

DIPUTACION GENERAL DE ARAGON

Departamento de Ordenación Territorial,
Obras Públicas y Transportes

DIRECCION GENERAL DEL AGUA

CLAVE

33.P.03

TIPO DE ESTUDIO

PROYECTO

REF. CRONOLOGICA

06 / 98

CLASE

MODIFICACION Nº 1

TITULO BASICO

**PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA ESTACION
DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES DE TERUEL**

PRESUPUESTO ADICIONAL LIQUIDO:

187.729.288,- Ptas.

PRESUPUESTO TOTAL LIQUIDO:

1.152.886.675,- Ptas.

AUTOR:

D. VICTORINO ZORRAQUINO LOZANO

TOMO III

Anejos 5 a 9

ANEJOS

ANEJO N° 5

ESTUDIO DE EXPLOTACION

INDICE



I MEMORIA SOBRA LA ORGANIZACIÓN Y PRESTACION DEL SERVICIO



II ESTUDIO ECONOMICO

I

**MEMORIA SOBRE LA
ORGANIZACION Y PRESTACION
DEL SERVICIO DE EXPLOTACION**

INDICE:

1.- RELACION DE PERSONAL

- 1.1. ORGANIGRAMA DEL SERVICIO
- 1.2. DESCRIPCION DE FUNCIONES
- 1.3. HORARIOS Y TURNOS DE TRABAJO
 - 1.3.1. TURNOS DE TRABAJO DE LOS OPERARIOS DE EXPLOTACION

2. EXPLOTACION Y MANTENIMIENTO:

2.1. EXPLOTACION

2.1.1 MEMORIA DE EXPLOTACION

LINEA DE AGUA

LINEA DE FANGO

LINEA DE GAS

2.1.2. CONTROL DEL PROCESO

2.2. MANTENIMIENTO Y CONSERVACION DE LAS INSTALACIONES

2.2.1 OBJETIVOS DE MANTENIMIENTO

2.2.2. CONSERVACION DE LAS INSTALACIONES

2.2.3. MANTENIMIENTO PREDICTIVO

2.2.4. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

2.2.5. MANTENIMIENTO CORRECTIVO

2.2.6 PLAN DE LUBRICACION Y ENGRASE

2.2.7. CONTROL OPERACIONES DE MANTENIMIENTO

3. CONTROL ANALITICO

.3.1. PROGRAMA DE ANALISIS DE LABORATORIO

3.2. CONTROL MICROBIOLOGICO

4. INSPECCIÓN Y CONTROL ADMINISTRATIVO

5. SEGUROS

6. SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO

1.- RELACION DE PERSONAL

1.1. ORGANIGRAMA DEL SERVICIO:

CADAGUA ha estudiado un organigrama del Personal necesario y suficiente para una correcta Explotación y Mantenimiento del Sistema de Saneamiento y Depuración de Teruel.

Al frente del Servicio, y como Jefe de la Planta, habrá un Técnico Superior con la experiencia suficiente para hacer frente a la responsabilidad que entraña un servicio público como el que se concursa.

De esta forma la estructura de personal para el Mantenimiento y Funcionamiento del Sistema de Saneamiento y Depuración de Teruel es la siguiente:

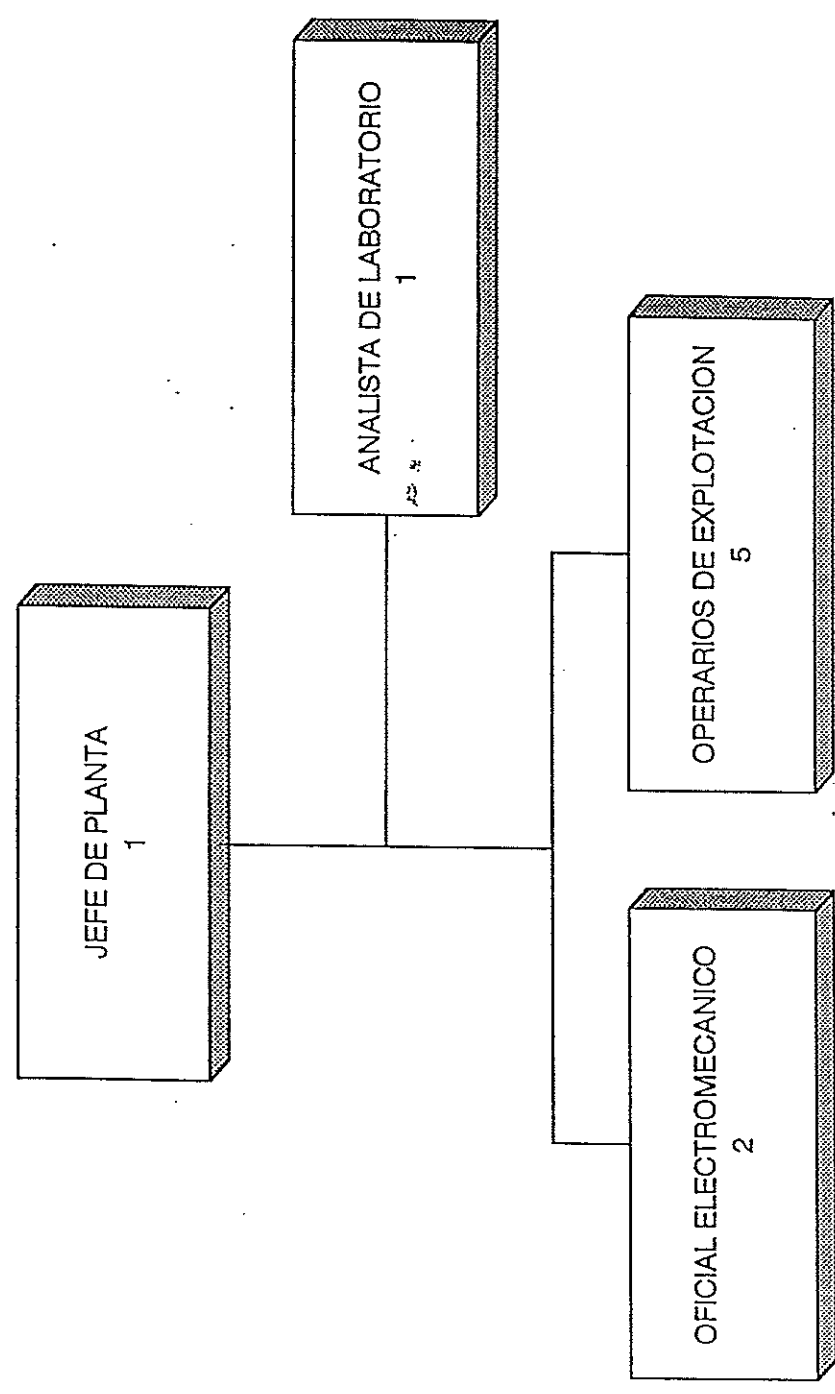
	Director del Contrato	:
1	Jefe de Planta	:
1	Analista de laboratorio	
2	Oficiales de Electro-Mecánicos	
5	Operarios de Explotación	
9	Total	

La planta depuradora de Teruel permanecerá cerrada durante la noche, con la presencia de un guarda para avisar al responsable en caso de que exista algún problema en el proceso.

A continuación adjuntamos el organigrama del personal propuesto para el Servicio de Funcionamiento y Mantenimiento del Sistema.

ORGANIGRAMA DEL SERVICIO

E.D.A.R. TERUEL



Si por razones anómalas del Servicio , actuaciones de urgencia o de algún tipo no común en el desarrollo de la Explotación, CADAGUA recurriendo a sus oficinas centrales y delegaciones, así como a nuestra empresa matriz FERROVIAL tiene la suficiente capacidad técnica y humana para afrontar cualquier situación anómala.

En el estudio del personal necesario y suficiente para un correcto funcionamiento del Servicio, se ha tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

- * Siempre que sea posible se reclutará personal especializado de la zona.
- * Todo el personal contratado recibirá una especificación del puesto de trabajo que detallará las funciones de las que son responsables. Asimismo, se especificará para cada puesto de trabajo las cualificaciones técnicas y la experiencia necesaria.
- * Todos los trabajadores recibirán una formación continuada tanto externa como interna, a través de la experiencia de CADAGUA, en función de las necesidades de supuesto de trabajo.
- * A efectos de necesidad de personal, también se tendrá en cuenta la coordinación de los diferentes trabajadores en caso de bajas o vacaciones, y que éstas se disfruten en los períodos de menor carga del Servicio y necesidades.
- * Dentro de este apartado de personal se cumplirá toda la legislación y se proporcionará un ambiente de trabajo seguro para sus empleados y para la comunidad local.

- * La distribución del personal se efectuará según la especialidad y la necesidad del servicio, procurando no alterar la ubicación y categoría del operario, salvo decisión expresa del mismo o por mutuo acuerdo.

- * Anualmente se realizará una revisión a cada uno de los empleados con el fin de evaluar su rendimiento individual y establecer objetivos específicos para el siguiente período de revisión. De esta forma, se pretende examinar las especificaciones individuales de los puestos de trabajo y compararlas con los rendimientos reales, determinando las necesidades de formación y posibilidades de desarrollo.

Además, CADAGUA en el caso de resultar adjudicataria del Servicio de Explotación de la E.D.A.R. de Teruel, ofrece a la Administración, toda su estructura de sus distintos Departamentos (Explotación y Mantenimiento, Ingeniería de aguas, Ingeniería de Obra Civil, Cuadro Jurídico y Financiero, etc..), con personales altamente preparadas, tanto en sus delegaciones de la Zona como Oficina Central , así como Laboratorios Centrales de control análisis y ensayos.

FORMACIÓN DEL PERSONAL

CADAGUA es consciente de la importancia de la formación del personal de planta como el mejor medio para mejorar el funcionamiento de las instalaciones.

En este sentido, CADAGUA en base a su amplia experiencia en Explotación y Mantenimiento de Estaciones depuradoras de aguas residuales y Estaciones de Tratamiento de Agua Potable, llevará a cabo cursos de formación teóricos - prácticos del personal operador en las mismas instalaciones de planta.

Se realizará un entrenamiento práctico tanto de los colectivos incorporados al inicio de la concesión, como de los ya existentes, mediante el trabajo en planta , bajo tutela y ayuda del personal de la misma categoría más cualificado y experimentado propio de CADAGUA

1.2. DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES:

DIRECTOR DEL CONTRATO:

El cargo de Director de Contrato será desempeñado por el Delegado de zona de CADAGUA. Sus labores más significativas en cuanto a este Servicio se refiere serán las siguientes:

- Será el máximo responsable del Servicio
- Se encargará de las relaciones con la Administración contratante.
- Supervisará la gestión del Servicio, efectuando reuniones periódicas con el Jefe de Planta, en las que valorarán los resultados obtenidos, problemas de proceso, soluciones, etc..
- Coordinará y gestionará todo el potencial de CADAGUA en apoyo a la Explotación y Mantenimiento del Servicio.
- Su dedicación será a tiempo parcial

JEFE DE PLANTA:	
Titulación:	Ingeniería Técnica Especialista en Tratamiento de Aguas
Dedicación:	A tiempo completo, jornada partida.
Funciones:	- Será el responsable directo frente a la Administración del cumplimiento de las obligaciones derivadas del Servicio. - Su dedicación será total y necesariamente exclusiva. - Atenderá las relaciones con los Servicios Técnicos de la Administración. - Supervisará el cumplimiento exacto de los partes internos de funcionamiento de la EDAR por el personal a su cargo, así como la documentación de trabajo y control. - Supervisará y ajustará los parámetros del proceso de tratamiento con el fin de garantizar los resultados a obtener y optimizar el rendimiento de las instalaciones. - Dirigirá y supervisará los trabajos de mantenimiento y conservación de acuerdo a los programas establecidos.

- Resolverá con el personal que tenga a sus órdenes, o con las asistencias externas necesarias en su caso, todas aquellas averías y anomalías que surran en la explotación.
- Tendrá a su cargo la jefatura del personal del Servicio, estableciendo las normas internas y fijando los aspectos de organización necesarios.
- Informará a la Administración de forma inmediata acerca de cualquier anomalía detectada en el agua (bruta o tratada) o de cualquier incidencia en las instalaciones de la E.D.A.R.
- Cuidará del estricto cumplimiento de la normativa en materia de Seguridad e Higiene en el trabajo.
- Realizará de acuerdo a los datos de los partes internos de control, los informes periódicos y/o extraordinarios que debe remitir a la Administración, suscribiéndolos con su firma.
- Tendrá a su cargo la solicitud de ofertas de suministros, materiales o requisitos, la realización de pedidos y recepción de los mismos.
- Suscribirá las propuestas razonadas de mejora que considere oportunas, así como de reposiciones y reparaciones extraordinarias que a su juicio deban realizarse para el funcionamiento óptimo de las instalaciones.
- Recabará de los departamentos técnicos de CADAGUA los asesoramientos que precise para el mejor desarrollo de su misión.
- Adecuará los programas de mantenimiento preventivo establecidos para reducir al máximo las posibles averías y/o las interrupciones en el funcionamiento de las instalaciones.

- Atenderá a los cambios por bajas el calendario laboral, asegurando en todo momento los servicios mínimos necesarios.
- Establecerá los límites operacionales del personal a su cargo en casos excepcionales.
- Cuidará la formación técnica de todo el personal a su cargo, especialmente en la comprensión de los procesos que se desarrollen en la EDAR
- Fijará las líneas de Explotación y Mantenimiento
- Coordinará las operaciones de mantenimiento preventivo y de proceso, de acuerdo con los resultados obtenidos en planta.
- Cursará las oportunas ordenes a los equipos correspondientes, para adecuar los distintos parámetros variables del proceso, con el fin de obtener los valores óptimos, de acuerdo con los resultados obtenidos en el Laboratorio.
- Controlará los parámetros del proceso productivo, elaborando una guía de actuaciones para corregir las desviaciones mas comunes.
- Definirá las necesidades analíticas básicas para el control del proceso
- Indicará la forma de llevar a cabo la vigilancia, operaciones de Mantenimiento y reparación de averías ocasionada en las instalaciones

ANALISTA DE LABORATORIO:	
Titulación requerida:	Licenciado en Ciencias Biológicas o Químicas, o Farmacia
Dedicación:	A tiempo completo, jornada continuada
Dependencia:	Directa del Jefe de Planta
Funciones:	
- Tomará las decisiones relativas al proceso de tratamiento en ausencia del Jefe de Planta - Será responsable de la realización de todos los análisis establecidos en el programa de análisis y de su traslado a los partes o libros de control. - Establecerá y será responsable de los análisis internos necesarios para el control del proceso de tratamiento. - Será responsable de la calidad y fiabilidad de los resultados analíticos obtenidos en el laboratorio de la EDAR, del cumplimiento de los métodos de análisis standard de la American Public Health Association. - Deberá realizar todos aquellos estudios que puedan resultar de utilidad para la mejora del proceso de tratamiento, su optimización o la resolución de las incidencias que pudieran presentarse. - Controlará la población de microorganismos del proceso de depuración que se lleva en la planta, mediante control visual con microscopio, a fin de obtener una relación directa y rápida entre distribución de poblaciones y estado de los microorganismos, así como la relación entre esta distribución de población y los niveles de depuración que se desean alcanzar o mejorar.	

OFICIAL ELECTROMECHANICO:	
Personal adscrito:	- 1 oficial de mantenimiento mecánico - 1 Oficial de mantenimiento eléctrico y/o electrónico.
Dedicación:	A tiempo completo. Jornada continua. Localizables en caso de emergencia.
Dependencia:	Directa del Jefe de Planta
Funciones:	
- Control y realización de operaciones de mantenimiento preventivo y correctivo. - Realización de trabajos de reparación. - Colaboración en la reparación de aquellas averías que por su entidad deban efectuarse por personas o empresas ajenas a la E.D.A.R. - Calibración de equipos de control y medida. - Realizará un programa de inspección y vigilancia permanente de equipos e instalaciones, con previsión sobre la vida normal útil de los mismos y su programa de sustitución. - Mensualmente realizará un informe global en el que se refleje todas las incidencias recogidas durante ese periodo. - Introducirá en la ficha historial de la máquina los datos correspondientes para un mejor control de puntos de averías, cadencias, reparaciones, etc.	

OPERARIOS DE EXPLOTACION:	
Persona adscrito:	5 personas
Dependencia:	Directa del Jefe de Planta
Dedicación:	A tiempo completo. Turnos.
Funciones:	
- Realizarán las labores propias de Explotación, de acuerdo con las indicaciones del Jefe de Planta y según la Memoria de Explotación establecida. - Vigilara el estado y funcionamiento de los equipos; cumplimentado el Parte de Averías e incidencias - Manipular el proceso de secado de fangos, asegurando en todo momento, la máxima producción y operatividad de las instalaciones - Toma de muestras; agua y fango. - Preparación, dilución y dosificación de reactivos. - Cuidado de la limpieza y estado general de conservación de la Planta - Colaborar en los montajes y desmontajes de mantenimiento. - Operaciones de carga y descarga - Vigilancia y guardería nocturna - Cumplimentación de partes diarios de Explotación. - Realizar las tareas de medición de parámetros para el control del proceso	

1.3. HORARIOS Y TURNOS DE TRABAJO:

Según la estructura de personal propuesto, a continuación indicamos los horarios y turnos de trabajo a realizar para cada uno de los trabajadores:

PERSONAL	HORARIO	DIAS SEMANA
JEFE DE PLANTA	8,30 h - 18 h	Lunes -Viernes
ANALISTA DE LABORATORIO	8 h - 15 h	Lunes -Sábado
OFICIALES ELECTROMECHANICOS	8 h ² 15 h	Lunes- Sábado
OPERARIOS DE EXPLOTACION	Continuo 7 h- 23 h	Lunes-Sábado

El Jefe de Planta , como responsable de Servicio, podrá ser localizado en cualquier momento para poder hacer frente a cualquier situación extrema.

1.3.1. TURNOS DE TRABAJO DE LOS OPERARIOS DE EXPLOTACION:

La estructura de personal propuesta se compone de un Equipo de Explotación formada por 5 operarios. Los operarios de Explotación trabajarán a turnos rotativos semanales - mañana y tarde.

Horario de los turnos:

TURNOS DIARIOS DE TRABAJO	HORARIO Lunes-Sábado
TURNO MAÑANA	7H - 15 H
TURNO TARDE	15 H 11 H

En cada uno de los turnos de trabajo - mañana y tarde - existirán dos operarios de explotación, quedando en quinto como correturnos.

Asimismo, se debe indicar que los Oficiales de Mantenimiento coordinados entre ellos y con el Jefe de Planta, estarán en Servicio de guardia o retén de modo que puedan ser localizados en cualquier momento, en caso de situaciones de urgencia.

2. EXPLOTACION Y MANTENIMIENTO:

El objetivo principal de una Estación depuradora de aguas residuales es conseguir unos rendimientos en el tratamiento de las mismas, que sean acordes con la legislación vigente y a unos costos económicos, sociales y medio ambientales mínimos.

