

I. MEMORIA

INDICE

1. INTRODUCCION

- 1.1. Antecedentes
- 1.2. Objeto del proyecto
- 1.3. Ámbito, contenido y metas básicas del proyecto

2. DATOS DE PARTIDA

- 2.1. Caudales y población equivalente
- 2.2. Características de la contaminación
- 2.3. Resultados previstos
 - 2.3.1. Características del agua depurada a la salida del tratamiento secundario
 - 2.3.2. Características del efluente terciario
 - 2.3.3. Características del fango
 - 2.3.4. Características del aire desodorizado
- 2.4. Emplazamiento
- 2.5. Línea piezométrica
- 2.6. Implantación general

3. JUSTIFICACION Y ASPECTOS SINGULARES DE LA SOLUCION ADOPTADA

4. DESCRIPCION DE LAS OBRAS E INSTALACIONES

- 4.1 Colectores
- 4.2 Obra de llegada y pozo de gruesos.
- 4.3 Bombeo de agua bruta
- 4.4 Desbaste de sólidos
- 4.5 Desarenado-desengrasado.
- 4.6 By-pass, homogeneización y laminación de caudal
- 4.7 Tratamiento biológico primera etapa
- 4.8 Decantación primera etapa.

- 4.9 Tratamiento biológico segunda etapa
- 4.10 Decantación secundaria
- 4.11 Captación de caudal a tratamiento terciario
- 4.12. Filtración y dosificación de reactivos
- 4.13. Desinfección por rayos U.V.
- 4.14. Bombeo de agua reutilizada
- 4.15. Tamizado de fangos primarios
- 4.16. Espesamiento de fangos primarios
- 4.17. Espesamiento de fangos biológicos
- 4.18. Mezcla y bombeo de fangos a digestión
- 4.19. Digestión anaerobia
- 4.20. Deposito tampón de fangos digeridos
- 4.21. Deshidratación de fangos
- 4.22. Consideraciones relativas a la Obra Civil
 - 4.22.1.Cimentaciones
 - 4.22.2.Edificio de control
 - 4.22.3. Edificios industriales
 - 4.22.4. Depósitos
- 4.23. Instalación Eléctrica
 - 4.23.1. Alcance de la instalaciones
 - 4.23.2. Descripción de las instalaciones eléctricas proyectadas
 - 4.23.3. Descripción de la instalación de automatización y control proyectada
- 4.24. Servicios Generales

5. DOCUMENTOS DE QUE CONSTA ESTE PROYECTO

6. CLASIFICACION DEL CONTRATISTA

7. REVISION DE PRECIOS

8. PRESUPUESTOS

9. PLAZO DE EJECUCION Y GARANTIA

10. CONCLUSION

1. INTRODUCCION

1. INTRODUCCION

1.1. ANTECEDENTES

Valdepeñas, es una población de 28.000 habitantes, que posee una gran cantidad de industria agroalimentaria, fundamentalmente de los sectores vinícolas, mataderos, etc., que generan gran cantidad de vertidos, que se recogen en la actualidad conjuntamente con los vertidos urbanos, concretamente en el colector Norte.

Con el fin de poder realizar un vertido con la calidad exigida por la Normativa Vigente (Directiva 91/271/CEE) el Ayuntamiento de Valdepeñas a través de la Empresa Pública AGUAS DE CASTILLA-LA MANCHA encargó a la Empresa GESAMBIENTE la Redacción de un Proyecto que sirviera de base para el Concurso de Licitación de las obras para la instalación de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en Valdepeñas (Ciudad Real)

Esta actuación persigue la recuperación de la calidad del recurso hídrico, en una zona estructuralmente deficitaria en dicho recurso, mejorando sensiblemente la calidad de las aguas que recoge el río Jabalón en la actualidad.

Las aguas depuradas se verterán a cauce público, concretamente al río Jabalón. No obstante, se ha previsto la instalación de un tratamiento terciario para una parte del caudal tratado (aproximadamente el 25%), para obtener una calidad de vertido, que permita su reutilización para uso agrícola, recreativo, etc.

En fecha 30 de mayo de 2006, se realiza la presentación de Ofertas de acuerdo con las mencionadas bases del Concurso.

Por Resolución de fecha 31 de julio de 2006, de la Entidad Pública Aguas de Castilla-La Mancha, se adjudica a la UTE formada por las Empresas FCC CONSTRUCCIÓN S.A., AQUALIA S.A. Y SERVICIOS Y PROCESOS AMBIENTALES S.A. el contrato de las obras mencionadas, en su Solución Variante.

Así mismo se establece en dicha Resolución, que la UTE adjudicataria debe presentar el Proyecto de desarrollo de la Solución Variante, para su aprobación técnica.

En consecuencia las Empresas adjudicatarias , redactan el presente Proyecto con el fin de cumplimentar el mencionado requerimiento.

1.2. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente Proyecto es definir las obras e instalaciones correspondientes a las actuaciones que a continuación se exponen :

- Colector Norte, en sus dos tramos, hasta su entronque con el Sur
- Colector Sur, desde la EDAR actual hasta el entronque mencionado con el Norte.
- Arqueta de regulación de caudales
- Colector a nueva EDAR
- E.D.A.R.
- Acometida de agua potable, acometida eléctrica y acometida telefónica

Así mismo son también objeto de este Proyecto , definir el contenido de los periodos de puesta a punto y pruebas de funcionamiento de las instalaciones en el contempladas.

1.3. AMBITO, CONTENIDO Y METAS BASICAS DEL PROYECTO

En el presente proyecto se reflejan las obras e instalaciones necesarias para un perfecto funcionamiento y explotación de las instalaciones de los colectores y la EDAR de Valdepeñas.

Aparte del fin fundamental indicado, conseguir los resultados de depuración exigidos, se han considerado a la hora de diseñar y proyectar como metas básicas las siguientes:

- Obtener un equilibrio en sentido técnico y económico que permita el funcionamiento óptimo de la planta.
- Dar la solución idónea respecto a la línea de proceso adoptada, dimensionando en sentido amplio las unidades que conformen la estación, para que puedan absorber las variaciones que pudieran presentarse sobre los parámetros básicos establecidos.
- Realizar una correcta distribución de los diversos elementos de la estación atendiendo a la secuencia lógica del proceso, a las características topográficas y geotécnicas del terreno, y a la obtención de una fácil y eficaz explotación, con unos gastos de mantenimiento reducidos y una adaptación máxima a la planta que actualmente se encuentra en servicio.
- Dar una calidad a las obras civiles, equipos e instalaciones que nos permitan una relación calidad-precio que se ajuste a este tipo de obras, atendiendo sobre todo al cometido que éstas van a desempeñar.
- Dotar a las instalaciones de la flexibilidad suficiente para facilitar las maniobras de operación.
- Diseñar las instalaciones de forma que permitan la construcción con las menos interferencias posibles con la planta existente y por tanto permitan la operación de la planta durante la construcción de la ampliación.
- Proyectar la Estación Depuradora de manera que forme un conjunto armónico, tanto en aparatos como en acabado de edificios.
- Por último definir un proyecto en cuanto a medición y valoración que permita la realización de las obras con el mínimo de variaciones o alteraciones posibles.

2. DATOS DE PARTIDA

2. DATOS DE PARTIDA

2.1. CAUDALES Y POBLACION EQUIVALENTE

Población	28.000 hab
Caudales	
$Q_{\text{medio diario}}$	12.000 m ³ /d.
$Q_{\text{medio horario}}$	500 m ³ /h.
$Q_{\text{máximo pretratamiento}}$	1.500 m ³ /h.
$Q_{\text{maximo primera y segunda etapa}}$	875 m ³ /h.

2.2. CARACTERISTICAS DE LA CONTAMINACION

-	Concentración meda de DBO ₅	1.000 mg/l
-	Concentración media de DQO	1.800 mg/l
-	concentración media de SS	900 mg/l
-	Concentración media de NTK	50 mg/l
-	Concentración media de P	15 mg/l

2.3. RESULTADOS PREVISTOS

2.3.1. Características del agua depurada a la salida del tratamiento secundario

-	DBO ₅	≤ 25 mg/l
-	SS	≤ 35 mg/l
-	pH	entre 6 y 8
-	N _{total}	≤ 12 mg/l
-	P	≤ 2 mg/l

Además, el agua será razonablemente clara, no detectándose su vertido en el cuerpo receptor, y no tendrá olor desagradable

2.3.2. Características del efluente terciario

-	Coliformes totales	2,20 ufc/100ml
-	Turbidez (NTU)	2 NTU

2.3.3. Características del fango

Como mínimo, el fango procedente de la depuración después de tratado y analizado, tendrá las siguientes características:

-	Sequedad del lodo deshidratado	≥22%
-	Estabilidad (%reducción de sólidos volátiles)	≥40%

2.3.4. Características del aire desodorizado

A la salida del tratamiento el aire desodorizado cumplirá los siguientes requisitos

-	H ₂ S	≤ 0,20 mg/m ³
---	------------------	--------------------------

- | | | |
|---|--------------------|--------------------------|
| - | CH ₃ SH | ≤ 0,23 mg/m ³ |
| - | NH ₃ | ≤ 0,20 mg/m ³ |
| - | Aniones | ≤ 0,20 mg/m ³ |

No se incorporarán al ambiente olores a mercaptanos, ni será desagradable al olfato.

2.4. EMPLAZAMIENTO

Los terrenos donde se prevé realizar la Estación Depuradora de Aguas Residuales se encuentran situados en Valdepeñas (Ciudad Real) en las parcelas N° 78 y N° 86 del polígono N° 136 y ocupan una superficie aproximada de 41.100 metros cuadrados.

2.5. LINEA PIEZOMETRICA

A la hora de definir la línea piezométrica de la Planta deben conjugarse conceptos como topografía y características del terreno, situación del nivel freático, estética de la Planta y principalmente en este caso niveles de avenida del Río Jabalón, con el fin de obtener la solución más idónea tanto técnica como económicamente, es decir, que técnicamente sea viable, y que los gastos de primera inversión complementados con los de explotación, la definan como más económica.

Partiendo de la cota de llegada de los colectores y de la cota de vertido inducida por el nivel de avenida correspondiente a un periodo de retorno de 500 años, se ha diseñado un bombeo en cabeza de tratamiento que permita el paso del agua por gravedad por las dos etapas de tratamiento biológico, y otro, lógicamente de menor caudal, en la alimentación al tratamiento terciario.

Se han calculado las pérdidas de carga de los distintos aparatos que componen la Planta, llegando a una cota de vertido suficiente, tal y como se justifica en el Anejo nº 5 "Cálculos Hidráulicos de la EDAR".

Como cotas más significativas tenemos:

- Rasante colector :	650,51 m
- Pozo de gruesos:	651,02 m
- Estación de elevación:	650,92 m
- Tamizado:	660,10 m
- Desarenado desengrasado:	659,65 m
- Depósito de homogeneización	657,91 a 659,36 m
- Tratamiento biológico primera etapa:	657,24 m
- Decantación primera etapa:	656,92 m
- Tratamiento biológico segunda etapa:	656,09 m
- Decantación secundaria:	655,65 m
- Cámara de restitución y bombeo a terciario:	655,34 m
- Restitución en el cauce:	654,80 m

2.6. IMPLANTACION GENERAL

Como puede apreciarse en el plano de Planta General, que se acompaña, la concepción de la Estación Depuradora se ha desarrollado atendiendo a la secuencia lógica del proceso.

El pretratamiento se ha dispuesto en el extremo de la parcela por donde llega el colector, dejando el tratamiento de fangos en el otro extremo . A continuación, y en líneas paralelas, se han situado la primera etapa y la segunda etapa , de manera que la restitución queda próxima al cauce receptor.

El acceso a la parcela se realiza por el límite Norte de la misma, junto al edificio de control, Se han diseñado viales que rodean la planta, y permiten acceder a todos los edificios y a todos los puntos donde existen equipos.

A continuación se incluye un plano de implantación de la solución adoptada.

Es preciso indicar, que para su definición se han perseguido fundamentalmente conseguir los siguientes objetivos:

.Disposición lógica de equipos con el fin de que pueda circular el agua de acuerdo con la secuencia fijada para la línea de tratamiento.

.Hacer una planta lo más compacta posible que facilite su explotación y mantenimiento.

.Para ello, se han considerado fundamentalmente los siguientes condicionantes:

- Topografía y geometría y dimensiones de la parcela.
- Punto de llegada del Colector de Agua Residual.
- Punto de llegada de la vía de acceso.
- Punto de llegada de la línea eléctrica.
- Punto de salida del Colector de vertido final al río Jabalón.

3. JUSTIFICACION Y ASPECTOS SINGULARES DE LA SOLUCION ADOPTADA

3. JUSTIFICACION Y ASPECTOS SINGULARES DE LA SOLUCION ADOPTADA

El presente Proyecto incluye los colectores de aguas residuales, industriales y pluviales que conectan los actuales puntos de vertido con la nueva EDAR de Valdepeñas. Son tres los colectores a ejecutar:

- Colector Sur, que recoge las aguas residuales (únicamente urbanas y pluviales) desde la EDAR actual de Valdepeñas
- Colector Norte, que se inicia en la zona de la actual estación de bombeo y llega hasta la arqueta de regulación de caudal (urbanas, industriales y pluviales), recogiendo además los vertidos del nuevo Polígono
- Colector de alimentación hasta la nueva EDAR, reunión de los dos anteriores, con un caudal equivalente a 3 Qmedio

El trazado de los anteriores colectores corresponde con el desarrollado en el Anteproyecto y el material de los mismos, hormigón armado, se considera el adecuado.

La estación depuradora se ha desarrollado cumpliendo con todas las prescripciones del Pliego de Bases, y mejorando el diseño donde se ha considerado necesario

El proceso de tratamiento se inicia en la llegada del colector al predesbaste.

El predesbaste incluye pozo de gruesos desde donde el agua pasa a través de una reja de 50 mm a la estación de elevación, desde donde es impulsada mediante bombas centrífugas sumergibles al pretratamiento. Se instalan variadores de frecuencia en las bombas para permitir adaptarse al caudal de llegada.

El pretratamiento está formado por el desbaste y el desarenado-desengrasado.

Los dos canales de desbaste están equipados con compuertas de entrada y salida de

accionamiento motorizado y tamices autolimpiantes como reja de finos de 3 mm de luz.

A continuación el agua pasa a dos desarenadores - desengrasadores aireados, divididos en dos canales, uno para sedimentación de las arenas y otro para la separación de grasas y flotantes. Las arenas del fondo son extraídas mediante bombas en puente viajante a un clasificador lavador de tornillo. Los flotantes son conducidos mediante una rasqueta a través de una compuerta de vertedero a un canal transversal, desde donde pasan al separador de grasas.

Teniendo en cuenta que el caudal de llegada y pretratado es 3 Q_{medio} y el punta de tratamiento es 1,75 Q_{medio} , se dispone un depósito de regulación de manera que pueda almacenar el caudal no tratado durante una hora antes de iniciar el vertido del mismo. Este depósito sirve también para homogeneización de los caudales de llegada teniendo en cuenta el componente industrial del agua residual.

Se prevé la inclusión de una instalación de reactivos (ácido y sosa) para adicionar al depósito si es necesario rectificar el pH para tratamientos sucesivos.

La regulación a tratamiento primario se realiza a través de medida de caudal instalada en la alimentación a primera etapa, actuando sobre una compuerta mural de regulación servomotorizada, situada en la salida del depósito. Se dispone además de un aliviadero de emergencia en el depósito.

Se realiza una primera etapa de tratamiento biológico con dos balsas de aireación (volumen total 1.200 m³), seguido de una decantación de primera etapa con dos decantadores de gravedad.

La producción de fangos, volúmenes, necesidades de aire y demás parámetros de diseño de ambas etapas se justifican en el Anejo N° 1 Cálculos de dimensionamiento. Para el diseño de la primera etapa se ha tenido en cuenta la experiencia de FCC Co, AQUALIA Y SPA en el diseño, construcción y explotación de numerosas plantas similares.

