llega un colector de Ø500 mm de PVC y cuenta con cuatro bombas centrífugas sumergibles, de las cuales en tiempo seco trabajan tres, y en caso de precipitaciones las cuatro simultáneamente.

El caudal unitario de cada bomba es de 46,3 l/s, por lo que se puede impulsar un caudal total de 139 l/s en tiempo seco y de 185 l/s cuando llueve. La tubería de impulsión es de Ø500 mm, que a caudal máximo de 185 l/s da una velocidad de 0,95m/s y a caudal medio de 139 l/s de 0,71m/s.



Fotografía 4 Estación de Bombeo 4

La arqueta tiene unas dimensiones totales de 3,7x3,7m y una profundidad de 6,3m. Al igual que el resto de impulsiones, dispone de aliviadero de caudales en exceso y la regulación del bombeo se realiza mediante boyas de nivel.

Este bombeo n presenta deficiencias importantes debido a que ella ya llega todo el caudal impulsado, y por lo tanto en caso de que el agua residual arrastre residuos, éstos se quedan en los bombeos previos y no llegan al número 4.

La potencia de esta instalación sobrepasa la del resto debido a que a ésta llega el caudal procedente del resto de impulsiones, con una potencia de 14 kW.

3.5. ESTACIÓN DE BOMBEO 5.

El pozo de bombeo 5 es el más pequeño de todos. No fue contemplado en proyecto, y se ejecutó durante la fase de obras al ver que unas viviendas vertían de forma directa al río Duero y no se había previsto su conexión.

Debido a que no fue posible conectarlas por gravedad con la estación de bombeo 4, de la cual estaban próximas, se ejecutó un pequeño bombeo de 2,7x1,2m y profundidad de 2m, dotada de dos equipos (1+1) capaz de impulsar el caudal de aguas negras de un grupo de viviendas unifamiliares adosadas.

Este pequeño bombeo no dispone de sistema de desbaste, pero debido a que se trata de un grupo reducido de viviendas y por ello no suele presentar problemas de atasques.

4. DESCRIPCIÓN DE LA EDAR

Para la descripción de la EDAR se ha estructurado la planta en línea de agua, línea de fangos y electricidad y control.

Es necesario considerar que la EDAR se diseñó considerando que llegasen a la planta las aguas negras de la margen derecha y la izquierda.

Sin embargo, actualmente el caudal que llega a la planta es únicamente el de la margen derecha, ya que la margen izquierda del municipio con una población total de 3.200 habitantes, sigue realizando un vertido directo al río Duero sin tratamiento previo.

A continuación se describe la planta:

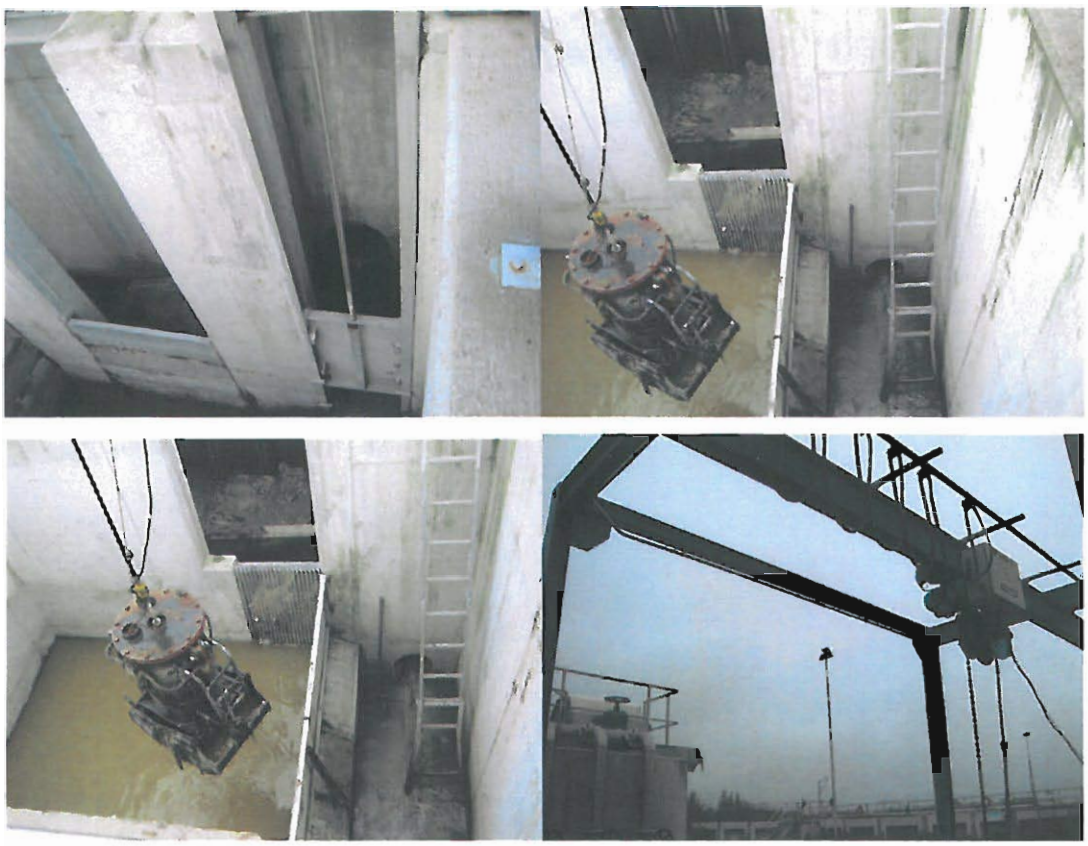
4.1. LÍNEA DE AGUA

Pozo de gruesos:

Como se explicará más adelante, la totalidad del caudal de la red de saneamiento de Tudela de Duero se impulsa desde el pozo de bombeo (EB4) hasta una arqueta de rotura de carga, y desde ésta todo el caudal llega a la EDAR por gravedad a través de una conducción de diámetro 500 mm.

La tubería llega a una obra de llegada, diseñada para poder realizar un by-pass general mediante el cierre de una compuerta, y que toda el agua se conduzca a vertido al río Duero.

El agua atraviesa la compuerta y llega al pozo de gruesos de 3,0x3,0m diseñado para retener en su fondo tronco piramidal los cuerpos y elementos más gruesos y pesados, que son extraídos mediante cuchara bivalva de 100 l.



Fotografía 5 Arqueta de llegada y pozo de gruesos

Para evitar que el agua arrastre elementos grandes, se dispone de una reja de muy gruesos de anchura 0,75m y con luz de paso de 30 mm, que evita que elementos mayores puedan llegar a las bombas. Esta reja es fija, y no puede ser extraída por el polipasto de la cuchara, lo que provoca problemas serios para su mantenimiento ya que tiene que bajar un operario al canal de by-pass por la escalera que se ve en la imagen, y desde ahí ir recogiendo los residuos.

El fondo del pozo de gruesos tiene fondo piramidal invertido para facilitar el almacenamiento de residuos en esa zona, con una pendiente de 45º hacia el interior, y dotado de perfiles metálicos en su fondo para proteger al hormigón de los trabajos de la cuchara.

El pozo de gruesos dispone de un aliviadero de seguridad de tal forma que si el nivel en el pozo comienza a aumentar, se alivia caudal por el labio lateral

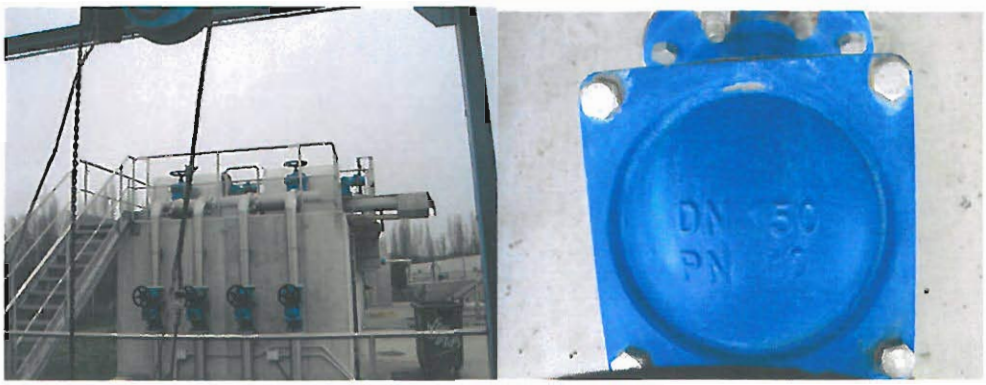
Pozo de bombeo:

El agua atraviesa la reja de gruesos y llega al pozo de bombeo, diseñado de 3,5x3,0m con una superficie de 10,5 m^2.

En el pozo de bombeo se sitúan cuatro bombas centrífugas sumergibles de 28 l/s diseñadas para trabajar con tres de ellas en período normal, y cuatro en período estival. Las conducciones de impulsión unitaria de diámetro 150 mm de acero inoxidable, reúnen el caudal en una tubería común desde la cual se alimenta el agua a los dos equipos de desbaste.

La regulación del bombeo se realiza por medio de boyas y las bombas no disponen de variador de frecuencia que permita regular los caudales. No disponen por tanto ni de variador de frecuencia ni de sistema de medida de nivel por ultrasonidos o bien por radar.

En el bombeo no cuentan con estructura metálica ni polipasto, lo que dificulta las labores de limpieza y mantenimiento de las bombas.



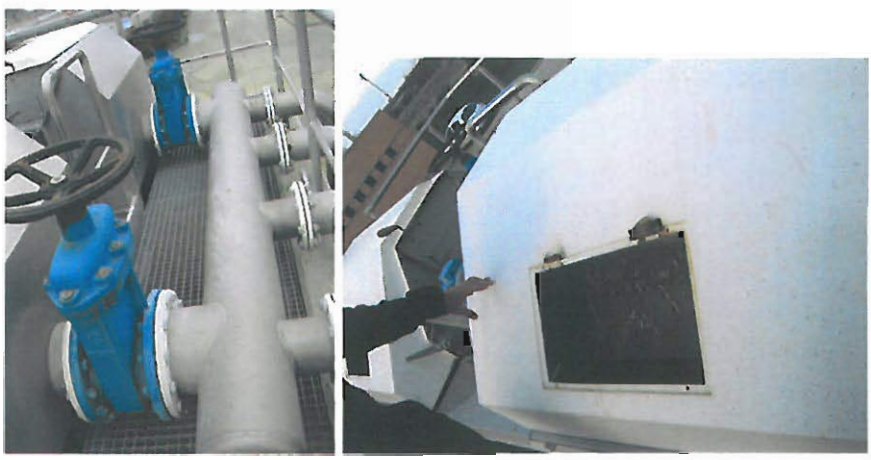
Fotografía 6 Pozo de bombeo de la EDAR

Desbaste:

El caudal impulsado se alimenta mediante una conducción general a dos líneas de desbaste. La conducción de entrada dispone de válvula manual para poder cerrar la entrada y realizar labores de mantenimiento.

El tratamiento de desbaste se realiza mediante dos tamices rotativos de 200 m^3/h de caudal unitario, con una luz de paso 3mm. La descarga de agua tratada se realiza a un canal que alimenta el agua al desarenado. Los residuos extraídos se conducen a través de un tornillo compactador hasta un contenedor.

El desbaste se diseñó para que en invierno funcionase un único equipo y en verano los dos. Sin embargo actualmente están trabajando con los dos tamices a pesar de que el caudal de llegada es claramente inferior al caudal de diseño de cada uno de los equipos con una capacidad total de 400 m^3/h.



Fotografía 7 Tamices rotativos para el desbaste

Desarenado – Desengrasado:

Una vez eliminados los sólidos, para poder efectuar un pretratamiento completo quedan por eliminar partículas de menor tamaño, como las arenas y las grasas, que pueden incidir negativamente en posteriores tratamientos. Así se evita la formación de copos o flóculos con los fangos activados.

El desarenado y el desengrasado se realizan en una arqueta común.

El desarenado está formado por dos canales paralelos de 12m de longitud, uno de 2m de anchura, que actúa como desarenador, y uno lateral de 1m de anchura que será el encargado de recoger las grasas ya que en él se forma una zona tranquilizadora donde las grasas emulsionadas flotan y son recogidas por un barredor de superficie.

Para la emulsión se cuenta con dos aireadores sumergidos tipo aeroflot, de 96 m^3/h de caudal unitario.



Fotografía 8 Desarenado-desengrasado

Estos aireadores en la actualidad no funcionan y se encuentran parados, por lo que la totalidad de las grasas que entran a la EDAR se conducen al tratamiento secundario por no ser emulsionadas y por tanto eliminadas en el desarenado.

Las arenas que decantan se conducen a través de una bomba a tratamiento mediante clasificador de arenas. Este equipo funciona correctamente y no presenta problemas mecánicos.



Fotografía 9 Clasificador de arenas

En cuanto a las grasas, lo recogido por las rasquetas se conduce a un canal desde el cual, por medio de una válvula reguladora, se conduce a un pozo de bombeo a la cota de urbanización, dotado de dos bombas sumergibles que impulsan los flotantes al concentrador de grasas. Esta arqueta está dotada de agitación para evitar que las grasas formen costras.



Fotografía 10 Pozo bombeo de grasas

Toda la línea de tratamiento de grasas se encuentra parada. Debido a que no funciona la aireación no se producen prácticamente espumas y flotantes, y el poco caudal de grasas que empuja el carro barredor del pretratamiento llega al pozo de bombeo de flotantes que se encuentra totalmente parado, no funcionan ni las bombas ni el agitador sumergible.

Las grasas presentan el problema que ante temperaturas bajas, se hacen sólidas y forman costras sólidas, lo que cuando funcionaba la instalación, las grasas solidificaban y provocaban la parada del agitador y también de las bombas.

El equipo concentrador de grasas es muy grande, está diseñado para el caudal de diseño de 16.000 habitantes, por lo que actualmente está sobredimensionado.

La tubería de las grasas presenta un problema añadido y es el hecho de que se congela en los días de heladas, debido a que siempre queda algo de agua y está retenida, lo que da lugar a que no pueda utilizarse durante muchos días de los meses de invierno.

Medida de caudal y control:

Una vez que el agua ha pasado el pretratamiento se realiza una regulación del caudal mediante un aliviadero diseñado para evacuar el caudal en exceso en caso de precipitaciones, y conducir a tratamiento secundario únicamente el caudal punta.

El caudal que va a tratamiento biológico se puede regular mediante compuerta, de tal forma que para labores de mantenimiento se cierre la compuerta y todo el caudal sea vertido al río después del pretratamiento.

Este aliviadero sólo debería funcionar cuando llueve, sin embargo en las dos visitas a planta realizadas, se observa que este vertedero evacúa caudal cuando se producen puntas de caudal debido al funcionamiento arranque paro de las bombas de impulsión.



Fotografía 11 Aliviadero posterior a pretratamiento

El caudal se conduce a tratamiento biológico a través de una conducción que llega a la arqueta de entrada, una cámara seca en la que la tubería general se bifurca en dos, de entrada a cada una de las líneas. Cada línea dispone de un caudalímetro electromagnético que registra los caudales a cada biológico.



Fotografía 12 Reparto de caudal a biológicos

Reactor biológico de aireación prolongada

Finalizada la separación física, el agua residual se conduce a las dos líneas de tratamiento biológico, en las que se produce la reducción de la materia orgánica y del nitrógeno que arrastra el agua residual.

Se dispone de dos balsas independientes tipo carrusel de 2.366 m^3 de volumen unitario. Cada uno de ellas tiene dos pasillos de 6 m de anchura y de 30 m de longitud recta, con una profundidad de lámina de agua de 5m.

La aireación se realiza a través de difusores de membrana. Para el suministro de aire se dispone de tres soplantes equipadas (siendo una de ellas de reserva) de caudal unitario 1.600 Nm^3/h, que no disponen de cabina de insonorización.

Las soplantes se diseñaron para que el aporte de aire se regulase a partir de la medida de oxígeno que facilitasen los medidores, con el fin de mantener unos 2 mg/l en la zona aireada y 0-0,5 mg/l en la zona anóxica.



Fotografía 13 Reactores biológicos de aireación prolongada

Sin embargo en la actualidad las soplantes son reguladas de forma manual en función de los ciclos, puesto que nos informan que los medidores de oxígeno no están calibrados y por ello prefieren operar por ciclos en función del tiempo.

Las zonas anóxicas se mantienen agitadas y homogenizadas por medio de dos generadores de flujo sumergible de 4,0 kW, uno en cada tanque, que funcionan de forma adecuada.

Decantador secundario:

El agua procedente de los dos reactores biológicos entra a la campana central del decantador secundario, cuyo objetivo es la separación de las materias decantables del agua con anterioridad a su vertido, además de permitir la recogida de los fangos en el fondo para su recirculación y tratamiento.

Para ello, el agua procedente de los reactores se conduce mediante una tubería al decantador de 22 m de diámetro y 4,1m de altura, con un volumen unitario útil de 1.675 m^3.

El efluente depurado que por la acción de la gravedad se queda en superficie, se recoge mediante un vertedero perimetral, descargando a la arqueta de salida de agua tratada.

Los fangos decantan en el fondo y son barridos mediante las rasquetas de fondo del puente perimetral, arrastrándolos a una poceta central desde donde se conducen al pozo de bombeo de fangos.

A su vez se dispone de un sistema de retirada de flotantes mediante barredor de superficie, que los envía a una caja sumergida desde la cual, mediante válvula automática, se conducen a una arqueta y de ésta se impulsan al pozo de gruesos mediante bombas de 15 m^3/h.



Fotografía 14 Decantador secundario

Arqueta de salida

Adosado al decantador secundario existe una arqueta de salida, desde la que se toma el agua para uso industrial, y que se diseño para apreciar la calidad del efluente depurado. No se dispone de medida del caudal de efluente depurado que se conduce al río Duero.

4.2. LÍNEA DE FANGOS

Pozo de fangos

Los fangos que decantan en el clarificador se conducen al pozo de bombeo de fangos. Desde este parte son recirculados al reactor biológico para mantener la concentración de MLSS adecuada. La recirculación la controlan mediante ensayos V30, ya que no disponen en el reactor biológico de medidor de concentración de sólidos.

Para la recirculación de fangos se cuenta con tres bombas centrífugas sumergibles (una de ellas de reserva) de caudal 170 m^3/h, para poder alcanzar hasta el 200% del caudal medio. Debido a que actualmente las concentraciones del influente de entrada son débiles, con valores de DBO_5 por debajo de 200 mg/l, recirculan la mayor parte de los fangos que decantan con el fin de mantener una concentración mínima de 3.000mg/l en el reactor biológico.

La purga de los fangos se realiza mediante dos bombas centrífugas sumergibles de 15m^3/h de caudal unitario. Actualmente controlan la purga de forma manual, y debido

a que la mayor parte del caudal es recirculado, es poco el fango que se purga para conducirlo a tratamiento.



Fotografía 15 Impulsiones en pozo de bombeo de fangos

Tanto la recirculación como la purga disponen de medidor de caudal electromagnético que permite conocer la cantidad de fangos a cada elemento. El pozo de bombeo no dispone de estructura metálica ni polipasto para el izado de las bombas.

