

E.D.A.R. SAN MARTÍN DE PUSA (TOLEDO)

MEMORIA

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	4
1.1	ANTECEDENTES	4
1.2	OBJETO DEL PRESENTE PROYECTO	4
1.3	ÁMBITO, CONTENIDO Y METAS BÁSICAS DEL PROYECTO	5
2	DATOS DE PARTIDA Y RESULTADOS A OBTENER	8
2.1	DATOS DE PARTIDA	8
2.1.1	Habitantes equivalentes	8
2.1.2	Caudales a tratar	8
2.1.3	Resultados previstos. Calidad del efluente	9
2.1.4	Características del terreno. Geomorfología y Geotecnia	9
2.1.5	Ubicación de las obras e instalaciones de la E.D.A.R. Conexiones y acometidas	10
3	GENERALIDADES DEL PROYECTO	11
3.1	LÍNEA DE TRATAMIENTO	11
3.2	IMPLANTACIÓN GENERAL.	13
3.3	LÍNEA PIEZOMÉTRICA DE LA E.D.A.R. COTAS SIGNIFICATIVAS	13
3.4	IMPACTO AMBIENTAL	14
4	DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS E INSTALACIONES	15
4.1	COLECTOR DE LLEGADA A LA E.D.A.R.	15
4.2	ESTACIÓN DEPURADORA	15
4.2.1	Adecuación del terreno, urbanización y jardinería	15
4.2.2	Obra de llegada y tamizado	17
4.2.3	Medida de caudal	18

4.2.4	Pretratamiento compacto	18
4.2.5	Arqueta de regulación	20
4.2.6	Cámara anaeróbica	20
4.2.7	Medida de caudal a biológico	21
4.2.8	Instalación de dosificación de cloruro férrico	21
4.2.9	Tratamiento biológico (canal de oxidación)	21
4.2.10	Recirculación y fangos en exceso	28
4.2.11	Decantación secundaria	29
4.2.12	Fuente de presentación y toma de muestras automática	30
4.2.13	Tratamiento de fangos	31
4.2.14	Edificaciones	34
4.2.15	Redes de tuberías	35
4.2.16	Red de vaciados	36
4.2.17	Instalaciones varias	37
4.2.18	Desodorización	38
4.3	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	39
4.3.1	Alta tensión	39
4.3.2	Instalación eléctrica de baja tensión	39
4.3.3	Alumbrado exterior	43
4.3.4	Alumbrado interior	44
4.3.5	Iluminación de señalización y emergencia en edificios	45
4.3.6	Tierra y pararrayos	45
4.4	SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN	46
4.4.1	Descripción de funcionamiento del sistema	46
4.4.2	Autómata ó PLC de control general	47
4.4.3	Funciones a realizar por el autómata programable	47
4.4.4	Red de comunicación entre autómata y ordenador	49
4.4.5	Ordenador personal de planta	49
4.4.6	Sinóptico	51
4.4.7	Características de los armarios para alojar los autómatas	52
4.4.8	Funcionamiento previsto	52
4.4.9	Listados de la instrumentación	53
5	PLAZO DE EJECUCIÓN Y EXPLOTACIÓN	55

6 CONCLUSIÓN _____ **5656**

1 INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

Con fecha 18 de septiembre de 2.000 la JUNTA DE COMUNIDADES DE CASTILLA-LA MANCHA comunicó a la empresa AUDITORIAS E INGENIERIAS, S.A. (AUDING), la adjudicación definitiva de la "Asistencia técnica para el estudio de analítica y redacción de proyecto de las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales de Los Navalmorales, Los Navalucillos y San Martín de Pusa (Toledo)", con expediente: HV-TO-00-510, formalizándose el contrato el día 25 de octubre de 2000 en Toledo.

La Entidad Pública AGUAS DE CASTILLA LA MANCHA acuerda el inicio y aprobación del expediente de contratación de OBRAS DE LAS ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES DE LOS NAVALMORALES, LOS NAVALUCILLOS Y SAN MARTÍN DE PUSA (TOLEDO), expte. ACLM/01/OB/005/06 (TOLEDO), mediante CONCURSO, procedimiento ABIERTO y tramitación ORDINARIA.

La Mesa de Contratación constituida al efecto, en reunión celebrada con fecha 24 de mayo de 2006, propone como adjudicatario a la empresa ISOLUX INGENIERÍA, en su solución base.

Esta propuesta es confirmada por resolución de adjudicación de la Presidenta de Aguas de Castilla La Mancha el día 2 de junio de 2005.

Ambas partes formalizan el contrato de obras con fecha 21 de junio de 2006.

1.2 OBJETO DEL PRESENTE PROYECTO

Es objeto del presente proyecto definir las obras e instalaciones necesarias para que sea posible la depuración de las aguas a tratar del municipio de San Martín de Pusa hasta los límites señalados por la normativa.

Por tanto, en este proyecto se definen las condiciones geométricas y situación de las obras a realizar, valorándose los trabajos a efectuar y proporcionando una información completa que permita realizar las obras con suficiente detalle.

En el caso concreto de San Martín de Pusa existe una Estación de Tratamiento Municipal del año 1988.

La población equivalente de diseño fue de 1500 hab-eq para un caudal diario de 300 m³/día y corresponde su diseño a un tratamiento mediante lagunaje y en concreto la línea de proceso consiste en:

Pretratamiento mediante desbaste y desarenado (1 línea)

Laguna anaerobia (1 Ud)

Lecho bacteriano (1 Ud)

Lagunas de maduración (2 Uds funcionando en serie o en paralelo).

Filtro verde.

En la actualidad las instalaciones no funcionan del todo satisfactoriamente por diversos motivos, lo que dado su estado de conservación induce a una modernización y mejora de la instalación actual.

1.3 ÁMBITO, CONTENIDO Y METAS BÁSICAS DEL PROYECTO

Las obras e instalaciones incluidas en este proyecto son aquellas que permiten un tratamiento de los caudales actuales y futuros estimados, con el fin de llegar a un tratamiento completo de todos los vertidos producidos, de forma que se consiga el grado de depuración necesario, hasta cumplir los límites fijados para su vertido.

Las características del efluente vienen determinadas por la Directiva del Consejo de la Unión Europea 91/271/CEE de 21 de mayo de 1.991, sobre Tratamiento de Aguas

Residuales Urbanas, siendo para la población de San Martín de Pusa las concentraciones admisibles inferiores en ppm a las siguientes:

[DBO5]	[SS]	[DQO]	[NT] (*)	[PT] (*)
25	35	125	15	2

(*) Estos requisitos no son estrictamente obligados en el caso de San Martín de Pusa

Las concentraciones de NT y PT indicadas en la tabla anterior son las establecidas cuando la zona de vertido esté calificada como SENSIBLE, en cuyo caso habría necesidad de eliminación de nutrientes. En San Martín de Pusa, la zona de vertido no está catalogada como SENSIBLE según el Plan de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales de Castilla-La Mancha (1.996), por lo cual no existiría la estricta obligación de eliminación de nutrientes. Sin embargo, y dado que según la Directiva Europea se deben revisar las zonas sensibles cada 4 años, se ha previsto en este proyecto la eliminación de nutrientes como mejora en el tratamiento.

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

- Contemplar la solución idónea respecto a la línea de proceso adoptada, dimensionando en sentido amplio las unidades que conforman la estación, para que puedan absorber las pequeñas variaciones que pudieran presentarse sobre los parámetros básicos establecidos.
- Realizar una correcta distribución de los diversos elementos de cada estación atendiendo: a la secuencia lógica del proceso, a las características topográficas y geotécnicas del terreno y a la obtención de una fácil y eficaz explotación, con unos gastos de mantenimiento reducidos.

- Definir una calidad de las obras civiles, equipos e instalaciones que nos permitan una relación calidad–precio que se ajuste a este tipo de obras, atendiendo sobre todo al cometido que éstas van a desempeñar.
- Dotar a las instalaciones de la flexibilidad suficiente para facilitar las maniobras de operación.
- Proyectar la estación depuradora de manera que forme un conjunto armónico, tanto en aparatos como en acabado de edificios.
- Integrar la E.D.A.R. dentro de los terrenos disponibles.
- Por último, detallar un proyecto en cuanto a medición y valoración que permita la realización de las obras con el mínimo de variaciones o alteraciones posibles.

2 DATOS DE PARTIDA Y RESULTADOS A OBTENER

2.1 DATOS DE PARTIDA

2.1.1 Habitantes equivalentes

La población considerada para el diseño de la E.D.A.R. de San Martín de Pusa es de 1.773 habitantes equivalentes.

2.1.2 Caudales a tratar

Las características del agua bruta a considerar en el diseño de la E.D.A.R. de San Martín de Pusa serán las siguientes:

- **Caudales:**

Caudal de pretratamiento:

Caudal medio,	Qmedio	m3/h	14,78
Caudal punta,	Qpunta	m3/h	44,33
Caudal de dilución,	Qdilución	m3/h	73,88
Caudal diario		m3/d	354,60

Caudal a tratamiento biológico:

Caudal medio,	Qmedio	m3/h	14,78
Caudal punta,	Qpunta	m3/h	44,33

- **Contaminación**

Concentraciones entrada medias:

Demanda bioquímica de oxígeno, DBO5		mg/l	300,00
Sólidos suspendidos, SS		mg/l	450,00
Nitrógeno total, NTK		mg/l	60,00

Fósforo total,	Pt	mg/l	12,50
Demanda bioquímica de oxígeno, DBO5		kg/d	106,38
Sólidos suspendidos,	SS	kg/d	159,57
Nitrógeno total,	NTK	kg/d	21,28
Fósforo total,	Pt	kg/d	4,43

Concentraciones entrada máximas:

Demanda bioquímica de oxígeno, DBO5		mg/l	450,00
Sólidos suspendidos,	SS	mg/l	675,00

2.1.3 Resultados previstos. Calidad del efluente

Las obras e instalaciones se han dimensionado para conseguir en el efluente las características que a continuación se exponen:

Demanda bioquímica de oxígeno, DBO5		mg/l<	25,00
Sólidos suspendidos,	SS	mg/l<	35,00
Nitrógeno total,	NTK	mg/l<	15,00
Fósforo total,	PT	mg/l<	2,00

Estas características se ajustan a las estipuladas por la Directiva del Consejo de la Unión Europea 91/271/CEE y a las exigidas en el Plan de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales en Castilla–La Mancha (1996).