A continuación se incluye una segunda etapa, también en dos líneas, con una zona anóxica, una facultativa y una aerobia para realizar un proceso completo de nitrificación-desnitrificación y obtener las concentraciones exigidas de nitrógeno en el efluente.

Se dispone además una instalación para adicionar Sulfato de Alúmina en el reactor de segunda etapa, con el fin de eliminar el fósforo hasta la concentración exigida en las Bases del Concurso

Después de la decantación secundaria, parte del agua tratada pasa a un tratamiento terciario a mediante bombeo. Dicho tratamiento terciario está compuesto por una mezcla estática en línea, filtración (con 2 filtros de arena en continuo) y desinfección mediante reactor en línea de rayos U.V. También dispone, como medida de seguridad, la posibilidad de incluir como desinfección final hipoclorito sódico.

El agua tratada en terciario pasa al bombeo, previsto ya en el Anteproyecto, que conduce este efluente hasta el nuevo Polígono.

El agua restante es vertida al Río Jabalón.

En la línea de fangos se separa el espesamiento de fangos de primera y de segunda etapa.

Los fangos en exceso de primera etapa son bombeados hasta un tamiz rotativo de 2,50 mm de luz y llegan a un espesador por gravedad; mientras que los fangos de segunda etapa son bombeados a un espesador de flotación. Los fangos espesados son mezclados en una cámara de mezcla donde se homogeneizan y son bombeados a digestión anaerobia.

La digestión anaerobia se plantea para tiempos de retención en torno a 21 días, construyéndose un digestor de 6.381,36 m³ de capacidad.

Para la agitación de fangos se usará un agitador vertical de dos palas.

Para el almacenamiento del gas producido se ha previsto instalar un gasómetro de doble membrana.

El fango se almacena en un depósito tampón, provisto de agitador sumergido para homogeneización.

La deshidratación se realiza con centrífugas. Por último se bombea el fango deshidratado a una tolva de almacenamiento.

A continuación se incluye un cuadro resumen y posteriormente los esquemas de proceso de la solución adoptada.

CUADRO RESUMEN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

Elemento	Descripción
Obra de llegada y pozo de gruesos	- Pozo de gruesos con reja de 50 mm de luz. - Limpieza mediante cuchara bivalva y peine.
Bombeo de agua	- 3+1 bombas centrífugas horizontales sumergibles $Q_u=500 \text{ m}^3/\text{h}$; $\Delta h= 14 \text{ m.c.a.}$
Desbaste	- 2 Canales de 0,60 m de ancho equipados con tamiz autolimpiante de 3 mm - Transportador - compactador para recogida de sólidos
Desarenado desengrasado	- 2Ud desarenador-desengrasador L=15 m, ancho 3,10 m - 2+1 Bombas extracción de arenas en puente $Q_u=40 \text{ m}^3/\text{h}$ - 2x3 ud turbinas tipo “Aeroflott” de $P_u=0,65 \text{ kW}$ - Clasificador-lavador de tornillo - Extracción de grasas a separador de rasquetas
Regulación y homogeneización de caudales	- Depósito de 1.499 m^3 de capacidad . Aireación y agitación con 2 aireadores Superficiales sobre estructura flotante de $15,00 \text{ kW c/u.}$ - Regulación de caudal por compuerta motorizada en salida - Alimentación a primera etapa con medidor electromagnético de caudal en tubería. - Aliviadero de emergencia. - Reactivos para ajuste de pH(ácido sulfúrico y sosa)
Tratamiento biológico etapa 1ª	- 2 balsas de aireación de volumen unitario 600 m^3 , l= 15 m y ancho= 10 m. - AIRE DE PROCESO: 2 x 2 Aireadores sumergibles de $37,00 \text{ kW}$ de potencia en el eje - RECIRCULACION DE FANGOS: 2+1 bombas sumergibles $Q_u=175 \text{ m}^3/\text{h}$; $\Delta h= 5,50 \text{ m.c.a.}$ - Tamizado en canal de 6 mm y $Q_u=500 \text{ m}^3/\text{h}$
Decantación primaria	- 2 Ud decantadores circulares de 19 m de diámetro - Canal perimetral interior de recogida de agua decantada - Retirada de flotantes - 1+1 bombas sumergibles a separador de grasas $Q_u=15 \text{ m}^3/\text{h}$; $\Delta h= 10 \text{ m.c.a.}$
Tratamiento biológico etapa 2ª	- 2 líneas de tratamiento biológico con un volumen total de 8.320 m^3 (780 m^3 anóxicos , 780 m^3 facultativa y 6.760 m^3 aireados) - AIRE DE PROCESO: 3 (2+1) Soplantes $Q_u= 4.850 \text{ Nm}^3/\text{h}$ (2 Variadores de frecuencia) 240 difusores de membrana por balsa distribuidos en 1 parrilla por zona facultativa 1.034 difusores de membrana por balsa distribuidos en 3 parrillas, para la zona óxica - AGITACION ZONA ANOXICA / FACULTATIVA 2 Agitadores sumergibles de hélice de 3 kW para zonas anóxicas 2 Agitadores sumergibles de hélice de 3 kW para zonas facultativas - RECIRCULACIÓN INTERNA: 2+1 bombas sumergibles $Q_u 500 \text{ m}^3/\text{h}$; $\Delta h= 0,50 \text{ m.c.a.}$ - RECIRCULACIÓN EXTERNA: 2+1 bombas sumergibles $Q_u 250 \text{ m}^3/\text{h}$; $\Delta h= 4,50 \text{ m.c.a.}$

Elemento	Descripción
Desfosfatación	- Sulfato de Alúmina Un depósitos de 10 m ³ una bomba de carga de 20 m ³ /h 2(1+1) bombas dosificadoras de 3,1 - 31 l/h de caudal, con regulación automática de caudal mediante servomotor eléctrico
Decantación secundaria	- 2 Decantadores circulares de gravedad de 24 m de diámetro. - Canal perimetral interior de recogida de agua decantada - Retirada de sobrenadantes - 1+1 bombas sumergibles a separador de grasas Qu=15 m ³ /h; Δh= 10 m.c.a.
Bombeo a tratamiento terciario	- 2(1+1) bombas centrífugas sumergibles Qu=150 m ³ /h ; Δh= 10 m.c.a. - Mezclador estático en línea de alimentación a filtros de arena
Filtración	- 2 filtros de arena de lavado en continuo, en cuba de acero inoxidable Ø 3,00 m. - Su = 7,25 m ² / S _{TOTAL} = 14,50 m ² - 1+1 compresores de Qu = 540 l/min a 7 bar, con filtro y separador - Calderín de 500 litros
Desinfección con hipoclorito sódico y reactivos en el terciario	- Depósito de 15 m ³ con 1 bomba de carga de 30 m ³ /h - 1 bomba preoxidación + 1 bomba postcloración + 1 bomba reserva común a ambos servicios de 1,1 - 11 l/h c/u - 1 bomba de Sulfato Alúmina de 3,1 - 31 l/h (reserva común con desfosfatación) - 2(1+1) bombas de polielectrolito de 7,5 ÷ 75 l/h. - Regulación de caudal automática mediante servomotor eléctrico en todas las bombas dosificadoras
Desinfección efluente terciario	- 1 equipo de U.V. sistema cerrado en tubería de 200mm. Capacidad máxima de 150 m ³ /h
Bombeo de agua reutilizada	- 1+1 bombas de Qu=150 m ³ /h ; Δh= 40 m.c.a. - 3.720 m tubería de impulsión DN 200 mm PVC PN-16 - 1 ud medidor de caudal electromagnético en tubería
Purga de fangos	- 1+1 Bombas sumergibles de purga de 1ª etapa Qu=80 m ³ /h; Δh= 8,50 m.c.a. - 1+1 Bombas sumergibles de purga de 2ª etapa Qu=30 m ³ /h; Δh= 6,50 m.c.a.
Tamizado de fango primario	- Tamiz rotativo Qu=80 m ³ /h y 2,50 mm de luz de malla
Espesamiento fangos de 1ª etapa	- 1 Espesador de gravedad de 12 m de diámetro - Purga mediante 2(1+1) bombas de tornillo helicoidal de 5 ÷ 15 m ³ /h con regulación de caudal mediante V.F.
Espesamiento fangos de 2ª etapa	- 1 Espesador de flotación en tanque rectangular de 7.200 mm x 2.546 mm x 2.500 mm con separador de lamelas. - 2 (1 + 1) Bombas de presurización de 8 m ³ /h a 5 bar - 2 (1 + 1) Compresores de presurización de 260 l/min a 6 ÷ 8 bar - 1 Floculador en línea tipo serpentín - Acondicionamiento químico con polielectrolito , 1 compacto de 1.700 l común a espesamiento y deshidratación. - 1+1 bombas dosificadoras de tornillo helicoidal de 80 ÷ 200 l/h, con regulación de caudal mediante V.F.

Elemento	Descripción
Mezcla de fangos espesados	Depósito de 3,00 x 3,00 x 2,50 m -Agitador sumergido de 1,30 KW
Bombeo fangos biológicos a digestión	- 1+1 Bombas de tornillo helicoidal de $5 \div 15 \text{ m}^3/\text{h}$, con regulación de caudal mediante V.F.
Digestión anaerobia de fangos biológicos	<ul style="list-style-type: none"> - 1 Digestor diámetro $\varnothing 25\text{m}$ H recta = 11,50 m Vu = 6.381,36 m^3 - 1 Agitador vertical de 2 palas - 1 intercambiador tipo espiral de 450.000 kcal/h - 1 Quemador mixto gasoleo / biogas de 500.000 kcal/h - 1 caldera 500.000 kcal/h - 1+1 Bombas recirculación agua caliente calderas de $35 \text{ m}^3/\text{h}$; $\Delta h = 6 \text{ m.c.a.}$ - 1+1 Bombas fangos $80 \text{ m}^3/\text{h}$; $\Delta h = 10 \text{ m.c.a.}$ - 1 Válvula mezcladora de 3 vías servomotorizada para regulación T^a - 1+1 Bombas agua caliente $80 \text{ m}^3/\text{h}$; $\Delta h = 8 \text{ m.c.a.}$ - 1 Gasómetro de membrana de 1.040 m^3 - 1 Dosificador volumétrico de cal para ajuste de pH - 1 Quemador de gas en exceso - 1+1 Bombas de siembra y vaciado de $50 \text{ m}^3/\text{h}$; $\Delta h = 20 \text{ m.c.a.}$
Deshidratación de fangos	<ul style="list-style-type: none"> - Depósito tampón de 14 m diámetro - 1+1 centrífugas de Qu máx.= $15 \text{ m}^3/\text{h}$ y Carga máxima = 525 kg M.S./h - 1+1 Bombas de alimentación $5 \div 15 \text{ m}^3/\text{h}$, con regulación de caudal mediante V.F. - 1 Compacto de dilución de polielectrolito (común con espesamiento) de 1.700 l - 1+1 bombas dosificadoras de tornillo helicoidal de $450 \div 750 \text{ l/h}$, con regulación de caudal mediante V.F.
Almacenamiento de fangos	<ul style="list-style-type: none"> - 2 Bombas de alimentación a tolva de $1,50 \div 3,00 \text{ m}^3/\text{h}$, con regulación de caudal mediante V.F. - 1 Tolva de almacenamiento de fango deshidratado de 110 m^3

4. DESCRIPCION DE LAS OBRAS E INSTALACIONES

4. DESCRIPCION DE LAS OBRAS E INSTALACIONES

4.1. COLECTORES

El Colector Sur será el encargado de recoger un vertido que contiene únicamente aguas residuales urbanas y pluviales, desde la arqueta de alimentación a la actual EDAR .

Discurre paralelo al arroyo La Veguilla y luego por el Río Jabalón, hasta llegar a la arqueta de regulación de caudal donde se reunirá con el Colector Norte.

El diámetro del Colector Sur es de 600 mm y el material es hormigón armado.

El Colector Norte recoge las aguas residuales urbanas, industriales y pluviales desde la arqueta situada en la zona de la actual estación de bombeo. A esta arqueta de dimensiones 6,75 x 3,10 x 2,20 m llega un ovoide de 1,60 m de alto y 1,55 m de ancho, que lleva aguas residuales urbanas e industriales y una caja de pluviales de 1 m de altura y 1,40 m de ancho. En esta arqueta comienza el primer tramo de este Colector, con una tubería de Ø 600 mm de hormigón armado a la cota 664,60 m, que discurre enterrado paralelo al Arroyo Cañada Romero, hasta la cota 661,85 m donde mediante la obra de entrada actual, situada después del paso de la Autovía A 4, se conecta al marco de recogida de aguas residuales urbanas y pluviales del polígono industrial. Esta obra de entrada tiene una anchura en la embocadura de 7,00 m a donde llegan cuatro (4) colectores, dos (2) de 1,40 m y dos (2) de 0,90 m de diámetro y donde se conectará el Colector Norte. El marco transcurre por los terrenos del Polígono Industrial hasta la salida del mismo, donde se prevé la correspondiente obra . El marco tiene una anchura de 2,00 m y una altura de 1,50 m.

En esta obra de salida del marco, comienza el segundo tramo del Colector, con una tubería de diámetro 1.400 mm de hormigón armado, que recoge también las aguas residuales urbanas y pluviales del Polígono industrial y transcurre por la margen del Arroyo Cañada Romero hasta la arqueta de regulación de caudal.

La arqueta de regulación de caudal será la encargada de evacuar los caudales superiores a 3 Qmedio hacia el río Jabalón mediante una tubería de diámetro 1.400 mm de hormigón armado. La arqueta de regulación de caudal está formada por dos (2) compartimentos. Al primero llegan los dos (2) Colectores (Sur de diámetro 600 mm y Norte de diámetro 1.400 mm). Ambos Colectores llegan a la cota 657,00. Las dimensiones de este primer compartimento son de 3,0 x 3,0 x 3,5 m. Las dimensiones del segundo compartimento son de 3,0 x 2,0 x 3,5 m, ambos compartimentos están separados por un vertedero de 3,0 m de longitud.

Del segundo compartimento de esta arqueta de regulación, parte el colector que llevará el agua residual reunida por los Colectores Norte y Sur hasta la nueva EDAR con un caudal máximo de 3 Qmedio. Este colector es de diámetro 800 mm y de hormigón armado. Parte de la cota 657,00 en la arqueta de regulación de caudal llega al pozo de gruesos de la nueva EDAR a la cota 650,51 m. Este Colector discurre enterrado por debajo del terreno un mínimo de 0,5 m, paralelo al Río Jabalón, con una pendiente media de $1,63 \times 10^{-3}$.

4.2.- OBRA DE LLEGADA Y POZO DE GRUESOS

El colector de llegada termina directamente en el pozo de gruesos del predesbaste.

La finalidad el pozo de gruesos es retener las arenas y elementos pesados que puedan llegar a la Planta. El fondo del pozo de gruesos se construirá con las paredes inclinadas de manera que se concentren los sólidos en el centro del mismo.

La extracción de los residuos y arenas depositados en los pozos se realiza mecánicamente mediante polipasto eléctrico de 1.600 kg y cuchara bivalva que descarga en un contenedor de 4,35 m³.

Las paredes inclinadas y la solera de los pozos están protegidas mediante perfiles metálicos embebidos en el hormigón.

Se complementa la instalación con una reja recta situada al final del pozo, con 50 mm de separación útil y limpieza mediante dientes acoplados a la cuchara. El canal de la reja desemboca en la cámara de bombeo.

Las características del pozo de gruesos son:

- Nº pozos instalados	1 ud
- Dimensiones unitarias:	
. Ancho	3,00 m
. Largo	5,00 m
. Altura recta útil máxima	0,71 m
. Altura trapecial	1,00 m
. Superficie decantación total	15,00 m ²
. Carga superficial a Q dilución	100,00 m/h
. Volumen total a Q dilución	18,89 m ³

. Tiempo de retención a Q dilución 0,76 min

- Sistema extracción residuos Cuchara bivalva sobre polipasto eléctrico
a contenedor

4.3. BOMBEO DE AGUA BRUTA

A continuación del pozo de gruesos se instala el pozo de bombeo. Se ha optado por la instalación de bombas centrífugas sumergibles.