Las tareas fundamentales que se han de llevar a cabo en la EDAR son las siguientes:

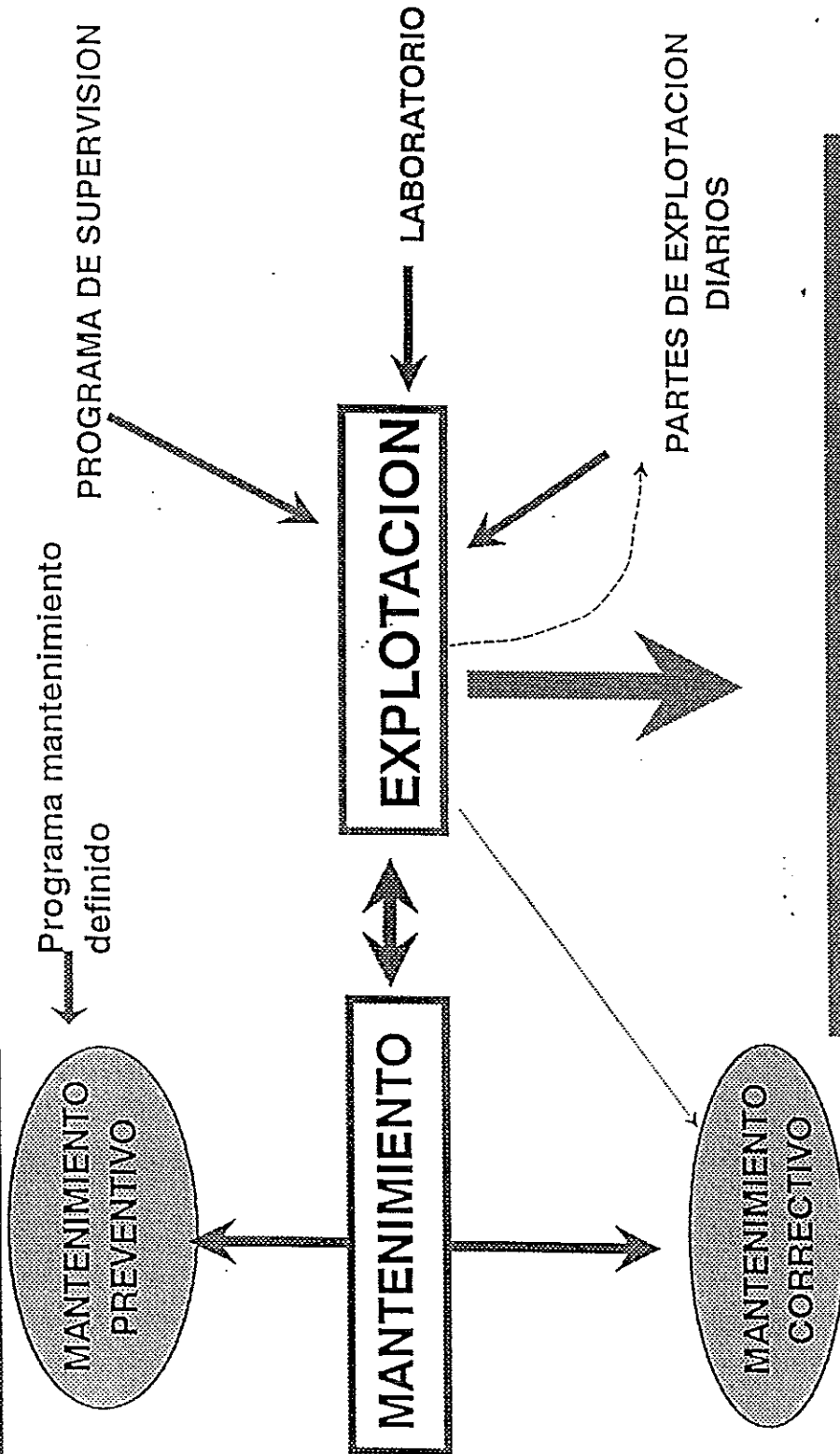
1.- Mantenimiento y Conservación de equipos e instalaciones:

- * Electromecánicas
- * Obra Civil
- * Servicios complementarios.

2.- Explotación de esos equipos e instalaciones para alcanzar los objetivos previstos.

3.- Administración ; control y seguimiento de la marcha económica.

COORDINACION: EXPLOTACION-MANTENIMIENTO
FLUJOS DE INFORMACION



COORDINACION DEL PROCESO

2.1. EXPLOTACION

La Explotación es la fase final del proceso de depuración y tiene como objetivo armonizar todos los medios humanos, equipos e instalaciones, energía y reactivos, a fin de transformar el agua bruta en un agua residual que cumpla las legislaciones vigentes, con una máxima reducción de los parámetros de depuración , y todo ello con un coste mínimo.

Las principales actuaciones de Explotación se pueden englobar en los siguientes puntos:

- * Definición, realización y control de los parámetros básicos de operación en los equipos y elementos instalados en la E.D.A.R.; para conseguir una máxima productividad del proceso depurador de acuerdo con las características del agua bruta.
- * Verificación del buen funcionamiento de los equipos y elementos instalados ; coordinación con el equipo de mantenimiento.
- * Limpieza de las instalaciones.
- * Obtención de fango seco, libre de olores y en condiciones óptimas para su posterior evacuación.
- * Gestión y control de residuos generados en el proceso depurador.

ACTUACION:

Los trabajos correspondientes a tareas de Explotación serán realizadas por los Operarios de Planta.

La estructura del personal propuesta se compone de un Equipo de Explotación formada por 5 operarios . Como se ha detallado en el Documento de Personal, los operarios de Explotación trabajarán a turnos rotativos (mañana y tarde)

A continuación se indica las operaciones básicas de Explotación para cada una de las líneas de tratamiento de la E.D.A.R.:

2.1.1. MEMORIA DE EXPLOTACION

2.1.1.1. LINEA DE AGUA:

Las operaciones básicas de Explotación en cada una de las zonas de tratamiento son las siguientes:

Pretratamiento:

Estación de bombeo:

- Comprobar estado de las bombas.
- Comprobar consumos
- Verificar el funcionamiento del automatismo.

Obra de llegada:

- Maniobra compuertas de aislamiento y by-pass, en caso de averías o cortes eléctricos previamente comunicados.
- Identificación de vertidos mediante la observación de las características del agua (color, presencia de materiales, grasas, etc..) toma de muestra e información inmediata al Jefe de Planta.
- Supervisión del funcionamiento electromecánico.

- Limpieza exterior.
- Realizar la toma de muestras con la frecuencia indicada en el control analítico del proceso.
- Comprobar el correcto funcionamiento del tomamuestras automático instalado en la entrada de agua bruta

Rejas de predesbaste, rejas de gruesos y finos (tamices):

- Limpieza manual de rejas de gruesos; en su caso
- Inspección de colmatación.
- Inspección del programa de funcionamiento
- Inspección electro-mecánica
- Limpieza de peine y rejas; manteniendo libre de trapos y madejas.
- Limpieza de cinta de objetos adheridos
- Limpieza de muros y compuertas.
- Vigilar el nivel de aceite hidráulico.
- Limpieza de las mallas del tamiz y eliminación de los rollos de residuos que se formen en el tamiz.

Desarenadores:

- Inspección electro-mecánica del funcionamiento de las bombas y clasificador de arenas
- Inspección de la acumulación de arenas.
- Cuidado de la limpieza y aspecto exterior.
- Vigilancia que el ciclo de funcionamiento se cumpla según lo establecido.

Lavado de arenas:

- Vigilar el correcto funcionamiento del clasificador de arena
- Comprobación de ruidos
- Repartir la arena depositada en los contenedores con el fin de aprovechar al máximo su capacidad.

Separador de grasas y flotantes:

- Vigilar el correcto funcionamiento del sistema de extracción de grasas y flotantes .
- Control del llenado de contenedores y las purgas de los mismos a fin de que el transporte posterior a vertedero sea con la menor cantidad de agua posible.

Cuadros locales:

- Comprobación varias veces por turno de todas las indicaciones de los cuadro sinópticos, el funcionamiento correcto de las lámparas y de las indicaciones de servicio de las máquinas y su consumo.
- Cuando haya una máquina reserva de otra se la alternará una vez por turno.
- Información al Servicio de Mantenimiento de los elementos estropeados.

Tratamiento físico-químico:**Cámaras de coagulación-floculación:**

- Comprobar funcionamiento de los electroagitadores.
- Comprobar la distribución de agua en los dos canales de tratamiento.
- Verificar automatismo de las dosificaciones según las indicaciones del Jefe de Planta.
- Comprobar cuadros locales.
- Limpieza de la zona.

Decantadores primarios:

- Regulación de caudal de entrada a cada uno de los decantadores; mediante maniobra de compuertas o comandos desde cuadro local, consiguiendo el máximo equirreparto.
- Inspección del funcionamiento de los moto-reductores de tracción de los sistemas de arrastre de fangos.
- limpieza de flotantes: Inspección que el pozo de recogida no esté lleno.
- Limpieza de canaleta de recogida de agua.
- Toma de muestras, según programa de laboratorio
- Comprobar funcionamiento de las purgas de fango.
- Comprobar y en su caso cambiar los tiempos de accionamiento de las purgas
- Comprobar la correcta señalización en cuadro sinóptico local.

Reactores biológicos.

- Limpieza y aspecto exterior.
- Comprobación y anotación de niveles de oxígeno disuelto.
- Inspección del funcionamiento de soplantes/aeradores.
- Comprobación de voltajes y amperajes.
- Comprobación del nivel de aceite y temperatura
- Comprobar ruido y vibración de cada una de los soplantes/aeradores.

Decantación secundaria:

- Regulación del caudal de entrada a cada uno de los decantadores, mediante el cierre o apertura de compuertas. Esta operación , en ausencia de caudalímetros se realizará observando el caudal de agua sobre el vertedero en el canal de salida del efluente de los clarificadores.
- Actuar en la compuerta de entrada de cada clarificador a fin de tranquilizar el mismo y que las corrientes de densidad dejen de aflorar a la superior.
- Inspección del funcionamiento del moto-reductor de tracción del puente.
- Limpieza de flotantes.

- Comprobar la existencia o no de levantamiento de fangos.
- Comprobar el funcionamiento de purgas.
- Comprobar el cuadro de señalización de zona.
- Mantener el clarificador limpia de algas.
- Vigilar el correcto funcionamiento de los caudalímetros situados en los vertederos de salida.
- Comprobar el correcto funcionamiento de captación de agua para la planta industrial, así como la detección de ruidos y vibraciones anormales.

LINEA DE FANGO:**Purga de fangos y recirculación:**

- Comprobar el correcto funcionamiento de la programación de purga de fangos.
- Comprobación del funcionamiento electromecánico
- Comprobación de voltajes y amperajes.
- Comprobar los niveles de engrase.
- Limpieza y aspecto exterior.

Espesadores de fangos:**En los espesadores:**

- Procurar que el reparto del fango a cada uno de los espesadores sea lo mas uniforme posible
- Inspección de objetos flotantes y su retirada en espesadores, si procede.
- Limpieza de canaleta de recogida de sobrenadante.
- Inspección del funcionamiento electromecánico de moto-reductores centrales en espesadores .

- Nivel de engrase
- Comprobación del sobrenadante.
- Observación de la altura del manto en el espesador.
- Verificar la programación de purga de fangos

Digestión y agitación:

- Limpieza y aspecto exterior
- Inspección electromecánica
- Comprobación de voltajes y amperajes
- Maniobra de válvulas
- Comprobar que la temperatura del agua de refrigeración no llega a 35°C
- Comprobación de reboses
- Nivel de engrase.
- Toma de muestras.

Deshidratación del fango estabilizado: Centrífugas ó filtros banda.

- Supervisión del funcionamiento electromecánico.
- Preparación de reactivos.
- Dosificación de reactivos.; según indicación del Jefe de Planta
- Limpieza y aspecto exterior.
- Limpieza de los equipos al finalizar las operaciones diarias
- Maniobra de válvulas
- Toma de muestras
- Supervisar el buen funcionamiento de las centrífugas..
- Revisar la retirada de sólidos.
- Comprobación del funcionamiento electromecánico
- Comprobación de vibraciones y temperatura al tacto
- Control de las cintas transportadoras de fango
- Comprobar llenado del silo de almacenamiento de fangos deshidratados

LINEA DE GAS:**Linea de gases, quemador y caldera:**

- Limpieza y aspecto exterior
- Inspección electromecánica.
- Drenajes

CUADROS LOCALES:

- Se comprobará que las señales son correctas, el consumo de las máquinas es el adecuado
- Por norma general, cuando haya una máquina en reserva de otra , se alternarán una vez por turno.

2.1.2. EXPLOTACION: CONTROL DEL PROCESO

El objetivo de Explotación en una EDAR es la definición de los parámetros de funcionamiento de la planta, tales como: régimen de funcionamiento de rejas en predesbaste, variación de sistema de aprotación de oxígeno, frecuencia de purgas de fangos, % recirculación de fangos, purgas en espesamiento de fangos, dosificación de polieletrolito en la deshidratación de fangos, horas de funcionamiento del sistema de secado de fangos, etc..

El Jefe de Planta será el responsable de la fijación de dichos parámetros de funcionamiento, para ello contará con la siguiente información:

1. Partes diarios de LABORATORIO

- Análisis de agua bruta
- Análisis tratamiento biológico
- Análisis agua decantada
- Análisis de agua de salida

- Análisis de fangos
- Análisis de fangos espesados
- Análisis de fangos digeridos
- Análisis Fangos en secado

2.-

Caudales de Entrada de agua bruta::

- Caudal medio diario

- Caudal punta diario

Caudales de agua tratada de salida:

- Caudal medio diario

- Caudal punta diario

Caudales de fango:

- Recirculados

- Fangos en exceso

~ Espesados

O₂ disuelto en reactores biológicos.

Temperatura de digestor (S.Variante)

Presión de gas en digestor /S.Varaiante)

Presión de gas en gasómetro (S.Variante)

Consumo de energía planta

Consumo de agua industrial

3.-

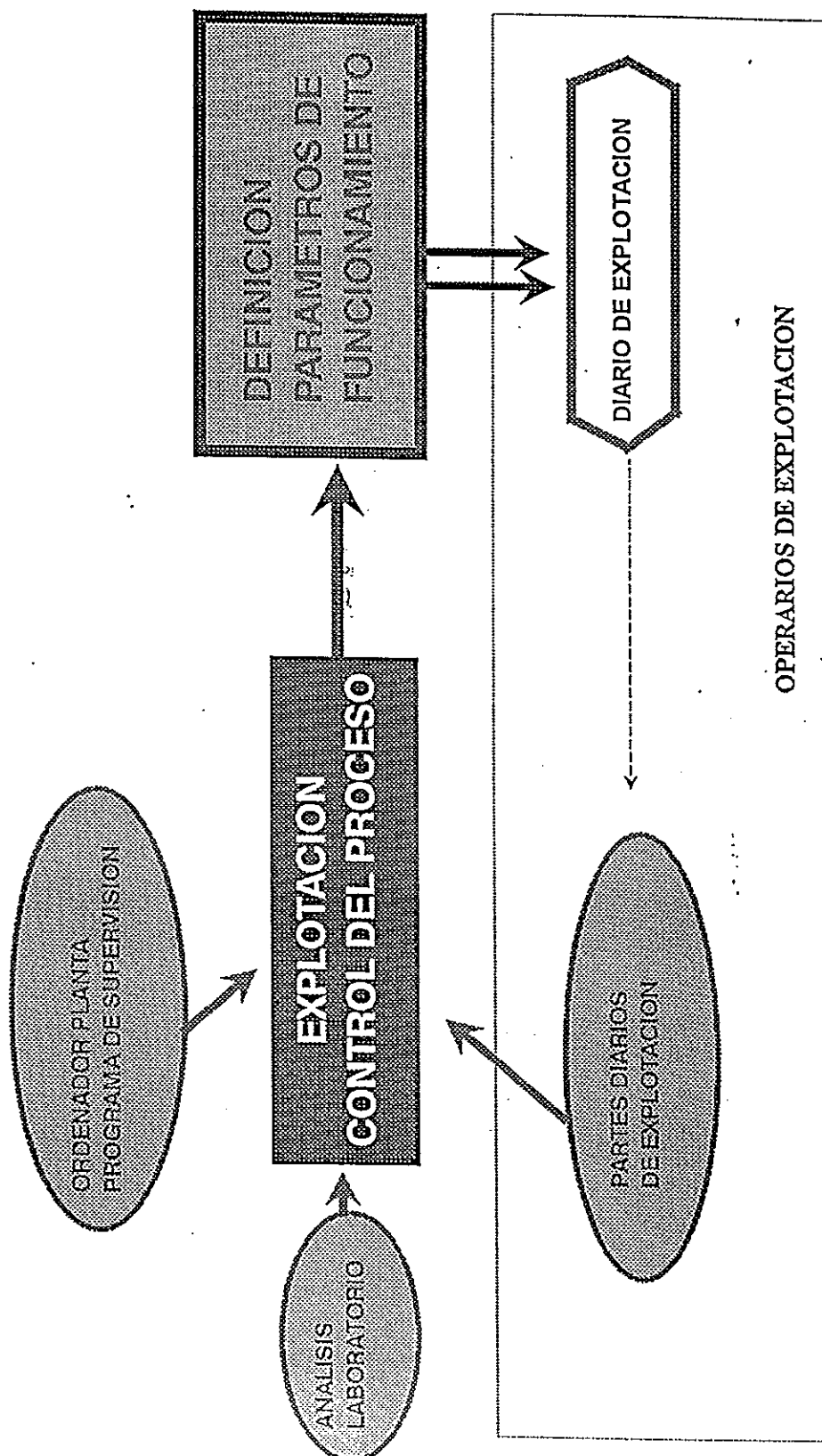
Los operarios de Explotación, al finalizar su turno de trabajo, rellenarán diariamente los partes de Explotación. En dichos partes se recogerán las líneas básicas de funcionamiento de la planta tales como; frecuencia de limpieza de rejillas, purgas, unidades en servicio, niveles de O_2 en canales, dosificación de reactivos -consumo total-, consumos eléctricos de equipos mas relevantes, llenado de contenedores, apreciaciones visuales en calidad de agua, vertidos extraños, calidad de sobrenadantes, etc..

Los partes de explotación, que se realizarán en cada turno de trabajo, deberán recoger los parámetros de funcionamiento más importante que den una idea clara del proceso al Jefe de Planta. Se elaborará un parte de Explotación para cada uno de los turnos de trabajo; se rellenarán por el operario de mayor categoría.

El Jefe de Planta verificará la información del parte realizando rondas periódicas por planta.

Asimismo, los operarios de explotación al finalizar su turno de trabajo deberán informar en el parte de Averías las incidencias o anomalías detectadas en los equipos de su zona de trabajo. El Equipo de Mantenimiento serán los encargados de resolver las averías.

EXPLOTACION:



DIARIO DE EXPLOTACION:

Por otra parte, existirá una retroalimentación de información por parte del jefe de Planta al equipo de Explotación indicando los parámetros de funcionamiento de la planta; tales como Caudal máximo de entrada a pretratamiento; n° de lavados de bombas de arena, n° y tiempo de espera de purgas en decantadores, y clarificadores; funcionamiento de espesador, funcionamiento del sistema de aeración; dosificación de reactivos, etc....

A continuación se adjunta una ficha tipo que rellenará diariamente el Jefe de Planta en el que se recogen las instrucciones a seguir por los operarios de explotación (en los tres turnos de trabajo) para el control del proceso.

Dicha ficha tipo se ha realizado de manera aproximada según los parámetros mas relevantes del proceso, sin embargo una vez iniciada la explotación de la planta con un conocimiento mas exhaustivo de las instalaciones y su proceso, se corregirá o ampliará dicho Diario según las necesidades del Jefe de Planta.

Cadagua

E.D.A.R. Teruel

PARTE DE EXPLOTACION

TURNO.....FECHA.....

