

MEMORIA

1	ANTECEDENTES	4
2	OBJETO DEL PROYECTO MODIFICADO	5
3	CONSIDERACIONES GENERALES	6
4	BASES DE PARTIDA	8
4.1	Datos básicos	8
4.2	Caudales.....	8
4.3	Contaminación.....	8
4.4	Resultados a obtener.....	9
5	SOLUCION ADOPTADA	10
5.1	Línea de agua.....	11
5.2	Línea de fangos.....	12
5.3	Obras complementarias.....	13
6	DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS E INSTALACIONES	16
6.1	Línea de agua.....	16
6.1.1	Obra de llegada y by-pass general.....	16
6.1.2	Pre-desbaste en un pozo de gruesos.....	16
6.1.3	Pozo de bombeo de agua bruta	17
6.1.4	Tanque de tormentas y laminación	17
6.1.5	Pretratamiento compacto	18
6.1.6	Desbaste de emergencia.....	20
6.1.7	Medición de caudal.....	20
6.1.8	Tratamiento biológico anaerobio por UASB	21
6.1.9	Tratamiento biológico por fangos activados	23
6.1.10	Decantación secundaria	25

6.1.11	Depósito de agua tratada	26
6.1.12	Medición del caudal del agua tratada.....	26
6.2	Línea de fangos	27
6.2.1	Recirculación de fangos	27
6.2.2	Purga del exceso de fangos	27
6.2.3	Espesamiento de fangos	27
6.2.4	Deshidratación de fangos.....	28
6.3	Servicios e instalaciones auxiliares	30
6.3.1	Agua potable	30
6.3.2	Agua de servicio industrial y de riego.....	30
6.3.3	Red de pluviales	30
6.3.4	Red de aire comprimido	30
6.3.5	Pasarelas y pórticos	31
6.3.6	Conducciones de fangos	31
6.3.7	Vaciados y drenajes	31
7	CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA OBRA CIVIL	32
7.1	Mejora de la capacidad portante del terreno de cimentación de las balsas existentes	32
7.2	Movimiento de tierras	33
7.3	Tanques y depósitos.....	33
7.4	Edificaciones.....	34
7.5	Conducciones	34
7.6	Urbanización.....	35
7.7	Jardinería.....	35
7.8	Instalaciones eléctricas.....	35
7.8.1	Línea de alta tensión y centro de transformación.....	35
7.8.2	Cuadro general de baja tensión	36

7.8.3	Condensadores	36
7.8.4	Distribución de alumbrado y fuerza	36
7.9	Instrumentación, automatismo y control	39
7.9.1	Instrumentación	39
7.9.2	Automatismo y Control	40
8	ETAPAS DE DESARROLLO DEL PROYECTO, OBRA Y EXPLOTACIÓN.....	42
8.1	CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS E INSTALACIONES	42
8.2	PUESTA A PUNTO	42
8.3	EXPLOTACIÓN	43
9	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	45
10	PLAZO DE EJECUCIÓN	46
11	CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA	47
12	REVISIÓN DE PRECIOS	48
13	PRESUPUESTOS COMPARADOS	49
14	DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA	50

1 ANTECEDENTES

En el mes de Abril de 2009 se presenta por parte de DFM AGUAS S.L., que es la empresa adjudicataria de las obras de “REDACCIÓN DE PROYECTO Y OBRAS DE CONSTRUCCIÓN DE LA AMPLIACIÓN DE LA EDAR DE MONDÉJAR (GU)”, el correspondiente PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN con número de expediente ACLM/01/PO/005/08, como parte fundamental y preliminar del contrato suscrito con la entidad pública AGUAS DE CASTILLA LA MANCHA, para definir técnica y económicamente las obras necesarias para ampliar las infraestructuras existentes de saneamiento y depuración a la población de Mondéjar (Guadalajara) tomando como pautas las consideradas en el Proyecto de Licitación y el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del mencionado concurso.

Durante el plazo de redacción del correspondiente proyecto de construcción se observan una serie de deficiencias técnicas en las instalaciones existentes, las cuales son corroboradas posteriormente, así como una modificación en la legislación vigente sobre vertidos a cauces públicos en la Comunidad Autónoma de Castilla La Mancha, que hace necesaria la reestructuración y redefinición de las obras objeto de proyecto.

2 OBJETO DEL PROYECTO MODIFICADO

Se redacta el presente proyecto modificado para solventar las eventualidades, tanto técnicas como normativas, surgidas en la fase de redacción de proyecto y antes de dar comienzo a las obras de Ampliación de la E.D.A.R., y que se relacionan a continuación:

- Se observan elevadas pérdidas de líquido por fisuración y agrietamiento del hormigón armado en las actuales balsas de tratamiento anaerobio, las cuales se confirma posteriormente que han sufrido asientos diferenciales en el terreno de cimentación.
- Los caudales y los valores de contaminación afluentes precisan de una mayor capacidad de tratamiento del agua residual, tanto para absorber en la instalación la mayor cantidad de aguas pluviales posible antes de su derivación, de manera que la dilución de su eventual vertido sea máxima, así como para laminar y poder corregir los vertidos puntuales excesivamente contaminados procedentes de la red de saneamiento.
- La inclusión de la zona de proyecto dentro de las “zonas sensibles” a las que se refiere el Real Decreto 509/1996, de 15 de marzo, de desarrollo del Real Decreto-Ley 11/1995, de 28 de diciembre por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de aguas residuales urbanas.

3 CONSIDERACIONES GENERALES

Para la ejecución del presente Proyecto Modificado n°1 se ha tomado como base de partida la siguiente documentación:

- ✓ Los datos de base considerados basándose en la campaña realizada en el P.P.T.P. del concurso para determinar los caudales y la composición de las aguas residuales así como los criterios de dimensionamiento tanto de las redes de saneamiento como de las instalaciones de depuración descritas en éste.
- ✓ El Proyecto de Licitación del concurso.
- ✓ Las modificaciones de la legislación vigente y del estado de las instalaciones existentes desde la fecha de licitación del concurso a la fecha en la que se redacta el Proyecto de Construcción.

La planta depuradora existente fue diseñada para un caudal diario de tratamiento de 900 m³ y comprende, en orden cronológico del proceso, los siguientes elementos unitarios:

- a) Arqueta de recepción de agua residual bruta con aliviadero de caudales en exceso.
- b) tamiz de desbaste de finos, luz de paso de 3 mm y de limpieza automática y, para emergencias, una reja de gruesos de limpieza manual en bypass.
- c) Pozo de bombeo de elevación de los vertidos.
- d) Dos tamices de tambor rotativo en paralelo; cada tamiz tiene una luz de paso de 3 mm.
- e) Tres lagunas/estanques anaerobias, cada una con una capacidad del orden de 900 m³.
- f) Dos lechos bacterianos de 10 m de diámetro cada uno con unos 200 m³ de relleno de elementos plásticos como medio de soporte de la biomasa.
- g) Un decantador secundario circular de 9 m de diámetro.

- h) Un filtro banda de 1 m de ancho de banda, con dosificación de polielectrolito, para la deshidratación de los fangos digeridos, almacenados y compactados en el fondo de las citadas lagunas anaerobias.

El efluente final tratado actualmente por la EDAR no es de buena calidad y no reúne los límites de descarga definidos por la legislación vigente; son varias razones, las más importantes de las cuales son:

- ✓ Sobrecarga, tanto hidráulico como de materia orgánica.
- ✓ Alto porcentaje, sobre todo en momentos puntuales, de vertidos de carácter industrial, principalmente de las bodegas de vino y de las almazaras de aceite de oliva.
- ✓ Funcionamiento muy variable, tanto de las lagunas anaerobias como de los lechos bacterianos.

La parcela ocupada por la EDAR es muy pequeña, con lo que quedan muy limitadas las posibilidades de realizar nuevas construcciones; no hay posibilidad de extender la parcela fuera de sus bordes actuales. Al mismo tiempo, es evidente que es conveniente aprovechar, dentro de lo técnica y económicamente razonable, los elementos actualmente construidos.

La mayoría de los vertidos industriales actuales están muy altamente contaminados, teniendo concentraciones de materia orgánica muy superiores a las de los vertidos urbanos. Evidentemente, dichas industrias deberán instalar sus propias plantas depuradoras, con objeto de reducir dichas concentraciones a un nivel más parecido al de los vertidos urbanos. Aun así, pueden presentar problemas para la depuradora municipal, ya que contienen celulosa, taninos y materias vegetales que no se eliminan en los procesos aerobios normalmente empleados; dichos productos y materias si se eliminan en procesos anaerobios.

Concluimos que, a pesar del bajo rendimiento de las lagunas anaerobias existentes, es interesante mantener un sistema anaerobio, aunque solo sea como una primera etapa de depuración biológica.

4 BASES DE PARTIDA

Las Bases de Partida de dimensionamiento coinciden con las adoptadas en el Proyecto de Construcción excepto en lo referente a los resultados a obtener, en los cuales se deberá proceder, además, a la reducción del vertido de fósforo orgánico total por debajo de 2 mg/l.

