MEMORIA

ÍNDICE

1. ANTEDECENTES 1
2. DATOS DE PARTIDA 1
2.1 POBLACIÓN, CAUDALES Y CARGAS 1
2.2 CALIDAD EXIGIDA AL EFLUENTE 1
2.3 CALIDAD EXIGIDA AL FANGO 2
2.4 CONDICIONANTES 2
3. DISEÑO DEL PROCESO DE TRATAMIENTO 3
4. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN 4
4.1 LÍNEA DE AGUA 4
4.2 LÍNEA DE FANGOS 10
5. LÍNEA PIEZOMÉTRICA 14
LÍNEA DE AGUA 14
LÍNEA DE FANGOS 15
6. URBANIZACIÓN 16
6.1 EXPLANACIÓN Y OBRAS DE DEFENSA 16
6.2 CERRAMIENTOS 16
6.3 PARTICULARIDADES DE LOS EDIFICIOS 16
6.4 JARDINERÍA 17
6.5 REDES DE SERVICIOS URBANOS 17
6.6 VIALES 18
6.7 ALUMBRADO EXTERIOR E INTERIOR 18
7. CONEXIÓN A SISTEMAS GENERALES 18
7.1 SUMINISTRO ELÉCTRICO 18
7.2 AGUA POTABLE 18
7.3 TELEFONÍA 19
7.4 CAMINO DE ACCESO 19
7.5 RESTITUCIÓN A CAUCE DE EFLUENTE DEPURADO 19
8. EXPROPIACIONES 19
9. SERVICIOS AFECTADOS 20
10. COORDINACIÓN CON ORGANISMOS 20
11. MEDIO AMBIENTE 20
12. PLAZO DE EJECUCIÓN 23
13. PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN 23
14. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA 23
15. REVISIÓN DE PRECIOS 23
16. PUESTA EN MARCHA Y PERIODO DE PRUEBAS 26
16.1 PUESTA EN MARCHA 26
17. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL ANTEPROYECTO 31
18. CONSIDERACIONES FINALES 31

1. ANTEDECENTES

La Directiva 91/271 CEE impone que todas las poblaciones dispongan de un tratamiento adecuado de las aguas residuales antes del 31 de diciembre de 2.005. En esta materia confluyen competencias de las administraciones local, autonómica y central, lo que hace necesario una coordinación institucional para poder llevar a cabo una política coherente y eficaz.

Cronológicamente se establecen los siguientes estudios y documentos previos a este proyecto:

- 2.003: Propuesta para declaración de obra de interés general de la estación depuradora de agua residual de Guadalhorce Norte, Málaga. Redactado por los Ayuntamientos de Alhaurín de la Torre y Málaga capital.
- 2.005. Plan General de Ordenación Urbana del Ayuntamiento de Alhaurín de la Torre. En este documento se pone de manifiesto la insuficiente capacidad de depuración que actualmente tiene el municipio. Se habla de la anulación de la estación actual y su conexión mediante un colector (en fase de adjudicación de las obras) con la EDAR de Guadalhorce actual.
- 2.006: Plan General de Ordenación Urbana del Ayuntamiento de Málaga Capital. Se realiza un breve estudio de la demanda de depuración del municipio y se proponen diversas actuaciones de ampliación en las Edars de Guadalhorce y Peñón del Cuervo y la construcción de una nueva estación Guadalhorce Norte.

Por todo ello, la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía a través de la Empresa de Gestión Medioambiental, S.A. (EGMASA), acomete las actuaciones para la realización de los trabajos de consultoría para la redacción del "Proyecto de concentración de vertidos y Pliego de bases de la Edar de Guadalhorce Norte (Málaga)"

Con fecha 9 de febrero de 2.005 se preadjudicó el concurso a “EDAR GUADALHORCE NORTE UNÓN TEMPORAL DE EMPRESAS”, formada por las empresas PROINTEC, S.A. e INSERCO INGENIEROS.

Con fecha once de septiembre de dos mil seis se firmó el contrato para la redacción del documento objeto del concurso, dándose la Orden de Inicio con fecha 13 de septiembre de 2.006.

2. DATOS DE PARTIDA

A continuación se exponen los datos que han servido para el diseño del anteproyecto.

2.1 POBLACIÓN, CAUDALES Y CARGAS

		Invierno	Verano
Población			
Población	(hab)	571.845	571.845
Caudales			
Dotación saneamiento	(l/hab x día)	250	250
Caudal medio diario	(m3/día)	100.000	100.000
Caudal medio horario	(m3/hora)	4.166.67	4.166.67
Factor punta hidráulico adoptado (para caudal de colectores no provenientes de la EDAR existente)		1,45	1,45
Caudal punta hidráulico	(m3/hora)	6.042	6.042
DBO5			
Carga unitaria	(gr/hab x día)	60	60
Carga	(kg/día)	45.900	45.900
Concentración	(mg/l)	459	459
Población equivalente	(hab-eq)	765.000	765.000
DQO			
Carga unitaria	(gr/hab x día)		
Carga	(kg/día)	68.300	68.300
Concentración	(mg/l)	683	683
SS			
Carga unitaria	(gr/hab x día)		
Carga	(kg/día)	32.900	32.900
Concentración	(mg/l)	329	329
Nitrógeno NTK			
Carga unitaria	(gr/hab x día)		
Carga	(kg/día)	6.000	6.000
Concentración	(mg/l)	60	60
Fósforo			
Carga unitaria	(gr/hab x día)		
Carga	(kg/día)	1.100	1.100
Concentración	(mg/l)	11	11

2.2 CALIDAD EXIGIDA AL EFLUENTE

Las aguas depuradas son vertidas al cauce del río Guadalhorce en las proximidades de su desembocadura al mar. Este hecho limita el efecto de la potencial eutrofización que pudieran sufrir las aguas de citado río, ya que el efecto ocasionado en el mar es mínimo debido a su gran efecto diluyente. Dicho esto se puede afirmar que a fecha de redacción del presente anteproyecto las características del agua efluente de la EDAR deberían ser las exigidas en zona “no sensible” recogidas en la Directiva 91/271/CEE.

Propuestas de límite de vertido Zona no sensible		
Parámetro Diseño EDAR	ppm	Rendimiento Mínimo de depuración
DBO_5	25	90%
DQO	125	75%
SS	35	90%

Sin embargo, en previsión de que en un futuro próximo se pudieran endurecer las condiciones de vertido, se ha decidido proyectar una planta versátil capaz de generar un efluente de mayor calidad, asimilable al de "zonas sensibles", concretamente con capacidad de nitrificar-desnitrificar por vía biológica y fósforo por vía química.

Propuestas de límite de vertido Zona sensible		
Parámetro Diseño EDAR	ppm	Rendimiento Mínimo de depuración
DBO_5	25	90%
DQO	125	75%
SS	35	90%
Nt	10	80%
Pt	1	80%

2.3 CALIDAD EXIGIDA AL FANGO

A la salida de la deshidratación y previo al secado térmico se demanda la siguiente calidad al fango:

Parámetro	**Valor**
Sequedad (proporción en peso materia seca)	> 20%
Estabilidad (proporción en peso materia volátil)	< 60%

2.4 CONDICIONANTES

Como aspectos a tener en cuenta en el dimensionamiento del proceso se exponen los siguientes:

- Pozo de gruesos muy amplio y con profundidad suficiente a la entrada de la depuradora.
- Rejas de gruesos en todos los bombeos previos a la EDAR y tamices a la entrada de la EDAR
- Desarenadores. Se proponen desarenadores de puente sumergidos para que se puedan cubrir fácilmente.
- Decantadores: Tipo rectangular lamelares para que sean igualmente fáciles de cubrir. Irán también equipados con puentes sumergidos.
- La altura del reactor estará en torno a los 9 m, con una altura de lámina de agua de 8,5 m y se utlizarán difusores de burbuja gruesa.
- La altura de la EDAR está fijada en 15 metros sobre el nivel del mar.
- Aireación biológicos: Preferentemente mediante turbocompresores
- Recirculación: Se propone mediante bombas de hélice
- La temperatura de diseño se fijó en:
  - Tmínima: 15ºC
  - Tmáxima: 30ºC
- Decantadores secundarios: Rectangulares con puentes sumergidos y cubiertos al igual que los primarios.
- El espesado de fangos primarios se realizará con un espesador de gravedad.
- El espesado de fangos secundarios se realizará con centrífugas.
- Digestión: Se estudiará un sistema de agitación que garantice la correcta homogenización del fango. Será necesario un tratamiento previo de tamizado. Además se proyectará otro tamizado en cada una de las recirculaciones a digestores. El calentamiento y la agitación se realizará a pie de digestores. Los accesos a los digestores dispondrán de ascensor.
- Se dispondrá de tamizado en recirculaciones y anteriormente a espesado de fangos primarios.
- El fango digerido y el biogas se transportarán a la EDAR Guadalhorce. El fango será deshidratado y secado en la actual EDAR Guadalhorce. Sobre las instalaciones de deshidratación y bombeo a secado térmico se realizarán las mejoras y ampliaciones que sean necesarias. Las instalaciones de secado térmico se consideran suficientes.
- Tratamiento terciario: La línea propuesta se compone de mezcla y floculación, decantación lamelar, filtros de arenas y desinfección por ultravioletas con adición de hipoclorito residual.

3. DISEÑO DEL PROCESO DE TRATAMIENTO

Línea de agua

Para el diseño de los diferentes procesos se han utilizado una serie de valores a tener en cuenta. En las tablas siguientes se resumen los diferentes parámetros utilizados para el diseño de los distintos procesos que formas la línea de agua y el tratamiento terciario.

	Parámetro		Unidades	Valor
Pozo de gruesos	Carga hidráulica		$m^3/m^2/h$	< 300 a Q_{max}
	Tiempo de retención		s	120 a Q_{max}
Reja de gruesos	Luz de paso		mm	80
	Velocidad de paso		m/s	0,7-1 a Q_{med}
				1,6 a Q_{max}
Tamizado de finos	Luz de paso		mm	3
	Velocidad de aproximación		m/s	0,9
	Velocidad de paso a Qmax		m/s	0,6 – 1,0
	Velocidad de paso a Q_{min} y colmatación del 30%		m/s	< 1
	Velocidad de paso a Q_{max} y colmatación del 30%		m/s	<1,4
	Velocidad de acercamiento a Qmin		m/s	0,4
Desarenador desengrasador	Carga hidráulica a Q_{med}		$m^3/m^2/h$	15
	Carga hidráulica a Q_{max}		$m^3/m^2/h$	24
	Tiempo de retención a Q_{med}		min	>16
	Tiempo de retención a Q_{max}		min	>9
	Inyección de aire		Nm3/(m2*h)	8
	Producción teórica de arenas		kg/m3	0,45
	Producción teórica de grasas		g/m3	30
Decantación Primaria	Rendimientos	DBO5	%	37,74
		DQO	%	43,04
		SST	%	61,40
		NTK	%	10,83
	Carga superficial		$m^3/m^2/h$	< 1,1 Q_{med}
	Tiempo de retención hidráulica		h	> 2 Q_{med}
	Caudal por metro lineal de vertedero		$m^3/h/m$	< 40 Q_{max}
Reactor Biológico	SSLM		kg/m3	2,5-3,5
	Temperatura volumen		ºC	15
	Temperatura necesidades O2		ºC	30
	alfa (difusores sumergidos)		Adimensional	0,6

	Parámetro	Unidades	Valor
	Dosis precipitación fósforo (FeCl3)	mol de FeCl3 por mol de P eliminado	1,5
Decantación Secundaria	Carga superficial	$m^3/m^2/h$	< 0,8 Q_{med}
			< 1,5 Q_{max}
	Carga de sólidos	$kg/m^2/h$	< 2,5 Q_{med}
			< 4,5 Q_{max}
	Tiempo de retención hidráulica	h	3
	Caudal por metro lineal de vertedero	m^3/h	< 12 Q_{med}
			< 20 Q_{max}

Tabla 1. Parámetros de diseño de la línea de agua.

	Parámetro	Unidades	Valor
Coagulador	Dosis coagulante	ppm	30
	Tiempo de retención	s	120
Floculador	Dosis floculante	ppm	5
	Tiempo de retención	min	25
Decantador Lamelar	Velocidad de Hazen	m/h	< 2,5 (Qmed);
Filtros de arena	Tasa de filtrado con todos los filtros en servicio	m/d	120
	Caudal aire de lavado	m3/m2/h	50
	Caudal agua lavado fase esponjamiento	m3/m2/h	12,5
	Caudal agua lavado fase final	m3/m2/h	25

Tabla 2. Parámetros de diseño del tratamiento terciario.

Línea de fangos

	Parámetro	Unidades	Valor
Tamizado de fangos	Luz de paso	mm	3
Espesador por gravedad	Carga de sólidos	(kg/m2/d)	< 130
	Carga hidráulica	(m3/m2h)	<1,4
	Tiempo de retención	h	>24
	Carga hidráulica	(m3/m2h)	<2
	Tiempo de retención	h	>2
Digestores Anaerobios	Contenido en materia volátil	%	75
	Reducción prevista en materia volátil	%	45
	Temperatura de digestión	ºC	35

	Parámetro	Unidades	Valor
	Número de etapas	ud	1
	Duración de la digestión	d	20
	Sistema de agitación	-	Dinomix o similar
	Ratio gas necesario por kg de fango a digestión	Nm3/Kg fango	0,20
	Producción teórica de gas	m3/(kgSV destruido)	0,90
	Capacidad almacenamiento gasómetros	% caudal gas total	25
	Temperatura de aire atmosférico considerada	ºC	6
	Temperatura de fangos a la entrada del digestor	ºC	13
	Temperatura del terreno	ºC	10
	Reactivos usados para ajuste de pH en digestores (lechada de cal al 5%)	lechada de cal al 5%	
	Reactivos usados para eliminación de sulfhídrico	Cloruro férrico al 1,5%	
	Estimación de pérdidas de calor en intercambiadores y tuberías	%	10
	Temperatura de agua de entrada al intercambiador	ºC	75
	Temperatura entrada fango al intercambiador	ºC	32
	Temperatura salida fango del intercambiador	ºC	37,7
	Coeficiente de transmisión de calor del acero	kcal/(h*m2ºC)	460
	Coeficiente de transmisión de calor del agua	kcal/(h*m2ºC)	1000
	Coeficiente de transmisión de calor del fango	kcal/(h*m2ºC)	1000
	Rendimiento global de la combustión	%	85
	Poder calorífico del gasóleo (instalación auxiliar)	Kcal/l	8500
Deshidratación	Horas de funcionamiento	h/d	16
	Días de funcionamiento	d/semana	5
	Dosis polielectrolito	kg/ton	5-7

Tabla 3. Parámetros de diseño de la línea de fangos.

4. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

4.1 LÍNEA DE AGUA

Llegada de agua bruta a planta.

El influente que llega a la nueva planta lo hace a través de cuatro colectores diferenciados. Se trata de:

Caudal de diseño procedente de EDAR Guadalhorce Actual (bombeado hasta arqueta de confluencia desde EDAR existente)	18,47 m3/h
Caudal en Colector Santa Amalia	11,20 m3/h
Caudal en Colector Alhaurín de la Torre	9,50 m3/h
Caudal en Colector Campanillas, Cártama y Alhaurín el Grande	4,50 m3/h

Debido a que la parcela de la nueva EDAR presentará una única cota en su terreno (+15,00), el sistema diseñado para el desbaste gruesos e impulsiones es el siguiente.