Espesador de fangos:

Los fangos en exceso se conducen mediante impulsión al espesador de fangos, de tipo estático, vertical y circular, con fondo troncocónico y rasqueta de fondo. El diámetro es de 8m y tiene una altura total recta de 4,0m.

La función del espesador es reducir el volumen de agua del fango en exceso, de modo que la concentración media de entrada se estima en un 0,8 % y la de salida a deshidratación alrededor del 3-4 %, debido a que el fango, al ser más pesado, decanta en el fondo y se agrupa, aumentando su concentración, con un tiempo de retención superior a las 24h.

El sobrenadante del espesador se conduce por gravedad a la línea de retorno del pozo de gruesos.



Fotografía 16 Espesador de fangos

Los operarios de la EDAR nos indican que no hay deficiencias ni problemas en el espesador, y que su funcionamiento es correcto. El único problema aparece cuando se congelan las conducciones aéreas de fangos, en los días de fuertes heladas.

Deshidratación en centrífuga:

Los fangos procedentes del espesador son aspirados mediante dos bombas de tornillo que alimentan el fango a la centrífuga con caudal entre 3 y 8 m^3/h. Actualmente la deshidratación se lleva a cabo 3 días a la semana durante 8h en centrífuga de $8m^3/h$.

Para el acondicionamiento de los fangos emplean polielectrolito catiónico, que se prepara en una unidad automática de producción en continuo, compuesta por una cuba de 800 l de preparación al 0,5%. La salida de esta cuba se alimenta mediante dos bombas dosificadoras de tornillo helicoidal, con un caudal regulable entre 50 y 500l/h.

Los fangos secos al 22% son posteriormente retirados mediante bomba volumétrica de 0,5 a 2 m^3/h de caudal unitario, hasta la tolva de almacenamiento de 20 m^3 de capacidad, equipada con compuerta tajadera de descarga.



Fotografía 17 Deshidratación y almacenamiento de fangos

4.3. ELECTRICIDAD Y CONTROL

La instalación de Media Tensión, se compone de un Centro de Transformación de Abonado de 400 KVA, de relación de transformación 15,2Kv/0,42Kv que incluye:

- 1 Celda de llegada de línea de la gama SM6 de Schneider Electric.
- 1 Celda de Protección Interruptor – Fusibles combinados de la gama SM6 de Shcneider Electric.
- 1 Celda de Medida de Tensión e Intensidad

La acometida al Cuadro General de Distribución se realiza mediante Conductores de Cobre unipolares tipo RZ1-K 2x(3x(1x150) mm^2 de sección.

El interruptor general magnetotérmico empleado para la protección general del CCM, situado en el Cuadro general de distribución es de 630 A modelo: NS630NE STR23SE.

El Centro de Control de Motores se compone de 7 Paneles de dimensiones 800x1000 mm en ejecución compartimentada por cubículos extraíbles.

El PLC instalado es Siemens, modelo de CPU 315 -2DP, basado en arquitectura centralizada, realizándose las conexiones entre las E/S del PLC en Rack y las maniobras a través de Módulos de Interface E/S.

La planta dispone de Software de visualización SCADA de la marca Siemens software Win CC.

La automatización de la planta está implementada mediante lógica cableada y programable, controlando principalmente dos modos de funcionamiento.

Funcionamiento Manual

La maniobra (arranque o parada de un motor, apertura o cierre de una válvula o compuerta, etc.) se realiza de forma voluntaria por el operador y ordenada al sistema mediante el accionamiento de elementos manuales de mando (pulsadores, selectores, etc.), siendo ejecutada por los actuadotes (contactores, arrancadores, variadores, posicionadotes, etc.) , teniendo en cuenta los enclavamientos de seguridad tales como boyas de nivel mínimo en pozos , finales de carrera en compuertas o válvulas, etc., evitando así de esta forma daños al equipo.

El modo de funcionamiento de la planta admite dos opciones: manual local y manual remoto:

- La opción manual local se ordena las maniobras mediante botoneras a pie de máquina.
- La opción manual remoto se ordena las maniobras mediante el teclado del PC de supervisión y control, y transmitiéndose dichas órdenes a través de la red entre PLC y PC, consiguiendo así, no considerar al equipo en concreto en un proceso secuencial en la que intervienen distintos equipos.

Actualmente el Software SCADA instalado en la E.D.A.R, interactúa con el PLC atendiendo a las consignas de funcionamiento introducidas por el personal responsable de la explotación de la planta, consiguiendo así que se realice un proceso de depuración automatizado.

Existe el inconveniente de que en la planta no se dispone ni de licencia de desarrollo ni licencia del entorno de programación tanto para el Software SCADA como el Software del PLC, lo que significa que a la hora de instalar nuevos equipos o realizar modificaciones en el proceso, no puede ser controlado a través del PLC ni monitorizado a través del SCADA , por tanto el régimen de trabajo de dichos equipos se realiza de forma manual mediante el accionamiento de elementos de mando (pulsadores, selectores, etc.), actuando sobre contactores, arrancadores, variadores, posicionadores, etc., teniendo en cuenta los enclavamientos de seguridad tales como boyas de nivel, finales de carrera implementado en la maniobra por lógica cableada.



Fotografía 18 CCM y SCADA de EDAR de Tudela de Duero

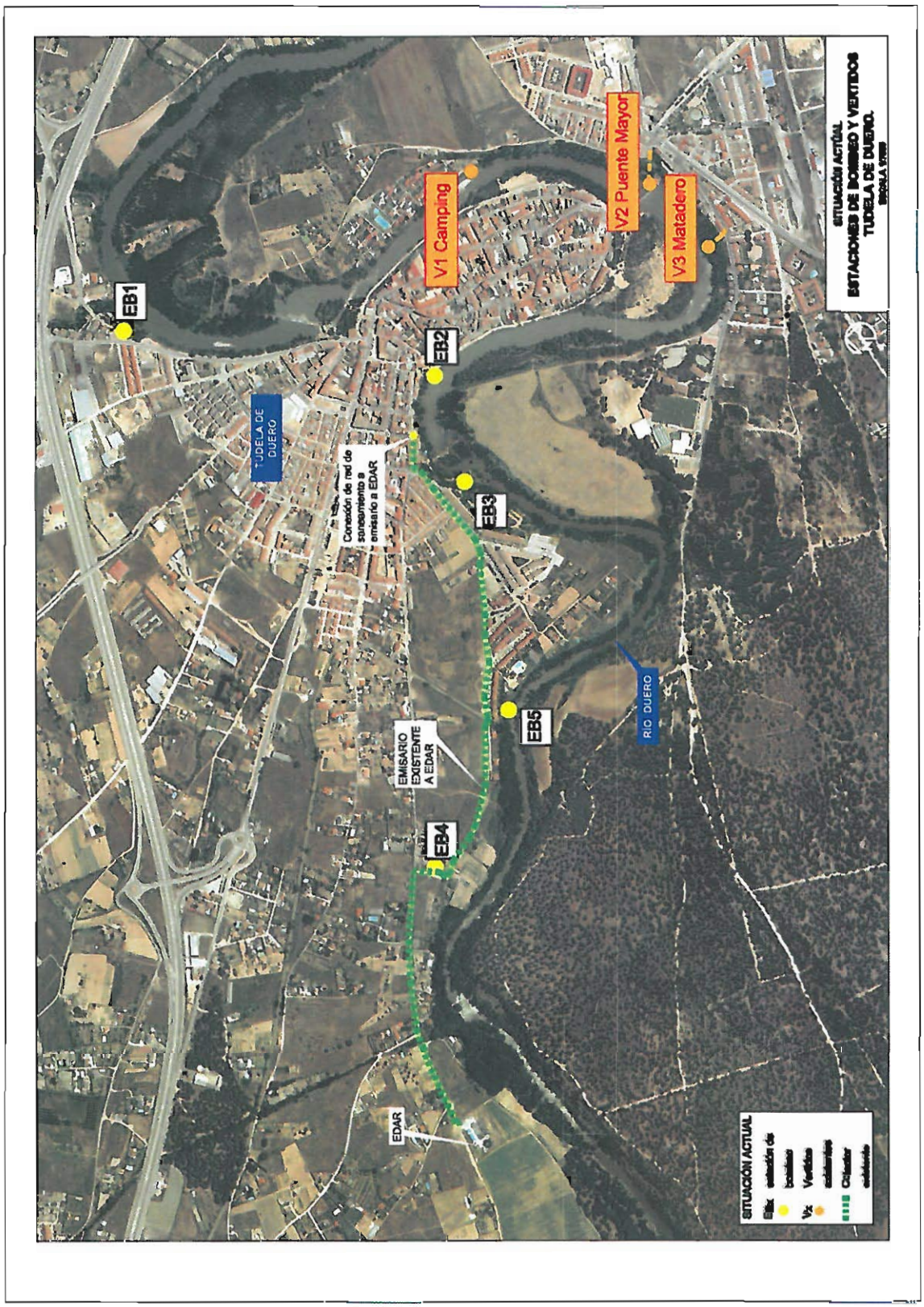
5. DESCRIPCION DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN LA MARGEN IZQUIERDA

Tudela de Duero se desarrolla en ambas márgenes del río Duero. Actualmente la población de la margen izquierda corresponde a 3.200 habitantes aproximadamente, que se ven ligeramente incrementados durante los meses de verano.

El agua residual recogida en la red de saneamiento de la margen izquierda, unitaria e independiente de la margen derecha, se vierte de forma directa en tres puntos de vertido, sin ningún tipo de tratamiento previo de sus aguas. El primer vertido se localiza en la urbanización privada del camping, el segundo vertido en la zona del puente, que es el vertido más importante, y el tercer vertido en la zona denominada el matadero, aguas debajo de las dos anteriores.

El vertido directo de agua residual al cauce ocasiona un impacto medioambiental sobre el río Duero, por lo que se considera necesario e imprescindible la conexión de la margen izquierda con la red de saneamiento de la derecha. Las alternativas para el cruce del Duero se desarrollan con detalle en el estudio de alternativas.

Cuando se ejecutó la EDAR, se hizo pensando en una futura conexión de la margen izquierda a la planta, por lo que ésta tiene capacidad suficiente para asumir el incremento de caudal y carga correspondiente a las aguas negras de la margen izquierda.


SITUACIÓN ACTUAL
ESTACIONES DE BOMBEO Y VERTIDOS
TUDELA DE DUERO.
V1 Camping
V2 Puente Mayor
V3 Matadero
EB1
EB2
EB3
EB4
EB5
TUDELA DE DUERO
Conexión de red de saneamiento a emisario a EDAR
EMISARIO EXISTENTE A EDAR
EDAR
RIO DUERO
SITUACIÓN ACTUAL

2.5. E.D.A.R DE BENAVENTE

INDICE:

1. INTRODUCCIÓN 1

2. DATOS DE DISEÑO 1

2.1. POBLACION 1
2.2. CAUDALES 1
2.3. CARACTERISTICAS DEL AGUA 1
2.4. CARACTERÍSTICAS DEL FANGO 3

3. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES 3

3.1. RED DE SANEAMIENTO 3
3.2. E.D.A.R. 4
3.2.1. Línea de agua 4
3.2.2. Fangos 8
3.2.3. Instalaciones auxiliares 12
3.2.4. Edificio industrial 12

4. DEFICIENCIAS ENCONTRADAS. 13

4.1. COLECTOR DE LLEGADA BY-PAS GENERAL DE LA PLANTA. 13
4.2. POZO DE GRUESOS 13
4.3. TANQUE DE TORMENTAS 14
4.4. ELIMINACIÓN DEL NITRÓGENO 14
4.5. ELIMINACIÓN DEL FÓSFORO 15
4.6. TRATAMIENTO DE ESCURRIDOS. 15
4.7. EDIFICIO INDUSTRIAL. ZONA DE CUADROS ELÉCTRICOS 16

1. INTRODUCCIÓN

La EDAR de Benavente se construyó, por encargo de La Junta de Castilla y León, por la empresa COMSA a partir de un proyecto redactado por Castilla Ingeniería y lleva en funcionamiento desde el mes de enero de 2007.

En la actualidad la explotación la realiza la empresa AQUAGEST.

2. DATOS DE DISEÑO

2.1. POBLACION

Población equivalente adoptada		32.500	Hab Equiv.
Dotación adoptada		200	l/hab*dia

2.2. CAUDALES

CAUDAL DIARIO ADOPTADO PARA LA EDAR		**6.500**	**m^3/dia**
Caudal promedio		271	m^3/h
Caudal punta en tratamiento biológico	2,00	542	m^3/h
Caudal máximo en pretratamiento	3,00	813	m^3/h
Caudal máximo bombeado a T. Tormentas	6,00	1.625	m^3/h
Caudal admitido en el colector	10,00	2.708	m^3/h

2.3. CARACTERISTICAS DEL AGUA

DBO_5

Carga diaria de entrada	1.950	kg/dia
Concentración de entrada	**300**	mg/l
Carga diaria máxima de salida	163	kg/dia
Concentración máxima de salida	**25**	mg/l
Carga diaria eliminada	1.788	kg/dia

DQO

Carga diaria de entrada	3.250	kg/dia
Concentración de entrada	**500**	mg/l
Carga diaria máxima de salida	813	kg/dia
Concentración máxima de salida	125	mg/l
Carga diaria eliminada	2.438	kg/dia

SST

Carga diaria de entrada	3.250	kg/dia
Concentración de entrada	**500**	mg/l
Carga diaria máxima de salida	228	kg/dia
Concentración máxima de salida	**35**	mg/l
Carga diaria eliminada	3.023	kg/dia

N-NTK

Carga diaria de entrada estimada	260	kg/dia
Concentración de entrada estimada	**40**	mg/l
Carga diaria máxima de salida	98	kg/dia
Concentración máxima de salida estimada	**15**	mg/l
Carga diaria eliminada	163	kg/dia

P

Carga diaria de entrada estimada	98	kg/dia
Concentración de entrada estimada	**15**	mg/l
Carga diaria máxima de salida	13	kg/dia

Concentración máxima de salida estimada	**2**	mg/l
Carga diaria eliminada	85	kg/dia

2.4. CARACTERÍSTICAS DEL FANGO

El fango en exceso tendrá las siguientes características:

Sequedad (% en peso de sólidos secos)	> 20 %
Estabilidad (reducción de sólidos volátiles)	> 40 %

3. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

3.1. RED DE SANEAMIENTO

La red de saneamiento de Benavente es de tipo unitario, por lo que en ella se recoge el caudal de aguas negras, el caudal de las industrias conectadas al saneamiento, y el caudal de escorrentía en caso de precipitaciones.

El caudal recogido en la red de saneamiento se conduce hasta la planta a través de un emisario de Ø 1.000 mm. y 4.156 m de longitud que tiene su origen en las proximidades del cruce de la carretera N-525 sobre el ferrocarril de Astorga a Zamora, donde se le conectan los caudales procedentes del colector tubular existente designado como Colector 3 que vierte al rió Orbigo.

El emisario prosigue su trazado hasta la antigua depuradora donde se desvía hacia la nueva EDAR.

En la nueva depuradora entra directamente en el pozo de gruesos sin existir ningún alivio ni bypass anteriores.

3.2. E.D.A.R.

3.2.1. Línea de agua

Pozo de gruesos

El emisario de llegada a la planta entra en el pozo de gruesos. El pozo tiene un volumen útil de 23 m3 y está dotado de cuchara bivalva de 100 l de capacidad trasladada mediante un puente grúa de 2.000 Kg que da servicio a todo el edificio de pretratamiento

Para la protección de las bombas de agua bruta se dispone de una reja de desbaste vertical de limpieza manual y 50 mm de luz de paso situada entre el pozo de gruesos y el de bombeo.

Bombeos de agua bruta

Existen dos grupos de bombas. Un grupo compuesto por 2+1 bombas de 406 m3/h de caudal unitario que bombean a tratamiento y otro compuesto por 2+1 de 812 m3/h de caudal unitario que bombean al tanque de tormentas.



Pozo de gruesos

Tanque de tormentas

El tanque de tormentas se ha diseñado para retener durante 20 minutos un total de 1.625 m3/h que corresponde a 6 veces el caudal medio de la planta. Mide 17.0 m de largo por 8,50 m de ancho y tiene un calado útil de 4,0 m. Dispone de una capacidad útil de 578 m3 y está dotado de dos agitadores sumergibles de 7,5 Kw que se encuentran en estado deficiente. Uno de ellos está desmontado.



Tanque de tormentas

Canales de desbaste

El agua bruta impulsada pasa por tres canales de desbaste de finos de 50 cm de ancho. Dos de ellos están equipados con tamices de limpieza automática de 3 mm de luz. El tercero es de reserva y está equipado con una reja de limpieza manual de 10 mm de luz de paso. Los tres canales están aislados mediante compuertas motorizadas aguas arriba y aguas abajo.

Los detritus retenidos por los tamices se recogen en un tornillo transportador compactador que los deposita en un contenedor.



Canales de desbaste

Desarenadores-desengrasadores

Consta de dos líneas de 3 x10 m. aisladas mediante compuertas motorizadas situadas en las entradas. Están equipados con dos aireadores sumergidos cada uno, bombas de arenas, barredores superficiales de grasa, clasificador de arena de tornillo y concentrador de grasas.



Desarenador-desengrasador

Arqueta de alivio.

A la salida de los desarenadores existe una arqueta de la que sale la tubería que conduce el agua pretratada al biológico. En esta tubería de DN 300 mm se encuentran un medidor de caudal electromagnético y una válvula de compuerta motorizada. Estos equipos sirven para regular el caudal de entrada al biológico. El exceso entre el caudal máximo admitido en pretratamiento (813 m3/h) y el caudal máximo admitido en el biológico (542 m3/h) es aliviado mediante un vertedero existente en la arqueta y conducido a la salida de la planta.

Reactor biológico

El tratamiento biológico es por fangos activos en aireación prolongada tipo carrusel con nitrificación–desnitrificación. que produce la eliminación de la materia orgánica carbonada y del nitrógeno mediante la creación de zonas aerobias con aporte de oxígeno a través de las soplantes y difusores, y zonas anóxicas dotadas de agitadores para la circulación del licor mezcla en las que no se aporta oxígeno.

El tratamiento biológico consta de dos reactores de tipo carrusel con un volumen total de 8.718 m3 dotados cada uno con dos agitadores de hélices generadoras de flujo de 4,5 Kw y sistema de aireación mediante 3 soplantes (2+1) de 3.000 m3/h de caudal unitario con variadores de frecuencia que trabajan en función de los oxímetros instalados en los reactores.



Reactor biológico

Decantadores secundarios

El tratamiento del agua continúa en los decantadores secundarios. Son dos depósitos circulares de 20,0 m de diámetro con puente móvil giratorio dotado de rasquetas de fondo para fangos y canales perimetrales de recogida de agua tratada.

Disponen de sistema de recogida de sobrenadantes mediante tolvas en superficie. Las flotantes retiradas se conducen al concentrador de grasas del pretratamiento.