4.1 Datos básicos

Los datos básicos de población y caudales se pueden establecer en:

DATOS BÁSICOS	ACTUAL	AMPLIACIÓN
Población (habitantes equivalentes)	4.500	9.000
Dotación (litros/habitante equivalente/día.)	200	200

4.2 Caudales

Los datos básicos de población y caudales se pueden establecer en:

CAUDALES DE DISEÑO	ACTUAL	AMPLIACIÓN
Volumen diario a depurar (m ³ /día):	900,0	1.800,0
Caudal medio horario (m ³ /h):	37,5	75,0
Coeficiente punta:	2,0	2,0
Caudal punta (m ³ /h):	75,0	150,0
Caudal máximo en pretratamiento (m ³ /h):	75,0	150,0
Caudal máximo en tratamiento biológico (m ³ /h):	75,0	150,0
Caudal máximo admisible en E.D.A.R. (m ³ /h):	375,0	750,0

4.3 Contaminación

Las concentraciones y cargas contaminantes consideradas:

CONTAMINACIÓN	ACTUAL	AMPLIACIÓN
DBO ₅ (mg/litro):	450,0	450,0
DBO ₅ (kg/día):	405,0	810,0
MSS (mg/litro):	400,0	400,0
MSS (kg/día):	360,0	720,0
N-NTK (mg/litro):	80,0	80,0
N-NTK (kg/día):	72,0	144,0
P (mg/litro):	12,0	12,0
P (kg/día):	10,8	21,6

4.4 Resultados a obtener

El efluente de la E.D.A.R. cumplirá como mínimo con los siguientes límites de vertido:

DBO ₅ (mg/litro)	25
DQO (mg/litro)	125
MSS (mg/litro):	35
N-NTK (mg/litro):	15
P (mg/litro):	2
pH:	6-9

Así mismo, los fangos resultantes del proceso de tratamiento deberán ser dispuestos al exterior con unas características mínimas de:

Sequedad (% MSS)	20
Estabilidad (% MV)	60

5 SOLUCION ADOPTADA

En primer lugar y, cerciorándonos de que el caudal que es capaz de transportar el emisario de llegada a la actual E.D.A.R. es de al menos 10 veces el caudal medio de tratamiento considerado, se construirá un tanque de tormentas de retención de aguas pluviales, el cual deberá ser capaz de retener, por un tiempo suficiente, las aguas pluviales procedentes de las primeras precipitaciones, las cuales suelen contener una mayor concentración de contaminación asociada.

Los nuevos procesos de tratamiento a construir se protegerán con sistemas de desbaste exhaustivos y con un sistema de desarenado y desengrase, desde el cual se procederá a un tratamiento biológico en dos etapas.

Como primera etapa del tratamiento biológico, se propone convertir una de las lagunas anaerobias en un reactor biológico anaerobio del tipo UASB (flujo ascendente atravesando una manta/capa inferior de fangos anaerobios). Los vertidos se inyectan en la manta de fangos en toda la superficie del reactor, muy cerca de su fondo; el reactor, por lo tanto, sirve también para homogeneizar la composición de los vertidos. La capacidad de una de las lagunas es muy superior a la capacidad mínima necesaria en nuestro caso.

Como segunda fase del tratamiento biológico, las dos lagunas restantes se convertirán en reactores de flujo pistón de fangos activados en aeración prolongada, incorporando zonas anóxicas y zonas óxicas, para asegurar la completa nitrificación y desnitrificación de los vertidos. Esta segunda fase se complementará con una precipitación química de fósforo mediante la adición de un coagulante.

Los dos lechos bacterianos existentes se convertirán en decantadores secundarios y el decantador secundario actual se empleará como un espesador de fangos por gravedad.

La EDAR ampliada producirá más fangos que el filtro-banda podría deshidratar, por lo que se sustituirá éste por una deshidratación de fangos mediante centrifugación.

En lo que a las distintas líneas de tratamiento se refiere, podemos diferenciar:

5.1 Línea de agua

La línea de tratamiento del agua residual constará de los siguientes procesos y/u operaciones unitarias:

- a) Arqueta de llegada para el colector; dicha arqueta está dotada de la compuerta necesaria para desviar el afluente al by-pass general de la planta.
- b) Desbaste de sólidos muy gruesos, en un pozo de gruesos; los residuos retenidos se extraen con una cuchara bivalva electro-hidráulica.
- c) Elevación de las aguas residuales, por bombeo automático mediante 3 (2 + 1) bombas centrífugas sumergibles.
- d) Derivación por rebose hidráulico al tanque de tormentas y homogenización, en momentos de elevado caudal de llegada (superior al caudal máximo admisible por el pretratamiento) ó alta contaminación de entrada (valores de pH o COT superiores al máximo prefijado).
- e) Reincorporación del caudal derivado al tanque de laminación de caudales y contaminación al pretratamiento mediante 2 (1 + 1) bombas centrífugas sumergibles y una bomba auxiliar de achique.
- f) Desbaste, desarenado y desengrase en una planta compacta prefabricada. Se tamiza el agua residual de entrada mediante un tamiz inclinado de tornillo con luz de paso 1 mm. con limpieza mecánica e hidráulica, dotado de un transportador-compactador de residuos; la aglomeración de las grasas se produce por aeración, la cual produce un flujo helicoidal a través del largo del desarenador. Las arenas acumuladas se extraen con un tornillo/clasificador y se transfieren a un contenedor para su transporte posterior al vertedero. Las grasas aglomeradas y los flotantes se purgan de forma intermitente con un barredor de superficie y se transfieren a un contenedor para su transporte posterior al vertedero, conjuntamente con las arenas y con los residuos de los tamices.
- g) Desbaste de emergencia de sólidos finos en un tamiz horizontal rotativo, con luz de paso idéntica al anterior. Los residuos eliminados se conducen a un contenedor mediante un transportador-compactador sinfín para su transporte posterior al vertedero.

- h) Medición del caudal de aportación al tratamiento biológico, "en línea", por vía electromagnética.
- i) Tratamiento biológico anaerobio de primera etapa en un digestor anaerobio UASB rectangular.
- j) Tratamiento biológico aerobio de segunda etapa por fangos activados en aeración prolongada en dos reactores rectangulares de flujo pistón con nitrificación y desnitrificación biológica y precipitación química del fósforo.
- k) 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 de los decantadores y se barre a sendas pocetas centrales.
- l) Medición del caudal de salida de la E.D.A.R., "en línea", por vía electromagnética.
- m) Depósito de almacenamiento de agua tratada y bombeo de agua industrial.

5.2 Línea de fangos

La línea de tratamiento de los fangos producidos constará de los siguientes procesos y/u operaciones unitarias:

- a) Recirculación de fangos biológicos mediante 3 (2 + 1) bombas centrífugas horizontales y recirculación interna de licor mixto mediante 1 bomba centrífuga sumergible por balsa (reserva en almacén).
- b) Los fangos anaerobios acumulados en los cuencos en el fondo del digestor anaerobio UASB se extraerán por gravedad de forma automática, a través de válvulas de guillotina de accionamiento neumático; dichos fangos se conducen, también por gravedad, al espesador de fangos por gravedad.
- c) Los fangos activados acumulados en el fondo de los dos decantadores secundarios se extraerán de forma automática, a través de válvulas de guillotina de accionamiento neumático, siendo conducidos por bombeo al espesador de fangos por gravedad.

- d) Los fangos mixtos (primarios procedentes del UASB y biológicos en exceso y resultantes de la precipitación del fósforo procedentes de los clarificadores) se espesarán en el actual decantador transformado en espesador con mecanismo de rasquetas y se extraerán mediante 2 (1 + 1) bombas volumétricas de tornillo helicoidal para enviarlos a deshidratación. Las aguas sobrenadantes del espesador (decantador transformado) se conducen a la cabecera de la planta.
- e) Deshidratación mecánica de los fangos espesados, previo acondicionamiento con polielectrolito, en 2 (1+1) centrifugadoras que descargarán los fangos deshidratados en un tornillo transportador que los descargará en una bomba volumétrica de tornillo sinfín-helicoidal que los elevará a una tolva de almacenamiento. El agua separada se conduce a la cabecera de la planta, conjuntamente con el agua sobrenadante del espesador de fangos. La torta de fangos se almacena en una tolva, para su transporte posterior al vertedero por camión.

5.3 Obras complementarias

Como obras complementarias se pueden citar las siguientes:

- a) Mejora de la capacidad portante del terreno de cimentación de las balsas existentes para detener y evitar el asentamiento de éstas.
- b) Movimiento general de tierras incluyendo muro pantalla para construcción del depósito de tormentas.
- c) Demoliciones y restauración de los depósitos existentes utilizados para la nueva línea de tratamiento.
- d) Red de flotantes y sobrenadantes.
- e) Red de vaciados.
- f) Centro de seccionamiento y transformación.
- g) Líneas de fuerza y mando.
- h) Instrumentación y sistema de control y supervisión.
- i) Alumbrado exterior e interior de los edificios.
- j) Urbanización y cerramiento.

La planta depuradora se ha diseñado para los caudales y los niveles de contaminación previstos en el año horizonte, teniendo en cuenta las instalaciones existentes.

Se ha diseñado y dimensionado el proceso de manera que se aprovechan en un alto porcentaje las instalaciones existentes, sobre todo los depósitos. Así mismo, no será necesaria para la ocupación de una mayor superficie de lo que actualmente suponen las instalaciones de la E.D.A.R.

La reutilización de los depósitos de las balsas anaerobias existentes exige la corrección de la capacidad portante del terreno donde están cimentadas ya que durante el proceso de licitación y adjudicación del presente contrato se detectaron asientos diferenciales en éstas.

Todo el pretratamiento se situará a una cota lo suficientemente elevada para alcanzar la línea de carga hidráulica de la siguiente etapa de tratamiento que se situará en las actuales lagunas anaerobias.

De las actuales balsas anaerobias, la central pasará a ser un digestor anaerobio UASB y las laterales, dos reactores de oxidación con zona anóxica y aerobia y recirculación del licor mixto. Se construirá un nuevo pozo de bombeo de fangos y vaciados.

El agua residual pasará a dos clarificadores (reformados de los lechos bacterianos existentes) y de allí a un depósito de agua tratada, medida de caudal y vertido.

Para el tratamiento de fangos se ha previsto un espesamiento por gravedad (actual decantador secundario reformado) y deshidratación por centrifugación mecánica con almacenamiento de los fangos secos en una tolva elevada.