- Pozo de gruesos y bombeo hasta para arqueta de confluencia para el Colector Campanillas, Cártama y Alhaurín el Grande. Está formado por una unidad de 4,5x4,5 metros en superficie, 13 metros de altura y un volumen de 51 m^3. Cada pozo de gruesos estará dotado de dos ventanas de 1x0,8 metros, una reja de gruesos de 80 mm de tamaño de paso de limpieza automática, así como una cuchara bivalva para la retirada de residuos. El sistema de bombeo se ubicará en una arqueta a tal efecto de 5 x 9 metros de superficie con la cota del aliviadero a la 13,49 metros (rebose por el vertedero de alivio), presentando un volumen de 517 m^3 (cota de solera del pozo a 2,0 m). El equipo de bombeo es el formado por 3+1 bombas de 512 m^3/h a 17 m.c.a. cada una de ellas.

- Pozo de gruesos y bombeo conjunto hasta para arqueta de confluencia para los Colectores de Alhaurín de la Torre y Santa Amalia. Está formado por una unidad de 4,5x4,5 metros en superficie, 8 metros de altura y un volumen de 32 m^3. Cada pozo de gruesos estará dotado de dos ventanas de 1x0,8 metros, una reja de gruesos de 80 mm de tamaño de paso de limpieza automática, así como una cuchara bivalva para la retirada de residuos. El sistema de bombeo se ubicará en una arqueta a tal efecto de 5 x 9 metros de superficie con la cota de aliviadero a la 13,96 metros (rebose por el vertedero de alivio), presentando un volumen de 313 m^3. El equipo de bombeo es el formado por 3+1 bombas de 231 m^3/h a 12 m.c.a. cada una de ellas.

Canales de desbaste

El nuevo pretratamiento se diseña para tratar un caudal total de 100.000 m^3/d y se compone de tres canales de 1,5 m de anchura. En los tres canales se instalará un tamiz de escalera de 3 mm de paso. La evacuación de los sólidos extraídos por los tamices a contenedor se realiza mediante tornillo compactador. Se dispondrá un tornillo

común para los tres tamices que, de manera transversal, a los canales evacuen los sólidos extraídos a contenedor anexo. Estos canales se podrán aislar mediante compuertas motorizadas en la entrada y salida de los canales.

Los sólidos son eliminados y simultáneamente se lleva a cabo una autolimpieza del tamiz mediante el mecanismo de limpieza. Los residuos son eliminados del canal y, en el mismo equipo, son deshidratados y compactados.

Desarenador-desengrasador

El agua pasa por un desarenador-desengrasador compuesto por tres líneas. Para el desarenado y desengrase se ha optado por una obra mixta que reúna las condiciones necesarias para retener la arena y para retener grasas, aceites y pequeños flotantes, pero con unos criterios muy amplios para facilitar la explotación y mantenimiento en el resto de la planta, y permitir la eliminación de la gran cantidad de grasas que se pueden presentar. Igualmente se cubre el desarenador-desengrasador y se realiza un extracción de aire localizada que posteriormente será tratado químicamente.

Estos desarenadores-desengrasadores están equipados con compuertas de entrada y una arqueta previa de reparto, de tal manera que se pueda by-pasear cualquiera de ellos.

El equilibrio hidráulico en los canales de desarenado y desengrase se consigue mediante el vertedero instalado en la salida de los mismos. De esta forma aseguramos también un nivel de agua fijo para eliminar más fácilmente las grasas y flotantes.

Estos canales están barridos por un sistema de rasquetas flotantes y de rasquetas de cadenas fondo similares a la de los decantadores, que conducen las arenas decantadas hasta una poceta de fondo, en donde se encuentran ubicadas las bombas de succión de arenas (3+0 de 90 m^3/h)

En el diseño de los desarenadores-desengrasadores se ha realizado un ajuste de los parámetros de forma que las velocidades ascensionales sean las adecuadas para conseguir un adecuado desengrase. Los datos presentados a continuación se presentan ampliamente desarrollados en el Anejo nº 3 “Dimensionamiento del proceso”.

Carga hidráulica a Qmed	15	m3/(m2*h)
Carga hidráulica a Qmax	24	m3/(m2*h)
Tiempo de retención a Qmed	16	min
Tiempo de retención a Qmax	8	min

Con estos parámetros de diseño los desarenadores-desengrasadores tienen las siguientes características:

Largo	25	m
Ancho	5	m
Relación largo/ancho	5	
Superficie para esos datos	125	m2
Ancho zona desarenado (70% total)	3,50	m
Ancho zona desengrasado (30% total)	1,50	m
Altura líquida total	3,5	m

Las arenas y los depósitos se recogerán en el fondo de los canales y se extraen mediante bombas situadas en la poceta de fondo. Para la extracción se han previsto:

Tipo de bomba	centrífuga vertical
Número de bombas instaladas	3+0
Caudal unitario	90 m3/h
Tiempo máximo teórico de bombeo	8,5 h

Estas bombas alimentan un canal de recogida de la suspensión agua-arena para conducirla a un clasificador escurridor de arena.

Las características técnicas del clasificador de arenas serán:

- Tipo de escurridor.....tornillo sin-fin
- Unidades.....1

El clasificador se conectará con la red de vaciados de aguas de la planta, para enviar el agua sobrenadante a la cabeza del tratamiento.

Se proyecta la instalación de una aeración mediante burbuja media con soplantes/difusores, por lo que las características del sistema de agitación-aireación serán las siguientes:

Agitación mediante soplantes y difusores.

Las características adoptadas son las siguientes:

Caudal de aire a Qmax	8	Nm3/(m2*h)
Caudal de aire necesario por línea	741	Nm3/(h)

Caudal de aire total necesario	2.222	Nm3/(h)
Sistema de compresión de aire	motosoplantes	
Número de soplantes instaladas	4	ud
Número de soplantes funcionando	3	ud
Pérdidas de carga	0,8	m
Altura manométrica	4,30	m
Número de parrillas por línea	1	
Número de difusores por parrilla	100	
Número de difusores por línea	100	
Sistema de inyección de aire	Difusores burbuja media	
Potencia de cada motosoplante	13	Kw

El aire insuflado por las soplantes mantiene una velocidad de circulación transversal que, favorece, por su efecto de turbulencia, la separación de las materias orgánicas aglutinadas con las partículas de arena y evita una acumulación masiva de arenas gruesas en cabeza.

Agitación mecánica

El movimiento de la rasqueta del puente está automatizado y asociada a una compuerta de accionamiento neumático que abre al llegar al final de carrera la rasqueta lo que permite la evacuación de las grasas a un canal con la pendiente adecuada que permite su evacuación hacia el espesador desnatador, ayudada de un riego con agua de servicio.

Los flotantes y grasas que provienen del desengrase se envían para su espesamiento al desnatador.

Se proyecta la instalación de un desnatador consistente en un depósito metálico con sistema de barrido de grasas por rasquetas y cadenas, accionadas por un motorreductor.

Edificio de pretratamiento

Desde la arqueta de confluencia hasta los desarenadores-desengrasadores estarán incluidos en un mismo edificio de tipo industrial, dotado de puente grúa con capacidad suficiente para el montaje y desmontaje de los elementos constitutivos del pretratamiento, para la extracción de gruesos y la manipulación de contenedores. El puente grúa estará constituido por un carro de doble polipasto, uno para gancho y otro para cuchara bivalva con una capacidad mínima de 5 toneladas y motor de dos velocidades.

El edificio dispondrá de un sistema de ventilación y tratamiento de desodorización con mínimo de 10 renovaciones por hora para espacios abiertos, y 20 renovaciones por hora para espacios confinados. Se preverá el espacio suficiente para la ubicación de los contenedores de residuos, que estarán apoyados sobre chapas de acero inoxidable o sobre bastidores de ruedas bloqueables con freno para su desplazamiento evitando el deterioro del pavimento El edificio de pretratamiento tendrá un sistema de agua a presión para permitir la limpieza de los lugares de acopio y de las cámaras de bombeo y las superficies en general.

Decantación primaria

Se prevé un sistema de decantación primaria lamelar de cuatro líneas de 10x17 metros de superficie y 4,9 metros de altura total, de manera que para el caudal de trabajo la velocidad de Hazen a caudal medio es de 1,02 m3/m2/h.

El agua clarificada es recogida por seis canales transversales por cada decantador, proporcionando una longitud de vertedero por cada decantador de 136 metros.

El rendimiento esperable de la decantación lamelar respecto a los sólidos en suspensión es el siguiente:

Rendimiento en DBO5	37,74	%
Rendimiento en DQO	43,04	%
Rendimiento en S.S.T.	61,40	%
Reducción en N-NH4	7,24	%
Reducción en N-NO3	34,48	%
Reducción en NTK	10,83	%
Reducción en P-PO4	0,00	%

Se espera por tanto una producción de fangos de 20.201 kg/d al 0,9%.

Para la impulsión de los fangos decantados hasta su tamizado será necesario el sistema de bombeo formado por 4+1 bombas de 70 m3/h de caudal unitario a 10 m.c.a.

Tratamiento biológico

Debido al significativo caudal de tratamiento de la planta proyectada,a la disponibilidad de amplio terreno dentro de la parcela actual, y al estudio de soluciones previamente elaborado, el sistema de tratamiento biológico escogido ha sido el de fangos activos convencional de media carga, ya que hoy en día sigue suponiendo el más adecuado por su robustez para grandes plantas de tratamiento sin problemas de espacio y sin reutilización prevista de alta exigencia de calidad.

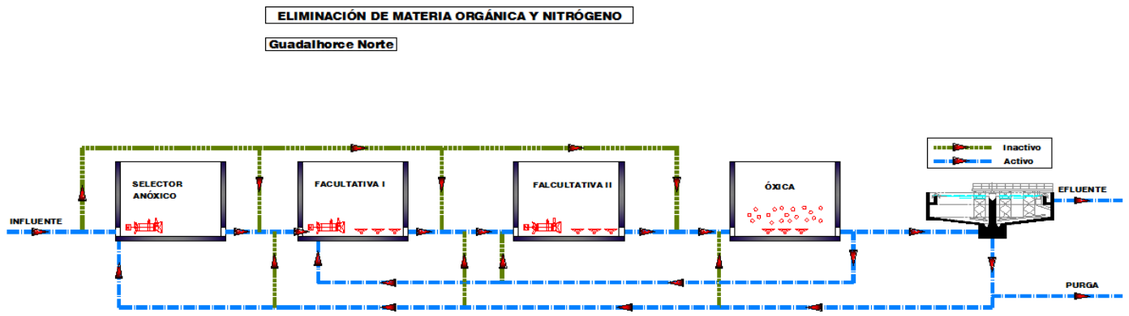
La alternativa seleccionada finalmente ha sido la de un sistema de fangos activos convencional de media carga de flujo pistón, formado por un selector anóxico, dos cámaras facultativas y una última zona óxica, de forma que mediante diferentes posibilidades de recirculaciones y juegos de válvulas el sistema sea capaz tanto de eliminar materia orgánica exclusivamente como materia orgánica y nitrógeno hasta un límite de 10 ppm en el efluente.

Mediante la propuesta realizada la distribución de volúmenes es la siguiente;

VOLÚMENES TOTALES (selector + facultativa + óxica)

Volumen total zona oxica (m³)	43.102	m3
Volumen total facultativas (m³)	11.353	m3
Volumen total selector anóxico (m³)	5.677	m3
Volumen total (m³)	60.131	m3
Fracción de anoxia	28,32	%

El diagrama de proceso implicado es el siguiente:



El agua procedente de la decantación primaria entra al canal de reparto a los reactores biológicos donde se reparte a los selectores anóxicos por sus correspondientes compuertas motorizadas donde se producirá la perfecta equirrepartición de los caudales.

ZONA ÓXICA

Volumen total teórico 43.000 m3
Número de líneas 3
Volumen unitario teórico 14.333 m3
Altura de lámina de agua 8,5 m
Longitud total adoptada 78 m
Anchura óxica con tabique 20 m
Anchura tabique 0,3 m
Anchura óxica real 19,70 m
La zona óxica se puede considerar dividida en dos partes

Zona óxica mayor
Anchura 9,85 m
Longitud 78 m
Volumen 6.531 m3

Zona óxica menor
Anchura 9,85 m
Longitud 10,20 m
Volumen 7.837 m3

Suma de volúmenes óxicos por linea 14.367 m3

ZONAS SELECTOR ANÓXICO

Volumen total teórico 5.667 m3
Número de líneas 3
Volumen unitario teórico 1.889 m3
Anchura 9,85 m
Longitud 22,60 m
Volumen real adoptado 1.892 m3

ZONAS FACULTATIVA I

Volumen total teórico 5.667 m3
Número de líneas 3
Volumen unitario teórico 1.889 m3
Anchura 9,85 m
Longitud 22,60 m
Volumen real adoptado 1.892 m3

ZONAS FACULTATIVA II

Volumen total teórico 5.667 m3
Número de líneas 3
Volumen unitario teórico 1.889 m3
Anchura 9,85 m
Longitud 22,60 m
Volumen real adoptado 1.892 m3

Agitación

Tanto las cámaras anóxicas como las facultativas irán dotadas de agitadores que garantizarán la correcta mezcla completa y la no sedimentación de los flóculos

Producción y difusión de aire

La introducción del aire en el reactor biológico se realizará mediante difusores de membrana de burbuja gruesa, muy adecuados para conseguir la mejor transferencia de oxígeno al medio en reactores de gran profundidad como estos.

La producción de aire se realizará mediante soplantes de levitación magnética, previéndose necesariamente una unidad de reserva. En el anejo número 3 Cálculo de procesos se especifican las características de los equipos, su capacidad y número, que habrá que justificarse teniendo en cuenta las condiciones reales de funcionamiento.

Los equipos de producción de aire se alojarán en edificio en el cual cada aparato dispondrá de su cabina individual de insonorización, equipada ésta con los sistemas de control de temperatura correspondientes (siempre y cuando no se garantice el nivel de ruido). Así mismo, dicho edificio (de tipo industrial) dispondrá de puente grúa con capacidad suficiente para realizar todas las posibles operaciones de explotación y mantenimiento. El edificio estará dotado de ventilación adecuada para evitar la acumulación de calor producido por las soplantes.

Se dispondrá de un túnel común de aspiración de las soplantes y de un sistema de filtración del aire de aspiración, de forma tal que la concentración de polvo en el aire a impulsar sea inferior a 10 mg por cada 1.000 Nm^3. Este sistema de filtración podrá ser común a todas las máquinas. La red de tuberías para enviar el aire producido hacia los reactores aerobios, estará construida en acero inoxidable AISI 316L. Estará diseñada en sus cambios de sección, sus derivaciones y apoyos de tal modo que la vibración producida permita alcanzar un nivel de ruido acorde con la normativa mencionada. Las tuberías irán soportadas sobre elementos elásticos que minimicen dichas vibraciones. Dicha red dispondrá de transmisores de presión y válvulas de mariposa manual para aislamiento de los distintos ramales.

Recirculación interna

En cuanto a la recirculación interna, el nuevo sistema de bombeo (de hélice en pared) a instalar por línea será el de 3+1 bombas de 2.315 m3/h de caudal unitario a 0,5 m.c.a., siendo de esta forma capaz de agotar adecuadamente el potencial de desnitrificación de las zonas de anoxia.

Recirculación externa

Respecto al caudal de recirculación externa, el sistema previsto es el formado por 3+1 bombas de Rext de 700 m3/h de caudal unitario a 6 m.c.a.