La salida del agua decantada se realiza mediante canal vertedero, que conecta con un canal de agua decantada. De este canal, el agua tratada sale en tubería de 300 mm desde cada decantador a la arqueta de agua tratada.

El fango decantado se recoge en la poceta central desde la que sale una tubería de 300 mm de diámetro que conecta cada decantador con el pozo de bombeo de fangos.



Decantador

3.2.2. Fangos

Bombeo de fangos

Los lodos concentrados en el fondo de los decantadores se conducen a la cámara de bombeo de fangos, donde una parte de los lodos se recirculan a los biológicos y los fangos en exceso se envían al espesador de gravedad.



Pozo de bombeo de fangos

El bombeo de recirculación de fangos está compuesto por 2+1 bombas centrífugas sumergibles de 210 m3/h de caudal unitario equipadas con variador de frecuencia.

El bombeo de purga consta de 1+1 bomba de 40 m3/h de caudal unitario.

Espesador

Existe un espesador de fangos por gravedad de 9,0 m de diámetro equipado con cubierta de PRFV.

Los fangos espesados se extraen desde la tolva situada en el fondo del espesador mediante una tubería de 150 mm de diámetro que conecta con las bombas de alimentación a centrífugas situadas en el edificio de deshidratación de fangos.

Los sobrenadantes se conducen al pozo de gruesos mediante la red de drenajes.



Espesador

Secado de fangos

Los lodos decantados del espesador se impulsan a la línea de deshidratación, donde mediante (2+1) bombas de tronillo helicoidal de 3-12 m3/h de caudal unitario accionadas con variador de frecuencia.

El secado de fangos se realiza mediante 2 centrífugas de 6 m3/h de caudal unitario equipadas con variador de frecuencia.

El fango a deshidratación se acondiciona mediante la dosificación de polielectrolito. Para ello se dispone de una unidad de preparación automática de 500 l de capacidad y 2+1 bombas de tornillo de 150-750 l/h de caudal unitario dotadas con variador de frecuencia.



Centrífugas

Tolva de almacenamiento de fangos secos.

Los fangos secos se impulsan por dos bombas de tornillo de 1,5 m3/h de caudal, regulada mediante variador, a una tolva de almacenamiento de fangos de 25 m3 de capacidad para su posterior recogida y gestión.



Silo de fangos

3.2.3. Instalaciones auxiliares

En la planta existen las siguientes instalaciones auxiliares:

- Desodorización por carbón activo del edificio de pretratamiento, espesador y sala de deshidratación. El caudal total a desodorizar es de 15.000 m3/h.
- Red de vaciados
- Red de escurridos.
- Red de pluviales.
- Red de agua potable.
- Red de agua industrial y de servicios.
- Red de aire de servicio.

3.2.4. Edificio industrial

Se ha construido un edificio industrial de una planta en el que se encuentran las siguientes zonas:

- De pretratamiento que comprende los pozos de gruesos y de bombeo y los canales de desbaste.
- De deshidratación
- De soplantes
- De cuadros eléctricos

4. DEFICIENCIAS ENCONTRADAS.

A continuación se describen las deficiencias y problemas de explotación encontrados en la EDAR de Benavente.

4.1. COLECTOR DE LLEGADA BY-PAS GENERAL DE LA PLANTA.

El colector general entra directamente en el pozo de bombeo sin existir la posibilidad de poder aislar la planta para la realización de trabajos de mantenimiento en el pozo de gruesos o en el de bombeo.

4.2. POZO DE GRUESOS

La limpieza manual de la reja de gruesos existente resulta problemática para el personal de mantenimiento por la gran distancia que existe entre el suelo del edificio y el sitio de ubicación de la reja.

La cuchara bivalva no dispone de ninguna estructura en la que pueda dejarse en reposo después de haber extraído los sólidos para que escurra el agua que sale junto a los detritus.



Escalera del pozo de gruesos

4.3. TANQUE DE TORMENTAS

El tanque de tormentas existente dispone de dos agitadores sumergidos para evitar la sedimentación de los sólidos contenidos en el agua de lluvia bombeada.

Estos agitadores se encuentran en mal estado. Uno de ellos tiene el motor desmontado.

Cuando el tanque se llena (se ha diseñado para un tiempo de retención de 20 min a 8Qm) rebosa por un vertedero situado en la parte superior.

El vertido que rebosa se une a la tubería de by-pas de la planta y termina en la arqueta de salida de agua tratada al cauce receptor. Al no disponer de ningún elemento que retenga los sólidos contenidos en las tormentas estos salen libremente por el rebose acabando por salir por la arqueta de agua tratada.



Vertedero del tanque de tormentas

4.4. ELIMINACIÓN DEL NITRÓGENO

En la actualidad el nitrógeno se elimina por la configuración de los reactores en los que existen dos zonas aireadas y dos zonas anóxicas con recirculación interna del licor mezcla mediante dos aceleradores de flujo y recirculación externa de los fangos biológicos extraídos del decantador al final de las zonas aireadas de los reactores.

La concentración de nitrógeno a la entrada es muy similar a la adoptada para el diseño del reactor (40,00 mg/l) y en la mayor parte de los casos la concentración de Nitrógeno a la salida cumple la normativa vigente. Sin embargo existen momentos en los que la planta no cumple con las exigencias del nitrógeno en el vertido.

Otro problema existente en la explotación es la falta de control de las recirculaciones y del funcionamiento de las soplantes. En el primer caso se debe a que no existe ninguna sonda que permita controlar las concentraciones de nitrógeno en el interior de los reactores.

Respecto del control de la aireación existen en cada reactor una sonda de medición de oxígeno disuelto, pero el ensuciamiento y deterioro sufridos por las sondas hacen que no sean fiables de modo que el explotador mantiene temporizado el funcionamiento de las soplantes, independientemente de la concentración de oxígeno en los reactores.

4.5. ELIMINACIÓN DEL FÓSFORO

Actualmente no se está eliminando el fósforo mediante ningún sistema. (No existen equipos para la dosificación de cloruro férrico) . Lo que sucede al igual que con el nitrógeno es que las concentraciones de entrada son bajas y, generalmente, el efluente cumple con los valores de fósforo mediante la eliminación biológica natural que se produce con los fangos.

4.6. TRATAMIENTO DE ESCURRIDOS.

El fósforo eliminado de las depuradoras se acumula en los fangos en exceso purgados del proceso. Estos fangos se espesan, se deshidratan y se almacenan en un silo para su disposición a vertedero. Una parte importante del fósforo eliminado del proceso se evacua con los fangos, pero hay otra parte muy significativa que se encuentra contenida en el escurrido de las centrífugas. Si este escurrido se retorna a la cabecera de la planta sin ningún tipo de tratamiento el fósforo contenido en él se reincorpora al agua residual. Para evitar este problema es necesario hacer un tratamiento de precipitación de los escurridos de las centrífugas.

4.7. EDIFICIO INDUSTRIAL. ZONA DE CUADROS ELÉCTRICOS

Dentro del edificio de control existe una sala en la que se encuentran instalados los cuadros eléctricos. La cubierta de esta sala se encuentra destruida de forma que los cuadros eléctricos sufren el ataque del sulfhídrico y del CO2 que se genera en la zona de llegada de agua bruta y fangos.

Para subsanarlo hay que volver a aislar la sala y dotarla de equipos de ventilación forzada de aire.

2.6. E.D.A.R DE TORO

INDICE:

1. INTRODUCCIÓN 1

2. DATOS DE PARTIDA 1

2.1. CAUDALES 1
2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA CONTAMINACIÓN 1
2.3. CALIDAD EXIGIDA EN EL EFLUENTE 2
2.4. CALIDAD EXIGIDA EN EL FANGO 2

3. DESCRIPCION DE LAS INSTALACIONES 2

3.1. E.D.A.R. 3
3.1.1. Línea de Agua. 3
3.1.2. Línea de Fangos. 3
3.1.3. Desodorización 3
3.2. ACTUACIONES EXTERNAS A LA E.D.A.R. 12
3.2.1. Bombeo de la Magdalena 12
3.2.2. Bombeo del polígono. 12
3.2.3. Vertido del Puente de Piedra 14

4. DEFICIENCIAS ENCONTRADAS 15

4.1. DEFICIENCIAS EN LA EDAR 15
4.1.1. Pozo de gruesos 15
4.1.2. Tratamiento Biológico. Eliminación de N 15
4.1.3. Eliminación del Fósforo 16
4.1.4. Tratamiento de escurridos. 16
4.1.5. Secado de fangos 16
4.2. ACTUACIONES EXTERNAS A LA E.D.A.R. 17
4.2.1. Bombeo de la Plaza de la Magdalena 17
4.2.2. Bombeo del Polígono Industrial 17
4.2.3. Vertido del Puente de Piedra 17

1. INTRODUCCIÓN

La EDAR de Toro se construyó, por encargo de La Junta de Castilla y León, por la U.T.E. CONSTRUCCIONES ESPECIALES Y DRAGADOS, S.A. – DRAGADOS OBRAS Y PROYECTOS, S.A .

Las instalaciones se pusieron en marcha el año 2.006.

En la actualidad la explotación la realiza la empresa ACCIONA AGUAS.

2. DATOS DE PARTIDA

Los datos que se emplearon para el diseño de la EDAR de Toro son los siguientes:

2.1. CAUDALES

-	Población equivalente	25.000	hab/equiv.
-	Caudal diario	4.848	m^3/d
-	Caudal medio a pretratamiento	202	m^3/h
-	Caudal máximo a pretratamiento	1.412	m^3/h
-	Caudal medio biológico	202	m^3/h
-	Caudal máximo biológico	484	m^3/h

2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA CONTAMINACIÓN

-	DBO_5 entrada media	310	mg/l
-	DBO_5 entrada máxima	465	mg/l
-	DQO entrada media	600	mg/l
-	DQO entrada máxima	900	mg/l
-	S.S. entrada media	232	mg/l

- S.S: entrada máxima	348	mg/d
- Concentración media NTK	46	mg/l
- Concentración máxima NTK	69	mg/d

2.3. CALIDAD EXIGIDA EN EL EFLUENTE

- Concentración media DBO_5	25	mg/l
- Concentración media DQO	90	mg/l
- Concentración media S.S.	25	mg/l
- Concentración media N total	15	mg/l

2.4. CALIDAD EXIGIDA EN EL FANGO

- Sequedad	$\geq 20\%$
- Reducción sólidos volátiles	$\geq 40\%$

3. DESCRIPCION DE LAS INSTALACIONES

Las instalaciones que comprenden el saneamiento y la depuración de las aguas residuales del municipio de Toro, objeto del presente Proyecto, son las siguientes:

- Estación depuradora de Aguas Residuales
- Bombeo de la plaza de La Magdalena
- Bombeo del polígono industrial
- Vertido del puente de piedra.

A continuación se describe la situación de cada una de las instalaciones:

3.1. E.D.A.R.

La planta depuradora consta de los siguientes procesos unitarios:

3.1.1. **Línea de Agua.**

- Pozo de gruesos con limitación del caudal entrante mediante aliviadero
- Reja de muy gruesos
- Estación de elevación
- Tamizado de finos
- Desarenado-desengrasado
- Medida de caudal de agua pretratada y alivio de caudal excedente a tanque de tormentas.
- Tratamiento secundario por fangos activos de baja carga "aeración prolongada" con eliminación de nitrógeno por vía biológica (nitrificación-desnitrificación) y eliminación de fósforo por vía biológica con Cámara anaerobia.
- Decantación secundaria
- Vertido del efluente al cauce

3.1.2. **Línea de Fangos.**

- Recirculación de los fangos secundarios a los reactores biológicos
- Extracción de los fangos biológicos en exceso y bombeo de los mismos a espesamiento por gravedad
- Espesamiento por gravedad de los fangos en exceso
- Alimentación de fangos espesados a deshidratación
- Deshidratación de fangos mediante centrífugas
- Almacenamiento de fangos deshidratados

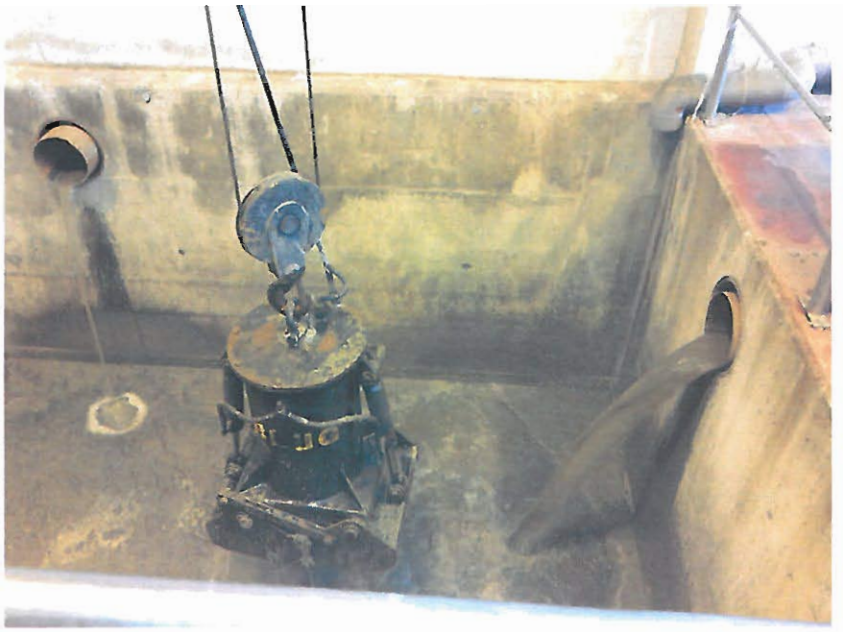
3.1.3. **Desodorización**

- Captación de olores
- Desodorización mediante carbón activo.

A continuación se describen los procesos anteriormente relacionados:

LINEA DE AGUA

POZO DE GRUESOS



Pozo de gruesos

El agua a tratar llega a la EDAR a través de la obra de llegada, llegando al pozo de gruesos, donde se eliminan los sólidos de mayor tamaño gracias a unas rejas de tipo perfil ferroviario. Las dimensiones del pozo de gruesos son de 5x3 m con una altura recta de 1,5 y una altura trapezoidal de 0,75m. El detritus que queda retenido en el pozo de gruesos se extraen mediante una cuchara bivalva, de 100 litros de capacidad, destinada a la extracción de piedras, arenas, lodos y demás objetos de gran tamaño. Estos son recogidos por la cuchara y conducidos hasta un contenedor habilitado para tal fin. El mantenimiento de la cuchara bivalva se realiza mediante puente-grúa.

BOMBEO DE AGUA BRUTA

El agua bruta, una vez que ha pasado por lo las rejas de gruesos, se eleva mediante cinco bombas (una de ellas de reserva) de 360 m3/h de caudal unitario hacia la zona de pretratamiento.



Bombeo de agua bruta

TAMIZADO

El primer lugar por el que pasa el agua es el tamizado de finos.3 Tamices con una luz de 3mm de paso que retienen los residuos sólidos de menor tamaño. Para el mantenimiento del tamiz se emplea un polipasto manual de 1000 Kg. de capacidad. Los desechos que retiene el tamiz se conducen a un contenedor específico de $5m^3$ de capacidad a través de un tornillo sin fin de 1m de longitud.



Tamices

DESARENADO-DESENGRASE

Una vez que se han eliminado los sólidos de mayor tamaño mediante el tamizado de gruesos y de finos, el agua pasa a los 2 tanques de desarenado-desengrasado. Cada desarenador cuenta con dos canales paralelos de 11,25 m de longitud, uno de los cuales tiene 1,5 m de ancho, el otro es de 0,75m. La separación entre ambos se realiza mediante un tabique de 20cm de espesor. El primero es el canal de desarenado y el segundo el de desengrasado; ambos canales están comunicados por la parte inferior, lo que permite que el agua existente en cada tanque sea sometido a los dos procesos, sin que uno afecte al otro porque el tabique de separación permite que se cree una zona de tranquilización para la eliminación de las grasas.

El proceso de desarenado-desengrasado que se lleva a cabo en esta EDAR es aireado, por lo que es necesario un suministro continuo de aire. Este se insufla mediante 6 aireadores (3 en cada tanque) que realiza una doble función: en primer lugar consigue que las grasas se desemulsionen y puedan ser recogidas en el canal de tranquilización y por otra provoca un movimiento helicoidal de las partículas de arena que facilita su decantación sobre una canaleta central que hay en el fondo de los tanques.



Canales desarenadotes-desengrasadores

Los tanques de desarenado-desengrasado están equipados con un puente viajante cada uno. En cada puente están instaladas unas bombas de funcionamiento temporizado que se encarga de extraer las arenas depositadas en la canaleta central del desarenador. Estas arenas son tratadas con un clasificador-lavador de vaivén en forma de tornillo nada más ser extraídas del desarenador, con el fin de obtener unas arenas más limpias. Los puentes además están dotados de unas rasquetas que tienen como función arrastrar las grasas concentradas en la zona de tranquilización hasta una caja sumergida de donde las grasas y flotantes se eliminan mediante una válvula automática.

Tanto las grasas como las arenas procedentes de estos tanques se depositan en contenedores independientes para su posterior gestión.

TANQUE DE TORMENTAS

A la salida del desarenador se realiza una medida del caudal A continuación se regula el caudal punta que se conduce al tratamiento biológico. El exceso entre el caudal punta y el caudal máximo admitido por el pretratamiento se deriva al tanque de tormentas. Este depósito tiene dos funciones, por un lado laminar el flujo de agua de un posible vertido industrial y por otro controlar un exceso de caudal, considerando como exceso de caudal todo aquel que esté por encima del caudal máximo tratamiento en cualquier punto de proceso, para ello toda la planta cuenta con un sistema de by-pass general. En ambos casos el agua a tratar sería almacenada en este tanque y posteriormente reincorporada al proceso de depuración. El tanque de tormentas tiene una profundidad de 3,50 m y un volumen de 320 m3.



Tanque de tormentas

REACTOR BIOLOGICO

Una vez que el agua ha pasado por proceso de desarenado-desengrasado es conducida al proceso biológico. Este proceso cuenta con dos líneas de tratamiento, por un lado la línea de agua en el reactor biológico, encargado de reducir la carga contaminante, es decir DBO_5, DQO, nitrógeno total y sólidos solubles, hasta los límites legalmente establecidos y por otro el tratamiento de la línea de fangos.



Reactor biológico

La EDAR cuenta con dos reactores biológicos de oxidación prolongada. Cada reactor biológico está diseñado con forma de carrusel, tiene una longitud recta de 32,60 m, una anchura de 6 m, un calado de 5 m, un espesor de pared de 0,50 m y un volumen de 2.521 m^3. La edad del fango biológico en el reactor es de 18,59 días. El suministro de aire se produce mediante difusores de membrana y soplantes, concretamente 3 soplantes de 2.000 m3/h de caudal unitario, que también son regulados mediante variadores de frecuencia y de los difusores necesarios. Todos los soplantes están ubicados en un sector del edificio de pretratamiento, esta zona cuenta con el

equipamiento necesario (polipasto, cuadros, ventiladores...) que permite la explotación y el mantenimiento de los mismos.

