

**DIPUTACION
GENERAL
DE ARAGON**

Departamento de Ordenación Territorial,
Obras Públicas y Transportes.

**DEPARTAMENTO DE
ORDENACIÓN
TERRITORIAL, OBRAS
PÚBLICAS Y
TRANSPORTES**

**DIRECCIÓN
GENERAL
DEL AGUA**

**CLAVE:
23-Q-06**

PROYECTO MODIFICADO Nº1

TITULO DEL PROYECTO:

E.D.A.R. DE BINÉFAR

**TOMO 1.1
DOCUMENTO Nº 1 - MEMORIA
MEMORIA DESCRIPTIVA
ANEJOS A LA MEMORIA**

MAYO DE 1999

**EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO
DAVID MONTERO MONTERO**



acuaestudios, s. a.

TRATAMIENTO DE AGUAS



LA EMPRESA CONSTRUCTORA

DOCUMENTO N°1 MEMORIA

1.- MEMORIA

2.- ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo N°1.- Acta de Comprobación de Replanteo

Anejo N°2.- Geotecnia

Anejo n° 3.- Campaña de análisis previos

Anejo N°4.- Bases de partida

Anejo N°5.- Dimensionamiento del proceso

Anejo N°6.- Cálculos hidráulicos.

Anejo N°7.- Cálculos estructurales.

Anejo N°8.- Cálculos eléctricos.

Anejo N°9.- Sistema de control.

Anejo N°10.- Estudio de explotación

Anejo N°11.- Plan de obra.

Anejo N°12.- Justificación de Precios

a) Justificación de Precios.

b) Acta de nuevos precios propuestos por la Administración y aceptados por la Contrata.

Anejo N°13.- Abastecimiento de agua potable

Anejo N°14.- Criterios de diseño para el cruce del colector sobre La Faleva según C.H.E.

DOCUMENTO N°2 PLANOS

1.- Plano de situación

2.- Planta general

3-1.- Topografía. Cruce con la carretera A-140

3-2.- Topografía. Parcela de la E.D.A.R.

3-3.- Topografía. Planta de precarga

3-4.- Topografía. Secciones transversales precarga

3-5.- Topografía Modificada. Planta

3-6.- Topografía Modificada. Secciones transversales

- 4-1.- Colector a E.D.A.R. trazado en planta
- 4-2.- Colector a E.D.A.R. perfil longitudinal
- 4-3.- Colector a E.D.A.R. secciones tipo
- 4-4.- Colector a E.D.A.R. aliviadero 1: secciones
- 4-5.- Colector a E.D.A.R. aliviadero 2: secciones
- 4-6.- Colector a E.D.A.R. aliviadero 3: secciones
- 4-7.- Colector a E.D.A.R. servicios afectados
- 4-8.- Colector a E.D.A.R. afecciones

5.- Implantacion general

- 6-1.- Conducciones interiores. Planta
- 6-2.- Conducciones interiores. Longitudinales

7.- Línea piezométrica

- 8-1.- Obra de llegada. Aliviadero y by-pass
- 8-2.- Obra de llegada. Cruce colector de faveva

9.- Pozo de gruesos y elevación

10.- Edificio de pretratamiento

11.- Tamizado

12.- Desarenado y desengrase

13.- Aliviadero y medición de caudal

14.- Reactor biológico

15.- Reparto

16.- Decantador secundario

17.- Medidor de caudal

18.- Laberinto de cloración

19.- Espesador

20.- Pozo de fangos

21.- Pozo de flotantes

22.- Pozo de vaciados

23.- Edificios de la E.D.A.R.

24.- Urbanización

25-1.- Electricidad. Centro de Transformación

25-2.- Electricidad B.T. Cuadro general de distribución

25-3.- Electricidad B.T. Cuadro secundario de distribución

25-4.- Electricidad. Cuadros y acometidas

25-5.- Electricidad. Edificio de pretratamiento. Iluminación interior

25-6.- Electricidad. Edificio de Control, Fangos, y Soplantes.
Iluminación interior

26.- Esquema de funcionamiento

DOCUMENTO N°3 PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TECNICAS

DOCUMENTO N°4 PRESUPUESTO

1.- MEDICIONES

2.- CUADROS DE PRECIOS

CUADRO DE PRECIOS N°1

CUADRO DE PRECIOS N°2

3.- PRESUPUESTO

DOCUMENTO N° 1 .- MEMORIA

DOCUMENTO N° 1 .- MEMORIA

INDICE

1.- MEMORIA

1.- ANTECEDENTES

2.- OBJETO DEL PROYECTO

3.- OBRAS QUE SE MODIFICAN Y JUSTIFICACION DE LAS MISMAS

3.1.- Descripción de las obras

3.1.1.- Colector general a la E.D.A.R.

3.1.2.- Estación Depuradora de Aguas Residuales

3.2.- Descripción de la solución adoptada

3.2.1.- Obra civil. Cimentaciones

3.2.2.- Líneas de procesos

3.3.- Descripción de las instalaciones

4.- PRECIOS NUEVOS

5.- PLANOS

6.- MEDICIONES

7.- PRESUPUESTOS

7.1.- Presupuesto de Ejecución Material

7.2.- Resumen de Presupuesto Adicionales

8.- SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

9.- REVISION DE PRECIOS

10.- PLAZO DE EJECUCION

11.- INFORMACION PUBLICA

12.- CONFORMIDAD DEL CONTRATISTA

13.- OBRA COMPLETA

14.- DOCUMENTOS DE QUE CONSTA ESTE PROYECTO

15.- TIPO DE MODIFICACION

16.- CONCLUSION

2.- ANEJOS DE LA MEMORIA

ANEJO N°1.- ACTA DE COMPROBACION Y REPLANTEO

ANEJO N°2.- GEOTECNIA

ANEJO N° 3.- CAMPAÑA DE ANALISIS PREVIOS

ANEJO N°4.- BASES DE PARTIDA

ANEJO N°5.- DIMENSIONAMIENTO DEL PROCESO

ANEJO N°6.- CALCULOS HIDRAULICOS

ANEJO N°7.- CALCULOS ESTRUCTURALES

ANEJO N° 8.- CALCULOS ELECTRICOS

ANEJO N° 9.- SISTEMA DE CONTROL

ANEJO N° 10.- ESTUDIO DE EXPLOTACION

ANEJO N° 11.- PLAN DE OBRA

ANEJO N° 12.- JUSTIFICACION DE PRECIOS

ANEJO N° 13.- ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

**ANEJO N° 14.- CRITERIOS DE DISEÑO PARA EL CRUCE DEL COLECTOR
SOBRE LA FALEVA SEGÚN C.H.E.**

MEMORIA

1.- ANTECEDENTES

Por resolución del Departamento de Ordenación Territorial, Obras Públicas y Transportes de la Diputación General de Aragón, de 4 de Marzo de 1.999 se adjudicaron definitivamente las obras de la Estación Depuradora de Aguas Residuales de Binéfar (Huesca), clave 23.Q.06.

La adjudicación recayó en la Unión Temporal de Empresas constituida por VIACRON, S.A. y ACUAESTUDIOS S.A., suscribiéndose el correspondiente contrato con fecha 22 de Marzo de 1.999. El presupuesto de adjudicación de las obras ascendía a QUINIENTOS TREINTA Y SEIS MILLONES SEISCIENTAS DOS MIL CIENTO TREINTA PESETAS (536.602.130 pta.), siendo el plazo de ejecución de veintiseis meses, 12 meses de ejecución, 2 meses de puesta a punto, y 12 meses de explotación.

El Acta de Comprobación de Replanteo se suscribió el día 16 de Abril de 1.999, por lo que el plazo de la obra, incluyendo la explotación, termina el 16 de Junio de 2.001.

2.- OBJETO DEL PROYECTO.

El objeto del presente documento es definir las modificaciones derivadas de los motivos expuestos en el Acta de Comprobación de Replanteo, y cuya ejecución se consideran necesarias para una correcta definición y funcionamiento de las instalaciones. Estas actuaciones se describen en los siguientes puntos de esta Memoria.

3. - OBRAS QUE SE MODIFICAN Y JUSTIFICACION DE LAS MISMAS.

Las obras incluidas en esta Modificación son:

- Colector general a la E.D.A.R.
- E.D.A.R. para la población equivalente de diseño.
- Desagüe general.
- Viales de acceso, urbanización, jardinería, cerramientos, etc., de los terrenos ocupados por las instalaciones descritas.
- Línea de M.T. y centro de transformación.
- Traslado de agua potable a la E.D.A.R.

Las modificaciones afectan, fundamentalmente, a dos aspectos.

De una parte, se resuelve, tras los estudios y ensayos del terreno realizados, la cimentación de los edificios y depósitos de la E.D.A.R.

Por otra, se parte de unos nuevos datos de partida para el dimensionamiento de las líneas de proceso.

Los datos de los estudios del terreno se encuentran en el Anejo nº2 GEOTECNIA, los datos de partida se encuentran en el Anejo nº3 BASES DE PARTIDA.

Cabe destacar como dato significativo que la población equivalente, resultante de los ensayos de caracterización de los vertidos realizados, pasa de los 27.275 inicialmente previstos a los 40.692 habitantes equivalentes deducidos de estos nuevos ensayos.

3.1- DESCRIPCION DE LAS OBRAS

3.1.1. Colector general a E.D.A.R.

Se mantiene el trazado del Proyecto de Construcción con el origen del colector situado junto al transformador del Grupo de Electrificación Rural situado en las proximidades del Instituto de Bachillerato. La solución que se adopta es la siguiente:

- Tramo de tubería de diámetro 800 mm y longitud 1.010 m que recoge las aguas aportadas por las cuencas 1 a 4.
- Tramo de tubería de 1000 mm de diámetro y 393 m de longitud que recoge las aguas aportadas por las cuencas 1 a 5.
- Tramo de tubería de diámetro 1.000 mm de 8 m de longitud que recoja las aguas de las cuencas anteriores y las de la cuenca 6. Asimismo puede absorber los caudales de riego aportados por el actual desagüe natural de riegos. Este tramo cruza la calle Tamarite y termina en el aliviadero nº 1.
- Aliviadero de pluviales nº 1 consistente en una arqueta de 8 m de largo por 2,75 m de ancho con una pared de vertedero de 0,20 m de altura. El canal de entrada de agua tendrá un ancho variable entre 1 m en el inicio y 0,4 m en el final.
- Tramo de tubería de 400 mm de diámetro y 72 m de longitud que llega hasta el aliviadero nº 2. Se desviará el colector de diámetro 1000 mm que baja por la calle Lérida para tener espacio suficiente donde ubicar el aliviadero antes del cruce de la carretera A-140.
- Aliviadero de pluviales nº 2 situado en el entronque con el colector de diámetro 1.000 mm que baja por la calle Lérida. Consiste en una arqueta de 13 m de largo por 2,75 m de ancho con una pared de vertedero de 0,44 m de altura. El canal de entrada de agua tendrá un ancho variable entre 1,5 m en el inicio y 0,6 m en el final.

- Tramo de tubería de 600 mm de diámetro y 368 m de longitud que llega hasta el PR-29.
- Tramo de tubería de diámetro 800 mm y longitud 1.768 m, hasta llegar al aliviadero nº 3.
- Aliviadero de pluviales nº 3 situado en el entronque con el colector de diámetro 800 mm que baja recoge la cuenca nº 8. Consiste en una arqueta de 13 m de largo por 2,75 m de ancho con una pared de vertedero de 0,42 m de altura. El canal de entrada de agua tendrá un ancho variable entre 1,0 m en el inicio y 0,8 m en el final.
- Tramo de tubería de diámetros 800 mm y longitud 605 m, hasta llegar a la depuradora.

3.1.2. Estación Depuradora de Aguas Residuales

Se realiza una obra de llegada consistente en colocar el aliviadero de crecidas en la margen derecha del colector natural de Faleva, fuera de las instalaciones de la E.D.A.R. y a continuación se realiza el paso de la Faleva apoyándose en la estructura dispuesta a tal efecto.

El colector de llegada entra directamente en el desbaste de gruesos, que consta de un pozo de gruesos seguido por dos rejillas de barras, cuya luz de paso es de 40 mm, una de limpieza automática y otra de limpieza manual, situadas delante del bombeo de elevación. Se disponen cuatro bombas sumergibles (tres más una de reserva) de paso integral vortex.

A continuación se realiza el desbaste de finos por medio de tamices rotativos con luz de paso de 3 mm; los residuos eliminados se prensan antes de ser almacenados en un contenedor. La disposición de un tamiz de paso 3 mm en lugar de 1,5 mm adoptado en un principio es debido al hecho, inicialmente no previsto, de la inclusión del caudal proveniente del matadero del Fribín, por el tipo de contaminación vertida por el matadero la colocación de un tamiz de paso 1,5 mm dificultaría la explotación del sistema dada la previsible situación de atascamiento del mismo, para facilitar esta explotación y sin disminuir en ningún momento los parámetros de depuración exigidos, se ha adoptado el paso de 3 mm.

Se dispone después la unidad de desarenado y desengrase del tipo aireado, de flujo helicoidal en una sección transversal trapezoidal; la unidad es rectangular en planta. Se construirán dos desarenadores en forma compacta "monobloc". Los desarenadores se completan con un lavadero / clasificador de arenas y un separador / concentrador de grasas.

Después del desarenado / desengrase, se alivian los caudales en exceso, midiendo el caudal aliviado en exceso y que no es tratado por el biológico.

El sistema de tratamiento biológico es por fangos activados con aireación prolongada en dos canales continuos de oxidación (reactores Carrusel), que, además de biodegradar y biooxidar la materia orgánica carbónica, facilita dos procesos mas, que son:

- * La nitrificación completa y la desnitrificación posterior.
- * La estabilización y mineralización de los fangos, lo que hace que no sea necesario la instalación de una digestión posterior.

Se dispone de difusores de aire de tipo membrana, alimentados por soplantes, que mantendrán condiciones suaves y poco violentas dentro los reactores. Hemos previsto "aceleradores de corriente" (grandes agitadores horizontales de giro muy lento) para mantener los fangos activados circulando en los reactores, de forma que no es necesario mantener un caudal de aire con el único propósito de mantener en suspensión dichos fangos.

Como ya hemos mencionado, se ha previsto la nitrificación y la desnitrificación total, durante todo el año; dichos procesos se realizan dentro de los propios reactores, con objeto de evitar la desnitrificación no controlada en los decantadores secundarios.

Se incluye un sistema de desinfección del efluente final como medida higiénica de emergencia contra posibles brotes locales de enfermedades infecto-contagiosas.

El espesador por gravedad de fangos en exceso es de planta circular.

Para la deshidratación final de los fangos espesados, se dispone una máquina centrífuga del tipo "decanter", alimentada por 1+1 bombas de tornillo helicoidal.

3.2.- DESCRIPCION DE LA SOLUCION ADOPTADA

Se describen en este punto las soluciones dadas a las cimentaciones y líneas de proceso.

3.2.1.- Obra Civil. Cimentaciones.

De los estudios geotécnico realizados en la parcela donde se ubica la E.D.A.R. de Binéfar se concluye la imposibilidad, debido a la escasa capacidad portante del terreno, de realizar la cimentación directa de los distintos elementos. El riesgo de asentamientos diferenciales superiores a los 1,5 cm parece evidente. Los ensayos así lo confirman, como se puede observar en el Anejo correspondiente.

Se hace necesario, por lo tanto, resolver estas cimentaciones mediante obras complementarias no previstas inicialmente.

La obra presenta dos tipos de construcciones. Por un lado están las edificaciones, y por otro los depósitos.