Para proteger dicha estación de bombeo se ha instalado a la salida del pozo de gruesos una reja de predesbaste formada por perfiles IPN 100 de 50 mm de luz, con un ancho igual al del pozo de gruesos, es decir 3,00 m., y una altura de 5,50 m.

Se instalan cuatro unidades de bombeo, una de ellas en reserva, de las siguientes características:

Caudal máximo	1.500 m ³ /h
- Caudal medio	500 m ³ /h
- N° unidades instaladas	4 ud
- N° unidades en funcionamiento	3 ud
- Caudal unitario	500 m ³ /h
- Solución adoptada	Bombas sumergibles
- Altura manométrica	14,00 m.c.a.

Dos de las bombas disponen de variador de frecuencia para poder adaptarse a los caudales mínimos de llegada

Las bombas descargan, mediante conducciones independientes, en el canal de alimentación al pretratamiento.

El pozo dispone de un aliviadero de emergencia que en caso de una parada de las bombas evacue el caudal de llegada al Río sin provocar inundación de las instalaciones.

Es preciso hacer constar que esta situación es difícil que se produzca ya que se cuenta en la planta con el correspondiente grupo electrógeno.

4.4. – DESBASTE DE SOLIDOS

La operación de desbaste se realiza mediante dos líneas de tratamiento de capacidad total máxima 1.500 m³/h

Cada canal de desbaste va a disponer de un tamiz autolimpiante.

Para el aislamiento de los canales de desbaste se instalan compuertas de accionamiento eléctrico.

La extracción de residuos se efectúa mediante tornillo transportador compactador de 1,50 m³/h de capacidad, con vertido directamente a un contenedor de 1.100 litros.

Las instalaciones de desbaste constan de:

Desbaste de finos

- Caudal máximo	1.500 m ³ /h
- Caudal medio	500 m ³ /h
- Tipo de reja	tamiz autolimpiable
- N° tamices instaladas	2 ud
- N° tamices en funcionamiento	2 ud
- Luz libre	3 mm
- Ancho canal	0,60 m
- Ancho útil unitario	0,18 m
- Calado a Qmed (1 línea)	0,55 m
- Sistema de limpieza	Automático
- Forma de extracción de residuos	Tornillo transportador-compactador

4.5. DESARENADO DESENGRASADO

Desarenador-desengrasador

Una vez eliminados los sólidos flotantes que lleva el agua, para poder efectuar un pretratamiento completo quedan por eliminar partículas de menor tamaño, fundamentalmente arenas y grasas que pueden incidir negativamente en posteriores operaciones. Así se evita la formación de copos o flóculos con los lodos activados además de eliminar la acción abrasiva de la arena.

La eliminación de estas materias puede realizarse en aparatos independientes o en común, como el que se ha proyectado en esta Planta.

Descripción general

Se instalan dos canales desarenadores desengrasadores de tipo rectangular aireado, calculados para el caudal total máximo de 1.500 m³/h.

En esencia cada desarenador consta de dos (2) canales paralelos, a los que denominamos canal desarenador y canal desengrasador, respectivamente; el primero de 2,20 m de anchura que actúa como desarenador, mientras que el segundo de 1,10 m de anchura, separado del central por una pantalla de PRFV, funciona como desengrasador, por ser una zona de calma y por tanto de acumulación de las grasas que pasan, a través de unas aberturas, del canal central al lateral.

Cada tanque lleva incorporada una compuerta de aislamiento, y su correspondiente vaciado.

La regulación del nivel líquido en los desarenadores se realiza mediante vertederos colocados a la salida.

Separación de arenas

Las arenas decantadas en el fondo de los canales desarenadores, son extraídas directamente mediante bombas de 40 m³/h de caudal unitario con una protección antiabrasiva e instalada cada una sobre el puente móvil y que recorren toda la longitud del canal. Existirá en el taller otra bomba de reserva, de tal forma que si alguna de las instaladas quede fuera de servicio, inmediatamente se podrá sustituir sin que la balsa correspondiente esté excesivamente tiempo parada.

La impulsión de cada grupo de elevación descarga en un canal central común por donde se envían a otro que desemboca en la arqueta de alimentación al clasificador lavador de arenas de tipo tornillo

La separación agua-arena se realiza en un clasificador lavador de tornillo sinfín, con capacidad para recoger los caudales de agua - arena elevados por las bombas anteriormente indicadas.

Este clasificador logra la extracción de arena con un mínimo de humedad.

Separación de grasas

Por otra parte, las grasas, una vez ya en la zona lateral de tranquilización del desarenador desengrasador, es decir, en el canal desengrasador, son arrastradas por las rasquetas superficiales del puente hacia un canal transversal a través de una compuerta vertedero servomotorizada. Un sistema de arrastre con agua se sitúa frente a cada desarenador. Accionada por un final de carrera, se abre una electroválvula que permite el paso de agua de servicios de la red general a un distribuidor equipado con boquillas de corte plano. El caudal de agua arrastra los flotantes y las grasas hasta el separador de grasas que está situado en un tanque metálico de planta rectangular.

La separación en superficie de las grasas emulsionadas se consigue por inyección de aire mediante turbinas tipo “AEROFLOTT”. Cada elemento, lleva incorporado tres (3) unidades de estas turbinas con una potencia unitaria de 0,65 kW.

La cantidad de aire necesaria para conseguir la desemulsión de las grasas depende, fundamentalmente, de la relación de superficies efectivas de agitación tranquilización.

El sistema conjunto desarenador desengrasador aireado presenta las ventajas de un menor coste de obra civil y el poder unificar en un solo punto la extracción y retirada de este tipo de residuos, lo que origina un menor impacto estético y facilita notablemente las operaciones de mantenimiento.

El agua procedente del desarenado pasa al depósito de regulación y homogeneización.

Los parámetros de diseño de la instalación son:

Desarenado-desengrasado

- Caudal máximo	1.500 m ³ /h
- Caudal Qmedio	500 m ³ /h
- Tipo de desarenador	Rectangular aireado
- N° de unidades instaladas	2 ud
- N° de unidades en funcionamiento	2 ud
- Dimensiones:	
- Longitud	15,00 m
- Ancho zona desarenado	2,20 m
- Ancho zona desengrasado	1,10 m
- Altura útil	2,75 m
- Carga superficial a Qmedio	7,58 m ³ /m ² /h
- Tiempo de retención a Qmedio	25,09 min

Preaireación

- Sistema de aportación de aire	Turbinas “Aeroflott”
- N° unidades instaladas por línea	3 ud
- N° unidades totales	6 ud
- Potencia unitaria	0,65 kW

Extracción y bombeo de arenas

- Sistema de extracción	Bombas
- Tipo de bomba	Vertical sobre puente viajante
- N° bombas instaladas	2ud (+ 1 reserva en taller)
- Caudal unitario	40 m ³ /h
- Separación y lavado de arena	clasificador lavador
- N° de unidades instaladas	1 ud
- Tipo	Tornillo
- Capacidad:	80 m ³ /h

Extracción y separación de grasas

- Sistema de arrastre	Barredor superficial
- Recogida de flotantes agua	Compuerta vertedero
- Evacuación	Gravedad
- Destino	A separador de grasas
- Tipo de separador	Mecánico
- N° de unidades	1 ud
- Capacidad:	45 m ³ /h
- Destino final grasas	Contenedor

4.6. BY-PASS , HOMOGENEIZACIÓN Y LAMINACIÓN DE CAUDAL

El agua pretratada tiene tres opciones:

- Pasar al depósito de homogeneización
- Vertido al cauce (By-pass de tratamiento completo)
- Pasar al tratamiento de primera etapa (By-pass depósito de homogeneización)

Los dos by-pass se realizan mediante las correspondientes compuertas motorizadas.

El depósito de homogeneización y laminación tiene unas dimensiones en planta de 21,30 m x 20,40 m.

Cuando funciona como tanque de homogeneización tiene un calado de 2,00 m, con lo que el tiempo de mezcla es aproximadamente de 1 hora a caudal punta y de 1,74 horas a caudal medio. Hasta alcanzar un calado de 3,45 m, puede almacenarse en el depósito el caudal excedente del caudal punta. Esto supone un tiempo almacenamiento de 1 hora, a partir de este tiempo si persisten las condiciones de caudal superior al punta , comienza el vertido del agua pretratada y decantada. En total el volumen del depósito es de aproximadamente 1.500 m³.

La regulación del caudal al tratamiento se realiza mediante una compuerta de fondo de 0,40 m de ancho y 0,70 m de altura , servomotorizada y cuya apertura o cierre se realiza mediante una señal 4-20 mA suministrada por el medidor electromagnético situado en la tubería de unión con los reactores de alta carga.

El depósito está agitado y aerado mediante dos aeradores superficiales montados sobre estructura flotante con sistema de sujeción mediante cable. Este sistema permite a las unidades de agitación – aeración el ascenso y descenso en función del nivel del depósito.

Se ha previsto también la instalación de dos instalaciones para almacenamiento y dosificación de ácido sulfúrico y sosa, para ajuste del pH si es necesario. Cada equipo consta de un pequeño tanque de almacenamiento de producto comercial y dos bombas dosificadoras, una en reserva.

4.7. TRATAMIENTO BIOLOGICO DE PRIMERA ETAPA

El tratamiento biológico de primera etapa se diseña para ser capaz de admitir el caudal punta de 850 m³/h, tal y como se indica en el Pliego de Bases del Concurso. El sistema propuesto consiste en un tratamiento biológico de adsorción, a realizar en dos balsas aireadas. El volumen total aireado es de 1.200 m³ funcionando el sistema con una carga másica de 5 kg DBO₅/kg MLSS a una concentración de sólidos de 2,00 kg/m³.

La tubería de agua pretratada entra en una arqueta, donde se mezcla con la recirculación de fangos, y desde donde se alimenta a cada una de las balsas de primera etapa. El aislamiento y repartición a cada línea se realiza mediante compuertas vertedero motorizadas.

La salida de agua es por vertedero a un canal desde donde se alimenta a cada uno de los decantadores. En este canal se dispone una compuerta motorizada de alimentación a cada decantador y otra motorizada de interconexión de líneas.

El sistema de aireación estará formado por 4 aireadores sumergibles situados en el fondo del tanque, 2 en cada balsa, con una potencia unitaria en el eje de 37 kW.

La recirculación de fangos de primera etapa se realizará por medio de 3 bombas centrífugas sumergibles, una de ellas reserva de las otras dos, de 175 m³/h de caudal unitario, dotando al sistema de una capacidad de recirculación del 100 % sobre caudal medio y del 57,14 % sobre el caudal punta de tratamiento.

Se proyecta el tamizado de fangos en recirculación de 1ª etapa, éste se realizará en un tamiz en canal de 6 mm de luz de paso, situado en cabecera de las balsas.

4.8. DECANTACION PRIMERA ETAPA

El efluente de las balsas de aireación se conduce a dos decantadores para la separación de los sólidos en suspensión.

Las instalaciones asociadas a este tratamiento son las siguientes:

- Decantadores primarios y recogida de agua decantada
- Arquetas de fangos primarios

Decantadores primarios y extracción de flotantes

Se proyectan 2 decantadores circulares de 19 m de diámetro. El agua bruta se introduce por la parte inferior del decantador mediante tubería, saliendo por unas aberturas practicadas en la columna central. Para obligar al agua a seguir un movimiento descendente, que facilite la decantación a esta columna central, se la rodea de un cilindro metálico, ampliamente dimensionado.

Las partículas sedimentadas (los lodos) depositadas en el fondo del decantador son barridas continuamente por unas rasquetas solidarias a un puente giratorio, que hacen que el fango vaya hacia un pozo o foso de concentración del que se extraen.

El decantador proyectado lleva incorporado un sistema de eliminación de espumas flotantes y grasas, que en esencia se compone de un sistema de barredores superficiales que arrastran estas materias hacia una tolva sumergida. La mezcla de agua y flotantes se conduce, por una tubería de extracción equipada de válvulas automáticas de manguito elástico con accionamiento neumático, hacia una arqueta de bombeo de donde se impulsan al separador instalado en el pretratamiento.

El agua sale por medio de vertedero a un canal perimetral interior.

El agua procedente de cada decantador primario se dirige hacia la arqueta de reunión de agua decantada, desde donde se alimentará a la segunda etapa. En esta arqueta se dispone también la posibilidad del by-pass del tratamiento de segunda etapa mediante el correspondiente juego de compuertas motorizadas.

Arqueta de fangos primarios y espumas

Las bombas de recirculación y purga de fangos primarios con sus instalaciones accesorias van ubicadas en una arqueta proyectada a tal efecto y compartimentada según los diferentes servicios.

El conjunto se compone de dos cámaras de bombeo (fangos y espumas) donde se instalan sus bombas correspondientes y una cámara intermedia para la instalación de la correspondiente valvulería, con fácil acceso desde el exterior

4.9. TRATAMIENTO BIOLOGICO SEGUNDA ETAPA

Se han previsto dos líneas de segunda etapa de tratamiento biológico, cada línea o balsa se ha fraccionado en tres zonas, una anóxica, una facultativa y la última aerobia.

La zona anóxica tiene unas dimensiones unitarias de 6,00 x 13,00 x 5,00; la zona facultativa, 6,00 x 13,00 x 5,00; la zona aerada tienen una dimensión de 52,00 x 13,00 x 5,00 m.

Con estas dimensiones el volumen de cada balsa en operación es de

Zona anóxica	390 m ³
Zona facultativa	390 m ³
Zonas aireadas	3.380 m ³
Total	4.160 m ³

Tras su tratamiento, el agua sale por vertedero a un canal, de donde parten las conducciones de agua hacia la decantación secundaria.

Para aporte de aire se utilizan soplantes, instalándose tres unidades (una en reserva) de 4.850 Nm³/h de capacidad de aspiración unitaria, instaladas en un edificio compartido con las instalaciones de transformación.

Para regular el caudal aportado a cada balsa se ha previsto la instalación de 2 variadores de frecuencia en las soplantes activas, así como sendas válvulas de mariposa almenada accionadas mediante servomotor de regulación con señal de 4 – 20 mA, en función de las sondas de oxígeno disuelto.

Como sistema de difusión del aire en las balsas, se prevé la utilización de 2.548 difusores de membrana por línea, distribuidos en cuatro parrillas por balsa, una en la zona facultativa y tres en la zona aireada.

En la arqueta de cabeza de las balsas de activación se introducen los fangos en recirculación procedentes de decantación secundaria, de manera que mezclándose con el agua se repartan a cada línea mediante compuertas vertedero motorizadas.

Así mismo se realiza una recirculación interna de licor mixto desde el final de la zona aireada a la cabeza de la zona anóxica. Para esta operación se utilizan bombas de hélice, una por cada línea de 500 m³/h de caudal unitario a 0,50 m.c.a. Estas bombas van provistas de variador de frecuencia. Se instala una bomba en cada balsa y se dispone de una tercera unidad en taller.

En el último cuarto de la zona aireada se adiciona sulfato de alúmina para la eliminación química del fósforo, para lo cual se disponen tres (2+1) bombas dosificadoras de 3,1 ÷ 31 l/h de caudal unitario.

Todas las balsas llevan incorporadas sus correspondientes compuertas de aislamiento ya mencionadas y sistema de vaciado.

Las necesidades de oxígeno por aireación y nitrificación se justifican en el Anejo nº 1 Cálculo de dimensionamiento.