La recirculación del licor mezcla en le interior de los reactores se realiza mediante cuatro recirculadotes de corriente de 3 Kw de potencia unitaria.

Previo a los reactores existen dos selectores de 245 m de capacidad unitaria equipados con dos agitadores sumergibles de 1.500 w de potencia unitaria.

DECANTACIÓN SECUNDARIA

El agua que ha pasado por el tratamiento biológico es conducida al proceso de clarificación. Concretamente el agua pasa a dos decantadores circulares de 19m de diámetro y 4,6 m de profundidad. La finalidad de este proceso es eliminar los posibles elementos decantables que hayan podido quedar en el agua antes de su vertido al cauce definitivo. Otra de sus funciones es recoger el fango que haya podido ser arrastrado desde el reactor biológico hasta el clarificador, para eso los decantadores cuentan con un puente barredor cada uno adecuado para concentrar el fango decantado. También cuentan con dos cajas sumergibles para la purga del sobrenadante resultante del proceso.



Decantador secundario

Una vez que el agua ha pasado por el proceso de clarificación su depuración se considera definitiva y sus parámetro cumplen con la legalidad, de hecho el agua sale del clarificador con unos parámetro de contaminación muy por debajo de los establecidos en la ley, por lo que puede ser vertida en su cauce definitivo hacia un arroyo cercano a través de la fuente de la EDAR.

LÍNEA DE FANGOS

BOMBEO DE FANGOS

El control del licor mezcla del reactor biológico se consigue recirculando el fango decantado mediante 3 (2 +1 de repuesto) bombas sumergibles de 155m3/h de caudal unitario reguladas mediante un variador de frecuencia. Estas bombas envían los fangos hasta el selector adosado a los reactores biológicos.

Existe un segundo grupo de bombas centrífugas sumergibles (1+1) de 15 m3/h de caudal que conducen el fango en exceso hasta el espesador por gravedad.

ESPESADOR

El espesador por gravedad de fangos tiene una cubierta de P.R.F.V. Está dimensionado con 7 m de diámetro y 4 m de calado.

SECADO DE FANGO

El fango espesado al 2-3% se bombea al proceso de deshidratación del fango que se produce en dos centrífuga de 3,5 m^3/h de capacidad. Previo a la entrada en las centrífugas se le adiciona al fango el polielectrolito catiónico dando como resultado un fango deshidratado al 20%, que mediante una bomba, se eleva hasta la tolva de almacenamiento.



Centrífugas

La tolva se encuentra en el exterior del edificio de pretratamiento y tiene una capacidad de 15 toneladas. Desde aquí es recogido en camiones por gestores autorizados.



Tolva

3.2. ACTUACIONES EXTERNAS A LA E.D.A.R.

3.2.1. **Bombeo de la Magdalena**

El bombeo del puerto de La Magdalena está situado en el centro de una glorieta y recoge el vertido de unas pocas viviendas y lo impulsa 80 m hasta descargar en un pozo del alcantarillado mediante dos bombas centrífugas sumergibles, una de rodete canal y otra dilaceradota, ambas de 11 m3/h de caudal unitario.



Bombeo de La Magdalena

3.2.2. **Bombeo del polígono.**

La estación de bombeo del polígono consta de un pozo de bombeo equipado con (2+1) bombas sumergibles de 22,5 m3/h a 20 m.c.a. que impulsan el agua procedente del polígono industrial mediante un primer tramo en impulsión de F.D. de 150 mm con una longitud aproximada de 650 m hasta la arqueta de rotura de carga. De esta arqueta arranca un segundo tramo por gravedad de 3.500 m en tubería de 300 mm hasta la EDAR.



Pozo de bombeo del polígono

Las bombas existentes son insuficientes para impulsar el vertido generado por el polígono. Su insuficiente capacidad se ve disminuida por las características del propio vertido; por lo que se produce un rebose del exceso de caudal que vierte aguas abajo en un cauce de manera incontrolada.



Vertido del exceso del polígono

El máximo caudal que puede ser conducido por la tubería de 150 mm es de 90 m3/h con una velocidad de 1,41 m/seg.

Proponemos la sustitución de las bombas existentes de 22,5 m3/h de caudal unitario por otras de 45 m3/h a 23 m.c.a. Se propone cambiar los tubos guía y las cadenas de amarre.

3.2.3. **Vertido del Puente de Piedra**

Existe un vertido que recoge el agua de unos 200 abonados que se recoge mediante dos colectores que confluyen en un pozo desde el que sale una tubería que alimenta a un tamiz estático y a continuación vierte al río Duero en el paraje conocido como Puente de Piedra.



Vertido del Puente de Piedra

Lógicamente el vertido no es apto para ser entregado a un cauce público por lo que es necesario realizar alguna actuación que lo subsane.

4. DEFICIENCIAS ENCONTRADAS

A continuación se describen las deficiencias y problemas de explotación encontrados en la EDAR de Toro y sus actuaciones exteriores.

4.1. DEFICIENCIAS EN LA EDAR

4.1.1. Pozo de gruesos

- El pozo de gruesos, el pozo de bombeo y los canales de desbaste son una fuente de olores y de gases tóxicos, fundamentalmente acido sulfhídrico, que se extienden por los edificios de pretratamiento y deshidratación afectando a la seguridad de los operarios y a la durabilidad de los equipos.

4.1.2. Tratamiento Biológico. Eliminación de N

En la actualidad el nitrógeno se elimina por la configuración de los reactores en los que existen dos zonas aireadas, dos zonas anóxicas y dos zonas anaerobias previas con recirculación interna del licor mezcla entre las zonas aireadas y las zonas anóxicas mediante dos aceleradores de flujo y recirculación externa de los fangos biológicos extraídos del decantador a las zonas anaerobias.

La concentración de nitrógeno a la entrada es muy superior a la adoptada para el diseño del reactor (120 frente a 46 mg/l) lo cual supone que en la mayor parte de los casos la concentración de Nitrógeno a la salida NO cumple la normativa vigente.

Dada la magnitud del problema existentes con el nitrógeno es imprescindible disponer de un sistema de control y automatización de los ciclos de nitrificación-desnitrificacióntro basado en unos elementos de medida y control de los que la planta carece en la actualidad.

Además la desproporción existente entre las concentraciones de Nitrógeno y Carbono del influente (515 mg/l de DBO5 y 120 mg/l de N-NTK) hace que no se pueda realizar la desnitrificación completa de los nitratos obtenidos por lo que hay que recurrir a un sistema complementario que nos permita obtener la desnitrificación necesaria.

Respecto del control de la aireación existen en cada reactor una sonda de medición de oxígeno disuelto, pero el ensuciamiento y deterioro sufridos por las sondas hacen que no sean fiables de modo que el explotador mantiene temporizado el funcionamiento de las soplantes, independientemente de la concentración de oxígeno en los reactores.

4.1.3. **Eliminación del Fósforo**

Actualmente no se está eliminando el fósforo mediante ningún sistema. (No existen equipos para la dosificación de cloruro férrico). Lo que sucede es que, a diferencia del nitrógeno, las concentraciones de entrada de fósforo son bajas y, generalmente, el efluente cumple con los valores de fósforo mediante la eliminación biológica natural que se produce con los fangos en exceso.

4.1.4. **Tratamiento de escurridos.**

El fósforo eliminado de las depuradoras se acumula en los fangos en exceso purgados del proceso. Estos fangos se espesan, se deshidratan y se almacenan en un silo para su disposición a vertedero. Una parte importante del fósforo eliminado del proceso se evacua con los fangos, pero hay otra parte muy significativa que se encuentra contenida en el escurrido de las centrífugas. Si este escurrido se retorna a la cabecera de la planta sin ningún tipo de tratamiento el fósforo contenido en él se reincorpora al agua residual. Para evitar este problema es necesario hacer un tratamiento de precipitación de los escurridos de las centrífugas.

4.1.5. **Secado de fangos**

Los fangos espesados se bombean a deshidratación mediante 2 + 1 bombas de tornillo helicoidal de 3 m3/h de caudal unitario. Este caudal es insuficiente para las condiciones de funcionamiento actuales y lo será más cuando se empiece a dosificar el cloruro férrico.

El secado de los fangos se realiza mediante dos centrífugas con capacidad para 3,50 m^3/h. cada una.

Al igual que en el caso anterior las centrífugas existentes son insuficientes para secar los fangos que se producen actualmente y menos lo serán cuando la producción de los fangos aumente.

Para el acondicionamiento químico de este tipo de lodos se utiliza polielectrolito catiónico compuesto por un equipo de preparación automática de 700 l y dos bombas dosificadoras de tornillo de 300 l/. El sistema es insuficiente y debe ser sustituido por otro de características adecuadas a las nuevas exigencias.

Los fangos deshidratados se almacenan en una tolva de 15 m3 de capacidad. La tolva es insuficiente para las necesidades actuales y lo será aún mas para el futuro.

4.2. ACTUACIONES EXTERNAS A LA E.D.A.R.

4.2.1. **Bombeo de la Plaza de la Magdalena**

Una de las dos bombas existentes (la original de tipo centrífuga sumergible y rodete monocanal) tiene problemas frecuentes de atascamiento. Si embargo la bomba de nueva instalación (de tipo sumergible tipo piraña) funciona de forma regular. Es necesario sustituir la bomba de rodete canal por otra similar a la dilaceradora.

4.2.2. **Bombeo del Polígono Industrial**

Las bombas existentes centrífugas sumergibles de 22,5 m3/h de caudal unitario son insuficientes para impulsar el caudal generado por el polígono en tiempo seco; por lo que se produce un vertido de agua sin depurar a l cauce receptor. Es necesario cambiar las bombas existentes por otras del mismo tipo y 45 m3/h a 23 m.c.a. Igualmente es necesario el cambio los tubos guía y de las cadenas de amarre

4.2.3. **Vertido del Puente de Piedra**

Como hemos descrito anteriormente el vertido que llega al río procedente de los colectores del Puente de Piedra no es apto para ser entregado a un cauce público por lo que es necesario realizar alguna actuación que lo subsane.

Existen dos posibilidades:

- Ejecutar una E.D.A.R. compacta con un proceso biológico que produzca un efluente que cumpla la normativa existente.
- Realizar el bombeo de esta zona hasta un punto de la red de saneamiento que permita su conducción por gravedad hasta la E.D.A.R.

ANEJO Nº 3

CÁLCULO DE LAS NUEVAS INCORPORACIONES A LAS E.D.A.R.

3.1. E.D.A.R DE MEDINA DEL CAMPO

ÍNDICE

1. JUSTIFICACIÓN 1

1. JUSTIFICACIÓN

En la EDAR de Medina del Campo no se realiza ninguna actuación correspondiente a la incorporación de nuevos vertidos a la EDAR.

3.2. E.D.A.R DE ISCAR

ÍNDICE

1. JUSTIFICACIÓN 1

1. JUSTIFICACIÓN

En la EDAR de Iscar no se realiza ninguna actuación correspondiente a la incorporación de nuevos vertidos a la EDAR.

3.3. E.D.A.R DE TORDESILLAS

ÍNDICE

1. JUSTIFICACIÓN 1

1. JUSTIFICACIÓN

En la EDAR de Tordesillas no se realiza ninguna actuación correspondiente a la incorporación de nuevos vertidos a la EDAR.

3.4. E.D.A.R DE TUDELA DE DUERO

INDICE

1. INTRODUCCIÓN. 3

2. DATOS DE PARTIDA. 3

3. ESTIMACIÓN DE CAUDALES DE AGUAS NEGRAS EN LA MARGEN IZQUIERDA. 9

4. ESTIMACIÓN DE CAUDALES DE AGUAS NEGRAS EN EL CASCO URBANO DE LA MARGEN DERECHA. 29

5. CAUDALES DE AGUAS DE LLUVIA EN LA MARGEN IZQUIERDA. 33

6. CAUDALES DE AGUAS DE LLUVIA EN EL CASCO URBANO DE LA MARGEN DERECHA. 52

7. RESUMEN DE RESULTADOS. 55

1. INTRODUCCIÓN.

El objeto del presente Anejo es el desarrollo de los cálculos necesarios para la obtención de los caudales de aguas negras y de lluvia que se generarán en el área de estudio (margen izquierda del río Duero, Tudela de Duero).

Para el desarrollo de dichos cálculos se seguirá en todo momento lo especificado en el Manual de Depuración Uralita.

2. DATOS DE PARTIDA.

Situación actual.

Tudela de Duero es un municipio perteneciente a la provincia de Valladolid situado 20km al sur de la capital. Según datos del Instituto Nacional de Estadística la población censada en el año 2.011 era de 8.746 habitantes.

El río Duero atraviesa Tudela, estando el municipio desarrollado en ambas márgenes. En la derecha se encuentra el casco urbano principal (con una población actual estimada del 70% de la total), mientras que en la margen izquierda está el casco urbano desarrollado como consecuencia del crecimiento del municipio (en el que se estima reside el 30% de la población). En este mismo Anejo se llevará a cabo un estudio basado en la superficie y tipo de vivienda que se contemplan en el Plan General de Ordenación Urbana del municipio, mediante el cual se determinará la población actual y futura en la margen izquierda.

En cuanto al tratamiento de las aguas residuales, Tudela de Duero dispone de una Estación Depuradora de Aguas Residuales, que se ubica en la margen derecha. Todos los caudales generados en dicha margen son tratados en la depuradora.

La margen izquierda, por el contrario, no dispone de sistema de depuración de sus aguas residuales y no está conectado con la EDAR municipal, por lo que el agua residual se vierte de forma directa al río Duero en tres puntos de vertido.

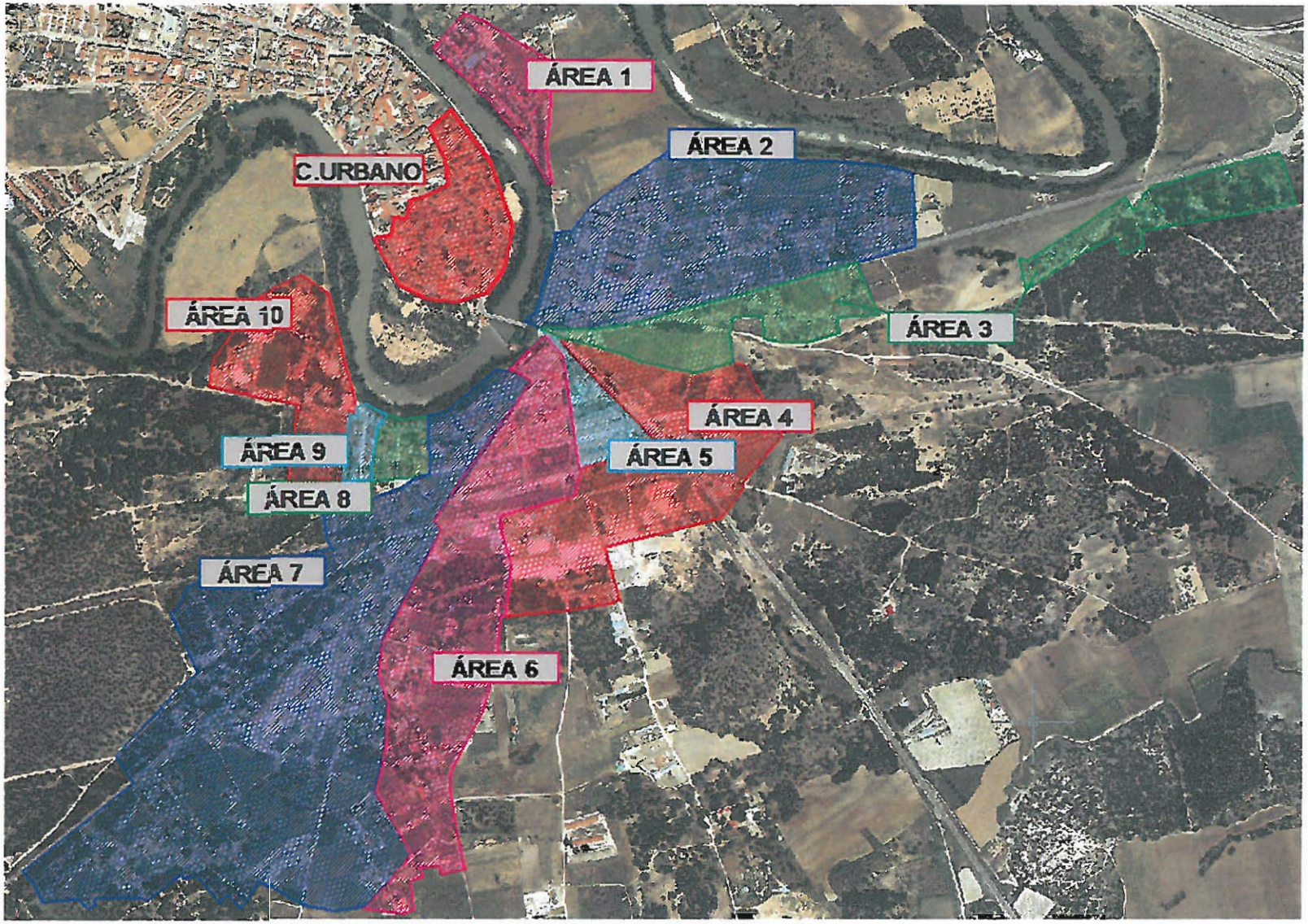
Debido al crecimiento experimentado en los últimos años en esta margen, sumado al

hecho de un previsible crecimiento futuro, es necesario incorporar los caudales generados en la zona para que sean tratados en la EDAR.

Por ello, en el presente Anejo se determinarán los caudales generados en la mencionada margen, tanto de aguas negras como pluviales, para las situaciones actual y futura. Será necesario hacer una división de toda la zona en 10 áreas, cada una de las cuales vierte en un punto diferente *del Emisario Principal*. Esta división es de vital importancia para el correcto dimensionamiento de cada uno de los tramos del emisario que se ejecutará, para el dimensionamiento de las estaciones de bombeo (la primera en la urbanización Camping Club de Duero y la segunda en la Plaza El Plantío) y para la comprobación hidráulica de los tramos de colector que se van a aprovechar.

La alternativa elegida contempla el cruce del río Duero a través de una pasarela existente conectándose con la red de saneamiento de la margen derecha una vez cruzado el río. Aquí será necesario comprobar que el colector existente tenga capacidad suficiente para recoger los caudales que se van a aportar, caso contrario se sustituirá por uno nuevo. Por ello, se determinarán los caudales generados en el área de la margen derecha que aporta caudal a dicho colector, comprobando que la suma de éstos más los aportados pueden ser conducidos por el mismo.