 PRETRATAMIENTO:

Se alivió agua bruta:

Vertidos extraños

Se limpió rejillas de predesbaste:

Consumo bombeo agua bruta

Nº bombas funcionamiento/horas

Tamices en Servicio

Llenado de contenedores

Nº lavados bombas de arenas

Purgas de fondo

 TRATAMIENTO FISICO-QUIMICO

Caudal de tratamiento

Dosificación de Cal/consumo

Dosificación de Cl_3Fe /consumo

Dosificación de Polielectrolito/consumo

DECANTACION PRIMARIA:

Nº Purgas

Calidad del sobrenadante



TRATAMIENTO BIOLÓGICO:Nivel de O₂ en cubas (ppm)

Caudal de aire en canales(%)

Consumo turbinas/soplantes

Purga a clarificadores

Calidad de agua de salida

 ESPEADOR

Tiempo de purga

Tiempo de espera

Nivel de manto de fango

Concentración de la purga

Calidad de sobrenadante

DIGESTION: (S.Variante)

Alimentación

Agitación

Presión en m/m.c.a.

Espumas

Reboses

Dosificación de Cl₃Fe

Nivel de fangos en secundario

Temperatura de calderas

 LINEA DE GAS:

Presión de línea

Presión de esferas

N° Purgas

Caudalímetro de gas.

SECADO DE FANGOS:

Nº Centrífugas/ filtros banda en funcionamiento

consumo Polielectrolito

Producción de Fango Deshidratado (M³)

Consumo centrífugas/filtros banda

Llenado Silo almacenamiento de fango deshidratado

Evacuación de fango

PERSONAL:

Faltas en el equipo

Uso de furgoneta: Km

OBSERVACIONES:

.....

.....

.....

.....

.....

Firmado:

Operario de Explotación

Jefe de Planta

2.2. MANTENIMIENTO Y CONSERVACION DE LAS INSTALACIONES:

2.2.1 OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO

CADAGUA efectuará un plan de mantenimiento en la E.D.A.R. de Teruel mediante un programa de control de funcionamiento, sustitución de piezas y lubricantes, evitando de este forma que se produzcan averías.

La vida útil de los equipos dependen de unas buenas previsiones y realizaciones de las operaciones de mantenimiento en sus tres aspectos; Predictivo, Preventivo, y correctivo. Estos tres aspectos se podrían definir como un conjunto de Actos Técnicos necesarios para asegurar la buena marcha de las instalaciones.

OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO:

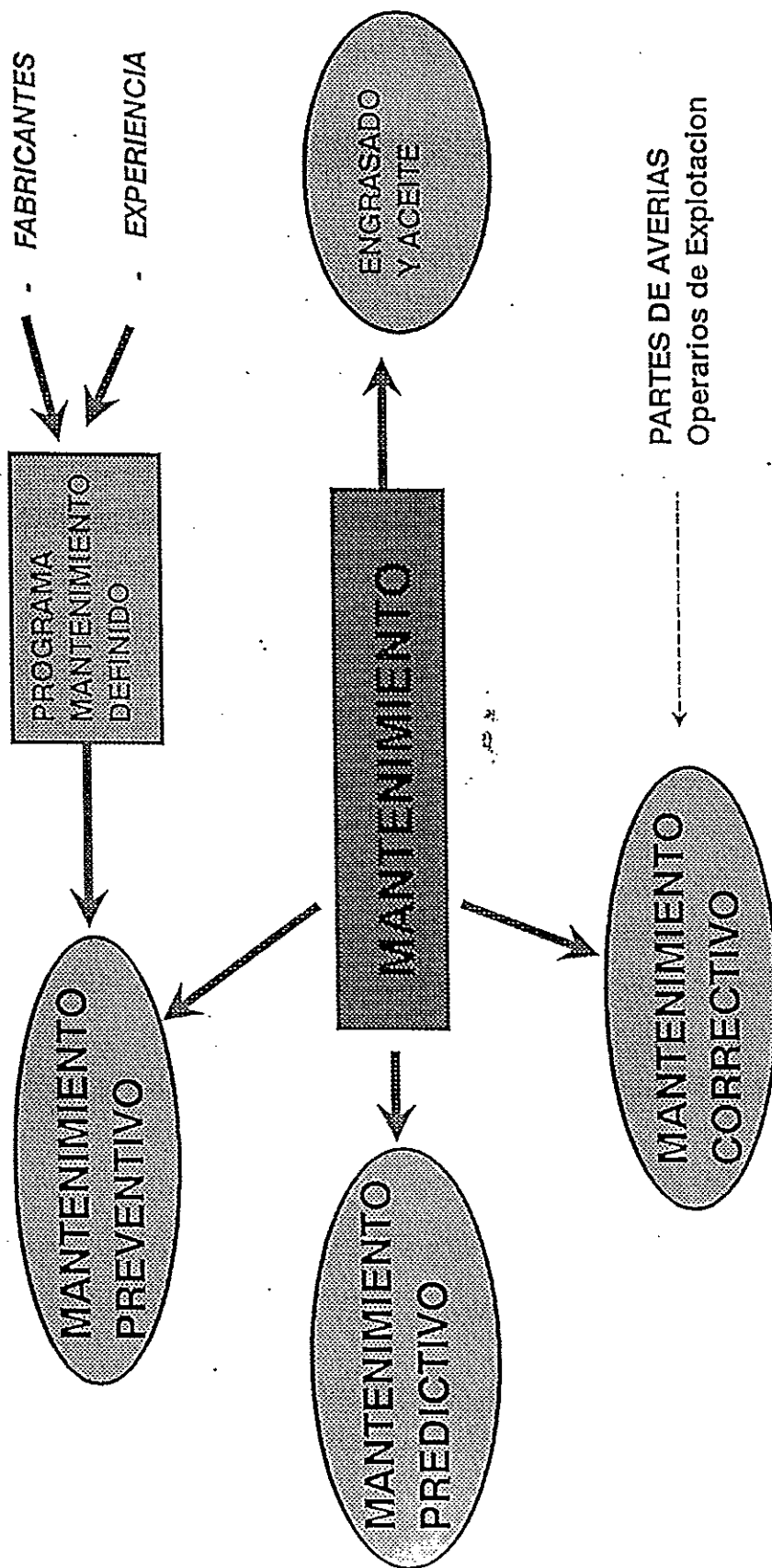
- Mantener en funcionamiento la E.D.A.R. de forma ininterrumpida, de modo que se obtenga una calidad del agua depurada acorde con la reglamentación vigente.
- Limitar en el tiempo el envejecimiento del material debido a su funcionamiento.
- Reducir costes de reparación al intervenir en el momento adecuado.
- Disminuir al máximo el tiempo de parada de avería.
- Asesorar las decisiones para la determinación y gestión de repuestos, y política de inversiones.
- Reducir los costes de Explotación; consumos eléctricos elevados, reposición de equipos, etc..

Una vez definidos los objetivos de MANTENIMIENTO; hay que establecer las Actividades y medios disponibles para llevarlo a cabo

PLAN DE MANTENIMIENTO

ACTUACIONES	OBJETO	MEDIOS
- MANTENIMIENTO PREVENTIVO	- EQUIPOS MECANICOS - EQUIPOS ELECTRICOS - INSTRUMENTACION Y CONTROL	- PERSONAL TECNICO CUALIFICADO - CONOCIMIENTO EXHAUSTIVO DE LA E.D.A.R. - FICHAS Y MANUAL DE OPERACIONES Y MANTENIMIENTO PROPIO DE LA E.D.A.R.
- MANTENIMIENTO PREDICTIVO	- OBRA CIVIL	- DOCUMENTACION PROPIA DE LA CASA SUMINISTRADORA
- MANTENIMIENTO CORRECTIVO		- LIBRO DE INSTRUCCIONES DE LOS FABRICANTES - EQUIPAMIENTO DE TALLER Y HERRAMIENTAS ADECUADAS - ALMACEN DE REPUESTOS Y SUMINISTROS - FICHAS CONTROL OPERACIONES Y MAQUINARIA - CONTROL INFORMATICO OPERACIONES DE MANTENIMIENTO
- CONSERVACION DE INSTALACIONES		

MANTENIMIENTO:



2.2.2. CONSERVACION DE INSTALACIONES:

CADAGUA conservará en perfectas condiciones de operación , de estética y de limpieza todos los elementos anejos a las infraestructuras:

- * Se mantendrá un servicio de limpieza de todas las instalaciones incluidas oficinas, despachos, mobiliarios y Servicios.
- * Se mantendrá en adecuadas condiciones la jardinería de interior de la Estación Depuradora.
- * Diariamente o esporádicamente en las épocas que sea necesario se procederá al riego de zonas ajardinadas.
- * Se repondrá inmediatamente todos aquellos elementos que puedan suponer riesgo de daños a terceros; como vallas de protección, tapas de registro, etc..
- * Los caminos de acceso a las infraestructuras se mantendrán en buenas condiciones.
- * Conservación de la Obra Civil; Estado de viales, edificios, tanques , tuberías, etc..
- * Se repintará, con la periodicidad que sea necesario, todos los elementos metálicos y edificios.

ACTUACION:

En principio, se puede considerar que el personal responsable de las operaciones propias de Conservación de instalaciones será el personal de Explotación (Operarios de Explotación)..

Los operarios de explotación realizarán los trabajos propios de conservación en su área de trabajo. El Jefe de Planta será responsable de la planificación de las labores específicas para garantizar el buen estado de estética y limpieza de todos los elementos anejos a las infraestructuras. Se ha considerado labor de trabajo de los operarios de Explotación por su continuidad en sus zonas de trabajo. Si bien, se establecerá una coordinación entre Explotación y Mantenimiento para facilitar y asegurar los trabajos de conservación en la E.D.A.R.

2.2.3.- MANTENIMIENTO PREDICTIVO:

El mantenimiento predictivo consiste en la realización de una serie de inspecciones en las máquinas para detectar cualquier anomalía antes de que se produzca la rotura o cese de funcionamiento.

Para ello se establecerá una vigilancia intensiva sobre las mismas para descubrir cualquier indicador de posible avería antes de que se produzca. Un ruido anómalo puede indicar un rodamiento en mal estado que debe cambiarse antes de que la máquina deje de operar.

El objetivo principal de un mantenimiento predictivo es prever lo que sucederá en cada una de las piezas que componen una máquina y la fecha que ésta puede romperse y dejar de funcionar. Con este conocimiento en el día determinado se cambiaría la pieza propensa a romperse, asegurando el funcionamiento continuado de la máquina y enviando todo problema de improvisación que conlleva una avería.

Sin embargo, es difícil conocer la vida real de las piezas que componen una máquina. Se podrá establecer la distribución de probabilidades y predecir de forma subjetiva las averías posibles

ACTUACIONES:

Los operarios de explotación en su trabajo diario, detectarán las irregularidades en el funcionamiento normal de los equipos, comunicándolo al equipo de mantenimiento en el parte de averías/anomalías. Estos partes serán revisados por el Jefe de Planta quien programará las prioridades de las revisiones o reparaciones necesarias, según la importancia de las mismas.

Asimismo, el equipo de mantenimiento aprovechando las visitas obligadas a los distintos equipos para las operaciones de mantenimiento preventivo, llevarán a cabo inspección de mantenimiento predictivo.

2.2.3.- MANTENIMIENTO PREVENTIVO:

Se considera mantenimiento preventivo a todas aquellas operaciones y trabajos a ejecutar, encaminados a un perfecto funcionamiento de la máquina, por el cumplimiento de una serie de programas que conseguirán que la vida de la máquina sea la prevista por el fabricante de la misma. Igualmente, se pretenderá y conseguirá reducir el número de averías a niveles muy bajos, de tal forma que no se altere en absoluto el normal funcionamiento del conjunto de la depuradora.

El mantenimiento preventivo ayuda al personal de mantenimiento a conservar el equipo en condiciones satisfactorias de funcionamiento y ayudan a detectar y corregir los defectos de funcionamiento antes de que se conviertan en problemas importantes.

Los trabajos de mantenimiento preventivo previsto se puede dividir en:

TRABAJOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
1. <i>LUBRICACION Y ENGRASE</i>	* Revisiones de comprobación de niveles e inspección visual * Cambios periódicos de aceites y filtros
2. <i>REVISIONES MECANICAS</i>	* Cambios periódicos de piezas, elementos normales de desgaste y conjunto de elementos de acuerdo con la estimación de vida útil prevista por fabricantes, contrastada con la experiencia
3. <i>REVISIONES ELECTRICAS INSTRUMENTACION</i>	

El mantenimiento preventivo de los equipos instalados en la EDAR se desarrollará a través de un programa establecido en que se detalle las operaciones y trabajos a realizar en cada máquina.

Para cada una de las máquinas instaladas, se establecerá un programa de actividades de mantenimiento preventivo , en las que se indique frecuencia de las operaciones.

Las Actividades de Mantenimiento se clasifican en:

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	ACTIVIDADES MECANICAS
	ACTIVIDADES ELECTRICAS
	ACTIVIDADES INSTRUMENTACION

ACTIVIDADES MECANICAS	Comprobación de ruidos, vibraciones y temperatura
	Comprobación nivel de aceite y estado del engrase
	Tensado
	Estopas
	Control de sondas
	Inspección general
	Inspección funcionamiento
	Revisión interior
	Anclajes y amarres
	Lecturas mecánicas
	Comprobar ventilación

ACTIVIDADES MECANICAS	Comprobación intensidades en condiciones nominales y regulación de relés térmicos-diferenciales
	Comprobar aislamiento
	Reapriete conexiones
	Control calentamiento cables
	Control contactos
	Comprobación medidas eléctricas
	Funcionamiento finales de carrera
	Limpieza exterior cuadros
	Limpieza interior cuadros
	Control electrofeno

ACTIVIDADES INSTRUMENTACION	Revisión de fusibles
	Comprobación conversión de señales
	Reapriete de tornillería
	Limpieza elemento primario de medición
	Comprobación funcionamiento de la línea de alimentación
	Estado registradores sobre gráfico.

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO:***Comprobación ruidos, vibraciones y temperaturas:***

Consiste en mantener un contacto con cada elemento de forma que, a través de la experiencia cotidiana, se ponga de manifiesto las anomalías de su origen. Para ello, se estimula al operario a apreciar diariamente los tipos de ruidos y vibraciones, así como la temperatura.

Control nivel de aceite o grasa:

A través de esta operación se pretende tener en cada momento el nivel óptimo de lubricación, evitando que por cualquier razón (fugas por retenes, mirillas, juntas, etc.) los elementos internos puedan gripar o producirse picado de las piezas.

Cambio de aceite:

La normativa se establece de acuerdo a dos ideas fundamentales, se aplican las recomendaciones de cada fabricante, y se efectúan análisis periódicos de la calidad y estado de los aceites. Con ello se persigue que el contenido en restos metálicos y humedad, está siempre por debajo de los límites tolerables y, por consiguiente, que la capa lubricante sea óptima.

Engrase:

Se efectúa una reposición periódica y programada del contenido de grasa, de forma que no se produzcan en ningún momento excesos ni deficiencias, cuidando en especial que la monotonía o el celo, ocasiones que el engrase sea demasiado abundante, por cuanto resulta en ocasiones más peligrosos que la carencia.

Control de sondas:

A las sondas de maniobra y lectura, se les efectuará una limpieza periódica, a fin de evitar errores de funcionamiento.

Inspección funcionamiento:

Esta operación controla que los elementos funcionen y cumplan su misión, asimismo en aquellos elementos normalmente parados se compruebe su estado de funcionamiento inmediato.

Limpieza exterior:

El aspecto estético de las instalaciones es una cuestión importante, en consecuencia se establece la programación de las limpiezas necesarias.

Lubricación:

Su objeto consiste en mantener la calidad de la grasa, por cuanto esa se desplaza de su superficie de contacto terminando por desaparecer la capa lubricante, realizándose entonces sólo la función de protección del ambiente. A fin de subsanar esta deficiencia, se añade aceite de forma periódica

Tensado y fricciones:

El buen funcionamiento de las transmisiones, viene determinado por un ajuste y alineación correcto de las correas, cadenas, etc. A tal fin se establece una inspección y control periódico de los mismos.

Estopadas:

En los equipos de bombeo, para su correcto funcionamiento, la estopada debe gotear, para que de esta forma se produzca su refrigeración, pero evitando que sea excesivo por lo que debe corregirse la presión de prensa en tal sentido.

En las válvulas se controlará que haya una completa estanquiedad, evitando a su vez posibles agarrotamientos.

Inspección General:

Consiste en establecer una inspección detenida de aquellos elementos cuya ruptura o desajuste es puntual, pero que viene precedida de un desgaste de percepción visual

Limpieza y revisión interior:

Consiste en chequear los órganos internos de las máquinas al tiempo que se efectúa una limpieza de los mismos. En este sentido el rendimiento de los equipos de bombeo dependen del estado de limpieza de los álabes de los impulsores.

Anclaje y amarres:

Pretende una perfecta sujeción de los elementos a sus bancadas o lugares de sustentación, corrigiendo los defectos ocasionados por las vibraciones.

Control de lectura y presión:

Controlar que la presión de trabajo corresponde con la indicada

Comprobar ventilación:

Se procede a una inspección de la protección del ventilador, para evitar que su obstrucción ocasione sobretensiones

Comprobación carga eléctrica:

Se comprobará que los amperajes consumidos estén de acuerdo a los nominales de placa.

Comprobar aislamientos:

Mediante esta operación, se verifica que las tomas de tierra, así como que el aislamiento de devanados, cables, componentes eléctricos, etc. estén dentro de las normas, permitiendo adelantarse a posibles perforaciones de aislamiento.

Reapriete conexiones:

Para conseguir unas buenas condiciones de trabajo evitando calentamientos y aumentos de consumo de energía eléctrica, se procede periódicamente a un reapriete de conexiones. Por otra parte se inspeccionan también las conexiones de las conducciones de lodos, agua y cloro, etc..

Control de contactos:

Como consecuencia de las maniobras efectuadas por contactores e interruptores, se van deteriorando los contactos, tanto en su superficie de contacto como en la presión ejercida, esta circunstancia ocasiona chisporroteos y arcos que pueden motivar que se queme una línea o un cuadro. A fin de evitar este fenómeno, se establece el programa de control de los contactos. Se aprovecha esta operación para reapretar la tornillería de los contactores e interruptores.

Comprobación de medidas:

Esta operación consistirá en contrastar los aparatos de medida, como son amperímetros, voltímetros, etc..

Control de estanqueidad:

Se comprobará que los equipos eléctricos tales como motores, cuadros, etc., estén aislados totalmente de la humedad. Por otra parte en los equipos de tuberías neumática, hidráulicas, se observará que no tenga fugas.

Control calentamiento de cables:

Tiene por objeto esta operación detectar consumos excesivos

Funcionamiento finales de carrera:

El funcionamiento de los finales de carrera puede quedar afectado por humedad, suciedad, etc.. A fin de conseguir un perfecto funcionamiento de los mismos en todo momento, periódicamente se efectuará la correspondiente revisión.

ACTUACION:

Los oficiales Electromecánicos - Equipo de Mantenimiento - serán los responsables de realizar las operaciones de mantenimiento preventivo planificadas para cada uno de los equipos instalados en la E.D.A.R.

El Jefe de Planta supervisará y controlará la ejecución del plan de Mantenimiento preventivo fijado, dando el VºBº en cada una de las operaciones.

2.2.5. MANTENIMIENTO CORRECTIVO:

El mantenimiento correctivo comprende las reparaciones a realizar en las máquinas.

Las reparaciones a realizar serán clasificadas por el Jefe de Planta.

Se llevará a cabo con el equipo humano previsto, que con una buena planificación de trabajos es suficiente para atender con eficacia la buena marcha del mantenimiento; no obstante, y en casos excepcionales, se contará con personal suficiente del exterior, bien in situ o en talleres colaboradores.

Asimismo, se ha previsto en el almacén un número de piezas suficiente para mantener un stock máximo y mínimo, para material fungible, como de piezas de repuesto, según la facilidad con que se encuentra en el mercado y su frecuencia de utilización.