Se han estudiado dos soluciones que en principio, dada la naturaleza del terreno y de las construcciones, pudieran ser adecuadas. Consisten, por un lado, en el pilotaje de zapatas y soleras de cimentación mediante pilotes rectangulares prefabricados hincados, y por otro, la consolidación previa del terreno mediante una precarga realizada mediante la ejecución de un terraplén de tierras.

Se opta, a la vista de experiencias similares, en resolver las cimentaciones con los siguientes criterios.

EDIFICIOS.- Pilotaje de zapatas de pórticos

Edificio de pretratamiento

Edificio de fangos

Edificio de soplantes

Edificio de control

DEPÓSITOS.- Cimentación directa previa consolidación mediante precarga

Reactor biológico

Decantador secundario

Se describe a continuación el alcance de las obras mencionadas, así como el proceso seguido en el cálculo de la precarga. El Anejo n°2 GEOTECNIA contiene los estudios realizados, de donde se han obtenido los parámetros utilizados. El terraplén de la precarga se ha previsto relizarlo con material tolerable. No obstante, se ha previsto un precio adicional para la hipótesis de tener que utilizar material adecuado.

EDIFICIOS.- La cimentación de los edificios se resuelve, como se ha mencionado anteriormente, mediante el pilotaje de las zapatas de los pórticos.

Como resumen del contenido del Anejo de Cálculos estructurales, la cimentación en cada uno de los edificios es la siguiente:

EDIFICIO DE PRETRAMIENTO.-

Nº de zapatas de esquina	4
Nº de zapatas restantes	4
Tipo de pilotes	CK-235
Nº pilotes/zapata en esquinas	1
Nº pilotes/zapata en resto	2
Long. Aprox. Pilote (m.)	8

EDIFICIO DE FANGOS.-

Nº de zapatas	3
Tipo de pilotes	CK-235
Nº pilotes/zapata	1
Long. Aprox. Pilote (m.)	10

EDIFICIO DE SOPLANTES.-

Nº de zapatas	3
Tipo de pilotes	CK-235
Nº pilotes/zapata	1
Long. Aprox. Pilote (m.)	10

EDIFICIO DE CONTROL.-

Nº de zapatas	9
Tipo de pilotes	CK-235
Nº pilotes/zapata	1
Long. Aprox. Pilote (m.)	10

DEPÓSITOS.- La cimentación de los depósitos de desestima mediante pilotaje debido a su elevado coste. Se opta por la consolidación del terreno mediante la ejecución de un terraplén con tierras procedentes de préstamos, con una densidad aparente de $2,033 \text{ Tn/m}^3$.

Se ha realizado como estudio complementario un nuevo informe geotécnico tendente a la ejecución de un ensayo edométrico que permita determinar los valores de los parámetros de dimensionamiento de la precarga. Estos valores son los siguientes:

$$C_c = 0,15$$

$$C_v = 9 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{sg}$$

El proceso seguido ha consistido, en cada aparato estudiado, en las siguientes fases:

- Determinación de la SOBRECARGA NETA, SN
- Determinación de los valores de los asientos derivados de SN
- Determinación de la altura de relleno necesaria para originar dichos asientos.
- Determinación del plazo estimado para los asientos.

Determinada SN, los valores de los asientos, plazos y altura del relleno se deducen del estudio geotécnico.

A partir de las cotas teóricas del relleno que resultan de los cálculos, se ha elevado estas en un metro, como coeficiente de seguridad. Esta cota es la que se fija como cota de urbanización en la zona donde se ubican los aparatos.

La sobrecarga neta se ha obtenido como diferencia entre los pesos de los aparatos llenos de agua, y del terreno original desocupado en los vaciados.

Se ha considerado un talud en los derrames del terraplén de 2H:1V, para evitar deslizamientos o roturas en los mismos.

Para asegurar que el asiento calculado se consigue en toda la superficie del depósito, se considera un sobreancho de cinco metros en la coronación de los terraplenes, a partir de los muros de cerramientos de los depósitos.

Se desarrollan a continuación los cálculos en cada uno de los depósitos estudiados.

REACTOR BIOLÓGICO.-

Los datos de partida para la determinación de SN y el dimensionamiento de la precarga, son los siguientes:

Peso del reactor lleno	11.850,70 Tn
Superficie ocupada	1.816,38 m ²
Densidad del terreno desocupado	1,99 Tn/m ³
Cota cimentación del reactor	248,95
Cota del terreno	
Cota mínima	249,30
Cota máxima	249,75

Peso de las tierras desocupadas:

$$PT = 1.816,38 \times 1.99 \times (249,30 - 248,95) = 1.265,10 \text{ Tn}$$

De aquí que:

$$\text{Sobrecarga Neta} = SN = (11.850,7 - 1.265,10) / 1.816,38 = 5,82 \text{ T/m}^2$$

Del ensayo Edométrico se obtiene que:

$$H_{\text{relleno teórico}} = 5,82 / 2,033 = 2,86 \text{ m}$$

$$H_{\text{relleno real}} = 2,86 + 1,00 = 3,86 \text{ mts}$$

Cota relleno = 249,30 + 3,86 =	253,16
Asiento total =	15,00 cm.
Asiento diferido =	10,30 cm.
Plazo estimado consolidación	50 días

DECANTADOR SECUNDARIO.-

Los datos de partida para la determinación de SN y el dimensionamiento de la precarga, son los siguientes:

Peso del decantador lleno	8.637,11 Tn
Superficie ocupada	1.376,27 m ²
Densidad del terreno desocupado	1,99 Tn/m ³
Cota cimentación del dec.	246,00
Cota del terreno	
Cota mínima	248,60
Cota máxima	249,10

Peso de las tierras desocupadas:

$$PT = 1.376,27 \times 1.99 \times (248,60 - 246,00) = 5.904,00 \text{ Tn}$$

De aquí que:

$$\text{Sobrecarga Neta} = SN = (8.637,11 - 5.904) / 1.376,27 = 1,98 \text{ T/m}^2$$

Del ensayo edométrico se obtiene que:

$$H_{\text{relleno teórico}} = 1,98 / 2,033 = 0,97 \text{ m}$$

$$H_{\text{relleno real}} = 0,97 + 1,00 = 1,97 \text{ mts}$$

Cota relleno = 248,60 + 1,97 =	250,57
Asiento total =	8,60 cm.
Asiento diferido =	6,20 cm.
Plazo estimado consolidación	35 días

De las mediciones que resultan tanto de las cotas como de las ocupaciones, se tiene un volumen de tierras en el terraplén de 23.109,91 m³

3.2.2- Líneas de proceso

A continuación se describen los procesos y elementos unitarios siguiendo la línea de tratamiento:

- Línea de Agua:

- Arqueta de llegada para el colector; dicha arqueta está dotada de un rebosadero en alto nivel para el alivio de grandes excesos de caudal en tiempos lluviosos y tormentosos; dicho aliviadero permite el paso de un caudal máximo de 1.209 m³/h y funciona, también, como el by-pass general de la planta permitiendo dejarla fuera de servicio.

- Desbaste de gruesos y predesarenado en un pozo de gruesos. Los residuos acumulados en el pozo se extraen con una cuchara bivalva y se almacenan en un contenedor para su disposición posterior en vertedero.

- Retención de gruesos, tanto los densos como los flotantes, por una reja de gruesos de limpieza automática en un canal; la reja tiene luz de paso de 40 mm. En un canal paralelo, se montará una segunda reja similar, pero de limpieza manual, para los casos de emergencia. Los residuos retenidos se almacenan en un contenedor para su disposición posterior en vertedero.

- Elevación de los vertidos restantes (hasta el caudal máximo, $1.209 \text{ m}^3/\text{h}$), por bombeo automático mediante 3+1 bombas, cuyo caudal unitario es $403 \text{ m}^3/\text{h}$.

- Desbaste de finos por tres tamices rotativos autolimpiantes con luz de paso de 3 mm. Los residuos eliminados se conducen, por tornillo sinfin, a una prensa continua para su deshidratación y compactación; los residuos prensados se almacenan en un contenedor para su disposición posterior en vertedero.

- Desarenado y aglomeración de grasas en dos desarenadores aireados de flujo helicoidal. Las arenas acumuladas se extraen con una bomba, se lavan, se clasifican y se transfieren a un contenedor para su disposición posterior en vertedero. Las grasas aglomeradas y los flotantes se purgan de forma intermitente, se concentran en un separador de grasas especial y se transfieren a un contenedor para su disposición posterior en vertedero, conjuntamente con las arenas y los residuos de las rejillas. Las aguas sobrantes se conducen al pozo de gruesos para su inclusión en el proceso.

- Aliviadero, para el alivio de los excesos de caudal entre el caudal máximo de dilución y el caudal punta de diseño.

- Medición del caudal de los vertidos en exceso que no se someten a un tratamiento biológico en un canal Parshall Flume dotado de un medidor de ultrasonidos. Dicho medidor está dotado de transmisor, indicador, registrador y totalizador en panel.

- Eliminación de un 90 %, aproximadamente, de la DBO_5 de los vertidos en un sistema de tratamiento biológico por fangos activados de baja carga másica (aireación prolongada), en dos canales de oxidación del tipo carrusel. El oxígeno necesario para el proceso se suministra por difusores de aire tipo membrana alimentados por soplantes. La biomasa se mantiene en suspensión con la ayuda de grandes agitadores horizontales sumergibles, del tipo acelerador de corriente.

- Separación de la biomasa (fangos activados) del efluente del sistema biológico en dos decantadores secundarios circulares. Dicha biomasa se sedimenta y acumula en el fondo del decantador y se barre a una poceta central. Los flotantes que pueden acumularse en la superficie del agua se purgan de forma intermitente y se bombean al separador concentrador de grasas y flotantes del desarenador.

- Medición del caudal de agua tratada en un canal Parshall Flume dotado de un medidor de ultrasonidos. Dicho medidor está dotado de transmisor, indicador, registrador y totalizador en panel.

- Desinfección del efluente final mediante la dosificación de hipoclorito sódico.

- Línea de Fangos:

- Los fangos activados acumulados en los decantadores secundarios se conducen a un pozo de bombeo, de donde, bien se recirculan, al reactor de aireación del sistema de tratamiento biológico, para empezar un nuevo ciclo, o bien la biomasa en exceso se bombea al espesador de fangos por gravedad. Las aguas sobrenadantes se conducen al pozo de bombeo de sobrenadantes.

- Deshidratación mecánica de los fangos espesados, previo acondicionamiento con polielectrolito, en una máquina centrífuga. El agua separada se conduce por gravedad al pozo de gruesos para ser tratada en el proceso. La torta de fangos se almacena en contenedores, para su disposición posterior en vertedero.

3.3.- DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

El conjunto de obras e instalaciones, que comprenden la E.D.A.R. proyectada se describen a continuación:

3.3.1.- Llegada, aliviadero, by-pass general, y desbaste de gruesos

Las aguas residuales entran en un canal provisto de un aliviadero lateral en forma de vertedero de pared gruesa.

La sección del canal y su pendiente han sido diseñados de forma que el caudal máximo de dilución, $1.209 \text{ m}^3/\text{h}$, sea admitido por la planta cuando el caudal en el colector de llegada es máximo; el caudal diferencial entre el de máximo admitido y el de llegada está aliviado automáticamente al cauce receptor de las aguas. Una compuerta de cierre a 3-aristas, montada transversalmente en el citado canal, ayuda a regular el caudal máximo y para cerrar el paso de agua en el caso de dirigir todos los vertidos directamente al cauce receptor.

El aliviadero tiene una longitud de 4,00 m; su cota se ha fijado de forma que se alivia todo el caudal superior a $1.209 \text{ m}^3/\text{h}$. Las aguas aliviadas, como ya se ha mencionado, se conducen directamente al colector de Faleva.

Tras el aliviadero de crecidas se dispone una tubo arco que encauza el colector de La Faleva y sobre la que se apoya el colector que cruza a la parcela de la E.D.A.R. Este cruce se realiza con una tubería de hormigón de 80 cm de diámetro interior y llega directamente al pozo de gruesos.

Se construirá un único pozo de gruesos, cuya capacidad útil es de unos 29 m^3 ; la superficie del pozo es de 16 m^2 , con la que la velocidad ascensional máxima de los vertidos es del orden de 74 m/h . Las arenas y sólidos acumulados se extraen con una cuchara bivalva de 100 litros, accionado por una central hidráulica con botonera local, y se almacenan en un contenedor para su disposición en vertedero posterior.

Los vertidos, con un caudal máximo de $1.209 \text{ m}^3/\text{h}$, entran en los canales de desbaste. Se construirán dos canales paralelos; uno de dichos canales es de servicio normal y el segundo es una reserva.

Cada canal está dotado de una reja de desbaste de gruesos, los espacios entre barrotes en la reja automática es de 40 mm y de 50 mm en el caso de la manual. En el canal de servicio normal, la reja se limpia de forma automática, con un rastrillo motorizado. Debido a la profundidad de llegada del colector de vertidos, estos canales de desbaste son, también, muy profundos, por lo que las rejas tienen muy poca inclinación. Para asegurar que se elevan todos los residuos interceptados, tanto la reja como su rastrillo motorizado son específicos para aguas residuales; los barrotes de la reja son muy fuertes y pesados, porque no pueden tener perfiles de refuerzo o soporte, ya que el rastrillo de limpieza tiene que funcionar desde detrás.

La limpieza de la reja se realiza de forma periódica, controlándose el motor por un programa de temporización. En caso de atascamiento excesivo de la reja, se produciría una subida anormal del nivel de agua dentro del sistema de desbaste; el canal está dotado de detectores de alto nivel, los cuales ponen en marcha continua el motor del sistema de limpieza y actúan una alarma en el panel de control. El motor del sistema de limpieza está dotado de un limitador de par, para su protección.

En el canal de reserva, el que se emplea únicamente en momentos de emergencia, la reja se limpiará de forma manual, esto hace que para evitar frecuentes atascamientos sea el paso adoptado de 50 mm en lugar de los 40 mm de la reja de limpieza automática.

Un tornillo sinfín transporta los residuos eliminados a un contenedor, para su disposición en vertedero.

La apertura y el cierre de los canales de desbaste se realiza manualmente con compuertas transversales en sus entradas y salidas. Cada canal está dotado de un sistema de vaciado para facilitar reparaciones, en caso necesario.

De los canales de desbaste, el caudal de aguas residuales a tratar se conduce a un pozo de bombeo, para su elevación al sistema de desbaste de finos.

3.3.2.- Elevación y desbaste de finos

El pozo de bombeo está provisto de cuatro bombas sumergibles de paso integral, una de las cuales es una reserva; su caudal unitario es de $403 \text{ m}^3/\text{h}$ y su funcionamiento es automático, en cascada. El funcionamiento automático del bombeo se controla por interruptores de nivel montados en el pozo. En caso de fallo eléctrico u otra emergencia, el citado pozo de bombeo el agua subiría de nivel rebosando por el aliviadero de entrada a la planta.

Los vertidos elevados por las bombas pasan a tres tamices rotativos para el desbaste de finos. El funcionamiento de los tamices es automático, conjuntamente con las bombas de elevación de aguas residuales. Cada tamiz tiene un diámetro de 630 mm y una longitud de 1.500 mm; su luz de paso es de 3 mm, con la que se consigue reducciones significativas en las concentraciones de sólidos suspendidos y de la DBO_5 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, animado de una lenta velocidad de rotación, va transportando los sólidos retenidos hasta un dispositivo rascador.

Los sólidos y grasas caen por gravedad del rascador y se conducen, por un tornillo sinfin, a una prensa continua y después a 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.