2.1.4 Características del terreno. Geomorfología y Geotecnia

En el anejo nº4, “Estudio geológico y geotécnico”, se muestran los resultados de los análisis realizados.

2.1.5 Ubicación de las obras e instalaciones de la E.D.A.R. Conexiones y acometidas

Las instalaciones de la actual E.D.A.R., situada a un Kilómetro del núcleo en la carretera CM-4102 hacia San Bartolomé de las Abiertas, vierten al Arroyo de San Martín de Pusa aguas arriba de su confluencia con el del Valle de San Vicente.

El colector de aguas residuales urbanas llega a la parcela hasta la entrada al pretratamiento existente en la actualidad.

El acceso a la parcela está en buenas condiciones desde la carretera pasando por un pontón sobre el Arroyo de San Martín de Pusa.

La ubicación es adecuada pues está suficientemente alejada del núcleo urbano, y permite una fácil conexión a la red eléctrica de media tensión próxima.

3 GENERALIDADES DEL PROYECTO

3.1 LÍNEA DE TRATAMIENTO

La línea de tratamiento propuesta es la siguiente:

LÍNEA DE AGUA

- Pozo de gruesos y by-pass general de la planta.
- Medida de caudal entrada.
- Pretratamiento compacto con by-pass:
 - Desbaste de finos.
 - Transporte y compactado.
 - Desarenado.
 - Desengrasado.
- Arqueta de reparto y by-pass a tratamiento biológico.
- Cámara anaeróbica para eliminación de fósforo por vía biológica, complementada con dosificación de cloruro férrico para su eliminación por vía química.
- Medida de caudal agua a tratamiento biológico.
- Reactor biológico constituido por canal de oxidación en aireación prolongada mediante difusores de burbuja fina con nitrificación–desnitrificación.
- Decantación secundaria.
- Fuente de presentación del agua tratada
- Toma de muestras automática de efluente tratado

LÍNEA DE FANGOS

- Recirculación de fangos secundarios al reactor biológico o a cámara anaerobia
- Extracción de fangos en exceso a espesador de fangos.
- Espesado de fangos por gravedad.
- Extracción de fangos del espesador a deshidratación de fangos (2 ud).
- Deshidratación de fangos con centrífuga.
- Almacenamiento de fangos en silo de 20 m³.

LÍNEA DE GRASAS Y FLOTANTES

- Extracción de flotantes de decantación secundaria.
- Extracción periódica de las grasas y flotantes del pozo de grasas, y retorno a pretratamiento de las aguas clarificadas del pozo.

LÍNEA DE VACIADOS

- Vaciado de canal de oxidación a pozo de vaciados
- Vaciado de decantador secundario a pozo de vaciados
- Vaciado de pretratamiento compacto a pozo de vaciados

LÍNEA DE PLUVIALES Y DRENAJES

- Recogida de las aguas pluviales de la parcela de la E.D.A.R. e inclusión en la línea de tratamiento, vertiéndolas al pozo de bombeo de agua bruta.
- Vertido de los drenajes de los edificios existentes en la planta al pozo de bombeo.

INSTALACIONES AUXILIARES

- Instalación de dosificación de reactivo (cloruro férrico) previo a reactor biológico, en cámara anaerobia.
- Instalación de dosificación de polielectrolito catiónico en deshidratación mecánica.
- Red de agua potable.
- Red de agua industrial.
- Red de aire comprimido.
- Red eléctrica.

3.2 IMPLANTACIÓN GENERAL.

Como puede apreciarse en los planos de Planta General, la concepción de la Estación Depuradora se ha desarrollado según la secuencia lógica del proceso, las características topográficas y geotécnicas del terreno y la obtención de una fácil y eficaz explotación con gastos de mantenimiento y energéticos reducidos.

Se ha tenido en cuenta, además, el fácil acceso a todos los aparatos y aspectos de armonía con el entorno, como es, la dotación de zonas ajardinadas y el estilo del edificio de control de la Planta.

Otro aspecto considerado ha sido el de la concentración de las zonas más “sucias”, que normalmente producen mayor olor, de forma que se ha proyectado una instalación de desodorización.

3.3 LÍNEA PIEZOMÉTRICA DE LA E.D.A.R. COTAS SIGNIFICATIVAS

La cota que determina los distintos niveles piezométricos de la E.D.A.R., es la salida de agua tratada al arroyo. Así pues, teniendo en cuenta este condicionante, se ha calculado la línea piezométrica que se incluye en el anejo correspondiente (Anejo nº 5).

Por otro lado, se han dejado los resguardos necesarios entre los distintos elementos con el fin de compensar lo máximo posible los movimientos de tierras, tal y como puede apreciarse en la planta general de la E.D.A.R.

3.4 IMPACTO AMBIENTAL

En el diseño de la planta, tal como se menciona en el Anejo nº10, "Estudio de Impacto Ambiental", se han vigilado aspectos tales como:

- Adecuación de la línea piezométrica al terreno, evitando la elevación excesiva de los distintos elementos de la planta para evitar un impacto visual negativo, siempre conjugando la estética con las características resistentes e hidrológicas del mismo.
- Conservación de la cobertura vegetal en todo lugar donde no sea estrictamente necesaria la excavación o terraplenado.
- Replantado de especies autóctonas en la parcela de la E.D.A.R.

4 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS E INSTALACIONES

4 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS E INSTALACIONES

4.1 COLECTOR DE LLEGADA A LA E.D.A.R.

En la actualidad al lagunaje existente llega un colector de hormigón de diámetro ϕ 300 mm que será tal cual está ahora, la llegada a la planta.

4.2 ESTACIÓN DEPURADORA

4.2.1 Adecuación del terreno, urbanización y jardinería

4.2.1.1 Movimiento general de tierras

El movimiento general de tierras de la parcela de la E.D.A.R. es el resultado de disponer las tierras a la altura más adecuada en relación con los aparatos, teniendo en cuenta también aspectos ambientales y geotécnicos.

De este modo se toma la cota promedio 497 m, con cierta pendiente uniforme hacia la zona de vertido, para facilitar el drenaje

4.2.1.2 Camino de acceso

Existe actualmente un camino que da acceso a la parcela de la E.D.A.R., que está perfectamente transitable en pleno y en muy buenas condiciones.

4.2.1.3 Calzadas, viales y aceras. Urbanización

Se proyecta una plataforma de acceso a la planta que permite un fácil acceso al edificio y aparatos, y, en general, a todos aquellos puntos que precisen un montaje, desmontaje, etc. de maquinaria.

La plataforma está formada por un pavimento de hormigón HM-20 de 15 cm con mallazo $\phi 6$ B500S de 15 x 15 cm, y acabado ruleteado. Toda su superficie quedará delimitada por bordillo de hormigón prefabricado recibido con mortero. Bordeando el edificio, se dispone una acera de 1,00 m de ancho a base de una capa de 10 cm de hormigón, 3 cm de mortero y baldosa hidráulica.

Todo el resto de la parcela de la planta estará cubierta de vegetación, cuidándose especialmente la jardinería en los puntos de especial interés, en los que se incluyen árboles de la zona.

A la entrada de la planta, se ha dispuesto una zona de aparcamiento.

El reactor y la arqueta de fangos se han rodeado de un paseo peatonal de 1 m de ancho, formado por una capa de gravilla de 10 cm de espesor, con su pertinente camino de acceso en las mismas condiciones.

4.2.1.4 Cerramiento

El tipo de cerramiento está constituido por un murete de bloque de hormigón macizado de 80 cm de altura, apoyado sobre una zapata corrida de hormigón tipo HA-30 de 0,40 x 0,40 m, erigiéndose sobre el murete un enrejado metálico.

La parte superior metálica es de mallazo galvanizado y pintado, con bastidores de ángulo. Los postes de sujeción son del mismo material y están distanciados entre sí 5 m. Su altura es de 2,00 m.

El cerramiento se completa con una puerta metálica de 4,0 m de ancho para el paso de vehículos de apertura manual.

4.2.2 Obra de llegada y tamizado

La llegada a la planta de tratamiento se efectúa mediante un colector de hormigón de ϕ 300 mm, en el que el agua circula por gravedad.

Se realizará un pozo de gruesos con el fin de retener los sólidos más voluminosos que puedan llegar a la planta.

El nivel de agua en el pozo de gruesos se fija para que el colector de saneamiento no se encuentre, en ningún momento de operación de la planta, en carga, evitando de esta forma posibles problemas en la red de saneamiento.

El by-pass general de la planta se realizará mediante un tabique deflector y el alivio será conducido, en tubería de DN 315 en PVC, a la red de by pass situado sobre la cota máxima de nivel de líquido del pozo.

El pozo de gruesos será de forma troncopiramidal dotado de una cuchara bivalva para la extracción de los residuos sedimentarios, que irá sostenida en un polipasto que permitirá la fácil evacuación de los residuos a un contenedor de 5 m³. La solera sobre la que apoyan el contenedor, está protegida con carriles para amortiguar golpes en los movimientos del mismo durante las maniobras del camión de retirada.