ACTUACION:

Las operaciones propias de mantenimiento correctivo serán realizadas por el Equipo de Mantenimiento- Oficiales Electromecánicos-.

El Jefe de Planta organizará el plan diario de trabajo del Equipo de Mantenimiento, estableciendo un programa de operaciones prioritarias.

Los operarios de Explotación en sus rondas periódicas por Planta, en cada uno de los turnos establecidos, comunicará en el Libro de Incidencias y Averías, las anomalías detectadas en el funcionamiento de los Equipos; fallos, paradas, etc..que requieran un mantenimiento correctivo.

2.2.6. PLAN DE LUBRICACION Y ENGRASE:

CADAGUA elaborará un manual de engrase adaptado correctamente a los distintos elemento de los equipos de la depuradora.

Dicho manual de engrase recogerá , para cada elemento, las características del lubricante a utilizar en los diferentes puntos, la frecuencia del engrase y un histograma de engrase y cambios de aceite.

En el desarrollo de un plan de engrase y lubricantes se cuidará los siguientes aspectos:

1. Revisar si los grados y calidades de aceites y grasas empleadas coinciden con las especificaciones recomendadas por las casas constructoras.
2. Especificar para cada punto de lubricación; Lubricante adecuado, cantidad y frecuencia
3. Reducir a un mínimo los tipos de lubricantes
4. Fijar los niveles de almacén y establecer un plan para consumir los ya existentes
5. Dibujar los diagramas de lubricación y situarlos en sitios visibles próximos a la máquina a que se refieran.
6. Programar la lubricación

Se confeccionará para cada elemento funcionalmente independiente que lo requiera, una ficha de Control de Engrase y cambio de aceite.

El seguimiento se efectuará mediante la ficha control de las operaciones de mantenimiento programado, así como el histograma de engrase.

ACTUACION:

Las labores correspondientes al Plan de Lubricación y Engrase se llevarán a cabo por el Equipo de Mantenimiento. El Jefe de Planta será responsable de la máxima coordinación entre las operaciones de mantenimiento preventivo en los equipos; y su plan de lubricación y engrase con el fin de conseguir una mayor efectividad del Equipo de Mantenimiento.

2.2.7.- CONTROL DE OPERACIONES DE MANTENIMIENTO:

Frecuentemente en un programa de mantenimiento preventivo suele ocurrir que el operador no registra el trabajo que va realizando. Cuando esto ocurre, el operador tiene que fiarse de su memoria para saber cuando ha realizado cada operación de mantenimiento.

La única forma de que el operador pueda seguir fielmente su programa de mantenimiento preventivo es llevando unos buenos registros. Sea cual sea el sistema de registro que elija, debe mantenerse siempre al día.

De este modo, para llevar un control exacto de las operaciones de mantenimiento realizadas en la E.D.A.R., se debe utilizar las siguientes fichas y partes:

- **Historial de la máquina:**

- * Ficha técnica de características

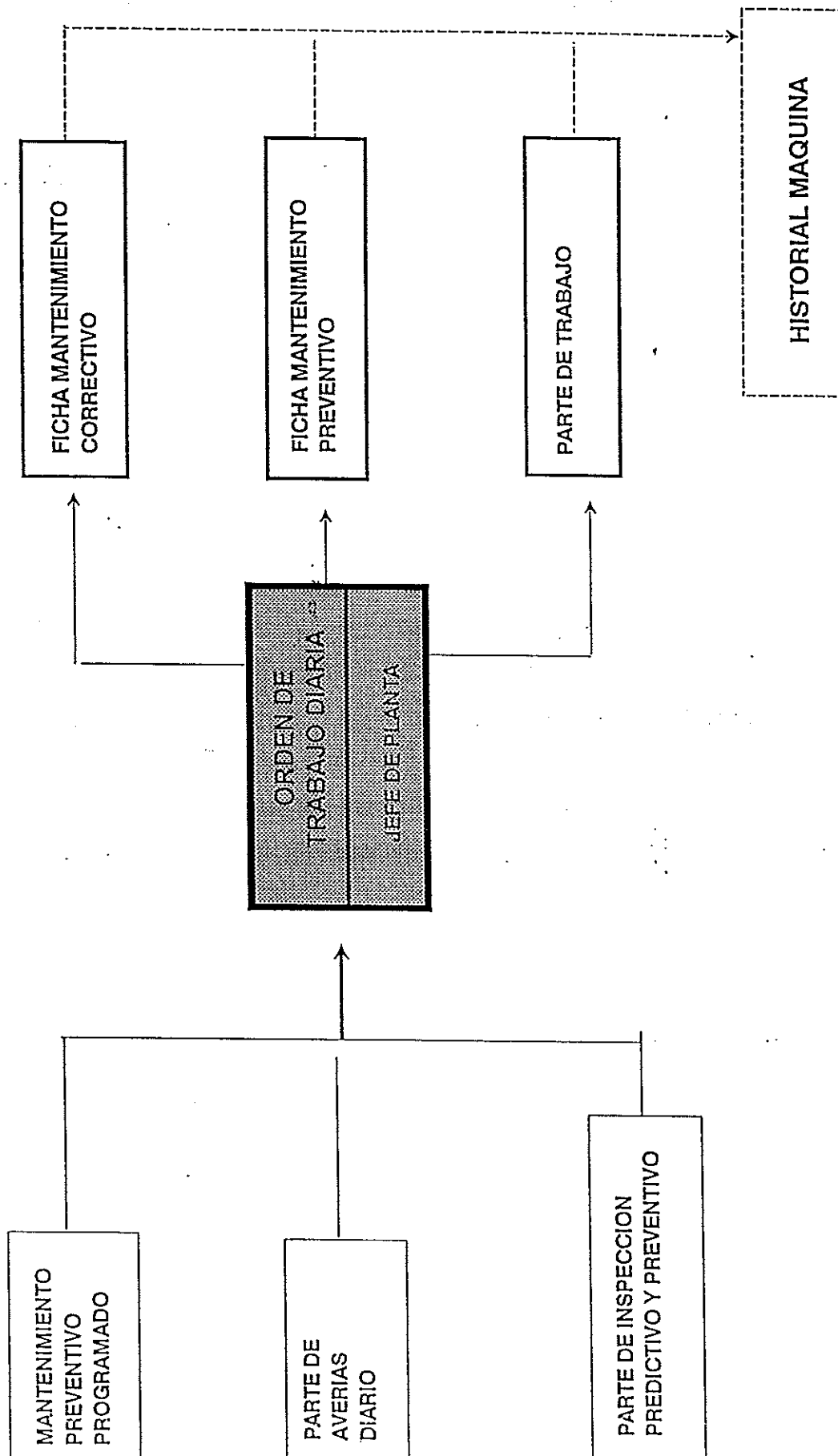
- **Mantenimiento preventivo:**

- * Planning de Mantenimiento
- * Ficha de mantenimiento preventivo para cada máquina
- * Parte inspección predictiva y preventiva diaria

- **Mantenimiento correctivo:**

- * Parte de averías diario (Operarios de Explotación)
- * Orden de trabajo diario
- * Ficha mantenimiento correctivo.

CONTROL OPERACIONES DE MANTENIMIENTO



Historial de la máquina:

FICHA TECNICA DE CARACTERISTICAS:

En esta ficha se reflejan las características principales de la máquina:

- Función a que se dedica
- Fabricante
- Tipo
- Modelo
- Características de funcionamiento
- Motor y características
- Reductor y características
- Otras características.
- fecha de instalación

También se reflejan en la misma un despiece de la máquina con sus referencias, así como las modificaciones importantes a que haya sido sometida.

- **Mantenimiento preventivo:**

PLANINNING DE MANTENIMIENTO:

Recogerán las operaciones de mantenimiento preventivo a realizar en cada uno de los equipos instalados en la E.D.A.R.; ordenados y clasificados según las etapas de proceso de tratamiento, diferenciando la línea de agua y la línea de fango; Indicando la frecuencia de operación.

FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO:

Existirá una ficha de operaciones de mantenimiento para cada uno de los equipos existentes en la planta. En cada una de las fichas debe figurar el nombre del equipo y se incluirá los siguientes campos:

1. Relación de operaciones de mantenimiento requeridas numeradas.
2. Descripción de cada operación.
3. Frecuencia de las operaciones.
4. Tiempo en que se realiza, indicando día de la semana, mes de año, etc..
5. Tipo de aceite

PARTES DE INSPECCIÓN PREDICTIVA Y PREVENTIVA:

Los partes de inspección predictiva y preventiva serán emitidos por los oficiales de mantenimiento . Cada ficha contendrá los equipos inspeccionados y las anomalías detectadas.

A continuación se adjunta ficha tipo de los partes de inspección predictiva y preventiva:

PARTES DE INSPECCION

FECHA:

OPERARIO:..... TURNO:.....

MAQUINA	CODIGO	OBSERVACIONES
Decantador n°1		Purga n°2 no cierra bien

Mantenimiento correctivo:

PARTES DE AVERIA DIARIO:

El parte de avería diario se confeccionará diariamente por el Jefe de Mantenimiento, basándose en:

- Los partes de la inspección predictiva
- Los partes diarios de los operarios de explotación de la Planta, sobre las anomalías detectadas.

A continuación se incluye un ejemplo tipo de partes de averías diario.

PARTES DE AVERIAS

FECHA.....

[illegible]

ORDEN DE TRABAJO DIARIO:

El Jefe de Planta confeccionará diariamente el Orden de trabajo diario en función de:

- Operaciones de mantenimiento preventivo programado
- Parte de averías detectadas; mantenimiento correctivo

A continuación se incluye una ficha tipo del Orden de trabajo diario:

Organización del Servicio

Documento n° I:

ORDEN DE TRABAJO DIARIA

MAQUINA	CODIGO	OPERACION	OBSERVACIONES	TIEMPO ESTIMADO	OPERARIO

PARTE DE TRABAJO		NOMBRE..... FECHA.....		CATEGORIA..... N° OPERARIO.....	TOTAL HORAS	
TRABAJO O REPARACION		HORA INICIO	HORA FINAL		NORMAL	EXTRA
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						

3. CONTROL ANALITICO

3.1. PROGRAMA DE ANALISIS DE LABORATORIO:

CADAGUA de acuerdo con nuestra experiencia en la Explotación y Mantenimiento de Estaciones depuradoras, propone el siguiente programa de trabajo en el laboratorio.

Las frecuencias de realización se ha determinado con el fin de llevar perfectamente un control del proceso de funcionamiento de la planta, de acuerdo con nuestra experiencia.

- Las muestra correspondientes a los ensayos de agua serán compuestas. Cada muestra procederá de la mezcla ponderada del caudal mínimo de doces simples (cada dos horas) extraídos en periodos distribuidos uniformemente a lo largo de 24 horas. Las horas de extracción de las muestras simples serán fijadas por la Administración, procurando que una de ellas se realice en el entorno de la hora punta, que se determinará previamente por ensayos.
- Las muestras correspondientes a los ensayos y análisis de fangos, serán simples. La obtención de la muestra se hará a la misma hora cada día, con una tolerancia máxima de una hora en exceso o en defecto sobre lo que señale la Administración. Cuando se realice un secado de los fangos en proceso hasta que se extraiga la muestra, con objeto de lograr la estabilidad de áquel.

Desde el momento en que se extraiga una muestra simple, hasta que comience el ensayo de la misma o de la compuesta resultante, se mantendrá refrigerada a una temperatura comprendida entre cuatro (4) y seis(6) grados centígrados. Las muestras de fangos destinadas a la determinación de la humedad, se conservará en recipientes herméticos y llenados al máximo de capacidad.

Se empleará los métodos descritos en el tratado "Métodos Normalizados para el Análisis de aguas potables y residuales" de APHA-AWWA-WPCF.

En la determinación de los parámetros DBO₅, DQO , y S.S además de los normas que señale el tratado anterior, se aplicarán los métodos de medida que exige la Directiva 91/271/CEE y que son entre otros los siguientes:

DBO₅ = Muestra homogeneizada, sin filtrar ni decantar. Determinación del oxígeno disuelto antes y después de 5 días de incubación a 20° C +/- 1°C, en completa oscuridad. Aplicación de un inhibidor de la nitrificación.

DQO = Muestra homogeneizada, sin filtrar ni decantar. Dicromato potásico

A continuación se detallan el Plan de Análisis que CADAGUA desarrollará para mayor control del proceso:

	MUESTRA	ANALISIS	FRECUENCIA
LINEA DE AGUA	AGUA BRUTA	SOLIDOS TOTALES	DIARIA
		SOLIDOS SEDIMENTABLES	DIARIA
		SOLIDOS SUSPENSION NO SEDIMENTABLES	DIARIA
		SOLIDOS EN SUSPENSION	DIARIA
		MATERIALES DISUELTOS	DIARIA
		DQO	DIARIA
		DBO ₅	SEMANAL
		pH y T ^a	DIARIA
		Nitrógeno, fósforo	3 VECES SEMANA
		Grasas, detergentes	ESPORÁDICA
	LICOR MIXTO	O ₂ DISUELTO	DIARIA
		IVF	DIARIA
		MLSS	DIARIA
		SOLIDOS DECANTABLES	DIARIA
	AGUA TRATADA	SOLIDOS EN SUSPENSION	DIARIA
		DQO	DIARIA
		DBO ₅	SEMANAL
		pH y T ^a	DIARIA
		Grasas, detergentes	ESPORÁDICO

	MUESTRA	ANALISIS	FRECUENCIA
LINEA DE FANGOS	FANGOS ESPESADOS	Concentración	3 VECES SEMANA
		pH, Materia Seca, Materia Volatil	DIARIA
	FANGOS EN DIGESTION	AC.VOLATILES	3 VECES SEMANA
		ALCALINIDAD	3 VECES SEMANA
		% SOLIDOS VOLATILES	DIARIA
		pH y T ^a	DIARIA
	FANGOS DESHIDRATADOS	Sequedad de la torta	DIARIA
		Materia orgánica y mineral	SEMANAL
		Nitrógeno y Fósforo	SEMANAL

LINEA DE GAS	METANO	3 VECES SEMANA
	CO2	3 VECES SEMANA
	SH2	3 VECES SEMANA
	CO	3 VECES SEMANA

Además, esporádicamente se realizarán las siguientes determinaciones:

- * Curva granulométrica de las arenas procedentes de los desarenadores.
- * Contenido de materia orgánica en arenas.
- * Contenido total de las grasas en agua bruta y tratada.
- * Materias disueltas.
- * Contenido de materia orgánica y mineral en fangos.
- * Ácidos volátiles y alcalinidad de los digestores.
- * Medición de pH y temperatura en fangos y agua.
- * cloruros; sulfatos; fosfatos
- * Conductividad
- * Cloro
- * Demanda de cloro
- * Detergentes
- * Contenido en humedad de los fangos de secado (IVF)
- * Índice gravimétrico de fangos (IGL)
- * Colimetría
- * Estreptometría
- * Colonias aeróbicas y anaeróbicas
- * Calcio; sílice; Magnesio y Aluminio.

2.2. CONTROL MICROBIOLOGICO

CADAGUA realizará en la E.D.A.R. de Teruel un control microbiológico basado en la observación microscópica de los flóculos y organismos presentes en el licor mixto del reactor biológico.

La eficiencia de la etapa de lodos activados en depuración de aguas residuales es función de los organismos presentes.

El proceso de los lodos activos consiste fundamentalmente en un cultivo continuo aeróbico en aguas residuales de poblaciones microbianas mixtas desarrolladas espontáneamente y mantenidas en suspensión con formación de flóculos. Los diversos microorganismos desarrollados en los reactores biológicos aerobios constituyen asociaciones naturales o comunidades biológicas, formadas por un conjunto determinado de especies con características definidas interrelacionadas entre sí y con el medio físico-químico de los lodos.

Estas comunidades propias de los lodos se pueden identificar por su estructura, es decir, por las especies determinadas de organismos el número de individuos de cada especie y las proporciones relativas entre las especies. La estructura de las comunidades biológicas de lodos activos, se puede determinar mediante la observación microscópica de las especies particulares o de grupos, definidos por los caracteres morfológicos comunes de esas especies.

Cuando se produce alguna alteración en un proceso de depuración biológica hay que tener en cuenta que pueden haber influido muchos y variados factores; biológicos, funcionales, ambientales. Para intentar solucionar el problema e incluso poder prevenirlo en futuras ocasiones, se deben ir delimitando las posibles causas que hayan conducido a esa situación. para ello es esencia el control microscópico de los fangos pues los microorganismos que lo forman son los que sufren estas alteraciones y los que determinen el funcionamiento y calidad de proceso.

Para mejorar mejor el significado de la estructura de las comunidades, determinada por la observación microscópica y precisar su aplicación al control de plantas de tratamiento de lodos activos, es interesante señalar algunas características de las comunidades que se reflejan en su estructura:

- a. La composición y concentraciones del agua residual, las características técnicas del proceso y las condiciones ambientales, determinan el asentamiento y desarrollo de unas especies u otras, y por tanto, variaciones en la diversidad y número de organismos de las comunidades biológicas de los lodos de distintas plantas de tratamiento.
- b. La organización de la alimentación mediante series de cadenas alimentarias enlazadas y constituidas en su base, por bacterias formadoras de flóculos (que consiguen su materia y energía directamente de la materia orgánica del agua residual) y después por eslabones sucesivos de organismos consumidores de los del eslabón siguientes) dará a la comunidad una estructura trófica, en la que la forma de alimentación estará en cierto modo relacionada con la morfología de los organismos. Las especies suelen ser de mayor tamaño y presentan una estructura más compleja y menor número de individuos en cada eslabón o nivel trófico más alto.

- c. Durante la puesta en marcha del depósito de aireación, la comunidad inicial procedente de aguas residuales, evoluciona en el tiempo a través de comunidades intermedias, por sucesiones de microorganismos ; modificando el medio físico-químico del agua residual. A medida que se suceden las comunidades en los lodos, aparecen organismos de niveles tróficos o eslabones alimentarios más altos.
- d. La comunidad biológica de lodos activos estabilizados para un proceso operacional óptimo, se establece después de un período inicial de producción y crecimiento de lodos. Esto se logra deteniendo la evolución, hacia una comunidad clímax, mediante un proceso de sedimentación de lodos, en el que se retienen la masa biológica y se reemplaza el agua residual depurada, disminuida en nutrientes, por agua residual bruta, de modo que se mantenga un equilibrio entre la masa biológica y el aporte de nutrientes.

OBJETO DE CONTROL MICROBIOLOGICO:

Proporcionar una metodología práctica de observación microscópica simplificada de los flóculos y microorganismos de lodo, que permita establecer agrupaciones morfológicas-funcionales, cuantitativas que definan la estructura de la comunidad en el momento de la observación y las características de los flóculos, que sirvan de ayuda en la verificación y control del funcionamiento de una planta de lodos activos.

Con un control microbiológico se pretende complementar el control de parámetros físico-químicos habitualmente utilizados para el control de los procesos de tratamiento de lodos activos.. Puede informar sobre la iniciación del proceso de formación de lodos activos, del momento evolutivo del mismo, o de su recuperación cuando se ha alterado gravemente. Señala el estado del lodo activo estabilizado para un proceso operacional adecuado o variaciones en trono al mismo mediante distintas estructuras de la comunidad

DESCRIPCION DEL METODO:

Las claves propuestas para la observación microscópica de lodos activos se describen en los siguientes apartados:

1. Flóculos de lodos activos
2. Bacterias . Hongos.
3. Microorganismos que se mueven por pseudópodos o extensiones protoplásmicas.
4. Flagelados.
5. Protozoos ciliados.
6. Rotíferos. Nemátodos. Algas.