De los tamices de desbaste de finos los vertidos pasan, directamente, al sistema de desarenado y desengrase.

3.3.3.- Desarenado/desengrase

- Desarenador/Desengrasador:

El desarenador/desengrasador es del tipo aireado, de flujo helicoidal en una sección transversal trapezoidal; la unidad es rectangular en planta. Se construirán dos desarenadores en forma compacta "monobloc".

Las aguas residuales, con un caudal máximo de 1.209 m³/h, entran en el desarenador por debajo del nivel de agua y salen por vertedero plano en el extremo opuesto. Dicho rebosadero está protegido por una pantalla deflectora transversal, que retiene los flotantes grandes y las grasas aglomeradas por la aireación. El desarenador está provisto de una pantalla deflectora longitudinal, en un lateral del depósito, que permite la acumulación de grasas y flotantes en una zona tranquila en toda la longitud. Las superficies horizontal y transversal totales de los desarenadores son de 28,5 m² y 12 m², respectivamente, con las que las velocidades ascensional y horizontal de las aguas residuales en tiempo seco se reducen por debajo de 22 m/h y 0,015 m/s, respectivamente; con dichas velocidades se sedimentan y depositan todas las partículas sólidas densas (arenas, etc.) cuyo tamaño es igual o mayor que 0,2 mm.

El tiempo de retención mínima de los vertidos en estos desarenadores es superior a 11 minutos.

Las arenas separadas se depositan y acumulan en un canal longitudinal inferior de donde son recogidas por las bombas de extracción de arenas y enviadas al clasificador de arenas.

El aire necesario para el proceso, tanto para la aglomeración de las grasas como para la liberación de la suciedad de las partículas de arena, se suministra por dos soplantes. Se instalarán dos soplantes cuyo caudal unitario es de $228 \text{ m}^3/\text{h}$; una de las soplantes es de reserva. La aireación se produce por difusores de burbuja gruesa que se montan en el lateral opuesto a la pantalla deflectora tranquilizante de grasas; el caudal de aire a suministrar está calculado para mantener una velocidad helicoidal de agua entre 0,30 y 0,40 m/s, independiente del caudal de vertidos entrantes.

Cada desarenador está provisto de un puente transversal, de traslación horizontal y longitudinal, vaivén, en el que se monta una bomba para la extracción de las arenas acumuladas, y un barredor superficial para las grasas y flotantes. Dicha traslación horizontal se invierte por interruptores finales de carrera y el puente está en marcha de forma continua.

En la traslación desde la entrada hasta la salida, el barredor superficial empuja las grasas acumuladas hacia una tolva semisumergida de recogida; dicha tolva está montada en la pantalla deflectora transversal, mencionada anteriormente. La salida inferior de la citada tolva está protegida por una válvula de manguito elástico de accionamiento neumático. Dicha válvula se abre por un interruptor, accionado por el puente en su acercamiento a la tolva; el tiempo de apertura de la válvula se controla por un temporizador programable y la mezcla de grasas y flotantes se conduce al sistema de separación y concentración de grasas, a describir más adelante. El barredor se levanta de forma mecánica al final de esta primera carrera, y no barre en la traslación de vuelta.

En la traslación desde la salida hasta la entrada, la bomba de arenas aspira una mezcla de agua y arena del canal inferior y la conduce a una canaleta longitudinal superior, a un lado del depósito. Dicha mezcla se conduce por gravedad al lavadero de arena, a describir más adelante. La citada bomba es del tipo vertical con aspiración alargada e impulsor vórtex; el interior de la bomba está revestido de poliuretano, de protección antiabrasiva.

El efluente del desarenador se conduce al aliviadero de caudales en exceso.

- Lavadero de Arenas:

La mezcla de agua y arena extraída de los desarenadores por bombeo se conduce a una arqueta, cuadrada en planta con fondo tronco-prismático.

Las arenas se sedimentan y acumulan en el fondo de dicha arqueta, de donde se extraen, sin agua libre, por un barredor, tipo clasificador vaivén, a través de una rampa. La velocidad del clasificador es muy lenta, por lo que las aguas que pueden ser arrastradas con las arenas se drenan en contracorriente, terminando así el lavado de dichas arenas.

Las arenas limpias se conducen a un contenedor para su disposición posterior a vertedero. El agua sobrenadante en la arqueta se conduce, por gravedad, al pozo de gruesos.

- Concentrador de Grasas y Flotantes:

Este elemento recibe grasas y flotantes eliminados en el desarenador-desengrasador.

Es, básicamente, un depósito rectangular en planta, cuya velocidad ascensional es lo suficientemente baja como para permitir la acumulación de dichas grasas y flotantes en la superficie. Dicha acumulación forma una costra flotante que se mantiene dentro del separador y que es retenida por una pantalla deflectora transversal. Las aguas, libres de grasas y flotantes, pasan por debajo de la citada pantalla y salen del separador por rebose; dichas aguas se conducen, por gravedad, al pozo de entrada a la planta siendo introducidas de nuevo en el proceso.

La costra formada por las grasas y flotantes acumulados, sin agua, se extrae del separador por medio de un barredor superficial transversal, a través de una rampa. Dicho barredor, que está compuesto de cadenas con rasquetas sobre un bastidor, se monta delante de la citada pantalla deflectora. El accionamiento del barredor es por motorreductor a través de piñones; su marcha es intermitente, y está controlada de forma automática por temporizadores, para asegurar que el espesor de la costra flotante es suficiente para permitir su extracción libre de agua.

Las grasas y flotantes eliminados como una costra se conducen a un contenedor para su disposición posterior a vertedero.

3.3.4.- Aliviadero de caudales en exceso y medicion de caudales

Después del desarenado-desengrase, los vertidos se conducen a una combinación de un aliviadero y un medidor de caudal.

El medidor de caudal es del tipo canal Parshall Flume, con medidor de nivel de agua por ultrasonidos; la anchura de la garganta del flume es de 12"; el citado nivel de agua está convertido en caudal por un microprocesador. 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.

El aliviadero, aguas arriba del canal Parshall Flume, tiene una longitud de 4,00 m; su cota se fijará de forma que se alivia todo el caudal superior a 828 m³/h (el caudal máximo a admitir en el sistema de tratamiento biológico, igual que el caudal punta de diseño). Las aguas aliviadas se conducen al by-pass general de la planta.

Entre el aliviadero y el canal Parshall Flume, se instala una compuerta de cierre a 3-aristas, con husillo y volante de accionamiento, para ayudar a afinar el ajuste del caudal que sigue al tratamiento biológico y para desviar la totalidad del caudal al by-pass general de la planta en caso de emergencia.

En el proceso normal de la Planta el caudal seguirá el proceso de tratamiento hacia el reactor biológico.

3.3.5.- Tratamiento biológico

El sistema de tratamiento biológico se lleva a cabo en dos canales de oxidación del tipo Carrusel, con recirculación en continuo de los fangos y aireación de los mismos. Cada reactor tiene una capacidad útil de 3.800 m³ y una concentración de biomasa (fangos activos) en torno a 4,0 g/l. Las cargas másicas del proceso varían entre un máximo de 0,097 y un mínimo del orden de 0,08 kgDBO₅/kgMLSS/día, las que corresponden a edades de fangos de 16 días y mayor que 20 días, respectivamente.

El reactor biológico es un canal continuo de forma recta con dos semicircunferencias en las puntas. El sistema de aireación es mediante difusores de aire, alimentados por soplantes. Se instalarán cuatro soplantes de aire de doble velocidad, cada una de las cuales suministrará un caudal de unos $3.750 \text{ m}^3/\text{h}$; una de las soplantes es de reserva. Cada reactor está dotado de dos parrillas de difusores, con un número total de difusores por reactor de 1.300, difusores de membrana circulares tipo. Dichas parrillas se disponen de forma que se crean dos zonas óxicas y dos zonas anóxicas en cada reactor. La circulación del licor mezcla en el carrusel y el mantenimiento en suspensión de los fangos activados, se ayudan con grandes agitadores horizontales sumergibles, del tipo "acelerador de flujo".

La mayor carga másica prevista, de $0,097 \text{ kg DBO}_5/\text{kg MLSS}/\text{día}$, es muy baja, por lo que el efluente será de muy alta calidad. Al mismo tiempo, los fangos producidos en exceso de las necesidades del proceso biológico estarán estables y mineralizados. La edad del fango, en cualquier momento del año, es más que suficiente para conseguir la nitrificación completa. La forma del reactor, con sus aceleradores de corriente, y la configuración de las zonas anóxicas aseguran que la desnitrificación se consigue y se termina dentro del reactor y no de forma descontrolada en los decantadores secundarios. El sistema de aireación supone una transferencia horaria máxima de oxígeno de unos $545 \text{ kg O}_2/\text{h}$, suficiente para cargas instantáneas puntuales del doble de la carga promedio.

Cada reactor está provisto de un medidor de oxígeno disuelto, con compensación automática de temperatura y con un indicador y un registrador en panel. Las señales de dicho medidor pueden emplearse, a través del autómata programable, para controlar los arranques y paradas o el cambio de velocidad de las soplantes, con objeto de mantener el nivel de oxígeno disuelto en 2 mg/l , aproximadamente; los tiempos de operación y de parada de estas máquinas se temporizan a mínimos establecidos, para proteger sus motores.

Se ha dotado cada reactor, como ya se ha mencionado, con dos agitadores sumergibles, del tipo acelerador de flujo; dichos agitadores tienen una potencia unitaria de 3 KW y mantienen una velocidad de circulación en el canal entre 0,3 - 0,4 m/s. Con este tipo de reactor, la totalidad de los contenidos del reactor están circulando, continuamente, a través de las zonas óxicas y las zonas anóxicas, así asegurando el mantenimiento del proceso dinámico de nitrificación y desnitrificación.

La salida del reactor es por vertedero plano y la mezcla de efluente y fangos activados (licor mezcla) se conduce al decantador secundario por tubería. El citado vertedero, con el que se puede ajustar la lámina nominal de agua en el reactor, está protegido con una pantalla deflectora para evitar turbulencias en esta zona y asegurar una salida suave y uniforme de dicho licor mezcla.

En ambos extremos de cada canal se construirán unos muros de guía, para facilitar el movimiento y circulación suave del agua.

3.3.6.- Decantación secundaria

La clarificación final del efluente se realiza en un tanque de sedimentación secundaria, que es convencional y circular, del tipo flujo radial ascendente. Se construirán dos decantadores secundarios de 28,00 m de diámetro, con lo que la velocidad ascensional del agua dentro del decantador es del orden de 0,42 m/h al caudal medio de diseño y de 0,67 m/h al caudal punta.

El efluente del reactor biológico, conteniendo fangos activados, entra en la parte superior del centro del decantador, donde se distribuye a través de una campana circular concéntrica. Los sólidos biológicos, o fangos activados, sedimentan y se acumulan en el fondo del tanque; un barredor de fondo, conducido por un puente giratorio, arrastra el citado fango a una poceta central, de donde se extrae por presión hidrostática a una arqueta, la velocidad perimetral del puente barredor es del orden de 120 m/h.

El efluente decantado se recoge en la parte superior del tanque, por rebose a un canal perimetral; el vertedero es dentado, del tipo Thompson. Dicho efluente decantado se conduce al sistema de desinfección final.

El vertedero Thompson está protegido por una pantalla deflectora, para prevenir la formación de corrientes remolinos, las que reducirían el rendimiento de la sedimentación. Dicha pantalla deflectora retiene dentro del decantador las espumas y los flotantes, bien no eliminadas anteriormente o bien producidos en el reactor biológico. Un barredor de superficie, conducido también por el mencionado puente giratorio, arrastra los flotantes a una tolva de recogida, montada en la citada pantalla deflectora. Para reducir en lo posible el volumen de agua arrastrada con los flotantes, la salida inferior de la tolva está dotada de una válvula de manguito elástico de accionamiento neumático. Esta válvula está accionada por una electroválvula que se pone en marcha mediante un interruptor final de carrera que, a su vez, está actuado por el puente giratorio en su acercamiento. El tiempo de apertura de la citada válvula de manguito se fija con un programa de temporización. La mezcla de espumas y flotantes se bombean al separador y concentrador de grasas del desarenador.

El agua recogida por el canal perimetral del decantador es el efluente final de la planta y se conduce al laberinto de cloración, para su desinfección previa al vertido final.

Después de esta etapa final de tratamiento, estimamos que las concentraciones de la DBO_5 y de los sólidos suspendidos residuales pueden ser tan bajas como 20 mg/l y 30 mg/l, respectivamente.

3.3.7.- Desinfección del efluente final

- Laberinto de Cloración:

El efluente del decantador secundario entra en un laberinto de cloración, que es un tanque rectangular con muros transversales parciales dispuestos de manera que forman tal laberinto. En él, el flujo de agua se remueve constantemente, asegurando una buena mezcla con el cloro. La capacidad del laberinto es de 170 m^3 , que es suficiente para asegurar un tiempo de retención mínimo de 20 minutos al caudal medio admitido en el reactor biológico ($511 \text{ m}^3/\text{h}$); se construirá un solo laberinto.

El agua tratada se conduce al cauce receptor.

- Desinfección:

La desinfección del efluente final se realiza con cloro en la forma de hipoclorito sódico.

Este reactivo se compra como una solución pre-preparada que tiene una concentración del 13 al 15 % de cloro libre. Esta solución se almacena en un depósito vertical, cuya capacidad es de 12 m^3 ; el volumen almacenado es suficiente para una autonomía de unos 15 días con las dosificaciones máximas previstas. El depósito se construye de poliéster reforzado de fibra de vidrio y está dotado de niveles visuales y de alarmas de alto y bajo nivel; dichas alarmas se indican en panel. La carga del depósito se realiza con una bomba horizontal, construida de polipropileno; el caudal de la bomba es de $15 \text{ m}^3/\text{h}$.

Se ha previsto dos bombas dosificadoras de pistón, de caudal regulable hasta 50 l/h, vía un motorvariador, en función del caudal de entrada. Una vez regulado el caudal máximo del hipoclorito sódico, la velocidad de la bomba dosificadora de servicio se varía en función de las señales de 4 a 20 mA emitidos por el medidor de caudal, aguas arriba, para mantener la concentración del cloro en el efluente constante. La máxima concentración prevista del reactivo en el efluente es de 10 mg/l.

La sala de almacenamiento de hipoclorito sódico se dotará de dos extractores murales, uno en alto nivel y el otro en bajo nivel, para evitar la acumulación de vapores de cloro.

La solución de hipoclorito sódico se conduce al laberinto de cloración, descrita anteriormente.

3.3.8.- Medición del caudal final

El caudal del efluente final se mide, entre la decantación secundaria y la cloración.

El medidor de caudal es del tipo canal Parshall Flume, con medidor de nivel de agua por ultrasonidos; la anchura de la garganta del flume es de 9"; el citado nivel de agua está convertido en caudal por un microprocesador. 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, el que alimenta a un indicador, un registrador y un totalizador de caudal montados en panel.

3.3.9.- Manejo de fangos en la línea de agua

- Extracción, Recirculación y Purgas de Fangos Activados:

Los fangos activados recogidos en la poceta central de los decantadores secundarios se conducen, por gravedad, a un pozo de bombeo. La tubería de salida de fangos de cada decantador está provista de una válvula de compuerta de eje alargado, además de su correspondiente válvula de manguito elástico para la realización de las correspondientes purgas temporizadas y de cuadalímetro electromagnético para control del proceso.