Decantación secundaria

El licor mezcla procedente de los reactores biológicos se vierte a un canal común que lo conduce hasta los decantadores secundarios. Se proyectan 6 decantadores rectangulares de rasquetas de cadenas de 67 x 20 metros de superficie y 4 metros de altura útil,

Se espera por tanto una producción de fangos en exceso de 24.546 kg/d al 0,6%.

Para la impulsión de los fangos decantados hasta su espesamiento centrífugo será necesario el sistema de bombeo formado por 2+1 bombas de 115 m3/h de caudal unitario a 8 m.c.a.

Tratamiento terciario

Se diseña el tratamiento terciario para tratar los 100.000 m3/día procedentes del tratamiento biológico. Estará formado por los siguientes elementos:

- Bombeo de elevación a terciario

El agua procedente de los decantadores secundarios es conducida hacia una arqueta de presentación, donde el agua se almacena por el efecto del vertedero situada en ella y desde donde succionarán las 3+1 bombas de impulsión a terciario de 2 m.c.a. Las dimensiones de la arqueta de bombeo son 10x10 metros y 4,5 metros de altura de lámina de agua disponible para el bombeo en situación de alivio.

El bombeo conduce el agua hasta un canal de reparto a las puertas de los coaguladores.

- Coagulador

El proceso de coagulación o mezcla rápida tiene el propósito de dispersar rápida y uniformemente el coagulante a través de toda la masa de agua con el objetivo de desestabilizar los coloides. La mezcla rápida se efectúa mediante turbulencia, y es provocada a través de impulsores rotatorios del tipo turbina, generando corrientes axiales fuertes que crean gran intensidad de mezcla.

Se prevé la construcción de dos coaguladores cuadrados de 4 x 4 metros de superfície y 4,5 metros de altura de lámina de agua, proporcionando 100 segundos de tiempo de residencia.

Se ha realizado el cálculo de la producción de fangos en base al reactivo $FeCl_3$ ya que frente al sulfato de alúmina (posiblemente el que utilizará el futuro explotador por no dar problemas de color al agua tratada que disminuya la eficiencia del sistema Ultravioleta), presenta una mayor producción de fangos. En el Anejo nº 3 de Proceso se detalla con más amplitud.

Se ha proyectado una instalación de almacenamiento y dosificación del sulfato de alúmina que consta de los siguientes elementos:

- Un depósito de almacenamiento en PRFV de 35 m3 de capacidad unitaria.
- 2+1 bombas dosificadoras de tipo peristáltico de caudal unitario 100 l/h a 5 bar de contrapresión, todas con variador de frecuencia electrónico.
- Tubería y valvulería necesaria.

- Floculador

En este proceso se basa en una aglomeración de partículas coaguladas en partículas floculentas, en el que una vez desestabilizados los coloides, se realiza una mezcla suave de las partículas para incrementar la tasa de encuentros y colisiones entre ellas sin romper los agregados preformados. En la floculación, una vez introducido y mezclado el coagulante, las partículas diminutas coaguladas son puestas en contacto una con otra y con las demás partículas

presentes, mediante agitación lenta prolongada durante la cual las partículas se aglomeran, incrementan su tamaño y adquieren mayor densidad. El floculador es, por tanto, un tanque con un medio de mezcla suave y lenta con un tiempo de retención relativamente prolongado. La floculación se efectuará mecánicamente, usando rotores de paletas. En cuanto al tipo de floculante se ha seleccionado polielectrolito.

Se prevé la construcción de dos floculadores cuadrados dividido cada uno de ellos en dos de 9,2 metros de anchura y 4,1 metros de altura de lámina de agua, proporcionando alrededor de 20 minutos de tiempo de residencia.

Se ha proyectado una instalación de almacenamiento y dosificación de polielectrolito que consta de los siguientes elementos:

- Un equipo de preparación automática de poli de 5.000 l/h de capacidad.
- 2+1 bombas de tornillo helicoidal de 2.000 l/h de caudal unitario.
- Tubería y valvulería necesaria.

• Decantador lamelar

En el proceso de decantación se produce, mediante acción de la fuerza de la gravedad, una eliminación de sólidos sedimentables del agua. El tipo de decantador elegido es de tasa alta. Éstos se caracterizan a su vez por ser de poca profundidad gracias a la introducción en su interior de placas planas paralelas.

A su vez, dentro de los decantadores de tasa alta, se ha escogido un modelo de manto de lodos o de contacto. Mediante esta técnica la precipitación de los sólidos ocurre en presencia de una gran cantidad de flóculo previamente formado, dentro de un solo tanque que combina la mezcla con la floculación y sedimentación, así como la purga continua de lodo.

Se prevé la construcción de dos decantadores rectangulares cuadrados de 17 x 9,5 metros de superficie y 4,9 metros de altura total, de manera que para el caudal de trabajo la velocidad de Hazen a caudal medio es de 2,15 m3/m2/h. Previo a la zona de decantación lamelar hay dos zonas de maduración, siendo la primera de ellas de una superficie de 2 x 17 metros y la segunda de 3,5 x 17 metros.

El agua clarificada es recogida por seis canales transversales por cada decantador, proporcionando una longitud de vertedero por cada decantador de 204 metros.

El rendimiento esperable de la decantación lamelar es el siguiente:

Rendimiento en DBO5	38%	%
Rendimiento en DQO	38%	%
Rendimiento en S.S.T.	31%	%
Reducción en N-NH4	0%	%
Reducción en N-NO3	0%	%
Reducción en Norg	12%	%

De esta forma que la producción de fangos estimada que es bombeada hasta espesamiento por gravedad es la siguiente:

Fangos decantados	1.010	kg/d	
Concentración media	3,0	kg/m3	
Volumen a extraer		337	m3/d
Nº bombas instaladas	2	ud	
Nº bomas en funcionamiento		1	ud
Carga de sólidos horario		84	kg/h
Caudal unitario teórico		28,0	m3/h
Tiempo de extracción		12,0	h/d
Caudal unitario adoptado		40,0	m3/h
Altura manométrica		10	m.c.a..

- Filtración por arena

El propósito principal de la filtración es remover turbiedad e impedir la interferencia de la turbiedad con la desinfección, al proveer protección a los microorganismos de la acción desinfectante. Se ha escogido un filtro de arena cuya tasa de filtración a controlar se hace mediante pérdida de carga variable y filtración de nivel constante, en el que mediante una válvula de mariposa operada por un flotador se consigue mantener un nivel de agua constante en el filtro.

El filtro resultante del diseño ha sido de 8 unidades de sección rectangular y una tasa de filtración de 179 m/d a caudal medio, de manera que se garantice un correcto funcionamiento de los filtros de arena ante el caudal máximo previsto e incluso ante el paro por avería de alguno de los filtros.

Se prevé un espesor del lecho de arena de 1,15 m. El falso fondo que sirva de soporte del citado lecho de arena, se ha calculado con 22 placas por filtro de dimensiones 2 x1,6 m, siendo necesarias 20.160 toberas para el conjunto de los 8 filtros.

El proceso de lavado del lecho de filtración propuesto comprende las siguientes fases:

- Aprovechamiento. Se cierra la válvula de entrada de agua a filtrar y se abre la válvula de salida de agua filtrada al máximo, de tal forma que el volumen de agua existente encima del lecho filtrante pase al colector de agua filtrada.

- Lavado con aire. Una vez se termina el aprovechamiento se cierra la válvula de salida de agua filtrada y se abre la de entrada de aire, se introduce éste por la parte inferior del falso fondo por medio de una soplante, de forma que se rompa

el apelmazamiento que ha sufrido el lecho filtrante durante la fase de funcionamiento. Se ha dispuesto una válvula motorizada al final del colector con la misión de producir un escape de aire cuando arranca la soplante, cerrándose al cabo de un tiempo; con esto se consigue que la entrada de aire en el falso fondo sea suave y no se originen deterioros en el mismo.

- Lavado con aire y agua: En esta segunda operación se tienen abiertas las válvulas de entrada de aire y agua de lavado, se insufla aire mediante la soplante por la parte inferior del falso fondo más una pequeña cantidad de agua suministrada por la bomba de lavado, siendo la cantidad de agua de lavado controlada mediante una variación de frecuencia.

- Lavado con agua. En esta tercera operación se eliminan todas las partículas que han quedado en la parte superior del lecho filtrante mediante todo el caudal de lavado, que sale del filtro mediante un canal dispuesto de manera longitudinal que parte el filtro en dos mitades iguales. Este canal tiene pendiente para favorecer la evacuación de las aguas de lavado que salen a un colector exterior general a través de una válvula motorizada de salida que se mantiene abierta desde la fase anterior.

El vaciado de los filtros y el agua de lavado serán enviados a cabecera de planta mediante un bombeo, ubicado en una arqueta de 20 x 20 metros de superficie y 4 metros de altura de lámina útil de bombeo (1 metro inutilizable por el NPSH requerido), proporcionando un volumen total de 1.566 m3. En la citada arqueta se ubicarán 1+1 bombas sumergibles de 139 m3/h de caudal unitario a 6 m.c.a.

- Ultravioletas

Desde la arqueta de recogida de agua filtrada, el agua llega al proceso de desinfección que se realiza mediante radiación ultravioleta hasta conseguir el nivel de desinfección asimilable a la que especifica la legislación vigente RD 1620/2007 para la reutilización de aguas depuradas.

La dosis de UV a emplear es función de la intensidad nominal media y del tiempo de contacto, así mismo la intensidad nominal depende de tres factores:

- M.S. del agua.
- Tamaño de los sólidos.
- Coliformes de entrada y reducción deseada.

Los dos primeros parámetros nos darán la transmitancia que nos indica la profundidad de penetración de los rayos UV a la longitud de onda desinfectante de 254 mm.

Se han proyectado 4 canales de longitud total de 16 m, ancho 0,75 m y profundidad total de 1.575 mm.

Los equipos propuestos tienen las siguientes características:

· Número de canales: 4

· Número de bancadas por canal: 3
· Número de módulos UV por bancada: 6
· Número de lámparas por módulo UV: 8
· Número total de lámparas en el sistema UV: 576
· Número de centros de control del sistema: 1
· Número de sistemas de detección UV: 1
· Número de centros de distribución de potencia: 1

4.2 LÍNEA DE FANGOS

La planta presenta varios tipos de fango:

Fangos procedentes de la decantación primaria:

Peso fangos	20.201	kg/d	
Concentración a la entrada		9	kg/m3
Caudal de entrada		2.245	m3/d

Fangos procedentes del tratamiento terciario:

Fangos decantados	1.010	kg/d	
Concentración media	3,0	kg/m3	
Volumen a extraer		337	m3/d

Fangos procedentes de la decantación secundaria.

Volumen diario de fangos	4.110	m3/d
Concentración de extracción	5,95	g/l
Producción diaria de fangos	24.456	KgMS/d

Purga de fangos

Se proyecta un sistema de purga de fangos en exceso de 2+1 bombas de 115 m3/h a 8 m.c.a.

Tamizado de fangos

Previo al espesamiento por gravedad y con el fin de eliminar fibras que puedan perjudicar el posterior proceso de digestión se proyectan tres tamices de fangos primarios de 249 m3/h de capacidad unitaria.

Espesamiento de fangos por gravedad

Se proyectan tres espesadores por gravedad de 10 metros de diámetro y 4 metros de altura útil para el espesamiento de los fangos primarios.

Las condiciones de trabajo con la mezcla de ambos tipos de fangos serán las siguientes:

Caudal de entrada	270	m3/h
Carga hidráulica	1,15	m3/(m2/h)
Carga de sólidos	90,06	kg/(m2/d)
Tiempo de retención	9,8	h

Espesamiento de fangos por centrifugación

Se proyecta un sistema formado por elementos mecánicos de espesamiento por centrifugación de 115 m3/h, gemelos a los existentes en la EDAR actual.

Este sistema necesitará de la dosificación de polielectrolito, resultando necesaria una dosificación en momentos punta de hasta 1,9 m^3/h.

Cámara de mezcla

Para poder enviar a digestión anaerobia una mezcla de fangos generados en toda la planta (primarios, tratamiento terciario y secundarios) resulta necesario mezclarlos previamente en una cámara de mezcla equipada con electroagitadores sumergidos, de 4,5 metros de radio y 2 metros de altura útil.

En ella se mezclarán los siguientes fangos:

Peso fangos espesados por gravedad	21.210	kg/d	
Concentración fangos espesados por gravedad		55	kg/m3
Caudal diario	386	m3/d	
Peso fangos espesados por centrifugación		24.456	kg/d
Concentración fangos espesados por flotación		40	kg/m3
Caudal diario	611	m3/d	

El fango es bombeado desde esta cámara hacia digestión anaerobia mediante un sistema de 3+1 bombas de 28 m3/h a 15 m.c.a.

Digestión anaerobia

El sistema de digestión proyectado se ubica en su práctica totalidad en la nueva parcela, a excepción de las siguientes particularidades:

- El biogás generado por la digestión en exceso podrá ser enviado hasta la EDAR existente para que allí sea utilizado en la cogeneración, ya que ésta posee holgura suficiente como para combustionar el nuevo caudal de biogás en exceso, o bien almacenarlo en la nueva EDAR y utilizarlo para el calentamiento del fango.
- Los nuevos gasómetros de membrana consistirán en dos unidades de 1.766 m^3 que serán instalados en la EDAR nueva y una unidad de 2.200 m3, que será instalado en la planta existente.

Se prevé la construcción de tres digestores de 29,70 metros de diámetro por 8,85 metros de altura cilíndrica, lo que proporciona un tiempo de digestión de 20,09 días.

La alimentación a cada digestor se realiza temporizadamente totalizando el caudal introducido.

El sistema de agitación de fangos viene dado por el sistema “Dinomix” (no obligatorio para la oferta de los futuros licitadores), el cual consta de 1+1 bombas de agitación del fango en digestión de 1.360 m^3/h a 3 m.c.a., las cuales pueden bombear dicho caudal a tres puntos diferentes del digestor, dos de ellos en puntos bajos del digestor y diametralmente opuestos (0,90 metros por encima del comienzo de la altura cilíndrica del digestor, con tuberías de alimentación de 500 mm de diámetro que entre los dos introducen el 100% del caudal recirculado) y uno de ellos en la parte superior, 0,90 metros por debajo de la lámina superior de fango en digestión a efecto de rotura de costras, con tubería de alimentación de 800 mm de diámetro que introduce el 100% del caudal recirculado.

Para calentamiento de los fangos se ha proyectado un sistema de calefacción formado por:

• Tres calderas pirotubulares de potencia unitaria calorífica 657.622 Kcal/h, correspondiente a un 130% de las necesidades caloríficas estimadas.

• Tres intercambiadores de calor en espiral de potencia unitaria calorífica 505.863 Kcal/h.

• En cuanto a la línea de gas esta consta de:

- 1 gasómetro de membrana de 2200 m3 (a instalar en EDAR existente)
- 2 gasómetros de membrana de 1766 m3 (a instalar en EDAR nueva)
- 2 antorchas para quemado de los gases en exceso de 1.243 Nm3/h de capacidad.(a instalar en EDAR nueva)
- 3+1 soplantes de gas de caudal unitario 170 m3/h a 60 mbar para la impulsión del gas de digestión a las calderas.

Para la eliminación del sulfhídrico en la digestión anaerobia se ha proyectado una instalación de almacenamiento y dosificación de cloruro férrico.