En cuanto a las edificaciones y nuevos elementos a ejecutar, se construirá la obra de llegada, pozo de gruesos y elevación de agua bruta y un depósito de tormentas y homogenización de agua residual semicubierto, sobre cuya losa superior y ocupando parcialmente su superficie, se ejecutará el nuevo edificio de pretratamiento y tratamiento de fangos. Para evitar elevados volúmenes de desmonte y la afección a la parcela anexa, se ejecutará un muro pantalla de contención de tierras durante el periodo de ejecución de este conjunto.

También en otro lugar con mínimas interferencias con las instalaciones existentes, se construirá un nuevo edificio semienterrado para ubicación de los equipos de aireación,

de recirculación y bombeo de fangos en exceso y para ubicación del nuevo armario eléctrico de protección y control de las instalaciones.

Además, se reformará el edificio polivalente existente para convertirlo en edificio de control y personal.

Así mismo se remodelarán e impermeabilizarán los depósitos que se utilizarán en la ampliación y se demolerán las cámaras, depósitos y conducciones existentes que no vayan a ser utilizados en la ampliación.

Se ejecutarán todas las instalaciones auxiliares necesarias para dotar de servicio a los nuevos elementos de proceso (red de vaciados, red de flotantes y sobrenadantes, aumento de la potencia de transformación, armarios eléctricos y cableado a receptores, urbanización y ajardinamiento).

Se tendrán en cuenta especialmente las interferencias con las instalaciones existentes, desarrollando las obras a ejecutar de manera que se mantengan la mayor parte de los procesos de depuración durante el máximo tiempo posible.

6 DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS E INSTALACIONES

6.1 Línea de agua

Los procesos y elementos unitarios de los que constará la línea de agua de la EDAR, serán los siguientes:

6.1.1 Obra de llegada y by-pass general.

El agua residual bruta ingresará en la E.D.A.R. en una cámara previa la cual se conectará en el momento oportuno al colector de llegada. Esta arqueta funcionará también como by-pass general de la planta en caso necesario; para ello se montará a la salida de la misma hacia el pozo de gruesos, una compuerta mural de accionamiento manual.

6.1.2 Pre-desbaste en un pozo de gruesos.

El caudal de aguas residuales a tratar se conduce, directamente, a un pozo de gruesos, cuyo objeto principal es el de proteger las bombas de elevación, eliminando todos los sólidos y objetos que, por su tamaño y/o naturaleza, podrían dañar dichas bombas.

Se construirá un único pozo de gruesos, cuya capacidad útil es de unos 44,0 m³, con lo que el tiempo de retención máxima, a caudal punta en el año horizonte, es de 3 minutos. La superficie del pozo es de 8 m², con la que la velocidad ascensional máxima de los vertidos es del orden de 90 m/h para el caudal total de entrada que se cifra en 10Q_m o lo que es lo mismo 750 m³/h.

Los sólidos acumulados, los que incluyen partículas de arenas de tamaño superior a 0,3 mm, se extraen con una cuchara bivalva de 100 litros, manipulado con un polipasto eléctrico y accionado por una central hidráulica con botonera local; dichos residuos se almacenan en un contenedor para su transporte posterior al vertedero.

En la salida del pozo, se monta una reja de barrotes, con luz de paso de 60 mm y de limpieza manual; dicha reja retiene los sólidos grandes, incluyendo los flotantes.

El caudal de aguas residuales a tratar pasa al pozo de bombeo, para su elevación al resto de los procesos de pretratamiento y depuración.

6.1.3 Pozo de bombeo de agua bruta

El citado pozo está dotado de tres bombas sumergibles de paso integral, dos de las cuales tiene la capacidad de elevar el caudal máximo de diseño que se ha previsto para el año horizonte (150 m³/h); su funcionamiento es automático, en cascada. El punto de servicio unitario de las bombas es 75 m³/h a 12 mca..

El funcionamiento automático del bombeo se controla por interruptores de nivel montados en éste. En caso de fallo eléctrico u otra emergencia, el citado pozo de bombeo está dotado de un rebosadero en alto nivel, que conduce los vertidos al tanque de tormentas y laminación de caudales y contaminación.

6.1.4 Tanque de tormentas y laminación

Anexo al pozo de elevación se diseña un tanque de tormentas cuya función será doble: en primer lugar, la de almacenar el agua residual que entra en la E.D.A.R. y que no puede ser elevada a pretratamiento en el pozo de bombeo previo ya que excede el caudal de bombeo; en segundo lugar, recibir el agua residual bruta en momentos de contaminación elevada para poder proceder a su homogenización y ajuste de pH en caso necesario (mediante dosificación de álcali).

El caudal de agua residual que accede al pozo de bombeo será elevado a pretratamiento excepto el que exceda del caudal máximo admitido por éste (150 m³/h), el cual se derivará por vertedero de pared delgada al tanque de tormentas. Este se podrá llenar hasta una capacidad máxima de aproximadamente 534 m³, volumen a partir del cual, el caudal restante se aliviará a vertido. Este depósito tendrá una autonomía de 55 minutos a 8Q_m que es la diferencia entre el caudal máximo de dilución de llegada y el elevado a pretratamiento.

En el vertedero de alivio a vertido (que funcionará en caso de llenado completo del depósito de laminación) se instalará un tamiz estático con malla tipo “Johnson” de 6 mm de luz de paso y limpieza hidráulica a presión. El depósito contará con una cámara de bombeo que, en el momento en el que el caudal de llegada retorne a su valor nominal, enviará el agua retenida en el tanque a pretratamiento, introduciéndolo en la línea de proceso. El citado equipo estará formado por dos bombas sumergibles de paso integral, una de ellas en reserva activa, idénticas a las del pozo de bombeo de agua bruta de forma que sean intercambiables y compartan accesorios con éstas.

En dicho tanque se diseña una formación de pendientes que conduzcan la lámina de agua, por pequeña que ésta sea, hacia la cámara de bombeo, la cual contará con una pequeña bomba con camisa de refrigeración que evitará la retención de agua y la formación de sedimentos y costras de sólidos en el fondo.

Así mismo, cuando se detecte una punta de contaminación injustificada en el agua bruta de llegada (mediante la instalación de un medidor de pH y un medidor de DQO por espectrometría) las bombas de elevación del pozo de llegada se detendrán y se permitirá el paso del agua al mismo tanque, el cual actuará como depósito de laminación y ajuste de contaminación.

Una vez restablecidas las condiciones nominales de contaminación o previamente a que se produzca el alivio del caudal de agua retenida en el tanque se podrá vaciar éste mediante la elevación del agua retenida al pretratamiento.

El caudal máximo de entrada al pretratamiento no excederá de los 150 m³/h, el cual se conseguirá mediante el funcionamiento controlado de las bombas de elevación principales y las del tanque de tormentas y laminación.

6.1.5 Pretratamiento compacto

El agua residual se impulsará hacia una planta compacta compuesta de desbaste de sólidos finos y de desarenado-desengrasado. Esta se introduce en el equipo a través de una conexión embridada ubicada en la zona de desbaste, consistente en un tamiz de 1 mm de luz de paso que gracias a su inclinación permite una óptima separación de sólidos, flotantes, sedimentos y materias en suspensión. El equipo dispone de un sistema integrado de lavado del residuo en el área de tamizado, que comprende las fases de lavado preliminar, lavado a presión y limpieza fina. Las tres áreas de lavado disponen de boquillas de agua a presión, y funcionan íntimamente coordinadas con la opción de ser programadas en el panel de control central.

El lavado de los residuos obtiene, por tanto, una separación de la materia orgánica soluble del residuo sólido que actúa como soporte, que es devuelta al flujo de agua tamizada (pasando por tanto a ser sustrato en la etapa biológica), así como un residuo sólido más puro e inodoro.

El tornillo de extracción transporta, deshidrata y compacta los residuos, depositándolos en un contenedor, reteniendo por completo los olores. Los grados de sequedad alcanzados en el residuo son del 40 % MS.

El desarenador / desengrasador es un compacto prefabricado del tipo aireado, de flujo helicoidal en una sección transversal trapezoidal; la unidad es rectangular en planta. Se instalará un solo desarenador.

En un lateral se montan difusores de aire de burbuja gruesa, tipo NON-CLOG, los que se alimentan con una soplante de canal lateral; 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. La aeración tiene tres efectos principales, que son:

- a) impone un flujo helicoidal a lo largo del desarenador, lo que mantendrá en suspensión los sólidos de tipo orgánico pero que permitirá sedimentar partículas densas, tales como las partículas de arenas.
- b) ayuda en liberar la suciedad orgánica de las partículas de arenas.
- c) coagula y aglomera las partículas de grasas de tamaño coloidal y semicoloidal a globulitos que tienen la capacidad de subir a la superficie y flotar; dichas grasas flotantes se acumulan como "una costra" flotante, retenido dentro del desarenado por una pantalla deflectora transversal; las grasas acumuladas se extraen periódicamente de forma automática por un barredor de superficie de cadenas y rasquetas.

La parte inferior de esta planta compacta está formada en un cuenco tronco-piramidal, por donde se acumulan y concentran las arenas finas no eliminadas por el tamiz; dichas arenas se extraen del cuenco, intermitentemente y de forma automática, por un tornillo helicoidal entubado.

El efluente de esta planta compacta, libre de arenas, grasas y sólidos de tamaño significativo, se conduce, a dos tamices rotativos de afino para asegurar la mínima llegada de sólidos al digestor UASB.

El depósito de este elemento se construye de acero inoxidable, AISI 304, las cadenas y los piñones del barredor de superficie se construyen de nylon y las rasquetas se construyen de acero inoxidable terminado en goma vitón. Además de las ventajas ya descritas, esta unidad se maneja con un carro de uñas y es fácilmente transportable.