Se han previsto tres bombas de recirculación, una de las cuales es, nominalmente, de reserva. El caudal de cada una de dichas bombas, que son sumergibles de impulsor vórtex, está ligeramente por encima de lo que representaría una recirculación del 100 % del caudal medio de diseño; se ha previsto la posibilidad de que las tres bombas funcionen a la vez, con lo que el caudal recirculado sería superior al 300 %. La marcha de las bombas de servicio es manual y continúa.

El pozo de bombeo está dotado de un segundo grupo de tres bombas sumergibles, las cuales se emplean para purgar los fangos activados que crecen por encima de las necesidades del proceso; una de las bombas es, nominalmente, reserva, aunque las tres pueden funcionar a la vez si se requiere; su caudal unitario es de 27 m³/h. La marcha de dichas bombas es automática, controlada por un programa de temporización. Los citados fangos en exceso se conducen al espesador por gravedad.

3.3.10.- Espesador por gravedad

Los fangos activados en exceso se conducen a la campana de distribución de un espesador de gravedad circular, de 11 m de diámetro y con una altura recta en vertedero de 3,50 m. El espesamiento de los citados fangos se consigue por gravedad en un proceso de sedimentación y decantación. La carga superficial de sólidos es de 19,99 kgMS/m²/día y la carga superficial hidráulica de 0,57 m³/m²/h.

En el espesador, la compactación y espesamiento del fango está ayudado por una reja giratoria de peines, de accionamiento central; el acceso a la unidad es desde el forjado. 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 funcionamiento puede ser manual o semiautomático, enclavado con la máquina centrífuga de deshidratación. Dichos fangos espesados, con una concentración del 3 a 5 %, se impulsan a las máquinas de deshidratación mecánica de fangos. El caudal unitario de cada bomba es regulable entre 4 y 12 m³/h.

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

3.3.11.- Deshidratación mecánica de fangos espesados

Los fangos a deshidratar se extraen del espesador mediante las bombas de tornillo helicoidal, como ya se ha mencionado.

- Máquinas de Deshidratación:

La máquina de deshidratación de los fangos espesados es una centrífuga; hemos previsto una sola centrífuga de 18 m³/h de caudal nominal y capacitada para deshidratar el fango de nuestras características. 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, con la puesta en marcha de 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 describe más adelante. Al salir del mezclador, los fangos quedan floculados. Después de pasar por la centrífuga, los fangos alcanzan una concentración superior al 25 %.

La torta de fangos cae de la centrífuga a la tolva de un tornillo transportador sinfín y se conduce a contenedores de almacenamiento, para su disposición posterior en vertedero.

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

- Preparación y Dosificación de Polielectrolito:

El polielectrolito se prepara de forma automática, como una solución al 0,5 % (5 g/l), en un depósito plástico rectangular, dividido en tres compartimentos; los dos primeros compartimentos están dotados de agitadores de mezcla lenta. La capacidad total del citado depósito es de 1.700 litros, lo cual es más que suficiente para asegurar que la solución ha generado su máxima actividad y potencia previo a su empleo.

El polielectrolito en gránulo se almacena en la tolva de un dosificador volumétrico, de donde se dosifica, paulatinamente, a un vortex de agua, minimizando así la formación de grumos. Dicha mezcla de agua y gránulos entra en el primer compartimento del depósito de preparación, desplazando así la solución preparada previamente al segundo y al tercer compartimento sucesivamente. La solución se extrae del tercer compartimento; el hecho de que haya un bajo nivel de solución en este tercer compartimento provoca la preparación automática de un nuevo lote.

Se han previsto dos bombas dosificadoras de pistón, construidas de PVC y teflón, de caudal regulable hasta 500 l/h, vía un motorvariador; una de dichas bombas es de reserva. Estas bombas se ponen en marcha, automáticamente, con la puesta en marcha de las bombas de fangos espesados. La máxima concentración prevista del reactivo en los fangos es de 5 g/kg MS; en operación normal, la concentración del reactivo necesario debe situarse entre 3 y 4 g/kg MS. Los caudales de la solución de polielectrolito se diluyen con agua en sus líneas de impulsión, de forma automática, para reducir su concentración al 0,1 % (1 g/l).

3.3.12.- Servicios

- Agua Potable:

El agua potable, procedente de la Comunidad de Regantes de Binéfar, está disponible en los edificios.

- Agua de Servicio Industrial:

Las redes de agua de servicio están alimentadas, principalmente, con efluente final de la planta, impulsado por un grupo de presión hidroneumático. Dicho grupo, que aspira agua tratada del depósito final, comprende dos bombas de rodete multicelular y un depósito de presión; el funcionamiento de las bombas es automático en cascada, según las variaciones de presión en las redes de servicios, controlado por presostatos montados en el citado depósito. El caudal total del sistema es de 10 m³/h a 45 m.c.a.; cada bomba tiene un motor de 1,5 CV.

La impulsión del grupo de presión se dotará de un filtro en línea, del tipo autolimpiable en contracorriente sin interrupción del ciclo de filtración; las aguas de lavado se conducen a salida de planta de planta.

- Aire de Servicio:

Para las necesidades de aire comprimido de la planta, tales como el funcionamiento de las válvulas neumáticas, etc., hemos previsto un grupo de compresión de aire, formado de un compresor y un depósito de presión. El grupo puede suministrar un caudal de aire hasta 300 l/min. a una presión de 8 kg/cm²; el volumen del depósito de presión es de 300 litros.

El funcionamiento del grupo es automático, según las variaciones de presión en las redes de servicio, controlado por un presostato montado en el citado depósito.

- Útiles:

Todos los depósitos y elementos elevados están dotados de pasarelas de acceso con escalera. Las pasarelas llevan sus correspondientes barandillas de seguridad y las escaleras llevan pasamanos.

Similarmente, todos los sistemas que incorporan bombas sumergibles están dotados de pórticos para facilitar la elevación y extracción de dichas bombas en caso de avería.

- Limpieza de Tuberías de Fangos:

En caso de atascos, todas las tuberías de conducción de fangos están dotadas de entradas de agua de servicio a muy alta presión, con sus correspondientes válvulas de cierre, para su limpieza.

3.3.13. - Vaciados

Donde sea posible, los depósitos y reactores se vacían con bombas relacionadas con el proceso particular.

Para los canales y los otros depósitos se ha creado una red de drenajes y vaciados que conducen el caudal de aguas de vaciados a una arqueta, para su trasiego a la cabecera de la planta o bien al colector de Faleva. Dicha arqueta recibe, también, aguas de drenaje, aguas sobrenadantes, etc., tales como el agua sobrenadante del concentrador de grasas, la fase acuosa del clasificador de arenas, etc.

3.3.14. - Electricidad y control

- Centro de Transformación:

Se suministrará un centro de transformación prefabricado de media a baja tensión para la E.D.A.R.

Las características del transformador serán:

Potencia	400 KVA
Relación de transformación	25.000/380/220 V

La medida se realizará en media tensión. En el centro se instalará un cuadro de protección e la línea de baja tensión que alimenta al Cuadro General de Distribución, que se ubica en el Edificio de Pretratamiento.

La línea que alimenta este cuadro es enterrada y de 2 x 6 mm².

En el Cuadro General de Distribución ubicado en el Edificio de Pretratamiento se disponen los siguientes elementos:

- Interruptor General.
- Alimentación y protección a los equipos ubicados en el Edificio de Pretratamiento y desarenado-desengrase.
- Alimentación al cuadro secundario de distribución que se encuentra en el edificio de control.

La línea que alimenta a este cuadro secundario es enterrada en cable de 2 x 6 mm².

Este Cuadro Secundario de Distribución contiene:

- Alimentación y protección a:
 - Equipos de decantación.
 - Equipos de recirculación de fangos.
 - Equipos del reactor biológico-soplantes.
 - Iluminación exterior.
 - Alimentación al cuadro de mando del secado de fangos.

Las características, esquemas y tipos de materiales a utilizar figuran en el Anejo de Cálculos eléctricos, Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas.

SISTEMA DE CONTROL E INFORMATIZACION

El sistema que se instalará en la E.D.A.R. de Binefar estará diseñado para supervisar y controlar todos los motores y señales analógicas procedentes de los analizadores y sensores. Los diferentes equipos pueden ser englobados dentro de tres niveles diferentes:

- Nivel I: En el cual se engloban los equipos necesarios para la captación de señales para cada motor o sensor, incluyéndose los sistemas de aislamiento.
- Nivel II: Formado por los equipos que realizan el control y supervisión de las señales procedentes del nivel I. Estos equipos son PLCs que ejecutan las secuencias de control y que se comunican con el nivel III.
- Nivel III: En este nivel se pueden considerar los equipos de supervisión tales como el ordenador central o los otros ordenadores unidos en red. Este sistema permite, además de supervisar, realizar el control sobre la mayoría de los equipos en planta, enviando la señal al nivel II para que los PLC's ejecuten las diferentes secuencias forzadas por el ordenador.

Esta estructuración de los diferentes niveles permite que en caso de producirse un fallo en cualquier equipo, éste no imposibilite el correcto funcionamiento del resto de los sistemas.

Los diferentes sensores, especificados en el presupuesto, estarán instalados según las especificaciones dadas por los fabricantes y conectados al nivel II (PLC's).

Las protecciones de señal y de alimentación para los sensores se instalarán en un armario próximo al sensor. La señal procedente del acondicionador será conectada a una entrada analógica del PLC.

Los estados de máquinas y protecciones serán conectados al nivel II .

Este sistema permite adquirir señales de estados de diferentes voltajes y convertirlas a 24 Vcc aislando galvanicamente los equipos en el nivel II de los del nivel I, lo cual evita las posibles sobrecargas y transitorios que puedan dañar a los PLCs. Las entradas al PLC serán del tipo digital.

Las salidas del nivel II se conectarán al nivel I

La función PID, en caso de ser necesaria, se puede realizar mediante módulos de software en el PLC.

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

NIVEL I

Dentro de este nivel se engloban los sensores, el cableado de las señales, las tarjetas de aislamiento galvánico, los armarios de protecciones, los armarios de alimentación y el resto de los equipos necesarios para conectar los elementos de campo a los autómatas.

Junto al transmisor de cada sensor se instalará un armario de protecciones, necesario para evitar la rotura de estos en caso de descargas atmosféricas, para lo cual es necesario que se disponga de una toma de tierra general en la EDAR y de una toma de alimentación lo más próxima posible al sensor. Este armario será de fibra o poliéster prensado y montaje en mural.

El cableado de los sensores a los transmisores dependerá del fabricante de estos y está contemplado dentro de la partida de instalación.

El cableado entre los transmisores y los armarios de protecciones será realizado con cable de tantos conductores como sea necesario para cada sensor. Debido a la corta distancia entre estos dos equipos, no se ha desglosado en una partida independiente sino que está incluido en el coste de los armarios.

Antes de la conexión de las señales de campo a los autómatas (nivel II), se instalarán, dentro de los armarios de los PLCs, las protecciones para las señales de los sensores, de la alimentación y las tarjetas de aislamiento galvánico para las señales de estado. Estos equipos evitarán interferencias y transitorios que puedan dañar el funcionamiento del sistema.

NIVEL II

Para la depuradora de Binéfar se han considerado 3 autómatas, los cuales realizarán la supervisión y el control de todos los equipos a instalar. La ubicación de los PLCs será la siguiente:

- 1.- Pretratamiento
- 2.- Biológico
- 3.- Deshidratación de fangos
- 4.- Habrá un CUARTO autómatas que trabajará como maestro de la red, comunicandose con el controlador de sinóptico y con el ordenador de supervisión.

La conexión entre los autómatas se realizará mediante un cable de comunicaciones, especificado por el fabricante de éstos.

- CONTROLADOR DE SINÓPTICO: Estará ubicado en el Centro de Control. Este recibirá los estados de las diferentes máquinas y sensores analógicos, transmitiendo la señal al panel sinóptico vía serie. El panel permitirá este tipo de conexión.

NIVEL III

El nivel III, formado por los equipos informáticos, adquirirá las señales captadas por los PLCs, representando en el monitor del ordenador el estado de las máquinas en tiempo real mediante esquemas gráficos.

El programa Scada del ordenador será tipo FIX, trabajando en Windows. Mediante este programa el usuario no solo podrá observar el estado de las diferentes máquinas sino que además es posible ver gráficas de evolución de históricos, accionar máquinas (forzado), realizar la gestión y evolución de alarmas, salidas de datos por impresora (gráficos y listados), etc.

Se realizará una pantalla general, representando toda la instalación, y una pantalla por cada fase del tratamiento (pretratamiento, tratamiento biológico, tratamiento de fangos, etc.). En cada una de ellas se podrá observar el estado de cada máquina y actuar sobre las mismas en caso necesario.

Se establecerán niveles de acceso para mantener la seguridad del proceso. El acceso a estos niveles se realizará mediante claves definidas por el usuario.

Se instalará un MODEM para permitir la comunicación con otros ordenadores remotos de supervisión que pueden instalarse en el ayuntamiento o en cualquier otro lugar.

3.3.15.- Otros suministros

- Equipos de Laboratorio:

Como equipos de laboratorio incluimos los elementos para realizar análisis simples de los parámetros más importantes para una planta de este tipo. Incluimos, también, los aparatos normales e imprescindibles para laboratorios, tales como balanza, pipetas, vasos, probetas, etc.

- Taller de Reparaciones:

Incluimos, para pequeñas reparaciones de la planta, un taller con herramientas y equipos utilizados normalmente en la operación y el mantenimiento.

- Despachos y Vestuarios:

Incluimos todos los muebles y artículos necesarios para dos despachos y el vestuario del personal operador.

- Seguridad de Personal:

Incluimos todos los equipos, artículos y materiales necesarios para la seguridad del personal operador, tales como extintores, lavaojos, etc., incluso materiales de primeros auxilios.

- Repuestos:

Incluimos los repuestos necesarios para la operación continuada de la planta durante los dos primeros años de operación normal.

4.- PRECIOS NUEVOS

Las modificaciones descritas en los puntos anteriores motivan la aparición de ciento ocho precios nuevos de unidades cuya definición se incluye en la Justificación de Precios que figura como Anejo nº 12 a esta Memoria, y los correspondientes Cuadros de Precios del presente Proyecto.

Los nuevos precios se han obtenido de acuerdo a las mismas bases de cálculo del Proyecto vigente, y así se hace constar en el certificado que figura como Anejo nº12-b-1.

Como Anejo nº 12-b-2 se incluye el Acta de conformidad del Contratista con esta propuesta de Proyecto de Modificación nº1, de acuerdo con lo requerido por la cláusula 59 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la contratación de obras del Estado.

5.- PLANOS

Como justificación de las obras se acompaña una colección de planos en los cuales se han reflejado las obras descritas.

En el apartado correspondiente a Documentos que integran la propuesta de Proyecto de Modificación nº1 se indica la colección de planos existentes.

6.- MEDICIONES

Con base en los planos se han obtenido las mediciones de las obras que constituyen el Proyecto de Modificación nº1.

Se recogen las mediciones correspondientes a las obras que se denominan presupuestos parciales y las correspondientes a los movimientos de tierra y obras lineales.