Impulsión de fangos digeridos

Los fangos una vez digeridos son enviados hasta la EDAR existente para ser allí deshidratados y secados térmicamente. Según los cálculos realizados en este anteproyecto, teóricamente para un sistema de dos tuberías de 250 mm, los 83,1 m^3/h de fangos digeridos, la pérdida de carga a vencer es algo menor que la altura manométrica disponible por gravedad (9,02 m Vs 10,70 m).

No obstante por motivos de seguridad se ha decidido proyectar un sistema de bombeo de fango digerido formado por 2+1 bombas de rodete desplazado de 31 m^3/h a 20 m.c.a.

Depósito tampón de fangos digeridos

El fango digerido es almacenado en dos depósitos tampones utilizados como laminación de fangos a deshidratación, uno de los cuales ya existe en la EDAR actual, presentado las dimensiones de 16 m de diámetro y 7 metros de altura cilíndrica

útil. Se proyecta otro depósito tampón gemelo al existente en las cercanías del mismo, de forma que el fango bombeado desde la nueva planta entronque con el nuevo depósito, el cual a su vez estará comunicado por tubería con el depósito existente.

La homogeneización de los fangos almacenados en cada depósito se lleva a cabo mediante agitadores sumergibles.

Los fangos digeridos homogeneizados son seguidamente impulsados al siguiente proceso de tratamiento: la deshidratación mecánica.

Deshidratación de fangos y dosificación de polielectrolito

El fango digerido es impulsado hasta el nuevo edificio de deshidratación, el cual será equipado con los equipos necesarios para tratar la totalidad del fango digerido procedente de la nueva EDAR. El sistema de bombeo a deshidratación se realizará mediante un sistema de bombeo de 3+1 bombas de 29 m3/h de capacidad unitaria a 20 m.c.a.

Las nuevas centrífugas a instalar, como el bombeo a ellas, serán gemelas a las existentes, consistentes en tres centrífugas de 29 m3/h de capacidad unitaria.

En cuanto al sistema de preparación y dosificación de polielectrolito poseerá una capacidad unitaria de 4.000 l/h, acompañado de un sistema de bombeo de poli a centrífugas de 3+1 bombas de tornillo helicoidal de 1.500 l/h de caudal unitario.

El fango una vez deshidratado tendrá dos posibilidades:

- Ser enviado a cualquiera de las cuatro tolvas existentes de 100 m^3 para su almacenamiento hasta la retirada por gestor autorizado.
- Ser enviado al foso de fangos que da entrada al proceso de secado térmico existente.

A.2.4.3. Elementos Auxiliares.

Dentro de los elementos auxiliares consideraremos los distintos edificios a construir para las nuevas necesidades, arquetas y elementos varios, el sistema para el tratamiento de olores y las instalaciones para la dotación de agua industrial.

Eliminación de olores

Es importante efectuar una correcta localización de los olores en el interior de una planta depuradora, de manera que se tenga conocimiento de los puntos críticos de emisión de compuestos malolientes para poder tomar las medidas correctoras oportunas.

El criterio general para diseñar la desodorización es el siguiente:

- 15 renovaciones/hora: espacios confinados.
- 10 renovaciones/hora: espacios libre.

Se localizan en el presente proyecto los siguientes puntos de emisión de olores.

- Edificio de pretratamiento.
- Bombeos de elevación
- Desarenadores-desengrasadores
- Edificio de espesamiento.
- Espesadores por gravedad.
- Edificio de digestión y calefacción de fangos.
- Depósito tampón de fangos digeridos.
- Edificio de deshidratación de fangos.
- Decantadores primarios.
- Reactores biológicos.
- Decantadores secundarios.

Las necesidades calculadas para la extracción de aire a desodorizar en la planta nueva son de 311.000 m3/h y de 14.040 m3/h para la planta existente.

Control de olores.

El objetivo debe ser el confinamiento y aislamiento del aire contaminado para suprimir su dispersión al exterior, y para ello se hace necesaria la instalación de una red de tuberías de recogida de aire, que debe conseguir que no haya puntos muertos donde se puedan condensar olores desagradables.

La extracción provoca en el interior de los edificios una pequeña presión negativa que ayuda a evitar el escape del aire al exterior.

Se ha diseñado los edificios de forma que se minimiza en lo posible la red de recogida de aire viciado, con el consiguiente ahorro en equipos e instalación.

Tratamiento de olores.

El tratamiento del aire viciado realiza por medio de un sistema biológico que nos permite depurar los gases mediante la vía biológica.

El sistema se fundamenta en la capacidad que tienen algunos microorganismos aerobios naturales para descomponer las substancias que contiene el gas a tratas, básicamente en CO_2 y H_2O y diversas sales. Y también en que estos microorganismos se autoactivan y se reproducen en su medio de soporte (el lecho filtrante) siempre que se den las condiciones de temperatura y humedad apropiadas, así como una presencia suficiente de oxígeno. Dichos microorganismos ya existen en el lecho filtrante, y son las condiciones que crearemos las que los activan para que se desarrollen.

El sistema hace circular el gas a tratar, uniformemente distribuido y a la velocidad adecuada a través del lecho filtrante. Este debe tener la esponjosidad suficiente para permitir la circulación del gas sin presentar una pérdida de carga excesiva, así como la suficiente consistencia para mantener esta estructura durante su vida útil.

Las instalaciones de tratamiento de olores son seis (cinco en la planta nueva y una en la existente):

A) Biofiltros para la zona nueva EDAR. La instalación estará provista de:

- Ventilador extractor (5).
- Torre de humectación (5).
- Bomba de recirculación (5).
- Control de caudal de recirculación.
- Distribuidores de agua.
- Difusores en cubeto.
- Bocas de entrada y salida.

Dimensiones unitarias de la balsa del lecho

Largo x ancho: .....20x30 m.

Alto.....2.500 mm

Las dimensiones de las balsas del lecho de los biofiltros de los edificios de bombeo son:

Largo x ancho: .....10x12 m.

Alto.....2.500 mm

B) Biofiltro para la zona de deshidratación (EDAR exixtente). La instalación estará provista de:

- Ventilador extractor (1).
- Torre de humectación (1).
- Bomba de recirculación (1).
- Control de caudal de recirculación.
- Distribuidores de agua.
- Difusores en cubeto.
- Bocas de entrada y salida.

Dimensiones de la balsa del lecho

Largo x ancho: .....10x10 m.

Alto.....2.500 mm

Agua industrial

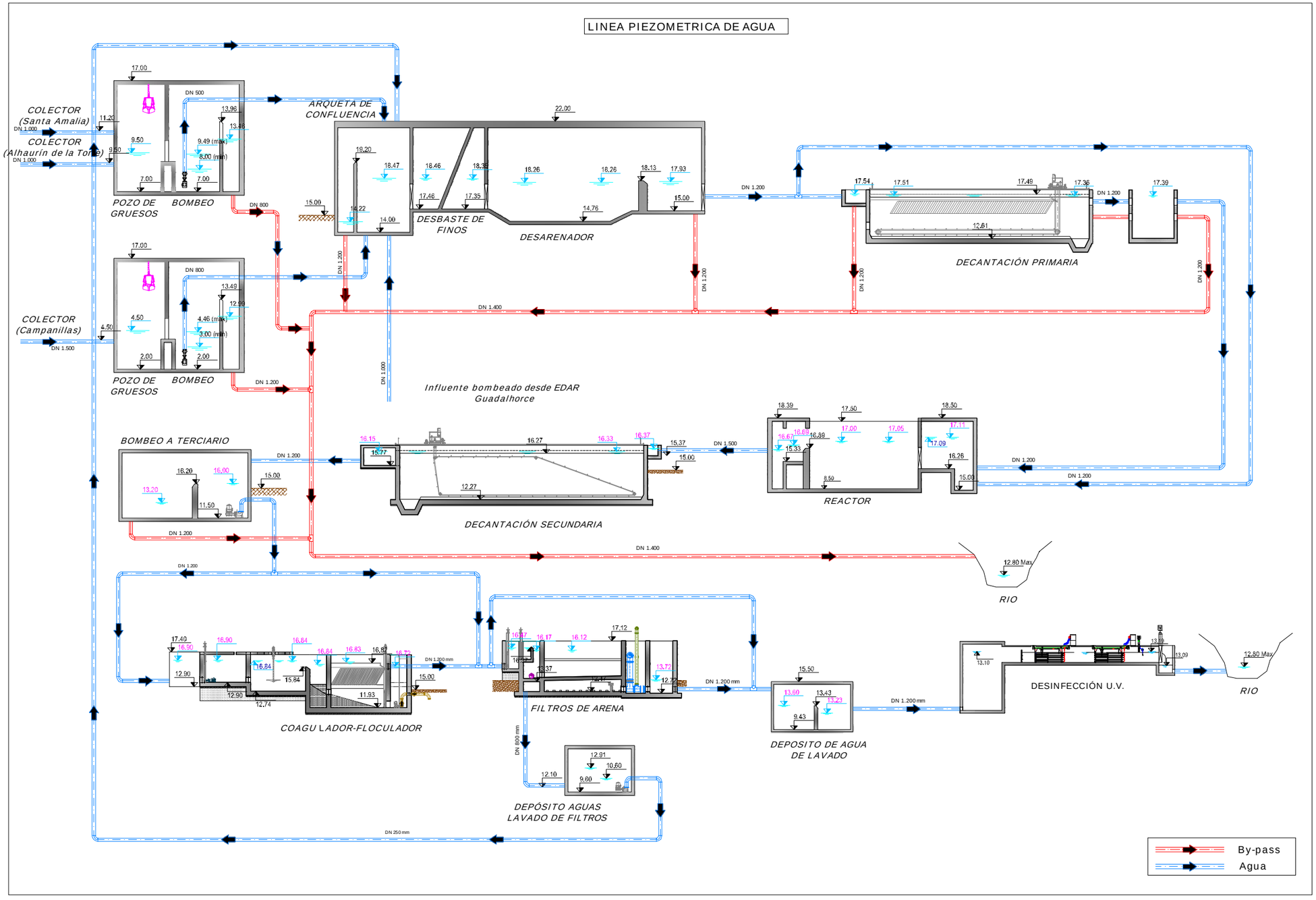
Se reutilizará el agua depurada obtenida en la planta como agua industrial para labores de limpieza, mantenimiento y uso para la preparación del polielectrolito necesario para las nuevas instalaciones. Para poder utilizar el agua depurada es necesario un tratamiento de desinfección previo.

Conducciones

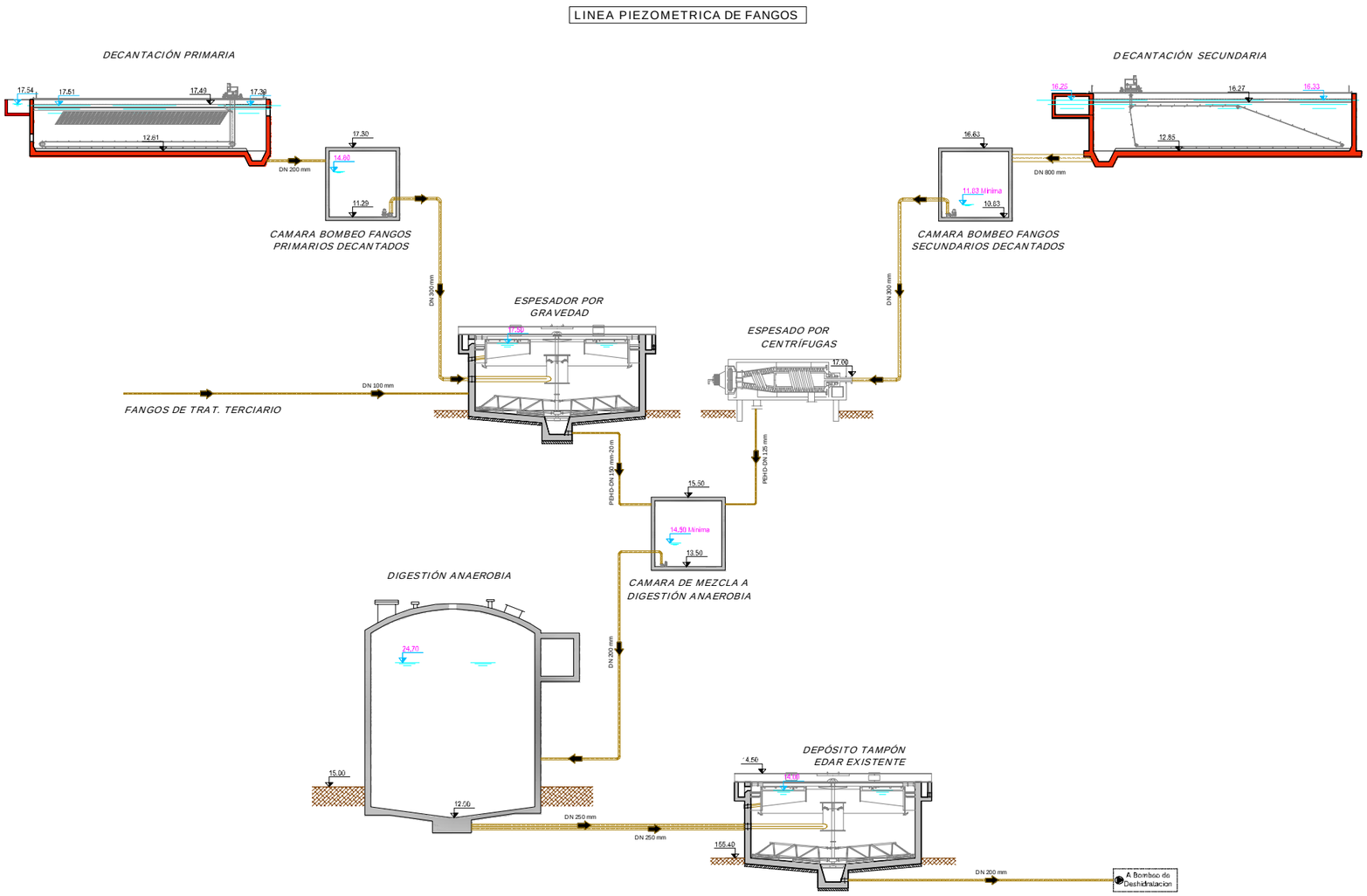
Se proyectan todas las conducciones necesarias para el funcionamiento de la planta en PEHD, PRFV, acero inoxidable, o galvanizado con diámetros que van desde Ø50 hasta Ø1.800 mm. Las conducciones de diámetro mayor a 900 mm y de funcionamiento en lámina libre se ejecutarán en hormigón.

5. LÍNEA PIEZOMÉTRICA

LÍNEA DE AGUA



LÍNEA DE FANGOS



6. URBANIZACIÓN

6.1 EXPLANACIÓN Y OBRAS DE DEFENSA

La nueva EDAR Guadalhorce Norte se ubicará en unas parcelas con orografía suave., junto a las proximidades al Río Guadalhorce. Se acometerán los trabajos de movimientos de tierras necesarios para conseguir una explanación horizontal a la cota +15 m.s.n.m.

En los puntos más próximos al río, los rellenos necesarios para alcanzar la cota de la explanada de la EDAR, imponen la necesidad de contener esas tierras con muros de hormigón armado. A la vez que contienen esas tierras protegen la explanada de la EDAR de posibles inundaciones del Guadalhorce.

En la ejecución de la explanación es necesario demoler algunas pequeñas construcciones destinadas a la agricultura (pequeñas casetas) así como desmontar algunas líneas eléctricas que alimentan a pozos de bombeo.