TOMA DE MUESTRA:

Las muestras se tomarán en botes de plásticos limpios, sin que sea necesario que éstos sean estériles. Estos botes deberán ser de 2.000 ml., ya que si bien para el examen microscópico no hace falta gran volumen de muestra, es conveniente realizar una serie de ensayos físico-químicos (T°C, pH, MLSS, MLVSS, V-30) , que servirán de gran utilidad y apoyo a la hora de caracterizar el fango activo.

Los botes de muestreo nunca se llenarán en su totalidad , sino dejando al menos 1/3 de su contenido vacío, para evitar que se produzcan condiciones de anoxia en el fango si el transporte se prolongara en cuyo caso sería conveniente disponer de un difusor o aireador portátil para ocasiones excepcionales.

PUNTO DE MUESTREO:

El punto de muestreo puede ser cualquiera de las balsas donde el licor mezcla sea suficiente homogéneo, evitando por tanto, zonas de estancamiento o muy próximas a los difusores.

Un punto de muestreo bastante adecuado sería aquel que se encontrara entre la salida de la balsa de aireación y la entrada a clarificadores, en los llamados "canales de reparto", siempre que el diseño de la planta depuradora lo permitiera.

Del mismo modo, es conveniente que la muestra no se tome en superficie, sino hundiendo el toma-muestra a una profundidad más o menos fija, entre otros motivos, para evitar que se introduzcan en el bote las posibles espumas acumuladas en la superficie, sobre todo, si no se utiliza un toma-muestras adecuado que entre y salga del licor mezcla completamente cerrado. No obstante, una vez elegido el punto de muestreo, es importante que éste siempre sea el mismo.

CONSERVACION Y TRANSPORTE:

Para el estudio correcto de un fango activo, la muestra de éste debe ser lo más fresca posible. Debido a la gran actividad metabólica que existe en el fango activo, su O_2 disuelto es consumido rápidamente (15' - 20'), por lo que en un relativamente corto lapso de tiempo, ciertas especies mueren, perdiendo así una de sus principales características de identificación; la movilidad. Igualmente ocurre ésto cuando la muestra se conserva o almacena en nevera.

Por lo tanto, pasará el menor tiempo posible entre la toma de muestra y su subsiguiente examen microscópico.

OBSERVACIÓN MICROSCOPICA DE LA MUESTRAS:

Se partirá de un volumen conocido de muestra (25 μ l.), llevándose a cabo una observación general de la misma con el objetivo de 2,5 X; la muestra estará aumentada :

$V \text{ microscopio} = \text{Coeficiente de aumento del objetivo} \times \text{aumento del ocular} \times \text{factor de tubo.}$

La observación a este aumento nos da una idea general y de forma rápida del estado en el que se encuentra la fauna, así como el estado de evolución del flóculo del fango activo.

Posteriormente se pasa a una observación más detallada, empleando el objetivo de 10 X, con el cual se va a llevar a cabo el recuento de microorganismos ; protozoos ciliados, amebas y metazoos. Los protozoos flagelados y bacterias no se recuentan, haciendo solamente hincapié en su ausencia o presencia y en su mayor o menor abundancia.

Si se quiere observar con más detalle los microorganismos presentes en el fango activo (boca, vacuolas, cilios, etc..) se emplean los objetivos de 40 X y 100X.

Para el estudio de la ciliación se emplea el método de la impregnación argéntica con carbonato de plata.

Recuento de microorganismos:

El recuento se lleva a cabo partiendo de un volumen de muestra conocido, tomado con una micropipeta de $25\mu\text{l}$. Después de recorrer todos los campos posibles que abarca el cubre de $22 \times 22 \text{ mm.}$, el número de individuos/ml. resultará de multiplicar el número de individuos observados por 40. El recuento se realiza con el objetivo de 10X.

IMAGEN MICROSCOPICA:

Floculos:

Los flóculos de fango activo aparecen al microscopio como conglomerados casi sin estructura de composición heterogénea y irregular. Entre los flóculos se puede detectar la presencia de estructuras filamentosas, y el color de los componentes del flóculo puede ir de amarillo-grisáceo a marrón oscuro.

En la observación microscópica de la morfología de los flóculos del fango activo se determina los siguientes aspectos:

- Forma, consistencia, estructura y tamaño de los flóculos
- Composición del flóculo
- Organismos filamentosos.
- Bacterias dispersas
- Microfauna

Toda esta información se puede obtener con la ayuda de un microscopio con contraste de fases normal, teniendo en cuenta que el aumento empleado se ajuste al tamaño de aquello que se va a estudiar, para lo que se puede utilizar la siguiente guía:

AUMENTOS	OBJETOS DE ESTUDIO
100-200 X	- Forma, tamaño y estructura del flóculo - Identificación de protozoos. - Crecimiento organismos filamentosos - Características de colonias bacterianas. - Partículas orgánicas/ inorgánicas
400-500 X	- Estructura interna del flóculo - Crecimiento disperso de bacterias - Espiroquetas y/o espirilos - Identificación de bacterias filamentosas y flagelados
1.000 X	- Identificación organismos filamentosos - Diversidad bacteriana

En general, los resultados de un análisis microscópico del fango activo no pueden transformarse en figuras precisas. Se ha de huir de interpretaciones subjetivas, para lo cual se puede recurrir a imágenes de referencia "tipo", de forma que queden establecidos unos "standars" que permitan comparar los resultados obtenidos por distintos observadores.

Por otra parte, han de observarse un gran número de flóculos de una preparación de fango activo antes de emitir un diagnóstico sobre la calidad del propio fango activo, ya que a menudo, pueden existir grandes diferencias morfológicas entre los flóculos de un mismo fango.

En la tabla siguiente se especifica el control microbiológico a realizar en la planta depuradora:

CONTROL MICROBIOLOGICO DEL FANGO ACTIVO

FECHA:

ESTACION DEPURADORA: TERUEL

	REACTOR N°	RECIRCULACION
BACTERIAS		
AMEBAS		
FLAGELADOS		

PROTOZOOS CILIADOS:

	REACTOR N°	RECIRCULACION
PERITRICOS		
GIMNOSTOMAS		
HIMENOSTOMAS		
HIPOCRITOS		
SUCTORES		
TOTAL		

METAZOOS:

	CANAL N°	RECIRCULACION
ROTIFEROS		
NEMATODOS		

2.3. LABORATORIO DE APOYO.

CADAGUA pondrá a disposición del Servicio todos los medios humanos y materiales que dispone actualmente, para un correcto desarrollo del control analítico propuesto. De este modo, tanto en la puesta en marcha del proceso así como durante la etapa de estabilización del mismo, se contará con los medios técnicos que CADAGUA dispone tanto en la zona, como en el Laboratorio Central

Se puede destacar las instalaciones que actualmente dispone CADAGUA, dotadas de las más completa y avanzada instrumentación analítica, tales como.

- Laboratorio Central de CADAGUA
- Laboratorio de E.D.A.R. SUR (Madrid)
- Laboratorio de la E..D.A.R. BUTARQUE (Madrid)

4. INSPECCION Y CONTROL ADMINISTRATIVO

CADAGUA llevará al día el libro de Ordenes e incidencias. Realizará un inventario completo de las instalaciones y un plan de lubricación y engrase. Remitirá informes mensuales completo , con las actuaciones incidencias, averías, etc..

A continuación indicamos la información que como mínimo reflejará, tanto en los partes mensuales y partes anuales:

PARTES MENSUALES:

Al final de cada mes, se entregará una memoria que recoja toda la información necesaria sobre el funcionamiento de la E.D.A.R. y las incidencias producidas durante ese período de tiempo, que contendrá como mínimo los siguientes puntos:

1. Información general:

1.1. Resumen general de funcionamiento

- Problemas surgidos, averías, evaluación general del funcionamiento, etc.

1.2. Paradas totales o parciales

- Duración de la parada, causas de la parada, soluciones tomadas, etc.

2. **Datos técnicos:**

2.1. Línea de agua

2.2 Proceso biológico

3. **Mantenimiento**

Se destacarán todas las actuaciones más significativas en mantenimiento; reparaciones de equipos, cambio de materiales, etc., efectuadas durante ese mes.

Toda la información referente a las actuaciones en mantenimiento realizadas, se recogerán en una ficha similar a la que se indica a continuación:



Organización del Servicio

Documento n° I:

PARTE MENSUAL DE EXPLOTACION:

NOMBRE DE LA INSTALACION; E.D.A.R.:

HOJA MENSUAL DE PARADAS

MES/AÑO:

[illegible]

Cadagua



Documento n° I:

Organización del Servicio

PARTE MENSUAL DE EXPLOTACION:

DEPURADORA; Teruel

CONTRATISTA

MES/AÑO:

FACTOR ACTIVA:

FACTOR REACTIVA:

ENERGIA BOMBEO:

[illegible]

TOTAL

PARTE DE RESIDUOS:

DEPURADORA: Teruel

MES/AÑO:

DIA	FANGOS Tm	RESIDUOS M3	GRASAS M3	ARENAS M3
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				

PARTE DE SALIDA DE RESIDUOS:

DEPURADORA
CONTRATISTA
MES/AÑO

PARTE DE SALIDA N°	
RESIDUO:	DENOMINACION DESCRIPTIVA
CANTIDAD Kg	m ³
FORMA DE RETIRADA DE RESIDUO - Bidones - Contenedor - Compactador - Cisterna - Caja Abierta - Otros Cual?	MATRICULA DEL VEHICULO
OBSERVACIONES:	
PRODUCTO NOMBRE (RAZON SOCIAL)	N.I.F
MUNICIPIOS DONDE SE PRODUCE EL RESIDUO	
TRANSPORTISTA NOMBRE (RAZON SOCIAL)	N.I.F
DESTINATARIO NOMBRE	POBLACION
CONFORMIDAD DEL PRODUCTOR	RECIBIDO TRANSPORTISTA
FIRMA HORA	FIRMA HORA
FECHA	FECHA

PARTE ANUAL:

Anualmente se enviará a la Administración la memoria de explotación de la planta durante ese período de tiempo, que contendrá como mínimo los siguientes puntos:

1 Información general:

Resumen general de funcionamiento de las depuradoras, con especificación de las incidencias mas importantes, resaltando las averías ocasionadas en la maquinaria, problemas en la línea de proceso o de funcionamiento que se han ido repitiendo a lo largo del año o han afectado de forma importante.

Con indicación de las paradas totales o parciales superiores a un día de duración, especificando el tiempo de duración y las causas.

2 Datos Técnicos:

Se recogerán los datos técnicos mas revelantes del proceso de cada mes, siguiendo el resumen de la tabla siguiente:

PARTE ANUAL:

NOMBRE DE LA INSTALACION:

AÑO:

MESES	ENERGIA ELECTRICA CONSUMO Kw.h	CAUDAL M ³
ENERO		
FEBRERO		
MARZO		
ABRIL		
MAYO		
JUNIO		
JULIO		
AGOSTO		
SEPTIEMBRE		
OCTUBRE		
NOVIMEBRE		
DICIEMBRE		
TOTAL		

3. Mantenimiento:

- Problemas existentes y mejoras que se proponen introducir , así como su evaluación económica
- Reparaciones o gastos importantes realizados

4. Calidad de las aguas:

Se recogerán los datos más significativos en lo que se refiere a la calidad de las aguas tratadas, entrada y salida, siguiendo el esquema de la tabla adjunta. Los datos de cada mes representarán los valores medios de todos los análisis efectuados durante ese mes.

PARTE ANUAL:E.D.AR. TERUEL

MES	SOLIDOS EN SUSPENSION		D.B.O.s		D.Q.O	
	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida
ENERO						
FEBRERO						
MARZO						
ABRIL						
MAYO						
JUNIO						
JULIO						
AGOSTO						
SEPTIEMBRE						
OCTUBRE						
NOVIEMBRE						
DICIEMBRE						

5. SEGUROS.

De acuerdo con el Pliego de Condiciones, CADAGUA dispondrá de los Seguros necesarios que cubren las responsabilidades tanto internamente como los daños ocasionados a terceros, así como a las instalaciones de la Planta, tanto de Obra Civil como de maquinaria.

Para cubrir estas responsabilidades, CADAGUA se encuentra actualmente suscrito a una póliza para construcción, montaje y transporte (Todo Riesgo) , así como a un Seguro de Responsabilidad Civil. CADAGUA incluirá este Servicio en ambas pólizas, las cuales se mantendrán vigentes y actualizadas mientras dure la concesión.

La Administración podrá comprobar la suficiencia de dichos seguros y tomar las medidas pertinentes si estima insuficiente la garantía.

Las características principales de estas pólizas son las siguientes:

TODO RIESGO:

- * Construcción , montaje y transporte
- * Límite: 400.000.0000 Pts
- * Póliza: N° 222-100233
- * Compañía. UNION IBERIO - AMERICANA

RESPONSABILIDAD CIVIL:

- * Límite : 250.000.000 pts
- * Póliza : N° 400-103555
- * Compañía: UNIO IBERO -AMERICANA

6. SEGURIDAD E HIGIENE :

CADAGUA como buenos conocedores de los problemas que se puedan plantear en las obras de nueva construcción, referente a la seguridad en los trabajos, prevé las posibles eventualidades, de lograr que en los locales e instalaciones, así como el personal en sus intervenciones de reparación y mantenimiento, cumplan y tomen las máximas medidas de seguridad e higiene, según las normas vigentes, para evitar los accidentes laborales.

Creemos que todas las previsiones a favor de la seguridad, no son suficientes sólo en las instalaciones y medios adecuados para evitar los accidentes, sino un continuo realizar y orientar de los cometidos.

Entre las medidas a adoptar se encuentran las siguientes:

- Informar al personal de los peligros que existen y las precauciones que se deben tomar, así como aplicar los medios para adiestrarles y enseñarles que se debe hacer en casos críticos e importantes de peligro. De esta forma se les proporcionará cursillos para impartir conocimientos del peligro posible, de mala operación de equipos e instalaciones.
- Colocación de carteles e información de peligros comunes, para que tomen contacto y conciencia de las recomendaciones.
- Dotación de herramientas y vestuario según las medidas de seguridad vigentes.
- Se obligará a cumplir las normas, aunque éstas las consideren desagradables o sin importancia.
- Revisiones médicas completas al menos una vez al año, para comprobar si el operario está ocupando el puesto idóneo.

ferrovial


Cadagua

II

ESTUDIO ECONOMICO DE EXPLOTACION

E.D.A.R. TERUEL

JULIO 1995

INDICE

1. CARACTERISTICAS DEL AGUA AFLUENTE , PARAMETROS DE
DEPURACION
2. ESTUDIO ECONOMICO DEL SERVICIO
 - 2.1. GASTOS FIJOS
 - 2.1.1. PERSONAL
 - 2.1.2. CONSERVACION Y MANTENIMIENTO
 - 2.1.3. GASTOS VARIOS
 - 2.1.4. ENERGIA ELECTRICA: TERMINO FIJO
 - 2.1.5. RESUMEN DE GASTOS FIJOS
 - 2.2. GASTOS VARIABLES
 - 2.2.1. ENERGIA ELECTRICA
 - 2.2.2. REACTIVOS
 - 2.2.3. TRANSPORTE Y EVACUACION DE RESIDUOS
 - 2.2.4. RESUMEN DE GASTOS VARIABLES
 - 2.3. RESUMEN DE GASTOS DEL SERVICIO

1. CARACTERISTICAS DEL AGUA AFLUENTE, PARAMETROS DE DEPURACIÓN:

De acuerdo con el Proyecto de Construcción de las instalaciones., los parámetros de diseño de la E.D.A.R. de Teruel son los siguientes:

CARACTERISTICAS DEL AGUA AFLUENTE:

CAUDAL MEDIO M ³ /día	11.250
DBO ₅ media (gr/m ³)	360
DBO ₅ (Kg/día)	4.050
SS media (gr/m ³)	440
SS (Kg/día)	4.950

A efectos de explotación y evaluación de costes, se considerarán los parámetros de diseño de planta.

N (mg/l)	32
P (mg/l)	12

CARACTERISTICAS DEL AGUA DEPURADA:

	gr/m ³	% RDT0.
DBO ₅	< 18	95%
SS	< 22	95%

- Sequedad del fango: > 22 %

2. ESTUDIO ECONOMICO:

En este documento se desarrolla el Estudio Económico de los Costes de Explotación y Mantenimiento del Sistema de Saneamiento y Depuración de Teruel.

El presente estudio económico se ha realizado detallando la repercusión de las diferentes partidas en gastos fijos y gastos variables.

Gastos Fijos:

Se denominan Gastos Fijos, aquellos costes originados independientemente del volumen de agua tratada. Dichos gastos son los siguientes:

- * Costes de Personal
- * Costes de Conservación y Mantenimiento
- * Gastos Varios
- * Gastos de Energía Eléctrica; (Término de Potencia).

Gastos Variables:

Constituyen los gastos producidos dependiendo del volumen de agua tratada en la Planta. Estos gastos son:

- * Energía Eléctrica:
- * Reactivos
- * Retirada de Residuos y Fangos

2.1. GASTOS FIJOS DE EXPLOTACION:

2.1.1. PERSONAL

CADAGUA ha desarrollado un organigrama del personal necesario para el Servicio de Funcionamiento y Mantenimiento del Sistema. En el documento nº1 "Memoria sobre la Organización y prestación del Servicio", se detalla las categorías y funciones del personal propuesto.

En este capítulo se realiza una valoración del personal propuesto .

PERSONAL		COSTE UNITARIO Pts/año	COSTE TOTAL Pts/año
1	DELEGADO DE ZONA	Sin cargo	
1	JEFE DE PLANTA	4.500.000	4.500.000
1	ANALISTA LABORATORIO	2.800.000	2.800.000
2	OFICIAL ELECTRO - MECANICO	3.000.000	6.000.000
5	OPERARIOS DE PLANTA	2.300.000	11.500.000
1	GUARDA-VIGILANTE	3.000.000	3.000.000
10+1	TOTAL		27.800.000

2.1.2. MANTENIMIENTO Y CONSERVACION :

El capítulo de Mantenimiento y Conservación se desglosa en los siguientes apartados:

- A). Mantenimiento de Obra Civil
- B) Mantenimiento de Equipos Eléctricos -Mecánicos

A) Mantenimiento de Obra Civil:

Se entiende como Mantenimiento de Obra Civil a las operaciones necesarias para conseguir que todos los elementos de Obra Civil estén en perfecto estado de funcionamiento y conservación como son; redes de colectores, arquetas, registros, canales, depósitos, decantadores, caminos de rodadura, viales, bordillos, edificios, etc.

Al ser instalaciones de construcción nueva durante los primeros años de Mantenimiento no deben existir deficiencias, por ello se ha considerado, según la experiencia de CADAGUA en Explotación y Mantenimiento de Plantas similares a la de referencia, la siguiente partida anual, para el primer año de Explotación: 150.000,-Pts/año

B) Mantenimiento de Equipos Electro-Mecánicos:

El mantenimiento de Equipos Mecánicos corresponde como su palabra indica al mantenimiento y reposición, en su caso, de todos los elementos mecánicos instalados en la E.D.A.R., como son; Bombas, rejas, compresores, compuertas, cintas, transmisores, reductores, soplantes, etc.

Se considera Mantenimiento de Equipos Eléctricos aquellas intervenciones de mantenimiento, reparación y reposiciones de todos los equipos e instalación eléctrica, tanto de la Estación Depuradora como de las Estaciones de Bombeo de Aguas Residuales.

Se incluyen también en este capítulo, el mantenimiento de Equipos de Instrumentación y Control; de todos aquellos equipos electrónicos instalados en la E.D.A.R., para el Control de funcionamiento, como son medidores de caudal (agua, fango y gas) de pH, control de oxígeno disuelto, PLC, detectores de nivel, elementos de seguridad, etc..