7.- PRESUPUESTOS

7.1.- Presupuestos de Ejecucion Material

De acuerdo con los estados de medición y precios unitarios de las distintas unidades de obra del Proyecto vigente y los nuevos propuestos, el Presupuesto de Ejecución Material de las obras es el siguiente:

<u>CAPITULO</u>	<u>PROYECTO VIGENTE</u>	<u>PROYECTO MODIFICADO N°1</u>
1.- COLECTORES		
1.1.- Emisarios I y II	96.201.739	96.479.388
1.2.- Aliviaderos de crecidas 1,2 y3	1.283.739	3.420.539
1.3.- Desagüe aliviaderos de crecidas	1.679.050	414.063
1.4.- Defensa de Márgenes C. Faleva	487.066	0
1.5.- Reposición de servidumbres	0	5.087.166
1.4.- Reposición de servicios afectados	0	950.000
 SUMA COLECTORES	 99.651.594	 106.351.155

<u>CAPITULO</u>	<u>PROYECTO VIGENTE</u>	<u>PROYECTO MODIFICADO N°1</u>
2.- E.D.A.R. OBRA CIVIL		
2.1.- Pozo de Gruesos y Bombeo	5.055.307	5.258.155
2.2.- Tamices	1.041.577	1.242.257
2.3.- Edificio de pretratamiento	25.348.525	21.844.474
2.4.- Desarenado, Desengrase, Pozo de vaciados	6.296.281	5.899.624
2.5.- Medidores de caudal y aliviadero	1.162.210	1.418.115
2.6.- Reactor biológico	33.295.174	53.329.708
2.7.- Decantadores 2º	34.087.353	36.919.026
2.8.- Medidor de Caudal	588.960	496.273
2.9.- Laberinto de Cloración	6.147.718	5.325.501
2.10.- Espesador	3.127.385	3.636.498
2.11.- Pozo de fangos	1.959.630	2.003.840
2.12.- Pozo de flotantes	921.257	762.553
2.13.- Edificio de fangos	2.864.067	3.437.361
2.14.- Edificio de soplantes	2.929.585	3.504.319
2.15.- Edificio de control	8.840.426	10.922.331
2.16.- Urbanización y alumbrado	13.138.904	50.508.670
2.17.- Obra de llegada	0	4.126.187
2.18.- Arqueta de reparto	0	544.826
2.19.- Arqueta de vaciado	0	317.253
 SUMA OBRA CIVIL E.D.A.R.	 146.404.369	 211.496.971

<u>CAPITULO</u>	<u>PROYECTO VIGENTE</u>	<u>PROYECTO MODIFICADO N°1</u>
3.- EQUIPOS ELECTROMECHANICOS E.D.A.R.		
3.1.- Llegada, elevación y Desbaste	27.907.928	38.466.655
3.2.- Desarenado y desengrase	12.695.169	18.970.311
3.3.- Medición de caudal y alivio exceso	1.867.681	1.897.894
3.4.- Reactor biológico	36.969.284	59.905.398
3.5.- Decantadores secundarios	20.134.711	22.514.271
3.6.- Desinfección del efluente	1.581.478	4.364.250
3.7.- Manejo de fangos	5.041.014	8.471.151
3.8.- Espesamiento de fangos	3.679.263	6.540.450
3.9.- Deshidratacion de fangos	19.518.839	32.403.979
3.10.- Servicios	1.069.021	1.069.021
3.11.- Vaciados, sobrenadantes, etc.	5.840.406	4.975.610
3.12.- Varios	5.611.404	9.111.404
SUMA EQ. ELECTROMECH. E.D.A.R.	141.916.198	208.690.394
4.- EQUIPOS ELECTRICOS E.D.A.R.		
4.1.- Automatismos, instr., y control	4.567.712	5.106.263
4.2.- Electricidad. Media tensión	6.581.344	6.002.810
4.3.- Electricidad y control	22.911.321	25.860.984
SUMA EQ. ELECTR. E.D.A.R.	34.060.377	36.970.057
5.- EXPLOTACION PRIMER AÑO	53.596.617	54.725.338
6.- SEGURIDAD Y SALUD	6.265.005	6.265.005

SUMA	481.894.160	624.498.920
7.- PARTIDA PARA MEJORAS E IMPREVISTOS	20.000.000	20.000.000
<u>TOTAL PRES. EJ. MATERIAL</u>	<u>501.894.160</u>	<u>644.498.920</u>

7.2.- Resumen de Presupuestos Adicionales

Aplicando los correspondientes coeficientes de contrata y de adjudicación, el presupuesto líquido de la obra es el siguiente:

	<u>PROYECTO VIGENTE</u>	<u>PROYECTO MODIFICADO</u>	<u>DIFERENCIA</u>
PRES. EJ. MATERIAL	501.894.160	644.498.920	142.604.760
PRES. EJ. POR CONT.	692.814.698	889.666.309	196.851.611
PRESUPUESTO LIQUIDO	536.602.130	689.068.575	152.466.445
ADICIONAL LIQUIDO			152.466.445

El Presupuesto Líquido de la Modificación nº1 asciende a seiscientos ochenta y nueve millones sesenta y ocho mil quinientas setenta y cinco (689.068.575) pesetas.

El Presupuesto adicional total de las obras asciende a ciento cincuenta y dos millones cuatrocientas sesenta y seis mil cuatrocientas cuarenta y cinco (152.466.445) pesetas, lo que supone un incremento de un 28,41 % con respecto al Proyecto vigente.

8.- SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

Dado que las variaciones recogidas en este Proyecto de Modificación nº1 no alteran sustancialmente la organización general de los trabajos en su conjunto, no ha sido preciso modificar los Planes de Seguridad y Salud en el Trabajo del Proyecto vigente.

9.- REVISION DE PRECIOS

No variando el alcance y objeto de las obras, se mantiene la misma fórmula de revisión de precios aplicada en el Proyecto vigente, la nº 9 de las establecidas y aprobadas por Decreto 461/1961 de 11 de Marzo (Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo):

10.- PLAZO DE EJECUCION

La ejecución de la cimentación, pilotaje en el caso de edificios y precarga en el caso de depósitos, altera el programa de trabajo, así como la duración prevista de los mismos. Al plazo inicial de ejecución de doce meses hay que sumar el tiempo necesario para la propia ejecución de la precarga, así como el necesario para la consolidación del terreno.

Tal como se ha explicado en el punto 3.2.1 de esta Memoria, el plazo de consolidación es de 50 días en el caso del Reactor Biológico, y de 35 días en el de los decantadores. Se estima un periodo de 20 días para la ejecución del terraplén, con lo que el plazo de la obra debe prorrogarse en:

Ejecución precarga	20 días = 1,0 mes
Plazo consolidación	<u>50 días = 1,7 mes</u>
TOTAL	70 DÍAS = 2,7 mes

Se solicita, por lo tanto, una prórroga de tres meses, siendo los plazos de obra los que siguen:

Plazo de ejecución	15 meses
Puesta en marcha	2 meses
Explotación	12 meses
<u>TOTAL</u>	<u>29 MESES</u>

11.- INFORMACION PUBLICA

Dado que no se modifican los criterios fundamentales de diseño de la obra, y que no existen nuevas expropiaciones, no procede el inicio de información pública.

12.- CONFORMIDAD DEL CONTRATISTA

La conformidad del Contratista con la redacción del presente PROYECTO DE MODIFICACION Nº1 se refleja en el Anejo nº12-b de la MEMORIA.

13.- OBRA COMPLETA

El presente Proyecto de Modificación nº1 tiene la condición de obra completa, según lo prescrito por el Artículo 58 del vigente Reglamento General de Contratación del Estado.

14.- DOCUMENTOS DE QUE CONSTA ESTE PROYECTO

DOCUMENTO Nº1 MEMORIA

1.- MEMORIA

2.- ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo Nº1.- Acta de Comprobación de Replanteo

Anejo Nº2.- Geotecnia

Anejo nº 3.- Campaña de análisis previos

Anejo Nº4.- Bases de partida

Anejo Nº5.- Dimensionamiento del proceso

Anejo Nº6.- Cálculos hidráulicos.

Anejo Nº7.- Cálculos estructurales.

Anejo Nº8.- Cálculos eléctricos.

Anejo Nº9.- Sistema de control.

Anejo Nº10.- Estudio de explotación

Anejo Nº11.- Plan de obra.

Anejo Nº12.- Justificación de Precios

a) Justificación de Precios.

b) Acta de nuevos precios propuestos por la Administración y aceptados por la Contrata.

Anejo Nº13.- Abastecimiento de agua potable

Anejo Nº14.- Criterios de diseño para el cruce del colector sobre La Faleva según C.H.E.

DOCUMENTO N°2 PLANOS

- 1.- Plano de situación
- 2.- Planta general
- 3-1.- Topografía. Cruce con la carretera A-140
- 3-2.- Topografía. Parcela de la E.D.A.R.
- 3-3.- Topografía. Planta de precarga
- 3-4.- Topografía. Secciones transversales precarga
- 3-5.- Topografía Modificada. Planta
- 3-6.- Topografía Modificada. Secciones transversales

- 4-1.- Colector a E.D.A.R. trazado en planta
- 4-2.- Colector a E.D.A.R. perfil longitudinal
- 4-3.- Colector a E.D.A.R. secciones tipo
- 4-4.- Colector a E.D.A.R. aliviadero 1: secciones
- 4-5.- Colector a E.D.A.R. aliviadero 2: secciones
- 4-6.- Colector a E.D.A.R. aliviadero 3: secciones
- 4-7.- Colector a E.D.A.R. servicios afectados
- 4-8.- Colector a E.D.A.R. afecciones

- 5.- Implantacion general

- 6-1.- Conducciones interiores. Planta
- 6-2.- Conducciones interiores. Longitudinales

- 7.- Línea piezométrica

- 8-1.- Obra de llegada. Aliviadero y by-pass
- 8-2.- Obra de llegada. Cruce colector de foleva

- 9.- Pozo de gruesos y elevación

- 10.- Edificio de pretratamiento

- 11.- Tamizado

- 12.- Desarenado y desengrase

- 13.- Aliviadero y medición de caudal

- 14.- Reactor biológico

- 15.- Reparto
- 16.- Decantador secundario
- 17.- Medidor de caudal
- 18.- Laberinto de cloración
- 19.- Espesador
- 20.- Pozo de fangos
- 21.- Pozo de flotantes
- 22.- Pozo de vaciados
- 23.- Edificios de la E.D.A.R.
- 24.- Urbanización
- 25-1.- Electricidad. Centro de Transformación
- 25-2.- Electricidad B.T. Cuadro general de distribución
- 25-3.- Electricidad B.T. Cuadro secundario de distribución
- 25-4.- Electricidad. Cuadros y acometidas
- 25-5.- Electricidad. Edificio de pretratamiento. Iluminación interior
- 25-6.- Electricidad. Edificio de Control, Fangos, y Soplantes.
Iluminación interior
- 26.- Esquema de funcionamiento

DOCUMENTO Nº3 PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TECNICAS

DOCUMENTO Nº4 PRESUPUESTO

- 1.- MEDICIONES
- 2.- CUADROS DE PRECIOS
 - CUADRO DE PRECIOS Nº1
 - CUADRO DE PRECIOS Nº2
- 3.- PRESUPUESTO

15.- TIPO DE MODIFICACION

Según los tipos de Modificación especificados en la Orden del Ministerio de Obras Públicas de 4 de Enero de 1.972 (B.O.E. de 15-1-1.972), a la presente le corresponde el tipo D-1.

16.- CONCLUSION

Con todo lo expuesto se cree haber justificado suficientemente este PROYECTO DE MODIFICACION N°1, esperando merezca la aprobación de la superioridad.

Zaragoza, Mayo de 1.999

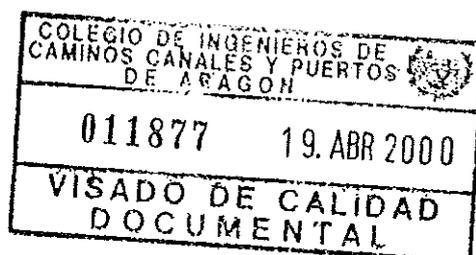
EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO

Fdo.- D. David Montero Montero

Vº Bº: EL DIRECTOR DE LAS OBRAS



Fdo.- D. Rafael Fernández de Alarcón Herrero



ANEJO N° 4.- BASES DE PARTIDA

1. DATOS BASICOS DE PARTIDA

Los datos básicos para el diseño de la planta han variado con respecto a las bases indicadas en el Pliego de Bases. Estos datos son los siguientes:

1.1. POBLACION Y DOTACION DE AGUA

- Población de diseño 40.692 habitantes equivalentes

1.2. CAUDALES

- Volumen diario a depurar	12.269 m ³ /día
- Caudal mínimo horario	307 m ³ /h (0,0853 m ³ /s)
- Caudal medio horario	511 m ³ /h (0,1419 m ³ /s)
- Caudal horario punta	828 m ³ /h (0,2300 m ³ /s)
- Caudal máximo de dilución	1.209 m ³ /h (0,3358 m ³ /s)
- Caudal máximo de llegada	2.593 m ³ /h (0,7204 m ³ /s)

1.3. NIVELES DE CONTAMINACION

- **D.B.O₅:**

* Carga por habitante equivalente	60 g/h/día
* Peso diario	2.442 kg/día
* Concentración promedia	199 mg/l
* Carga punta (coef. punta = 2)	203,00 kg/h

D.Q.O.:

* Carga por habitante equivalente	99,20 g/h/día
* Peso diario	4.037 kg/día
* Concentración promedia	329 mg/l
* Carga punta (coef. punta = 2)	336 kg/h

- Sólidos Suspendedos Totales:

* Carga por habitante	38,29 g/h/día
* Peso diario	1.558 kg/día
* Concentración promedia	127 mg/l
* Carga punta (coef. punta = 2)	129,83 kg/h

- Sólidos Suspendedos Volátiles:

* Carga por habitante	27 g/h/día
* Peso diario	1.092 kg/día
* Concentración promedia	89 mg/l
* Carga punta (coef. punta = 2)	91,00 kg/h

- NTK:

* Carga por habitante	10,25 g/h/día
* Peso diario	417 kg/día
* Concentración promedia	34 mg/l
* Carga punta (coef. punta = 2)	34,75 kg/h

1.4. RESULTADOS A OBTENER

El Pliego de Bases define las siguientes características para el efluente :

- D.B.O ₅	= < 25 mg/l
- D.Q.O	= < 90 mg/l
- Sólidos Suspendidos	= < 35 mg/l
- N-NTK	= < 15 mg/l
- pH, entre	6 y 9
- Reducción MV en fangos	= > 40 %
- Sequedad de fangos	= > 25 %

No obstante la EDAR proyectada será capaz de producir un efluente con las siguientes calidades:

- D.B.O	= < 20 mg/l
- D.Q.O	= < 90 mg/l
- Sólidos Suspendidos	= < 30 mg/l
- N-NTK	= < 15 mg/l
- pH, entre	6 y 9
- Reducción MV en fangos	= > 40 %
- Sequedad de fangos	= > 25 %

ANEJO N° 5.- DIMENSIONAMIENTO DEL PROCESO

E.D.A.R. BINEFAR. HUESCA.

HIPOTESIS DE CALCULO. FRIBIN DEPURA UN 60%.

1.- POBLACION Y DOTACION DE AGUA

Población equivalente Total 40.692 habitantes

2.- CAUDALES

Volumen diario a depurar	12.269 m ³ /día
Caudal mínimo	307 m ³ /h
Caudal medio horario	511 m ³ /h
Caudal horario punta	828 m ³ /h
Caudal máximo de dilución	1.209 m ³ /h
Caudal máximo de llegada	2.593 m ³ /h

3.- NIVELES DE CONTAMINACION

DBO₅

Carga por habitante	60,00 g/hab/día
Peso diario total	2.442 kg/día
Concentración media	199 mg/l
Carga punta. Coeficiente Punta = 2	203 kg/h

D.Q.O.