Se ejecutará inicialmente el movimiento de tierras general para conseguir la explanada necesaria. Después, para cada elemento que forma la EDAR será necesario un pequeño movimiento de tierras local para alcanzar la cota adecuada.

De acuerdo a los reconocimientos geotécnicos efectuados en las parcelas sobre las que se ubicará la EDAR la secuencia estratigráfica identificada en los sondeos indica que la parcela está formada por dos tipos de materiales. Un primer estrato a techo formado por limos arenosos de color marrón claro hasta los 4.8 metros de profundidad seguidos por gravas en matriz de arenas limosas marrones a muro de la secuencia. La carga de admisible del los limos arenosos es de 0.269 kg/cm2, bastante escasa siendo su valor significativamente inferior a las carga admisible del estrato de gravas arenosas, 1.893 kg/cm2.

Estos valores implican que para aquellos elementos cuya cota de cimentación se encuentra en el paquete de limos no es posible una cimentación directa, debiendo recurrir a cimentación profunda. Otra opción es sustituir el terreno de malas características por otro de mejor calidad.

No obstante, se recomienda realizar un estudio geotécnico complementario en el desarrollo del Proyecto de Construcción.

De esta forma se opta por aplicar los siguientes criterios:

- Los elementos que tengan su cota de cimentación sobre las gravas se cimentarán superficialmente.
- Para pequeños elementos (arquetas) que tengan que cimentar sobre limos, se sustituye una capa de 1,0 a 2,0 de terreno. Se instalará una capa de 1,0 a 2,0 m de escollera recibida con hormigón en una superficie igual o mayor a la losa de cimentación del elemento.
- Para el resto se ha de comprobar a qué cota cimentan para analizar si es necesario llevar el saneo hasta las gravas. Por ejemplo, hay algunos elementos cuya cota de cimentación de un elemento es la +12 y requiere 1,0 ó 1,5 m de saneo, En este caso es preferible bajar hasta la cota de gravas (aprox. +10, para no dejar una pequeña capa de limos intermedia).
- Los elementos pesados con gran carga (edificio de control, digestores,) cuyo carga al terreno supere la capacidad portante de las gravas, serán pilotados.

De esta forma se obtiene las siguientes cimentaciones.

POZOS DE GRUESOS. Cimentación directa

ARQUETA DE CONFLUENCIA, DESARENADOR, DESENGRASADOR. Sustitución de 1,5 m de terreno

DECANTACIÓN PRIMARIA. Sustitución 2 m de terreno (hasta gravas)

REACTOR. Se cimentan directamente sobre las gravas

DECANT. SECUNDARIO. Sustitución 2 m de terreno (hasta gravas)

TRAT. TERCIARIO. Sustitución 2 m de terreno (hasta gravas)

DESINF. Sustitución 2 m de terreno

ESPESADORES GRAVEDAD. Pilotes hasta 2m bajo gravas. Malla de 2x2

DIGESTORES. Pilotes hasta 2m bajo gravas. Malla de 2x2

6.2 CERRAMIENTOS

El tipo de cerramiento será uniforme a lo largo de todo el perímetro. El cerramiento consistirá:

- Cimentación mediante zapata corrida de hormigón, de 40 cm de ancho, sobresaliendo 15 cm del nivel del terreno.
- Muro de bloques fábrica de 2,00 m de altura, con remate superior.

6.3 PARTICULARIDADES DE LOS EDIFICIOS

Las edificaciones se han cuidado en cuanto a calidad y estética, buscando tres objetivos principales: funcionalidad, integración en el entorno y durabilidad de la instalación.

CIMENTACIÓN

La cimentación de los diferentes edificios estará en función de las características del terreno, definido en el anejo geotécnico de la documentación complementaria al Pliego de Bases.

A la vista de tales características se ha adoptado la tipología de cimentación que se define en el apartado 6.1, teniendo en cuenta las solicitaciones admisibles del terreno y las requeridas por los diferentes usos a los que destinen los mencionados edificios.

La estructura de los edificios garantizará la estabilidad, funcionamiento y robustez de éstos. Se admitirá, en principio, cualquier tipo de estructura (hormigón armado, fábrica de muros de carga, metálica…), adoptándose la más idónea, a juicio del proyectista, para cada uno de los usos a los que se tenga previsto destinar cada edificio. En función de la estructura elegida, se dispondrán en la cimentación los elementos necesarios para su correcta ejecución (especies, placas de anclaje…), justificándose mediante cálculo la solución adoptada.

CERRAMIENTO

El cerramiento exterior de los edificios elegido por el proyectista, se adecuará por una parte y en lo que se refiere a sus características técnicas, a los parámetros de estabilidad y garantía de buen funcionamiento recogidos en las normativas técnicas vigentes, asegurando siempre su perfecta estanqueidad, aislamiento térmico, y disponiéndose los mecanismos de insonorización para aquellos edificios en los que sea preciso.

Se adecuará, por otra parte, a la estética y a la integración en el paisaje circundante.

Se utilizará para ello cerramiento de fábrica (de ladrillo visto o pintado, bloques de hormigón, etc.), prohibiéndose expresamente la utilización de cerramientos metálicos. El acabado exterior se proyectará teniendo en cuenta el más sencillo mantenimiento del mismo.

En aras de homogeneizar los materiales empleados, la distribución interior de los edificios se realizará con el mismo material que el utilizado en exteriores, excepción hecha de aquellos otros que el proyectista, por razones de flexibilidad y sencillez, decida realizar con otro tipo de materiales (paneles de cartón – yeso, etc.)

REVESTIMIENTOS

Se dispondrán las siguientes solerías:

- Taller/almacén/zona de secado/edificio de pretratamiento: mortero de cemento ruleteado de espesor mínimo de 3 cm y acabado con pintura antideslizante a base de polvo de cuarzo.
- Laboratorio y aseos: gres de 1ª calidad (con tratamiento antiácido en el laboratorio) y rodapiés del mismo material.
- Resto de dependencias y zonas comunes: terrazo de 1ª calidad pulido y abrillantado, con rodapiés y zanquines del mismo material.

En cuanto a los revestimientos de las zonas interiores deberá distinguirse según sea el tipo de dependencia:

- Laboratorio y aseos: alicatado de 1ª calidad.
- Taller/almacén: enfoscado maestreado y pintura plástica lisa.
- Zona de secado: azulejo de 1ª calidad hasta una altura mínima de 2 m, a partir de la cual se enfoscará y pintará con pintura plástica lisa.
- Resto: paredes y techos (estos últimos también en las anteriores dependencias) guarnecidos con pasta de yeso y pintura plástica lisa.

El aislamiento acústico del recinto de ubicación de las soplantes de aireación se realizará mediante emparchado interior de tabique de ladrillo perforado y se dispondrá puerta de doble chapa en acero galvanizado y pintado, con relleno interior de poliuretano de manera que cumpla la normativa vigente de emisión de ruidos.

CUBIERTAS

Se proyectarán de forma que se consiga la total estanqueidad y aislamiento de los edificios. A tales efectos, serán preferiblemente no visitables, salvo en los casos en los que se prevea la ubicación de instalaciones que requieran de un mantenimiento periódico. La evacuación de pluviales será siempre hacia el exterior de los edificios mediante gárgolas o bajantes.

Se cuidará que la cornisa y los remates de la unión fachada–cubierta contribuyan a la estética final.

CARPINTERÍAS

Tanto las ventanas, cuya estética y encaje en las fachadas se cuidará al máximo, como las puertas de paso, en general, serán de aluminio lacado y con luna de 5 mm. Las ventanas serán practicables y no correderas a efectos de garantizar la estanqueidad de las mismas. Las puertas en el taller almacén y en el edificio de deshidratación, se proyectarán en perfilería metálica y con los mecanismos necesarios de cuelgue y seguridad para facilitar el manejo.

6.4 JARDINERÍA

Las zonas no ocupadas por las instalaciones o viales se plantarán con césped para conseguir una mejor integración ambiental. Igualmente se plantarán los arbustos y árboles descritos en el apartado de Medio Ambiente.

6.5 REDES DE SERVICIOS URBANOS

6.5.1 RED DE AGUA POTABLE

La planta contará con una acometida de agua potable desde la red general de suministro, garantizando una presión mínima en la acometida de 2 kg/cm2. La acometida se adecua a las normas técnicas de la empresa suministradora de agua potable. En caso de ser necesario, se preverá grupo de presión adecuado.

6.5.2 RED DE PLUVIALES

Se dotará a las instalaciones de los medios necesarios para la evacuación del agua de lluvia: pendiente suficiente para los viales, imbornales en los puntos bajos.

La red de pluviales estará formada por unas conducciones principales consistentes en tubos de PVC corrugado de 30 cm de diámetro. A estos tubos le llega el agua de lluvia recogida en los sumideros a disponer en viales y acerados. La conexión entre sumideros y canalización principal se realizará con tubos de PVC de 110 mm de diámetro.

La red de pluviales puede conectarse con la red de drenaje o con el bypass general de la planta. En este caso se opta por conectar al bypass general de la planta para minimizar los costes de explotación, ya que si conectamos con la red de drenaje el destino final de esta agua debe ser cabecera de tratamiento, para lo cual es necesario el uso de bombeo.

6.5.3 RED DE RIEGO

La red de riego se diseña en consonancia con el proyecto de la jardinería. En condiciones normales, el riego se efectuará con la red de agua de servicios (agua depurada), si bien tendrá la posibilidad de conexión de emergencia a la red de agua potable.

El sistema de riego se automatizará. Se preverá la arqueta u obra de toma necesaria, según las necesidades previstas. La red será preferentemente en anillo, previendo aislamientos parciales para reparaciones.

6.5.4 RED DE DRENAJE

Se ha previsto dotar a los elementos que almacenan gran cantidad de agua de un sistema de drenaje consistente en la implantación de una capa filtrante en el trasdós de los muros, así como una capa denante bajo las soleras de estos elementos.

En las partes inferiores de las capas del trasdós de los muros, así como en la capa bajo la solera, se dispondrán tubos drenantes de PVC ranurado que recogerán el agua de las posibles fugas y las llevarán a unos colectores principales de PVC 300 mm de diámetro.

Estos tubos de PVC llevarán el agua hasta una arqueta de bombeo a cabecera.

6.6 VIALES

En el interior del recinto se construirán viales interiores para la circulación rodada, de 6,0 m de anchura, pavimentados con mezclas bituminosas en caliente. Estos viales darán acceso a las principales instalaciones y edificios de la EDAR. Asimismo, en los recintos de algunos edificios industriales , y en general donde se prevé el tránsito peatonal, se colocará una acera formada por 15 cm. de base de hormigón, y solado de baldosa hidráulica recibida con mortero.

6.7 ALUMBRADO EXTERIOR E INTERIOR

El alumbrado exterior de las instalaciones de la EDAR estará formado por centro de mando integrado en cuadro general de baja tensión Se colocarán luminarias con lámpara VSAP 250 W IP65 sobre columna de 10 metros de altura con arqueta en la base; para los viales. En las fachadas de los edificios se colocarán proyectores VSAP de 250 W IP 65 .

7. CONEXIÓN A SISTEMAS GENERALES

7.1 SUMINISTRO ELÉCTRICO

La alimentación eléctrica a la estación depuradora de nueva implantación se realizará por medio de una línea, a 15 KV, parte del trazado de esa línea será aéreo, en el tramo entre el entronque con la línea próxima de la compañía y el perímetro de la EDAR, en donde se situará la columna fin de línea. A partir de dicha columna, se acometerá al Centro de Transformación con cable subterráneo de sección apropiada.

En la columna fin de línea se dispondrán los correspondientes juegos de pararrayos, autoválvulas, así como un seccionador en carga de servicio exterior con dispositivo de puesta a tierra de intensidad 400 A.

La línea subterránea de Alta tensión acometerá al centro de transformación a través de una cabina, a la cual se conectará con los terminales apropiados. A continuación se instalará la cabina de medida de y finalmente dos celdas de protección, una por cada transformador.

Desde estas cabinas se alimentan 2 transformadores en seco, de 2000 Kvas y relación 15.000/400, equipado s con los correspondientes accesorios.

A partir de los Transformadores se alimentará el cuadro general de distribución en baja tensión situado en la sala eléctrica próxima al centro de transformación.

7.2 AGUA POTABLE

La conexión con la red de abastecimiento existente se llevará a cabo en las proximidades a la ampliación de la Red de Abastecimiento del Aeropuerto de Málaga. Concretamente se ha definido con la compañía suministradora el punto de conexión en un pozo ubicado junto al Río Guadalhorce. Se prevé la instalación de una derivación en “T” en la futura tubería de fundición de 600 mm de diámetro que cruzará el río, actualmente en construcción, pero que estará operativa en la fecha de construcción de la EDAR.

Desde la derivación prevista partirá una tubería de fundición de 250 mm. de diámetro siguiendo el trazado del camino existente junto al punto de conexión y que discurre paralelo al Guadalhorce. Continuando por este mismo camino se llega al trazado previsto para la futura impulsión desde la EDAR del Guadalhorce (existente) hasta la futura EDAR.

La nueva tubería de abastecimiento compartirá el trazado de esta tubería de impulsión hasta la entrada a la EDAR.

7.3 TELEFONÍA

La conexión con la red de telefonía existente se hará en una zona cercana a la futura EDAR. Se trata de una arqueta telefónica situada en la barriada de Mestanza, en un camino público denominado Camino del Carril, en las proximidades del Cortijo de Catana. Este punto de conexión ha sido facilitado por la empresa suministradora del servicio.

Desde esta arqueta se construirá una canalización subterránea formada por tubos de PVC de 110 mm de diámetro y 1,8 mm de espesor. Estos tubos irán envueltos en hormigón en masa para protegerlos. Las arquetas y demás instalaciones necesarias serán las normalizadas por la empresa suministradora.

El trazado de la Conexión aprovechará en lo posible los caminos públicos. De esta forma se propone un trazado consistente en seguir el Camino del Carril hasta la intersección de este con el futuro acceso a la EDAR. Desde esta intersección, la canalización irá bajo la calzada del acceso hasta la entrada a la EDAR.

Para el trazado de las canalizaciones se ha intentado seguir en lo posible alineaciones rectas, si bien para adaptarnos a los caminos y carreteras existentes, la zanja de las canalizaciones va describiendo la misma curvatura que los caminos. En ningún caso el radio de curvatura es inferior a los 25 m. En los cambios de dirección bruscos, se instala una arqueta.

Se prevé dejar siempre un hilo guía de alambre de acero de 2 mm. de diámetro o cuerda de nylon de 5 mm. de diámetro entre arquetas.

7.4 CAMINO DE ACCESO

La vía de acceso a la EDAR se hará por la carretera A-7052, en el p.k. 2+050. Esta carretera discurre por el sur del núcleo de Mestanza.. El punto elegido coincide con la actual intersección de la A-7052 con una carretera local.

Debido al incremento de tráfico que se va a generar en esta intersección, se opta por remodelar la misma, incluyendo sobre la calzada de la carretera A-7052 unos carriles centrales de espera para giros a la izquierda. Es necesario adaptar en la misma intersección un acceso a otro camino local enfrentado al que se va a utilizar para acceder a la EDAR.

Se tomará la carretera de la margen derecha de la A-7052 en dirección a Mestanza. A unos 180 m abandonamos el trazado de esta carretera para seguir el trazado de un camino existente y que pasa justo en frente de las parcelas destinadas a ubicar la EDAR.