Al igual que en Conservación y Mantenimiento de Obra Civil, se ha considerado que al ser una nueva instalación durante los primeros años de contrato no existirán grandes reparaciones. En este caso con más insistencia, pues el diseño y construcción de los equipos será realizado por CADAGUA, por lo que respondemos de su calidad. De este modo consideramos una partida anual por conservación y mantenimiento de Equipos de:

400.000,-pts/año

RESUMEN DE COSTE DE MANTENIMIENTO Y CONSERVACION DE LAS
INSTALACIONES:

		COSTE PTS/AÑO
A	OBRA CIVIL	150.000
B	E.ELECTROMECHANICOS	400.000
TOTAL		550.000

2.1.3. GASTOS VARIOS

Hemos considerado como Gastos Varios, aquellos gastos que no están incluidos dentro de los capítulos que hemos desarrollado y que son necesarios en la explotación y mantenimiento de una Planta Depuradora:

-	Gastos de Material de Oficina:	150.000 Ptas/año
-	Gastos de Teléfono y fax:	250.000 Ptas/año
-	Gastos de material de laboratorio y ensayos:	250.000 Ptas/año
-	Vestuario	240.000 Ptas/año
-	Grasas y Aceites	350.000,-Ptas/año
-	Jardinería:	250.000,-Ptas/año

Total 1.490.000 Ptas/año

2.1.4. ENERGIA ELECTRICA: COSTE FIJO

Se considera un Gasto Fijo del Servicio de Explotación del Sistema, los gastos ocasionados por el término de potencia de la tarifa de suministro de Energía Eléctrica:

De acuerdo con el estudio de consumos eléctricos de los equipos instalados en la E.D.A.R., en el que se indica la potencia instalada en red y horas de funcionamiento al día, la potencia a contratar será de:

300 KW.

El tipo de Tarifa a contratar con la compañía eléctrica será la correspondiente a suministro de Alta Tensión y media utilización no superior a 36 KV. (Tarifa 2.1.). En dicha Tarifa son aplicables los complementos de energía eléctrica y de discriminación horaria.

- Potencia a contratar: 300 KW
- Tarifa a contratar: 2.1. Toma en alta tensión y media utilización
- Término de Potencia: 716,- Pts/KW.mes

Total Energía Eléctrica Término Potencia: 2.577.600,- Ptas/año

Descuento -2,2% Energía Reactiva: -56.707,- Ptas/año

Total coste Término de Potencia E.D.A.R.: 2.520.893,- Pts/año

2.1.5. RESUMEN DE GASTOS FIJOS DEL SERVICIO

En la siguiente tabla se resume el total de gastos fijos del Servicio.

GASTOS FIJOS	PTS/AÑO
PERSONAL	27.800.000
MANTENIMIENTO Y CONSERVACION	550.000
GASTOS VARIOS	1.490.000
ENERGIA ELECTRICA (T.P.)	2.520.893
TOTAL GASTOS FIJOS	32.360.893,00

2.2. GASTOS VARIABLES DE EXPLOTACION

Se agrupan como Gastos Variables de Explotación aquellos costes que dependen proporcionalmente del volumen de agua tratada.

Este capítulo se divide en los siguientes apartados:

- Coste de Energía Eléctrica
- Coste de Reactivos
- Coste de Retirada de Residuos y Fangos.

Para determinar los Gastos Variables de explotación se ha considerado un caudal de tratamiento correspondiente al caudal nominal de diseño de la Planta Depuradora:

11.250 M³/DÍA

Con este caudal y el total de gastos Variables se determinará una imputación de pesetas por m³ de agua tratada.

2.2.1. COSTE DE ENERGIA ELECTRICA

El coste de Energía Eléctrica comprende el coste generado por el consumo Eléctrico para el funcionamiento de todos los Equipos Eléctricos instalados en la Planta Depuradora.

Para determinar el consumo eléctrico de la Planta Depuradora, se ha realizado un estudio de consumos de cada una de las zonas de tratamiento. Para cada zona de tratamiento se ha determinado las previsiones de funcionamiento de los equipos instalados.

En las fichas, que se adjunta a continuación, se especifican todos los equipos instalados en la planta agrupados por zonas de tratamiento, indicando potencia absorbida en Red y previsión de horas de funcionamiento.

En el estudio de consumos energético de los equipos se ha tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

- * No se ha estimado el consumo energético del capítulo de desinfección de agua tratada, que en los casos puntuales en que se dosifique hipoclorito sódico, su coste será a cargo de la Administración.
- * Se ha desestimado el consumo eléctrico de los equipos instalados para el tratamiento físico-químico, que únicamente funcionará en casos puntuales cuando la calidad de agua bruta lo requiera.
- * Asimismo, se ha reducido las horas de funcionamiento de los equipos instalados en la línea de fango con respecto a los calculados en el Proyecto de Explotación Base, al suponer un tratamiento del agua puramente biológico sin producción de fangos adicionales consecuentes de un tratamiento previo físico-químico.

DENOMINACION	N° UNIDADES		POTENCIA UNITARIA		RENDTO. MOTOR %	POTENCIA INSTALADA RED EN KW	SERVICIO DE RED EN H/DIA	CONSUMO	
	INST.	FUNCION.	INST.	CONS.				KW/H/día	KW/año
MOTOBOMBA SUMERGIBLE	3	1	21,3	18	--	12,00	12	144,00	52.560
TOTAL								52.560	

CAPITULO 2.1.
POZO DE GRUESOS Y ELEVACION DE AGUA BRUTA

DENOMINACION	N° UNIDADES		POTENCIA UNITARIA		RENDTO. MOTOR %	POTENCIA INSTALADA RED EN KW	SERVICIO DE RED EN H/DIA	CONSUMO	
	INSTE.	RENCION.	INST.	CONS.				KW H/dia	KW H/año
CUCHARA BIVALVA	1	1	4	2,7	83	3,25	2	6,51	2.375
GRUPO MOTOBOMBA	5	1	11	9,32	--	9,32	24	223,68	81.643
Tiempo de lluvias (30 días/año)	5	2	11	9,32	--	18,64	24	447,36	40.262
VARIADOR ELECTRONICO	1	1	13,5	10	87	11,49	1	11,49	4.195
TOTAL									128.476

PRETRATAMIENTO

CAPITULO 2.2.

DENOMINACION	N° UNIDADES			POTENCIA UNITARIA		RENDTO. MOTOR	POTENCIA INSTALADA		SERVICIO DE RED EN H/DIA		CONSUMO	
	INST.	FUNCION	INST.	en KW	CONS.		RED EN KW		RED EN H/DIA		KW.h/dia	KW.h/año
TAMIZ	2	2		0,55	0,37	70	1,06		12		12,69	4.630
TORNILLO-PRESA	1	1		1,1	0,7	74	0,95		12		11,35	4.143
PUENTE DESARENADOR	2	2		1,1	0,7	74	1,89		24		45,41	16.573
SOPLANTES DESARENADORES	3	2		5,5	3,3	86	7,67		24		184,19	67.228
SEPARADOR FLOTANTES	1	1		0,37	0,24	68	0,35		24		8,47	3.092
MOTOBOMBA ARENAS	2	2		1	0,83	74	2,24		12		26,92	9.825
LAVADOR DE ARENAS	1	1		1,5	1	77	1,30		24		31,17	11.377
TOTAL											116.868	

DECANTACION PRIMARIA

CAPITULO 2.5.

DENOMINACION	N° UNIDADES		POTENCIA UNITARI		RENDTO. MOTOR	POTENCIA INSTALADA	SERVICIO DE RED EN H/DI	CONSUMO		
	INSTE.	FUNCIO.	en KW	INSI.				CONS.	KW.h/dia	KW.h/año
PUENTE DECANTADOR	2	2		0,5	0,37	70	1,06	24	25,37	9.261
BOMBEO FLOTANTES	2	2		1,5	1	77	2,60	6	15,58	5.688
								TOTAL		14.949

REACTOR BIOLOGICO

CAPITULO 2.7

DENOMINACION	N° UNIDADES		POTENCIA UNITARI en KW		RENDITO MOTOR		POTENCIA INSTALADA RED EN KW	SERVICIO DE RED EN H/DI		CONSUMO	
	INST.	FUNCIO	INST.	CONS.	%					KW.h/dia	KW.h/año
SOPLANTES (3 meses/año 12°C)	4	2		50	93		107,53	18,9		2.032,26	182.903
SOPLANTES (6 meses/año 17°C)	4	2		50	93		107,53	20		2.150,54	397.849
SOPLANTES (3 meses/año 22°C)	4	3		50	93		161,29	24		3.870,97	348.387
AGITADOR ZONA ANOXICA (3 meses)	2	2	4	2,7	--		5,40	24		129,60	11.664
VENTILADOR EXTRACTOR SOPLANTES	2	2	0,37	0,24	68		0,71	12		8,47	3.092
TOTAL										943.896	

DECANTACION SECUNDARIA

CAPITULO 2.8..

DENOMINACION	N° UNIDADES		POTENCIA UNITARIA en KW		RENDITO MOTOR %	POTENCIA INSTALADA RED EN KW	SERVICIO DE RED EN H/DI	CONSUMO		
	INST.	FUNCIO	INST.	CONS.				KW.h/día	KW.h/año	
MOTORREDUCTOR PUENTE	2	2		0,37	0,24	68	0,71	24	16,94	6.184
BOMBEO ESPUMAS Y FLOTANTES	2	2			1,6	--	3,20	6	19,20	7.008
TOTAL									13.192	

DENOMINACION	N° UNIDADES		POTENCIA UNITARIA		RENDTO. MOTOR %	POTENCIA INSTALADA	SERVICIO DE RED EN H/DIA	CONSUMO	
	INST.	FUNCION	en KW					KW/día	KW/año
			INST.	CONS.	RED EN KW				
MOTOCOMPRESOR GAS DE AGITACION	2	1	16	14	89	15,73	24	377,53	137.798
TOTAL								377,53	137.798

DENOMINACION	N° UNIDADES		POTENCIA UNITARIA en KW		RENDTO. MOTOR %	POTENCIA INSTALADA RED EN KW	SERVICIO DE RED EN H/DIA	CONSUMO	
	INST.	FUNCION.	INST.	CONS.				KW/h/día	KW/año
	AGITADOR SUMERGIBLE	1	i		5,15	--	5,15	24	123,60
TOTAL								45.114	

CAPITULO 2.16 DESHIDRATACION DE FANGOS CON CENTRIFUGAS

DENOMINACION	N° UNIDADES		POTENCIA UNITARIA en KW		RENDTO MOTOR %	POTENCIA INSTALADA RED EN KW	SERVICIO DE RED EN H/DIA		CONSUMO	
	INST	FUNCION	INST	CONS					KW h/dia	KW h/año
BOMBA IMPULSION FANGO A CENTRIFUGA	3	2	3	2	81	4,94	8		39,51	10.272
CENTRIFUGA	2	2		18,5	89,5	41,34	8		330,73	85.989
DOSIFICADOR VOLUMETRICO DE POLIELECTROLITO	1	1	0,25	0,125	56	0,22	8		1,79	464
ELECTROAGITADOR PREPARADOR POLIELECTROLITO	2	2	1,1	0,7	--	1,40	2		2,80	728
BOMBA DOSIFICADORA DE POLIELECTROLITO (1)	3	2	0,37	0,24	68	0,71	8		5,65	1.468
TORNILLO RECOGIDA DE FANGOS	1	1	1,5	1	77	1,30	8		10,39	2.701
BOMBA DE TOLVA	1	1	15	10,5	87	12,07	8		96,55	25.103
TOTAL										126.726

(1) 260 DÍAS/AÑO

DENOMINACION	Nº UNIDADES		POTENCIA UNITARIA		RENDTO. MOTOR	POTENCIA INSTALADA	SERVICIO DE RED EN H/DIA	CONSUMO	
	INSE.	FUNCION	INST.	en KW				RED EN KW	KW/h/dia
					CONS.	%			
BOMBEO ALIMENTACION FILTRACION AGUA	2	1	5,5	4,4	86	5,12	8	40,93	14.940
GRUPO PRESION AGUA TRATADA	2	1	5,5	3,9	86	4,53	8	36,28	13.242
GRUPO MOTOCOMPRESOR AIRE COMPRIMIDO	2	1	1	0,7	74	0,95	8	7,57	2.762
BOMBEO SOBRENADANTES Y VACIADOS									
MOTOBOMBA REBOSES Y VACIADOS	2	1	5,5	3,5	--	3,50	5	17,50	6.388
TOTAL									37.331

()

OTRAS INSTALACIONES

DENOMINACION	N° UNIDADES		POTENCIA UNITARIA en KW		RENDTO. MOTOR %	POTENCIA INSTALADA RED EN KW	SERVICIO DE RED EN H/DIA	CONSUMO	
	INST.	FUNCION.	INST.	CONS.				KW.h/día	KW.h/año
TALLER	1					8,00	4	32,00	11.680
LABORATORIO	1					4,00	2	8,00	2.920
CALENTADORES AGUA	1					3,00	2	6,00	2.190
CALEFACCION	1					10,00	8	80,00	29.200
ALUMBRADO	1					10,00	12	120,00	43.800
TOTAL									89.790



E.D.A.R. TERUEL

CUADRO RESUMEN DE CONSUMOS ELECTRICOS:

	DESIGNACION	KW.li/año SOLUCION VARIANTE
1.7	ESTACION BOMELO ZONA FRANCISCANOS	52.560
2.1.	POZO DE GRUESOS Y ELEVACION DE AGUA BRUTA	128.476
2.2.	PRETRATAMIENTO	116.868
2.4.	TRATAMIENTO FISICO-QUIMICO	0
2.5.	DECANTACION PRIMARIA	14.949
2.7.	REACTOR BIOLOGICO	943.896
2.8.	DECANTACION SECUNDARIA	13.192
2.9.	DESINFECCION	0
2.10	RECIRCULACION Y BOMBEO DE FANGOS	114.070
2.11.	ESPESAMIENTO POR GRAVEDAD DE FANGOS MIXT	3.092
2.12.	ESTABILIZACION ANAEROBIA DE FANGOS	137.798
2.13.	CALENTAMIENTO DE FANGOS	43.490
2.14.	ALMACENAMIENTO Y RED DE GAS EN BAJA PRESIO	0
2.15.	ALMACENAMIENTO DE FANGOS ESTABILIZADOS	45.114
2.16.	DESHIDRATACION DE FANGOS	126.726
2.20.	SERVICIOS AUXILIARES	37.331
	OTRAS INSTALACIONES	89.790
TOTAL CONSUMO ENERGIA		1.867.350

Según el cuadro resumen de consumo eléctrico de la E.D.A.R., el total de Kw.h a comprar a la compañía suministradora, es de: **1.867.350 Kw.h/año.**

El coste correspondiente al "Término de Energía ", aplicando la tarifa 2.1.; "Alta tensión y Media utilización", es de:

$$1.867.350, - \text{ Kw.h/año} \times 10,61, - \text{Pts/Kw.h} = 19.812.584, - \text{Pts/año}$$

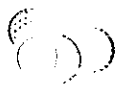
Según la tarifa a contratar aplicamos descuento por Energía Reactiva (-2,2%) y por Discriminación Horaria (-2,6%) :

	PTS/AÑO
TERMINO DE ENERGIA	19.812.584
-2,2% ENERGIA REACTIVA	- 435.877
-2,6% DISCRIMINACION HORARIA	- 515.127
TOTAL	18.861.579

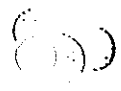
2.2.2. REACTIVOS:

Los reactivos utilizados en la E.D.A.R. son los siguientes:

En el tratamiento físico-químico:

- 
- Cal
 - Cloruro Férrico.
 - Polielectrolito

En el tratamiento de fangos:

- 
- Polielectrolito: Deshidratación fangos

Cloro: Desinfección y esterilización de agua tratada.



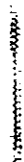
TRATAMIENTO FISICO-QUIMICO:

Se ha considerado en la E.D.A.R. de Teruel un tratamiento Físico-Químico a tratar la parte de caudal procedente del polígono Industrial "La Paz".

Según los datos de partida de carga contaminante de los caudales a tratar y el dimensionamiento de la planta, con un tratamiento biológico se consiguen los parámetros de calidad de agua tratada y rendimiento de depuración previstos, sin necesidad de recurrir a un tratamiento físico-químico.

La utilización del Físico-químico estaría condicionada a la entrada en la planta de vertidos industriales, con posibles contenidos de determinados contaminantes o altas cargas de DBO₅ que perjudicarían el proceso biológico. Al desconocer las características del agua de vertido industrial y su frecuencia, se ha previsto para el primer año de Explotación, un período de funcionamiento del tratamiento físico-químico de 30 días/año, para posibles casos puntuales.

En este capítulo se calcula el coste de consumo de reactivos en el proceso físico-químico durante este período de tiempo estimado.



RESUMEN REACTIVOS - TRATAMIENTO FISICO-QUIMICO

Caudal de Tratamiento : 11.250 m³/día.

Período de Funcionamiento : 30 días/año

PRODUCTO QUIMICO	DOSIFICACIÓN	RIQUEZA %	PESO Kg/año	COSTE Pts/Kg	COSTE ANUAL PTS/AÑO
CAL	150 ppm	92%	55.027	10	550.270
Cl ₃ Fe	50 ppm	40%	42.187	16	675.000
POLIELECTROLITO ANIONICO	0,2 ppm	100%	68	450	30.600
TOTAL					1.255.870

POLIELECTROLITO : LINEA DE FANGOS

Para la deshidratación de fango estabilizado, se efectúa su previo acondicionamiento con polielectrolito.

La producción de Materia Seca es la siguiente:

Kg.M.S./día	3.448
Tm.M.S./año	1.259

Esta producción de Materia Seca se ha calculado sin tener en cuenta el tratamiento físico-químico.

Aplicando una dosificación de Polielectrolito de 3 Kg por Tonelada de Materia Seca, el consumo anual de este reactivo será de:

$$1.259 \text{ Tm de M.S.} \times 3 \text{ Kg Poli /Tm M.S.} = 3.776 \text{ Kg/año}$$

El precio del Polielectrolito catiónico es de ; 550,-Pts/Kg , luego el coste anual será de:

$$3.776, \text{-Kg/año} \times 550, \text{-Pts/Kg} = 2.076.558, \text{-Pts/año}$$

CLORO:

Se ha previsto una dosificación de cloro a la salida para desinfección del efluente con un consumo medio de 6 ppm.

Se adicionará hipoclorito sódico para la desinfección del agua tratado, en aquellos casos que determine la Administración.

En el estudio económico de Explotación no se ha considerado una partida por consumo de este reactivo. En el caso en que fuera necesario la dosificación de cloro gas, se hará con cargo a la administración, mediante certificación correspondiente.

RESUMEN DEL COSTE TOTAL DE REACTIVOS EN LA E.D.A.R.

	PTS/AÑO
LINEA DE AGUA	1.255.870
LINEA DE FANGO	2.076.558
TOTAL	3.332.428

2.2.3. RETIRADA Y TRANSPORTE DE RESIDUOS:

2.2.3.1. DESBASTE, DESARENADO Y DESENGRASADO:

Los residuos producidos en el desbaste pueden estimarse en:

	L/1000 m ³	m ³ /año
DESBASTE GRUESOS	30	123
TAMICES	40	164
TOTAL		287

Se oferta un sistema de recogida y prensado de residuos procedentes del tamizado. La reducción del volumen de residuos es de aproximadamente un 50%.

DESBASTE GRUESOS: 123 m³/año

TAMICES: 164 x 0,50 = 82 m³/año

TOTAL 205 m³/año

La evacuación de los residuos producidos en la zona de desbaste se realizará en contenedores de 5 m³. Con lo que el número medio de contenedores a retirar al año será de 41 contenedores/año.