Toda la unidad funciona de forma automática y tiene incorporado su propio cuadro de mandos con autómatas programables (PLC).

Los residuos extraídos por la planta compacta descargarán por gravedad en sendos contenedores situados en una sala del edificio de pretratamiento y fangos.

Todo el equipamiento de pretratamiento se ubicará elevado sobre la cota de explanación, en una cubierta transitable, de forma que a partir de éste elemento el agua residual discurra por gravedad durante todos los siguientes procesos.

6.1.6 Desbaste de emergencia

Como elemento de emergencia del desbaste, en caso de avería u operaciones de mantenimiento en el elemento principal, se instalará un tamiz rotativo auto-limpiante, capaz de tratar el caudal máximo de pretratamiento. Se instalarán válvulas de compuerta de accionamiento manual para permitir el paso por el elemento principal o el de emergencia.

Los residuos de los tamices se transportan mediante un tornillo compactador hasta la descarga de sólidos diseñada para el elemento principal y descargarán, por tanto, en el mismo contenedor. Disponen, asimismo, de una llegada de agua para su lavado y de un rebose de seguridad que dirigirá su descarga a la línea de tratamiento.

El agua pretratada y tamizada se conduce mediante tubería hasta la siguiente fase del tratamiento, la digestión anaerobia.

6.1.7 Medición de caudal

Previo a la entrada en los siguientes procesos biológicos se procederá a la medida del caudal influente. El medidor de caudal es un medidor en línea, del tipo electromagnético, de 250 mm de diámetro; este medidor mide el caudal total de aguas residuales que se tratarán posteriormente. Los cambios en los campos electromagnéticos, debido al flujo de vertidos, están convertidos en caudal por un microprocesador.

Las señales generadas por este 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.

Los vertidos se conducen por gravedad al reactor anaerobio UASB que será la primera etapa del tratamiento.

6.1.8 Tratamiento biológico anaerobio por UASB

La EDAR actual tiene tres lagunas anaerobias rectangulares adosadas, construidas en hormigón armado; la solera de cada laguna, o estanque, está formada en 6 cuencos con hormigón pobre, para facilitar la acumulación y extracción fangos anaerobios.

El estanque central se convertirá en un reactor UASB, realizando los siguientes trabajos e instalaciones:

Instalando cuatro líneas de inyección de vertidos pretratados, cada una de DN100 mm; cada línea tendrá al menos 12 inyectoros (un total de 48 inyectoros) de 150 mm de longitud y DN-25 mm, los que se orientan hacia el fondo del reactor, de forma que la corriente de vertidos entrante está obligada a perforar la capa (manta) inferior de fangos. Dichas líneas se anclan a perfiles metálicos transversales. Todo este sistema se construye de acero inoxidable AISI 304L.

Instalando cuatro líneas de recogida del efluente anaerobio decantado en la parte superior del reactor, cada una de DN-100 mm; cada línea tendrá 24 inyectoros (un total de 96 recogedores) de 150 mm de longitud y DN-20 mm, los que se orientan de forma horizontal, la mitad en cada lateral del colector. Dichas líneas se anclan a perfiles metálicos transversales. Todo este sistema se construye de acero inoxidable AISI 304L.

Instalando una canaleta transversal de recogida común del efluente anaerobio decantado; dicha canaleta tiene una longitud de 9,6 m, una anchura de 500 mm y una altura variable entre 300 mm y 600 mm; se construye de acero inoxidable AISI 304. Los extremos de la canaleta perforan los muros comunes entre el reactor UASB y los otros dos lagunas, las que se convertirán en reactores biológicos aerobios; dichos extremos está, provistos de compuertas de cierre a 3-aristas, accionadas por motores, de forma que se puede dirigir el efluente anaerobio a uno o ambos reactores aerobios.

Se aprovecharán las seis tuberías existentes de DN-100 mm para la extracción del fango anaerobio granular que se genera en este tipo de sistema anaerobio. Al extremo de cada tubo colector se montará una válvula de guillotina de accionamiento neumático, con objeto de automatizar la extracción intermitente del fango; se extraerá fango de cada colector de forma individual, para minimizar la carga hidráulica al espesador de fangos.

En cuanto al funcionamiento del proceso, existen 4 fases de la digestión anaerobia en un reactor UASB:

- ✓ Hidrólisis, donde las enzimas excretados por las bacterias anaerobias convierten los compuestos superiores (proteínas, carbohidratos, grasas) en menos complejos (aminoácidos, azúcares, alcoholes ...).
- ✓ Acidogénesis, donde los compuestos disueltos se convierten en simples y compuestos, (ácidos grasos volátiles, alcoholes, ácido láctico, CO₂, H₂, NH₃, H₂S) y síntesis celular.
- ✓ Acetogénesis, cuando la digestión se convierten en productos de acetato, H₂, CO₂ y la nueva síntesis celular.
- ✓ Metanogénesis, donde el acetato, el hidrógeno y carbonato, formiato o metanol se convierten en CH₄, CO₂ y la nueva síntesis celular.

Para el correcto funcionamiento de un reactor UASB es necesario que la biomasa adopte la estructura de lodo granular, que pose elevada densidad y alta actividad metanogénica. Su crecimiento y actividad dependen del transporte a su través. Este está limitado por la difusión, porosidad y tamaño. El gránulo es en si mismo un ecosistema completo con todas las bacterias necesarias en equilibrio.

Existen diferentes teorías sobre la granulación, pero parece que el factor determinante es la presión selectiva (debida a la velocidad ascensional o velocidad superficial y a la tasa de liberación de gases) impuesta sobre el lodo en el sistema que favorece la permanencia de los organismos que se agrupan y elimina las formas dispersas y floculentas.

Las características de diseño del reactor se pueden resumir en:

Longitud:	25,00 m
Anchura:	9,00 m
Altura útil:	4,00 m
Superficie adoptada:	225,00 m ²
Volumen total:	900,00 m ³
Carga superficial:	
Q punta	0,67 m ³ /m ² /h
Q medio	0,33 m ³ /m ² /h
Tiempo de retención:	

Q punta	6,00 h
Q medio	12,00 h
Concentración de sólidos afluente	400 mg/l
Carga superficial de sólidos:	3,20 kg/m ² /día
Q punta	0,27 kg/m ² /h
Q medio	0,13 kg/m ² /h
Carga volumétrica de sólidos:	0,80 kg/m ³ /día
Q punta	0,07 kg/m ³ /h
Q medio	0,03 kg/m ³ /h

Para corregir posibles variaciones de pH en el agua efluente al reactor se prevé una inyección de carbonato sódico (con el mismo equipamiento utilizado para la corrección en el tanque de laminación) en la tubería de llegada al reactor UASB.

El agua residual recogida del reactor UASB pasará a la segunda etapa biológica, de tratamiento aerobio.

6.1.9 Tratamiento biológico por fangos activados

Se convertirán los otros dos estanques anaerobios existentes para formar el sistema de tratamiento biológico aerobio por fangos activados en aeración prolongada; cada estanque convertido tendrá una capacidad útil total de unos 850 m³.

En la entrada de cada reactor (el extremo de entrada de efluente anaerobio) se creará una zona anóxica, construyendo un muro transversal de hormigón armado a unos 6 m del extremo; la parte inferior del muro tendrá ventanas de comunicación con la zona óxica.

En cada zona anóxica, que tendrá una capacidad útil de unos 200 m³, se montarán dos agitadores horizontales sumergibles de 1,5 kw, para asegurar la mezcla de todos sus contenidos; además del efluente anaerobio entrarán en las zonas anóxicas los fangos recirculados desde los decantadores secundarios y el licor mezcla recirculado desde el extremo de salida del reactor.

En la parte final de la zona aireada del reactor biológico se instalará, en cada balsa, una bomba horizontal de paso integral para transferir el licor mezcla conteniendo nitratos a la zona anóxica; el punto de servicio de cada bomba será de 75 m³/h a 2 mca y se suministrará una unidad complementaria para su almacenamiento en taller y poder ser utilizada rápidamente en caso de avería.

Cada zona óxica tendrá una capacidad útil de unos 650 m³. El sistema de aireación es mediante difusores de aire, alimentados por soplantes; los difusores son de membrana de burbuja fina con un diámetro de 9" recibirán un caudal unitario de unos 4,0 m³/h.

Las características funcionales del proceso se pueden resumir en:

Superficie unitaria adoptada:	225 m ²
Volumen unitario adoptado:	855 m ³
Volumen total adoptado:	1.710 m ³
Tiempo de retención:	
- Qpunta :	11,4 h
- Qmedio :	22,8 h
Carga volumétrica :	0,19 kg/m ³
Carga másica calculada :	0,054 kg DBO ₅ /kg MLSS

La carga másica prevista es inferior a 0,06 kgDBO₅/kg MLSS/día, la suficientemente baja para conseguir un efluente de una calidad superior a la requerida. La edad del fango es del orden de 18 días, la que supone la nitrificación total, con la posibilidad de desnitrificación biológica, durante todo el año. Las 3 (2+1) soplantes de aireación estarán dotadas de variador de frecuencia, y serán capaces de suministrar un caudal de 900 Nm³/h a 5 mca, suponen una transferencia horaria máxima de oxígeno de unos 80 kg O₂/h, suficiente para cargas instantáneas puntuales de un 150% de la carga promedio en el año horizonte.

Cada reactor está provisto de un medidor de oxígeno disuelto y un medidor rédox, con compensación automática de temperatura y con indicadores y registradores en panel. Las señales de estos medidores pueden emplearse, a través del autómata programable, para controlar los cambios de velocidad, o para controlar los arranques y paradas, con objeto de mantener el nivel de oxígeno disuelto en 2 mg/l, aproximadamente.