Los parámetros de operación son:

- Carga másica	0,23	kg/kg/día
- Edad del fango	7,74	Días
- Tiempo de retención a Qm	13,52	Horas
- Concentración de sólidos	3,50	kg/m ³
- Tasa producción de fangos	0,80	kg/kgDBO ₅ elim

4.10. DECANTACION SEGUNDA ETAPA

De la arqueta a la salida de cada balsa parte una tubería que alimenta a su respectivo decantador, habiéndose incluido una compuerta motorizada para aislamiento de cada línea, y otra motorizada para interconexión líneas.

Se han proyectado dos decantadores de gravedad con diámetro 24 m. y altura útil 4,20 m.

La descripción de los aparatos utilizados se basa en un depósito cilíndrico con fondo de forma cónica, con una columna central por la que entra el agua que lo atraviesa radialmente cayendo al fondo los lodos activados, pasando el agua clarificada que sale por vertedero a un canal perimetral interior desde donde se dirige a la arqueta de salida y captación del tratamiento terciario.

Los fangos son conducidos mediante rasquetas de fondo hasta una arqueta central, desde donde se purgan a la arqueta de recirculación y purga de fangos.

El decantador proyectado lleva incorporado un sistema de eliminación de espumas flotantes y espumas, que en esencia se compone de un sistema de barredores superficiales que arrastran estas materias hacia una tolva sumergida. La mezcla de agua y flotantes se conduce, por una tubería de extracción equipada de válvulas automáticas de manguito elástico con accionamiento neumático, hacia una arqueta de bombeo de donde se impulsan al separador instalado en el pretratamiento.

Los parámetros de operación son:

- Carga superficial		
. a Q medio	0,55	m ³ /m ² /h
. a Q max	0,97	m ³ /m ² /h
- Carga de sólidos		
. a Q medio	1,93	kg/m ² /h
. a Q max	3,38	kg/m ² /h
- Tiempo de retención		

. a Q medio	8,20 h
. a Q max	4,69 h
- Carga sobre vertedero	
. a Q medio	3,47 m ³ /h/m
. a Q max	6,08 m ³ /h/m

Arqueta de fangos biológicos y espumas

Las bombas de recirculación y purga de fangos bioológicos con sus instalaciones accesorias van ubicadas en una arqueta proyectada a tal efecto y compartimentada según los diferentes servicios.

El conjunto se compone de dos cámaras de bombeo (fangos y espumas) donde se instalan sus bombas correspondientes (flotantes, recirculación y exceso) y una cámara intermedia para la instalación de la correspondiente valvulería, con fácil acceso desde el exterior

4.11.- CAPTACIÓN DE CAUDAL A TRATAMIENTO TERCIARIO

La captación de agua a tratar en el tratamiento terciario se realiza desde la arqueta de salida de agua tratada de la EDAR.

El tratamiento terciario se ha diseñado para un caudal punta de $150 \text{ m}^3/\text{h}$ correspondiente a los $125 \text{ m}^3/\text{h}$ de caudal medio.

Para ello se diseña una arqueta donde se instalan dos (1+1) bombas sumergibles de $150 \text{ m}^3/\text{h}$ a 10 m.c.a.

De esta arqueta aspiran también las bombas que alimentan el sistema de filtración de agua de servicios de la planta.

Además, se ha previsto un almacenamiento y dosificación de Hipoclorito sódico para desinfección del efluente de la E.D.A.R.

El almacenamiento será común a las instalaciones de tratamiento terciario. Consta de una bomba centrífuga horizontal de trasvase de $30 \text{ m}^3/\text{h}$ y un depósito construido en PRFV de 15.000 litros de capacidad.

La dosificación se lleva a cabo mediante dos bombas dosificadoras de 5 – 50 l/h con control de caudal mediante servocomando eléctrico de regulación, una en reserva, cuyo caudal es ajustable en función del caudal de salida de planta.

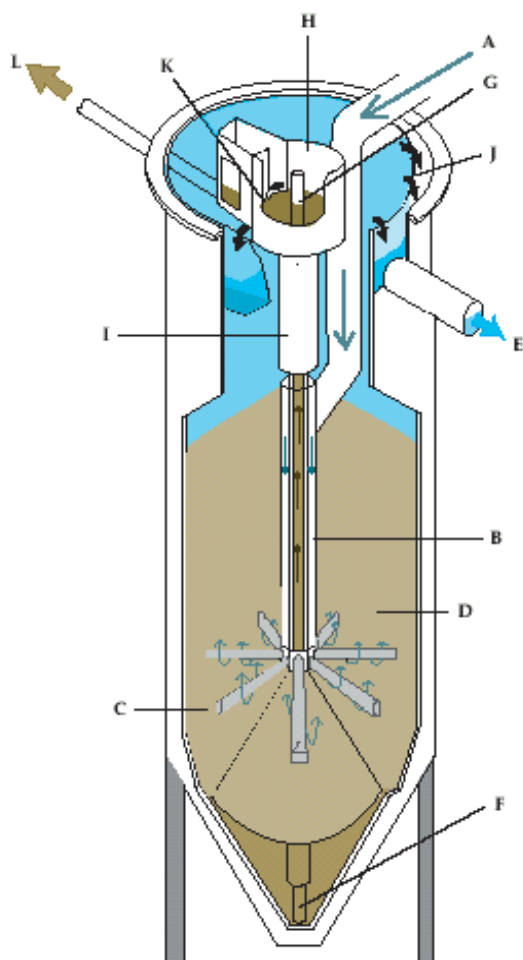
4.12. FILTRACIÓN Y DOSIFICACIÓN DE REACTIVOS

El agua bombeada desde la arqueta descrita anteriormente, se envía al proceso de filtración mediante tubería de DN 200. En esta conducción se instala un mezclador estático donde se adicionarán los diferentes reactivos previstos que facilitan el buen funcionamiento del sistema de filtración.

Se ha optado por un sistema de filtración mediante filtros de arena de flujo ascendente con lavado continuo que no necesitan la parada de la celda de filtración durante su limpieza, ni requieren depósitos de agua limpia para lavado.

El principio de funcionamiento de este tipo de filtros es el siguiente:

La alimentación entra por la parte superior (A) y fluye hacia abajo a través de un tubo (B) hasta



unos distribuidores radiales (C) por donde entra al filtro. El agua asciende a través del lecho de arena (D) recogiendo el agua filtrada en un vertedero situado en la parte superior y saliendo por la conducción de agua filtrada (E).

La arena sucia asciende por la tubería del air lift (F) que está situada en el centro del filtro hasta el lavador separador (I) impulsada por el aire introducido a través del air lift.

Situando el vertedero de salida del rechazo por debajo del de salida de agua limpia se garantiza que un caudal de agua filtrada entra en el lavador donde la arena más pesada cae hacia abajo y los sólidos retenidos en la arena

son arrastrados al compartimento final de rechazo (H) saliendo por el vertedero de rechazo (K). La arena limpia separada en el lavador se deposita en la parte superior del filtro, desplazando hacia abajo la arena sucia del fondo para su lavado. Controlando el nivel del vertedero (K) se ajusta el caudal de rechazo y se regula el funcionamiento del filtro.

Cada filtro tiene capacidad para tratar $75 \text{ m}^3/\text{h}$. El material filtrante es arena silíceas, la altura del lecho es de 2,00 m.

Como reactivos químicos se prevé la adición de los siguientes:

Sulfato de alúmina

Como coagulante, se ha optado por el sulfato de alúmina líquido con 8,2 % de riqueza en óxido de aluminio. El almacenamiento de este reactivo va a ser común con el que se utiliza para la desfosfatación en el reactor biológico de segunda etapa. La dosis máxima prevista de reactivo comercial es de 150 ppm.

Para dosificar este producto, se ha previsto la instalación de una bomba, con un caudal de 3,1 – 31 l/h, con control de caudal mediante servocomando eléctrico de regulación. Como bomba de reserva se utiliza la bomba de reserva utilizada para la desfosfatación en el biológico de segunda etapa.

Polielectrolito

Como floculante se incluye polielectrolito aniónico en dosis media de 1 mg/l, que es preparado en una instalación automática de producción en continuo. Este equipo tiene tres (3) cámaras con un volumen total de 450 l.

La dosificación se realiza mediante dos (1+1) bombas dosificadoras, especiales para polielectrolito viscoso con capacidad unitaria de $7,50 \div 75 \text{ l/h}$ y control de caudal mediante servocomando eléctrico de regulación, en función del caudal de entrada al sistema.

Hipoclorito sódico

El hipoclorito sódico se va a utilizar tanto para la precloración como para la postcloración de emergencia.

En la precloración la dosis a utilizar para caudal medio es de 2 mg/l mientras que para la postcloración la dosis a emplear es de 4 mg/l.

Tanto el llenado del depósito como el almacenamiento de este reactivo se va a realizar con las mismas instalaciones empleadas en la desinfección del efluente, es decir, mediante una bomba centrífuga horizontal de trasvase de 30 m³/h y un depósito construido en PRFV de 15.000 litros de capacidad.

Por lo que respecta a la dosificación del hipoclorito se van a utilizar tres bombas dosificadoras, una como reserva de las otras dos, de 1,10 – 11 l/h de caudal variable de trabajo, cuyo caudal es ajustable, como en los anteriores, al caudal de entrada, mediante servocomando eléctrico de regulación.

4.13. DESINFECCIÓN POR RAYOS U.V.

El agua filtrada sale por tubería y antes de su llegada al depósito de bombeo de reutilización, se hace pasar por un reactor en línea de rayos U.V.

Según las condiciones de salida, la instalación propuesta tiene capacidad para un caudal punta de $150 \text{ m}^3/\text{h}$, garantizando en el efluente una concentración no superior a 2,20 ufc/100 ml.

El equipo se monta dentro de un edificio diseñado para albergar la dosificación de reactivos de tratamiento terciario y los compresores de lavado de filtros, concretamente en uno de sus laterales, el más próximo a la bancada de filtros.

El reactor cuenta con las correspondientes válvulas de aislamiento y by-pass.

4.14. BOMBEO DE AGUA REUTILIZADA

El agua procedente del tratamiento terciario, una vez desinfectada mediante la instalación de rayos U.V., pasa a la cámara de aspiración de las bombas de agua reutilizada.

Se disponen dos bombas centrífugas horizontales, una de ellas en reserva, de 150 m³/h de caudal unitario y 40 mca de altura manométrica.

La impulsión hasta el Polígono nuevo tiene una longitud de 3.720 m, en tubería de PVC PN-16 y de 200 mm de DN.

El trazado de esta conducción aprovecha la zanja del colector a la EDAR.

Se dispone también un medidor de caudal electromagnético en tubería de 200 mm de DN

4.15 TAMIZADO DE FANGOS PRIMARIOS

Se considera fundamental disponer un tamizado de los fangos primarios antes del espesamiento por gravedad que proteja el tratamiento de digestión anaerobia posterior.

Se instala para ello un tamiz rotativo con paso de 2,50 mm , construido en acero inoxidable AISI 316 y se ubicarán en una plataforma elevada, situada en el interior del edificio de fangos.

Los residuos procedentes de este tamiz rotativo se van a recoger mediante un tornillo transportador compactador fabricado en acero inoxidable AISI 316 L, que los transportará hasta un contenedor puesto a tal efecto.

4.16. ESPESAMIENTO DE FANGOS PRIMARIOS

Los fangos de primera etapa serán tratados en un espesador por gravedad.

Las dimensiones del espesador son 12 m de diámetro, una altura cilíndrica útil de 3,0 m y una altura cónica de 0,90 m.

Los fangos espesados se extraen mediante una válvula automática temporizada y son enviados por gravedad al depósito de homogeneización.

El espesador se cubre con una cubierta de PRFV equipada con una toma para extracción del aire del interior, que mediante tubería de PP se conducirá hasta las instalaciones de desodorización situadas en el interior del edificio de fangos.

4.17 ESPESAMIENTO DE FANGOS BIOLÓGICOS

Los fangos biológicos en exceso, extraídos de los decantadores secundarios, se espesan mediante un espesador de flotación.

Estos fangos son bombeados hasta el espesador mediante dos bombas, una de ellas en reserva, de 30 m³/h de capacidad unitaria situadas en la arqueta de bombeo descrita en el apartado correspondiente.

La flotación por aire disuelto es un proceso utilizado para la separación de partículas sólidas (sólidos en suspensión), líquidas (aceites y grasas), y para la separación y concentración de fangos. El proceso consiste en unir a las partículas que entran en el flotador, pequeñas burbujas de aire para que éstas formen un conjunto de densidad menor que el agua y floten, de esta forma se consigue separar del agua partículas de mayor densidad que ésta.

El aparato elegido combina las ventajas de una decantación convencional con las de la flotación de partículas por aire disuelto. En el tratamiento del agua se reserva el término de flotación a los procesos en los que se utilizan burbujas de aire muy finas o micro burbujas, de 40 ÷ 70 micras de diámetro.

La separación, por flotación, de las partículas sólidas en suspensión en un líquido sigue las mismas leyes que sedimentación pero en un campo de fuerza invertido. Es de aplicación para la flotación simple la ley de Stokes, y en el caso de partículas floculadas como el que nos ocupa también aplican las leyes de flotación difusa. Las burbujas producen efecto de flotación en la medida en que se fijan a las partículas. Esto supone, generalmente, que su diámetro sea inferior al de los flóculos en suspensión.

La técnica más extendida de formación de micro burbujas es la de la presurización. Las burbujas se obtienen por expansión de una solución enriquecida en aire, disuelto previamente a una presión de varias atmósferas. Como líquido presurizado se utiliza el influente o el sobrenadante, como en nuestro caso. El caudal de agua presurizada es una fracción del caudal nominal de la instalación, en nuestro caso de aproximadamente el 25 %.

Cuando a la flotación por aire disuelto le precede un tratamiento de Coagulación-Floculación el rendimiento en la separación de la materia sólida en suspensión es mucho mayor, pudiéndose llegar sin problemas a un rendimiento de eliminación del 95%.

En los sistemas de flotación por aire disuelto (FAD) el aire se disuelve en el caudal de agua influente a una presión de varias atmósferas, y a continuación se libera la presión hasta alcanzar la atmosférica. En las pequeñas instalaciones se presuriza mediante una bomba la totalidad del caudal a tratar, añadiéndose el aire comprimido en la tubería de aspiración de la bomba. El caudal se mantiene bajo presión en un calderín durante algunos minutos, para dar tiempo a la disolución del aire en el seno del líquido. A continuación el líquido presurizado se alimenta al tanque de flotación a través de una válvula reductora de presión, lo cual provoca que el aire deje de estar en disolución y que se formen diminutas burbujas distribuidas por todo el volumen del líquido.

En las instalaciones de mayor tamaño, se recircula parte del efluente del proceso FAD, el cual se presuriza y semisatura con aire. El caudal recirculado se mezcla con la corriente principal sin presurizar antes de la entrada al tanque de flotación, lo que provoca que el aire deje de estar en disolución y entre en contacto con las partículas sólidas a la entrada del tanque. Las principales aplicaciones de la flotación por aire disuelto se centran en el tratamiento de vertidos industriales y en el espesado de fangos.

El influente, en nuestro caso los fangos procedentes de decantación secundaria, se mezcla con una corriente de sobrenadante recirculado desde el compartimento de salida del propio flotador. Por aplicación de la Ley de Henry, cuando esta corriente pasa a presión casi atmosférica, el agua saturada disipa el exceso de aire disuelto.

Un estudiado sistema de inyectores reparte el flujo en el seno del flotador y provoca el salto de presión de forma que el tamaño y cantidad de micro burbujas sea el adecuado para lograr la máxima adhesión-adsorción de las impurezas.

Los aglomerados de aire y partículas suben hacia la superficie del flotador formando los denominados “fangos flotados”, separados del efluente. Estos fangos permanecen en una zona de espesamiento para ser posteriormente evacuados por medio de un rascador de superficie.

Las partículas pesadas, como arenas, quedan retenidas en el compartimento de decantación, construido en el fondo del aparato. Una válvula de accionamiento neumático permite la retirada del fango formado.