Se ha estimado un coste por transporte de Residuos hasta el vertedero de 5.500,- Pts/contenedor. Con lo que el coste anual por retirada y evacuación de Residuos es de

$$41 \text{ contenedores/año} \times 5.500,- \text{ Pts/contenedor} = 225.000,- \text{ Pts/año}$$

ARENAS Y GRASAS:

La producción de residuos en el desarenado y desengrasado es de:

	L/1000 m ³	m ³ /año
Desarenado-Desengrasado	50	205

La retirada de residuos producidos en la zona de desarenadores-desengrasadores se realizará mediante contenedores de 5 m³. Aplicando el mismo precio por retirada que la considerada para los residuos de predesbaste, el coste anual será de:

$$205 \text{ m}^3/5 \times 5.500,- \text{ Pts/año} = 225.000,- \text{ Pts}$$

RESUMEN RETIRADA RESIDUOS

	COSTE PTS/AÑO
DESBASTE	225.000
ARENAS-GRASAS	225.000
TOTAL	450.000

2.2.3.2. FANGO DESHIDRATADO:

La evacuación del fango producido en la E.D.A.R. se realizará en el vertedero ubicado en el término municipal de Teruel, situado a 3 Km. de la ciudad dirección Alcañiz. En este sentido en el cálculo del precio de retirada se ha considerado una distancia máxima de transporte de 20 km.

La cantidad de materia Seca originada en la planta es de: 1.259Tm/año

Se ha considerado una sequedad de salida del fango en el sistema de deshidratación -filtros banda o centrífuga- es de 22%, lo que representa un peso en fango de:

$$1.259 \text{ Tm/año} / 22 \% = 5.721 \text{ Tm de fango deshidratado/año.}$$

Se 'ha previsto la retirada de fangos deshidratados producidos en planta mediante camión volquete, a un precio medio de transporte hasta vertedero de 550,-Pts/Tm. Lo que supone un coste anual de:

$$5.721 \text{ Tm/año} \times 550,-\text{Pts/Tm} = 3.146.300,-\text{Pts/año}$$

RESUMEN DE COSTE DE RETIRADA DE RESIDUOS:

	PTS/AÑO
RETIRADA RESIDUOS EN PREDESBASTE	225.000
RETIRADA RESIDUOS EN DESENGRASADO-DESARENADO	225.000
FANGOS DESHIDRATADOS	3.146.300
TOTAL	3.596.300,00

En el coste de Transporte y Retirada de Residuos producidos en la E.D.A.R. no está incluido TASA o CANON DE VERTIDO.

2.2.4. RESUMEN DE GASTOS VARIABLES:

En la siguiente tabla se resumen el total del gastos variables del Servicio.

GASTOS VARIABLES	PTS/AÑO
ENERGIA ELECTRICA	18.861.579
REACTIVOS	3.332.428
RETIRADA Y TRANSPORTE DE RESIDUOS	3.596.300
TOTAL GASTOS VARIABLES	25.790.307,00

El presupuesto total de Gastos Variables, está calculado para un caudal de tratamiento anual de 4.106.250 m³/año.

2.3. RESUMEN GASTOS DEL SERVICIO:

	GASTOS FIJOS PTS/AÑO	GASTOS VARIABLES PTS/AÑO
PERSONAL	27.800.000	
CONSERV. Y MANTO.	550.000	
GASTOS VARIOS	1.490.000	
ENERGIA ELECTRICA	2.520.893	18.861.579
REACTIVOS		3.332.428
EVACUACION RESIDUOS		3.596.300
SUMA PARCIAL	32.360.893,00	25.790.307,00
TOTAL PRESUPUESTO PTS/AÑO		58.151.200,00

ANEJO N° 6

DIMENSIONAMIENTO DE LA E.D.A.R. Y RESUMEN DE VARIABLES DEL PROYECTO

INDICE

1.- DATOS DE PARTIDA

1.1.- CAUDALES CONSIDERADOS EN CADA FASE DEL TRATAMIENTO

- 1.1.1.- Bombeo de agua bruta y pretratamiento
- 1.1.2.- Tratamiento primario
- 1.1.3.- Tratamiento biológico

1.2.- RESULTADOS A OBTENER

- 1.2.1.- Agua tratada
- 1.2.2.- Fango deshidratado

2.- DIMENSIONAMIENTO DE LA E.D.A.R.

2.1.- POZO DE GRUESOS Y ELEVACION DE AGUA BRUTA

- 2.1.1.- Pozo de gruesos
- 2.1.2.- Elevación de agua bruta
 - 2.1.2.1.- Bombeo de agua bruta
 - 2.1.2.2.- Pozo de bombeo de agua bruta

2.2.- PRETRATAMIENTO

- 2.2.1.- Tamices de finos
- 2.2.2.- Prensado de residuos
- 2.2.3.- Desarenadores/desengrasadores

2.3.- TRATAMIENTO FISICO-QUIMICO

- 2.3.1.- Cámaras de mezcla y floculación

2.3.1.1.- Cámaras de mezcla y floculación

2.3.1.2.- Cámara de floculación

2.3.2.- Dosificación de reactivos en la línea de agua

2.3.2.1.- Cloruro férrico

2.3.2.2.- Cal

2.3.2.3.- Polielectrolito

2.3.3.- Producción de fango químico

2.4.- DECANTACION PRIMARIA

2.5.- TRATAMIENTO BIOLOGICO

2.5.1.- Datos de diseño

2.5.2.- Características fundamentales

2.5.3.- Constantes utilizadas

2.5.4.- Dimensionamiento

2.5.5.- Necesidades de aire

2.5.6.- Determinación de los caudales de aire

2.5.7.- Instalación de soplantes

2.5.8.- Difusores

2.6.- DECANTACION SECUNDARIA

2.7.- CLORACION DEL AGUA TRATADA

2.8.- RECIRCULACION Y BOMBEO DE FANGOS

2.8.1.- Recirculación de fangos

2.8.2.- Bombeo de fango en exceso a flotación

2.8.3.- Bombeo de fango mixtos a espesamiento

2.8.4.- Bombeo de fangos a digestión

2.9.- ESPESAMIENTO POR GRAVEDAD DE FANGOS MIXTOS

2.10.- ESTABILIZACION ANAEROBIA DE FANGOS

2.11.- CALENTAMIENTO DE FANGOS

2.12.- ALMACENAMIENTO Y RED DE GAS EN BAJA PRESION

2.13.- ALMACENAMIENTO DE FANGO DIGERIDO

2.14.- DESHIDRATACION MEDIANTE CENTRIFUGAS

2.14.1.- Alimentación de fango a centrífugas

2.14.2.- Transporte y almacenamiento de fango deshidratado

2.14.3.- Acondicionamiento del fango

1.- DATOS DE PARTIDA

Los datos de partida son los correspondientes al Pliego de Bases del Concurso y al Proyecto Base, modificados y actualizados por los estudios realizados durante la redacción del presente Proyecto de Construcción (Campaña de ensayos y análisis de los vertidos, estudio hidráulico, etc.).

Caudales:

Población equivalente (hab.-eq.)	45.000
Dotación (m ³ /hab/día)	0,250
Caudal diario medio (m ³ /h)	11.250
Caudal horario medio, (m ³ /h)	469
Caudal punta, (m ³ /h)	938
Caudal punta en tiempo de lluvia, (m ³ /h)	1.876

D.B.O₅:

Concentración, (mg/l)	360
Carga diaria (Kg/día)	4.050
Punta de DBO ₅	1,5

S.S.:

Concentración, (mg/l)	440
Carga diaria (Kg/día)	4.950
Punta de S.S.	1,5

Nitrógeno:

Concentración, (mg/l)	50
Carga diaria (Kg/día)	563
Punta de S.S.	1,5

Fósforo:

Concentración, (mg/l)	12
Carga diaria (Kg/día)	135
Punta de fósforo	1,5

A partir de estos datos se ha proyectado la Estación Depuradora, cuyo dimensionado se describe a continuación, habiendo seguido en este Anejo el mismo orden indicado en los restantes documentos del Proyecto, en lo relativo a capitulado.

1.1.- CAUDALES CONSIDERADOS EN CADA FASE DEL TRATAMIENTO

1.1.1.- Bombeo de agua bruta y pretratamiento

Caudal diario medio, (m ³)	11.250
Caudal horario medio, (m ³ /h)	469
Caudal punta, (m ³ /h)	938
Caudal de dilución admisible (m ³ /h)	1.876

1.1.2.- Tratamiento primario

Caudal diario medio (m ³)	11.250
Caudal horario medio, (m ³ /h)	469
Caudal punta, (m ³ /h)	938
Caudal de dilución admisible (m ³ /h)	938

1.1.3.- Tratamiento biológico

Caudal diario medio (m ³)	11.250
Caudal horario medio, (m ³ /h)	469
Caudal punta, (m ³ /h)	938
Caudal de dilución admisible (m ³ /h)	938

1.2.- RESULTADOS A OBTENER

Según se desprende del Pliego de Bases del Concurso, los resultados a obtener serán:

1.2.1.- Agua tratada

a) Rendimientos parciales del tratamiento físico - químico.

DBO ₅	60%
S.S.	75%

b) Rendimientos globales de depuración.

DBO ₅	95%
S.S.	95%

1.2.2.- Fango deshidratado

Sequedad $\geq 22\%$ en peso de sólidos.

Reducción de volátiles $\geq 40\%$ en peso de sólidos volátiles.

2.- DIMENSIONAMIENTO DE LA E.D.A.R.

2.1.- POZO DE GRUESOS Y ELEVACION DE AGUA BRUTA

$$Q_{\text{diseño}} = Q_{\text{medio}} = 469 \text{ m}^3/\text{h} < > 0,13 \text{ m}^3/\text{s} < > 130 \text{ l/s}$$

$$t_T \geq 2 \text{ min. a } Q_{\text{medio}}$$

$$V \geq 0,13 \text{ m}^3/\text{s} \times 60 \text{ s/min} \times 2 \text{ min} = 15,6 \text{ m}^3 (\approx 16 \text{ m}^3)$$

Para que sea efectivo el desarenado, se adopta una velocidad ascensional de:

$$v \leq 1 \text{ m/min. a } Q_m (240 \text{ m/h a } Q \text{ admisible}).$$

$$S \geq 0,13 \text{ m}^3/\text{s} \times 60 \text{ s/min} \times \frac{1}{1} \text{ min/m} = 7,8 \text{ m}^2 \{ \approx 8 \text{ m}^2 \}$$

Dimensionamiento del pozo de gruesos:

- Prisma recto (V_1):

. dimensiones en planta	3,2 x 3,2 m.
. calado	1,5 m.

- Tronco de pirámide (V_2):

. dimensiones base mayor . . .	3,2 x 3,2 m.
. dimensiones base menor . . .	2,2 x 2,2 m.
. calado	0,5 m.

Volumen total	$V_1 + V_2 = 15,36 + 2,96 = 18,32 \text{ m}^3$
-------------------------	--

Tiempo de retención	2,3 min., a Q_{medio} .
Velocidad ascensional	0,76 m/min., a Q_{medio} .
Caudal de diseño = Q_{medio}	0,13 m ³ /s

2.1.2.- Elevación de agua bruta

2.1.2.1.- Bombeo de agua bruta

Instalación de bombeo 5 (4 + 1R) bombas sumergibles de 469 m³/h/und.
(dos unidades dotadas de variación de frecuencia).

Capacidad de bombeo, sin contar la reserva $4 \times 469 = 1.876 \text{ m}^3/\text{h}$

Capacidad de reserva $\frac{469}{1.876} \times 100 = 25\%$,
sobre el caudal máximo

Situaciones consideradas

Caudal medio horario (469 m ³ /h)	Una bomba en servicio (a caudal nominal)
Caudal punta (938 m ³ /h)	Dos bombas en servicio (a caudal nominal)
Caudal intermedio de lluvias (1.407 m ³ /h)	Tres bombas en servicio (a caudal nominal)
Caudal máximo de lluvias (1.876 m ³ /h)	Cuatro bombas en servicio (a caudal nominal)
Caudales intermedios a los anteriores	Dos de las bombas en servicio accionadas por variador de frecuencia (a caudal variable)

Bombas de agua bruta

Características fundamentales de las unidades de bombeo.

Tipo	sumergible, de rodete canal
Paso	100 mm
Caudal unitario	469 m ³ /h
Altura manométrica	7,5 m. C.A.
Potencia absorbida	14 kW
Potencia motor	15 kW

2.1.2.2.- Pozo de bombeo de agua bruta

Volumen mínimo requerido con un
máximo de 10 arranques/hora

$$V = \frac{1.876}{4 \times 10} = 46,9 \text{ m}^3$$

Superficie pozo de bombeo Cota
de solera del pozo de bombeo

$$6,5 \times 7 = 45,50 \text{ m}^2$$

Cota de solera del pozo de
bombeo

$$+ 860,300 \text{ m.}$$

Nivel mínimo en el pozo de
bombeo

$$+ 860,700 \text{ m.}$$

Nivel máximo en el pozo de
bombeo

$$+ 862,200 \text{ m.}$$

Calado útil del pozo de bombeo . .

$$+ 862,200 - 860,700 = 1,500 \text{ m.}$$

Volumen útil del pozo de bombeo .

$$45,50 \times 1,500 = 68,25 \text{ m}^3$$

Nº de arranques/hora

$$n = \frac{1.876}{4 \times 68,25} = 6,9 \approx 7$$

2.2.- PRETRATAMIENTO

2.2.2.1.- Tamices de finos

El ancho del tamiz se determina a partir de la siguiente fórmula:

$$H = \frac{278 \times Q}{V(B-10) \left(\frac{S}{S+A} \right)} + 130$$

Nº de tamices	2
Caudal unitario	$Q = 0,261 \text{ m}^3/\text{s} < > 938 \text{ m}^3/\text{h}$
Velocidad	$V = 0,982 \text{ m/s}$, para una pérdida de carga máxima: $\Delta h = 110 \text{ mm}$ (se adopta 200 mm, por seguridad)
Separación entre barrotes	$S = 3 \text{ mm}$
Anchura de barrotes	$A = 3 \text{ mm}$
Anchura de canal	$B = 700 \text{ mm}$

Sustituyendo valores:

$$H = \frac{278 \times 938}{0,982(700-10) \left(\frac{3}{3+3} \right)} + 130$$

deducimos el calado requerido aguas arriba de los tamices $H = 900 \text{ mm}$.

2.2.2.- Prensado de residuos

En base a la información disponible y a nuestra propia experiencia, consideramos un volumen de sólidos a extraer por las rejillas de $0,028 \text{ m}^3/1.000$ habitantes. En estas condiciones, el volumen diario de residuos será:

$$\text{Nº habitantes equivalentes} \dots\dots\dots \frac{11.250 \text{ m}^3 / d}{0,250 \text{ m}^3 / h / d} = 45.000$$

$$\text{Volumen diario de residuos del desbaste} \dots\dots\dots 0,028 \times \frac{45.000}{1.000} = 1,26 \text{ m}^3 / d$$

Se ha previsto un tornillo transportador-compactador, cuya capacidad máxima es de 1,5 m³/h, siendo en consecuencia, su tiempo de funcionamiento 0,84 h/día.

2.2.3.- Desarenadores/desengrasadores

Se proyectan dos desarenadores/desengrasadores de flujo en espiral, a los cuales corresponden los siguientes valores:

Anchura	4 m (2,5 m zona de desarenado y 1,5 m zona desengrase)
Longitud	11 m.
Superficie lámina de agua unitaria (zona de desarenado)	27,5 m ²
Superficie lámina de agua total (zona desarenado)	55 m ²

- Situaciones consideradas

Etapas actual:

- A: Q_{medio} horario = 469 m³/h < > 0,130 m³/s
- B: Q_{punta} = 938 m³/h < > 0,261 m³/s
- C: Q_{máximo} de lluvias = 1.876 m³ /h < > 0,521 m³/s

De acuerdo con las variaciones de nivel que se producen en los vertederos de salida de agua de los desarenadores, se completa el siguiente cuadro:

Situación	Nº de unidades en servicio	Superficie Transversal unitaria (m ²)	Superficie transversal total (m ²)	Volumen unitario (m ³)	Volumen total (m ³)
A	2	10,78	21,57	118,61	237,23
B	2	10,92	21,85	120,16	240,33
C	2	11,14	22,29	122,57	245,15

Las condiciones de funcionamiento a los diversos regímenes de caudal, se resumen en el siguiente cuadro:

Situación	Velocidad transversal (m/s)	Carga hidráulica (m ³ /h/m ²)	Tiempo retención (min)
A	0,006	8,53	30,35
B	0,012	17,05	15,37
C	0,023	34,11	7,84

Caudal de aire para aeración desarenadores/desengrasadores

Partiendo de un caudal de aire de 7 Nm³/h/m², el caudal total de aire necesario será:

$$Q = 7 \times 27,5 = 192,5 \text{ m}^3/\text{h}/\text{desarenador (15 °C y 760 mm. Hg).}$$

Se incluye una central de aire compuesta por tres motosoplantes (una de reserva), de émbolos rotativos, con un caudal de aire unitario de 200 m³/h a una

contrapresión de 4 m.C.A.

Número de discos

Considerando un caudal por disco de 9 m³/h, el número de ellos por desarenador será:

$$N = \frac{200}{9} = 22 \text{ (44 en total)}$$

Por tanto, la separación entre discos será:

$$Q = \frac{11}{22} = 0,50 \text{ m}$$

Extracción de la arena

Partimos de una capacidad de extracción de 50 l/m³ de agua residual, a caudal medio diario. Luego, en nuestro caso, el volumen será:

$$V = 11.250 \text{ m}^3 / \text{h} \times \frac{50}{1.000} = 563 \text{ m}^3 / \text{día} \text{ } \Leftrightarrow \text{ } 24 \text{ m}^3 / \text{h}$$

El caudal de las bombas de extracción será, suponiendo que existen dos (2) bombas en funcionamiento:

$$Q = \frac{24}{2} = 12 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Se han previsto dos (2) bombas de rodete desplazado y ejecución vertical, con una capacidad unitaria de 20 m³/h a 2 m. C.A. (En tiempo seco funcionarán las dos unidades durante 14 h/día).

Lavador de arena

Estimamos un volumen de arena de 0,031 l/m³ agua residual, según nuestros datos e información práctica existente.

El volumen de arena extraído en los desarenadores, a caudal máximo, será:

$$V = 0,031 \frac{1}{m^3} \times 1,876 \frac{m^3}{h} \times 10^{-3} \frac{m^3}{1} = 0,058 \text{ m}^3 / h$$

Considerando una densidad para la arena de 1,6 Tm/m³, el peso equivalente será:

$$P = 0,058 \times 1,6 = 0,093 \text{ Tm/h.}$$

Se propone un lavador de arena del tipo oscilante adecuado a la capacidad anteriormente citada.

Separador de aceite y flotantes

El aceite y elementos flotantes en general, procedentes de los desarenadores/desengrasadores, son descargados en un separador provisto de un equipo de rasquetas para barrido de la lámina superficial, mantenida a nivel constante por medio del correspondiente vertedero.

2.3.- TRATAMIENTO FISICO-QUIMICO

2.3.1.- Cámaras de mezcla y floculación

2.3.1.1.- Cámaras de mezcla

Número de cámaras	2
Volumen útil	2 x 4 m ³
Dimensionamiento	1.500 mm x 1.500 mm x 1.800 mm de calado.
Tiempo de retención a caudal:	
. Medio	62".
. Punta	31".

Cada cámara dispondrá de un electroagitador de las siguientes características:

Potencia en el agua	0,45 kW.
Potencia motor	0,75 kW.
Diámetro de turbina	650 mm.
Velocidad	75 r.p.m. < > 2,55 m/s.