La salida del reactor es por vertedero plano a canaleta metálica a instalar y la mezcla de efluente y fangos activados (licor mezcla) se conduce a los decantadores secundarios por tubería previo reparto hidráulico en la cámara existente.

Así mismo se prevé la precipitación química del fósforo orgánico en el tratamiento biológico mediante la doble posibilidad de dosificación de cloruro férrico en la entrada del reactor o en la salida del licor mixto los clarificadores.

Se proyecta un depósito de almacenamiento de doble pared, fabricado en PRV (poliéster reforzado con fibra de vidrio) y dos bombas dosificadoras volumétricas que suministrarán un caudal de reactivo proporcional al caudal de entrada al tratamiento biológico.

6.1.10 Decantación secundaria

La clarificación final del efluente se realiza en dos tanques de sedimentación secundaria, que son convencionales y circulares, del tipo flujo radial ascendente. Se reutilizarán los depósitos de los lechos bacterianos existentes para formar dichos decantadores secundarios, cada uno de 10 m de diámetro, con lo que la velocidad ascensional del agua dentro del decantador es inferior a 1,0 m/h al caudal máximo admitido en el reactor biológico (75 m³/h) e inferior a 0,5 m/h al caudal medio normal en tiempo seco en el año actual; las correspondientes cargas superficiales de sólidos son menor de 3,4 y menor de 1,7 kg MS/m²/h, respectivamente.

Las características dimensionales de los elementos, serán:

Número de unidades instaladas:	2 Ud
Dimensiones:	
Diametro adoptado	10,0 m
Altura útil	3,0 m
Altura cónica	0,4 m
Pendiente de la solera	8,0 %
Superficie adoptada:	78,5 m ²
Volumen unitario:	235,5 m ³
Volumen total:	471,0 m ³
Velocidad ascensional :	
Q punta	0,96 m ³ /m ² /h
Q medio	0,48 m ³ /m ² /h
Tiempo de retención:	
Q punta	3,1 h
Q medio	6,3 h
Longitud unitaria de vertedero:	31,4 m
Carga hidráulica sobre vertedero:	
Q punta	2,39 m ³ /ml/h

Q medio

1,19 m³/ml/h

La salida de cada reactor biológico a los decantadores está dotada de una válvula de compuerta, por si es necesario dejar fuera de servicio uno de dichos decantadores.

El efluente de los reactores biológicos, conteniendo fangos activados, entra en la parte superior del centro de cada 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 como un fango; un barredor de fondo del tipo rasquetas, conducido por un puente giratorio, transfiere el citado fango fuera de decantador, a un pozo de bombeo; la velocidad perimetral del puente barredor es del orden de 60-90 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. El agua recogida por estos canales perimetrales es el efluente final de la planta, que se vierte al cauce público.

El citado puente giratorio está dotado, también, de un barredor superficial, el que empuja flotantes acumuladas en la superficie del agua hacia una tolva semi-sumergida de recogida; dicha tolva está montada en la pantalla deflectora, mencionada anteriormente.

Para regular la salida, tanto del fango como de las flotantes, se han dispuesto dos válvulas de accionamiento automático, la primera que posibilitará la salida de fangos decantados hacia las bombas de recirculación y purga y, la de sobrenadantes, que permitirá el arrastre de éstos hasta el pozo de bombeo de cabecera de planta.

Después de esta etapa final de tratamiento, estimamos que la DBO y los sólidos suspendidos residuales serán del orden de 15 mg/l y 20 mg/l, respectivamente, los que son menores que los valores nominales de diseño.

6.1.11 Depósito de agua tratada

La actual balsa de cloración se convertirá en depósito de agua tratada para almacenar el agua industrial de servicio a las instalaciones.

6.1.12 Medición del caudal del agua tratada

En línea, por vía electromagnética. El medidor estará dotado de transmisor, indicador, registrador y totalizador en panel.

6.2 Línea de fangos

Los procesos y elementos unitarios de la línea de fangos de la EDAR, son los siguientes:

6.2.1 Recirculación de fangos

Los fangos activados acumulados en el fondo de los decantadores secundarios se conducirán a un edificio de bombeo desde donde se recircularán, de forma constante y continua a la zona anóxica de los reactores de aeración del sistema de tratamiento biológico, para empezar un nuevo ciclo. La recirculación de fangos se realiza mediante bombas centrífugas horizontales con rodete de tipo vórtex que aspiran directamente de las conducciones que provienen de los clarificadores. Por tanto, no es preciso la construcción de una o varias cámaras de aspiración de fangos recirculados.

Se han previsto 3 (2+1) bombas de recirculación, una de las cuales estará en reserva activa; su caudal unitario es de 60 m³/h y la marcha de las bombas de servicio es manual y continua.

6.2.2 Purga del exceso de fangos

La purga de fangos activados en exceso se purga de forma automático e intermitente del fondo de cada decantador secundario, a través de la misma conducción prevista para la recirculación.

En la solución propuesta se utilizan bombas de tornillo helicoidal capaces de suministrar un caudal de 15,0 m³/h a 10 mca, con variador mecánico, que aspiran de las tuberías de fangos recirculados que proceden de los clarificadores.

La extracción de fangos en exceso se realiza con 2 (1+1) bombas, una de las cuales será de reserva, y su capacidad total permite extraer el volumen diario previsto en aproximadamente 3,9 h.

6.2.3 Espesamiento de fangos

Los fangos en exceso, tanto los anaerobios procedentes del digestor UASB como los biológicos y de precipitación química de los clarificadores, se conducen a la campana de distribución del espesador circular, en donde los fangos se espesan por una

combinación de sedimentación y decantación; la concentración desarrollada se sitúa entre el 2 y el 3%.

Este elemento es, sencillamente, el decantador secundario de la planta actual, el que no requiere grandes cambios o instalaciones; este elemento tiene un diámetro de 9 m y una capacidad útil de unos 112 m³. El espesador estará provisto de un barredor de fondo el que se convertirá en un barredor tipo “picket fence”, la que ayuda al espesamiento, abriendo caminos en el fango por donde pueden salir bolsas de agua atrapada.

Las características funcionales de este elemento quedarán como sigue:

Superficie total	63,6 m ²
Volumen total útil	200,5 m ³
Carga superficial de sólidos adoptada	6,9 kg/m ² /día
Carga superficial hidráulica adoptada	0,1 m ³ /m ² /h
Tiempo de retención hidráulica	91,9 h
Tiempo de retención de fangos	143,7 h

El espesador se dotará de una cubierta ligera de PRFV, con objeto de limitar el desprendimiento de olores desagradables.

El agua sobrenadante eliminada de los fangos se conduce, por gravedad, al pozo de bombeo en la cabecera de la planta.

6.2.4 Deshidratación de fangos

Los fangos a deshidratar se extraen del espesador por gravedad mediante 2 (1 +1) bombas de tornillo helicoidal que los trasiega al equipamiento de deshidratación.

Las bombas previstas, una de operación normal y otra de reserva, son de tornillo helicoidal excéntrico de caudal regulable entre 4 y 12 m³/h; su funcionamiento es automático. Dichos fangos espesados con un caudal nominal de 5,0 m³/h y con una concentración aproximada del 3 %, se conducen a la máquina de deshidratación. Con este caudal, los fangos de una semana entera se deshidratarán durante 7,0 horas/día y durante 3 días laborales normales de la semana.

La máquina elegida es una centrifugadora continua, del tipo decanter; se instalarán dos centrifugadoras, capaces de deshidratar cada una de ellas un caudal másico de 150 kg MSS/h.

El caudal nominal de cada centrífuga será de 5 m³/h, lo que supone que cada máquina está capacitada para la deshidratación de todo el caudal de fangos generados por la instalación por sí sola; las campañas de deshidratación se realizan durante unos 5,5 horas/día, cinco días de la semana.

Para el acondicionamiento químico del fango, previo a la deshidratación, se utilizará polielectrolito catiónico. El polielectrolito se prepara de forma automática, como una solución al 0,2-0,4 %; se trata de una planta compacta, cuya capacidad de producción de suspensión es de unos 850 litros/hora.

El polielectrolito en gránulo se dosifica, muy paulatinamente, a un vortex de agua, minimizando así la formación de grumos; los caudales de gránulos y de agua se regulan con un dosificador volumétrico y un rotámetro, respectivamente, para producir la concentración deseada. Dicha mezcla de agua y gránulos entra en el primero de dos depósitos, donde la disolución del producto se termina con la ayuda de varios agitadores lentos.

Se han previsto 2 (1+1) bombas dosificadoras de pistón, de caudal regulable entre 40 y 400 l/h; una de dichas bombas es una reserva. La bomba de servicio se pone en marcha, automáticamente, con la puesta en marcha de la bomba de fangos espesados.

La máxima concentración prevista del reactivo en los fangos es de 7 g/Kg MS; en operación normal, la concentración del reactivo necesario debe situarse entre 3 y 5 g/Kg MS.

La corriente de fangos espesados entra en un mezclador cónico estático, donde se mezclan con el floculante polimerizado (polielectrolito). Al salir del mezclador, los fangos quedan floculados. Después de pasar por las centrifugadoras, los fangos alcanzan una concentración del orden del 20 a 22 %.

La torta de fangos de cada centrifugadora descargará en un tornillo transportador ligeramente inclinado sobre la horizontal, que los trasegará a la tolva de carga de una bomba de tornillo helicoidal excéntrico, especial para fangos de gran concentración y muy espesos; dicha torta se lleva a una tolva/silo de almacenamiento, para su disposición posterior en vertedero. Se ha previsto una sola bomba para esta función, cuyo caudal es de 0,5-1,0 m³/h, aproximadamente.

La citada tolva, cuya capacidad útil es de 25 m³, es adecuada para el volumen de fangos deshidratados producidos, permitiendo una autonomía de funcionamiento de aproximadamente 7 días.