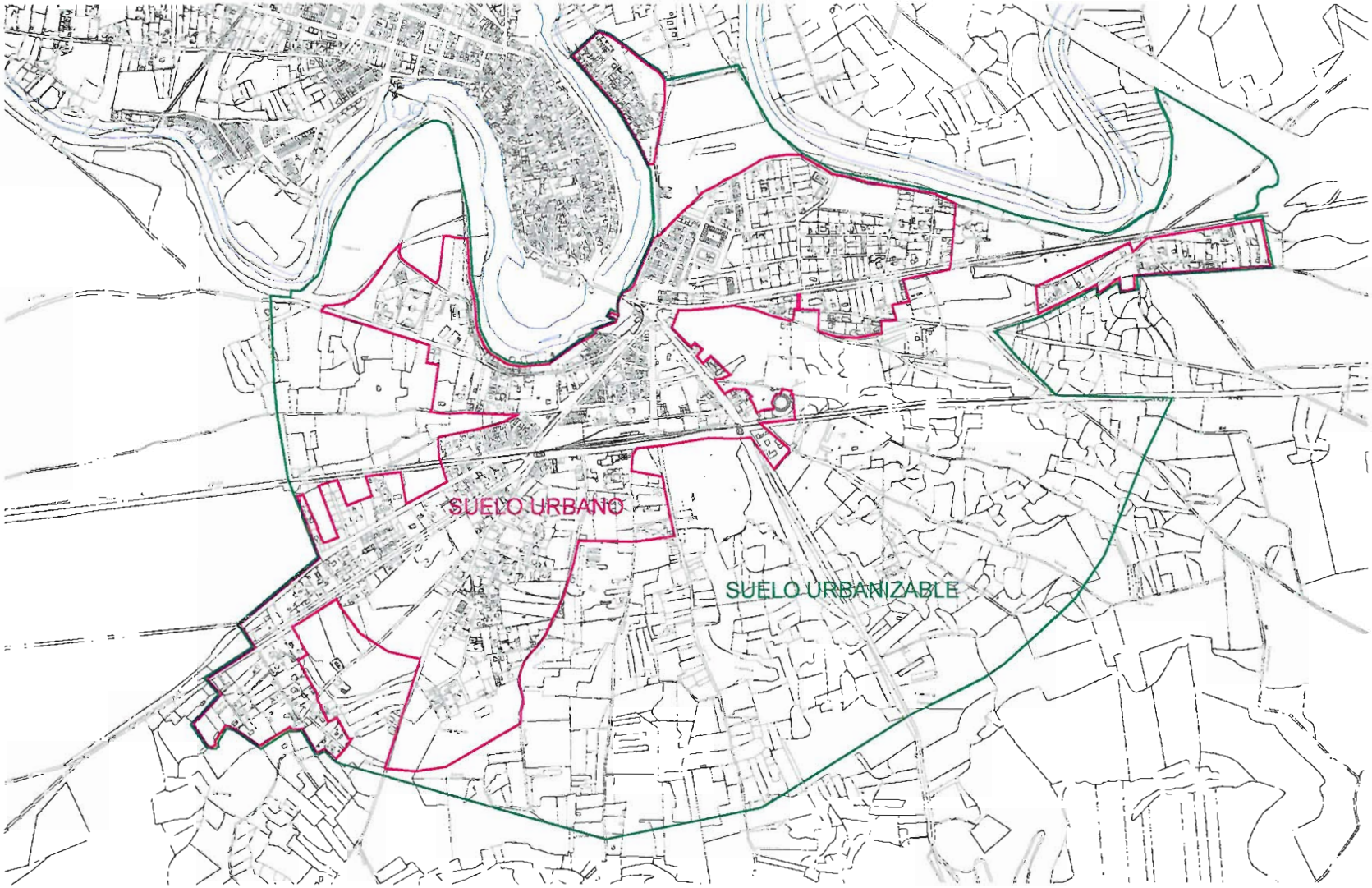
En las dos siguientes hojas se pueden ver dos dibujos: en el primero se representan las áreas contempladas y en el segundo los colectores a través de los cuales vierten cada una de las áreas al emisario de la margen izquierda:


ÁREA 1
ÁREA 2
C.URBANO
ÁREA 10
ÁREA 3
ÁREA 4
ÁREA 9
ÁREA 5
ÁREA 8
ÁREA 7
ÁREA 6

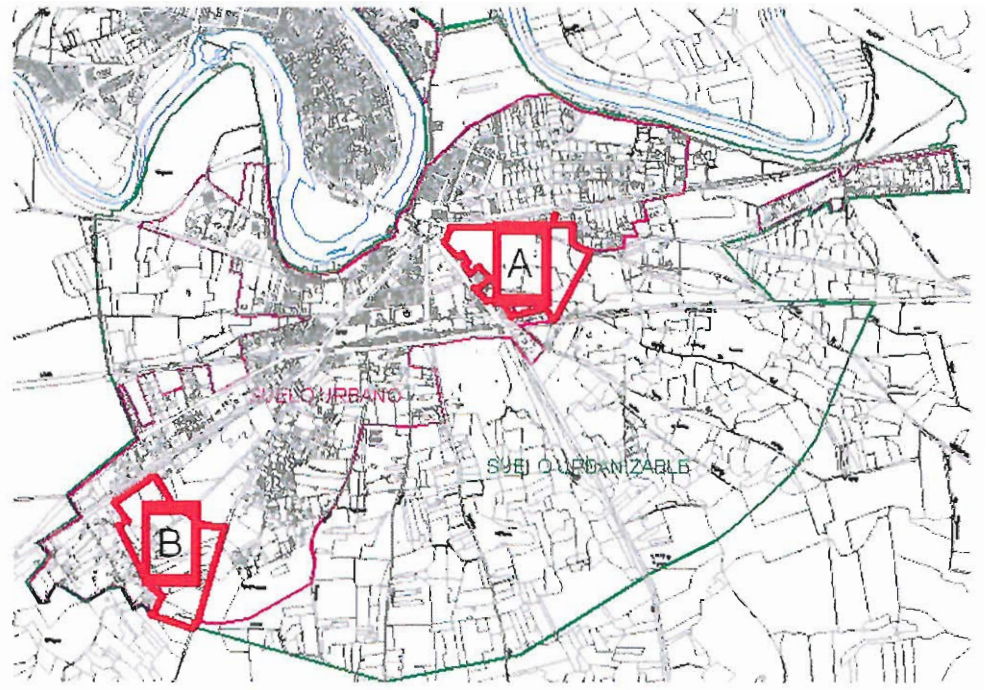

Colector 10
Colector 1
Colector 2
Colector 3
Colector 4
Colector 5
Colector 6
Colector 7
Colector 8
Colector 9
EMISARIO PRINCIPAL

El Plan General de Ordenación Urbana de Tudela de Duero prevé que el crecimiento que se produzca en el municipio tendrá lugar mayoritariamente en la margen izquierda del río Duero. En el momento de la redacción del Plan no se previó la fuerte crisis económica, que ha traído consigo el estancamiento del desarrollo, debido a lo cual estas previsiones de crecimiento han resultado excesivas. Por ello, más adelante, cuando se haga el estudio poblacional de la margen izquierda del río Duero, será necesario recalcular la población de diseño para el año horizonte.

A continuación se muestra el plano correspondiente a la margen izquierda del municipio incluido en el Plan de Ordenación Urbana (en el que el Suelo Urbano se encuentra perfilado en color magenta y el Suelo Urbanizable en color verde):


SUELO URBANO
SUELO URBANIZABLE

En el presente estudio se estimará que en el año horizonte (25 años a partir del actual) el máximo crecimiento que se producirá será el derivado de la ocupación de la totalidad de las parcelas que se encuentran urbanizadas más dos zonas que es previsible sean urbanizadas por su ubicación (zonas A y B representadas en el siguiente dibujo).



3. ESTIMACIÓN DE CAUDALES DE AGUAS NEGRAS EN LA MARGEN IZQUIERDA.

3.1. ESTUDIO DE POBLACIÓN.

El estudio de población llevado a cabo en el presente proyecto contempla un estudio de población actual y un estudio de población futuro en la margen izquierda del río Duero en Tudela de Duero.

Población actual.

Según datos del Instituto Nacional de Estadística la localidad de Tudela de Duero en el año 2011 tenía una población censada de 8.746 habitantes. Este número de habitantes corresponde a la suma de los correspondientes a Tudela de Duero y de los correspondientes a una pedanía suya: Herrera de Duero. Ésta última tiene una población total de 850 habitantes, por lo que Tudela de Duero tiene 7.896 habitantes.

A partir de la misma fuente, se ha obtenido la evolución demográfica experimentada en el municipio en los últimos años:

AÑO	POBLACIÓN
1.991	4.842
1.996	5.745
1.998	6.010
1.999	6.170
2.000	6.353
2.001	6.654
2.002	6.762
2.003	6.733
2.004	6.483
2.005	6.338
2.006	7.692
2.007	7.946
2.008	8.252
2.009	8.503
2010	8.630
2011	8.746 (7.896+850)

Como puede observarse, la población de Tudela de Duero en los últimos veinte años se ha llegado a duplicar. Este aumento hay que relacionarlo esencialmente con dos hechos: por un lado al freno del éxodo rural hacia Valladolid y por otro a la llegada a Tudela de Duero de un número de personas que trasladan su residencia temporal o

habitual al alfoz de las ciudades, integrando al municipio dentro del área de influencia de la capital vallisoletana. A ello contribuye la privilegiada situación de Tudela de Duero, muy cerca y muy bien comunicado con la capital.

Centrándonos en el área de estudio, margen izquierda del municipio, el Ayuntamiento estima que la población total en dicha zona supone aproximadamente el 30% de la población total de Tudela de Duero.

Se ha creído conveniente realizar un estudio de la zona para determinar estimativamente la población existente en la margen izquierda. Éste se ha basado en contabilizar las superficies por tipo de vivienda que aparecen en el Plan General de Ordenación Urbana.

El Plan clasifica los suelos destinados a uso doméstico en tres tipos de viviendas:

- Zona de viviendas de Bloques.
- Zona de viviendas Adosadas.
- Zona de viviendas Aisladas.

Se ha considerado una población media de 3 habitantes por vivienda y la ocupación de superficie por tipo de vivienda que se muestra en la siguiente tabla:

TIPO DE EDIFICACIÓN	NÚMERO DE VIVIENDAS
BLOQUES	1 vivienda / 50 m²
CASAS ADOSADAS	1 vivienda / 250 m²
CASAS AISLADAS	1 vivienda / 500 m²

Este estudio poblacional se ha hecho dividiendo la zona de estudio en 10 áreas. Cada una de ellas aporta los caudales generados en la misma en un punto diferente del *Emisario Principal*.

A partir de estos datos, se ha registrado la superficie que se encuentra desarrollada en la actualidad, por tipo de edificación, en cada área.

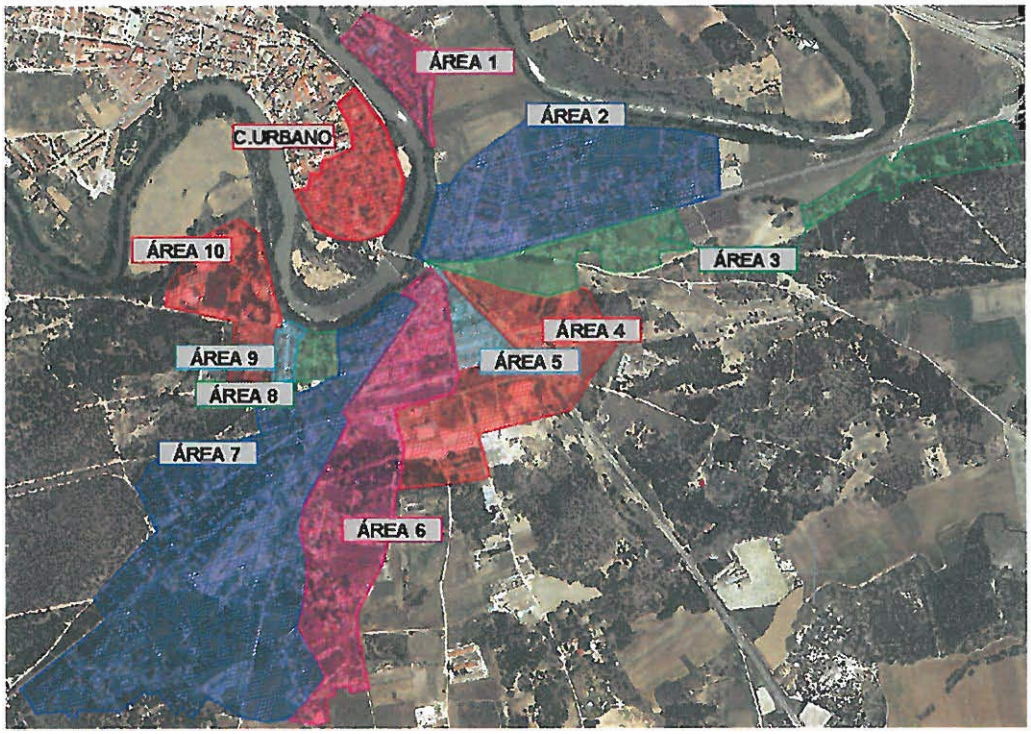
En una de las mencionadas áreas, en concreto en el Área 10, debe tenerse en cuenta la existencia de un Instituto de Educación Secundaria (IES Río Duero) y de las piscinas municipales. El caudal vertido por ambas instalaciones se asemejará a un número equivalente de habitantes.

El colegio I.E.S. Río Duero tiene en la actualidad 200 estudiantes. De acuerdo con el *Manual de Depuración Uralita*, para el tipo de institución "Escuela de día con cafetería o comedor" el establecimiento de una dotación por estudiante de 50l/est.día es correcto. Considerando que para la situación actual, tal y como se verá más adelante, se establece una dotación de 200l/hab.día, los caudales generados por la escuela son equivalentes al siguiente número de habitantes:

$$Nº\ Habitantes\ (Instituto) = \frac{200\ (estudiantes) * 50\ \left({}^{l}/_{est.y\ día}\right)}{200\left({}^{l}/_{hab.y\ día}\right)} = 50\ Habitantes$$

Por otro lado las Piscinas Municipales, existentes igualmente en el Área 10, tienen una capacidad máxima de 100 usuarios. De acuerdo con el *Manual de Depuración Uralita*, para el tipo de institución "Piscina" el establecimiento de una dotación por usuario de 40l/usu.día es correcto. Por lo tanto, el número equivalente de habitantes será:

$$Nº\ Habitantes\ (Piscina) = \frac{100\ (usuarios) * 40\ \left({}^{l}/_{usu.y\ día}\right)}{200\left({}^{l}/_{hab.y\ día}\right)} = 20\ Habitantes$$



En la siguiente tabla puede verse:

- Superficie contemplada en el PGOU por tipo de edificación (considerando únicamente el Suelo Urbano).
- Superficie existente en la actualidad por tipo de edificación.
- Número de habitantes estimado existente en cada una de las áreas.

SUPERF (m²)	BLOQUES		CASAS ADOSADAS		CASAS AISLADAS		Nº HABIT.
	PGOU	EDIFICADA	PGOU	EDIFICADA	PGOU	EDIFICADA	
ÁREA 1	-		28.448,4	19.500,8	-		234
ÁREA 2	5.093,04	5.093,04	69.385,4	24.522,4	81.863,11	47.155,6	883
ÁREA 3	-		20.388,5	1.284	76.553,14	21.202	143
ÁREA 4	-		36.622,5	11.064,8	5.200,54	1.234,4	140
ÁREA 5	-		9.246,1	9.246,09	-		111
ÁREA 6	1.817,84	1.817,84	46.295,6	24.032	114.827,2	29.948,8	577
ÁREA 7	2.968,6	2.968,6	30.776,7	12.756,2	302.011,8	94.724,7	900
ÁREA 8	-		-		14.043,62	14.043,62	84
ÁREA 9	-		-		9.347,22	9.347,22	56
ÁREA 10	-		-		18.096,76	0	70
						TOTAL	3.198

Por lo tanto se establece que la población existente en la actualidad en el área de estudio es:

P_0 = 3.198 habitantes

Población futura.

El emisario debe diseñarse para la población actual y futura. Por ello, a continuación se calculará el número de habitantes para el año horizonte, 25 años a partir del actual (que es lo recomendable para conducciones de saneamiento).

La determinación de la población futura se llevará a cabo empleando distintos métodos de cálculo con el fin de adoptar un valor final de población que mejor se ajuste a la

situación real:

- Métodos de cálculo estadísticos:
  - Modelo de crecimiento lineal.
  - Modelo de crecimiento geométrico.
  - Método del MOPU.
- Datos PGOU.
- Estudio por superficie y tipo de vivienda.

La evolución poblacional hasta el año horizonte calculada por medios estadísticos se determinará para la totalidad del municipio. A partir del dato resultante de estos métodos, se hará una extrapolación para la zona de estudio.

En cuanto a los datos del PGOU, como se comentará más adelante, se ha decidido no considerarlos, ya que las previsiones de desarrollo urbanístico contempladas en él no se ajustan a la situación real actual.

Modelo de crecimiento lineal.

Este modelo supone que el crecimiento de la población es lineal, por lo que se necesitan los datos de población en dos años conocidos, uno de ellos el actual. Para este cálculo se utiliza la siguiente fórmula:

$$P = P_2 + \frac{P_2 - P_1}{(T_2 - T_1)(T - T_2)}$$

Donde:

- P: Población en el año horizonte (2.036)
- P_2: Población en el año de origen. Se toma el último dato de población conocido (T_2: Año 2.011). P_2=8.746 habitantes

- P_1: Población en el año conocido. Se toma diez años antes (T_1: 2.001). P_1=6.654 habitantes
- T: Año 2.036
- T_1: Año 2.001
- T_2: Año 2.011

Con lo que, la población para el año horizonte 2.036 según el Método de crecimiento lineal, será:

P (AÑO 2.036) = 13.976 Habitantes

Modelo de crecimiento geométrico.

Este modelo supone que la población aumenta proporcionalmente, o lo que es lo mismo, supone idénticos porcentajes de crecimiento para iguales porcentajes de tiempo. Son necesarios también los datos de población de dos años conocidos. La fórmula empleada en este diseño:

$$P = P_2 \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{T-T_2}{T_2-T_1}}$$

Donde:

- P: Población en el año horizonte (2.036)
- P_2: Población en el año de origen. Se toma el último dato de población conocido (T_2: Año 2.011). P_2=8.746 habitantes
- P_1: Población en el año conocido. Se toma diez años antes (T_1: 2.001). P_1=6.654 habitantes
- T: Año 2.036
- T_1: Año 2.001
- T_2: Año 2.011

A partir de este modelo, la población calculada para el año horizonte es:

P (AÑO 2.036) = 17.323 Habitantes

Método del M.O.P.U.

Se trata de un método propuesto por el Ministerio de Obras Públicas para la redacción de Proyectos de abastecimiento y saneamiento. Se parte de las poblaciones del último año, así como de las de hace 10 años y 20 años a partir de las cuales se obtiene el crecimiento anual acumulativo correspondientes a los intervalos descritos.