El pozo de gruesos tendrá las siguientes características:

Largo	3 m.
Ancho	2 m.
Altura trapecial	0,51 m.
Pendiente de la parte trapecial	45°.
Altura total:	1,75

Con estas características se cumplen muy ampliamente los parámetros de diseño recomendados para esta operación..

Con el objeto de proteger la solera de posibles golpes de la cuchara, dada su especial dificultad en el manejo, se introducen perfiles metálicos en el recocado de la solera de hormigón.

El paso entre el pozo de gruesos y el pretratamiento se realizará mediante tubería en el muro existente donde se instalará una reja que evite el paso de grandes sólidos al bombeo, y una compuerta mural de accionamiento manual por la cual se pueda aislar el pozo de bombeo.

4.2.3 Medida de caudal

Con el fin de conocer el volumen de agua pretratada, se ha previsto la instalación de una medida de caudal electromagnética DN 150 en el tramo común del colector de pozo de gruesos a pretratamiento.

4.2.4 Pretratamiento compacto

En el presente caso se ha optado por la instalación de una unidad de pretratamiento compacta, toda ella construida en acero inoxidable, que contiene los siguientes procesos unitarios:

- Desbaste
- Transporte y prensado de residuo
- Desarenado
- Desengrasado
- Clasificado y transporte de arenas

El agua residual entra por gravedad que permite alcanzar la cota desde donde circulará el agua por los distintos procesos hasta su entrega final en el arroyo.

La planta compacta integra todos los procesos de un pretratamiento mecánico en una única cuba de acero. Inicialmente el agua residual pasa a través de un tamiz de finos de 3 mm de paso, de este modo se separan todos los sólidos flotantes y sobrenadantes. El residuo de desbaste retenido, se extrae mediante un tornillo transportador que lo compacta y deshidrata simultáneamente hasta alcanzar un grado de sequedad del 35% de m. seca.

El material compactado y deshidratado se vierte a un contenedor, pudiendo ser además embolsado con suma facilidad.

El agua procedente del prensado es devuelta al flujo de agua residual, evitándose así que se produzcan cambios de DBO del afluente.

Por medio del tornillo prensa descrito se consiguen reducciones del volumen de residuos del desbaste de un 60% y de un 50% en peso, proporcionándose una apreciable disminución de los costes de vertido.

A continuación, el agua pasa por un desarenador que está dimensionado según las normas ATV. Aquí los sedimentos son liberados de materia orgánica y mediante un tornillo transportados en dirección opuesta al flujo del agua. Al final del tornillo horizontal las arenas son entregadas en un pozo lateral desde donde se extraen mediante un clasificador de arenas. La arena es deshidratada y recogida en un contenedor. El material de desbaste y los sedimentos por tanto pueden separarse desde el principio.

El sistema de desengrasado diseñado consiste en una cámara lateral con aireación y separación de grasas formado por: distribuidor de aire con dispositivo de cierre, conducciones de aire y distribuidor plástico para la aireación.

El desengrasador va instalado lateralmente al desarenador longitudinal, y tiene su misma longitud, incluyendo rasqueta y muro cortacorrientes con entradas tipo peine en su parte inferior.

La impulsión de las grasas separadas se realiza mediante bomba excéntrica que las entrega en la sección inferior del tubo ascendente del tamiz para su eliminación con los residuos del desbaste, la bomba descrita tiene un caudal de 5,8 m³/h.

En caso de que el caudal supere el máximo previsto para el diseño del pretratamiento, automáticamente y mediante una válvula motorizada se bypassa el pretratamiento.

4.2.5 Arqueta de regulación

Del pretratamiento, mediante tubería en acero inox. 304 DN 200, el agua pasa a la arqueta de reparto que tiene dos módulos: a)caudal a cámara anaerobia y después a biológico y b) by-pass del tratamiento biológico por si fuera necesario aliviar el excedente del caudal punta.

Para efectuar la regulación de un modo fiable se dispone un vertedero de 1 m de anchura, servomotorizado y regulable en base a la medida registrada en el medidor electromagnético en tubería DN 150, que mide el caudal a tratamiento biológico.

A través del PLC de la planta, cuando el caudal que se dirige a biológico excede de su valor punta, y antes de que esto suceda, el vertedero se abrirá lo justo para evacuar el caudal en exceso, de forma que siempre el medidor esté registrando una entrada a balsa del caudal punta como máximo.

De igual forma, se podrá realizar el by-pass de tratamiento biológico, dando orden al vertedero de que se sitúe en su posición de máximo abatimiento.

El caudal excedente pasará por vertedero de labio móvil a la mencionada arqueta de by-pass, desde la cual parte la tubería hacia la red de by-pass.

4.2.6 Cámara anaeróbica

Después de la regulación de caudal el agua entra en la cámara anaeróbica, donde se eliminará el fósforo mediante procedimientos biológicos. Se ha previsto por si fuera necesaria su eliminación mediante procedimientos químicos adicionales, la posibilidad de añadir cloruro férrico para alcanzar los rendimientos deseados en el tratamiento de desfosforización.

En cuanto a la configuración de esta cámara, las dimensiones son de aproximadamente 7,7 m3 de volumen útil, proporcionando un tiempo de retención de 10 minutos a caudal punta y 30,1 minutos a caudal medio.

Para favorecer la mezcla íntima del reactivo con el agua a tratar se dispondrá un agitador sumergible con hélice de tres palas.

Los fangos de recirculación pueden ser vertidos en esta cámara, mezclándose con el agua procedente del pretratamiento.

Después de esta arqueta, el agua accede al reactor biológico.

4.2.7 Medida de caudal a biológico

Tras la operación de regulación de caudal, el agua es conducida a la cámara anaerobia a través de la arqueta de medida de caudal.

La medida de caudal se realiza por medio de medida en tubería de tipo electromagnético DN 150, de obra civil de más fácil ejecución y fiabilidad demostrada. Adicionalmente, es destacable que el medidor electromagnético produce unas pérdidas de carga mucho más moderadas que en canal.

4.2.8 Instalación de dosificación de cloruro férrico

Se ha proyectado una instalación de cloruro férrico para la eliminación de fósforo que consta de los siguientes elementos:

- Un depósito hermético de almacenamiento de 1.000 l en P.R.F.V de doble pared.
- Dos bombas de pistón de caudal unitario 1–10 l/h.
- Tubería y valvulería necesaria.

4.2.9 Tratamiento biológico (canal de oxidación)

El agua pretratada pasa al tratamiento biológico que en el presente caso es mediante un canal de oxidación en una única línea de tratamiento y aireación mediante parrillas extraíbles de difusores de burbuja.

4.2.9.1 Configuración del tanque: consideraciones generales

Los canales de oxidación fueron introducidos en Europa por Pasveer en Holanda en 1.953. Desde entonces este tipo de instalaciones ha ido incorporando una amplia variedad de modificaciones en su estructura y configuración, lo que ha permitido ampliar su rango de aplicación hasta el punto que en términos de habitantes equivalentes, se han convertido en las instalaciones más utilizadas en los países de la C.E.E.

En esencia, los canales de oxidación consisten en plantas de aireación extendida de baja carga en los que los tanques de aireación son canales sin fin en los que circula y se airea el licor mezcla.

En las fases más recientes de desarrollo de estos procesos -fase en la que se ubica el proyecto que presentamos- la atención se debe centrar en su operación en la manera de nitrificación-desnitrificación por medio de la creación de una o más zonas anóxicas en los canales.

Estas nuevas configuraciones permiten mejorar las características de sedimentabilidad de los fangos, recuperar parte de los costes de oxidación del amoníaco, disminuir las emisiones de nitrógeno en el canal receptor, reducir la producción de fango y mejorar sus características para facilitar su utilización agrícola o silvícola.

4.2.9.2 Las reacciones

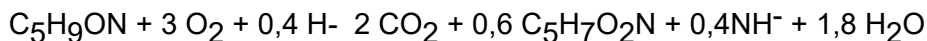
En los sistemas con nitrificación-desnitrificación se producen tres tipos de reacciones biológicas:

- La primera es la normal de la metabolización aeróbica de la materia orgánica. En este proceso las bacterias heterotróficas presentes en el sistema utilizan el oxígeno molecular disuelto en el agua como aceptor terminal de electrones en la oxidación de materia orgánica, la energía liberada en esta reacción es utilizada por las bacterias para su mantenimiento y la producción de biomasa nueva: básicamente productos de almacenaje y nuevas células.

- La segunda reacción, la de nitrificación, es también una reacción aeróbica. En este caso el amoníaco, inicialmente presente en el agua residual y el producido como consecuencia de la actividad de las bacterias heterotróficas es oxidado a nitrito y/o nitrato. Esta reacción es metabolizada por bacterias eutotrofas, que difieren de las anteriores en que sólo puedan utilizar dióxido de carbono como fuente de energía para la síntesis de nueva biomasa.
- La tercera reacción es la de desnitrificación, realizada en condiciones de anoxia, esta se mediatiza por bacterias heterotróficas que utilizan como aceptor final de electrones el oxígeno de los enlaces químicos del nitrito y/o del nitrato dando lugar a la formación de nitrógeno gas, producto poco soluble que es fácilmente disipable en la atmósfera.

La tabla 1 resume la estequiometría de estas tres reacciones tal como típicamente se producen en estos procesos. Las dos metabolizadas heterotróficamente utilizan materia orgánica (expresada en la reacción como CH₉ON) como fuente de carbón y de electrones. Las tres reacciones producen nuevas células (CH₇O₂N).