Carga por habitante equivalente	99,20 g/hab/día
Peso diario total	4.037 kg/día
Concentración media	329 mg/l
Carga punta. Coeficiente Punta = 2	336 kg/h

Sólidos Suspendidos Totales

Carga por habitante	38,29 g/hab/día
Peso diario	1.558 kg/día
Concentración media	127 mg/l
Carga punta Coeficiente Punta = 2	130 kg/h

Sólidos Suspendidos Volátiles

Carga por habitante	27 g/hab/día
Peso diario	1.092 kg/día
Concentración media	89 mg/l
Carga punta Coeficiente Punta = 2	91,00 kg/h

NTK

Carga por habitante	10,25 g/hab/día
Peso diario	417 kg/día
Concentración media	34 mg/l
Carga punta Coeficiente Punta = 2	35 kg/h

4.- RESULTADOS A OBTENER

Según el Pliego de Bases las características del agua tratada deberán cumplir los siguientes parámetros

Concentración DBO ₅	menor que	25,00 mg/l
Concentración DQO	menor que	90,00 mg/l
Concentración S.S.T.	menor que	35,00 mg/l
Concentración N-NTK	menor que	15,00 mg/l
pH	entre	6 y 9
Reducción MV en fangos	mayor que	40,00 %
Sequedad de fangos	mayor que	25,00 %

No obstante la E.D.A.R. proyectada está capacitada para producir agua con las características siguientes:

Concentración DBO ₅	menor que	20,00 mg/l
Concentración DQO	menor que	90,00 mg/l
Concentración S.S.T.	menor que	30,00 mg/l
Concentración N-NTK	menor que	15,00 mg/l
pH	entre	6 y 9
Reducción MV en fangos	mayor que	40,00 %
Sequedad de fangos	mayor que	25,00 %

DIMENSIONAMIENTO

1.- ALIVIADERO DE AGUAS PLUVIALES

Con el fin de evacuar el caudal que no va a ser sometido a ningún proceso de tratamiento, se dispone un aliviadero, siendo el caudal a derivar la diferencia entre el caudal máximo de llegada y el caudal máximo de dilución.

Debe poderse aliviar el caudal máximo de llegada, en caso de que las instalaciones posteriores estén fuera de servicio.

Caudal máximo de dilución	1.209,00 m ³ /h
Caudal máximo de llegada	2.593,00 m ³ /h
Caudal máximo a aliviar en operación normal	1.384,00 m ³ /h
Longitud de aliviadero L=	4,00 m

$$Q = 0,4 \times L \times h \times (2 \times g \times h)^{0,5}$$

con la que h=	(para el caudal no admisible)	0,143 m
y h=	(en caso de by-pass total)	0,218 m

2.- POZO DE GRUESOS

Caudal medio horario	511 m ³ /h
Caudal horario punta	828 m ³ /h
Caudal máximo de dilución	1.209 m ³ /h
Carga hidráulica a caudal máximo	mayor que 60 m ³ /m ² /h
Adoptamos una carga hidráulica de	75 m ³ /m ² /h
Superficie necesaria a caudal máximo	16,12 m ²
Volumen necesario pozo de gruesos	20,15 m ³

Adoptamos un pozo de superficie 16,25 m² una capacidad útil de 28,88 m³
 tiempo de retención 1,43 minutos a caudal máximo, de las siguientes características

Altura recta	0,70 m
Anchura media	2,50 m
Longitud media	6,50 m
Superficie	16,25 m ²
Volumen recto	11,38 m ³
Longitud inferior	1,50 m
Anchura inferior	1,00 m
Altura inferior	2,50 m
Volumen troncopiramidal	17,50 m ³
Volumen total adoptado	28,88 m ³
Tiempo de retención a caudal medio	3,39 min
Tiempo de retención a caudal máximo	1,43 min
Carga hidráulica a caudal medio	31,46 m ³ /m ² /h
Carga hidráulica a caudal punta	50,95 m ³ /m ² /h
Carga hidráulica a caudal máximo	74,40 m ³ /m ² /h

Retirada de residuos

Destino de residuos	Contenedor y vertedero
Producción de residuos estimada	2,00 l / hab año
Volumen de residuos estimado	222,97 l/día
Capacidad mínima de almacenamiento	10,00 horas
Volumen de almacenamiento necesario	92,90 l
Volumen unitario contenedor adoptado	1.100,00 l
Nº contenedores instalados	1,00 Ud.
Nº contenedores en servicio	1,00 Ud.
Capacidad de almacenamiento real	118,40 horas
Capacidad de la cuchara bivalva	100,00 l
Tipo de accionamiento	electrohidráulico y polipasto

El fondo del pozo se protegerá con perfiles metálicos para evitar su erosión con la cuchara bivalva.

Reja de gruesos

Tipo de reja:	de barrotes limpieza contra-corriente
Nº de unidades instaladas	1,00 Ud
Luz libre entre barrotes (E)	40,00 mm
Espesor de barrotes (e)	20,00 mm
Velocidad teórica de paso a caudal máximo	1,50 m/s
Velocidad teórica de paso a caudal medio	0,80 m/s
Coefficiente de paso $P = E / (E+e)$	0,67
Coefficiente de atascamiento	0,70
Caudal máximo	0,336 m ³ /s
Superficie mojada con caudal máximo	0,48 m ²
Ancho canal	0,80 m
Calado a caudal máximo	0,60 m
Caudal medio	0,14 m ³ /s
Superficie mojada con caudal medio	0,38 m ²
Calado a caudal medio	0,48 m

Se prevé un canal de by-pass de 1,4 m de ancho, en el que se instalará una reja para desbaste de sólidos gruesos de limpieza manual.

Destino de los residuos	contenedor y vertedero
Producción de residuos	3,00 l/hab/año
Producción diaria	334,46 l/día
Nº de contenedores	1,00
Capacidad de los contenedores	2,00 m ³

Los residuos extraídos por las rejillas se transportarán mediante tornillo sin-fin hasta el contenedor

3.- POZO DE BOMBEO

Caudal máximo de dilución	1.209,00 m ³ /h
Caudal medio horario	307,00 m ³ /h

Dimensiones del pozo de bombeo

Longitud	3,00 m
Anchura	6,00 m
Altura útil	3,50 m
Volumen útil	63,00 m ³

Tipo de bomba	Sumergible
Nº de bombas instaladas	4,00 Ud.
Nº de bombas en servicio	3,00 Ud.
Caudal unitario necesario	403,00 m ³ /h
Caudal total instalado	1.612,00 m ³ /h
Caudal máximo a impulsar	1.209,00 m ³ /h
Altura manométrica	11,00 mca

4.- DESBASTE DE FINOS

Colocamos tamices rotativos de luz de paso 3 mm

Tamices

Caudal medio horario	511 m ³ /h
Caudal horario punta	828 m ³ /h
Caudal máximo de dilución	1.209 m ³ /h
Nº de unidades	3,00
Caudal unitario	540,00 m ³ /h
Caudal total	1.620,00 m ³ /h
Diámetro del tambor	630,00 mm
Longitud del tambor	1.500,00 mm
Luz de paso	3,00 mm
Potencia unitaria	0,55 kw

Producción de residuos

De acuerdo con la experiencia, la producción de residuos de desbaste es dependiente de la luz de paso de los elementos de intercepción, los valores típicos se muestran en la siguiente tabla:

LUZ DE PASO	RESIDUOS RETENIDOS
50 mm	2 l/hab/año
20 mm	5 l/hab/año
10 mm	10 l/hab/año
6 mm	24 l/hab/año
3 mm	35 l/hab/año
1,5 mm	42,5 l/hab/año
1 mm	45 l/hab/año

En nuestro caso particular, un tamiz con una luz de paso de 3 mm retendrá 35 l/hab/año

Conducción de residuos mediante tornillo transportador y prensa de residuos

Destino de los residuos	contenedor y vertedero
Población de diseño	40.692 hab
Producción de residuos	3,90 m ³ /día

Prensa de residuos

Número de habitantes equivalentes	40.692 hab
Volumen de residuos estimado	35,00 l/hab año
Volumen de residuos diario tamices	3,90 m ³ /día
Residuos compactados	1,56 m ³ /día

5.- DESARENADO-DESENGRASE

Dado el tamaño y características de la población, se considera imprescindible la instalación de desarenadores aireados, con puente rodante de tipo vaivén que incorpore rasquetas superficiales para el arrastre de grasas y bombas para la extracción de la mezcla agua-arena.

Caudal medio horario	511 m ³ /h
Caudal horario punta	828 m ³ /h
Caudal máximo de dilución	1.209 m ³ /h
Tipo	Longitudinal aireado
Nº de líneas en funcionamiento	2,00
Caudal medio horario	0,14 m ³ /s
Caudal horario punta	0,23 m ³ /s
Caudal máximo de dilución	0,34 m ³ /s
Tiempo de retención (t)	
a Caudal medio no menor de 15 minutos	26,76 min
a Caudal punta no menor de 10 minutos	16,52 min
a Caudal máximo no menor de 6 minutos	11,32 min
Carga hidráulica en desarenador (ch)	
a Caudal medio no mayor de 10 m ³ /m ² /h	8,97 m ³ /m ² /h
a Caudal punta no mayor de 15 m ³ /m ² /h	14,53 m ³ /m ² /h
a Caudal máximo no mayor de 35 m ³ /m ² /h	21,21 m ³ /m ² /h

Estos valores de carga hidráulica y tiempo de permanencia se han tomado de acuerdo con la experiencia, garantizando la eliminación de las partículas de diámetro $\geq 0,2$ mm. Además debido al flujo espiral, como consecuencia de la aireación proyectada el contenido de materia orgánica en la arena extraída será inferior al 7% y no debería ser superior al 5%.

Dimensiones unitarias útiles	
Número de unidades instaladas (n)	2,00 Ud
Superficie desarenado mínima necesaria ($A_{ot} = Q/ch$)	55,20 m ²
Superficie adoptada, con seguridad (At)	57,00 m ²
Superficie por desarenador necesaria (A)	28,50 m ²
Longitud (L)	9,50 m
Anchura desarenado (a1)	3,00 m
Anchura desengrasado (a2)	1,00 m
Anchura total (a)	4,00 m
Volumen necesario ($V_o = Q \cdot t$)	207,00 m ³
Volumen unitario necesario	103,50 m ³
Altura total (con resguardo de 0,5 m)	4,50 m
Volumen total adoptado (V)	228,00 m ³
Volumen unitario adoptado	114,00 m ³
Sección transversal ($S = V / L$)	24,00 m ²
Velocidad horizontal a Qmax	0,014 m/seg

En los canales de desarenado, para desmenuar las grasas se inyecta aire mediante grupos motosoplantes (1 de reserva) a través de un colector terminado en difusores de burbuja gruesa.

Necesidades de aire	
Aireación (I)	8,00 m ³ /h/m ²
Inyección total de aire ($Y = At \times I$)	456,00 m ³ /h
Nº de soplantes instaladas	3,00 Ud

Difusores a instalar	NON-CLOG D=160 mm
Caudal unitario	15,00 m ³ /h
Nº de difusores necesarios	30,40 Ud
Nº de difusores por desarenador adoptado	16,00 Ud
Separación entre difusores	55,00 cm
Diámetro de los colectores	90,00 mm
Tipo de compuertas de aislamiento de entrada	mural
Accionamiento	manual con volante
Nº de compuertas	2,00 Ud
Anchura	0,50 m
Altura	0,50 m
Aislamiento	3,00 aristas
Materiales	acero inoxidable

Las compuertas de entrada se han dimensionado de forma que la totalidad del caudal puede entrar en un solo desarenador, por si fuera necesario poner el segundo fuera de servicio.

Características del puente desengrasador	
Anchura útil	1,00 m
Materiales	
Estructura	Perfiles laminados A42-b
Piso del puente	TRAMEX
Acabado partes sumergidas	Galvanizado en caliente
Acabado partes no sumergidas	Chorreado e imprimación clorocaucho

Extracción y bombeo de arenas

Capacidad máxima de extracción (>30 l/m ³)	40,00 l/m ³
Mezcla agua-arena	
A caudal medio	490,76 m ³ /dfa
A caudal punta	794,88 m ³ /dfa
A caudal máximo	1.160,64 m ³ /dfa
Nº de bombas	2,00 Ud

El dimensionamiento de las bombas de extracción de arenas supone una capacidad de extracción de mezcla agua+arena de 40 l/m³ de agua a tratar. Esto supone que, par el caudal máximo de 1.209 m³/h, el caudal agua + arena necesario es de 48 m³/h

Tiempo de funcionamiento estimado a caudal máximo	12 h/día
Tipo de bomba	Vertical especial para arenas
Sistema de extracción	Bombas en puentes viajantes
Nº de bombas funcionando a la vez	1 Ud
Caudal unitario	48 m ³ /h
Altura manométrica	2,00 m.c.a.
Caudal unitario adoptado	50 m ³ /h
Funcionamiento	por temporización

Separación y lavado de arenas

Tipo	clasificador lavador oscilante
Nº de unidades	1,00 Ud
Destino final arena	Contenedor-vertedero
Producción teórica de arenas	150,00 gr/m ³
Carga de arenas a retirar	
a Caudal medio	1.840,35 kg/día
a Caudal punta	2.980,80 kg/día
a Caudal máximo	4.352,40 kg/día
Densidad de la arena	1,70 Tn/m ³
Volumen de arena a retirar	
a Caudal medio	1,08 m ³ /día
a Caudal punta	1,75 m ³ /día
a Caudal máximo	2,56 m ³ /día
Capacidad adoptada de contenedor	5,00 m ³
Nº de unidades instaladas	1,00 Ud

Extracción y separación de flotantes

Producción teórica de grasas	20,00 gr/hab/día
Producción diaria	813,84 kg/día
Densidad estimada de las grasas	0,80 Tn/m ³
Volumen producido	1,02 m ³ /día
Concentrador de grasas	
Nº de unidades	1,00 Ud
Capacidad necesaria	0,50 m ³ /h
Longitud del tren de rasquetas	2,40 m
Ancho	0,50 m
Evacuación	Contenedor-vertedero
Capacidad contenedores	5,00 m ³
Nº contenedores instalados	1,00 Ud

6.- MEDICION DE CAUDAL Y ALIVIO DE CAUDALES EN EXCESO

Medición del caudal total

Se instalará un medidor de caudal, tipo PARSHALL FLUME, incluyendo el transmisor, el totalizador y el registrador correspondientes.

Caudal máximo a medir	1.209,00 m ³ /h
Ancho de garganta	12 pulgadas
Ancho de garganta	305 mm
Rango de medidas	12 a 2.000 m ³ /h
Anchura mínima de canal	845,00 mm
Anchura adoptada de canal	850,00 mm
Longitud mínima antes de canal	8,45 m
Longitud mínima después de canal	1,52 m
Altura H _a en el Parshall a Q _{max}	886,00 mm
Sumergencia obtenida H _b /H _a	70,00 %
Sumergencia máxima permitida sin anegar	0,70
Carga hidráulica consumida a Q _{max}	265,80 mm
Altura H _b en el Parshall a Q _{max}	620,20 mm
Sistema de medida	Ultrasónico

Aliviadero de caudales en exceso

Después de la medición del caudal de aguas residuales, se dispone de un aliviadero lateral en la salida del canal de medida para la evacuación de los caudales en exceso, los que no se admiten en el sistema de tratamiento biológico. El caudal a derivar es la diferencia entre el caudal máximo de entrada al pretratamiento y el caudal punta de diseño.

Por si las instalaciones posteriores se pusieran fuera de servicio el aliviadero debe de tener la capacidad para derivar la totalidad del caudal.