El método emplea la siguiente expresión:

$$P = P_0(1 + \gamma)^{\Delta T}$$

Donde:

- P: Población a estimar. En nuestro caso se trata de la población en el año 2.036.
- P_0: Población en el año actual. Se adopta el valor correspondiente al último año de que se tienen datos, que es el año 2.011. P_0=6.654 habitantes
- Δt: Intervalo de tiempo (25 años)
- γ : Tasa anual de crecimiento acumulado en las dos décadas anteriores. Tomando como referencia el año 2.011, se emplean para el diseño las poblaciones de los años 2.001 y 1.991.

$$\gamma = \frac{2\alpha + \beta}{3}$$

Para calcular α y β:

$$P_A = P_{A-10} * (1 + \alpha)^{10}$$

$$P_A = P_{A-20} * (1 + \beta)^{20}$$

Donde:

- P_A: Población actual (año 2.011). P_A=8.746 habitantes.

- P_{A-10}: Población 10 años antes (año 2.001). P_{A-10}=6.654 habitantes.
- P_{A-20}: Población 20 años antes (año 1.991). P_{A-20}=4.842 habitantes.

Los valores obtenidos:

$$\alpha = 0{,}02771$$

$$\beta = 0{,}03000$$

Con estos valores calculamos la tasa anual de crecimiento acumulado:

$$\gamma = 0{,}028475$$

A partir del valor del coeficiente ya podemos calcular la población para el año horizonte 2.036:

$$P = P_0(1 + \gamma)^{\Delta T}$$

Para:

- ΔT = 25 años
- P_0 = 8.746 habitantes

P (AÑO 2.036) = 17.646 Habitantes

Una vez determinada la población en el año horizonte (25 años a partir del actual) en Tudela de Duero mediante métodos estadísticos, procedemos a la estimación de la misma en la margen izquierda del río Duero. Para ello, se considerará que un 80% del incremento poblacional que se producirá en el municipio tendrá lugar en dicha zona (en base al porcentaje de superficie contemplada en el PGOU por donde crecerá el municipio que corresponde a la margen izquierda):

	Población total actual	Población total de futuro	Incremento poblacional	Población actual MI	Población futura MI
LINEAL	8.746	13.976	5.230	3.128	7.312

GEOMÉTRICO	8.746	17.323	8.577	3.128	9.990
MOPU	8.746	17.646	8.900	3.128	12.248

Datos PGOU.

En el Plan General de Ordenación Urbana aparecen unas previsiones demográficas (29.703 habitantes) que parecen excesivas dada la tendencia de crecimiento de los últimos años.

En este Plan no se preveía el fuerte parón de la economía que ha llevado asociado un estancamiento en el crecimiento.

A continuación se muestran unas tablas en las que aparecen las estimaciones contempladas en el PGOU:

SECTORES	SUPERFICIE (m2)	DENSIDAD MAXIMA (viv/Ha)	Nº viviendas	Hab/viv	Hab
SECTORES SUELO URBANIZABLE DELIMITADO					
Sector 13	138.588,04	50	693	3	2.079
Sector 14	97.706,21	40	391	3	1.173
Sector 15	77.074,42	40	308	3	924
Sector 16	33.216,87	30	100	3	300
Sector 17	64.753,98	30	194	3	582
Sector 18	63.713,77	40	255	3	765
Sector 19	56.682,38	40	227	3	681
Sector 20	111.898,73	40	448	3	1.344
Sector 21	59.530,30	30	179	3	537
Sector 22	81.069,88	30	243	3	729
Sector 23	68.424,34	40	274	3	822
Sector 24	73.486,75	35	257	3	771
Sector 25	86.186,98	35	302	3	906
Sector 26	68.377,56	30	205	3	615
Sector 27	174.342,32	40	697	3	2.091
Sector 28	36.122,06	30	108	3	324
Sector 29	86.443,41	30	259	3	777
Sector 30	35.305,91	30	106	3	318
Sector 31	96.135,36	40	385	3	1.155
	1.509.059,27				16.893
SECTORES SUELO URBANIZABLE NO DELIMITADO					
Area 2	429.798,95	20	860	3	2.580
Area 3	282.227,52	20	564	3	1.692
	712.026,47				4.272
SECTORES SUELO URBANO NO CONSOLIDADO					
Sector U-8	12.943,36	30	39	3	117
Sector U-9	15.653,58	30	47	3	141
Sector U-10	31.372,39	30	94	3	282
Sector U-11	24.064,11	INDUSTRIAL			
Sector U-12	13.759,01	30	41	3	123
Sector U-13	21.911,20	30	66	3	198
Sector U-14	21.199,29	30	64	3	192
Sector U-15	22.064,40	30	66	3	198
Sector U-16	34.299,50	30	103	3	309
Sector U-17	22.328,46	30	67	3	201
Sector U-18	45.972,01	30	138	3	414
	287.636,05				2.175

SECTORES	SUPERFICIE (m2)	DENSIDAD MAXIMA (viv/Ha)	Nº viviendas	Hab/viv	Hab
FINCAS SUELO URBANO CONSOLIDADO					
NF-8	32.833,08		69	3	207
NF-11	2.232,71		12	3	36
NF-12	6.806,51		10	3	30
NF-13	3.495,45		30	3	90
NF-14	5.456,73		12	3	36
NF-15	5.743,54		10	3	30
NF-16	8.072,61		12	3	36
NF-17	6.553,46		10	3	30
NF-18	11.389,22		15	3	45
NF-19	14.231,15		10	3	30
ZU	965.734,87	20	1.931	3	5.793
	96.814,46				570
TOTAL					**29.703**

Estudio por superficie y tipo de vivienda.

Se ha llevado a cabo un estudio poblacional para el año horizonte en el que se considera que se desarrollará toda la superficie urbanizada en la margen izquierda más dos zonas de suelo urbanizable que por su ubicación son susceptibles de ser urbanizadas con mayor prontitud (estas zonas están representadas en un dibujo incluido en el apartado 2 de este mismo Anejo).

Para ello se estudia cada una de las áreas en las que se ha dividido la margen izquierda (de igual forma que se hizo para el cálculo de la población actual), haciendo una separación para *Zona de Bloques* (1vivienda/50m^2), *Zona de Casas Adosadas* (1vivienda/250m^2) y *Zona de Casas Aisladas* (1vivienda/500m^2). Esta separación por tipo de vivienda está contemplada en el PGOU.

Una vez conocido este dato, considerando 3 habitantes/vivienda, se puede establecer la población total estimada en el año horizonte para la margen izquierda.

Al igual que se hizo para la determinación de la población actual, debe considerarse en este caso un número de habitantes equivalentes para el Instituto I.E.S. Río Duero y para las Piscinas Municipales. Asimismo, debe destacarse que está prevista la construcción de una Piscina Cubierta junto a las Piscinas Municipales.

En este caso supondremos, de acuerdo con la tendencia de crecimiento del municipio hasta el año horizonte que, tanto el número de estudiantes del Instituto como el número de usuarios de las Piscinas Municipales se doblarán (400estudiantes y 200usuarios).

Para la Piscina Cubierta se estimará una capacidad para 100usuarios con un consumo de 40 l/usu.día.

Por otro lado, tal y como se verá en el estudio de dotaciones, para el año horizonte se ha establecido una dotación por habitantes y día de 250l/hab.día.

Con todo ello, el número de habitantes equivalentes para el año futuro de cada una de estas instalaciones será el siguiente:

$$Nº\ Habitantes\ (Instituto) = \frac{400\ (estudiantes) * 50\ \left({}^{l}/_{est.\,y\,día}\right)}{250\left({}^{l}/_{hab.\,y\,día}\right)} = 80\ Habitantes$$

$$Nº\ Habitantes\ (Pisc.Munic.) = \frac{200\ (usuarios) * 40\ \left({}^{l}/_{est.\,y\,día}\right)}{250\left({}^{l}/_{hab.\,y\,día}\right)} = 32\ Habitantes$$

$$Nº\ Habitantes\ (Pisc.Club.) = \frac{100\ (usuarios) * 40\ \left({}^{l}/_{est.\,y\,día}\right)}{250\left({}^{l}/_{hab.\,y\,día}\right)} = 16\ Habitantes$$

SUPERFICIE (m^2)	BLOQUES	CASAS ADOSADAS	CASAS AISLADAS	NÚMERO DE HABITANTES
ÁREA 1		28.448,42		341
ÁREA 2	5.093,04	69.385,39	81.863,11	1.629
ÁREA 3		20.388,52	76.553,14	704
ÁREA 4		36.622,52	5.200,54	471
ÁREA 5		9.246,09		111
ÁREA 6	1.817,84	46.295,62	114.827,22	1.354
ÁREA 7	2.968,6	30.776,74	302.011,84	2.360
ÁREA 8			14.043,62	84
ÁREA 9			9.347,22	56
ÁREA 10			18.096,76	109 + 128
			TOTAL	**7.346**

Por lo tanto la población total estimada de este estudio será la siguiente:

Población futura = 7.346 Habitantes

Conclusión del estudio de población.

Se ha decidido adoptar como poblaciones de diseño las resultantes del *Estudio por superficie y tipo de vivienda*, ya que en la situación actual el método que mejor se puede ajustar a la futura evolución de la zona es éste.

Con el fin de facilitar los cálculos trabajaremos con números redondos, con lo que además quedaremos del lado de la seguridad (al considerar unas poblaciones mayores a las estrictamente resultantes en el cálculo):

Población actual = 3.200 Habitantes

Población futura = 7.500 Habitantes

3.2. ESTUDIO DE DOTACIONES.

La dotación de diseño que se adopta habitualmente por habitante y día oscila en la actualidad entre los 100 l/hab.día, para núcleos pequeños, y los 400 l/hab.día en núcleos urbanos de muy alto nivel de desarrollo y con industria asociada de consideración.

Debido a que no se disponen de datos de consumos en el municipio de Tudela de Duero, resulta apropiado acudir a las estimaciones dadas en función del número de habitantes del municipio por las "Instrucciones para la redacción de proyectos de abastecimiento y saneamiento de agua (MOPMA)".

En dicha tabla se establece que, para una población comprendida entre 6.000 y 12.000 habitantes (como es el caso de Tudela en la actualidad), una dotación razonable por habitante y día es D=200 l/hab/día.

Por otro lado, la población total que tendrá Tudela en el año horizonte será previsiblemente superior a 12.000 habitantes, por lo que la dotación que se adoptará para el año horizonte será D=250 l/hab/día.

Población en nº de habitantes	Consumos urbanos en l/hab.día				
	Doméstico	Industrias de la ciudad	Servicios Municipales	Fugas y varios	TOTAL
Hasta 1.000	60	5	10	25	100
Entre 1.000 y 6.000	70	30	25	25	150
Entre 6.000 y 12.000	90	50	35	25	200
Entre 12.000 y 50.000	110	70	35	25	250
Entre 50.000 y 250.000	125	100	50	25	300
Más de 250.000	165	150	60	25	400

Estos consumos medios a lo largo del tiempo evolucionarán de acuerdo con el modelo siguiente:

$$D_t = D_0 (1+\alpha)^t$$

Sin embargo, con los planteamientos actuales de escasez de recursos, y desarrollo sostenible, se está avanzando en la consideración de tratar de reducir, o al menos mantener las dotaciones unitarias de agua, consiguiendo una mayor eficiencia en su distribución y desarrollo, por lo que no se considerará una evolución de la mencionada dotación.

Por lo tanto, en el presente proyecto se establecerán unas dotaciones de:

Dotación actual = 200 l/hab/día

Dotación futura = 250 l/hab/día

3.3. CAUDAL DE AGUAS NEGRAS.

El caudal de aguas negras totales es el resultante de la suma de los caudales de aguas negras de origen industrial más los caudales de aguas negras de origen doméstico.

En este estudio consideraremos que los consumos de origen industrial ya se encuentran incluidos en la dotación por habitante y día establecida anteriormente de 200 l/hab/día y 250 l/hab/día (en las que está incluido un consumo industrial de 50 l/hab/día).

Así pues, el caudal medio de aguas negras, considerando un coeficiente de retorno del 80%, será el siguiente:

$$Q_{med,N} = 0{,}80 * P * Dot$$

ACTUAL $Q_{med,N}$ = 0,80 * 3.200(hab) * 200(l/hab/día)= 5,93 l/s

FUTURO $Q_{med,N}$ = 0,80 * 7.500(hab) * 250(l/hab/día)= 17,36l/s

Para el cálculo del caudal punta se utiliza la fórmula recomendada por el "Canal de Isabel II", basada en el $Q_{med,N}$. El valor calculado a partir de la fórmula debe ser menor a 4 veces el caudal medio de aguas negras, por lo que se comprueba que dicha condición se cumple:

- Situación actual:

$$Q_{p,N} = 1{,}6 * \left(\sqrt{Q_{med,N}} + Q_{med,N} \right) < 4 * Q_{med,N}$$

$$Q_{p,N} = 1{,}6 * \left(\sqrt{5{,}93} + 5{,}93 \right) = 13{,}38 \frac{l}{s} \quad \textit{(CUMPLE)}$$

De aquí resulta para la situación actual un coeficiente de punta de:

$$Coeficiente\ de\ punta\ (actual) = \frac{Q_{p,N}}{Q_{med,N}} = \frac{13{,}38}{5{,}93} = 2{,}26$$

- Situación futura:

$$Q_{p,N} = 1{,}6 * \left(\sqrt{Q_{med,N}} + Q_{med,N} \right) < 4 * Q_{med,N}$$

$$Q_{p,N} = 1{,}6 * \left(\sqrt{17{,}36} + 17{,}36 \right) = 34{,}44 \frac{l}{s} \quad \textit{(CUMPLE)}$$

De aquí resulta para la situación futura un coeficiente de punta de:

$$Coeficiente\ de\ punta\ (futuro) = \frac{Q_{p,N}}{Q_{med,N}} = \frac{34{,}44}{17{,}36} = 1{,}98$$

ACTUAL $Q_{p,N}$ = 13,38 l/s

FUTURO $Q_{p,N}$ = 34,44 l/s

El caudal de aguas negras mínimo supone el 25 % del caudal medio de aguas negras.

ACTUAL $Q_{min,N}$ = 0,25 * 5,93(l/s) = 1,48 l/s

FUTURO $Q_{min,N}$ = 0,25 * 17,36(l/s) = 4,34 l/s

Caudal de aguas negras por áreas.

Estos caudales de aguas negras llegarán al Emisario Principal en distintos puntos, por lo que en la siguiente tabla se hace un resumen de todos los caudales que se generarán en cada una de las áreas:

	AÑO ACTUAL				AÑO HORIZONTE			
	Población	$Q_{med,N}$ (l/s)	$Q_{P,N}$ (l/s)	$Q_{min,N}$ (l/s)	Población	$Q_{med,N}$ (l/s)	$Q_{P,N}$ (l/s)	$Q_{min,N}$ (l/s)
Área 1	234	0,43	0,98	0,11	349	0,81	1,60	0,20
Área 2	883	1,64	3,69	0,41	1.664	3,85	7,64	0,96
Área 3	143	0,26	0,60	0,07	719	1,66	3,30	0,42
Área 4	140	0,26	0,59	0,06	481	1,11	2,21	0,28
Área 5	111	0,21	0,46	0,05	113	0,26	0,52	0,07
Área 6	578	1,07	2,41	0,27	1.382	3,20	6,35	0,80
Área 7	900	1,67	3,76	0,42	2.409	5,58	11,06	1,39
Área 8	84	0,16	0,35	0,04	86	0,20	0,40	0,05
Área 9	56	0,10	0,23	0,03	57	0,13	0,26	0,03
Área 10	70	0,13	0,29	0,03	242	0,56	1,11	0,14
TOTAL	3.200	5,93	13,38	1,48	7.500	17,36	34,44	4,34

4. ESTIMACIÓN DE CAUDALES DE AGUAS NEGRAS EN EL CASCO URBANO DE LA MARGEN DERECHA.

Es necesario realizar una estimación del caudal que se generará en la zona del casco urbano (margen derecha del río Duero) que vierte al colector al que se sumarán los caudales conducidos por el *Emisario Principal* (colector nº10 según el dibujo incluido en el apartado 2 de este mismo anejo).

Esta superficie se ha establecido en base al Plano 16.1 del PGOU "Esquema de

saneamiento" (en el cual se representa la red de saneamiento y se puede comprobar la superficie que vierte al punto de estudio).

4.1. ESTUDIO DE POBLACIÓN.

Para la determinación de la población actual y futura existente en esta zona (representada en el dibujo siguiente) se realizará una estimación en función de la superficie que vierte al punto de estudio, teniendo en cuenta una densidad de población elevada:



La superficie total aproximada que vierte al punto de estudio es de 79.800m^2. Estimaremos la población en base a que la zona se encuentra totalmente desarrollada, que los tipos de edificación existente son *Bloques* (para lo que se supondrá la existencia de una vivienda por cada 50m^2 de superficie) y *Casas Adosadas* (para lo que se supondrá la existencia de una vivienda por cada 250m^2 de superficie) y que el número de habitantes por vivienda será 3.

La superficie total ocupada por edificaciones es aproximadamente de 20.000m^2 de Bloques y de 25.000m^2 de *Casas Adosadas*, por lo que el número de habitantes en la zona será:

*Población actual = 20.000(m^2) / 50(m^2/Vivienda) * 3(habitantes/vivienda) + 25.000(m^2) / 250(m^2/Vivienda) * 3(habitantes/vivienda) = 1.500 Habitantes*

Como ya se dijo anteriormente la zona se encuentra totalmente desarrollada por lo que la población futura en el año horizonte será la misma que la que existe en la actualidad:

Pob.Actual = Pob.Futura = 1.500 Habitantes

4.2. ESTUDIO DE DOTACIONES.

Se adoptarán las mismas dotaciones que se tomaron para la margen izquierda considerando los mismos criterios:

Dotación actual = 200 l/hab/día

Dotación futura = 250 l/hab/día

4.3. CAUDAL DE AGUAS NEGRAS.

Con el mismo procedimiento de cálculo y las mismas consideraciones establecidas para la determinación de los caudales de aguas negras para la margen izquierda, se han determinado los correspondientes a esta zona del casco urbano tradicional:

ACTUAL $Q_{med,N}$ = 0,80 * 1.500(hab) * 200(l/hab/día)= 2,78 l/s

FUTURO $Q_{med,N}$ = 0,80 * 1.500(hab) * 250(l/hab/día)= 3,47 l/s

Los caudales punta, considerando unos coeficientes de punta iguales a los calculados mediante la formulación dada por el "Canal de Isabel II" en el apartado 3 de este

mismo Anejo, serán los siguientes:

ACTUAL $Q_{p,N}$ = 2,26 * 2,78(l/s) = 6,28 l/s

FUTURO $Q_{p,N}$ = 1,99 * 3,47(l/s) = 6,91 l/s

El caudal de aguas negras mínimo supone el 25 % del caudal medio de aguas negras.

ACTUAL $Q_{min,N}$ = 0,25 * 2,78(l/s) = 0,70 l/s

FUTURO $Q_{min,N}$ = 0,25 * 3,47(l/s) = 0,87 l/s

5. CAUDALES DE AGUAS DE LLUVIA EN LA MARGEN IZQUIERDA.

A continuación se procederá al cálculo del caudal generado en episodios de fuertes tormentas, que se define como el máximo caudal de escorrentía generado. El fin último del mismo es la determinación del caudal máximo de lluvia para el periodo de retorno considerado para el diseño de los diferentes aliviaderos en cada uno de los puntos que se marcan en el proyecto.