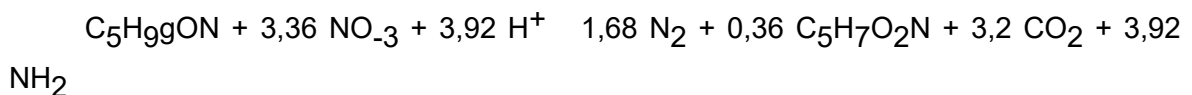
Reac. 1: Oxidación aeróbica, heterotrófica de la materia orgánica.



Reac. 2: Oxidación aeróbica, autotrófica del amoníaco.



Reac. 3: Oxidación anóxica de desnitrificación heterotrófica de la materia orgánica.



En la configuración diseñada para la E.D.A.R., estas tres reacciones se producen simultáneamente ya que:

- a) La concentración de oxígeno disuelto en el tanque es suficientemente alta para soportar la oxidación aeróbica de la materia orgánica y del amoníaco.

- b) La concentración de oxígeno disuelto es suficientemente baja para permitir la formación de zonas anóxicas.
- c) Es posible mantener en el sistema los tres grupos de bacterias necesarias.

Esto es posible ya que el canal de oxidación ofrece tres grandes ventajas:

- 1) El movimiento cíclico del fango de aireación a lo largo del canal sin final proporciona un porcentaje de recirculación suficientemente alto como para proporcionar el nitrato necesario para la oxidación anóxica de la DBO_5 influente.
- 2) La flexibilidad para regular la aportación de oxígeno al sistema permite adecuar con precisión la aportación de oxígeno a las necesidades del sistema.
- 3) La existencia de parrillas de aireación en una zona proporciona el tiempo de estancia necesario para provocar como consecuencia de la demanda requerida por las bacterias la depresión necesaria para establecer la alternancia de zonas óxicas y anóxicas.

4.2.9.3 La edad del fango

La mayoría de las bacterias autótrofas que pueden oxidar la materia orgánica utilizando oxígeno molecular, pueden en ausencia de éste, funcionar como desnitrificantes facultativos y oxidarla utilizando nitrato o nitrito como aceptor final de electrones. Por tanto, en lo que concierne a la edad del fango del sistema, el mantenimiento de una población suficiente de bacterias desnitrificadas no requiere introducir regímenes de funcionamiento diferentes a los que son necesarios para el mantenimiento de la población de bacterias necesarias para la oxidación de la materia orgánica.

El caso es diferente cuando se trata de la reacción de nitrificación. Este proceso se efectúa en dos etapas que requieren dos grupos de organismos diferentes. Los primeros oxidan el amoníaco a nitrito; las bacterias que en común mediatizan esta reacción son las Nitrosomonas. La segunda etapa, la oxidación del nitrito a nitrato es habitualmente metabolizada por Nitrobacter. Debido a que por razones termodinámicas las reacciones de transferencia de electrones del N^{+5} al N^{+3} requieren más energía que las de la transferencia al oxígeno molecular, el coeficiente de crecimiento (γ) y la tasa específica de crecimiento máximo (μ máx) de las bacterias nitrificantes son bajas, de manera que para poder mantener en el sistema el suficiente número de bacterias nitrificantes es necesario sostener edades del fango alta. La edad del fango conseguida con el reactor proyectado es de 15 días.

		SAN MARTIN PUSA
Carga másica	Kg DBO5/kg MLSS	0,057
Carga volumétrica	Kg DBO5/MI/d	0,189
Edad del fango	Días	15
Sistema hidráulico de funcionamiento	Mezcla completa	

4.2.9.4 Características de funcionamiento

El oxígeno: a efectos de la concentración

Debido a que las bacterias desnitrificantes son aeróbicas facultativas, las concentraciones suficientemente altas de oxígeno disuelto, impiden la utilización de los nitratos como fuente terminal de recepción de electrones. La concentración de oxígeno que reprime o inhibe la desnitrificación normalmente es baja; en general las células expuestas a más de 0,2 mg/l de O_2 dejan de desnitrificar. Aún así como las bacterias de los fangos activados tienden a agregarse en forma de flóculos, puede obtenerse una rápida desnitrificación incluso cuando la concentración de oxígeno disuelto es

considerablemente superior a 0,2 mg/l ya que el oxígeno al difundirse en el interior del fúculo es rápidamente consumido, lo que permite que en su zona interna se consolide una zona anóxica donde puedan desarrollarse reacciones de desnitrificación. De esta manera todo el volumen del tanque y no sólo las zonas anóxicas del mismo contribuyen al proceso de eliminación del nitrógeno.

El parámetro de control básico para corregir la nitrificación-desnitrificación simultáneamente del influente en un canal de oxidación es el porcentaje de transferencia de oxígeno. Este debe ser suficientemente alto para satisfacer las necesidades de oxidación de la DBO₅ carbonosa y nitrogenada y suficientemente baja para permitir la consolidación de zonas anóxicas.

Necesidades de oxígeno

El cálculo de las necesidades de oxígeno se justifica en el anexo de cálculo. Allí, se han establecido en:

		SAN MARTIN PUSA
Necesidades medias	KgO ₂ /h	13,4
Necesidades máximas	KgO ₂ /h	23,7

Sistema de oxigenación

El control de las reacciones del proceso, depende del control de la tasa de oxígeno aportado. Esto requiere la instalación de un sistema flexible, que permite afrontar la diversa gama de situaciones diferentes que pueden producirse como consecuencia de las fluctuaciones de temperatura, caudal, carga y necesidades de nitrificación y desnitrificación.

La introducción de oxígeno se realiza por medio de tres (2+1) soplantes de émbolos rotativos de 250 Nm³/h de caudal unitario.

Se instalarán dos variadores de velocidad capaces de regular el caudal.

Canales de oxidación

Se establece una línea única. El tanque tiene un volumen unitario útil de 563 m³. Morfológicamente se trata de un reactor en canal circular de forma que rodea totalmente el clarificador que queda en su interior.

Aunque el régimen hidráulico de estas instalaciones es considerablemente complejo a efectos prácticos se considera que funcionara en régimen de mezcla completa.

Desde el punto de vista de proceso hay dos aspectos de esta configuración que tienen una especial relevancia:

- i) Al analizar las reacciones que se producen en el tanque, se ha señalado los parecidos que desde el punto de vista metabólico hay entre las reacciones óxicas y anóxicas, se decía allí que de hecho la diferencia radica básicamente en que al final de la cadena respiratoria el receptor de electrones es diferente.

Desde el punto de vista de la configuración del tanque hay otra diferencia que tiene consecuencias importantes; en medio anóxico la hidrólisis del sustrato particulado se efectúa mucho más lentamente y sólo de manera parcial de manera que la actividad metabólica de las bacterias depende básicamente del sustrato soluble. Esto en los sistemas de nitrificación-desnitrificación que se efectúan en dos etapas obliga a la recirculación interna de grandes cantidades de fango de aireación lo que incrementa los costes energéticos, exigiendo la construcción de tanques de aireación unos grandes y disminuye los gradientes de concentración afectando a las características de sedimentabilidad de los fangos.

Con la sedimentabilidad propuesta en el proyecto, el giro constante del agua por medio del canal sin-final, asegura, si el aporte de oxígeno se regula adecuadamente que las bacterias desnitrificantes pueden obtener de la DBO₅ soluble del influente el sustrato necesario para su metabolismo sin necesidad de establecer recirculaciones internas y de aportar los problemas que de ésta se deriva.

- ii) Otro aspecto está relacionado con las reacciones de desnitrificación, éstas también señaladas con anterioridad, están mediatizadas por bacterias heterotróficas la mayoría de las cuales son desnitrificantes facultativas. Hay bacterias heterótrofas, aeróbicas estrictas incapaces de sostener actividad anóxica. Estas bacterias en medio anóxico no pueden obtener energía para desarrollarse, circunstancia que les impone una desventaja selectiva. Muchas de estas bacterias son filamentosas, es decir bacterias que pueden deteriorar muy seriamente las características de sedimentación del fango de aireación y frustrar su separación en el decantador. Al impedir o dificultar el crecimiento de estas bacterias, el proceso propuesto permite obtener un fango con mejores características de sedimentación que la de procesos convencionales.

4.2.10 Recirculación y fangos en exceso

4.2.10.1 Introducción

Los lodos producidos pueden ser reciclados en parte a la cuba de aireación (estos son los lodos llamados "de retorno"), manteniendo así la concentración deseada en lodos activados en la cuba de aireación, o extraídos de la línea de agua (lodos en exceso) y enviados al espesador de fangos.

El caudal de recirculación de los lodos de retorno, es función del caudal medio sobre 24 h, de la concentración de MLSS a mantener en las cubas de aireación y del índice volumétrico de fangos.

4.2.10.2 Fangos en recirculación y fangos en exceso

Las conducciones de Ø 150 de los decantadores secundarios, desembocan en una arqueta en donde se realiza el bombeo de fangos en recirculación y el de exceso.

Para ello, se han incluido dos bombas sumergibles (1 de reserva) de 150% de capacidad unitaria a 3 m.c.a., con sus correspondientes válvulas de compuerta y

retención. Dichas bombas llevarán un variador de frecuencia, para poder variar el caudal de recirculación.

Se han proyectado la inclusión de este tipo de bombas, dado los excelentes resultados que ofrecen en este tipo de instalaciones con caudales elevados y pequeñas alturas de elevación, y dado su menor coste de instalación respecto a los tornillos de Arquímedes.

Para la elevación de los fangos en exceso hasta su tratamiento posterior se han incluido dos grupos moto-bombas (1 de reserva) situados en la arqueta de recirculación de fangos.

El funcionamiento de estos grupos de elevación viene comandado por un temporizador con dos relojes que determinan el tiempo de parada y el funcionamiento.