El proceso de flotación se realiza en cuatro etapas:

- Formación de burbuja de aire disuelto
- Adherencia de burbujas a las partículas para formar partículas sólido/aire.
- Formación del conglomerado de partículas aire/sólido y flotación del conglomerado formado
- Separación de los fangos formados

Para una correcta flotación es necesario conseguir una máxima cantidad de aire en el flotador, además, ha de estar distribuido en burbujas de mínimo tamaño sin llegar a ser influenciadas por cargas electrostáticas (coalescencia), lo cual implica:

- Mayor número de burbujas
- Mayor capacidad de adherencia(en especial a partículas pequeñas).

En el flotador seleccionado se logra esto introduciendo en la pre-cámara la mezcla de fangos homogeneizados, sobrenadante recirculado y aire.

Cuanto mayor sea la presión del agua recirculada más aire transporta por la aplicación de la Ley de Henry. Asimismo, de la zona de presión a la pre-cámara se hace pasar de forma inmediata y con conductos lo más cortos posible para evitar la coalescencia y unión de micro burbujas de aire para dar lugar a otras de mayor tamaño.

En el equipo propuesto se logra este efecto por un exclusivo sistema de presurización a $4 \div 5$ kg/cm² y una inyección que genera un salto de presión hasta los 0,1 kg/cm² en el interior del

flotador. Para ello el fluido se ve obligado a pasar por unas válvulas neumáticas de fino paso (regulables) que pueden ser limpiadas de forma automática cada cierto tiempo.

El resultado son millones de burbujas del entorno de $40 \div 60$ micras capaces de atrapar los sólidos del agua influente.

El fango influente es mezclado con una corriente de sobrenadante recirculado desde el compartimento de salida. El agua recirculada se envía a través de una bomba especial de presurización a un sistema de saturación de aire a $5 \div 6$ kg/cm² de presión. Por aplicación de la Ley de Henry, cuando esta corriente pasa a presión casi atmosférica, el agua saturada disipa el exceso de aire.

En la precámara, de cuidado diseño, se logra un íntimo contacto del agua bruta con las microburbujas. Su pequeño tamaño y homogeneidad permite la adherencia a los flóculos del influente. Hemos formado la partícula sólido/aire. Esta es capaz ahora de ascender a la superficie por si sola.

El tipo de expansión de la burbuja influye fuertemente en la micro flotación. Se utilizan una serie de pequeñas válvulas de funcionamiento automático, garantizándose que estén libres de atascos.

Para una buena formación de conglomerados aire/sólido se precisa:

- Condiciones laminares
- Gradientes de velocidad
- Intensidad de mezclado

En el paquete de lamelas, situado en la parte superior del tanque, el flujo es totalmente laminar excepto en la parte de la cresta de los corrugados, en la cual se generan micro turbulencias controladas. La turbulencia hace que las partículas aire/sólido choquen formando conglomerados con un diámetro de $250 \div 300$ micras, que a modo de racimos constituyen una especie de floculo de aire y sólidos estable. Este tamaño es el ideal.

El sistema tiene una carga superficial equivalente a la mitad de la que su superficie útil desarrolla, es decir, con idéntico rendimiento trata el doble de caudal que otros sistemas.

El mezclado queda garantizado por el sistema de inyección que hace que la mezcla de fangos – sobrenadante recirculado – aire, sea perfecta, facilitando de esta forma la adhesión y formación de conglomerados de partículas.

Tras la flotación debemos concentrar y separar los fangos. Dispondremos de dos tipos de fango a separar, los fangos flotados y los decantados. Los fangos flotados se separan y permanecen en una zona de espesamiento. Es importante evitar la desaeración de los fangos y su caída, lo cual provocarían su arrastre con el efluente. Los fangos son rascados de forma superficial y siempre los de más tiempo de retención en primer lugar. Esto nos permite llegar a obtener altos grados de sequedad sin perder eficacia en el rendimiento de separación.

La instalación propuesta está formada por un equipo compacto de espesamiento formado por una celda de flotación, con floculador en línea y sistema de presurización integrado. La capacidad de tratamiento es de 30 m³/h. El equipo se ha instalado en el interior de el edificio de fangos.

Además se instalará una planta automática de preparación y dosificación de polielectrolito de 1.701 litros de capacidad.

El equipo de dilución es un sistema compacto construido en chapa de acero AISI 316 y consta de dosificador volumétrico con tolva de carga, cuba compartimentada en tres (3) cámaras y dos electro-agitadores situados en los dos primeros compartimentos. Además está equipado con conexiones para agua de dilución, vaciado, toma de producto, etc.

Esta unidad compacta esta calculada para cubrir tanto las necesidades en el proceso de espesamiento como las del proceso de deshidratación, de forma que este puede cubrir las necesidades de ambos procesos de tratamiento.

La dosificación de polielectrolito para espesamiento se realizará con 1+1R bombas dosificadoras de tornillo helicoidal con un caudal de $80 \div 200$ l/h. El caudal puede ser controlado mediante variadores de frecuencia.

El fango mezclado con el floculante , en este caso polielectrolito pasa por un floculador , que consiste en un entramado de tuberías de diámetros 160 y 200 mm donde se acondiciona el flóculo.

El flotador propiamente dicho , tiene una longitud de 7,20 m , un ancho de 2,33 m y una altura de 2,03 m.

Los elementos separadores en PRFV tienen una separación de 72 mm. La recirculación del efluente se consigue mediante dos bombas autoaspirantes de anillo líquido , una de ellas en reserva de $8 \text{ m}^3/\text{h}$ de caudal a 5 bar de presión. La presurización se realiza mediante dos compresores , uno en reserva , de 260 l/min de caudal y $6\text{-}8 \text{ kg/cm}^2$ de presión.

Con este sistema se consigue una concentración del fango espesado de 30 kg/m^3 .

Los fangos espesados se recogen en el depósito de homogeneización de fango mixto previo envío a digestión.

4.18. MEZCLA Y BOMBEO DE FANGOS A DIGESTION

Se dispone un depósito de mezcla de fangos espesados.

El caudal diario de fangos de exceso de primera etapa espesados será $157 \text{ m}^3/\text{d}$ y el de fangos en exceso de segunda etapa espesados será $150,03 \text{ m}^3/\text{d}$.

Las dimensiones del depósito son $3,00 \times 3,00 \times 2,50 \text{ m}$. El dispositivo de mezcla será un agitador sumergido de $1,30 \text{ kW}$ de potencia.

Para el bombeo de fangos mixtos a digestión se dispondrán 2 bombas (1+1) de tornillo helicoidal de $5 \div 15 \text{ m}^3/\text{h}$ dotadas de variador de frecuencia para regulación del caudal.

4.19. DIGESTION ANAEROBIA

Se construye un digestor cilíndrico para los fangos mixtos espesados, equipado con un agitador vertical de doble pala, de las siguientes características:

- Dimensiones

. Diámetro	25 m
. Altura cilíndrica útil	11,50 m
. Flecha en cúpula	3,00 m
. Altura cónica inferior	4,50 m

- Volumen de digestión

. Unitario	6.381,36 m ³
. Total	6.381,36 m ³

Con este volumen de digestor se consiguen tiempos de retención en torno a 21 días con cargas de sólidos volátiles de 1,47kg/m³/día.

La agitación se realiza mediante un agitador vertical de doble pala montado en la cúpula y soportado en pasamuros de diseño especial.

Para el ajuste pH de los digestores, se prevé la adición de hidróxido cálcico en el depósito de mezcla de fangos espesados, mediante una tolva de 270 l y un dosificador volumétrico de 95 kg/h.

El gas producido en la digestión es almacenado y podrá utilizarse en el proceso de calefacción de los fangos, previéndose igualmente un circuito en by-pass para quemarlo en caso de emergencia. El almacenamiento se llevará a cabo en un gasómetro de doble membrana de 1.040 m³ de capacidad.

Como medida de seguridad se tiene previsto en el digestor una válvula de seguridad a la presión y al vacío, una trampa de llamas con apagallamas y un depósito de purga de condensados.

La retirada del gas generado en el interior del digestor se realiza con un colector que alimenta a un gasómetro a un quemador de gas en exceso y a la línea de alimentación a calderas.

Se proyecta una instalación de quemado del gas en exceso provista de llama piloto y dispositivo antirretorno de llamas equipado con válvula antiexplosión y válvula reguladora de presión de 300 m³/h de capacidad, el doble de la producción media estimada.

La instalación de calefacción se precisa para mantener la temperatura de digestión en 35°C, por ser esta la idónea para la acción de las bacterias y microorganismos que intervienen en este proceso.

Todas las instalaciones de calefacción se ubican en el interior del edificio de fangos situado junto al digestor anaerobio.

Resumiendo aquí la instalación necesaria para el sistema de calefacción, esta consta de los siguientes elementos:

- 1 Calderas pirotubular con quemador metano-gasóleo de 500.000 kcal / h .
- 1 Intercambiador de calor tipo espiral de 450.000 kcal / h .
- 2 (1 + 1) Bombas de agua caliente centrífugas horizontales de 80 m³/h.
- 2 (1 + 1) Bombas de lodos calientes centrífugas horizontales de 80 m³/h.
- 2 (1 + 1) Bombas de recirculación a caldera centrífugas horizontales de 35 m³/h.
- Cuadro regulación caldera
- Válvula servomotorizada de 3 vías para control de temperaturas de alimentación al intercambiador.
- Conjunto de valvulería, automatismo e instrumentación para control del sistema

4.20. DEPOSITO TAMPON DE FANGOS DIGERIDOS

El fango digerido se almacena en un depósito tampón de forma circular, de 14 m de diámetro y 4 m de altura útil con una capacidad de 675,58 m³, para permitir el almacenamiento del fango digerido durante 48 h.

Se equipa con agitador sumergido para conseguir la homogeneización de los fangos, consiguiéndose además un ligero espesamiento hasta una concentración de 40 k/m³ para su posterior deshidratación.

El efluente del depósito se envía a cabeza de planta, y los fangos se purgan del fondo para su deshidratación.

El depósito tampón va a estar tapado con una cubierta de PRFV, para con ello evitar la proliferación de olores. Esta cubierta, al igual que en el caso del espesador, cuenta con una conexión para la extracción del aire interior hasta las instalaciones de tratamiento de olores.

4.21. DESHIDRATACION DE FANGOS

Una vez digeridos los fangos, se someten a un proceso de deshidratación, de forma tal que se consigue una reducción de volumen y mayor facilidad en su manejo.

Se instalan dos centrífugas de $15 \text{ m}^3/\text{h}$ de capacidad hidráulica máxima unitaria y 525 kg M.S. de carga máxima unitaria, capaces de deshidratar todo el fango digerido en cinco días a la semana y 14 h/día.

La alimentación a las centrífugas se realiza con 3 (2+1) bombas de tornillo helicoidal de $5 \div 15 \text{ m}^3/\text{h}$ de capacidad controladas mediante variadores de frecuencia.

El polielectrolito para el acondicionamiento se suministra en polvo, se prepara en un equipo de preparación compacto automático con tres compartimentos, de 1.700 l de capacidad, hasta conseguir su dilución de solución madre (0,5 %). Como comentamos anteriormente, este equipo cubre tanto las necesidades de espesamiento como de deshidratación, es decir, es común a ambos servicios.

La salida de esta cuba alimenta a tres (2+1) bombas de tornillo, con un caudal variable entre $450 \div 750 \text{ l/h}$. Estas bombas inyectan la solución en la tubería de alimentación de fangos a las centrífugas, quedando una de ellas en reserva. El control de caudal se realiza igualmente mediante variadores de frecuencia.

Los fangos secos al 25% son posteriormente retirados por dos bombas de $1,5 \div 3,5 \text{ m}^3/\text{h}$ de capacidad unitaria que los envían a la tolva de almacenamiento.

Para el almacenamiento de los fangos se construirá una tolva de planta rectangular ($4,00 \times 3,60 \text{ m}$) y fondo troncopiramidal invertido, de 110 m^3 de capacidad unitaria.

4.22 CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA OBRA CIVIL

El terreno natural de la EDAR, por razones de replanteo, se sitúa entre las cotas 652,50 – 653,60 siendo necesario realizar un relleno hasta la cota de urbanización (655,40-656,40) con terraplén compactado.

Se han previsto viales que permitan acceso a todos los elementos de la EDAR dando una mayor amplitud en las zonas de retirada de contenedores del Edificio de Pretratamiento y Deshidratación y en la zona del Edificio de Control.

Los viales para circulación interior se proyectan con 5,00 m de ancho, y estarán formados por una sub-base de zahorra natural de 25 cm de espesor compactada al 95 %, base de zahorra artificial de 15 cm de espesor, riego de imprimación y tratamiento de aglomerado asfáltico en caliente en dos capas con un espesor de 8 cm, con bordillos laterales

Se dispone de red de pluviales con tuberías de PVC de 160, 200 y 315 mm de DN y sumideros para la recogida del agua superficial.

Las zonas de contenedores, se diseñan con pendientes y drenajes adecuados para facilitar el baldeo de los residuos.

Toda la EDAR, a lo largo del borde exterior de la parcela, tendrá cerramiento perimetral. En la fachada principal, que está mas expuesta a la vista del público, será de estructura metálica más decorativa con base de muro de 1,20 m de altura y valla electrosoldada. El resto será mediante valla de doble torsión con zócalo de obra de 0,20 m. Además se ha incluido una (1) puerta metálica de acceso con apertura automática y una (1) puerta peatonal con apertura manual.

Por último deseamos indicar que se ha previsto el acondicionamiento del camino de acceso actual en una longitud de 2.000 m. mediante suelo mejorado a base de zahorra natural de 25 base de zahorra artificial de 15 cm, riego de imprimación capa de rodadura de 8 cm.

Además, en la zona comprendida entre el Edificio de Control, el aparcamiento y otras más, se ha previsto la siembra de césped.

Se ha dispuesto en la zona más próxima al río una protección de escollera, para evitar erosiones en el terraplén en futuras avenidas.

4.22.1. Cimentaciones

Aunque en el Anejo nº 16 a esta Memoria, “Estudio Geotécnico”, se desarrolla ampliamente el sistema de cimentación adoptado, se expone a continuación de forma resumida las conclusiones allí establecidas.

En líneas generales puede decirse que para todos los elementos se puede realizar una cimentación superficial y de forma directa.

Es necesario resaltar que la posición en cuanto a altimetría se refiere de los aparatos, hace que su cimentación se sitúe poco profunda o a veces incluso sobre relleno.

En cualquier caso el sistema a emplear es el mismo. Se trata de eliminar la capa mas superficial del terreno formada por arcillas rojas con una potencia entre 0,30 m y 1,40 m y realizar, si es necesario por cotas, un relleno estructural con una compactación igual o superior al 95 % del Proctor Modificado.

Mención aparte merece el digestor, que dado que parte del cono inferior se introduce en el sustrato calizo se opta por realizar por encima de este y como, apoyo de los muros verticales un relleno de material seleccionado con productos de préstamos compactado al 98 % del Proctor Modificado.

Los niveles a los que es necesario bajar y los rellenos a efectuar quedan perfectamente definidos para cada elemento en el Anejo mencionado.

4.22.2. Edificio de Control

El edificio tiene una sola planta y dispone de sala de control, laboratorio, almacén-taller, un despacho, comedor, vestuarios y aseos.

La tipología del edificio en sus diferentes elementos se expone a continuación:

- Cerramiento: está formado por fábrica de ladrillo macizo de 1/2 pie, cámara de aire y tabique de ladrillo hueco sencillo, tomado con mortero de cemento y arena de río, acabado exteriormente con enfoscado de mortero de cemento y pintura impermeabilizante tipo “Feb-Rebeton”.
- Ventanas con carpintería de aluminio lacado.
- Vidrio tipo Climalit.
- Puertas de paso interiores llevan carpintería de madera de pino con una o dos hojas ciegas.