Método de cálculo.

El estudio de caudales de avenida se puede realizar mediante el análisis estadístico de caudales de crecida (para lo cual es necesario tener datos de estaciones de aforo, situación que en nuestro caso es inexistente) o bien mediante un cálculo hidrometeorológico de caudales (a partir de datos de precipitación registrados en la cuenca o sus inmediaciones). Este será el procedimiento que vamos a desarrollar. Dentro de todos los métodos existentes, utilizaremos el método racional.

Aplicaremos el método racional contemplado en la 5.2 I.C, obteniéndose un caudal punta para un periodo de retorno de 25 años.

Este método es el usualmente utilizado para el estudio hidrológico de cuencas de extensiones similares a las que nos ocupan.

La expresión a utilizar según indica el método racional de la instrucción es:

$$Q = \frac{C * I * A}{K}$$

Donde:

- Q (m^3/s): Caudal punta de lluvia.
- I (mm/h): Intensidad media de precipitación correspondiente al periodo de retorno considerado y a un intervalo de tiempo de concentración.
- A (km^2): Superficie de la cuenca.
- C: Coeficiente medio de escorrentía de la cuenca.
- K: Coeficiente que depende de las unidades en que se expresen el caudal (Q) y la superficie (A), y que incluye un aumento de un 20% en el Q para tener en cuenta las puntas de precipitación.

Valores de K

Q en	A en		
	km^2	ha	m^2
m^3/s	3	300	3.000.000
l/s	0,003	0,3	3.000

Características físicas de la cuenca.

Se ha dividido la cuenca en 10 áreas, con el fin de determinar el caudal de lluvia que llega a cada uno de los puntos donde se conecta la red de saneamiento correspondiente a cada una de las áreas con el Emisario Principal.

A continuación se definen las características físicas de cada una de las áreas consideradas:

- Área 1: coincide con la Urbanización privada "Camping Club de Duero".
    - Longitud cauce principal hasta punto de estudio: 160 m.
    - Cota máxima cauce: 704 m.

- Cota punto de estudio: 697,5 m.
- Superficie vertiente: 4,73 Ha.

- Área 2: comprendida entre la Carretera vieja de Soria y el Paseo de Requejada.

  - Longitud cauce principal hasta punto de estudio: 890 m.
  - Cota máxima cauce: 709,5 m.
  - Cota punto de estudio: 706 m.
  - Superficie vertiente: 19,82 Ha.

- Área 3: correspondiente con la zona que verterá al colector que discurre bajo la Carretera vieja de Soria, que también recogerá los caudales generados en la urbanización existente en la confluencia de la carretera con la autovía VA-11.

  - Área 3.1:

    - Longitud cauce principal hasta punto de estudio: 790 m.
    - Cota máxima cauce: 711 m.
    - Cota punto de estudio: 703 m.
    - Superficie vertiente: 7,66 Ha.

  - Área 3.2: urbanización existente en las cercanías de la autovía VA-11.

    - Longitud cauce principal hasta punto de estudio: 360 m.
    - Cota máxima cauce: 712 m.
    - Cota punto de estudio: 710 m.
    - Superficie vertiente: 6,06 Ha.

- Área 4: esta área vierte al colector que discurre bajo la Carretera de la Parrilla y que conecta con el colector general en la Plaza El Plantío.

  - Longitud cauce principal hasta punto de estudio: 1100 m.
  - Cota máxima cauce: 719 m.
  - Cota punto de estudio: 703 m.
  - Superficie vertiente: 19,44 Ha.

- Área 5: las aguas generadas en esta superficie vierten en el colector que existe en el Paseo de La Estación.

    - Longitud cauce principal hasta punto de estudio: 360 m.
    - Cota máxima cauce: 716 m.
    - Cota punto de estudio: 703 m.
    - Superficie vertiente: 3,08 Ha.

- Área 6: correspondiente a la zona que verterá al colector que discurre bajo la Carretera de Mojados-Aldeamayor.

    - Longitud cauce principal hasta punto de estudio: 1350 m.
    - Cota máxima cauce: 729 m.
    - Cota punto de estudio: 708 m.
    - Superficie vertiente: 24,41 Ha.

- Área 7: ésta verterá al colector que conecta con el emisario de la margen izquierda a la altura de la Travesía de Herrera.

    - Longitud cauce principal hasta punto de estudio: 1500 m.
    - Cota máxima cauce: 722 m.
    - Cota punto de estudio: 708 m.
    - Superficie vertiente: 55.49 Ha.

- Área 8: los caudales generados en esta zona se sumaran a los que circulan por el colector principal a la altura de la Calle de Donantes de Sangre.

    - Longitud cauce principal hasta punto de estudio: 120 m.
    - Cota máxima cauce: 717 m.
    - Cota punto de estudio: 708 m.
    - Superficie vertiente: 1.76 Ha.

- Área 9: los caudales generados en esta zona se sumaran a los que circulan por el colector principal a la altura del cruce de la Calle Herrera con el Camino de Palacios.

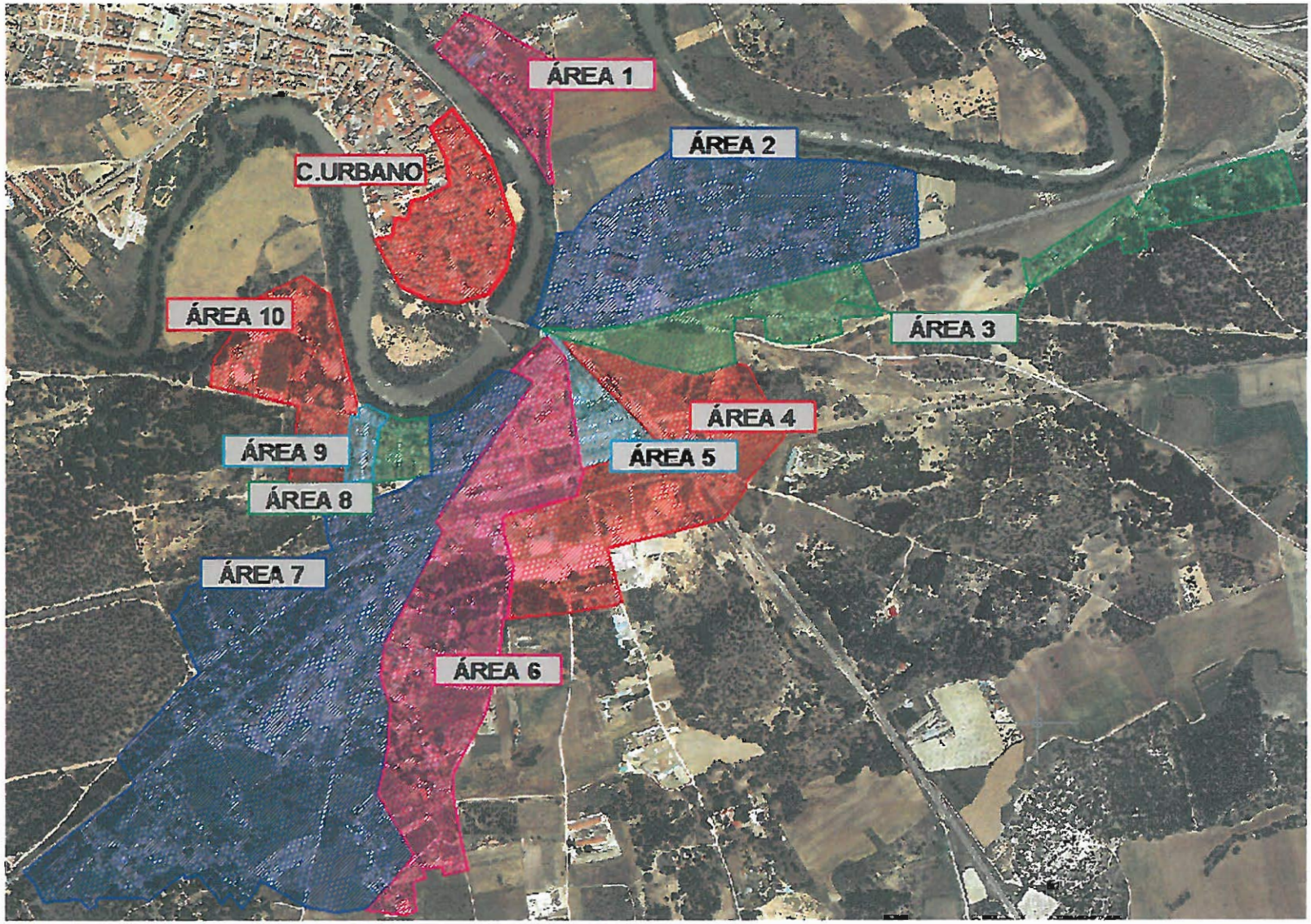
    - Longitud cauce principal hasta punto de estudio: 150 m.
    - Cota máxima cauce: 717 m.

- Cota punto de estudio: 708 m.
- Superficie vertiente: 1.17 Ha.

- Área 10: es la superficie que corresponde al colegio existente en la margen izquierda del río Duero.

  - Longitud cauce principal hasta punto de estudio: 330 m.
  - Cota máxima cauce: 709 m.
  - Cota punto de estudio: 708 m.
  - Superficie vertiente: 9.23 Ha.

En el dibujo siguiente se representan rayadas cada una de las áreas anteriormente descritas.


ÁREA 1
ÁREA 2
C.URBANO
ÁREA 10
ÁREA 3
ÁREA 4
ÁREA 9
ÁREA 5
ÁREA 8
ÁREA 7
ÁREA 6

Desarrollo del método.

A continuación se indican las fórmulas a utilizar para el cálculo y los valores de los diferentes coeficientes a contemplar:

- El tiempo de concentración (T_c) se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$T_c = 0{,}3 * \left(\frac{L}{J^{0{,}25}}\right)^{0{,}76}$$

Donde:

- T_c (h): Tiempo de concentración.
- L (km): Longitud del cauce principal.
- J (mm): Pendiente media del cauce principal.

- Intensidad de la lluvia I (mm/h)

$$I_t = I_d * \left[\frac{I_1}{I_d}\right]^{3{,}5287-2{,}5287*t^{0{,}1}}$$

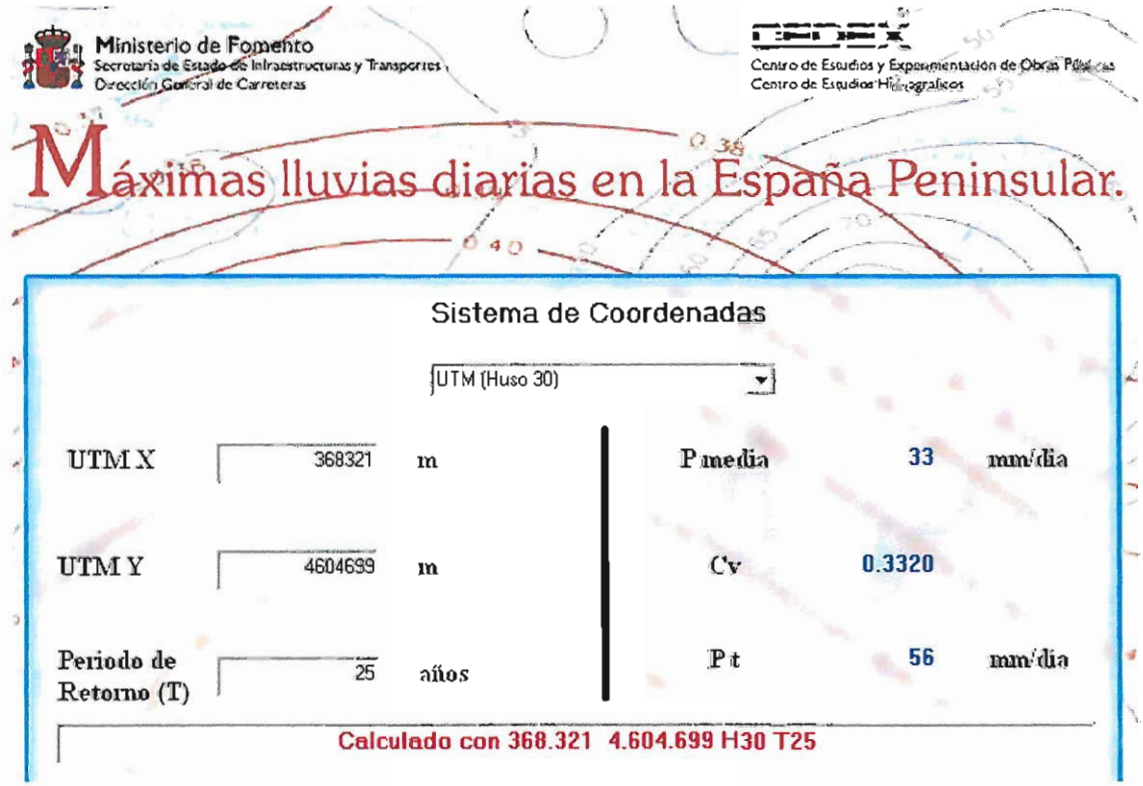
Donde:

- t: Duración del aguacero (horas), en nuestro caso será el tiempo de concentración.
- I_t: Intensidad máxima para un tiempo t.
- I_d = P_d/24horas, donde P_d es la precipitación diaria máxima para el tiempo considerado (T_c).
- $\mathbf{P_d = K_T \times P}$

  Donde K_T es el cuantil regional (que depende del coeficiente de variación regional C_v y del periodo de retorno, en nuestro caso 25 años) y P es el valor medio de las precipitaciones máximas diarias en mm/día.

La precipitación diaria la calculamos mediante la herramienta informática Maxpluwin incluida en la edición elaborada por el Ministerio de Fomento y la Dirección General de Carreteras titulada "Máximas lluvias en la España Peninsular".

Esta aplicación informática proporciona los datos de máxima lluvia diaria y del coeficiente de variación regional C_v para los periodos de retorno considerados y las coordenadas de la zona de estudio. A continuación se muestra la salida de resultados correspondiente a nuestro punto de estudio:



Tal y como se refleja en las salidas de la herramienta informática:

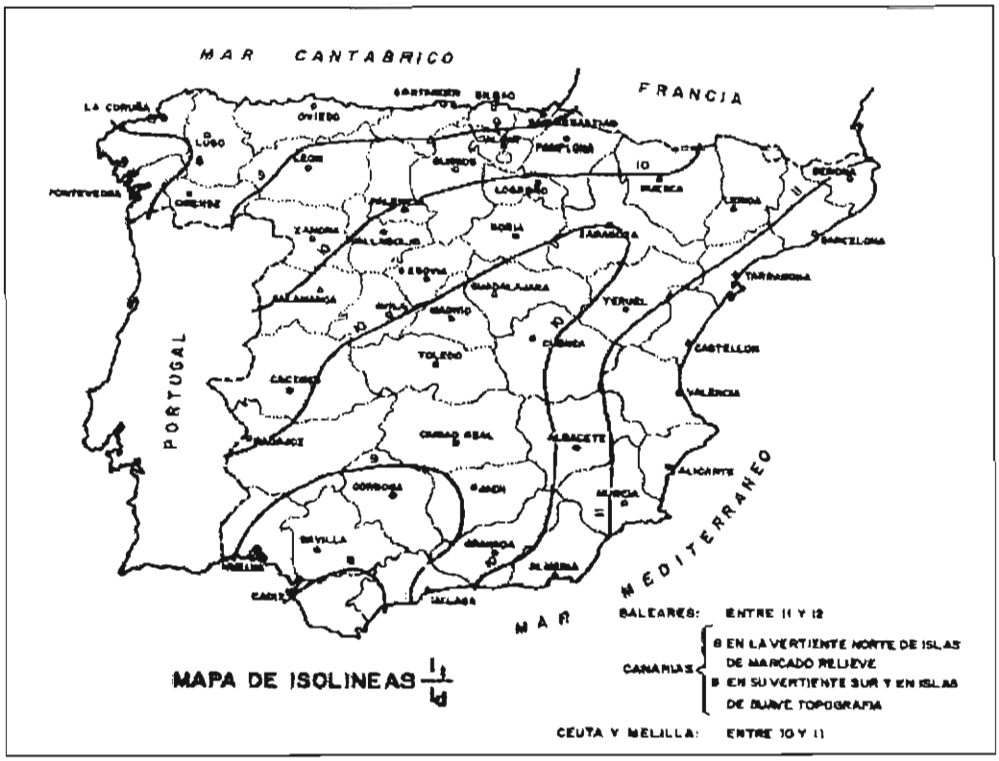
$$C_V = 0{,}33$$

$$P_{media} = 33 \text{ mm/día}$$

$$P_{T=25} = 56 \text{ mm/día}$$

El cociente entre la intensidad horaria y la diaria (I_1/I_d), para la zona de estudio tiene un valor de 10, resultado de la aplicación para la zona del mapa de isolíneas de la norma de drenaje superficial 5.2.-IC.

$$\frac{I_1}{I_d} = 10$$



Sustituyendo los valores obtenidos en la fórmula obtenemos la intensidad máxima horaria para un aguacero de duración igual al tiempo de concentración para un periodo de retorno de 25 años:

- Coeficiente de escorrentía: para su cálculo se utiliza la siguiente expresión:

$$C = \frac{\left(\frac{P_d}{P_0} - 1\right) * \left(\frac{P_d}{P_0} + 23\right)}{\left(\frac{P_d}{P_0} + 11\right)^2}$$

Donde:

- P_0: Umbral de escorrentía en mm.
- P_d: Precipitación diaria en mm.

El umbral de escorrentía P_0 es la cantidad de precipitación que un suelo puede infiltrar antes de comenzar la escorrentía.

En nuestro caso para determinar el valor del mencionado coeficiente P_0 se ha acudido a las tablas de la instrucción 5.2-IC:

- Tabla 2.1 "Estimación inicial del umbral de escorrentía P_0 (mm)".
- Tabla 2.2 "Clasificación de suelos a efectos del umbral de escorrentía".