Toda la instalación de recirculación. es decir, arqueta de llegada de tubos de fangos, bombas de recirculación, bombeo de fangos en exceso y bomba de flotantes, se centraliza en un mismo conjunto.

4.2.11 Decantación secundaria

4.2.11.1 Decantadores Secundarios

Para lograr la decantación por gravedad de las partículas en suspensión, el agua bruta se introduce por la parte inferior del decantador, saliendo por unas aberturas practicadas en la columna central, diseñados de forma tal que su baja velocidad de salida no produzcan alteraciones notables de la superficie de la lámina líquida. Para obligar al agua a seguir un movimiento descendente, que facilita la decantación a esta columna central, se lea rodea de un cilindro metálico.

Una vez introducida el agua en el decantador se deben de cumplir dos (2) condicionantes básicos para su correcto funcionamiento: tiempo de retención o permanencia suficiente y carga superficial inferior a la velocidad de caída de las partículas. Al atravesar el agua el decantador las partículas sólidas sedimentables se separan del líquido, depositándose en el fondo del tanque.

El agua decantada se recoge en un canal perimetral desde donde pasa a la fuente de presentación y posteriormente al arroyo.

Por otra parte, las partículas sedimentadas (los fangos) depositados en el fondo del tanque son barridos continuamente por unas rasquetas solidarias a un puente giratorio, que hacen que el fango vaya hacia un pozo o foso de concentración, pasando a la arqueta de bombeo de fangos en recirculación y exceso.

El decantador proyectado lleva incorporado un sistema de eliminación de flotantes, gozando como el resto del aparato de amplia experiencia con excelentes resultados, dado la sencillez de su funcionamiento que, en esencia se compone de un sistema de barredores superficiales que arrastran estas materias hacia una caja de espumas, fija en la periferia del decantador. La mezcla de agua y flotantes se conduce, por tubería hacia la arqueta donde se ubicará la bomba idónea para este tipo de fluidos, accionada por interruptores de nivel y equipada con sus correspondientes válvulas de aislamiento y retención. El fluido impulsado se introduce en la cabecera de la planta, en el pretratamiento compacto.

Las demás características de los clarificadores se recogen en el anejo correspondiente y en sus Especificaciones Técnicas.

4.2.12 Fuente de presentación y toma de muestras automática

Se ha diseñado una arqueta de agua tratada para poder ver la calidad del agua a la salida de la planta de tratamiento. En un compartimento de esta arqueta irá instalado el grupo de presión de agua de servicio.

Esta arqueta de agua tratada consta de una arqueta de entrada que vierte mediante un labio fijo en forma de cascada, diseñado como una pequeña arqueta al final de la fuente de presentación, de donde se realizarán las tomas de muestras previas a la salida del agua tratada. La cascada que constituyen la fuente de presentación estará forrada con baldosas de color blanco para facilitar la visualización del agua tratada.

En la misma zona de salida de agua tratada se instala un grupo de presión y un filtro autolimpiante para dar servicio de agua industrial a la planta.

Tras la arqueta, el agua irá conducida al arroyo.

4.2.13 Tratamiento de fangos

4.2.13.1 Introducción

Las plantas de tratamientos de aguas residuales tiene por objeto transformar las materias polucionantes disueltas en materias sedimentables y separar estas materias así como las originalmente decantables de las aguas, consiguiéndose la estabilización de la materia orgánica.

Estas materias, llamadas habitualmente fangos pueden seguir dos caminos distintos, parte se envía a las cubas de aireación, para así mantener en ella un alta concentración de microorganismos (recirculación) y otra parte (fangos en exceso) han de ser extraídos del sistema.

El almacenamiento de estos fangos sin tratamiento ocuparía una gran superficie y sería el origen de malos olores. El tratamiento de fangos tiene, así pues, por finalidad:

- Reducir el volumen de almacenamiento por medio de una operación de deshidratación.
- Almacenar un producto estabilizado, es decir, poco propenso a dar malos olores. Esto supone que las sustancias orgánicas biodegradables de los fangos habrán sido destruidas biológicamente (al menos parcialmente) o estabilizadas mediante tratamiento químico o térmico.

Al no producirse fangos primarios, y debido a que los fangos biológicos se encuentran muy mineralizados, ya que tienen una edad del fango elevada, el tratamiento de fangos será el que sigue:

- Espesamiento de fangos biológicos por gravedad.
- Deshidratación final con centrífuga.

4.2.13.2 Espesador de fangos por gravedad

Para el espesamiento de los fangos primarios se ha proyectado un espesador de gravedad estático realizado en acero AISI 304, de diámetro tres (3) metros, con un calado de la parte recta de 3 m.

La acometida de los fangos, se realiza en la parte superior siendo equirrepartido y dirigido por un cilindro metálico central.

Los fangos espesados son purgados desde el fondo del aparato, mientras que el caudal sobrenadante en la parte superior, es recogido para su reincorporación a la arqueta de sobrenadantes y posteriormente a pretratamiento.

El espesador de fangos es cerrado y metálico (AISI 304).

4.2.13.3 Bombeo de fangos a deshidratación

Los fangos extraídos de la parte inferior del espesador de fangos, son bombeados mediante dos (2) bombas (1 reserva) de tornillo helicoidal de caudal variable 3 m³/h a 10 m.c.a. Para ello, se ha previsto una zona en el edificio de deshidratación donde se alojaran las dos bombas.

4.2.13.4 Deshidratación de fangos

4.2.13.4.1 *Centrífuga*

Se proyecta realizar el secado de fangos mediante una centrífuga, con la que se espera obtener una concentración de fangos a la salida del 20%.

Las instalaciones de secado se han proyectado para las cargas de fangos que se producen en la estación depuradora con capacidad para su tratamiento en un período de operación de tres días a la semana, durante 7,5 horas al día.

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

Este reactivo, que se suministra en polvo, se diluye en el tanque de dilución del equipo propuesto, donde el electroagitador lo mezcla con agua limpia hasta conseguir su dilución de trabajo (0,5 %). La salida de este tanques alimenta a dos bombas de tornillo helicoidal, con un caudal variable entre 10 y 100 l/h. El caudal de polielectrolito diluido, se inyecta en la tubería de impulsión de fangos espesados.

Una vez los fangos mezclados con el polielectrolito entran dentro de la centrífuga, se produce la separación del fango y del agua en el rotor cilíndrico-cónico, que aloja un tornillo sin fin en su interior. Este tornillo sin fin que descarga los sólidos en continuo, gira en la misma dirección del rotor, pero a una velocidad ligeramente diferente a ésta.

La maquinaria se alimenta de fangos por el extremo de menor diámetro mediante un tubo central, en el interior del cuerpo vacío del tornillo sin fin. A la salida de este tubo, este flujo es acelerado por la fuerza centrífuga en la cavidad del rotor.

Los sólidos se depositan formando una capa en la pared del rotor, y el líquido forma un anillo más interno, siendo la profundidad de este regulable por niveles dispuestos en cada una de las cuatro salidas del líquido centrifugante en el lado del diámetro mayor del rotor.

El tornillo sin fin transporta los sólidos hacia el lado contrario, el de menor diámetro, y mediante la fuerza centrífuga son descargados a través de una periferia de 360° al final de la parte cónica del rotor. Tanto los sólidos como los líquidos, son recogidos en colectores especiales situados a ambos lados de la carcasa y son descargados de la centrífuga por gravedad.

4.2.13.4.2 Bombeo de fangos deshidratados

Los fangos secos son descargados y bombeados para su almacenamiento en tolva, mediante 2 bombas de tornillo helicoidal de caudal variable entre 0,1-0,6 m³/h.

Dada la elevada carga a suministrar por estos equipos, deberán estar dotados de sistema de protección ante sobrepresiones y en la tubería de elevación a silo se inyectará aire a presión para facilitar el desplazamiento del fango y evitar atascamientos.

4.2.13.4.3 Almacenamientos de fangos

Se instalará una silo de almacenamiento de fangos deshidratados de 20 m³, lo cual supone una autonomía de almacenamiento de 7 días reales de secado.

El silo o tolva está dotado de un sistema de extracción de fangos de tipo tajadera.

4.2.14 Edificaciones

Dado el pequeño tamaño de las depuradas incluidas en el presente proyecto, se ha diseñado la construcción de un único edificio que contiene las siguientes dependencias:

- Sala de control y despacho de explotación.
- Aseos.
- Sala de soplantes.
- Sala de deshidratación.

La estructura se realiza a base de vigas y pilares de hormigón armado de dimensiones adaptadas a sus luces y a las cargas que deben soportar. Estos elementos estructurales serán vistos, siendo pintados posteriormente en un color adecuado con pintura inalterable.

El forjado será unidireccional a base de viguetas de hormigón pretensado semirresistentes, bovedillas cerámicas y capa de compresión con mallazo electrosoldado. La losa de la planta inferior es de hormigón armado de 20 cm de espesor y apoya directamente sobre el relleno compactado a través de un enchado de piedra machacado que sirve de drenaje y elimina humedades.

La cubierta será plana no transitable, realizada con capa de hormigón para formación de pendientes y mortero para regularización, lámina asfáltica y geotextil como impermeabilizante y capa de gravilla de 10 cm de espesor.

Los cerramientos del edificio son de bloque hueco de hormigón prefabricado tipo “split” de cara vista.

Los paramentos horizontales y verticales interiores irán revestidos en función del uso a que se destinen. Así en los despachos y salas del edificio de control se pintarán con pintura plástica lisa sobre el enfoscado maestrado y fratasado. El laboratorio y los aseos irán alicatados con piezas de gres y el taller, almacén y otras zonas industriales llevarán una pintura plástica sobre una capa de enfoscado.