Los forjados de cubierta serán de viguetas de hormigón, bovedillas cerámicas y capa de compresión. La cubierta sobre forjado se proyecta a cuato aguas con formación de pendientes mediante tabicones aligerados de ladrillo hueco doble, tablero machihembrado con capa de compresión rematado con teja cerámica curva.

Pavimentos:

Solado de gres antideslizante en laboratorio, vestuarios y aseos.

Solado de terrazo en el resto de las dependencias.

Revestimientos interiores:

Paramentos verticales

- Alicatado de azulejo de 20x20 cm en laboratorio, vestuarios y aseos.
- Guarnecidos verticales en yeso negro y enlucido con yeso blanco y pintura plástica lisa en paramentos interiores de pasillo, hall, despacho y sala de control.

Paramentos horizontales

Falso techo registrable formado por perfilaría y plaqueta acústica tipo “Amstrong”.

Instalaciones:

Los sanitarios serán de porcelana vitrificada de primera calidad y color blanco.

Las instalaciones de fontanería para agua fría y caliente serán de tubo de cobre protegida con tubo flexible de PVC en zonas empotradas.

Los desagües de los aparatos sanitarios serán de PVC.

Las instalaciones de evacuación serán de PVC, con arquetas a pie de bajante y con conexión a una arqueta sifónica antes de acometer ala red general.

Las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el reglamento de Baja Tensión, serán de

conductores de cobre protegidos con tubo de PVC corrugado y empotrado, cajas de derivación y empalme de PVC y mecanismos de primera calidad.

Se han previsto varias tomas de teléfono que se dejarán con un pasahilos, para utilizar las que se consideren más convenientes.

Como protección contra incendios, dado la simplicidad de los edificios, solo es necesaria una red de luminarias de emergencia y señalización y varios extintores instalados.

Se ha dotado al edificio con un equipo de climatización.

4.22.3. Edificios industriales

Dentro de esta denominación incluimos aquellas edificaciones que albergan en su interior instalaciones, depósitos, equipos u otros elementos necesarios para llevar a cabo una parte del proceso de depuración de la planta.

Entre los mismos encontramos:

Edificio de Transformación.

Edificio de producción de aire.

Edificio de deshidratación y de fangos

Edificio de reactivos.

Criterios de diseño

Las edificaciones se ha concebido y proyectado de acuerdo con las necesidades funcionales de los mismos, con envolventes de forma más o menos paralelepípedica en la que se han ubicado huecos de puertas y ventanas en función de los usos y necesidades, de modo que el conjunto resultante ofrezca el máximo beneficio tanto estético como funcional y práctico.

Descripción de la construcción

La estructura se proyecta convencional de hormigón armado, mediante pórticos entramados de vigas y pilares.

La cimentación se resuelve mediante zapatas aisladas arriostradas en ambos sentidos en los edificios de Transformación y Reactivos, siendo losa continua de cimentación en el resto de los edificios.

Las fachadas se resuelven mediante cerramiento de bloque de hormigón, enfoscado con mortero de cemento por el interior y pintura plástica lisa.

El acabado exterior se realiza con un enfoscado de mortero de cemento y pintura impermeabilizante tipo “Feb Rebeton”.

El pavimento es de mortero de cemento ruleteado acabado con pintura.

Los forjados de cubierta serán a base de losas alveolares prefabricados y capa de compresión excepto en el Edificio de Transformación que será de viguetas de hormigón, bovedillas cerámicas y capa de compresión. Las cubiertas sobre forjado se proyectan a base de hormigón celular y rasanteo de 8 cm. de media, capa de mortero de 2 cm. de cemento con dos telas impermeabilizantes, capa de mortero de 2 cm. de cemento, 5 cm. de gravilla rodada.

La carpintería se proyecta para ventanas en aluminio lacado y vidrio tipo Climalit.

Las puertas de acceso se disponen carpintería metálica disponiendo de rejillas de ventilación en la zona de transformación eléctrica.

El interior del edificio de producción de aire se revestirá con paneles acústicos y ladrillo perforado colocado a panderete para su insonorización, del mismo modo que la carpintería metálica de acceso estarán formadas por doble chapa y panel aislante acústico interior.

4.22.4. Depósitos

Los depósitos vienen condicionados por la carga de agua que tengan que contener, de manera que en la EDAR ésta variará entre 1 y 5,50 metros de profundidad. De esta forma, el mínimo espesor de muro empleado en un depósito de hormigón armado es de 20 cm. y el máximo de 50 cm.

Bajo la losa de cimentación se disponen 15 cm de subase granular.

El hormigón a emplear según el Pliego de bases para las estructuras es el HA/30/B/20/IV + Qb.

El acero a emplear es B500S.

4.23. INSTALACION ELECTRICA

4.23.1 Alcance de las instalaciones

El alcance de las instalaciones eléctricas y de automatización y control del presente proyecto, es el siguiente:

- Una acometida aérea en media tensión.
- Una acometida subterránea en media tensión, desde el apoyo de fin de línea de la acometida aérea, hasta el centro de transformación.
- Un centro de transformación.
- Un grupo electrógeno de emergencia.
- Un cuadro general de distribución.
- Una red primaria de distribución desde el cuadro anterior hasta los centros de control de motores, el cuadro general de alumbrado y fuerza usos varios y el equipo de corrección automática del factor de potencia.
- Un equipo corrector del factor de potencia.
- Tres centros de control de motores.
- Un cuadro general de alumbrado y fuerza usos varios.
- Una red de distribución desde el cuadro anterior hasta los cuadros locales de alumbrado interior y fuerza usos varios de edificios.
- Ocho cuadros locales de alumbrado interior y fuerza usos varios de edificios.
- Las distribuciones a los diferentes receptores de fuerza de proceso, instrumentos, puntos de luz de alumbrado interior y exterior y tomas de corriente y bases de enchufe de fuerza usos varios.
- Una red general de puesta a tierra.
- Una instalación de automatización y control constituida por dos controladores lógicos programables (PLCs), un ordenador PC para soporte del programa de supervisión (Scada), dos impresoras y un cuadro sinóptico.

4.23.2. Descripción de las instalaciones eléctricas proyectadas

4.23.2.1. Suministro de energía

El suministro será en media tensión a 20 KV, la frecuencia será de 50 Hz y la intensidad de cortocircuito previsible de 12,5 KA.

4.23.2.2. Acometida en media tensión

4.23.2.2.1. Tramo aéreo

Los cables serán de aluminio-acero, tipo LA-56, de 54,6 mm² de sección total.

Dichos cables serán sostenidos por cadenas de aisladores de vidrio templado, del tipo campana, que incorporarán grapas del tipo de suspensión en los apoyos de alineación y del tipo de amarre en los restantes.

El número de apoyos previsto es de cinco, siendo de los siguientes tipos:

- 1 Apoyo de principio de línea, seccionamiento y protección.
- 2 Apoyos de alineación.
- 1 Apoyo de ángulo.
- 1 Apoyo de fin de línea y paso de acometida aérea a subterránea.

Dichos apoyos serán metálicos, galvanizados, responderán en su construcción a la recomendación de Unesa RU-6.704A y estarán compuestos por un fuste y una cabeza de armado.

El fuste será troncopiramidal, de sección cuadrada, constituido por tramos atornillables entre sí, y la cabeza de armado será prismática, de sección también cuadrada. Ambos incorporarán perfiles de refuerzo formando celosía.

El apoyo de principio de línea incorporará un seccionador tripolar de 24 KV-400 A con mando

manual dotado de transmisión y mando por estribo con enclavamiento, y tres bases cortacircuitos unipolares de 24 KV-100 A del tipo de expulsión.

El apoyo de fin de línea incorporará tres pararrayos autoválvulas de 24 KV-10 KA y tres botellas terminales unipolares para cable de aislamiento seco.

Todos los apoyos quedarán puestos a tierra mediante picas de acero cobrizado y cables de cobre desnudo de 35 mm² de sección mínima.

4.23.2.2.2. Tramo subterráneo

Se realizará con cables tipo RHZ1, de 12/20 KV, unipolares, con cuerda conductora de aluminio de 150 mm² de sección.

Irán instalados en el interior de una tubería de polietileno, lisa interiormente y corrugada exteriormente, de 160 mm de diámetro, colocada a su vez sobre un lecho de arena de río para que haga buen asentamiento, a una profundidad mínima de 1,30 m. En los cruces de calzadas, la tubería irá hormigonada.

Aproximadamente 50 cm por encima de dicha tubería, se instalará una banda de aviso y señalización de PVC, de 30 cm de ancho, con la inscripción "Alta Tensión".

A lo largo del trazado, se incluirán las arquetas de registro que resulten necesarias.

4.23.2.3. Centro de Transformación

El centro de transformación se instalará en un edificio de obra de fábrica, a ubicar junto al edificio de soplantes.

El aparellaje se prevé instalado en cabinas prefabricadas, en atmósfera de hexafluoruro de azufre (SF₆), siendo su número y contenido el siguiente:

- 1 Cabina de entrada de acometida subterránea, conteniendo un interruptor de 24 KV-400 A con mando manual y tres posiciones "conexión-seccionamiento-puesta a tierra".
- 1 Cabina de protección general, conteniendo un seccionador de 24 KV-400 A con tres posiciones "conexión-seccionamiento-puesta a tierra", mas un disyuntor de 24 KV-400 A-16 KA con relé electrónico. Ambos con mando manual.
- 1 Cabina de medida conteniendo 3 transformadores de tensión y 3 de intensidad.

El transformador de potencia será en baño de aceite, del tipo de llenado pleno y pérdidas reducidas, de características:

- Potencia	1.600 KVA
- Tensión primaria	20.000 V \pm 2,5% \pm 5%
- Tensión secundaria	400-230 V
- Frecuencia	50 Hz
- Tensión de cortocircuito	6 %
- Conexión	Dyn11

El armario de contadores que se prevé en el propio centro de transformación, será de tipo normalizado por la compañía distribuidora de energía, estará construido en poliéster reforzado con fibra de vidrio e incluirá un contador electrónico combinado, un módem para la transmisión de datos a través de la RTC (Red Telefónica Conmutada) y un juego de bornas de verificación.

En cuanto a la puesta a tierra, se prevén sistemas independientes entre sí, a saber:

- Un sistema de protección, para puesta a tierra de los chasis de las cabinas prefabricadas, el transformador de potencia y los secundarios de los transformadores de medida.
- Un sistema para puesta a tierra del neutro del transformador de potencia.

Los electrodos para ambos sistemas serán picas de acero cobrizado de 2 m de longitud y 14,3 mm de diámetro, y los cables, serán de cobre desnudo.

4.23.2.4. *Grupo electrógeno de emergencia*

El proyecto contempla la instalación de un grupo electrógeno de emergencia, a ubicar conforme puede verse en los planos, en una sala anexa a la del cuadro general de distribución, dentro del edificio de transformación.

Dicho grupo será de las siguientes características:

- Motor diesel 323 / 356 kW
- Alternador 360 / 400 KVA

El arranque del grupo será automático por falta de tensión de red o por caída de la tensión por debajo de los límites tolerables. En tal supuesto, atenderá las siguientes cargas:

- Una bomba de elevación de agua bruta
- Una línea de desbaste y desarenado-desengrasado
- Una línea de tratamiento biológico y decantación de 1ª etapa
- El cuadro general de alumbrado y fuerza usos varios

Para aprovechar al máximo el grupo, los motores arrancarán de forma secuencial, siendo controlada dicha secuencia por PLC.

El grupo incorporará un depósito de combustible a bordo, con capacidad suficiente para una autonomía de al menos 8 horas a plena carga.

Asímismo, la instalación para la extracción de los gases de escape, incorporará un silencioso dentro de la propia sala y un sombrerete en el remate de la tubería en la cubierta del edificio.

4.23.2.5. *Acometidas al Cuadro General de Distribución*

Las acometidas al cuadro general de distribución desde el transformador de potencia, se realizarán con cables tipo RV-K 0,6/1 KV, unipolares y con cuerda conductora de cobre.

Su sección, será la adecuada para que cumplan en cuanto a densidad de corriente se refiere y para que la caída de tensión en las mismas no supere los límites establecidos en el anejo de cálculos eléctricos.

Estos cables irán instalados a lo largo de canaletas subterráneas previstas en la solera del edificio.

4.23.2.6. *Cuadro General de Distribución*

El cuadro general de distribución se instalará en un recinto destinado exclusivamente a tal fin en el edificio del centro de transformación.

Estará construido en chapa de acero, su grado de protección será IP54 y será registrable mediante puertas con cerradura.

Contendrá el siguiente material:

- Para la entrada del transformador de potencia, un interruptor automático magnetotérmico III+N con mando motorizado, una base cortacircuitos tripolar de 25 A con cartuchos de 2 A, un analizador de red y cuatro transformadores de intensidad, tres de ellos para el analizador de red y el restante para la medición del factor de potencia.
- Un descargador de sobretensión III+N para 100 KA conectado al embarrado general del cuadro.
- Tantos interruptores automáticos magnetotérmicos omnipolares como circuitos de salida.

Los circuitos de salida del cuadro serán los siguientes:

- Al CCM de pretratamiento
- Al CCM de tratamiento biológico y decantación
- Al CCM de tratamientos de fango y terciario
- Al cuadro general de alumbrado y fuerza usos varios.
- Al equipo de corrección automática del factor de potencia.

4.23.2.7. *Circuitos desde el Cuadro General de Distribución*

Los circuitos desde el cuadro general de distribución, se realizarán con cables tipo RV-K 0,6/1 KV con cuerdas conductoras de cobre.

Su sección, será la adecuada para que cumplan en cuanto a densidad de corriente se refiere y para que la caída de tensión en los mismos no supere los límites establecidos en el anejo de cálculos eléctricos.

En el caso de los circuitos de alimentación a los CCMs, la potencia de cálculo considerada es el 125% de la simultánea máxima prevista.

Las canalizaciones para los cables de alimentación a los cuadros situados en la misma sala del cuadro general, serán canales subterráneos practicados en la solera del recinto.

Por su parte, las canalizaciones para los cables hacia los cuadros situados en edificios distintos al del cuadro general, serán tuberías subterráneas de polietileno, lisas interiormente y corrugadas exteriormente, de 160 mm de diámetro, colocadas a su vez sobre un lecho de arena de río para que hagan buen asentamiento, a una profundidad mínima de 70 cm. En los cruces de calzadas, las tuberías irán hormigonadas.

4.23.2.8. *Equipo Corrector del Factor de Potencia*

Se prevé la instalación de un equipo de corrección automática del factor de potencia junto al cuadro general de distribución, con objeto de que durante la explotación de la instalación no se

paguen sobrecostos motivados por factores de potencia inferiores al 0,90 establecido por la legislación vigente.

La potencia total de este equipo será de 540 KVA_r y su composición 30+60+5*90 KVA_r.

4.23.2.9. *Cuadro General de Alumbrado y Fuerza usos varios*

El cuadro general de alumbrado y fuerza usos varios, se instalará en las inmediaciones del cuadro general de distribución.

Estará construido en chapa de acero, su grado de protección será IP54 y será registrable mediante puerta con cerradura.

Contendrá el siguiente material:

- Un interruptor automático magnetotérmico general III+N.
- Tres transformadores de intensidad.
- Una base cortacircuitos tripolar de 25 A con cartuchos de 2 A.
- Tres amperímetros.
- Un voltímetro con conmutador.
- Por cada circuito de salida hacia los cuadros locales de alumbrado y fuerza usos varios, un interruptor automático magnetotérmico III+N.
- Para el circuito de alumbrado exterior, un interruptor automático magnetotérmico III+N con dispositivo adicional de protección diferencial, un contactor III y un selector "Manual-0-Automático".

Los circuitos de salida hacia cuadros locales de alumbrado y fuerza usos varios serán los siguientes:

- Edificio de transformación
- Edificio de soplantes
- Cámara visitable de la arqueta de fangos y flotantes primarios

- Cámara visitable de la arqueta de fangos y flotantes secundarios
- Cámara visitable de la arqueta del digestor anaerobio
- Edificio de reactivos
- Edificio de tratamiento de fango
- Edificio de control

Todos los interruptores automáticos destinados a la protección de circuitos de alimentación a puntos de luz con lámparas de descarga, serán de calibre adecuado a una potencia en VA equivalente a 1,8 veces la nominal de las lámparas en vatios.