Volumen diario a depurar	12.269 m ³ /día
Caudal mínimo horario	307 m ³ /h
Caudal medio horario	511 m ³ /h
Caudal horario punta	828 m ³ /h
Caudal máximo de dilución	1.209 m ³ /h
Caudal a aliviar	381 m ³ /h
Longitud del aliviadero	4,00 m

$$Q = 0,4 \times L \times h \times (2 \times g \times h)^{0,5}$$

con la que h=	(para el caudal no admisible)	0,061 m
y h=	(en caso de by-pass total)	0,131 m

7.- TRATAMIENTO BIOLÓGICO

El sistema de tratamiento biológico será del tipo fangos activados en aireación prolongada. Incluyendo nitrificación y desnitrificación. Se construirán dos reactores biológicos, del tipo canal de oxidación en carrusel, la aireación se realizará por difusores de aire, alimentados por soplantes.

Aguas residuales a tratar

Caudal medio diario	12.269 m ³ /día
Caudal medio	511 m ³ /h
Caudal máximo	828 m ³ /h
Concentración DBO ₅ de entrada en aireación	199 mg/l
Concentración DBO ₅ de salida en aireación	20 mg/l
Carga DBO ₅ de entrada en aireación	2.442 kg/día
Carga DBO ₅ a eliminar	2.196 kg/día
Carga DBO ₅ en el efluente final	245 kg/día
Concentración S.S.T. entrada en aireación	127 mg/l
Concentración S.S.T. salida	30 mg/l
Carga S.S.T. entrada en aireación	1.558 kg/día
Carga S.S.T. a eliminar	1.190 kg/día
Carga S.S.T. en el efluente final	368 kg/día
S.S.T./DBO ₅	0,64 kg/día
Rendimiento necesario en eliminación DBO ₅	89,95 %

Zona anóxica y Edad de fango

Cálculo de la edad de fango necesaria

Para asegurar que los fangos biológicos en exceso tengan una estabilidad suficiente para evitar molestias en una manipulación posterior, deben tener unas condiciones, tal que aireados durante cinco días a una temperatura de 20 °C no pierdan más del 10% de su peso.

La siguiente tabla basada en la experiencia, indica la edad mínima del fango que es necesaria para obtener la mencionada estabilidad, en función de la temperatura del licor mezcla en el reactor biológico.

Temperatura °C	Edad del fango (días)
5,00	> 35,00
10,00	20,00
12,00	17,00
13,00	15,50
15,00	14,00
18,00	12,00
20,00	10,00
21,00	9,00
23,00	7,50

Dada la zona de la E.D.A.R., podemos suponer que la temperatura mínima de los fangos de estabilización no será inferior a 13 °C, por lo que la edad del fango E_f , del orden de los 15,5 días sería suficiente para garantizar una adecuada estabilidad del mismo.

La posibilidad de que se produzca nitrificación depende de la temperatura T (°C) y de la edad del fango E_f (días), siendo la ecuación que relaciona estos parámetros para que dicha nitrificación, que debe considerarse completa, dada la pequeña variación de temperatura que es necesaria para pasar de una nitrificación parcial a una total, ocurra, según Van Haandel, Dóld y Marais, de la Universidad de Cape Town (Sudafrica), lo siguiente:

$$(1 - f_x) = S \times (bnT + 1 / Ef) / unmT$$

Siendo:	Invierno	verano
f_x : Fracción de los MLSS existentes en la zona de anoxia	0,35	0,25
S factor de seguridad (Valores entre 1 y 1,5)	1,40	1,40
Temperatura real a partir de la cual se cumplen los parámetros exigidos en el Pliego de Bases	13,00	23,00 °C
Factor para organismos heterótrofos		
$bnT=0,04 \cdot 1,029^{(T-20)}$	0,0327	0,0436 d ⁻¹
u_{20} sus valores oscilan entre 0,4 en condiciones desfavorables y 0,5 en condiciones favorables	0,45	0,45
Factor de crecimiento de bacterias nitrificantes		
$unmT=u_{20} \cdot 1,123^{(T-20)}$	0,1998	0,6373
E_f necesaria para nitrificación	16,66	3,36 días
E_f necesaria para estabilización fango biológico	15,50	7,50 días
E_f adoptada por seguridad	20,00	16,00 días

La máxima concentración de nitrógeno como nitrato que podría desnitrificarse en la zona anóxica prevista, viene dada por la expresión:

$$Dc = Sbi \times \left[\frac{fbs \times (1 - P \times Y)}{2,86} + \frac{Y \times Ef \times K2 \times fx}{1 + bhT \times Ef} \right]$$

Siendo:

Sbi	Concentración de DQO biodegradable en el afluente	329,00	329,00 mg/l
fbs	Relación DQO rapid. Biodegradable y DQO biodegradable 0,33 para agua decantada y 0,24 para no decantada	0,24	0,24
P	Relación DQO/VSS de la masa de fangos	1,50	1,50 mgDQO/mgVSS
Y	Coefficiente de crecimiento de las bacterias heterotrofas	0,45	0,45 mg VSS/mgDQO
Ef	Edad del fango biológico	20,00	16,00 días
k2	Coefficiente de desnitrificación = $0,1 \cdot 1,08^{(T-20)}$	0,06	0,13 N-NO3/mg VASS/día
fx	Fracción de los MLSS existentes en la zona anóxica	0,35	0,25
bhT	Coefficiente de decrecimiento de las bacterias heterotrofas $bhT = 0,24 \cdot 1,029^{(T-20)}$	0,20	0,26 l/día
T	T (°C) a la que tiene lugar el proceso de nitrificación	13,00	23,00
Dc	(1) N-NO3 reducido	21,24	23,36 mg/l

Siempre hay una concentración de nitrógeno amoniacal que no se nitrifica, saliendo con el efluente. Siguiendo con la experiencia de la Universidad de Cape Town, esta concentración viene dada por la expresión:

$$Na \text{ (mg/l)} = \frac{KnT \times \left(bnT + \frac{1}{Ef} \right)}{unmT \times (1 - fx) - \left(bnT + \frac{1}{Ef} \right)}$$

Siendo:

KnT	Coefficiente de saturación para la nitrificación $KnT = 1,123^{(T-20)}$	0,44	1,42
bnT	Coefficiente de decrecimiento de las bacterias nitrificantes para respiración endógena $bnT = 0,04 \cdot 1,029^{(T-20)}$	0,03	0,04
Ef	Edad del fango (días)	20,00	16,00
unmT	Coefficiente de decrecimiento para bacterias nitrificantes $unmT = u20 \cdot 1,123^{(T-20)}$ Tomamos u20 = 0,45	0,20	0,64
fx	Fracción de los MLSS existentes en la zona anóxica	0,35	0,25
T	Temperatura °C a la que tiene lugar el proceso de nitrificación	13,00	23,00
	Na (mg N-NH3/l)	0,78	0,40

Por otra parte, el nitrógeno en los vertidos puede fraccionarse de la siguiente forma:

Concentración total de nitrógeno NTK	34,00	34,00 mg/l
10% N orgánico insoluble (decantable)	3,40	3,40 mg/l (a)
2% N orgánico soluble (no biodegradable pasa por la E.D.A.R. sin transformarse)	0,68	0,68 mg/l (b)
2% N orgánico soluble, biodegradable no amonizable	0,68	0,68 mg/l (c)

N3 Cantidad que se elimina formando parte de los fangos biológicos en exceso. Depende de la edad del fango, oscilando entre: 8,6-2,9 gr/100gr DBO₅ eliminada según la siguiente tabla

Edad del fango (días)	10	12	16	20	35
Nitrógeno eliminado(g/100 g DBO ₅)	5,10	4,93	4,60	4,25	4,20
En nuestro caso					
Edad del fango			20,00	16,00	días
Nitrógeno eliminado(g/100 g DBO ₅ eliminada)			4,25	4,60	
En nuestro caso (N3)			93,34	101,02	kg/día
			7,61	8,23	mg/l (d)

La edad del fango viene dada por la expresión:

$$E_f = \frac{1}{[1,2 \times C_m^{1,23} + 0,5 \times (B - 0,6) \times C_m]} \times R / 100$$

Siendo:

B relación SS/DBO ₅ entrada a biológico	0,64	0,64
R rendimiento en el biológico	89,95	89,95 %
Resolviendo para los valores de edad de fangos de	20	16 días
Ef	20,00	16,00 días
Cm	0,080	0,097
Fe = DBO ₅ entrada biológico / (Cm*Ef)	1.518	1.581 kg/día
Sólidos en el efluente decantado	30	30 mg/l
Peso de nitrógeno eliminado por Kg de sólidos en exceso	0,061	0,064 kg N elim/kgFe
	1,845	1,917 mg/l (e)
N-NTK en el efluente Na + (b) + (c) + (e)	3,984	3,681 mg/l
N-NTK que puede oxidarse		
N-NTKox = NTK - (a) - (b) - (c) - (d) - Na	20,853	20,602 mg/l
NTK que es necesario desnitrificar para obtener una concentración de Nitrógeno total menor que	15	15 mg/l
N-NTKox desnitrific = (N-NTKox - (NT total efluente - NTK efluente))	9,837	9,283 mg/l

Capacidad de los reactores

La edad del fango viene definida por la fórmula

$$E_f = \frac{l}{[1,2 \times C_m^{1,23} + 0,5 \times (B - 0,6) \times C_m] \times R / 100}$$

Siendo:

B relación SS/DBO5 entrada a biológico	0,64	0,64
R rendimiento en el biológico	89,95	89,95 %
Resolviendo para los valores de edad de fangos de	20	16 días
Ef	20,00	16,00 días
Cm	0,080	0,097

El rendimiento en la eliminación de la DBO₅ que entra en el reactor biológico es dependiente de su concentración inicial y de la carga másica.

$$C_m = \frac{Kg DBO_5 / día}{(Kg MLSS / M)}$$

en donde:

V volumen del reactor biológico (m ³)	7.590	6.325
M concentración de sólidos en el reactor (Kg/m ³)	4,0	4,0
Para aireación prolongada los valores de M oscilan entre 3.500 y 5.000 p.p.m.		
Tomamos un volumen mínimo total de	7.600 m ³	cada reactor carousel tendrá una
capacidad nominal de	3.800 m ³	
Volumen zona óxica	4.940	5.700 m ³
Volumen zona anóxica	2.660	1.900 m ³
Volumen total	7.600	7.600 m ³

La concentración de la DBO₅ en el efluente decantado se debe en parte a una componente soluble y en parte a los sólidos suspendidos en dicho efluente.

DBO₅ soluble en efluente decantado (mg/l) =

DBO₅ en la entrada reactor biológico (mg/l) / (1+(Km * DBO₅ entrada reactor (mg/l)/(M (mg/l)*Cm))

DBO₅ sólidos en efluente decantado = SS en el efluente * f(Cm)

Con las temperaturas de los vertidos	13,00	23,00
--------------------------------------	-------	-------

Carga másica	0,080	0,097
Concentración de sólidos en reactor (mg/l)	4.000	4.000
Constante Km	180	360
Factor de carga f(Cm)	0,23	0,25
Concentración DBO ₅ entrada biológico	199	199 mg/l
Concentración DBO ₅ soluble en efluente	1,787	1,072 mg/l
Concentración SST en efluente	30	30 mg/l
Concentración DBO ₅ en SS efluente	6,81	7,46 mg/l
Concentración DBO ₅ en efluente	8,59	8,53 mg/l
	<20	<20

Es posible obtener un efluente de calidad superior a la exigida, esto es con concentraciones de DBO₅ inferiores a 20 mg/l

Fangos en exceso

Producción teórica de fangos en exceso

$Fe = M \times V/Ef$	1.520	1.900 kg/día
Producción de fangos/DBO ₅ eliminada	0,69	0,87 kg/kg DBO ₅ eliminada

En aireación prolongada la relación producción de fangos en exceso DBO₅ eliminada debe estar por encima de 0,8 en nuestro caso particular esto se cumple.

Para el dimensionamiento de la línea de fangos tomaremos el valor superior 0,87 kg/kg DBO₅ eliminada

Necesidades de oxígeno

El oxígeno total necesario será la suma de las necesidades para la reducción de la DBO₅ más las de nitrificación-desnitrificación.

Oxígeno necesario para la reducción de la DBO₅

Se compondrá de dos sumandos

Oxígeno necesario para la síntesis de las células proporcional al peso de la DBO₅ eliminada O1:

$$O1 = a \times L \times R / 100$$

en donde:

a	Coefficiente de necesidad de oxígeno para la síntesis de la materia orgánica disuelta, kg O ₂ por kg DBO ₅ y dependiente de la carga másica, Cm.	0,656	0,650
Cm	Carga másica	0,080	0,097
L	Peso de la DBO ₅ kg/día entrando en el reactor biológico	2.442	2.442 kg/día
R	Rendimiento de la eliminación de la DBO ₅ en el reactor biológico	89,95	89,95 %

Oxígeno necesario para la respiración de la masa celular, respiración endógena, proporcional a dicha masa.

$$O_2 = K_{re} \times V \times M$$

en donde:

K _{re}	coeficiente de respiración endógena Kg de oxígeno por Kg de MLSS y dependiente de la carga másica	0,055	0,065
C _m		0,080	0,097
V	Volumen del reactor biológico en m ³	7.600,00	7.600,00
M	Concentración media de fangos	4,0	4,0 g/l

Necesidades de oxígeno para la reducción de la DBO₅

Necesidades medias para la síntesis O ₁	1.440,68	1.427,50 kg O ₂ / día
Para la respiración endógena O ₂	1.672,00	1.976,00 kg O ₂ / día
Demanda de oxígeno total, O ₁ +O ₂	3.112,68	3.403,50 kg O ₂ / día
Demanda de oxígeno kg O ₂ / kg DBO ₅ eliminada	1,42	1,55

Oxígeno necesario para las operaciones de nitrificación-desnitrificación

El oxígeno necesario para el sistema de nitrificación y desnitrificación es la diferencia entre dos componentes, que son el oxígeno necesario para la oxidación total del amoníaco y del nitrógeno orgánico y el oxígeno recuperado por la desnitrificación de nitritos y nitratos a nitrógeno gas.