Los solados dependerán, igualmente, de la zona en que vayan instalados, siendo de baldosa de gres en la zona noble y de hormigón ruleteado sobre solera de hormigón en las zonas industriales.

La carpintería será metálica en puertas para paso de vehículos a base de chapas sobre bastidor metálico. En puertas y ventanas para acristalar será de aluminio anodizado de color vivo. Las puertas interiores del edificio de control serán de madera para barnizar. El vidrio será doble de 4 mm de espesor, con cámara de aire para que produzca un mayor aislamiento.

4.2.15 Redes de tuberías

Se proyectan las siguientes redes de tuberías:

- Línea de agua
- Línea de fangos
- Línea de flotantes y grasas
- Red de vaciados
- Red de drenaje y pluviales
- Red de agua industrial
- Red de agua potable de abastecimiento a instalaciones
- Red de derivaciones (by-pass)

En general, los tramos de tuberías de las distintas redes existentes entre aparatos o instalaciones están proyectadas de acero inoxidable AISI 304. Las tuberías más relevantes de distinto material son las siguientes:

- La tubería de llegada a la planta es de PVC de saneamiento corrugado ϕ 315 mm.
- La tubería de salida al arroyo existente es de PVC de saneamiento corrugado ϕ 160 mm.

Los diámetros y disposiciones de cada una de estas redes se pueden ver en los planos correspondientes.

4.2.16 Red de vaciados

Todos los aparatos incluidos en la planta, están provistos de vaciados en sus puntos más bajos.

El vaciado se realiza de la siguiente forma:

Reactor biológico:

Al ser una línea de tratamiento, y las parrillas de aireación extraíbles, no sería necesario los vaciados, pero con todo y con eso, se instala un vaciado por gravedad a la arqueta de vaciados y de ésta a la entrada de agua del decantador. Para realizar el vaciado del reactor se utilizará la bomba de vaciados.

Decantador:

Mediante tubería de extracción de lodos y la bomba de vaciados a la salida de la planta o al reactor, con el correspondiente juego de válvulas.

Espesador:

Se realiza mediante las bombas de tomillo helicoidal que enviarán los fangos a la estabilización de fangos.

Arquetas de fangos:

Se realiza mediante las bombas existentes en cada arqueta, cerrando la alimentación de fangos.

4.2.17 Instalaciones varias

4.2.17.1 Red de agua potable e industrial

Se ha proyectado una conducción de agua potable en polietileno de alta densidad de diámetro 75 mm.

Se prevé una red de agua industrial en la planta que aspira de la cámara de recogida de agua tratada de la fuente de presentación, compuesta por un grupo de presión y la correspondiente red con sus accesorios a los diferentes puntos de toma.

La red de agua industrial se realiza con acero galvanizado y se ha dispuesto fundamentalmente para estas dos misiones:

- Riego de jardines y viales.
- Limpieza de arquetas, tuberías, aparatos, etc.

Así pues, respecto al segundo apartado se han tenido fundamentalmente en cuenta los siguientes puntos que deben tener una limpieza asegurada:

- Pretratamiento, extracción de residuos, tolvas y contenedores.
- Arquetas de fangos.

El sistema de presurización consta de 1 grupo de presión. formado por dos bombas multicelulares verticales y un depósito de membrana, un filtro autolimpiante de luz de paso, así como todos los accesorios, tuberías, bocas de riego y aspersores necesarios.

4.2.17.2 Instalaciones de Seguridad

Se dispone de los oportunos equipamientos (máscaras, extintores, mangueras, flotadores, etc), necesarios para la seguridad de explotación.

4.2.17.3 Repuestos

Se ha previsto en el presupuesto una partida para los repuestos necesarios de la planta.

4.2.17.4 Mobiliario

Se ha previsto en el presupuesto una partida para dotar al edificio de control del mobiliario adecuado.

4.2.18 Desodorización

Con objeto de controlar la potencial emisión de malos olores, todas las instalaciones susceptibles de emisión de olores, como es la deshidratación, se han proyectado en el interior del edificio, dotando un sistema de extracción de aire que lo conduce hacia la instalación de desodorización.

Así mismo se instalará conducciones de desodorización al pretratamiento y al espesador.

La instalación de desodorización esta compuesta por una torre de absorción por carbón activo para un caudal de 1.200 m³/h. conteniendo 300 kg de carbón activo.

La torre tiene un lecho de carbón sobre la misma columna y su diámetro será de 1,2 m. con una altura total del Scruber de 2 m.

Para la aspiración de los gases a tratar se ha incluido una red de colectores de Polipropileno, con rejillas de aspiración en los lugares de máxima emisión.

4.3 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

4.3.1 Alta tensión

La acometida a la planta se realizará mediante línea aérea de media tensión más cercana, a unos 800 m aproximadamente. El punto del enganche previsto es el poste más cercano, situado próximo a la parcela de la nueva planta, en terrenos del ayuntamiento paralelos al arroyo (según la propuesta de condiciones técnico-económicas de la compañía eléctrica IBERDROLA). La tensión de enganche es M.T. (20 KV).

Una vez en la parcela se instalará un centro de transformación prefabricado donde se alojará el transformador de 160 KVA, capacidad suficiente para las necesidades de la planta.

Desde el secundario del transformador se alimentará el centro de control de motores C.C.M de la planta de B.T., que distribuirá las líneas a los diferentes circuitos.

Los consumos y la potencia a contratar quedan detallados en el Estudio de explotación.

Se prevé la solicitud de potencia para suministrar energía a todos los equipos eléctricos de la instalación.

4.3.2 Instalación eléctrica de baja tensión

Del C.C.M. (Cuadro Central de Motores), a situar en el edificio de control, se alimentarán los distintos motores de cada parte del proceso.

El C.A.G.C. (Cuadro de Alumbrado General en Control) se situará en el edificio de control, desde el mismo se distribuirá al alumbrado exterior, al alumbrado interior y tomas de corriente de las distintas edificaciones y al propio centro de control.

Los cuadros se situarán en locales cubiertos con posibilidad de fácil acceso por la cara frontal de los mismos.

Los circuitos de alimentación a puntos de consumo se han dividido de manera que se garantice una buena protección selectiva para cada consumo y área diferenciada.

En los circuitos de alimentación a lámparas de descarga, los interruptores y contactores se considerarán cargas inductivas o bien de potencia 1,8 veces la nominal.

Se identificarán todos los extremos de cable de armario, ya sean de potencia o de maniobra, utilizando señalizadores “ad hoc” sobre los cables o bornas, según sea el caso. Las iniciales de identificación en el cuadro corresponderán en su totalidad a las indicadas en los esquemas.

Siempre que sea posible se mantendrá una única marca para cada uno de los elementos de aparellaje que formen parte de los cuadros (interruptores, automáticos, contactores, ...).

El diseño, la fabricación y las pruebas de los equipos se someterán a la última revisión de las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC), Reglamento Electrotécnico Español de Baja Tensión, Normas UNE y otras disposiciones legales vigentes.

En el interior del armario los circuitos se identificarán por rótulos grabados, roblonados o atornillados y colocados en la parte frontal de las puertas al lado del aparellaje correspondiente.

El cableado interior se realizará con cable de cobre de tipo V-750 de 2,5 mm² de sección mínima y/o pletina de cobre convenientemente aislada con secciones y separaciones adecuadas.

El embornado de la maniobra y cableado auxiliar se realizará en todos los casos mediante terminales a presión numerados según un orden lógico, finalizando en regletas de bornas modulares de poliamida montadas sobre carriles normalizados DIN tratados con zinc o bicromados.

La conexión a interruptores, contactores y fusibles y resto de aparellaje de potencia se hará directamente sobre las bornas de éstos a través de terminales a presión sujetos a los extremos de los cables.

A partir de las curvas características de los relés se ajustará la selectividad de la instalación, para evitar la desconexión de interruptores innecesarios en el aislamiento de las faltas.

La protección diferencial del interruptor general dispondrá de una temporización que permita la desconexión previa aguas abajo en caso de contacto indirecto en un circuito ramificado.

Los armarios estarán contruidos, mientras no se indique otra cosa en las mediciones, con chapa de acero completamente cerrados a base de chapa plegable, ranurada y electrosoldada, de 2 y 3 mm de espesor. Tendrán juntas de neopreno en las puertas frontales para que no entre polvo y llevarán bisagras y cerrojos ocultos con manilla. El embarrado general será de cobre electrolítico pintado con colores normalizados e irá soportado con aisladores para soportar los esfuerzos electrodinámicos de cortocircuito según se describe en el correspondiente anejo de cálculos eléctricos.

El acabado del mismo se hará con pintura antioxidante, habiéndose efectuado previamente el lijado y desengrasado, aplicándose con posterioridad una capa de Wash Primer y dos capas de pintura de acabado tanto interior como exterior.

Estarán contruidos por columnas o módulos verticales unidos lateralmente entre sí, formando un conjunto único y rígido de frente común. Estas columnas adoptarán la disposición de celdas para alojamiento de los interruptores de entrada y del equipo de medida.

El conjunto será contruido con chapa de acero laminado en frío, de espesor no inferior a 2 mm, excepto en aquellos elementos cuya rigidez esté asegurada por armaduras de refuerzo interior.

Las placas o rótulos de identificación serán de plástico laminado negro, con las letras grabadas en blanco, e irán sujetas con tornillos de acero inoxidable o de plástico negro. No serán admitidos aquellos que vayan fijados mediante pegamento o adhesivos.

Todos los contactos auxiliares estarán cableados hasta las regletas de bornas terminales, sean o no utilizados.