Se tendrán en cuenta los condicionantes impuestos por el titular de esta carretera y de los caminos que se interceptan, al cual se le han solicitado tales condicionantes.

La actuación en general consistirá en un acondicionamiento tanto del tramo de carretera como del tramo de camino local, ensanchando la plataforma existente hasta conseguir dos carriles de 3,0 m de ancho con arcenes de 1,0 m. y bermas de 0,5 m para disponer señalización vertical y defensas. El radio mínimo de curvatura adoptado es de 30 m, impuesto por unas instalaciones agrícolas existentes y con objeto de minimizar las ocupaciones.

El firme adoptado para este acondicionamiento consistirá en una capa de 0,5 m de suelo seleccionado, sobre el que se dispondrán 0,35 m de zahorra artificial. Las mezclas bituminosas tendrán un espesor total de 15 cm. distribuidos en 4 cm de capa de rodadura, sobre 5 cm de intermedia y 6 cm de base.

Será necesario contar con la Autorización de la Administración titular de la carretera A-7052, así como la titular de los caminos interceptados.

Se seguirán las prescripciones recogidas en la Instrucción 3.1-IC “Trazado” para el diseño de la nueva intersección de conexión, así como para el trazado del nuevo vial de acceso.

7.5 RESTITUCIÓN A CAUCE DE EFLUENTE DEPURADO

El agua tratada se verterá al Río Guadalhorce a través un tubo de hormigón de diámetro 1.200 mm. Este tubo parte del Sistema Ultravioleta y desemboca en el Guadalhorce. La obra de vertido consistirá en la construcción de una embocadura al tubo de hormigón con una solera de hormigón de 30 cm, aletas y alzado igualmente en hormigón armado con 30 cm de espesor. Esta embocadura quedará dentro del cauce del Río Guadalhorce, en su margen derecha.

La cota de vertido viene impuesta por la crecida del Río Guadalhorce y se establece en la cota +12,80. Para evitar erosiones en el talud de la margen del Río Guadalhorce, se dispondrá de un manto de escollera de 1,50 m de espesor embutido en el talud.

8. EXPROPIACIONES

Para la implantación de la EDAR se ha previsto la expropiación de las fincas:

29900A021000740000PS
29900A021000750000PZ
29900A021000760000PU
29900A021000790000PA
29900A021000800000PH
29900A021001130000PB
29900A021001140000PY
29900A021001150000PG
29900A021001160000PQ
29900A021001170000PP

, con una superficie total 318.818,28m2.

Además, para la ejecución de las conexiones a sistemas generales se prevé la Ocupación Temporal de 63.785,01 m2, definitiva de 17.532,34 m2, y constitución de servidumbre de 41.234,41 m2.

El importe total previsto para las expropiaciones es de 1.800.100,69 euros.

9. SERVICIOS AFECTADOS

El análisis de afecciones se ha realizado sobre la cartografía a escala 1:10.000; se han mantenido contactos con las compañías propietarias de los servicios, y esa información se ha completado con la visita al campo.

Se han detectado la presencia de líneas eléctricas asociadas a pequeñas instalaciones de bombeo de agua subterránea en el interior de las parcelas destinadas a ubicar la EDAR. Estas líneas eléctricas constan de torres y transformador final junto a la caseta.

No es necesaria la reposición de este servicio puesto que dicha instalación dejará de estar en servicio con la construcción de la EDAR. Igualmente se afectan los cerramientos de las parcelas sobre las que se ubicará la EDAR. Tampoco es necesario restituir este servicio.

Con la construcción del camino de acceso, se remodela unos caminos existentes que actualmente dan acceso a fincas colindantes. Con la ampliación de la plataforma actual es necesario reponer los accesos a propiedades particulares que se ven afectados. Se ha incluido en el capítulo correspondiente a la construcción del camino de acceso el importe de estas reposiciones consistentes en acceso a finca junto con tubo pasacunetas para dar continuidad a la cuneta lateral.

10. COORDINACIÓN CON ORGANISMOS

Se han mantenido contactos con diferentes organismos oficiales con el fin de conocer y respetar los derechos de dichos organismos respecto a las infraestructuras e instalaciones de su competencia que pudieran verse afectadas por la construcción de las obras objeto de este Anteproyecto.

Además de la coordinación necesaria con la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía para recabar todo tipo de información ambiental (desarrollado en el apartado siguiente), han sido consultados los siguientes organismos:

- AYUNTAMIENTO DE ALHAURÍN DE LA TORRE
- AYUNTAMIENTO DE MÁLAGA
- AYUNTAMIENTO DE TORREMOLINOS
- AYUNTAMIENTO DE ALHAURÍN EL GRANDE
- ADIF
- EMASA
- CORREOS
- AENA AEROPUERTO DE MÁLAGA
- DIPUTACIÓN DE MÁLAGA
- CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA GUADALQUIV.
- CONSEJERÍA OBRAS PÚBLICAS. FERROCARRILES
- CONSEJERÍA OBRAS PÚBLICAS. CARRETERAS
- MINISTERIO DE FOMENTO. DIRECCIÓN GENERAL FERROCARRILES
- MINISTERIO DE FOMENTO. CARRETERAS MÁLAGA
- MINISTERIO DE DEFENSA

Por la ubicación de la EDAR no se han detectado interferencias o afecciones con ninguno de los citados organismos. Sí que ha sido necesario coordinar las actuales obras en el Aeropuerto de Málaga (Ampliación de la red de abastecimiento) puesto que desde una tubería incluida en estas obras, parte la futura tubería de abastecimiento a la nueva EDAR.

Será igualmente necesaria la coordinación con la Consejería de Obras Públicas y Vivienda de la Junta de Andalucía para la construcción de la nueva intersección sobre la carretera A-7052.

11. MEDIO AMBIENTE

Como medida correctora a las obras del presente proyecto, se realiza la integración paisajística de aquellas zonas neoformadas en la Estación Depuradota de Aguas Residuales de Guadalhorce Norte y de sus obras complementarias.

Para ello se ha realizado un estudio previo de la vegetación potencial y vegetación real existente en la zona de actuación.

A continuación se indican cuales son las series de vegetación potencial localizadas en el entorno de cada una de las infraestructuras proyectadas, así como la vegetación real que se da en el entorno de las mismas:

ACTUACIÓN	SERIE DE VEGETACIÓN CLIMÁTICA	VEGETACIÓN REAL
EDAR Guadalhorce Norte	EH10	Cultivos agrícolas: Cítricos Vegetación de ribera: tarajales,

Atendiendo a la vegetación potencial y real en que se ubica cada instalación, y a otros factores como son las características de los taludes a restaurar (altura, pendiente y materiales), se van a plantear las siguientes cubiertas.

CUBIERTA 1.

Bajo esta cubierta se restaurarán los límites de la EDAR de Guadalhorce, se localiza sobre una zona donde el tipo de vegetación es meramente agrícola y con una galería arbustiva de la ribera del río Guadalhorce, y donde, la vegetación potencial corresponde a la Geoserie edafohigrófila EH10.

Las especies a repoblar en esta cubierta son las que se citan a continuación:

Nombre científico	Nombre vulgar
Salix alba	Sauce
Fraxinus angustifolia	Fresno

Tamarix africana Taraje

Los sauces y fresnos vendrán presentados a raíz desnuda con un perímetro de 12/14 cm, mientras que los tarajes vendrán en alveolo forestal de 400 cc con una altura de 70-100 cm. Para efectuar la plantación, se abrirán hoyos de forma mecánica de dimensiones 100x100x100 cm para el caso de los árboles y de 40x40x40 cm para el taraje.

El relleno del hoyo, previa colocación de la planta y su cepellón, se realizará con tierra vegetal obtenida en obra, y enriqueciéndola para planta grande y pequeña de la siguiente manera:

Material	Hoyo 100x100x100 cm	Hoyo 40x40x40 cm
Abono mineral N:P:K triple 15	100 gr	25 gr
Fertilizante orgánico (estiércol/compost)	1.000 gr	250 gr
Polímero absorbente	50 gr	25 gr
Agua	50 litros	5 litros

La tierra sobrante se acumulará alrededor, formando una superficie con una pequeña contrapendiente que favorezca la infiltración de agua en aquellas zonas que el terreno no sea totalmente llano. Finalmente, se procederá a realizar el riego de plantación, con las dosis indicadas en la tabla anterior.

La plantación se realizará de forma lineal con una separación entre individuos arbóreos de 4 m y de 2 m para el taraje, resultando:

Nombre	Densidad
Sauce	1/8 m
Fresno	1/8 m
Taraje	2/4 m

La longitud a restaurar en este tratamiento es de 2.117 m.

La plantación se realizará preferentemente en los meses de Octubre o Noviembre o en su defecto, en Marzo o Abril, siempre con tiempo húmedo y temperaturas no muy elevadas.

CUBIERTA 2

Bajo esta cubierta se restaurará toda la zona interior de la EDAR que quede libre de edificios instalaciones, viarios y otros elementos constructivos necesarios en una Estación depuradora. De la misma manera se restaurará la zona destinada para el parque de maquinaria, ya que esta se ha dispuesto dentro de la parcela destinada a la EDAR.

Al igual que en el caso anterior esta zona a restaurar se localiza sobre la Geoserie edafohigrófila EH10, pero, donde la vegetación predominante es la de cultivos arbóreos de cítricos y los cañaverales existentes en las márgenes del río Gualdalhorce.

Las especies elegidas para este tipo de cubierta son:

Nombre científico	Nombre vulgar
Salix alba	Sauce
Rosmarinus officinalis	Romero
Lavandula angustifolia	Lavanda
Thymus vulgaris	Tomillo

Las plantas vendrán presentadas en bandeja forestal de 300 cc de 2 savias para las especies arbustivas y a raíz desnuda para el sauce con el mismo porte que en la cubierta anterior. Para efectuar la plantación, se abrirán hoyos manualmente de dimensiones 40x40x40 cm para los primeros y de forma mecánica de 100x100x100 cm para los segundos.

El relleno del hoyo y plantación será de la misma manera que la descrita en la cubierta 1.

La plantación se realizará con una densidad de 15 ud/100m^2 para las especies arbustivas y con la siguiente proporción de cada especie por cada 100 m^2 de superficie. En el caso del sauce la densidad será mucho menor, tal y como se muestra a continuación:

Nombre	Densidad
Sauce	0,1 ud/100 m^2
Romero	5 ud/100 m^2
Lavanda	5 ud/100 m^2
Tomillo	5 ud/100 m^2

Por último se procederá a realizar un semillado para la formación de césped en toda la superficie de esta cubierta.

La siembra se efectuará mediante hidrosembradora, en los meses de octubre a abril, preferentemente en otoño, y evitando días muy lluviosos, con viento o fríos.

Antes de realizar la siembra el terreno deberá estar debidamente acondicionado, con el respectivo extendido de tierra vegetal.

En la siembra se deben seguir una serie de pasos para obtener un resultado de calidad:

- Época de siembra. La mejor época del año es en otoño, cuando se han dado las primeras lluvias. La capa superficial del suelo deberá estar seca, pero el resto húmedo.
- Siembra. La proporción será de 25 g/m2. Si la proporción es menor la cobertura se verá ralo y laxo, si es mayor habrá riesgo de abatimiento de las plantas.
- Abonado. En la hidrosembradora se realizará una mezcla de las semillas junto con el abonado a razón de 50 gr/m2 y con 10 gr/m2 de mantillo limpio cribado.
- Protección de las semillas. Se aconseja rastrillar la zona cubriendo parcialmente las semillas para evitar la desecación de las mismas y posteriormente se efectuará un pase de rodillo para favorecer el contacto tierra-semilla. El peso del rodillo será muy limitado (menor de 200 Kg), a fin de igualar las irregularidades producidas por el pisoteo del terreno
- Finalmente se procederá a regar la superficie sembrada, a razón de 5 l/m2.

Las especies que componen la mezcla de semillas, así como, la proporción para la cantidad de 1 kilogramo es:

Nombre vulgar	Nombre científico	Dosis
Cañuela	*Festuca arundinacea*	200 gr
Cañuela ovina	*Festuca ovina*	150 gr
Pasto miel	*Paspalum dilatatum*	100 gr
Ballico	*Lolium multiflorum*	200 gr
Alfalfa	*Medicago sativa*	150 gr
Alfalfa rugosa	*Medicago rugosa*	200 gr

La superficie total a restaurar en este tratamiento es de: 177.689 m^2.

CUBIERTA 3

Por último se incluye los datos referentes a la cubierta destinada a revegetar los taludes originados con la construcción del camino de acceso a la parcela de la EDAR. Estos taludes con desmontes y terraplenes que se han originado a ambos lados del camino pero que presentan pequeñas dimensiones con alturas menores a los 2 m.

Al igual que en los casos anteriores esta zona a restaurar se localiza sobre la Geoserie edafohigrófila EH10, pero, donde la vegetación predominante es la de cultivos arbóreos de cítricos los cuales no se ven a penas afectados ya que se realiza un acondicionamiento de un camino agrícola existente.

Las especies elegidas para este tipo de cubierta son:

Nombre científico	Nombre vulgar
Tamarix africana	Taraje
Phlomis purpurea	Matagallo
Lavandula angustifolia	Lavanda

Las plantas vendrán presentadas en bandeja forestal de 300 cc de 2 savias en todos los casos. Para efectuar la plantación, se abrirán hoyos manualmente de dimensiones 40x40x40 cm.

El relleno del hoyo y plantación será de la misma manera que la descrita en las cubiertas 1 y 2.

La plantación se realizará con una densidad de 25 ud/100m^2 de superficie, tal y como se muestra a continuación:

Nombre	Densidad
Taraje	5 ud/100 m^2
Matagallo	10 ud/100 m^2
Lavanda	10 ud/100 m^2

La superficie total a restaurar en este tratamiento es de: 2.650 m^2.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMEINTO

Con objeto de garantizar el correcto arraigo y desarrollo de las plantaciones, se establece un programa de conservación y mantenimiento establecido en 6 meses.

El programa se refiere a la totalidad de los trabajos de conservación y mantenimiento que comporta la obra ejecutada, tal como queda definida en el proyecto, de acuerdo con las superficies delimitadas en los planos.

El conjunto de labores mínimas que han de realizarse para conservar en perfecto estado técnico, funcional u ornamentales las superficies objeto del proyecto serán las siguientes:

- Riegos de mantenimiento.
- Escardas.
- Abonados.
- Siegas.
- Limpieza general.
- Reposición de marras.

Dado que el periodo de conservación y mantenimiento se ha establecido en 6 meses, tan sólo podrá ejecutarse las labores de riegos de mantenimiento, el resto de labores (escardas, abonados, siegas,...) deberán correr a cargo de la Entidad Gestora de la EDAR asegurando así el correcto arraigo de las plantaciones realizadas. A continuación se describe la tarea de riego de mantenimiento, el resto de tareas quedan perfectamente descritas en el Plan de Mejora Vegetal incluido en el Anejo 10. Estudio Ambiental del presente proyecto.

Riegos de mantenimiento.

Las especies vegetales se regarán esporádicamente, en las épocas que fuese necesario, dependiente de las condiciones edafoclimáticas y de las necesidades, de forma que todas las especies vegetales encuentren en el suelo, el porcentaje de agua útil necesaria para su normal crecimiento y desarrollo.