El agua eliminada de los fangos se conduce, por gravedad, al pozo de bombeo en la cabecera de la planta.

6.3 Servicios e instalaciones auxiliares

6.3.1 Agua potable

El agua potable, que se conduce a la planta en tubería de polietileno desde la red de abastecimiento a Mondéjar, está disponible en todos los edificios.

6.3.2 Agua de servicio industrial y de riego

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 una bomba de rodete multicelular y un depósito de presión; el funcionamiento de la bomba es automático, según las variaciones de presión en las redes de servicios, controlado por presostatos montado en el citado depósito hidroneumático. El caudal total del sistema es de 10 m³/h a 4,5 Kg/cm².

6.3.3 Red de pluviales

Se ha dispuesto una red de pluviales en toda la zona ocupada por viales, formada por un conjunto de tuberías de PVC de diámetros 200 y 300 mm y sus correspondientes arquetas sumideros de 0,60 x 0,60 x 0,70 de fábrica de ladrillo macizo enfoscado, que se reúnen en pozos de registro de 0,80 m de diámetro, y desde donde el agua de lluvia podrá ser evacuada.

6.3.4 Red de aire comprimido

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 350 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 de presión.

6.3.5 Pasarelas y pórticos

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

Todos los sistemas que incorporan bombas sumergibles de gran tamaño irán dotados de pórticos para facilitar la elevación y extracción de dichas bombas en caso de avería.

6.3.6 Conducciones de fangos

Todos los colectores de fangos cuya concentración es igual o mayor que un 2 % están provistos de entradas de agua industrial a presión (4 kg/cm²), para su limpieza en caso de atascos.

6.3.7 Vaciados y drenajes

Siempre que sea posible, los depósitos se vaciarán con bombas pertenecientes al elemento de que se trate.

Se ha diseñado una red de drenajes y vaciados que conducirá el caudal de aguas de vaciado a un pozo de bombeo, para su envío a cabecera de planta. Dicho pozo recibirá, también, las aguas sobrenadantes, tales como los flotantes de los decantadores, el agua sobrenadante del espesador de fangos, la fase acuosa de los fangos en deshidratación, etc.

El pozo estará provisto de bombas sumergibles, una de las cuales será de reserva. El funcionamiento del bombeo será automático en cascada, controlado por interruptores de nivel montados en el pozo.

En caso necesario, el vaciado del reactor biológico a cabecera de planta, se realizará en menos de dos días.

7 CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA OBRA CIVIL

7.1 Mejora de la capacidad portante del terreno de cimentación de las balsas existentes

Recientemente, durante el proceso de adjudicación de las obras objeto de éste contrato, hemos podido comprobar que la futura balsa de digestión anaeróbica y tratamiento Biológico, con una planta de 29 x 25 m², presenta fisuración en los muros de cierre y ha sufrido asientos diferenciales en varias zonas de su superficie.

De acuerdo con esto, se planteó la realización de un estudio geotécnico para, por un lado definir las características del suelo y la cimentación más adecuada para las nuevas construcciones y por otro, para evaluar el coste de los trabajos de mejora del terreno con objeto de aprovechar los elementos ya existentes.

Una vez realizados los trabajos de campo, se comprueba con los datos de los sondeos y de los ensayos de penetración dinámica DPSH, que la zona de la balsa está prácticamente en zona de relleno y aluvial superficial muy alterado, formando un cuenco, con unos 15 m. de potencia, que ha debido ser un vertedero, como se refleja en el corte medio que se adjunta, resultado de la interpretación de los ensayos de penetración y del sondeo 2, y que sirve para realizar la medición.

Ante el elevado espesor medio y debido a las bajas cargas que transmite la estructura, se plantea una mejora del terreno, creando apoyos puntuales, cada 9 m² (malla 3x3) con técnicas especiales formando "columnas" de suelo cemento, bien con Inyecciones controladas en volumen, inyectándose por manguitos cada 0,50 m. o con Jet-grouting, en este caso adoptamos el tipo II.

La segunda solución es más rápida y podemos garantizar la formación de una mejora de diámetro medio de 1,00 m. (que es lo que buscamos) con admisiones medias de 500 kg/ml. Habrá que llevar un control de movimientos en la solera ya que, por el escaso peso, corre el peligro de levantamientos, aunque de cualquier forma la solera deberá ser arreglada.

Con la primera opción, al ser un terreno excesivamente blando, con alguna pasada más densa, no se puede controlar el destino de la lechada y para poder garantizar un correcto tratamiento habría que pensar en un cierre por presión, lo que en este tipo de terrenos puede ser prácticamente imposible.

Por tanto vamos a proponer una mejora con Jet-II y control de movimientos, sobretodo en la realización de los metros superiores. Para el caso que nos ocupa, y con objeto de frenar el asiento de la cimentación de las estructuras estudiadas (reactores biológicos y digestor anaerobio UASB), se aconseja el recalce de las mismas mediante elementos que transmitan las cargas de las estructuras al terreno competente, existente en profundidad, nivel 3 o nivel 4, localizado entre 11,40 y 17,00 m de profundidad en el sondeo y en los ensayos de penetración dinámica D.P.S.H.

7.2 Movimiento de tierras

Se realizará un movimiento de tierras localizado para explanación del terreno ocupado por la ampliación de forma que se consiga la misma cota de explanación en toda la parcela. Para ello el único desmonte a ejecutar será el resultante de recortar la esquina noroeste de la parcela hasta conseguir la cota de explanación existente.

La imposibilidad de ampliación de la parcela y la proximidad del tanque de tormentas a la linde y cerramiento de ésta hacen necesaria la construcción de un elemento de contención de tierras para posibilitar la excavación del vaciado del tanque de tormentas, la cual se efectuará a una cota de aproximadamente -7,0 metros de la actual cota de explanación.

Se opta por la solución de un muro pantalla de hormigón armado de 45 cm de espesor y 8 metros de altura total con sus correspondientes anclajes, el cual se ubicará paralelo a la linde de la parcela a lo largo de la ubicación del tanque de tormentas.

7.3 Tanques y depósitos

Los nuevos depósitos se proyectarán en su totalidad en hormigón armado, con los espesores adecuados en función de los esfuerzos que deban soportar.

Como acciones hay que considerar: el empuje hidrostático interior y el empuje del terreno exterior, y las sobrecargas propias de su uso como pueden ser arranque y paradas de motor, etc.

El depósito de tormentas y laminación estará semi-cubierto, coronado por una losa de hormigón armado. En su coronación y solera se fundarán los pilares que constituirán el edificio de pretratamiento y secado de fangos.

De acuerdo al estudio geotécnico efectuado, la tensión mínima admisible por el terreno en esa ubicación y a la cota de cimentación prevista será de 2 kg/cm².

Los depósitos reconvertidos en esta ampliación se revisarán e impermeabilizarán con resinas epoxídicas previo tratamiento de adherencia.

7.4 Edificaciones

En lo referente a edificaciones, se construirá un nuevo edificio de pretratamiento y fangos, conservando los mismos acabados que el edificio polivalente existente.

Además se construirá un nuevo edificio de bombeo de fangos y vaciados, de forma que se puedan ubicar las bombas a instalar con las mínimas interferencias en las instalaciones existentes. Conservará la estética exterior del edificio existente.

Por último, el edificio polivalente, que a día de hoy tiene dos usos: se utiliza para control, laboratorio y dependencias de personal y como sala de deshidratación de fangos, pasará a ser un edificio de control, aumentando las dimensiones de servicios y vestuarios y la de la sala de control, así como dotándolo de un taller-almacén.

7.5 Conducciones

Se proyecta la ampliación de las redes de tuberías que permiten el correcto funcionamiento de todas las instalaciones de la planta. Aparte de las redes de distribución de agua potable y agua tratada de la misma planta para servicios, se han proyectado las siguientes:

RED DE PROCESO	MATERIALES
LLEGADA AGUA BRUTA Y BY-PASS	PVC CORRUGADO DOBLE PARED
LÍNEA DE AGUA	FUNDICIÓN NODULAR (enterrada), AISI 304L (vista).
LÍNEA DE FANGOS	FUNDICIÓN NODULAR (enterrada), AISI 304L (vista).
AIRE	AISI 304L
REACTIVOS	POLIETILENO PE100 (enterrada), U-PVC PN 10 (vista).
AGUA POTABLE E INDUSTRIAL	POLIETILENO PE100 (enterrada), AISI 304L (vista).

7.6 Urbanización

El firme existente está formado por:

- Sub-base
- Base
- Riego de imprimación de adherencia superficial.
- Mezcla bituminosa en caliente D12.

Se disponen aceras de baldosa hidráulica alrededor de los edificios y para acceso a los elementos de tratamiento. Los bordillos que limitan las calzadas serán de hormigón prefabricado.

Se dispondrá alrededor de los depósitos y arquetas de una capa de gravilla. El cerramiento consiste en una malla metálica galvanizada de simple torsión.

Se ampliará, por tanto la zona vial para llegar a las nuevas instalaciones de tratamiento y se repondrán tanto el firme como los bordillos y aceras afectados por la construcción de las obras.

7.7 Jardinería

La zona de la parcela libre de aparatos y edificios se ajardinará mediante la plantación de especies sostenibles y árboles y arbustos autóctonos.

7.8 Instalaciones eléctricas

Las instalaciones contempladas son las que a continuación se indican:

- Línea de alta tensión.
- Suministro de energía y centro de transformación.
- Cuadro general de baja tensión.
- Condensadores.
- Distribución de alumbrado y fuerza.
- Red de tierra.
- Protección contra descargas atmosféricas y sobretensiones.

7.8.1 Línea de alta tensión y centro de transformación

Existe una línea aérea a 13,2 kV que suministra energía a un centro de transformación intemperie de 50 kVAs, para electrificación de la estación depuradora.