Las conexiones de los circuitos de potencia se harán mediante terminales tipo de presión por tornillo y deberán dimensionarse de acuerdo con el tamaño nominal del contactor, independientemente de que la intensidad del motor a controlar sea sensiblemente inferior.

En las columnas verticales de tipo fijo se alojarán los distintos servicios de arrancadores o alimentadores de salida del CCM. Por motivos de seguridad, los interruptores generales estarán previstos para bloqueo por candado en la posición desconectado.

El C.C.M. tendrá un interruptor de protección magnetotérmica con tres amperímetros y sus correspondientes transformadores de intensidad, un voltímetro con conmutador y convertidores de tensión e intensidad para salida de señal 0-20 mA al Cuadro de Control del consumo de cada cuadro de fuerza.

Las secciones de los cables de distribución a consumos, se han calculado según las intensidades admisibles en el reglamento MI-BT de modo que la caída de tensión al final de cada uno de los receptores no sobrepasa el 5% admisible para fuerza y el 3% para alumbrado.

Las secciones mínimas empleadas para fuerza no son inferiores a 2,5 mm² y para mando y señalización a 1,5 mm².

Todos los motores llevan a pie de motor una caja de maniobra compuesta por pulsadores de paro de emergencia con enclavamiento (setas).

Las conexiones de los conductos finales con los consumos se realizará mediante tubo rígido de acero galvanizado y prensaestopas de diámetro adecuado a la cantidad de conductores que contengan.

Todas las conexiones de canalizaciones se realizarán mediante las correspondientes arquetas o cajas de derivación.

Desde los cuadros hasta los receptores, los cables van por:

bandejas; b) bajo tubo o conductos; c) enterrados, según ha procedido.

Fundamentalmente se componen de una red de tubulares de 160 mm de diámetro enterrados con sus correspondientes arquetas, distribuida por la planta de la depuradora según se indica en los planos del proyecto.

Los pasos de viales se realizarán por medio de tubos de hormigón o PVC con capa de hormigón para que aguante el paso de camiones y con la suficiente sección de reserva de un 100%, y arquetas en cada lado del vial.

La profundidad de los cables que van enterrados es de 0,8 m.

Se han separado las canalizaciones destinadas a la iluminación exterior de la planta de las canalizaciones destinadas a la alimentación de los equipos propios del proceso de depuración.

Dentro de las canalizaciones destinadas a los equipos, se ha previsto que uno de los tubulares de 160 mm de la canalización se utilice únicamente para alojar el cableado correspondiente al sistema de control, para evitar de este modo posibles interferencias entre estos conductores de control y los conductores destinados a alimentación de equipos.

Las secciones de los conductores, nº de alimentadores, tipo de cable, etc. queda definido en los cálculos que adjuntamos.

Junto al centro de control de motores y para mejorar el factor de potencia, se instalará un equipo automático de regulación del factor de potencia.

El equipo automático de mejora del factor de potencia será de 60 kVAr.

4.3.3 Alumbrado exterior

El alumbrado exterior se mandará desde el cuadro de alumbrado. Los diferentes circuitos van protegidos por interruptores diferenciales.

Los niveles de iluminación aproximados son de 20 lux en viales.

El alumbrado exterior se realiza con cable RV-0,6/1 kV sección mínima 6 mm², canalización bajo tubo de PVC.

El alumbrado viario de la depuradora se realiza mediante la instalación de columnas de 12 m de altura equipadas con dos (2) proyectores con lámparas de V.S.A.P. 250W.

Para alumbrar las inmediaciones del edificio se instalarán luminarias cerradas (IP 54) tipo brazo mural, para lámparas de V.S.A.P. 150W. Dichas luminarias se situarán sobre la fachada del edificio.

La situación de las luminarias y los proyectores se refleja en los planos del proyecto.

En todos los puntos de luz se realizará su correspondiente arqueta de derivación dotada de ficha de conexión y fusibles calibrados. Para las canalizaciones de la red de alumbrado exterior se utilizará tubo de PVC de 63 mm de diámetro.

La tensión de alimentación para la iluminación será de 220 V entre fase y neutro, estableciendo un perfecto equilibrio entre las tres fases en la repartición de las cargas de cada circuito.

4.3.4 Alumbrado interior

En interiores, los niveles de iluminación aproximados son: en Sala de Control 400 lux, y en servicios 150 lux.

El alumbrado de edificios se efectúa con hilo de línea V-750 bajo tubo rígido de PVC en instalaciones vistas y de PVC corrugado en instalaciones empotradas.

La iluminación para el Centro de Control de la depuradora se realizará mediante luminarias lámparas fluorescentes de 2x36 W, combinada en lugares puntuales como aseos, distribuidores, escaleras, etc., con lámparas de incandescencia.

El cableado interior por los conductos se hará en sistema monofásico y tierra.

Se utilizarán tubos fluorescentes de tonalidad 54, temperatura de color 6.200 K y rendimiento en color del 72%.

Los equipos irán montados dentro de las pantallas y el factor de potencia estará compensado a 0,9 como mínimo mediante condensadores individuales.

Los balastos serán de primera calidad con capacidad de estabilizar el arco de las lámparas de descarga, manteniendo fija su tensión.

La tensión de alimentación para la iluminación será de 220 V entre fase y neutro, estableciendo un perfecto equilibrio entre las tres fases en la repartición de las cargas de cada circuito.

4.3.5 Iluminación de señalización y emergencia en edificios

Se realizará mediante luminarias autónomas de emergencia con batería para un mínimo de una hora de autonomía, 100 lúmenes, alcance 30 m2, 6 W de potencia y cuyas características se ajusten a la Norma UNE 20392-73. Dicha instalación se ajusta a las especificaciones del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y a las correspondientes Instrucciones Complementarias.

4.3.6 Tierra y pararrayos

Se instalará una malla de puesta a tierra para la conexión de la instalación de baja tensión a base de cable de cobre desnudo de 35 mm² de sección, enterrado como mínimo 60 cm por debajo del nivel del terreno, resultante del movimiento de tierras necesario para la construcción y rodeando la depuradora, con el objetivo de conseguir una resistencia menor de 5 Ω .

Esta red estará unida a las armaduras de los cimientos de los edificios mediante cables de cobre desnudo de 35 mm² de sección. Estas derivaciones estarán soldadas por uno de sus extremos a la malla y por el otro a la armadura. Todas las soldaduras serán aluminotérmicas.

El puente de comprobación estará unido con el embarrado de conexión a tierra de los cuadros con cable de 70 mm² 750 V de aislamiento.

Los conductores de tierra de B.T. serán siempre de tipo aislado (750 V) en los recorridos que no vayan enterrados.

Por todos los caminos de cables eléctricos circularán conductores de puesta a tierra unidos con la malla enterrada.

En cada una de las tubulares que lleven cables de B.T. habrá, al menos, un conductor de protección de sección mínima de 2,5 mm².

Se unirán a la red de tierra todos los cuadros consumidores eléctricos y elementos metálicos, habrá tierra específico unido a la red general para los siguientes servicios:

Protección contra descargas atmosféricas.

Para protección de descargas atmosféricas en los aparatos y edificios, se instalarán pararrayos iónicos que cubren por completo el área de acción de la depuradora.

4.4 SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN

4.4.1 Descripción de funcionamiento del sistema

Para el funcionamiento de la planta se proyecta un sistema automático de control mediante 1 autómata programable local controlando la instalación.

Se proyecta una red de comunicación entre el autómata y el PC a través de cable coaxial. Este autómata integrado en la red que se propone enviará la información relativa al proceso que controla a un ordenador y a un sinóptico.

Además de los instrumentos de campo para la captación de variables de proceso, el sistema estará integrado por un mini PLC en el equipo de pretratamiento.

Se deberá instalar un SAI (Sistema de alimentación ininterrumpida) que alimentará al PLC y al ordenador durante 15 minutos en caso de fallo de corriente eléctrica.

El PLC además dispondrá de un módem de comunicación telefónica tipo GSM para mandar la información más relevante (señales principales, alarmas, etc) a la planta de

Los Navalmorales que actuará como planta central de control del conjunto de depuradoras.

4.4.2 Autómata ó PLC de control general

El autómata o PLC dispondrá de CPU y memoria suplementaria Flash Eprom, 3 tarjetas de 32 ED a 24 V, 1 tarjeta de 32 SD a 24 V., 0,5 A, 1 tarjetas de 8 EA, 4 - 20 mA, 1 tarjeta de 6 SA 4-20 mA.

Este PLC tiene como función principal la obtención de datos del proceso de la E.D.A.R., (estados de los elementos, variables de proceso, etc.) para efectuar el control automático de operación de la planta de acuerdo con el programa establecido y teniendo en cuenta los parámetros recibidos desde la pantalla de gestión. Asimismo remite los datos a el ordenador de gestión de la Sala de control. Contiene una tarjeta de comunicaciones para la conexión con el sinóptico a través de una red RS 232. Mediante red, también se comunica con el Pretratamiento.

El PLC de control se encuentra instalado en un cuadro, con puerta de metacrilato transparente, adosado al Cuadro de Fuerza en el edificio de explotación y control.

4.4.3 Funciones a realizar por el autómata programable

Autómata de planta:

Realizará el automatismo de la planta, lo que incluye: secuencias de arranque y parada de máquinas, apertura y cierre de válvulas, captación de las señales analógicas, actuación sobre salidas analógicas (en los casos que proceda con regulación Proporcional, Integral y Diferencial), etc.

Igualmente, a través de su módulo de comunicación, transmitirá a la red propuesta el estado de las variables precisas, tanto digitales como analógicas.

Criterios de funcionamiento de equipos

La entrada en funcionamiento automático de los equipos estará condicionado por la ausencia de alarmas y por el cumplimiento de las condiciones de puesta en marcha. Se acortará el tiempo mínimo entre arranques sucesivos para evitar puntas de corriente solapadas, este tiempo será configurable desde la programación del PLC.