Los dispositivos diferenciales serán de 30 mA de sensibilidad y acción instantánea.

4.23.2.10. Circuitos desde el Cuadro General de Alumbrado y Fuerza usos varios

Los circuitos de salida del cuadro general de alumbrado y fuerza usos varios, se realizarán con cables tipo RV-K 0,6/1 KV con cuerdas conductoras de cobre.

Su sección, será la adecuada para que cumplan en cuanto a densidad de corriente se refiere y para que la caída de tensión en los mismos no supere los límites establecidos en el anejo de cálculos eléctricos.

Las canalizaciones subterráneas serán tuberías de polietileno lisas interiormente y corrugadas exteriormente, de 160 mm de diámetro, y las superficiales, bandejas y tubos rígidos blindados de PVC.

4.23.2.11. Instalaciones de Fuerza

4.23.2.11.1. Fuerza de proceso

a) Alcance de la instalación

La fuerza de proceso contempla la alimentación a todas las máquinas, válvulas, compuertas, electroválvulas, instrumentos, etc, de la instalación.

b) Cuadros de protección

Los cuadros para la maniobra y protección de los receptores de la fuerza de proceso serán metálicos, contruidos con chapa de acero de 2 mm de espesor y del tipo compartimentado, con carros extraíbles.

Las columnas de entrada contendrán el siguiente material:

- Un interruptor automático magnetotérmico general III+N.
- Tres transformadores de intensidad.
- Una base cortacircuitos tripolar de 25 A con cartuchos de 2 A.
- Un analizador de red.
- Dos transformadores de aislamiento monofásicos con relación 400/230 V, uno para señalización y mando y, el otro, para alimentación a instrumentos.

Las columnas de salida se compondrán de cubículos, cada uno de los cuales estará destinado a un motor de máquina, válvula o compuerta en particular.

Las salidas para motores incorporarán los siguientes elementos:

- Un interruptor automático magnético III, con dispositivo adicional de protección diferencial.
- Un contactor, inversor, arrancador estrella-triángulo, variador de frecuencia o arrancador estático según los casos. Las salidas con contactor, inversor o arrancador estrella-triángulo,

incorporarán relés térmicos electrónicos o relés electrónicos de protección integral de motor, según la potencia.

- El material auxiliar de mando y señalización tal como selectores "Manual-0-Automático", relés auxiliares, pilotos de señalización, etc. necesarios.

Por su parte, las salidas para equipos con cuadro propio o para instrumentos, incorporarán un interruptor automático magnetotérmico I+N o III+N, según los casos, con dispositivo adicional de protección diferencial.

En el presente proyecto el grupo electrógeno irá conectado directamente a una parte de estos centros de control de motores ya que después del interruptor de entrada al cuadro se establece una separación con dos nuevos interruptores automáticos uno de ellos alimenta solo a los equipos que no irán con el grupo y el otro irá motorizado y enclavado con su correspondiente en la salida del cuadro de conmutación.

c) Distribución a receptores

En cuanto a la alimentación a receptores, las canalizaciones subterráneas serán tuberías de polietileno, lisas interiormente y corrugadas exteriormente, de 160 mm de diámetro, y las superficiales, bandejas y tubos rígidos blindados de PVC.

Las cajas de registro serán de PVC, para instalación superficial.

Los cables serán en general del tipo RV-K 0,6/1 KV, excepto en el caso de alimentación a motores controlados por variadores de frecuencia, para los cuales serán del tipo RFV 0,6/1 KV. En todos los casos, serán multipolares con cuerdas conductoras de cobre. Su sección será la adecuada para que cumplan en cuanto a densidad de corriente se refiere y para que la caída de tensión no supere el valor límite establecido en el anejo de cálculos eléctricos. En cualquier caso, la sección mínima será de 2,5 mm² para circuitos de potencia y de 1,5 mm² para circuitos de mando y control.

Junto a cada máquina se instalará una botonera estanca que contendrá lo siguiente:

- Un selector “Local-0-Remoto”.
- Uno o dos pulsadores de marcha, según los casos. Dos en el de motores con doble sentido de giro y uno en el resto.
- Un pulsador de parada con retención.

4.23.2.11.2. Fuerza usos varios

a) Alcance de la instalación

La fuerza usos varios contempla la instalación de una serie de tomas de corriente repartidas por todos los edificios de la planta, que serán de los siguientes tipos:

- En las salas industriales, tomas de corriente tipo Cetac, I+N+TT de 16 A-250 V y III+TT de 16 A-400 V, montadas dos a dos.
- En las zonas nobles del edificio de control, bases de enchufe I+N+TT de 10/16 A-250 V, empotrables.
- En vestuarios, bases de enchufe I+N+TT de 10/16 A-250 V, estancas y superficiales.

b) Cuadros de protección

La protección de las bases de enchufe y tomas de corriente reseñadas irá en los cuadros de alumbrado interior y fuerza usos varios de edificios, en los que conforme se describe en el apartado correspondiente, existirá el aparellaje adecuado a dicho fin.

c) Distribución a receptores

La alimentación a las tomas de corriente, en las salas industriales se realizará con canalizaciones a base de tubos rígidos blindados de PVC en instalación superficial; cajas de registro de PVC, también para instalación superficial, y cables tipo H07V-K unipolares con cuerda conductora de

cobre.

La alimentación a las bases de enchufe en el edificio de control, se realizará con canalizaciones a base de tubos corrugados blindados de PVC en instalación empotrada o superficial oculta por falso techo; cajas de registro de PVC para instalación empotrada, y cables tipo H07V-K unipolares con cuerda conductora de cobre.

En cualquier caso, la sección de los cables será la adecuada para que cumplan en cuanto a densidad de corriente se refiere y para que la caída de tensión no supere los valores límite establecidos en el anejo de cálculos eléctricos. La sección mínima será de 2,5 mm².

4.23.2.12. *Instalaciones de Alumbrado*

4.23.2.12.1. Alumbrado interior

a) Alcance de la instalación

Para el alumbrado interior, se prevén una instalación de alumbrado normal y otra de alumbrado de señalización y emergencia.

La instalación de alumbrado normal prevista, contempla la obtención de las siguientes iluminancias medias iniciales:

- | | |
|---|---------|
| - En las salas industriales | 200 lux |
| - En la sala de control, el laboratorio y los despachos | 350 lux |

Los tipos de luminarias previstos son los siguientes:

- En las salas industriales, pantallas fluorescentes estancas equipadas para 2*36 w y luminarias industriales cerradas, equipadas para v.m.c.c. 250 w.
- En los recintos nobles del edificio de control, pantallas fluorescentes empotrables en falso

techo, con rejilla de lamas en V, equipadas para 2*36 w.

- En la sala de supresores de gas irán pantallas fluorescentes antideflagrantes EExd-IIC. T6 IP67 de 2*36 w

Por su parte, la instalación de alumbrado de señalización y emergencia prevista, contempla que queden instalados un mínimo de 5 lúmenes por metro cuadrado en todas las zonas, mediante la utilización de aparatos autónomos de las siguientes características:

- En las salas industriales, aparatos fluorescentes con grado de protección IP65 y flujo 155 ó 435 lúmenes, según los casos.
- En los recintos nobles del edificio de control, aparatos fluorescentes con grado de protección IP42 y flujo 85 ó 205 lúmenes, según los casos.
- En la sala de supresores de gas, aparatos fluorescentes incandescentes antideflagrantes de 60 lúmenes y una hora de autonomía.

b) Cuadros de protección

Los cuadros de protección de la instalación de alumbrado interior y fuerza usos varios serán aislantes, estancos, para montaje superficial en los edificios industriales y empotrable en el edificio de control, registrables mediante puerta con cerradura y con carriles DIN para montaje de aparatos.

Incorporarán el siguiente material:

- Un interruptor automático magnetotérmico general III+N.
- Según los casos, uno o tres interruptores automáticos diferenciales II para alumbrado.
- Según los casos, uno o más interruptores automáticos diferenciales IV para fuerza usos varios.
- Tantos interruptores automáticos magnetotérmicos I+N o III+N como circuitos de salida.

Todos los interruptores automáticos destinados a la protección de circuitos de alimentación a puntos de luz con lámparas de descarga, serán de calibre adecuado a una potencia en VA equivalente a 1,8 veces la nominal de las lámparas en vatios.

Todos los diferenciales serán de 30 mA de sensibilidad y acción instantánea.

c) Distribución a receptores

La distribución desde los cuadros de alumbrado interior a los puntos de luz, será del modo siguiente:

- En las salas industriales, tubos rígidos blindados de PVC en instalación superficial; cajas de registro de PVC para instalación superficial, y cables tipo H07V-K unipolares con cuerda conductora de cobre.
- En las zonas nobles del edificio de control, tubos corrugados blindados de PVC en instalación empotrada o superficial oculta por falso techo; cajas de registro de PVC para instalación empotrada, y cables tipo H07V-K unipolares con cuerda conductora de cobre.

La sección de los cables será la adecuada para que cumplan en cuanto a densidad de corriente se refiere y para que la caída de tensión no supere los valores límite establecidos en el anejo de cálculos eléctricos. La sección mínima será de 2,5 mm² en alumbrado normal y de 1,5 mm² en el de señalización y emergencia.

En los circuitos de alimentación a puntos de luz equipados con lámparas de descarga, la sección de los conductores se prevé para una potencia en VA equivalente a 1,8 veces la nominal de las lámparas en vatios.

Los mecanismos de encendido (interruptores y conmutadores) serán en todos los casos de 10 A-250 V, para montaje superficial en las salas industriales y empotrado en las salas nobles del edificio de control.

4.23.2.12.2. Alumbrado exterior

a) Alcance de la instalación

La instalación de alumbrado exterior prevista, contempla la iluminación de los viales de circulación de la planta.

El tipo de puntos de luz previstos para dicho fin, son columnas cilíndricas de chapa de acero galvanzado, de 4 m de altura, con luminaria de tipo esférico, de policarbonato, equipada para lámpara de v.s.a.p. de 150 w.

b) Cuadro de protección

El aparellaje de protección de esta instalación, irá conforme se dijo anteriormente, en el cuadro general de alumbrado y fuerza usos varios de la planta y consistirá en un interruptor automático magnetotérmico III+N con dispositivo adicional de protección diferencial de 30 mA, un contactor III y un selector "Manual-0-Automático".

Puesto que todos los puntos de luz serán con lámparas de descarga, todos los interruptores automáticos serán de calibre adecuado a una potencia en VA equivalente a 1,8 veces la nominal de las lámparas en vatios.

c) Distribución a receptores

La distribución a los puntos de luz, será con tubos de polietileno lisos interiormente y corrugados exteriormente, de 90 mm de diámetro, en instalación subterránea y cables tipo RV-K 0,6/1 KV multipolares.

La sección de los cables será la adecuada para que cumplan en cuanto a densidad de corriente se refiere, considerando una potencia en VA equivalente a 1,8 veces la nominal de las lámparas en vatios y para que la caída de tensión no supere el valor límite establecido en el anejo de cálculos eléctricos. La sección mínima será de 6 mm².

El encendido y apagado de la instalación será automático, siendo controlados por un interruptor fotoeléctrico.

4.23.2.15. *Sistema de Puesta a Tierra*

El sistema de puesta a tierra, prevé una red primaria y otra red secundaria.

La red primaria estará constituida por:

- Un cable de cobre desnudo de 50 mm² de sección, directamente enterrado en el terreno a una profundidad mínima de 80 cm, con trazado coincidente aproximadamente con el perímetro de la obra.
- Picas de acero cobrizado de 2 m de longitud y 14,3 mm de diámetro, conectadas al cable anterior, con una interdistancia aproximada de 50 m.
- Varios cables de cobre desnudo de características y modo de instalación similares al perimetral, uniendo caras opuestas del polígono constituido por aquél.

La red secundaria estará constituida por cables de cobre desnudo de 35 mm² de sección, conectados a los de la red primaria, para la puesta a tierra de las estructuras y las armaduras metálicas de los edificios y demás obras de fábrica, así como de los cuadros eléctricos.

Las uniones de cables entre sí, de cables con picas, y de cables con elementos estructurales, se prevén mediante soldaduras aluminotérmicas.

En cada cuadro eléctrico se contempla la instalación de una barra de puesta a tierra, que por una parte se conectará a la red exterior, y a la que por otra parte, se conectarán los cables de la puesta a tierra de receptores.

Acompañando a los conductores polares de cada circuito de distribución desde los cuadros de zona a sus receptores respectivos, irá un conductor para puesta a tierra, de sección igual a la de aquellos hasta 35 mm² y de un 50% de la sección de 35 mm² en adelante. De este modo, quedarán conectados a la red exterior los chasis de cuadros, máquinas y luminarias, así como las patillas de puesta a tierra de todas las bases de enchufe y tomas de corriente.

4.23.3. Descripción de la instalación de automatización y control proyectada

4.23.3.1. Componentes del Sistema

La instalación de automatización y control prevista contempla la instalación de los siguientes elementos:

- Dos controladores lógicos programables (PLCs), uno junto a los CCMs de pretratamiento y de tratamiento biológico y, el otro, junto al CCM de los tratamientos de fango y terciario.
- Un cuadro sinóptico.
- Un equipo de supervisión.

4.23.3.2. Controladores Lógicos Programables (plcs)

Cada PLC incorporará las tarjetas de entradas y salidas tanto digitales como analógicas precisas para la tarea a realizar, que será la siguiente:

- Recepción de información del estado (funcionando, parada sin incidencia, parada por disparo de las protecciones) y modo de funcionamiento (manual o automático) de cada máquina.
- Arranque y parada automáticos de máquinas, de acuerdo con las lógicas programadas.
- Comunicación con el PC del centro de control, para transmisión de información y recepción de órdenes si procede.

Cada PLC irá instalado en un cuadro independiente, construido en chapa de acero, con grado de protección será IP54 y registrable mediante puertas con cerradura. Las puertas serán de policarbonato transparente para que puedan verse los leds del PLC.

Estos cuadros, incorporarán los siguientes elementos:

- Un interruptor automático magnetotérmico I+N con dispositivo adicional de protección

diferencial.

- Interruptores automáticos magnetotérmicos I+N a la salida del anterior, para protección de los circuitos del transformador de aislamiento, la resistencia de caldeo, la iluminación interior del cuadro, la toma de corriente, etc.
- Un transformador de aislamiento monofásico, con relación 230/230 V.
- Interruptores automáticos magnetotérmicos II a la salida del anterior, para protección de los circuitos de las fuentes de alimentación.
- Una fuente de alimentación estabilizada, de 230 Vca/24 Vcc.
- Interruptores automáticos magnetotérmicos unipolares a la salida de la anterior, para alimentación de las tarjetas de entradas y salidas del PLC.
- Tantos relés auxiliares con bobina a 24 V. como salidas digitales destinadas a la maniobra de contactores, interruptores motorizados, etc. y tantos separadores galvánicos como entradas y salidas analógicas del PLC.

4.23.3.3. *Cuadro Sinóptico*

El cuadro sinóptico previsto será del tipo de mosaico y estará formado por módulos independientes de policarbonato, de dimensiones 50*50 mm, con su parte frontal erosionada para evitar reflexiones.

Todas las máquinas, válvulas, depósitos, etc. de la instalación quedarán representados en el cuadro sinóptico, así como las redes de tuberías de unión entre unos y otros. La impresión de dichos símbolos sobre el panel sinóptico, será mediante serigrafía con tintas plásticas, de gran penetración y resistencia tanto a la abrasión como al envejecimiento.