Debido a la nitrificación

$$ON = b (KgO_2 / Kg N-NTKox) * N-NTKox (Kg/día)$$

Siendo b:	4,57	4,57 kg O ₂ / kg N-N'
-----------	------	----------------------------------

Como consecuencia de la desnitrificación

$$ON' = d (Kg O_2 / Kg N-NO_3H reducido) * N-NO_3H reducido (Kg/día)$$

Siendo d:	2,80	2,80 kg O ₂ / kg N-N'
-----------	------	----------------------------------

Necesidades ON	1.169,20	1.155,14 kg O ₂ / día
Recuperado ON'	729,65	802,61 kg O ₂ / día
Oxígeno necesario para nitrificación-desnitrificación ON''	439,55	352,53 kg O ₂ / día

Necesidades totales de oxígeno

O total = O ₁ +O ₂ +ON-ON'	3.552,22	3.756,03 kg O ₂ / día
--	----------	----------------------------------

Resumen de necesidades de oxígeno

medias para síntesis de biomasa

Factor de carga puntual (según Pliego de Bases)	2	2
Necesidades puntas para la síntesis	120,06	118,96 kg O ₂ / h
Necesidades medias para respiración endógena	69,67	82,33 kg O ₂ / h
Necesidades puntas para nitrificación desnitrificación	36,63	29,38 kg O ₂ / h
Puntas totales	226,35	230,67 kg O ₂ / h

Capacidad de oxigenación

El aporte específico de los sistemas de aireación se establece en condiciones standard de laboratorio, por lo que es necesario calcular la capacidad real de oxigenación requerida, OC.

$$OC = OR \times Cs_{10} (Cs - CL)^{-1} \times (D_{10}/DT)^{0.5} \times (Po / Ph) \times a^{-1}$$

en donde:

Cs ₁₀	Concentración de la saturación de oxígeno en agua pura a 10°C	11,33	11,33 mg/l
Cs	Concentración de saturación de oxígeno en el reactor a la temperatura del licor mezcla, se consideran 13 y 23 °C		
	$Cs = B Cs_T = 0,95 Cs_T$		
	Cs _T	10,60	8,68 mg/l
	B Cs _T	10,07	8,25 mg/l
CL	concentración de oxígeno a mantener en el licor mezcla	2,00	2,00 mg/l
D ₁₀ , DT	coeficientes de difusión a 10 °C y T °C en nuestro caso		
	$(D_{10} / DT)^{0.5}$	0,946	0,786 m ² /seg
Po	Presión atmosférica a nivel del mar	760	760 mm Hg
Ph	Presión atmosférica a nivel de la E.D.A.R. (580 m)	707,27	707,27 mm Hg
a	coeficiente de intercambio entre licor mezcla y agua pura. Para difusores de burbuja fina	0,65	0,65

Resolviendo para nuestros valores

Capacidad de oxigenación media	7.795,30	8.847,44 kg O ₂ / día
	324,80	368,64 kg O ₂ / h
Capacidad de oxigenación punta	11.921,42	13.040,35 kg O ₂ / día
	496,73	543,35 kg O ₂ / h

Equipos de aireación

Difusores de burbuja fina:

El aire atmosférico contiene un 20,9% de oxígeno en volumen (23,9% en peso), su densidad

El rendimiento de difusores de membrana de burbuja fina puede estimarse por la profundidad de su sumergencia:

Caudal de aire unitario	Rendimiento específico	
2,00 Nm ³ /h	5,1 %/m de profundidad	
3,00 Nm ³ /h	4,7 %/m de profundidad	
4,00 Nm³/h	4,3 %/m de profundidad	
5,00 Nm ³ /h	3,9 %/m de profundidad	
Si el reactor tiene una lamina de agua de	4,50	4,50 m
Sumergencia de los difusores del orden de	4,28	4,28 m
Rendimiento de la difusión será	18,40	18,40 %
Necesidades de aire		
Necesidades medias	141.188,51	160.244,93 Nm ³ /día
Necesidades puntas	215.920,78	236.186,95 Nm ³ /día
Necesidades medias	5.882,85	6.676,87 Nm ³ /h
Necesidades puntas	8.996,70	9.841,12 Nm ³ /h
Se instalará	4 soplantes de dos velocidades, una de reserva, cada una de las cuales suministrará un caudal máximo de 3.750 Nm ³ /h a 5 m.c.a.	
Qmed de aire por difusor	2,26	2,57 Nm ³ /h
Qmáx de aire por difusor	3,46	3,79 Nm ³ /h
Nº total de difusores a instalar	2.600	2.600 Ud
Nº mínimo de difusores en cada reactor	1.300	1.300 Ud
Necesidades de potencia de agitación auxiliar		
Potencia auxiliar para asegurar la recirculación del licor mezcla (MLSS) en los reactores carrusel a una velocidad entre 0,3 y 0,4 m ³ /seg =	1,5 w/ m ³	
Luego la potencia de mezcla absorbida para un carrusel	5.700	5.700 w
Por lo tanto en cada carrusel se instalarán dos agitadores	3.000 w	
Se construirán dos reactores biológicos de canal continuo, tipo carrusel, con las siguientes características		
Características de los reactores		
Capacidad mínima total de los reactores	7.600 m ³	
Nº de reactores	2,00	
Capacidad mínima de cada reactor	3.800 m ³	
Altura de la lámina de agua	4,50 m	
Altura total de los reactores	5,00 m	
Superficie total mínima de los reactores	1.688,89 m ²	
Superficie total mínima de cada reactor	844,44 m ²	
Longitud recta	40,25 m	
Longitud total	56,25 m	
Anchura del canal	8,00 m	

8.- DECANTACION SECUNDARIA

Nº de líneas	2,00
Caudal medio horario	511 m ³ /h
Caudal máximo horario	828 m ³ /h
Forma del decantador	circular
Tipo	rasquetas

CALCULO SEGÚN LA NORMA ALEMANA ATV-A131

S.S. en el efluente < 30 mg/l implica qSV (carga volumétrica de fangos)=	425 l/m ² /h
SVI (Índice volumétrico de fangos) =	150,00 ml/g
M (concentración a mantener en el reactor) =	4,00 g/l
CSV (volumen comparativo de fangos) = M x SVI =	600,00 ml/l
qA (carga hidráulica) = qSV / CSV =	0,71 m/h
RV (Relación de recirculación) =	2,00
DSRS (Concentración de sólidos recirculados) =	6,00 g/l
DSTF (Concentración de sólidos en el fondo decantador) = DSRS / 0,7 =	8,57 g/l
tt (Tiempo de espesamiento) = (DSTF x SVI / 1000) ³ =	2,13 h
C (Concentración empírica) = 300 tt + 500 =	1.137,61 l/m ³
S = Q _{max} /qA =	1.168,94 m ²
Superficie necesaria por decantador	584,47 m ²
Diámetro necesario por decantador	27,28 m
Diámetro adoptado	28,00 m

Con estos valores obtenemos

Zona de agua clara	h ₁ =	(constante)	0,50 m
Zona de separación	h ₂ =	0,5*qA*(1+RV)/(1-CSV/1000)	2,66 m
Zona de almacenamiento	h ₃ =	0,45*qSV*(1+RV)/500	1,15 m
Zona de espesamiento	h ₄ =	qSV*tt*(1+RV)/C	2,38 m
Calado a 2/3 del radio	H _{tot} =		6,69 m

En nuestro caso particular, tenemos un aliviadero después de los desarenadores para derivar al by-pass general los caudales por encima del caudal punta de diseño, por lo tanto el factor h₃ podemos considerar que no es operativo.

Calado a 2/3 del radio	H _{tot} =	5,54 m
------------------------	--------------------	--------

En vertical de vertedero con pendiente en el fondo de un 10%

H _{vert}	5,08 m
Altura bajo vertedero adoptada	5,10 m

Unidades instaladas	2,00 Ud
Diámetro adoptado	28,00 m
Altura bajo vertedero adoptada	5,10 m
Tipo de decantador	Rasquetas
Superficie unitaria	615,75 m ²
Volumen decantador	3.140,34 m ³
Longitud vertedero	87,96 m
Velocidad ascensional real a caudal medio	0,42 m/h
Velocidad ascensional real a caudal máximo	0,67 m/h

10.- DESINFECCION DEL EFLUENTE FINAL

Caudal medio horario	511 m ³ /h
Caudal horario punta	828 m ³ /h

El sistema de desinfección del efluente final se empleará de forma esporádica (enfermedades infecto-contagiosas locales, etc.) por lo que se ha previsto la utilización de hipoclorito sódico. El tiempo de contacto previsto es de 20 minutos a caudal medio, la dosis de diseño es de 10 mg/l a caudal máximo y la autonomía prevista es de 15 días para el caudal medio diario.

Dosis a suministrar	10 mg/l
Tiempo de contacto a caudal medio	20 min
Cloro libre en hipoclorito sódico al 13%	160 g/l
Caudal de dosificación a caudal punta	51,75 l/h
Caudal de dosificación a caudal medio	31,95 l/h
Nº de bombas dosificadoras	2 Ud
Consumo diario de reactivo a caudal medio	767 l
Consumo de reactivo en 15 días	11.502 l

Se instalarán 2 bombas dosificadoras con dosificación automática proporcional al caudal de aguas residuales, de caudal variable de 0 a 50 l/h. El depósito de almacenamiento del reactivo desde la cisterna o contenedor de transporte.

Capacidad laberinto de cloración	170 m ³
Altura uel agua	2,50 m
Superficie del laberinto	68 m ²
Anchura del laberinto	4,00 m
Longitud útil del laberinto	17 m
Longitud real del laberinto (tabiques de 20 cm.)	19,00 m
Separación entre tabiques	1,50 m
Nº de canales	11,00
Nº de tabiques intermedios	10,00
Capacidad real del tabique de cloración	170 m ³
Tiempo real de contacto a caudal medio	20,00 min
Tiempo real de contacto a caudal punta	12,35 min

10.- MEDICION DE CAUDAL FINAL

Se instalará un medidor de caudal, tipo PARSHALL - FLUME, incluyendo el transmisor, el totalizador y el registrador correspondientes.

Caudal máximo a medir	828,00 m ³ /h
Anchura de garganta	9,00 pulgadas
Caudal mínimo de medida	9,00 m ³ /h
Caudal máximo de medida	1.200,00 m ³ /h
Elementos de lectura y registro	ultrasonidos

11.- MANEJO DE FANGOS

RECIRCULACION DE FANGOS

En el reactor biológico deberá mantenerse la concentración M fijada en 4,00 g/l mediante el caudal de recirculación proveniente de los decantadores secundarios, que regresan al biológico con una concentración Mr. De acuerdo con este principio tenemos:

$$Q_r \times M_r = (Q + Q_r) M$$

$$Q_r \times (M_r - M) = Q \times M$$

$$R (\% \text{ Q medio}) = (Q_r / Q) \times 100 = (M / (M_r - M)) \times 100$$

Donde teniendo los datos de

$$M = 4,00 \text{ g/l}$$

$$M_r = 6,00 \text{ g/l}$$

Obtenemos

$$R = 200 \%$$

Se instalarán tres bombas, una de reserva, especiales (que no rompan el flóculo) capaz cada una de ellas para un caudal 511 m³/h, pudiendo funcionar en paralelo, con medidor de caudal de recirculación con indicador, registrador y totalizador de control. Temporizadores programables en ciclos de 48 horas.

PRODUCCION DE FANGOS EN EXCESO Y BOMBEO

DBO ₅ entrada al biológico	2.441,53	2.441,53 kg/día
Carga másica (kg DBO ₅ / kg MLSS x día)	0,080	0,097 kg/día
DBO ₅ eliminada en el biológico	2.196	2.196 kg/día
Producción de fangos en exceso teórica de cálculo	1.520	1.900 kg/día
Producción de fangos en exceso adoptada	1.900	1.900 kg/día
Relación fango producido/DBO ₅ eliminada	0,87	0,87
Concentración del fango	6,00	6,00 g/l
Volumen diario	317	317 m ³ /día
Número de bombas en servicio	2,00	2,00 Ud
Número de bombas en reserva	1,00	1,00 Ud
Horas de purga	6,00	6,00 h
Caudal a bombear	52,78	52,78 m ³ /h
Caudal unitario por bomba adoptado	27,00	27,00 m ³ /h
Caudal de bombeo	54,00	54,00 m ³ /h

12.- ESPESAMIENTO DE FANGOS

Fangos a espesamiento	1.900	1.900 kg/día
Caudal diario de fangos	317	317 m ³ /día
Nº de espesadores	1,00	1,00 Ud
Carga de fangos	50,00	50,00 kg/día x m ²
Superficie necesaria por línea	38,00	38,00 m ²
Diámetro necesario por carga de fangos	6,96	6,96 m
Carga hidráulica teórica	0,80	0,80 m ³ /m ² /h
Superficie necesaria por carga hidráulica	67,50	67,50 m ²
Diámetro necesario por carga hidráulica	9,27	9,27 m
Diámetro adoptado	11,00	11,00 m
Superficie real por espesador	95,03	95,03 m ²
Carga hidráulica real	0,57	0,57 m ³ /m ² /h
Carga de sólidos real	19,99	19,99 kg/día x m ²
Tiempo de retención mínimo	24,00	24,00 horas
Volumen del espesador mínimo necesario	316,67	316,67 m ³
Altura del espesador mínima necesaria	3,33	3,33 m
Altura espesador adoptada	3,5	3,5 m
Volumen recto espesador adoptado	332,62	332,62 m ³
Tiempo de retención medio	25,21	25,21 horas
Concentración de fango espesado	30,00	30,00 kg / m ³
Volumen fangos espesados	63,33	63,33 m ³ /día
Destino sobrenadantes		cabecera instalación

13.- DESHIDRATACION DE FANGOS

Peso de fangos a deshidratar	1.900	1.900 kg/día
Concentración de entrada	30,00	30,00 g/l
Volumen de fangos deshidratar	63,33	63,33 m ³ /día
Días semanales de secado	5,00	5,00 días
Horas diarias de secado	8,00	8,00 h
Carga diaria	2.660,00	2.660,00 kg/día
Carga horaria	332,50	332,50 kg/h
Volumen horario	11,08	11,08 m ³ /h
Tipo de secado	centrífuga	centrífuga
Nº de centrífugas	1,00	1,00 Ud
Caudal unitario necesario de centrífuga (65% Q nominal)	17,05	17,05 m ³ /h
Caudal unitario de centrífuga adoptado	18,00	18,00 m ³ /h
Concentración de fango seco	25,00	25,00 %

Bombas de fangos

Tipo	Tornillo helicoidal	
Nº de unidades a instalar	2,00	2,00 Ud
Nº de unidades en servicio	1,00	1,00 Ud
Caudal máximo de bombeo a deshidratación	11,08	11,08 m ³ /h
Rango de caudal unitario	4-12	4-12 m ³ /h
Altura manométrica	7,00	7,00 mca

Acondicionamiento de fangos. Polielectrolito.

La concentración de polielectrolito necesaria para conseguir la floculación adecuada de fango a deshidratar se estima, según experiencia, entre 2 y 6 kg/Tm MS

Peso diario de fango a deshidratar	1.900,00 kg/día
Peso diario de MS por día útil	2.660,00 kg/día
Dosis máxima prevista (kg/Tm M.S.)	5,00
Dosis media prevista (kg/Tm M.S.)	3,00
Consumo polielectrolito máximo (kg/día de secado)	13,30
Consumo polielectrolito medio (kg/día de secado)	7,98
Consumo medio polielectrolito por semana	39,90 kg/sem

Solución madre al 0,5 % (5 g/l), diluida en la línea de dosificación al 0,1% (1 g/l)

Consumo de solución madre de polielectrolito (0,5%)	5,00 g/l
Dosis máxima prevista	2.660,00 l/día
Dosis máxima prevista	332,50 l/h
Dosis media prevista	1.596,00 l/día
Dosis media prevista	199,50 l/h

Equipos de preparación	
Consumo medio diario solución madre	1.596,00 l/día
Nº unidades preparación automática	1,00 Ud
Capacidad de la unidad compacta	1.700 l/día

Almacenamiento del reactivo en gránulo	
Presentación del reactivo	sacos de 25 Kg
Peso a almacenar (15 días dosis media)	119,70 kg
Peso a almacenar (9 días dosis máxima)	119,70 kg

Bombas dosificadoras de polielectrolito

Nº de unidades a instalar	2
Nº de unidades en funcionamiento	1
Caudal unitario (regulable 30 a 500 l/h)	
Dosis media	199,50 l/h
Dosis máxima	332,50 l/h

14.- SOBRENADANTES.

Se trata de un sistema de bombeo automático para impulsar a la cabecera de la instalación todas las aguas sobrantes producidas como resultado del funcionamiento de los decantadores y espesador de fangos, retirando los sobrenadantes y así incluirlos de nuevo en el proceso.

Datos básicos de los equipos de bombeo:

Nº de unidades instaladas	2 Ud
Nº de unidades de reserva	1 Ud
Caudal unitario	10 m ³ /h
Presión de trabajo	7 m.c.a.