Con el objetivo de optimizar la instalación, en concreto las bombas y otros equipos en que tengan reservas y para que funcionen una cantidad equivalente de horas se deberá programar para que vayan entrando en funcionamiento de forma cíclica, constituyendo una cola circular FIFO. La orden de puesta en marcha se dirigirá al equipo que lleve más tiempo parado.

Se deberá prever el paro de un equipo que haya estado funcionando de forma continuada durante 2 horas, siempre y cuando exista una reserva disponible.

Consideraciones básicas para el software

Para hacer más eficaces y facilitar la explotación, modificación y mantenimiento posterior, el programa se implementará de la forma más concisa y estructurada posible, para lo cual se tendrá en cuenta:

1. Se reunirán en subrutinas la parte común del tratamiento de cada máquina como alarmas, tiempo de funcionamiento y demás parámetros.
2. Se trabajará al máximo con tablas, especialmente para tratamiento de alarmas y mensajes. Las tabla serán accesibles a las comunicaciones de forma que puedan obtenerse "hard-copies".
3. Se implantará un "watch&dog" de comunicaciones a partir de un contador o temporizador reseteable desde el centro de control y las estaciones remotas.
4. Periódicamente se pondrá en hora el reloj del autómata, de acuerdo con el ordenador de centralización.
5. Junto a la documentación final del sistema se deberá entregar los listados de los programas del autómata comentado, especificando claramente cada uno de los bits, words, temporizadores, contadores e instrucciones utilizadas y sus relaciones. Se

deberá incluir así mismo una copia en CD de los programas finales y una breve descripción funcional.

4.4.4 Red de comunicación entre autómatas y ordenador

Deberá constar como mínimo de módulos de comunicación, previstos en el autómata y de cable coaxial (ida y vuelta) con conector BNC.

Las características técnicas mínimas de la red serán las siguientes:

- Velocidad de transmisión: 1 Mb/seg.
- Modo de transmisión: half-duplex.
- Datos: 1.024 palabras.
- Indicación de fallos con 4 displays de 7 segmentos.
- Leds para control de la transferencia de datos.

4.4.5 Ordenador personal de planta

Se han previsto Pentium III, 1,2 GHz, con 128 Mb de memoria RAM, disco duro de 16 Gb, monitor color de 19" con resolución de 1.024 x 648, impresora matricial de 132 columnas, impresora de inyección de tinta y tarjeta para conexión a red.

Además del sistema operativo WINDOWS, el PC llevan instalado el software de comunicación de Red y un paquete SCADA). El SCADA (en versión "run time") lleva incluido el desarrollo de la aplicación particular para la supervisión y control de la E.D.A.R.

El ordenador, además de la función de supervisión y control, actúa como "Maestro" de la red y envía al PLC de control las consignas y órdenes de marcha/parada de los equipos (solo en modo de operación manual desde la Sala de Control).

a) Funciones a realizar por parte del ordenador

Basándose en la información recibida de la planta a través del autómata maestro, el ordenador podrá realizar las siguientes funciones:

- Visualización tanto de señales digitales como analógicas (en este caso en unidades de ingeniería).

El estado de estas variables puede acompañarse de pantallas animadas a color representando diversas partes de la instalación (sinópticos parciales animados).

Las variables pueden ser representadas en forma de gráficos o barras.

- Registro e impresora de incidencias e informes.

La impresora conectada al PC deberá registrar con hora y fecha las alarmas y cambios significativos producidos en cualquier parte de la planta.

Igualmente se generarán unos informes relativos al funcionamiento de la planta sobre los siguientes conceptos:

- Horas de funcionamiento de motores.
- Valores límites de variables analógicas.
- Informes de estado por zonas.
- Situación energética de la planta.

Estos informes se imprimirán por turnos (cada determinadas horas) o bajo una condición externa (tecla del ordenador o señal de campo).

- Actuaciones sobre elementos de planta.

Mediante el teclado del ordenador y accediendo a la parte correspondiente mediante menús, se podrá actuar sobre las variables del proceso, bien para variar consigna, valores límite, reset de contadores o para el acondicionamiento o parada de elementos sueltos.

- Archivo histórico.

Todo el registro en impresora puede ser almacenado en disco duro del ordenador para su tratamiento posterior. Dado que estos ficheros generados los hacen en código ASCII pueden ser leídos e interpretados directamente sin mediar un programa de conversión de formato legible.

Igualmente estos ficheros se pueden transportar a un paquete del tipo Base de Datos.

- Posibilidad de salir al sistema operativo continuando la comunicación con el P.L.C. Al salir a MS-DOS se podrán ejecutar programas independientes del proceso.

4.4.6 Sinóptico

El sinóptico de la sala de control de dimensiones 2,5x1,5m., montaje mural, fabricado en policarbonato, tipo mosaico, montado sobre bastidor de aluminio, permite la visualización del estado de los distintos elementos de la planta mediante led's bicolor de alta luminosidad (30 aprox). Quedan representados, en forma general, los siguientes estados:

Motores

- Marcha
- Parada
- Defecto

Niveles

- Bajo
- Muy Bajo

En un lateral del sinóptico, se han dispuesto indicadores digitales de 4 dígitos, entrada 4-20 mA, para diversas variables de proceso como pueden ser caudales, oxígeno disuelto, niveles, etc

4.4.7 Características de los armarios para alojar los autómatas

Armarios de chapa de 1,50 mm de espesor con ventana en el frontal para visualizar los leds de estado de E/S del autómata.

- Dispondrán de fuentes para alimentación de 24 Vcc de la entrada.
- Llevarán un sistema de ventilación mediante termostato e interruptor con llave para el accionamiento remoto o local.
- Bornas de entrada y salida (las analógicas con cable apantallado), canaletas, terminales y elementos varios precisos.
- Cableado interior desde bornas de entrada y salida del autómata incluido conexionado de éste.
- Interruptor general incluyendo protección magnetotérmica y diferencial a la entrada del cuadro.

4.4.8 Funcionamiento previsto

Se han previsto dos modos de funcionamiento: “Manual” y “Automático”.

En el modo de funcionamiento “Manual”, los equipos se pueden accionar individualmente desde las cajas de mando local “a pie de máquina” o bien desde la pantalla táctil de gestión por pulsación de teclas de función o mediante actuación sobre las zonas “activas” de las pantallas (con los selectores de caja de mando local y cuadro de fuerza en posición “Remoto”). Con los selectores de las cajas de mando en posición “Remoto”, las órdenes de marcha/parada a los equipos son dadas por el PLC de control, existiendo entonces dos posibilidades seleccionadas desde la pantalla de gestión:

Mando manual desde la pantalla de gestión (tal como queda indicado en el funcionamiento “Manual”). En este modo, las órdenes desde la pantalla pasan al PLC de control, que las ejecuta produciendo la puesta en marcha o parada del equipo.

Funcionamiento automático, controlado por el PLC de control de acuerdo con los datos de planta y las consignas de la pantalla de gestión, según el programa establecido.

Como medida de seguridad, se ha previsto la instalación de pulsadores de “Parada de Emergencia” locales “a pie de motor” cuyas órdenes tienen prioridad sobre todas las demás.

Así mismo, las protecciones eléctricas, mecánicas y/o hidráulicas, son operativas en cualquiera de los modos de funcionamiento.

4.4.9 Listados de la instrumentación

El listado de la instrumentación se presenta en la siguiente tabla.

Nº DEL CIRCUITO	DESIGNACIÓN	SITUACIÓN	UD.	OBSERVACIONES
I02	Caudalímetro	Agua entrada	1	Electromagnético
I03	Caudalímetro	Entrada oxidación	1	Electromagnético
I04	Medida O ₂	Canal de oxidación	1	
I05	Medida potencial Redox	Canal de oxidación	1	
I06	Medidor sólidos	Oxidación, salida	1	
I07	Caudalímetro	Fangos a espesamiento	1	Electromagnético
I08	Caudalímetro	Fangos a centrifugas	1	Electromagnético
I09	Medida nivel	Silo fangos	1	Ultrasónico
I11	Boya de nivel	Canal entrada pretratamiento	1	

Nº DEL CIRCUITO	DESIGNACIÓN	SITUACIÓN	UD.	OBSERVACIONES
I12	Boya de nivel	Bombeo fangos	1	
I13	Boya de nivel	Bombeo sobrenadantes	2	
I14	Boya de nivel	Bombeo vaciados	2	
I15	Boya de nivel	Depósito cloruro férico	1	
I16	Boya de nivel	Cuba preparación polielectrolito	1	

5 PLAZO DE EJECUCIÓN Y EXPLOTACIÓN

5 PLAZO DE EJECUCIÓN Y EXPLOTACIÓN

De acuerdo con lo reflejado en los programas de trabajo, los plazos considerados son los siguientes:

- Plazo de ejecución: DOCE (12) MESES
- Plazo de explotación: VEINTICUATRO (24) MESES

6 CONCLUSIÓN

6 CONCLUSIÓN

En cumplimiento del último párrafo del Artículo 125.1 del Reglamento General de Contratación se manifiesta que el presente Proyecto comprende una obra completa en el sentido exigido en el Artículo 58 del citado Reglamento, ya que comprende todos y cada uno de los elementos que son precisos para la utilización de las obras, siendo susceptibles de ser entregadas al uso público.

Madrid, enero de 2007

El Director de las Obras

El Ingeniero Autor del Proyecto

Fdo.: Juan Miguel Díaz Rodríguez
I.C.C.P.

Fdo.: Isabel Sánchez López
I.C.C.P.