La comunicación desde el PLC de proceso y el cuadro sinóptico se realizará empleando el puerto RS-485, que ambos tienen y comunicandose en vez de por cable por tarjeta inteligente, situando una por cada 64 salidas a led's, así como interface para conexión de hasta 24 tarjetas.

La señalización óptica será mediante cartuchos enchufables a la retícula por su parte trasera, con diodos led.

El panel sinóptico admitirá asimismo, la instalación de los displays necesarios para señalización de parámetros.

Sobre el símbolo de las máquinas equipadas con motor de un solo sentido de giro (soplantes, turbinas, bombas, etc) aparecerá un piloto que con motor parado sin incidencia, estará apagado, con motor en funcionamiento normal estará encendido de forma permanente, y en caso de disparo de las protecciones del motor quedará encendido en intermitencia hasta la desaparición de la avería.

Por su parte, junto al símbolo de las máquinas equipadas con motor de doble sentido de giro (compuertas, válvulas, etc) aparecerán dos pilotos. Con la válvula o compuerta totalmente abierta, estará encendido de forma permanente el primero y apagado el segundo, y viceversa. Si el elemento es susceptible en funcionamiento normal de quedar en posiciones intermedias, ambos pilotos estarán apagados en tanto no se alcance uno de los límites. En caso de disparo de las protecciones del motor, ambos pilotos quedarán encendidos en intermitencia hasta la desaparición de la avería.

4.23.3.4. Equipo de Supervisión

El equipo de supervisión estará compuesto por un ordenador PC con el programa Scada adecuado y dos impresoras, una para la impresión de alarmas y, la otra, para la impresión de gráficas e informes históricos.

Las características del ordenador serán las siguientes:

- Procesador	Pentium IV a 2,66 GHz
- Memoria RAM	1,024 Gb
- Memoria de video	12 Mb
- Disco duro	120 Gb a 7.200 rpm
- Disquetera	3-1/2"
- CD-DVD ROM	16 x
- CD-DVD Wtiter	+R/+RW

- Lector universal de tarjetas de memoria " 6 en 1 "
- Interface de red 10/100BT
- Interface IEEE 1394
- Tarjeta BUS PCI para DH+ un canal
- Teclado Expandido inalámbrico
- Ratón Inalámbrico
- Monitor De 19", SVGA, baja radiación

Por su parte, las características de la impresora de gráficas e informes históricos, serán las siguientes:

- Tipo inyección de tinta
- Inyectores
 - . En negro 144 inyectores
 - . En color 3 x 44 inyectores
- Calidad
 - . En negro hasta 9,5 ppm
 - . En color hasta 9,2 ppm
- Velocidad Hasta 4,4 ppm para texto y foto (A4, 360 ppp) Desde 1,8 minutos por foto A4 (360 ppp)
- Formato de papel Hasta DIN A3
- Alimentación Automática
- Avance de papel Fricción con alimentador incorporado
- Resolución 1.440 x 720 ppp en color y en negro
- Memoria buffer 256 Kb
- Interfaces Paralelo bidireccional (compatible IEEE-1284) y USB
- Tensión 230 V
- Frecuencia 50-60 Hz

- Potencia 18 W

Finalmente, las características de la impresoras de alarmas, serán las siguientes:

- Tipo	Matricial de 24 pins
- Impresión	
. Dirección	Búsqueda lógica bidireccional para la impresión de texto y gráficos
. Espaciado de línea	1/6" o programable en incrementos de 1/360"
. Anchura de carro	80 columnas
. Velocidad	10 cpp 440 cps 10 cpp 330 cps 10 cpp 110 cps
- Memoria buffer	128 Kb
- Interfaces	Paralelo Centronics y USB 1.1
- Caracteres	43 tablas de caracteres gráficos y 14 sets de caracteres internacionales
- Tensión	230 V
- Potencia	36 W

4.23.3.5. *Modos de Funcionamiento Previstos*

Según las máquinas de que se trate, se prevé para ellas solo el modo de funcionamiento manual, o el manual y automático, siendo las particularidades de cada modo las que se describen a continuación.

La característica esencial del funcionamiento manual será que la decisión de realizar una maniobra (arranque o parada de un motor, apertura o cierre de una válvula, etc) será tomada a su voluntad por el operador, ordenada al sistema mediante el accionamiento de elementos manuales de mando (botoneras, potenciómetros, etc), y ejecutada por los actuadores (contactores,

posicionadores, etc).

Por su parte, la característica esencial del funcionamiento automático será que la decisión de realizar una maniobra (arranque o parada de un motor, apertura o cierre de una válvula, etc) será tomada por los PLCs, transmitida al sistema por medio de salidas digitales y analógicas, y ejecutada por los actuadores (contactores, posicionadores, etc) sin intervención del operador.

Puesto que la instalación contempla la existencia de un PC supervisor, comunicado con los PLCs, cabrá la posibilidad del modo de funcionamiento manual remoto desde el PC supervisor. En este modo, la decisión de realizar una maniobra (arranque o parada de un motor, apertura o cierre de una válvula, etc) será tomada a su voluntad por el operador, siendo ordenada al sistema mediante el teclado del PC, transmitida a la instalación de automatización a través de los PLCs y ejecutada por los actuadores (contactores, posicionadores, etc).

Cualquiera sea el modo de funcionamiento, las maniobras estarán siempre limitadas por los enclavamientos de seguridad tales como boyas de nivel mínimo en pozos, finales de carrera en compuertas o válvulas, etc. para evitar daños involuntarios al equipo.

La elección del modo de funcionamiento de una máquina cuando admita diversas posibilidades, se hará mediante el selector adecuado.

4.23.3.6. Programa de Supervisión

El programa de supervisión será un paquete de software standard, particularizado para este caso concreto.

Esencialmente, constará de las siguientes pantallas:

- Una pantalla de anagramas.
- Una pantalla de menú.
- Las pantallas de proceso que resulten necesarias.

- Una pantalla de alarmas.
- Una pantalla de horas de funcionamiento de máquinas.
- Una pantalla de gráficos.

En la parte superior de todas las pantalla excepto la de anagramas, existirá una carátula de funciones, que será de una línea completa e irá remarcada de modo que se destaque perfectamente sobre el resto de la pantalla. Esta carátula, estará destinada a lo siguiente:

- Indicación de la fecha y la hora.
- El desplazamiento entre pantallas sucesivas, mediante pulsación con el ratón.
- El salto hacia la pantalla "MENU" mediante pulsación con el ratón.
- El salto hacia la pantalla "ALARMAS" mediante pulsación con el ratón.
- La recepción de mensajes de alarma.

El programa permitirá lo siguiente:

- Conocer en cada momento el modo de funcionamiento de cada máquina (manual, automático, etc).
- Conocer en cada momento el estado de cada máquina (marcha, parada sin incidencia, prada por disparo de las protecciones, compuerta o válvula abierta o cerrada, etc).
- Valor instantáneo de las variables analógicas del proceso.
- Gestión de alarmas.
- Confección de gráficos e informes históricos.
- Control de horas de funcionamiento de cada máquina.
- Maniobra de las máquinas y modificación de las consignas que se estimen oportunas.

4.23.3.7. *Instrumentación*

Todos los instrumentos requerirán una alimentación desde sus CCMs de zona a 230 V.c.a. reenviando a su vez a los PLCs que acompañan a los mismos, una señal de 4-20 mA, proporcional al valor del parámetro medido.

Las canalizaciones para el cableado entre los CCMs y los instrumentos, serán tuberías de polietileno lisas interiormente y corrugadas exteriormente, de 160 mm de diámetro en los tramos subterráneos y tubos rígidos blindados de PVC en instalación superficial dentro de los edificios. Las cajas de registro serán de PVC, para instalación superficial, con taladros dotados de conos de presión.

Los cables de alimentación a los instrumentos serán tipo RV-K 0,6/ 1 KV de 3*2,5 mm² de sección (F+N+TT) con cuerdas conductoras de cobre, y los de transmisión de señal desde ellos, serán tipo RC4Z1-K apantallados, de 2*1,5 mm² de sección.

4.24. SERVICIOS GENERALES

Red de agua industrial

En la misma arqueta donde se realiza la captación a tratamiento terciario, anteriormente descrito, se disponen dos bombas , una en reserva , de 20 m³/h de caudal unitario, a 35 mca. Estas bombas constituyen la captación para agua de servicios y la conducen al depósito de almacenamiento pasando previamente por un filtro autolimpiante de 50 micras de capacidad de corte.

Se instala un grupo de presión de agua industrial, que aspira del depósito de agua tratada. El grupo de presión consta de 2 bombas de caudal unitario 25 m³/h

La red de agua industrial se lleva a los edificios y arquetas donde se requiere agua de servicios o limpieza.

Red de riego y de servicios

Se construye una red para riego de las zonas verdes conectado al grupo de presión de agua industrial.

Red de vaciado y reboses de tanques

Se construye una red de vaciados de todos los tanques, que termina en el pozo de bombeo de agua bruta.

A esta red se conectan todos los reboses de la planta.

Desodorización

Se realiza un tratamiento del aire de los siguientes edificios y elementos , con las renovaciones que se indican:

Elemento	Volumen (m ³)	Renovaciones por hora	Caudal (m ³ /h)
Edificio de deshidratación. Recintos tamizado, espesamiento de fangos de 2ª etapa y deshidratación	950	10	9.500
Depósito fangos espesados	18	4	72
Espesador	88	4	352
Depósito tampón	120	4	480
Totales	1.176		10.404

Se adopta una instalación por carbón activo con capacidad para **10.500 m³/h.**

5. DOCUMENTOS DE QUE CONSTA ESTE PROYECTO

5. DOCUMENTOS DE QUE CONSTA ESTE PROYECTO

DOCUMENTO N°1. MEMORIA Y ANEJOS

I. MEMORIA

II. ANEJOS

ANEJO N° 1. CÁLCULOS DE DIMENSIONAMIENTO

ANEJO N° 2. RESUMEN DE VARIABLES

ANEJO N° 3. TOPOGRAFIA

ANEJO N° 4. CÁLCULOS HIDRÁULICOS COLECTORES

ANEJO N° 5. CÁLCULOS HIDRÁULICOS EDAR

ANEJO N° 6. ESTUDIO GEOTÉCNICO

ANEJO N° 7. CÁLCULOS ESTRUCTURALES

ANEJO N° 8. CÁLCULOS ELECTRICOS

ANEJO N° 9. AUTOMATISMO Y CONTROL

ANEJO N° 10. ESTUDIO DE EXPLOTACION Y MANTENIMIENTO

ANEJO N° 11. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

ANEJO N° 12. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

ANEJO N° 13. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

ANEJO N° 14. ESTUDIO DE INUNDABILIDAD

ANEJO N° 15. PLAN DE OBRA

ANEJO N° 16. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

ANEJO N° 17. REPORTAJE FOTOGRAFICO

ANEJO N° 18. EXPROPIACIONES Y SERVICIOS AFECTADOS

DOCUMENTO N° 2. PLANOS

Según índice en Documento

DOCUMENTO N° 3. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

PARTICULARES

- 3.1. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS E INSTALACIONES
- 3.2. CONDICIONES QUE HAN DE CUMPLIR LOS MATERIALES
- 3.3. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS
- 3.4. MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS
- 3.5. DISPOSICIONES GENERALES
- 3.6. REQUISITOS DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO
- 3.7. ESPECIFICACIONES DE EQUIPOS ELECTROMECAÑICOS

DOCUMENTO N° 4 PRESUPUESTO

4.1. MEDICIONES

- 4.1.1. MEDICIONES DE COLECTORES
- 4.1.2. MEDICIONES DE OBRA CIVIL EDAR
- 4.1.3. MEDICIONES DE EQUIPOS MECÁNICOS EDAR
- 4.1.4. MEDICIONES DE EQUIPOS ELÉCTRICOS EDAR

4.2. CUADRO DE PRECIOS

4.2.1. CUADRO DE PRECIOS N°1

- 4.2.1.1. CUADRO DE PRECIOS N°1 DE COLECTORES
- 4.2.1.2. CUADRO DE PRECIOS N°1 DE OBRA CIVIL EDAR
- 4.2.1.3. CUADRO DE PRECIOS N°1 DE EQUIPOS MECÁNICOS
EDAR
- 4.2.1.4. CUADRO DE PRECIOS N°1 DE EQUIPOS ELÉCTRICOS EDAR
- 4.2.1.5. CUADRO DE PRECIOS N°1 DE EXPLOTACIÓN Y
MANTENIMIENTO DURANTE DOS AÑOS

4.2.2. CUADRO DE PRECIOS N°2

4.2.2.1. CUADRO DE PRECIOS N°2 DE COLECTORES

4.2.2.2. CUADRO DE PRECIOS N°2 DE OBRA CIVIL EDAR

4.2.2.3. CUADRO DE PRECIOS N°2 DE EQUIPOS MECÁNICOS
EDAR

4.2.2.4. CUADRO DE PRECIOS N°2 DE EQUIPOS ELÉCTRICOS EDAR

4.2.1.5. CUADRO DE PRECIOS N°2 DE EXPLOTACIÓN Y
MANTENIMIENTO DURANTE DOS AÑOS

4.3. PRESUPUESTOS PARCIALES

4.3.1. PRESUPUESTOS PARCIALES DE COLECTORES

4.3.2. PRESUPUESTOS PARCIALES DE OBRA CIVIL EDAR

4.3.3. PRESUPUESTOS PARCIALES DE EQUIPOS MECÁNICOS EDAR

4.3.4. PRESUPUESTOS PARCIALES DE EQUIPOS ELÉCTRICOS

4.3.5. PRESUPUESTOS PARCIALES DE EXPLOTACIÓN Y
MANTENIMIENTO DURANTE DOS AÑOS

4.3.6. PRESUPUESTOS PARCIALES DE SEGURIDAD Y SALUD

4.4. PRESUPUESTOS GENERALES

4.4.1. PRESUPUESTO GENERAL DE EJECUCIÓN MATERIAL

4.4.2. PRESUPUESTO GENERAL DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

6. CLASIFICACION DEL CONTRATISTA

6. CLASIFICACION 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

La U.T.E. FCC CONSTRUCCION, AQUALIA Y SERVICIOS Y PROCESOS AMBIENTALES tiene esta clasificación.

7. REVISION DE PRECIOS

7. REVISION DE PRECIOS

De conformidad con lo dispuesto en el Decreto 1.757/1.974, de 31 de Mayo y en Decreto Ley 2/1.964 de 4 de Febrero y sus Normas Complementarias, los precios de las obras a que se refiere el presente Proyecto serán revisables, a cuyos efectos se utilizará la fórmula polinómica tipo 9 de las recogidas en el Decreto 3.650/1970 de 19 de diciembre.

Abastecimiento y Distribución de agua. Saneamiento. Estaciones Depuradoras. Estaciones Elevadoras. Redes de Alcantarillado. Obras de Desagüe. Zanjas de Telecomunicación.

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

En esta fórmula, los símbolos utilizados son:

- K = Coeficiente teórico de revisión por 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 elemento en la fecha de la licitación.
- C_t= Índice de coste del elemento en el momento de la ejecución t.
- S_o= Índice de coste de materiales siderúrgicos en la fecha de licitación.
- S_t= Índice de coste de materiales siderúrgicos en el momento de la ejecución t.

8. PRESUPUESTOS

RESUMENES DE PRESUPUESTOS PARCIALES

PRESUPUESTOS GENERALES

9. PLAZO DE EJECUCION Y GARANTIA

9. PLAZO DE EJECUCION Y GARANTIA

El plazo de ejecución de las obras es de DIECIOCHO (18) MESES.

El plazo de garantía será de DOS (2) AÑOS a contar desde la recepción de las obras.

10. CONCLUSION

10. CONCLUSION

El presente proyecto de obras se ha redactado según lo exigido en la Normativa Vigente. Se manifiesta que comprende una obra completa, susceptible de ser entregada al uso a que se destine y comprende todos los elementos que son precisos para su utilización.

Madrid, Noviembre de 2006

EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Javier Santiago Pacheco