Se realizarán 6 riegos en los seis meses posteriores a la implantación de las especies vegetales, preferiblemente en época de sequía. Cada riego será a razón de 15 litros de agua para los individuos presentados en bandeja foresta y de 75 litros para las especies arbóreas.

Finalmente se incluye un resumen de las mediciones de la mejora vegetal:

TOTALES		
Ud	*Salix alba*	441
Ud	*Fraxinus angustifolia*	264
Ud	*Tamarix gallica*	1.190
Ud	*Rosmarinus officinalis*	8.884
Ud	*Lavandula stoechas*	9.149
Ud	*Tymus vulgaris*	8.884
Ud	*Phlomis purpúrea*	265
Nº	Riegos mantenimiento de hoyos de 40 cm	28.372
Nº	Riegos mantenimiento de hoyos de 100 cm	705

12. PLAZO DE EJECUCIÓN

La programación de la obra tendrá un carácter meramente indicativo, fijándose un plazo para la total ejecución de las obras de TREINTA (30) meses más SEIS (6) meses de puesta en marcha para la EDAR, sin perjuicio del plazo contractual que se fijará en el Pliego de Cláusulas Administrativas a la vista de las consideraciones económicas o administrativas del Organismo que realice la contratación.

13. PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN

Presupuesto de Ejecución Material…	63.495.984,30 euros
13% de Gastos Generales…	8.254.477,96 euros
6% de Beneficio Industrial…	3.809.759,06 euros

Suma (Precio cierto de Contrata)…	75.560.221,32euros
21% de IVA…	15.867.646,48euros

Presupuesto Base de Licitación…	91.427.867,80 euros

Asciende el PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN a la expresada cantidad de NOVENTA Y UN MILLONES CUATROCIENTOS VEINTISIETE MIL OCHOCIENTOS SESENTA Y SIETE Euros CON OCHENTA Céntimos

14. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

Teniendo en cuenta que el importe de la obra supera los 350.000,00 euros, el Artículo 54 de la Ley 30/2007, de 30 de octubre, de Contratos del Sector Público., establece la obligatoriedad de exigir clasificación a los empresarios que concurran a la licitación.

Para determinar la clasificación que deben poseer los contratistas que opten a la ejecución de las obras del presente Proyecto, se siguen las disposiciones recogidas en el Reglamento General de Contratación, que enumera 11 grupos o clases de obra, con sus correspondientes subgrupos. Puede requerirse clasificación para un determinado tipo de obra cuando ésta alcance el 20 % dentro del Presupuesto Base de Licitación.

En el presente Proyecto se identifican los siguientes grupos y subgrupos de obra:

K) ESPECIALES

8 Estaciones de tratamiento de aguas

El siguiente paso es determinar la categoría del contrato de obra de cada grupo, que viene dada por su anualidad media, en función de la siguiente tabla:

CATEGORÍA	ANUALIDAD
a	Menor de 60.000 €.
b	Mayor de 60.000 € y menor de 120.000 €.
c	Mayor de 120.000 € y menor de 360.000 €.
d	Mayor de 360.000 € y menor de 840.000 €.
e	Mayor de 840.000 € y menor de 2.400.000 €.
f	Mayor de 2.400.000 €.

Las categorías “e” y “f” anteriormente definidas no son de aplicación en los grupos H, I, J y K, considerándose la categoría “e” cuando la anualidad media exceda de 840.000 euros.

En nuestro caso, la anualidad es ampliamente superior a 840.000 euros ya que el presupuesto base de licitación se eleva a 91.240.488,38 €. Al dividir por el número total de meses de ejecución de obra (30 meses) y multiplicar por doce meses (anualidad) se obtiene un total de 36.496.195,35 €.

En resumen, la clasificación que puede exigirse al contratista es la siguiente:

Grupo	Subgrupo	Categoría
K	**8**	**e**

15. REVISIÓN DE PRECIOS

El objeto de este apartado es proponer la fórmula de revisión de precios que sea más adecuada a las características de la obra, independientemente de si procede o no su aplicación. La mera obtención de la fórmula no quiere decir que necesariamente proceda el devengo de este concepto, ya que este extremo vendrá determinado en el Pliego de cláusulas particulares de la licitación de la obra.

En la tabla siguiente se consignan los coeficientes correspondientes a las clases de obra enumeradas en la Orden Circular 316/91, más los añadidos en este procedimiento para considerar obras hidráulicas:

Clase de obra	H	E	C	L	S	Cu	Al	M	Cr	T. fijo
Explanación en general	0,37	0,28			0,2					0,15
Explanación con explosivos o muy mecanizada	0,31	0,37			0,17					0,15
Obras de fábrica en general	0,34	0,18	0,18		0,13			0,02		0,15
Obras de hormigón armado y/o pretensado, en general	0,32	0,13	0,16		0,23			0,01		0,15
Obras de hormigón armado y/o pretensado con cuantía muy elevada	0,3	0,08	0,13		0,34					0,15
Obras metálicas	0,28	0,11	0,07		0,39					0,15
Firmes con tratamiento superficial	0,34	0,22		0,16	0,13					0,15
Firmes con pavimento bituminoso (1)										
Pavimentos bituminosos (sin capas de afirmado) (2)										
Firmes con pavimento rígido	0,34	0,22	0,18		0,11					0,15
Obras de tipo eléctrico y/o electrónico (3)										
Plantaciones	0,47	0,28						0,05	0,05	0,15
Obras accesorias (4)										
Túneles	0,34	0,24	0,11		0,16					0,15
Abastecimiento, saneamiento, depuración, zanjas telecomunicaciones	0,33	0,16	0,2		0,16					0,15
Líneas tte energía eléctrica >= 45 Kv	0,27		0,05		0,38		0,15			0,15
Líneas tte energía eléctrica <45 Kv	0,3		0,02		0,23		0,3			0,15

Del Documento nº 3. Presupuesto General se puede obtener el desglose necesario para introducir en la tabla anterior:

Clase de obra	Importe	Tanto por uno de la clase de obra
Explanación en general	1.039.047,96	0,0173
Explanación con explosivos o muy mecanizada		0,0000
Obras de fábrica en general		0,0000
Obras de hormigón armado y/o pretensado, en general	17.234.401,85	0,2871
Obras de hormigón armado y/o pretensado con cuantía muy elevada		0,0000
Obras metálicas		0,0000
Firmes con tratamiento superficial		0,0000
Firmes con pavimento bituminoso (1)		0,0000
Pavimentos bituminosos (sin capas de afirmado) (2)		0,0000
Firmes con pavimento rígido		0,0000
Obras de tipo eléctrico y/o electrónico (3)		0,0000
Plantaciones		0,0000
Obras accesorias (4)	1.361.246,22	0,0227
Túneles		0,0000
Abastecimiento, saneamiento, depuración, zanjas telecomunicaciones	40.391.996,85	0,6729
Líneas tte energía eléctrica >= 45 Kv		0,0000
Líneas tte energía eléctrica <45 Kv		0,0000

Aplicando la columna de tanto por uno a la matriz anterior se obtiene:

Clase de obra	H	E	C	L	S	Cu	Al	M	Cr	T. fijo
Explanación en general	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Explanación con explosivos o muy mecanizada	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Obras de fábrica en general	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Obras de hormigón armado y/o pretensado, en general	0,09	0,04	0,05	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04
Obras de hormigón armado y/o pretensado con cuantía muy elevada	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Clase de obra	H	E	C	L	S	Cu	Al	M	Cr	T. fijo
Obras metálicas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Firmes con tratamiento superficial	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Firmes con pavimento bituminoso (1)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pavimentos bituminosos (sin capas de afirmado) (2)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Firmes con pavimento rígido	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Obras de tipo eléctrico y/o electrónico (3)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Plantaciones	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Obras accesorias (4)	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Túneles	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Abastecimiento, saneamiento, depuración, zanjas telecomunicaciones	0,22	0,11	0,13	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
Líneas tte energía eléctrica >= 45 Kv	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Líneas tte energía eléctrica <45 Kv	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,33	0,15	0,18	0,00	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15

Caso de proceder Revisión de Precios, se propone la fórmula nº 9: Abastecimientos, saneamientos, estaciones depuradoras y elevadoras, drenajes, zanjas de telecomunicación.

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

Siendo:

K_t = Coeficiente teórico de revisión para el momento de ejecución t.

H_o = Índice de coste de la mano de obra en la fecha de licitación. 2

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 licitación.

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

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

C_t = Índice de coste del cemento en el momento de la ejecución t.

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

S_t = Índice de coste de materiales siderúrgicos en el momento de la ejecución t.

16. PUESTA EN MARCHA Y PERIODO DE PRUEBAS

16.1 PUESTA EN MARCHA

16.1.1 PRUEBAS PREOPERACIONALES DE PUESTA EN MARCHA

Pruebas de equipos y máquinas

Algunas de las pruebas serán realizadas en seco, mientras que otras deberán serlo en combinación con la misma agua que habrá sido utilizada previamente para las pruebas de estanqueidad. Durante las mismas se chequearán los puntos más importantes para el control eléctrico y mecánico del equipo.

Durante este periodo se realizarán las pruebas de funcionamiento manual de cada equipo instalado en obra, asegurando la operatividad de los mismos, antes de comenzar la puesta en marcha de los procesos de tratamiento. Sin ser una lista exhaustiva, se realizarán las pruebas de funcionamiento de los siguientes equipos, que a su vez componen los sistemas de tratamiento ejecutados:

1. Válvulas manuales.
2. Válvulas automáticas.
3. Compuertas automáticas.
4. Motocompresores.
5. Cofres de electroválvulas
6. Bombas dosificadoras.
7. Electroagitadores.
8. Bombas centrifugas.
9. Motosoplantes rotativas.
10. Ventiladores centrífugos.
11. Motores eléctricos.
12. Electroagitadores sumergibles.
13. Bombas sumergibles.
14. Rejas o tamices motorizados.
15. Motorreductores.
16. Bombas de tornillo heicoidal.
17. Motogeneradores
18. Intercambiadores de calor
19. Calderas
20. Decantadores centrífugos
21. Transportadores de residuos.
22. Tornillos dosificadores.
23. Cuadros eléctricos en Centro de Control de Motores (CCM), Centro de Control de Automatismos (CCA) y Cuadros en campo.
24. Interruptores de alarmas e instrumentación asociada a cada sistema de tratamiento.

Como guía general, las operaciones a realizar para la comprobación del funcionamiento correcto de conjuntos mecánicos, son las siguientes:

<u>- Compuertas:</u>

- Comprobación posición abierta/cerrada con finales de carrera.
- Comprobación accionamiento interruptor por par.
- Comprobación estanqueidad.

<u>- Desbaste:</u>

- Sentido de giro del tamiz.
- Accionamiento libre y sin obstrucción del tamiz.
- Comprobación del sistema de limpieza del tamiz.

<u>- Desarenado - desengrasado:</u>

- Comprobación rodadura del tornillo (prueba en seco).
- Comprobación finales de carrera y electroválvulas de limpieza.
- Accionamiento rasqueta desnatadoras (prueba en seco).
- Tornillo de extracción de arenas (por procedimiento de equipos y máquinas).
- Soplantes (por procedimiento de equipos y máquinas).

<u>- Separador de grasa y flotantes:</u>

- Comprobación tensado correcto de correas.
- Separación de rasquetas.
- Sumergencia correcta de rasquetas.

<u>- Puentes en decantadores y espesador:</u>

- Radio de giro (pista de rodadura) y velocidad de giro (prueba en seco).
- Ajuste de rasquetas inferiores y laterales a pared y suelo.
- Comprobación sistema basculante extractor de flotantes (decantadores).
- Comprobación de bombas.

- Sistemas de aireación por difusores:

- Soplantes (por procedimiento de equipos y máquinas).
- Temperatura y nivel de ruido en edificio.
- Limpieza de tuberías.
- Fijación de difusores y reparto uniforme del aire.
- Comprobación de presión con la columna de agua (y rendimiento de la transferencia de oxígeno) y de consumos eléctricos. Temperatura del aceite de refrigeración en soplantes.

- Cámaras de reparto:

- Comprobación de bombas.
- Regulación de alturas de vertedero.

- Sistema de Digestión de fangos:

- Comprobación de intercambiadores de calor.
- Comprobación de calderas
- Comprobación de sistema de agitación.

- Sistema de Almacenamiento de gas

- Inflado de gasómetro de doble membrana
- Revisión de correcta estanqueidad para evitar fugas a lo largo del anillo de anclaje . Para ello extender solución jabonosa por todo el perímetro y llenar la cámara de gas a un presión de aire no inferior a los 200 mm de columna de agua.

- Sistema de Deshidratación:

- Comprobación del sistema según indicaciones del fabricante.

Prueba y Calibración de equipos de Instrumentación

Una vez probados los equipos electromecánicos, se procederá a la parametrización y calibración de la instrumentación asociada a cada sistema de tratamiento, previamente al comienzo de las pruebas de automatismo, en las que será necesario disponer de los instrumentos de medición de variables de funcionamiento (caudales, presiones, etc,....).

Aunque los equipos de medida vienen calibrados de fábrica, ésta se verificará en obra ajustándose si fuese necesario cualquiera de ellos (caudalímetros, sondas de oxígeno y potencial redox...etc)

Los datos de calibración y su comprobación serán anotados en las hojas de control correspondientes, similares a las empleadas para el resto de equipos.

Una vez realizadas las pruebas individuales de equipos y ajuste de la instrumentación asociada, se realizará la comprobación de seguridades y enclavamientos de seguridad de los diferentes equipos, tales como enclavamientos por bajo nivel, enclavamientos por alta o baja presión en tuberías y/o sistemas, protecciones diferenciales y protecciones térmicas de motores, que asegurarán la protección contra daños en los equipos por errores en la operación manual de los mismos o secuencias erróneas durante las pruebas de automatismo.

Asegurada así la protección de los equipos, se procederá a realizar las pruebas de funcionamiento de secuencias de automatismo descritas en los Criterios Generales de Funcionamiento de la instalación. Durante esta fase, se simularán tanto las secuencias de arranque y de parada voluntarias, como las secuencias de parada debidas a defectos en protecciones y enclavamientos. Se procurará realizar las pruebas en modo “test” (o desconectando la salida de fuerza de los motores), para evitar el arranque de bombas, soplantes, etc...sin necesidad de vehicular fluidos por los diferentes sistemas de tratamiento.

16.1.2 PUESTA EN MARCHA

El propósito del proceso de puesta en marcha es proporcionar la convicción de que los sistemas electromecánicos se han ejecutado según los documentos del contrato, y que operan dentro de las pautas definidas en los documentos de diseño y las especificaciones contractuales.

Las pruebas y registros de las mismas proporcionarán una vista de la operabilidad, funcionamiento adecuado y seguro de la instalación, así como la confirmación del cumplimiento de los parámetros y rendimientos especificados en los parámetros de diseño contractuales.

Arranque de la planta

Una vez finalizadas las pruebas de puesta a punto de equipos (seco y húmedo) se procederá al arranque de la E.D.A.R. con la introducción del agua residual a tratar.

Por la importancia que supone el hecho de que las reacciones biológicas que tienen lugar en la EDAR se dan tanto en el reactor biológico como en los digestores anaerobios, sobre estos dos se va a realizar una mención especial sobre aspectos importantes a tener en cuenta durante su puesta en marcha.