A falta de confirmación por parte de la compañía suministradora, se instalará un centro de transformación interior en caseta prefabricada con seccionamiento aéreo.

La red de la cual se alimentará el centro de transformación será del tipo subterráneo, con una tensión de 20,0 kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12 y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia total instalada en el centro de transformación será de 160 kVA.

Para la medida de la energía eléctrica se dispondrá de un tarificador electrónico multifunción, un registrador electrónico y una regleta de verificación. Todo ello irá en el interior de un armario homologado para contener estos equipos.

7.8.2 Cuadro general de baja tensión

Este cuadro, formado por envolventes modulares de chapa metálica pintada, estará equipado con chasis, perfiles, placas, etc., y dotado de puerta transparente con cerradura normalizada. Dispondrá de embarrados y de los dispositivos de alumbrado, fuerza, mando y protección indicados en el esquema unifilar correspondiente y que serán, en general, interruptores automáticos magnetotérmicos.

Desde este cuadro se alimentarán los distintos equipos y elementos a electrificar de las instalaciones.

En el cuadro general de baja tensión existirá espacio de reserva para los circuitos denominados futuro, que se corresponden con la alimentación a los equipos cuando se realice la ampliación de las instalaciones.

7.8.3 Condensadores

Con objeto de corregir el $\cos \phi$ de la instalación (se ha supuesto un valor de 0,8) y aumentar el valor del mismo hasta hacerlo próximo a 1, y de esta forma obtener una bonificación por el complemento de energía reactiva (bonificación del 4%), se ha propuesto una batería de condensadores, 70 kVAr, automática con escalones regulables (2 x 5, 3 x 20), junto al cuadro general de baja tensión.

7.8.4 Distribución de alumbrado y fuerza

Desde el cuadro general de baja tensión se alimentarán los circuitos de alumbrado viario y de los edificios de control, pretratamiento y deshidratación.

7.8.4.1 Alumbrado viario

Para el alumbrado viario, se utilizarán lámparas de vapor de sodio de alta presión de 125 W, 220 V, situadas sobre báculo de 9 m de altura distribuidas uniformemente (cada 35 m), para dar un nivel medio de 30 lux en los viales y en las zonas de equipos se instalarán proyectores de 250 W, 220 V.

Los circuitos de alimentación a luminarias, estarán formados por cables de cobre de 0,6/1 kV, y canalizados enterrados en zanja bajo tubo.

7.8.4.2 Alumbrado de edificios

En las áreas de los edificios dedicadas a oficinas, la iluminación se realizará con luminarias fluorescente de empotrar de 2 x 36 w, 220 V. En los aseos se instalarán plafones con lámparas de 1 x 18 w con su equipo de encendido.

En las áreas de los edificios dedicadas a procesos de tratamiento y servicios, la iluminación se realizará con luminarias fluorescente estancas de 2 x 36, 220 V y equipo de A.F, excepto en el edificio de pretratamiento, en el que se instalarán luminarias de 100 W de V.S.A.P. para naves de gran altura.

El alumbrado autónomo de señalización y emergencia se ha realizado mediante equipos autónomos fluorescentes de 6 W, de 315 lúmenes y de una hora de autonomía, situados en zonas de salidas, pasillos, escaleras, etc, y dotados de bornas para telemando.

Los circuitos de alimentación a luminarias, salvo en alumbrado exterior, estarán formados por cables de cobre, tipo H07V-U, unipolares y canalizados bajo tubo rígido, grapado sobre techo o empotrado en paramentos. Los registros serán cajas de PVC con tapa de las dimensiones adecuadas a los tubos a registrar y a los cables a derivar y conectar.

Las secciones de cable y el diámetro de los tubos a utilizar en cada caso son los indicados en los diagramas unifilares, siendo como mínimo Cu 2 x 2,5 mm² en el alumbrado interior.

Los circuitos de alimentación al alumbrado autónomo irán canalizados en tubos y conductos diferentes a los del suministro normal y a los de cualquier otro tipo de servicio.

7.8.4.3 Fuerza usos varios

Se han previsto una serie de lomas de corriente unipolares y/o tripolares perimetrales en todas las dependencias de la instalación. En las zonas de equipos se han instalado equipos estancos.

En general, las tomas de corriente de usos varios irán instaladas en los paramentos y serán del tipo empotrado o superficial, con tapa en zonas de uso público y con mecanismos de primera calidad.

La canalización para las tomas de corriente se realizara con tubos de PVC empotrados o superficiales, según el tipo de instalación. Los tubos, si van en instalación empotrada serán flexibles, y rígidos en instalación superficial.

Los cables serán de cobre, tipo 750 V, tendidos en las canalizaciones formadas por tubos rígidos de PVC. Estos circuitos se alimentarán desde un cuadro secundario con alimentación desde el Cuadro General de Baja Tensión.

7.8.4.4 Fuerza alimentación a equipos

Desde el C.G.B.T., se alimentarán los distintos equipos repartidos por las instalaciones (válvulas motorizadas, bombas, polipastos y demás equipos), a excepción de los que se encuentran en el edificio de pretratamiento y deshidratación, que dispondrán de un cuadro general secundario, del cual se alimentarán estos.

La acometida a equipos exteriores se realizará mediante canalización enterrada formada por tubos de PVC. En los cruces con el resto de servicio, o pasos de vehículos, esta canalización irá protegida mediante dado de hormigón.

En los diagramas unifilares se recogen las distintas secciones a utilizar, siendo la sección mínima $\text{Cu } 4 \times 2,5 \text{ mm}^2$, El aislamiento será en todos los casos RV 0,6/1 kV.

7.8.4.5 Red de tierra

El diseño de las redes de tierras se ha hecho de acuerdo con los reglamentos MIE-RAT y REBT y con la normativa tecnológica NTE/IEP/1973, "Instalaciones de electricidad: puesta a tierra".

Se establece un único sistema de puesta a tierra en cada centro de transformación.

Las tomas de tierra se realizarán mediante pica de acero-cobre 14 mm de diámetro y al menos 2 metros de longitud. Existirá un cable de cobre desnudo de 35 mm^2 de

sección, perimetral al centro de transformación, al que se conectarán los distintos elementos de puesta a tierra. El neutro del transformador se conecta a esta red de tierra mediante cable de cobre de 35 mm² y puente de tierra.

La estructura del centro de transformación, herrajes de los transformadores, cuadros eléctricos y demás elementos metálicos susceptibles de estar en tensión, se conectarán a la red general de tierra mediante cable de 35 mm². La distribución y ejecución de la red de tierra se indica en el plano del centro de transformación.

7.8.4.6 Protección contra descargas atmosféricas y sobretensiones

Se ha previsto la colocación de una punta captadora en la cubierta del edificio de bombeo y pretratamiento con el fin de proteger las instalaciones de descargas atmosféricas. La punta captadora se unirá a la red de tierra mediante varilla de acero cincado envuelto en PVC de 8 mm de diámetro. Para realizar la bajada de puesta a tierra se aprovecharán los pilares.

Para realizar la conexión a tierra se colocará un punto, ya sea a ras de suelo o empotrado en algún pilar; desde el, mediante cable de Cu de 35 mm², se realizará la conexión a tierra utilizando grapa o soldadura aluminotérmica.

Con el fin de proteger los equipos, actuadores y demás elementos eléctricos de una posible sobretensión inducida en la red por la caída de un rayo, se situará a la entrada del cuadro general de baja tensión una protección contra sobretensiones. Consistirá en un solo elemento de protección combinado contra descargas de rayo y sobretensiones.

7.9 Instrumentación, automatismo y control

7.9.1 Instrumentación

La instrumentación prevista para la instalación es la siguiente:

- 1) Medición de caudal en tubería mediante medidor electromagnético, para medición de:
 - ✓ Agua pretratada.
 - ✓ Agua tratada de salida de la E.D.A.R.
 - ✓ Bombeo de fangos en recirculación.

- ✓ Bombeo de fangos en exceso a espesamiento.
- 2) Medida de oxígeno disuelto mediante un sensor integrado en una sonda tipo flotador, autolimpiable por sus características constructivas sin el concurso de accesorios neumáticos, y sin necesidad de calibración. Posibilidad de medida en % de saturación y p.p.m. de oxígeno disuelto.
 - ✓ En el reactor biológico (uno por balsa).
- 3) Medida de temperatura del tipo bimetalo o capilar
 - ✓ En el agua bruta.
- 4) Medida de pH de lectura digital con sonda sumergida de mantenimiento reducido, y compensación automática de temperatura. Alarma local de pH máximo y pH mínimo. Rango de 2 a 12 pH.
 - ✓ En el agua bruta.
 - ✓ En el pretratamiento o tanque de tormentas.
 - ✓ En la entrada a las balsas de tratamiento biológico (uno por balsa).
- 5) Medida de potencia y energía (activa y reactiva) consumida Se instalará medidor o analizador de red al menos en:
 - ✓ En Centro de Control y Protección General.
- 6) Medida de materia orgánica de lectura digital con sonda sumergida de mantenimiento reducido sin reactivos, compensación automática de temperatura y autolimpieza. El parámetro medido se denomina SAC (Coeficiente de Absorción Espectral) y previa calibración mediante contrastes de laboratorio permite su expresión en unidades de DQO, TOC o DBO.

7.9.2 Automatismo y Control

La E.D.A.R. estará controlada por un único Armario de Control y Protección de receptores, donde se ubicará el PLC (Autómata programable) y cuya supervisión estará constituida por un PC conectado en red local, empleando el software de supervisión (SCADA) RsView o similar.

El ordenador estará conectado en red con el PLC (ambos equipados con módulo ETHERNET), por medio de una red Ethernet con protocolo TCP/IP.