Tabla 2.1
Continuación

Estimación inicial del umbral de escorrentia Po (mm)

USO DE LA TIERRA	PENDIENTE (%)	CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS	GRUPO DE SUELO A	B	C	D
Rotación de cultivos pobres	≥ 3	R	26	15	9	6
		N	28	17	11	8
	< 3	R-N	30	19	13	10
Rotación de cultivos densos	≥ 3	R	37	20	12	9
		N	42	23	14	11
	< 3	R-N	47	25	16	13
Praderas	≥ 3	Pobre	24	14	8	6
		Media	53	23	14	9
		Buena	"	33	18	13
		Muy buena	"	41	22	15
	< 3	Pobre	58	25	12	7
		Media	"	35	17	10
		Buena	"	"	22	14
		Muy buena	"	"	25	16
Plantaciones regulares aprovechamiento forestal	≥ 3	Pobre	62	26	15	10
		Media	"	34	19	14
		Buena	"	42	22	15
	< 3	Pobre	"	34	19	14
		Media	"	42	22	15
		Buena	"	50	25	16
Masas forestales (bosques, monte bajo, etc.).		Muy clara	40	17	8	5
		Clara	60	24	14	10
		Media	"	34	22	16
		Espesa	"	47	31	23
		Muy espesa	"	65	43	33

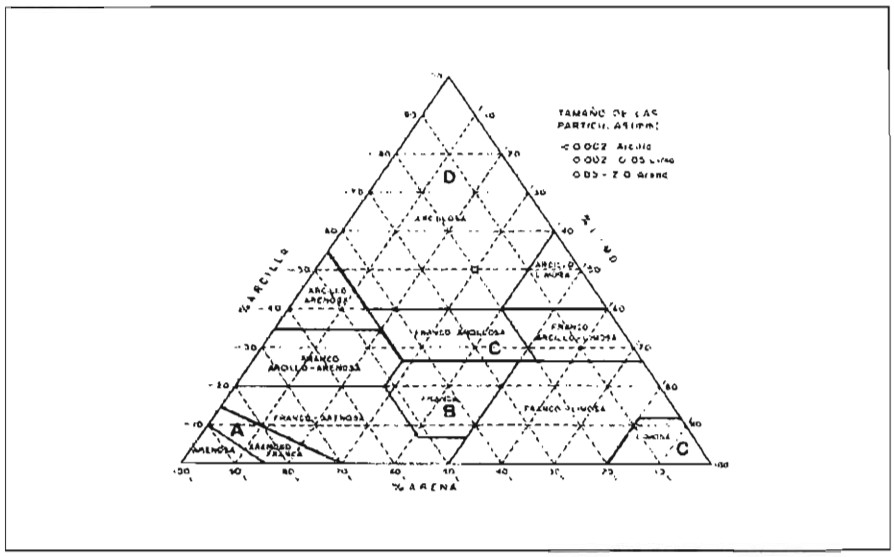
Tipo de terreno	Pendiente (%)	Umbral de escorrentía (mm)
Rocas permeables	≥ 3	3
	< 3	5
Rocas impermeables	≥ 3	2
	< 3	4
Firmes granulares sin pavimento		2
Adoquinados		1,5
Pavimentos bituminosos o de hormigón		1

Tabla 2.2

Clasificación de suelos a efectos del umbral de escorrentía

GRUPO	INFILTRACIÓN (cuando están muy humedos)	POTENCIA	TEXTURA	DRENAJE
A	Rapida	Grande	Arenosa Areno-limosa	Perfecto
B	Moderada	Media a grande	Franco-arenosa Franca Franco-arcillosa-arenosa Franco-limosa	Bueno a moderado
C	Lenta	Media a pequeña	Franco-arcillosa Franco-arcillo-limosa Arcillo-arenosa	Imperfecto
D	Muy lenta	Pequeño (illosuelo) o horizontes de arcilla	Arcillosa	Pobre o muy pobre

Diagrama triangular para determinacion de la textura



En la cuenca de estudio el suelo es heterogéneo, por lo que se adoptará un umbral de escorrentía intermedio entre los correspondientes a cada uno de los tipos de suelo que nos encontremos. A grandes rasgos, en el área contemplada, los suelos encontrados se pueden enmarcar en dos grandes grupos:

- Suelo pavimentado. P_0=1

- Suelo de naturaleza areno-limosa, que se engloba dentro del *GRUPO A* de acuerdo con la Tabla 2.2 "Clasificación de suelos a efectos del umbral de escorrentía". El umbral de escorrentía correspondiente a este tipo de suelo (asemejándolo a un uso de la tierra *Praderas,* con pendiente inferior al 3% y características hidrológicas pobres) es P_0=58.

Con el fin de simplificar los cálculos adoptaremos dos magnitudes para el umbral de escorrentía: el primero corresponderá a las Áreas 1, 5, 8 y 9 y el segundo a las Áreas 2, 3, 4, 6, 7 y 10.

- Áreas 1, 5, 8 y 9: estas áreas se caracterizan por tener un grado de edificabilidad mayor, ya que se encuentran más cercanas al centro urbano. Además, el tipo de edificación existente en estas zonas se caracteriza por tener menores patios y espacios verdes. Considerando que aproximadamente un 85% de la superficie total se asemejará a superficie pavimentada y que el 15% restante corresponde a suelo de naturaleza areno - limosa (correspondiente principalmente a las zonas verdes), se adoptará un valor de umbral de escorrentía intermedio entre los valores anteriormente referidos:

$$P_0 = \frac{85 * 1 + 15 * 58}{100} = 9{,}55$$

Por lo tanto, redondeando al entero inmediatamente inferior (con lo que quedamos del lado de la seguridad), la magnitud del umbral de escorrentía será la siguiente:

P_0 (Áreas 1, 5, 8 y 9) = 9

- Áreas 2, 3, 4, 6, 7 y 10: estas áreas se caracterizan por tener un grado de edificabilidad menor, ya que en su mayor parte están compuestas por edificaciones con amplios patios y por numerosas zonas verdes. Considerando que aproximadamente un 50% de la superficie total se asemejará a superficie pavimentada y que el 50% restante corresponde a suelo de naturaleza areno - limosa (correspondiente tanto a las zonas verdes públicas como a los patios de las casa unifamiliares como a las parcelas sin edificar), se adoptará un valor de umbral de escorrentía intermedio entre los valores anteriormente referidos:

$$P_0 = \frac{50 * 1 + 50 * 58}{100} = 29{,}5$$

Por lo tanto, redondeando al entero inmediatamente inferior (con lo que quedamos del lado de la seguridad), la magnitud del umbral de escorrentía será la siguiente:

P_0 (Áreas 2, 3, 4, 6, 7 y 10) = 29

Resultados.

Se ha implementado una hoja de cálculo en la que se aplican las fórmulas, datos y coeficientes anteriormente desarrollados, obteniéndose para cada una de las áreas los siguientes caudales punta para un periodo de recurrencia de 25 años.

- Área 1:

CALCULO DE CAUDAL (MÉTODO RACIONAL)	
IDENTIFICACIÓN	**T 25**
CURSO:	**TUDELA DE DUERO (ÁREA 1)**
Área cuenca vertiente A (km2):	0,047
Longitud curso principal L (km):	0,160
Cota máxima del curso principal ZMAX (m):	704,000
Cota mínima del curso principal ZMIN (m):	697,500
Precipitación diaria (25 años) Pd (mm):	56,000
Umbral de escorrentía Po (mm):	9,000
I1/Id :	10,000
Pendiente J (m/m):	0,041
Tiempo concentración Tc(h):	0,137
Precipitación P (mm):	56,000
Coef. Escorrentía C:	0,515
Intensidad media I (mm/h):	66,664
Caudal punta Q (m3/s):	**0,537**

- Área 2:

CALCULO DE CAUDAL (MÉTODO RACIONAL)	
IDENTIFICACIÓN	**T 25**
CURSO:	**TUDELA DE DUERO (ÁREA 2)**
Área cuenca vertiente A (km2):	0,198
Longitud curso principal L (km):	0,890
Cota máxima del curso principal ZMAX (m):	709,500
Cota mínima del curso principal ZMIN (m):	706,000
Precipitación diaria (25 años) Pd (mm):	56,000
Umbral de escorrentía Po (mm):	29,000
I1/Id :	10,000
Pendiente J (m/m):	0,004
Tiempo concentración Tc(h):	0,786
Precipitación P (mm):	56,000
Coef. Escorrentía C:	0,139
Intensidad media I (mm/h):	26,792
Caudal punta Q (m3/s):	**0,245**

- Área 3:

CALCULO DE CAUDAL (MÉTODO RACIONAL)	
IDENTIFICACIÓN	**T 25**
CURSO:	**TUDELA DE DUERO (ÁREA 3.1)**
Área cuenca vertiente A (km2):	0,077
Longitud curso principal L (km):	0,790
Cota máxima del curso principal ZMAX (m):	711,000
Cota mínima del curso principal ZMIN (m):	703,000
Precipitación diaria (25 años) Pd (mm):	56,000
Umbral de escorrentía Po (mm):	29,000
I1/Id :	10,000
Pendiente J (m/m):	0,010

Tiempo concentración Tc(h):	0,600
Precipitación P (mm):	56,000
Coef. Escorrentía C:	0,139
Intensidad media I (mm/h):	31,177
Caudal punta Q (m3/s):	**0,111**

CALCULO DE CAUDAL (MÉTODO RACIONAL)	
IDENTIFICACIÓN	**T 25**
CURSO:	**TUDELA DE DUERO (ÁREA 3.2)**
Área cuenca vertiente A (km2):	0,061
Longitud curso principal L (km):	0,360
Cota máxima del curso principal ZMAX (m):	712,000
Cota mínima del curso principal ZMIN (m):	710,000
Precipitación diaria (25 años) Pd (mm):	56,000
Umbral de escorrentía Po (mm):	29,000
I1/Id :	10,000
Pendiente J (m/m):	0,006
Tiempo concentración Tc(h):	0,370
Precipitación P (mm):	56,000
Coef. Escorrentía C:	0,139
Intensidad media I (mm/h):	40,475
Caudal punta Q (m3/s):	**0,114**

- Área 4:

CALCULO DE CAUDAL (MÉTODO RACIONAL)	
IDENTIFICACIÓN	**T 25**
CURSO:	**TUDELA DE DUERO (ÁREA 4)**
Área cuenca vertiente A (km2):	0,194
Longitud curso principal L (km):	1,100
Cota máxima del curso principal ZMAX (m):	719,000
Cota mínima del curso principal ZMIN (m):	703,000
Precipitación diaria (25 años) Pd	56,000

(mm):	
Umbral de escorrentía Po (mm):	29,000
I1/Id :	10,000
Pendiente J (m/m):	0,015
Tiempo concentración Tc(h):	0,721
Precipitación P (mm):	56,000
Coef. Escorrentía C:	0,139
Intensidad media I (mm/h):	28,152
Caudal punta Q (m3/s):	**0,253**

- Área 5:

CALCULO DE CAUDAL (MÉTODO RACIONAL)	
IDENTIFICACIÓN	**T 25**
CURSO:	**TUDELA DE DUERO (ÁREA 5)**
Área cuenca vertiente A (km2):	0,003
Longitud curso principal L (km):	0,360
Cota máxima del curso principal ZMAX (m):	716,000
Cota mínima del curso principal ZMIN (m):	703,000
Precipitación diaria (25 años) Pd (mm):	56,000
Umbral de escorrentía Po (mm):	9,000
I1/Id :	10,000
Pendiente J (m/m):	0,036
Tiempo concentración Tc(h):	0,259
Precipitación P (mm):	56,000
Coef. Escorrentía C:	0,515
Intensidad media I (mm/h):	48,661
Caudal punta Q (m3/s):	**0,025**

- Área 6:

CALCULO DE CAUDAL (MÉTODO RACIONAL)	
IDENTIFICACIÓN	**T 25**
CURSO:	**TUDELA DE DUERO (ÁREA 6)**
Área cuenca vertiente A (km2):	0,244
Longitud curso principal L (km):	1,350
Cota máxima del curso principal ZMAX (m):	729,000
Cota mínima del curso principal ZMIN (m):	708,000
Precipitación diaria (25 años) Pd (mm):	56,000
Umbral de escorrentía Po (mm):	29,000
I1/Id :	10,000
Pendiente J (m/m):	0,016

Tiempo concentración Tc(h):	0,831
Precipitación P (mm):	56,000
Coef. Escorrentía C:	0,139
Intensidad media I (mm/h):	25,959
Caudal punta Q (m3/s):	**0,293**

- Área 7:

CALCULO DE CAUDAL (MÉTODO RACIONAL)	
IDENTIFICACIÓN	**T 25**
CURSO:	**TUDELA DE DUERO (ÁREA 7)**
Área cuenca vertiente A (km2):	0,555
Longitud curso principal L (km):	1,500
Cota máxima del curso principal ZMAX (m):	722,000
Cota mínima del curso principal ZMIN (m):	708,000
Precipitación diaria (25 años) Pd (mm):	56,000
Umbral de escorrentía Po (mm):	29,000
I1/Id :	10,000
Pendiente J (m/m):	0,009
Tiempo concentración Tc(h):	0,992
Precipitación P (mm):	56,000
Coef. Escorrentía C:	0,139
Intensidad media I (mm/h):	23,439
Caudal punta Q (m3/s):	**0,602**

- Área 8:

CALCULO DE CAUDAL (MÉTODO RACIONAL)	
IDENTIFICACIÓN	**T 25**
CURSO:	**TUDELA DE DUERO (ÁREA 8)**
Área cuenca vertiente A (km2):	0,018
Longitud curso principal L (km):	0,120
Cota máxima del curso principal ZMAX (m):	717,000
Cota mínima del curso principal ZMIN (m):	708,000

Precipitación diaria (25 años) Pd (mm):	56,000
Umbral de escorrentía Po (mm):	9,000
I1/Id :	10,000
Pendiente J (m/m):	0,075
Tiempo concentración Tc(h):	0,098
Precipitación P (mm):	56,000
Coef. Escorrentía C:	0,515
Intensidad media I (mm/h):	78,020
Caudal punta Q (m3/s):	**0,241**

- Área 9:

CALCULO DE CAUDAL (MÉTODO RACIONAL)	
IDENTIFICACIÓN	**T 25**
CURSO:	**TUDELA DE DUERO (ÁREA 9)**
Área cuenca vertiente A (km2):	0,012
Longitud curso principal L (km):	0,150
Cota máxima del curso principal ZMAX (m):	717,000
Cota mínima del curso principal ZMIN (m):	708,000
Precipitación diaria (25 años) Pd (mm):	56,000
Umbral de escorrentía Po (mm):	9,000
I1/Id :	10,000
Pendiente J (m/m):	0,060
Tiempo concentración Tc(h):	0,121
Precipitación P (mm):	56,000
Coef. Escorrentía C:	0,515
Intensidad media I (mm/h):	70,674
Caudal punta Q (m3/s):	**0,145**

- Área 10:

CALCULO DE CAUDAL (MÉTODO RACIONAL)	
IDENTIFICACIÓN	**T 25**
CURSO:	**TUDELA DE DUERO (ÁREA 10)**

Área cuenca vertiente A (km2):	0,092
Longitud curso principal L (km):	0,330
Cota máxima del curso principal ZMAX (m):	709,000
Cota mínima del curso principal ZMIN (m):	708,000
Precipitación diaria (25 años) Pd (mm):	56,000
Umbral de escorrentía Po (mm):	29,000
I1/Id :	10,000
Pendiente J (m/m):	0,003
Tiempo concentración Tc(h):	0,389
Precipitación P (mm):	56,000
Coef. Escorrentía C:	0,139
Intensidad media I (mm/h):	39,440
Caudal punta Q (m3/s):	**0,168**

Resumen resultados.

ÁREA	CAUDAL DE LLUVIA (m^3/s)
Área 1	0,537
Área 2	0,245
Área 3.1	0,111
Área 3.2	0,114
Área 4	0,253
Área 5	0,025
Área 6	0,293
Área 7	0,602
Área 8	0,241
Área 9	0,145
Área 10	0,168

6. CAUDALES DE AGUAS DE LLUVIA EN EL CASCO URBANO DE LA MARGEN DERECHA.

De igual manera como se ha determinado el caudal de aguas de lluvia en la margen izquierda se hará para la parte del casco que vierte en el punto donde se suman los

caudales aportados por la margen izquierda a la red de saneamiento de la margen derecha.

Las características de esta cuenca son las siguientes:

- Longitud cauce principal hasta punto de estudio: 280m.
- Cota máxima cauce: 700m.
- Cota punto de estudio: 695m.
- Superficie vertiente: 7,98Ha.

Se asignará como umbral de escorrentía P_0 para la zona de estudio un valor intermedio entre el correspondiente a una superficie pavimentada (P_0=1) y el correspondiente al *GRUPO A* (P_0=58). Considerando que aproximadamente un 90% de la zona de estudio se encuentra pavimentada, el umbral de escorrentía será 6.

El resto de parámetros que se asignarán al área de estudio serán los mimos que los establecidos para la margen izquierda: máxima lluvia diaria igual a 56mm/día y coeficiente de variación regional igual a 0,33.

Implementando una hoja de cálculo, tal y como hicimos para el caso de la margen izquierda, se obtiene un caudal de lluvia de 0,868 m^3/s.

CALCULO DE CAUDAL (MÉTODO RACIONAL)		
IDENTIFICACIÓN	**T 25**	
CURSO:	**CASCO URBANO**	
Área cuenca vertiente A (km2):		0,080
Longitud curso principal L (km):		0,280
Cota máxima del curso principal ZMAX (m):		700,000
Cota mínima del curso principal ZMIN (m):		695,000
Precipitación diaria (25 años) Pd (mm):		56,000
Umbral de escorrentía Po (mm):		6,000
I1/Id :		10,000
Pendiente J (m/m):		0,018
Tiempo concentración Tc(h):		0,245
Precipitación P (mm):		56,000
Coef. Escorrentía C:		0,652
Intensidad media I (mm/h):		50,094

Caudal punta Q (m3/s):	0,868

7. RESUMEN DE RESULTADOS.

Se adjunta tabla en la que se resume la aportación de cada colector que entronca con el emisario a proyectar en la M.I:

		ACTUAL			FUTURO			Q_{II} (l/s)
	Área de aportación	$Q_{med,N}$ (l/s)	$Q_{p,N}$ (l/s)	$Q_{min,N}$ (l/s)	$Q_{med,N}$ (l/s)	$Q_{p,N}$ (l/s)	$Q_{min,N}$ (l/s)	
Colector 1	1 y 2	1,64	5,22	0,41	3,85	9,24	0,96	245
Colector 2	3	0,26	0,60	0,07	1,66	3,30	0,42	225
Colector 3	4	0,26	0,59	0,06	1,11	2,21	0,28	253
Colector 4	5	0,21	0,46	0,05	0,26	0,52	0,07	25
Colector 5	6	1,07	2,41	0,27	3,20	6,35	0,80	293
Colector 6	7	1,67	3,76	0,42	5,58	11,06	1,39	602
Colector 7	8	0,16	0,35	0,04	0,20	0,40	0,05	241
Colector 8	9	0,10	0,23	0,03	0,13	0,26	0,03	145
Colector 9	10	0,13	0,29	0,03	0,56	1,11	0,14	168
Colector 10	Casco Urbano MD	2,78	6,28	0,70	3,47	6,91	0,87	868

3.5. E.D.A.R DE BENAVENTE

ÍNDICE

1. JUSTIFICACIÓN 1

1. JUSTIFICACIÓN

En la EDAR de Benavente no se realiza ninguna actuación correspondiente a la incorporación de nuevos vertidos a la EDAR. En la actualidad la totalidad del vertido del municipio llega a la EDAR a través de un colector de hormigón de diámetro 1.000 mm.

3.6. E.D.A.R DE TORO

ÍNDICE

1. JUSTIFICACIÓN 1

1. JUSTIFICACIÓN

En la EDAR de Toro no se realiza ninguna actuación correspondiente a la incorporación de nuevos vertidos a la EDAR.