Reactor Biológico

Para alcanzar las condiciones de vertido del efluente exigidas en la Directiva 91/271 CEE con la mayor brevedad posible, se procederá a la siembra del reactor biológico con fango procedente de otra E.D.A.R. próxima de la que previamente se ha analizado los fangos para ver la concentración de sólidos y de volátiles. Por lo tanto y con el fin de minimizar costes de transporte, convendrá disponer de un fango biológicamente activo y con el mayor grado de espesamiento posible (cercano al 4 kg/m3).

Con el citado fango activo procedente de otra EDAR ya en el interior del reactor semivacio se realizará una alimentación intermitente resultado de la mezcla de agua procedente de la red y de agua bruta residual (un % del caudal influente de diseño).

La siembra se hace de una sola vez y a partir de ese momento se inicia un aporte gradual intermitente de caudal influente (mezcla de agua residual y de la red). El sentido de este procedimiento es aportar un agua bruta diluida que no provoque un choque significativo a la flora bacteriana procedente de otra depuradora, acostumbrada a desarrollarse en unas condiciones específicas según el agua bruta influente de esa zona. De esa manera se consigue poco a poco ir desarrollando una flora bacteriana adaptada a las condiciones que marca el influente de la EDAR de Guadalhorce.

La razón de aportar un caudal influente de manera intermitente a un reactor biológico semivacio se debe a que se intenta que el reactor biológico no comience a verter agua desde su interior hasta que no se haya alcanzado cierto rendimiento de depuración, por lo que la manera de conseguirlo es ir llenando poco a poco el reactor e ir mejorando el sistema de depuración biológica.

A toda esta materia se le someterá a una aireación a la máxima potencia posible, aunque siempre teniendo precaución de evitar la formación de espumas indeseadas. De esta manera se impulsa el crecimiento biológico de la flora bacteriana existente en el reactor, con unas condiciones de trabajo cercanas a una edad del fango infinita (recirculación total de los fangos decantados al reactor biológico).

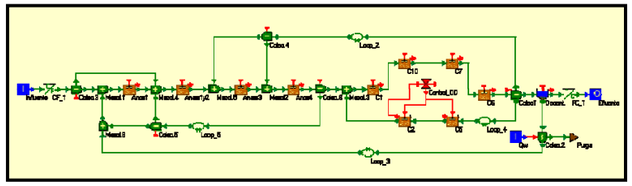
Durante el proceso de puesta en marcha se irá incrementando poco a poco el caudal influente hasta alcanzar el valor de diseño, a la vez que se evitará verter fuera de planta cualquier efluente hasta que se alcance cierto rendimiento de depuración en el reactor biológico. En el plazo de 1,5-2 meses se espera cumplir con la Directiva 91/271/CEE, verter fuera de la planta y comenzará a establecer un caudal de purga de fangos que permita establecer la edad del fango en un valor razonable (en torno a 8 días en el caso de fangos activos convencional).

Otra forma alternativa de acelerar el crecimiento de los sólidos en suspensión del licor mezcla (SSLM) es operar el reactor como un SBR (reactor biológico secuencial). La forma de trabajar es la siguiente:

- Ciclo de oxigenación. El reactor opera como zona óxica y agitada, momento en el que se desarrollan los procesos de eliminación biológica de materia orgánica y la nitrificación. Duración de este ciclo: 9 horas
- Ciclo de paro de la oxigenación. El reactor opera como un decantador, de forma que se desnitrifica y los flóculos formados tienden a decantar.
- Durante esta última etapa de decantación, tras una hora y media de paro, se forma en la parte superior del reactor un "clarificado" (hasta un metro y medio por debajo de la superficie del agua) que con ayuda de bombas sumergibles sumergidas de manera provisional extraen dicho clarificado (el metro y medio de agua de la zona superior del reactor). Según la capacidad y número de las bombas sumergibles instaladas durará más o menos este ciclo de extracción con las soplantes paradas, pero se puede suponer que dura una hora y media. Duración total del ciclo de parado de soplantes: 3 horas
- Tras la extracción del clarificado, queda un volumen adicional a ser rellenado por agua bruta influente, imprescindible para para alimentar de carga y nutrientes a la bacterias y facilitarles su crecimiento, objetivo primordial de la puesta en marcha y fenómeno más lento y sensible.

Complementariamente a esta metodología de control del crecimiento de sólidos en el reactor, se aplican herramientas informáticas de modelado y simulación matemática de EDAR´s que resultan de gran utilidad para adelantarse y programar en el tiempo la secuencia de crecimiento de dichos sólidos.

Con ayuda de este tipo de software (WEST, etc..) primeramente se modeliza la planta objeto del proceso de puesta en marcha y a continuación, conociendo las características del influente, se puede predecir la evolución del crecimiento de sólidos en el reactor y la calidad del agua depurada en el tiempo.



Representación en WEST de una EDAR

Estas herramientas de modelización, simulación y automatización están basadas en los modelos matemáticos desarrollados por la International Association on Water Quality, diseñada específicamente para sistemas tales como plantas de tratamiento de agua residual.

Los simuladores de diseño de E.D.A.R. permiten agilizar el diseño y dimensionado de las modernas plantas, explorando configuraciones de gran complejidad ante todo tipo de condiciones de operación y requerimientos de depuración. Los simuladores de operación permiten diagnosticar el estado del proceso, detectar sus limitaciones y explorar las estrategias óptimas de operación ante una gran variedad de escenarios.

Este modelo está ampliamente aceptado en la actualidad por su elevada capacidad predictiva y es crecientemente empleado en ingenierías de aguas de países desarrollados.

Los parámetros a ser controlados durante la puesta en marcha, indicadores de la evolución del proceso, son

- SS
- SSVLM
- Conductividad
- pH
- Temperatura del licor mezcla
- Oxígeno disuelto
- DQO (soluble y particulada)
- DBO5
- pH
- Nutrientes (N_t, $N\text{-}NH_4^+$, $N\text{-}NO_3^-$ y P_t, $P\text{-}PO_4^+$)
- V30 (decantación)

Digestor anaerobio

El proceso de digestión anaerobia se compone de tres etapas (hidrólisis, formación de ácidos y formación de metano):

- En las dos primeras (Hidrólisis, formación de ácidos) el pH está por debajo de 6,8, ya que esta etapa es productora de ácido.
- En la tercera etapa (formación de metano), el pH aumenta hasta valores entorno a 7,4, ya que se trata de una etapa productora de alcalinidad.

Para conseguir un buen funcionamiento del digestor es necesario que exista un equilibrio dinámico entre las fases ácidas y metánica. Las bacterias formadoras de metano son estrictamente anaerobias, de crecimiento muy lento y muy sensibles al pH por lo que se ha de cuidar mucho su entorno.

A medida que avanza el proceso de digestión, las sustancias a ser digeridas van evolucionando en cuanto a su composición, siendo en una primera instancia fácilmente asimilables por enzimas generadoras de ácidos y una vez transformadas en ácidos orgánicos, se convierten en alimento para las enzimas metagénicas, completando su transformación desde compuesto orgánicos insolubles a metano y CO2, que son los productos buscados con la digestión anaerobia.

En el arranque de un digestor anaerobio la fermentación ácida será la predominante y si no se actúa exteriormente (adición de una base), la instalación de la etapa de fermentación será muy lenta. Este es uno de los motivos por los que siempre ha de guardarse en el digestor una cantidad importante de lodos digeridos o importarlos desde otra depuradora cercana con sistema de digestión anaerobia, de manera que siempre se disponga de suficientes organismos metánicos capaces de degradar rápidamente los ácidos volátiles producidos por la fermentación de los fangos frescos.

La formación de metano dará lugar a un retorno al sistema de la alcalinidad, que ayuda a la neutralización de la acidificación que originan los ácidos volátiles.

pH

Como anteriormente se ha comentado, existe una primera fase en la que el pH baja por la formación de ácidos y posteriormente otra en la que sube como consecuencia de la formación de metano. El valor óptimo para la producción de metano está entre 6,8 y 7,2.

Cualquier disminución de pH que rompa el equilibrio entre las fases inhibiría la formación de metano y, consecuentemente, el proceso de digestión. Para evitar variaciones del pH es necesario contar con sistemas de mezcla, alimentación y calentamiento adecuados y, así mismo, disponer de sistemas que permitan la adición de productos químicos para neutralizar la acidez.

Alimentación al digestor

Para un buen funcionamiento del proceso de digestión, es necesario que la llegada de fangos al digestor sea uniforme a fin de que las condiciones del digestor no se vean alteradas. Dado que una alimentación en continuo no es práctica, es conveniente que se realice a intervalos frecuentes y en pocas cantidades, pues en caso contrario pede originarse una desestabilización del medio y dar lugar a una etapa de digestión ácida (fase metánica no tiene lugar).

La entrada de fangos al digestor puede controlarse en función del tiempo o del caudal hidráulico y automatizarse.

16.1.3 DESGLOSE DE LA PUESTA EN MARCHA Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Los costes derivados de un periodo de explotación de 6 meses de puesta en marcha, donde se lleva cabo la explotación, mantenimiento y conservación de los diferentes elementos que componen las instalaciones de depuración se pueden dividir en costes fijos y costes variables.

Se consideran como costes fijos los costes relativos a cualquier partida que no depende del caudal de la planta, es decir, independiente del caudal de agua a tratar, y constante para cada día (€/día). Los costes variables son aquellos que si que dependen del caudal.

COSTES FIJOS

Costes de personal

Para el cálculo de los gastos de personal se ha tenido en cuenta el personal mínimo imprescindible necesario para realizar las operaciones de control: explotación y operación y mantenimiento y conservación de la planta.

Costes de mantenimiento

Se incluyen en este apartado los gastos derivados de Mantenimiento preventivo y correctivo de las máquinas y equipos de la Planta, y conducciones asociadas, así como de la obra civil. Estos gastos, por tanto, contemplan engrases y aceites, repuestos y reparaciones.

No se contempla en el precio la sustitución y/o reparación de equipos por defecto de fabricación o diseño que quedan cubiertos por la garantía del constructor y forman parte de los precios unitarios de proyecto.

Costes de energía. Término fijo

La potencia total a contratar será de 2282,76 KW:

Gastos varios

Este grupo de costes se puede subdividir en varios apartados:

- Analíticas y material fungible de laboratorio
- Material de oficina y comunicaciones
- Seguridad y Salud
- Seguros
- Agua potable
- Gasoil Grupo electrógeno

Analíticas y material fungible de laboratorio

Dichos costes comprenden los siguientes aspectos:

- Reactivos de laboratorio: reactivos químicos necesarios para la realización de los distintos análisis y ensayos a realizar en el laboratorio de la EDAR, en función del programa analítico de control establecido.
- Ensayos de laboratorio: costes debidos a la realización de los análisis de los parámetros que se determinan mediante kits comerciales.
- Material fungible de laboratorio: probetas, pipetas, vidrios de reloj, etc. y en general todo el material fungible necesario para la realización de los análisis.
- Todo el material fungible necesario para la realización de los análisis.

Material de oficina y comunicaciones

Dentro de este concepto se encuadran todos los suministros de papelería, material fungible informático y demás conceptos necesarios para las labores de oficina. Se incluye asimismo los gastos relativos a comunicaciones tales como correo, teléfono de planta, fax, conexión a internet, telefonía móvil y sistema de comunicación de red de alarmas de la EDAR.

Seguridad y Salud

En este apartado se detallan los costes derivados de la ejecución de actuaciones tendentes a cumplir con lo establecido en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales 31/1995, incluyéndose:

- Servicio de Prevención (propio o ajeno) para el asesoramiento en temas de prevención de riesgos laborales, elaborando la evaluación inicial de riesgos, las medidas correctoras, los procedimientos, el seguimiento del cumplimiento de la Ley 31/1995, la redacción de informes correspondientes y la formación de los trabajadores.
- Vigilancia de la Salud a través de la evaluación del puesto de trabajo correspondiente, realizando las revisiones médicas generales y específicas dependientes del puesto de trabajo.
- Vacunaciones de los trabajadores.
- Vestuario de los trabajadores para el correcto devenir de los trabajos, tanto en invierno como en época estival.
- Equipos de protección individual (EPIs) para cada trabajador.

Seguros

En este apartado se contempla el coste derivado de la suscripción de los seguros necesarios para la prestación del servicio de explotación y mantenimiento de la EDAR (responsabilidad civil por contaminación, robo e incendio).

Agua potable

El consumo de agua potable que se incluye refleja el consumo humano y el uso para el laboratorio, ya que la preparación de polielectrolito se presupone que se realizará con agua industrial.

Gasoil Grupo electrógeno

Este concepto incluye el coste del consumo de gasoil del grupo electrógeno de la EDAR, tanto en arranques por pruebas de funcionamiento y mantenimiento, como por funcionamiento en caso de fallo del suministro eléctrico.

COSTES VARIABLES

Costes de reactivos

Se incluyen en este grupo los consumos de los siguientes reactivos:

Reactor biológico:

- Dosificación de cloruro férrico para eliminación química del fósforo

Deshidratación:

- Dosificación de polielectrolito catiónico para acondicionamiento químico de los fangos

Espesamiento mecánico:

- Dosificación de polielectrolito catiónico para acondicionamiento químico de los fangos

Terciario:

- Dosificación de coagulante (cloruro férrico).

- Dosificación de floculante (polielectrolito aniónico)

Digestión:

- Dosificación de cloruro férrico para eliminación sulfhídrico
- Dosificación de hidróxido cálcico para el ajuste del pH
- Dosificación de Gasoil

Gastos de retirada y transporte de residuos sólidos

Los residuos sólidos se producen en las siguientes etapas:

- Desbaste: basuras procedentes del rechazo de rejas y tamices
- Desarenador: residuos procedentes del clasificador de arenas
- Desengrasador: residuos procedentes del concentrador de grasas y flotantes

Gastos energía. Término variable

Costes evacuación de fangos

Se han planteado distintos escenarios, según se trate de destino a aplicación agrícola, vertedero controlado residuo no peligroso y residuo peligroso.

Y dado que los fangos deshidratados al 22 % de sequedad son tratados en el secado térmico alcanzando una sequedad del 90%, el coste de la retirada de dicho fango es el siguiente:

Para el cálculo de los costes de periodo de puesta en marcha se considerará el caso más desfavorable que es el que presenta el gestionar el fango como residuo peligroso.

COSTES DE LAS PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Los costes de las pruebas de funcionamiento son los correspondientes a la realización de las pruebas de funcionamiento y puesta en marcha de todos los equipos que integran el conjunto de las instalaciones de la EDAR de Guadalhorce, llevadas a cabo por técnicos especializados durante un período de 2 meses, consistente en:

- Comprobación de obra completa
- Comprobación y optimización de los procesos
- Puesta en marcha y optimización de procesos
- Control analítico de los distintos procesos
- Comprobación de fugas, estanqueidades y otras anomalías de obra civil
- Detección y corrección de altos niveles de ruidos, vibraciones, etc.

17. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL ANTEPROYECTO

El presente Anteproyecto está compuesto por los siguientes documentos:

1. MEMORIA

Anejos a la memoria

1.0. Minimización de olores y ruidos

1.1. Ficha Técnica

1.2. Diseño Hidráulico

1.3. Diseño del proceso de tratamiento

2. PLANOS
3. PRESUPUESTO

18. CONSIDERACIONES FINALES

Se manifiesta que con el presente documento se cree haber definido suficientemente, a nivel de Anteproyecto, las obras incluidas en el mismo, con el fin de servir para la subsiguiente licitación de Proyecto y Obra y posterior ejecución.

En Granada, Septiembre de 2.012

La Autora del Anteproyecto:

Fdo. Ana Belén Rodríguez Paterna