La red Ethernet transfiere información y órdenes del proceso de esta forma desde el o los ordenadores conectados a ella se tiene un control, tanto a nivel de información de estado como de operación de la planta.

El Autómata programable tendrá una configuración de 160 ED-64 SD/ 8 EA-12 SA, siendo susceptible de ampliación mediante ubicaciones vacías en el rack.

8 ETAPAS DE DESARROLLO DEL PROYECTO, OBRA Y EXPLOTACIÓN

Durante este periodo hay que distinguir varias etapas:

8.1 CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS E INSTALACIONES

Esta etapa comenzará al día siguiente de la firma del Acta de Comprobación del Replanteo y comprende la construcción de las obras civiles, la fabricación o adquisición de los equipos electromecánicos necesarios y el montaje completo de los mismos en obra.

Durante esta etapa, se realizarán en fábrica y/o en obra, las pruebas que sean necesarias, tal como se especifica en el P.P.T.P., las cuales serán a cargo del Contratista, de acuerdo con lo establecido en la cláusula 38 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales.

8.2 PUESTA A PUNTO

La etapa de puesta a punto se desarrollará a continuación de la etapa de construcción y comprenderá los trabajos de ajuste y comprobación de la obra civil, del funcionamiento del sistema hidráulico, las instalaciones mecánicas, la instalación eléctrica y de instrumentación y los sistemas de automatización y control posteriores a la construcción e instalación de todos los elementos necesarios.

A lo largo de esta etapa se irá confeccionando una "relación" que contendrá todos los puntos que deben ser especialmente sometidos a observación.

La Dirección de Obra decidirá que puntos de esta "relación" deberán quedar resueltos antes de la puesta en marcha, y cuales deberán quedar sometidos a observación durante la etapa de pruebas de funcionamiento.

Cuando el Contratista considere que la instalación está en perfectas condiciones para su puesta en marcha, se procederá por parte de la Administración a la realización de las pruebas previas a las de funcionamiento, del resultado de las cuales se levantará el acta correspondiente.

La Dirección de Obra declarará oficialmente cuando el periodo de puesta a punto puede darse por terminado y procederse al inicio de la Puesta en Marcha de las instalaciones. Todas las pruebas de reconocimiento deberán estar terminadas antes de la finalización del presente periodo.

8.3 EXPLOTACIÓN

Esta etapa comienza con la puesta en marcha de la instalación y la entrada de agua residual en la misma. La duración se extenderá durante un periodo de 2 AÑOS. Comprenderá las operaciones necesarias para conseguir el funcionamiento estable de la instalación, que es aquel en el cual todos los elementos funcionan en la forma prevista en el proyecto y la estación depura en el grado requerido el agua residual, que sin superar los volúmenes y características previstas, llega a la instalación.

Durante esta etapa, se realizarán los ensayos y pruebas cuyos resultados se incluirán en un Parte Oficial de Control, que en todo momento estará a disposición de la Dirección de Obra. En este parte, se anotarán todos los problemas que se produzcan en la estación depuradora, debiéndose levantar "Acta de Parada", "Acta de Avería" y "Acta de Puesta en Marcha". Cada vez que se produzca una anomalía en el regular funcionamiento de la instalación, para relacionar los elementos que requieran reparación, modificación o sustitución, sin que hayan provocado la parada parcial o total de la instalación.

Todos los gastos que se ocasionen en esta etapa con motivo de la explotación y pruebas de funcionamiento de la planta (personal, energía eléctrica, reactivos químicos, análisis, etc.), serán por cuenta del Adjudicatario. A tal efecto, en el presupuesto de oferta del Concurso, existe un capítulo específico, denominado presupuesto de pruebas de funcionamiento, que incluirá todos los gastos ocasionados durante este periodo. Este presupuesto deberá incluir los costes derivados de la formación del personal que vaya a hacerse cargo de la posterior explotación de las instalaciones. Los costes adicionales derivados de la extensión del periodo de pruebas de funcionamiento por causas que no sean ajenas al contratista, serán de su propio abono.

La Dirección de Obra declarará oficialmente la finalización de esta etapa.

Al finalizar este periodo y en base a los resultados de las pruebas de funcionamiento, la Dirección de Obra, comprobará el correcto funcionamiento de la instalación y el cumplimiento de las características ofertadas, procediendo, en caso favorable a la Recepción de las Obras. El acta de recepción contendrá necesariamente, los siguientes documentos:

- ✓ Relación de problemas de funcionamiento, pendientes de resolver, si ha lugar.

- ✓ Lista de observaciones que contenga los puntos que deben ser estudiados o vigilados durante el periodo de garantía.
- ✓ Programa y especificaciones de las pruebas que se deberán realizar durante el periodo de garantía.

El contratista deberá entregar, con fecha anterior a la recepción de las obras, los siguientes documentos, que deberán estar aprobados por la Dirección de Obra:

- ✓ Proyecto final que recogerá la situación real de las obras e instalaciones con todas las posibles modificaciones introducidas durante la ejecución de las obras.
- ✓ Listado de todos los instrumentos de medición con indicación de su marca, rango, lugar de instalación, etc.
- ✓ Libro de lazos de control, que describan mediante simbología normalizada, las interdependencias de captación de parámetros y los sistemas de medición, registro y regulación.
- ✓ Manual de operación y mantenimiento (3 ejemplares),

9 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Se presenta como anexo un Estudio de Seguridad y Salud, para el que se ha utilizado como referencia el Estudio Básico incluido como anejo del P.P.T.P..

El contratista adjudicatario de las obras está obligado, a partir del Estudio de Seguridad y Salud presentado como anejo en el proyecto, el correspondiente Plan de Seguridad y Salud, que será remitido por procedimiento urgente al órgano de contratación para su revisión y aprobación.

10 PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo de ejecución de las obras contempladas en el presente PROYECTO se fija en TRECE (13) meses, considerados a partir de la aprobación y firma de la correspondiente Acta de Replanteo.

EJECUCIÓN DE LAS OBRAS:..... 13 MESES

EXPLOTACIÓN: 24 MESES

11 CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

Para la ejecución de las obras e instalaciones incluidas en el presente proyecto se requiere la siguiente clasificación:

Grupo K Subgrupo 8 Categoría E

12 REVISIÓN DE PRECIOS

Para la revisión de precios se usará la fórmula n°. 9. Abastecimiento y Distribución de agua, Saneamiento, Estaciones Depuradoras, Estaciones Elevadoras, Redes de Alcantarillado.

Esta fórmula tiene por expresión:

$$K_t = 0,33 (H_t/H_o) + 0,16 (E_t/E_o) + 0,20 (C_t/C_o) + 0,16 (S_t/S_o) + 0,15$$

Siendo:

- K_t = Coeficiente teórico de revisión para el momento de la ejecución t.
- H_o = Índice de coste de la mano de obra en la fecha de la licitación.
- H_t = Índice de coste de la mano de obra en el momento de la ejecución t.
- E_o = Índice de coste de la energía en la fecha de la licitación.
- E_t = Índice de coste de la energía en el momento de la ejecución t.
- C_o = Índice de coste del cemento en la fecha de la licitación.
- C_t = Índice de coste del cemento en el momento de la ejecución t.
- S_o = Índice de coste de materiales siderúrgicos en la fecha de la licitación.
- S_t = Índice de coste de materiales siderúrgicos en el momento de la ejecución t.

13 PRESUPUESTOS COMPARADOS

Aplicando a las mediciones realizadas los precios reflejados en el Cuadro de Precios, se obtienen los diferentes presupuestos de Ejecución Material que afectados del coeficiente de Contrata, arrojan los Presupuestos que a continuación se expresan, comparando los del Proyecto Base aprobado con los obtenidos en el presente Proyecto Modificado:

<u>Nº</u>	<u>CAPÍTULO</u>	<u>IMPORTE PROYECTO (€)</u>	<u>IMPORTE MODIFICADO (€)</u>
1	OBRA CIVIL	664.934,81	838.117,80
2	EQUIPOS MECÁNICOS	658.144,39	804.058,56
3	EQUIPOS ELÉCTRICOS	193.385,84	213.500,56
4	SEGURIDAD Y SALUD	30.964,43	30.964,43
5	MANTENIMIENTO Y EXPLOTACIÓN (DOS AÑOS)	261.202,08	277.428,00
TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		1.808.631,55	2.164.069,35
	13 % GASTOS GENERALES	235.122,10	281.329,02
	6 % BENEFICIO INDUSTRIAL	108.517,89	129.844,16
	SUMA	2.152.271,54	2.575.242,53
	COEFICIENTE DE ADJUDICACIÓN (0,935959805)	2.014.439,65	2.410.323,50
	16 % I.V.A.	322.310,35	385.651,76
	PRESUPUESTO LÍQUIDO DE EJECUCIÓN DE CONTRATA	2.336.750,00	2.795.975,26

De acuerdo a los presupuestos relacionados, el Proyecto Modificado nº1 arroja un PRESUPUESTO LÍQUIDO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA de **DOS MILLONES SETECIENTOS NOVENTA Y CINCO MIL NOVECIENTOS SETENTA Y CINCO Euros con VEINTISEIS Céntimos (2.795.975,26 €)**, que supone un incremento porcentual del **16,65%** sobre el Proyecto de Construcción vigente.

14 DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA

En cumplimiento el Apartado 1 del Artículo 122 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, se manifiesta que el presente proyecto comprende una obra completa en el sentido exigido en el Artículo 125 del citado Reglamento, ya que incluye todos y cada uno de los elementos que son precisos para la utilización de las obras, siendo susceptible de ser entregado al uso público.

Guadalajara, noviembre de 2009

El I.C.C.P. Autor del Proyecto Modificado n°1

D. Enrique Cano Cancela