Gradiente s/:

$$G^{->} = \left(\frac{P(W)}{V(m^3) \times 1,15 \times 10^{-3}} \right)^{1/2}$$

Para P = 450 W y V = 4 m³, obtenemos:

$$G^{->} = 320 \text{ s}^{-1}$$

Valores Gt:

. A caudal medio verano	19.840
. A caudal punta verano	9.920

(que son valores admisibles).

La potencia específica será:

. A caudal medio		6,91 kW/m ³ /s
. A caudal punta		3,45 kW/m ³ /s

2.3.1.2.- Cámara de floculación

Se proyectan 2 cámaras de floculación en dos etapas, con el siguiente dimensionamiento:

Anchura		4,50 m.
Longitud		9 m. (4,5 m cada etapa).
Calado		2,90 m.
Volumen		117,45 m ³ /línea.

Con este dimensionamiento, las condiciones de servicio serán:

Tiempo de retención a caudal:

. Medio		30,05 min.
. Punta		15,03 min.

Cada etapa de floculación incorpora los siguientes electroagitadores de velocidad variable:

ETAPA	I	II
Núm. de agitadores	2 (1/línea)	2 (1/línea)
Diámetro (mm)	1.800	1.800
Velocidad (r.p.m.)	4,8 a 20,5	3,8 a 17,5
Potencia instalada	2 x 750 W	2 x 550 W
Potencia en el agua en W	2 x (100 a 450)	2 x (70 a 330)
Valor $G^{\cdot}$ (seg. ⁻¹)	38 a 82	32 a 70

Los valores de Gt serán los siguientes:

<u>ETAPA I</u>	<u>a velocidad mínima</u>	<u>a velocidad máxima</u>
. Medio	34.257	73.923
. Punta	17.134	36.974

ETAPA II

. Medio	28.848	63.105
. Punta	14.429	31.563

(que son valores admisibles)

2.3.2.- Dosificación de reactivos en la línea de agua

2.3.2.1.- Cloruro férrico

Producto comercial	Cl ₃ Fe
Riqueza (en peso)	40% Cl ₃ Fe
Densidad	1,425 Kg/l
Dosis:	
. Media	50 ppm (100%) < > 125 ppm (40%)
. Máxima	100 ppm (100%) < > 250 ppm (40%)

Consumo (en Kg/h) de producto comercial:

Dosis	Media	Máxima
Caudal		
Medio	58,6	117,25
Punta	117,25	234,5

Almacenamiento

Autonomía 15 días a caudal medio y dosis media.

Consumo:

$$C = \frac{58,6 \text{ Kg} / h \times 24 h / \text{día} \times 15 d}{1.000} = 21,10 \text{ Tn} <> 14,80 \text{ m}^3$$

Capacidad de almacenamiento . . . 15 m³.
 Número de tanque 1 de 2.500 mm. de diámetro x
 3.298 mm. de altura total.
 Material PRFV.

Dosificación

Número de bombas dosificadoras . 2 (1 + 1R).

Caudal máximo de dosificación . . . $\frac{234,5}{1,425} = 164,6 \text{ l/h}$

Caudal nominal 18 a 180 l/h/und.
 Funcionamiento Proporcional al caudal de agua
 bruta, mediante variador de
 frecuencia.

Dilución en línea

Concentración de utilización 5% (P/V) < > 50 Kg/m³.

Caudal máximo de agua de dilución:

$$q = \left[(180 \times 1,425 \times 0,40) \times \frac{1}{50} \times 10^3 \right] - 180 = 1.872 \text{ l/h}$$

2.3.2.2.- Cal

a) Datos de producto a emplear

- Reactivo a emplear Cal apagada (Ca(OH)₂)
- Riqueza en cal 92%
- Grunilometría 0,9 mm.
- Densidad 0,60 tn/m³
- Forma de suministro Camión cisterna

b) Consumos

Dosis:

- Media reactivo puro 150 gr/m³
- Media reactivo comercial 163 gr/m³

Consumos horarios

- Medio reactivo comercial a dosis media 76,45 Kg/h.
- Punta reactivo comercial a

dosis media 152,89 Kg/h.

c) Almacenamiento Silo metálico

- Nº de unidades 1 ud.
- Autonomía requerida a dosis media a caudal medio 45,87 m³
- Volumen instalado 50 m³
- Dimensiones:
 - * Diámetro 2,80 m.
 - * Altura cilíndrica 6,00 m.
 - * Altura total 11,972 m.

d) Dosificación

- Vía de dosificación Seca.
- Alimentación Extractor a tornillo dosificador.
- Tipo de dosificación Volumétrica.
- Control de dosificación Automática proporcional al caudal y en función de pH.
- Accesorios Variador de frecuencia.
- Capacidad dosificadora sobre dosis máxima 100%
- Capacidad requerida 152,89 Kg/h.
- Nº dosificadores instalados 1 ud.
- Nº dosificadores en funcionamiento 1 ud.
- Capacidad del dosificador 50 - 200 Kg/h < > 37 a 332 l/h.
- Precisión $\pm 2\%$.

e) Preparación de la lechada de cal

- Concentración máxima prevista de la dilución de P/V 5,1% (< > 51 Kg/m³).
- Densidad de la dilución 1 Kg/l.
- Sistema de dilución Cuba nivel constante.
- Caudal horario máximo 3.000 m³/h.
- Capacidad mínima de las cubas de dilución a dosis máximas 60 min.

- Capacidad total necesaria 3,0 m³.
- Nº de cubas 1 Ud.
- Tipo de construcción Acero A-42 b/EPOXI.
- Capacidad unitaria 3.000 l.
- Dimensiones:
- * Diámetro 1.850 mm.
- * Altura total 1.600 mm.
- * Sistema de mezcla y
homogeneización Electroagitador.
- * Control de nivel Tipo neumático.
- * Caudal de agua necesario
para dilución máxima 3 m³/h.

f) Aplicación

- Sistema aplicación de
dilución Bomba volumétrica, de husillo
excéntrico.
- Caudal máximo 3 m³/h.
- Capacidad máxima respecto
al caudal máximo 100%
- Nº de bombas instaladas 2 Ud.
- Nº de bombas en funciona-
miento 1 Ud.
- Caudal unitario 3.000 l/h.
- Presión impulsión 2 bar.

2.3.2.3.- Polielectrolito

Se ha considerado la dosificación de polielectrolito aniónico en la línea de agua:

Producto comercial:

- . Forma de suministro En polvo
- . Polímero activo 100 %
- . Densidad 0,5

Dosis:

- . Media 0,2 ppm
- . Máxima 0,5 ppm

Consumo, en Kg/h:

Caudal ↓	Dosis →	Media	Máxima
Medio		0,094	0,235
Punta		0,188	0,469

Almacenamiento

Autonomía 15 días a caudal medio y dosis máxima.

Consumo:

$$C = 0,235 \text{ Kg/h} \times 24 \text{ h/día} \times 15 \text{ d} = 84,6 \text{ Kg} <> 4 \text{ envases de } 25 \text{ Kg/und.}$$

Autonomía real de almacenamiento 44 días a caudal medio y dosis media (18 días a caudal medio y dosis máxima)

Preparación de la solución

Sistema Preparación automática y continua, mediante sistema compacto

Consumo de polielectrolito a caudal medio y dosis máxima	0,235 Kg/h.
Consumo de polielectrolito a caudal medio y dosis media	0,094 Kg/h.
Concentración de preparación, dosificación y aplicación a la línea de agua	0,05% (P/V) < > 0,55 Kg/m ³ .
Caudal de solución de polielectrolito a caudal medio y dosis máxima	$\frac{0,235}{0,5} \times 10^3 = 470 \text{ l/h.}$
Caudal de solución de polielectrolito a caudal medio y dosis media	$\frac{0,094}{0,5} \times 10^3 = 188 \text{ l/h}$

Sistema automático seleccionado:

Capacidad de preparación	1.000 l/h
Nº de compartimentos	3, de 1.000 l de volumen total, en AISI-304
Dosificador volumétrico	de 6 a 24 l/h de producto en polvo (con variador de velocidad)
Tolva incorporada	V = 60 l, en AISI-304.
Agitación	Dos electroagitadores, de 0,37 kW, de hélice SABRE, en AISI-316

Dosificación de la solución

Fluido a dosificar	Polielectrolito al 0,05 % (P/V)
Nº de unidades	2 (1 + 1R).
Rango de dosificación	65 a 650 l/h
Presión máxima	10 bar.

Dosificación Proporcional al caudal de agua, mediante variador de frecuencia.

2.3.3.- Producción de fango químico

Utilización y dosis de reactivos químicos:

	<u>Dosis media</u>	<u>Dosis punta</u>
Cloruro férrico	50 ppm.	100 ppm.
Poliectrolito	0,2 ppm.	0,5 ppm.
Cal	150 ppm.	

Producción de fango químico debido a la dosificación del cloruro férrico

- Producción específica de fango químico debido a la dosificación de Cl_3Fe 66 ppm M.S./100 ppm Cl_3Fe

- Cantidad de fango químico debido a la dosificación de Cl_3Fe $100 \times \frac{66}{100} \times 11.250 \times 10^{-3} =$
 $= 742,5 \text{ kg / día}$

- Margen de seguridad adoptado 40%

- Producción considerada (debido al Cl_3Fe) $1,40 \times 742,5 = 1.039,5 \text{ kg/día}$

Producción de fango químico debido a la precipitación de fósforo en el tratamiento físico-químico

- Fósforo en el agua bruta 12 ppm.
- Cantidad de fósforo en el
agua bruta $12 \times 11.250 \times 10^{-3} = 135 \text{ kg/día}$

Considerando una precipitación del 90% de fósforo en el tratamiento físico-químico (al igual que el Proyecto Base):

- Cantidad de fango químico
debido a la precipitación de
fósforo $135 \times 0,9 = 121,5 \text{ kg/día.}$

Producción de fango químico

- Producción total de fango
químico considerada $1.039,5 + 121,5 = 1.161 \text{ kg/día,}$
como parte integrante del fango
mixto purgado en decantación
primaria.

2.4.- DECANTACION PRIMARIA

Se proyectan dos decantadores primarios, tipo A (puente móvil y rásquetas articuladas), cuyas características son las siguientes:

Dimensiones:

- Diámetro	17 m
- Calado en la vertical del vertedero	3 m
- Profundidad máxima (sin concentrador)	3,974 m
- Pendiente de fondo	7,5 grados
Superficie	227 m ² /und.
Volumen	765,6 m ³ /und.
Tipo de vertedero	Simple interior
Longitud	53,4 m/und.

Condiciones de operación

Situaciones consideradas:

ETAPA ACTUAL

- A Qmedio horario = 469 m³/h
- B Qpunta = 938 m³/h

Situación	Nº de unidades en servicio	Velocidad ascensional (m ³ /h/m ²)	Tiempo de retención (horas)	Caudal sobre vertedero
A	2	1,03	3,26	4,39
B	2	2,07	1,63	8,78

Rendimientos en el tratamiento primario

A) Sin utilización de reactivos en la línea de agua

Porcentaje de eliminación de:

S.S.	65 %
D.B.O ₅	35%
S.S. eliminados en decantación primaria	$11.250 \times 0,440 \times 0,65 = 3.218$ Kg/d
S.S. en el efluente	$11.250 \times 0,440 \times 0,35 = 1.733$ Kg/d
DBO ₅ eliminada en decantación primaria	$11.250 \times 0,360 \times 0,35 = 1.418$ Kg/d
DBO ₅ en el efluente	$11.250 \times 0,360 \times 0,65 = 2.633$ Kg/d

Rendimientos en el tratamiento primario

B) Con utilización de reactivos en la línea de agua

Porcentaje de eliminación de:

S.S.	75 %
D.B.O ₅	60%
S.S. eliminados en decantación primaria	$11.250 \times 0,440 \times 0,75 = 3.713$ Kg/d
S.S. en el efluente	$11.250 \times 0,440 \times 0,25 = 1.238$ Kg/d
DBO ₅ eliminada en decantación primaria	$11.250 \times 0,360 \times 0,60 = 2.430$ Kg/d
DBO ₅ en el efluente	$11.250 \times 0,360 \times 0,40 = 1.620$ Kg/d
Fango químico considerado	$742 \times 1,40 + 122 = 1.160$ Kg/d.

Se prevé la recogida de los flotantes procedentes de decantación primaria, y su envío, mediante bombeo, al concentrador de grasas y flotantes (junto con las grasas y flotantes separadas en los desarenadores-desengrasadores).

Con el diseño adoptado, la decantación primaria recibe, el fango biológico en exceso, que es impulsado desde las balsas de aeración.

Así, 1.944 Kg M.S. al 0,23% (P/V), sin tratamiento físico-químico, y 1.134 Kg M.S. al 0,2% (P/V), con tratamiento físico-químico, llegan a los decantadores primarios y son eliminados en estos como parte integrante del fango mixto.

Por lo tanto la producción de fango mixto en la decantación primaria será de:

$3.218 + 1.944 = 5.162 \text{ Kg M.S./día al } 1,5 \% \text{ (P/V) sin tratamiento físico-químico.}$

$3.713 + 1.160 + 1.134 = 6.000 \text{ Kg M.S./día al } 1,5\% \text{ (P/V) con tratamiento físico-químico.}$

2.5.- TRATAMIENTO BIOLOGICO

2.5.1.- Datos de diseño

El tratamiento biológico se diseña para la situación mas desfavorable desde el punto de vista de la carga que soporta, es decir sin la utilización de reactivos en la línea de agua (sin tratamiento físico-químico).

Caudal medio diario	11.250 m ³ /h
Caudal punta	938 m ³ /h
DQO influente a planta	720 mg/l
DQO retenida en tratamiento	
primario (35 %)	252 mg/l
DQO influente a biológico	468 mg/l
NTK influente a planta	50 mg/l
NTK retenido en decantación	
primaria (10 %)	5 mg/l
NTK influente a biológico	45 mg/l

2.5.2.- Características fundamentales

Dimensiones generales:	
Volumen total (teórico)	3.600 m ³
Nº de líneas	2
Volumen/línea	1.800 m ³
Porcentaje de zona anóxica	15 %
Volumen de zona anóxica/línea . . .	270 m ³ / línea
Dimensiones de cada línea:	
Anchura	13 m
Longitud	31 m
Calado	4,5 m
Volumen total real	3.627 m ³

Condiciones de operación:

Temperatura (°C)	12	17	22
Edad del fango (d)	6,5	4,9	5,5
Carga másica (kg/kg/d)	0,24	0,31	0,29
MLSS (Kg/m ³)	2,98	2,33	2,49
Tiempo de retención a caudal medio (h)	7,73		

2.5.3.- Constantes utilizadas

Coeficientes de semisaturación para nitrificantes	$k_n 20 = 1$
Pérdida de masa endógena para nitrificantes	$b_n 20 = 0,04$
Tasa máxima de crecimiento para nitrificantes	$\mu_{max} 20 = 0,40$
Pérdida de masa para heterótrofos	$b_H 20 = 0,24$
Tasa de crecimiento para heterótrofos	$Y_h = 0,45$
Tasa de crecimiento para nitrificantes	$Y_n = 0,1$
Fracción de masa activa no biodegradable	$f = 0,2$
Fracción volátil del licor mixto . . .	$f_i = 0,80$

Constantes de Arrhenius

Constante de saturación NH_4 (autótrofos)	1,123
Tasa de decaimiento (autótrofos) .	1,029
Tasa de crecimiento (autótrofos) .	1,123
Tasa de decaimiento (heterótrofos)	1,029

2.5.4.- Dimensionamiento

Para el dimensionamiento del tratamiento biológico se ha utilizado un software propio, basado en los sistemas de cálculo establecidos en la conocida publicación "Theory, design and operation of nutrient removal activated sludge processes", preparado para la WATER RESEARCH COMMISSION por la UNIVERSITY OF CAPE TOWN, el CITY COUNCIL OF JOHANNESBURG y el NATIONAL INSTITUTE FOR WATER RESEARCH OF THE CSIR (SOUTH AFRICA).

A partir de los datos de diseño anteriormente indicados, y con el condicionante de limitar el valor de MLSS en el reactor a un máximo de 3 Kg/m^3 para el proceso y temperatura más desfavorables, se han realizado los cálculos de dimensionamiento.

Se ha efectuado el cálculo a tres temperaturas: 12°C , 17°C y 22°C .

Como puede observarse para temperaturas de 12°C y 17°C no tiene lugar el proceso de nitrificación - desnitrificación, en cambio para 22°C sí se origina el citado proceso.

En las tablas siguientes se indican los valores de DQO, DBO_5 , S.S., NTK, nitrógeno amoniacal y nitrógeno total en el efluente, en todas las situaciones consideradas. Como puede verse, las garantías indicadas en el Pliego de Condiciones (referentes a DBO_5 y S.S.) así como NTK estacionalmente, se han alcanzado con amplitud.

	12°	17°	22°
DBO ₅ en el efluente sin filtrar (mg/l)	18	11	10
S.S. en el efluente (mg/l)	22	22	22
Nitrógeno amoniacal en régimen estacionario/ dinámico (mg/l)	29,33/48,88	28,80/48,01	2,08/3,46
NTK en el efluente sin filtrar (mg/l)	35,41	34,90	8,15
Nitrógeno total en el efluente sin filtrar (mg/l)	35,41	34,90	18,12

G

ELIMINACION DE MATERIA ORGANICA

Tipificación de la DQO

a T.Biologico :Bruta(1);Decantada(2)
 Crecimiento eliminacion DQO en decantacion 1*

DBO5 influente a T.Biologico

DQO total a T.Biologico

Frac. masa activa

Frac. sol. no biodegrada

Frac. part. no biodegrada

Frac. rapida. biodegradable

DQO particulada

Masa activa

DQO no biodegradable

DQO lentament. biodegradable

Relacion DQO p/DQOt

DQO soluble

DQO no biodegradable

DQO rapida. biodegradable

DQO lentament. biodegrada

Relacion DQO s/DQOt

Relacion DBO5/DQOb

DQO biodegradable

DQO lentamente biodegradable

Fraccion DQO rapidamente biodegradable/biodegradable

Fraccion DQO biodegradable/DQO total

DQO t

f XBH

f SI

f XI

f SS

DQO p.

XBH

XI

XSp

DQO s.

SI

SS

XSD

2

0,35

234

468

0

0,18

0,10

0,200

216

0

47

169

0,46

252

86

94

72

0,54

0,70

335

241

0,28

0,72

2

0,35

234

468

0

0,18

0,10

0,200

216

0

47

169

0,46

252

86

94

72

0,54

0,70

335

241

0,28

0,72

2

0,35

234

468

0

0,18

0,10

0,200

216

0

47

169

0,46

252

86

94

72

0,54

0,70

335

241

0,28

0,72

Tipificación del NTK

Nitrógeno total

Frac. nitrog. amoniacal

Frac.nitro masa XBH (mgN/mg DQO)

Frac.nitro.masa XI (mgN/mgDQO)

Frac.nitro.masa XSp (mgN/mgDQO)

Frac.nitro.masa XSd (mgN/mgDQO)

Frac.nitro.masa SI (mgN/mgDQO)

Nitrogeno amoniacal

Nitrogeno organico

Nitrogeno organico particulado

Ligado a la XI (no bio.)

Ligado a la XSp (bio.)

Ligado a la XBH (bio.)

Fraccion de nitrogeno organico particulado

Nitrogeno organico soluble

Ligado a la XSd (bio.)

Ligado a la SI (no bio.)

Fraccion de nitrogeno organico soluble

Nitrogeno organico biodegradable

NTK

f SNH

f XNB

f XNI

f XND

f SND

f SNI

SNH

XNI

XND

XNB

SND

SNI

45,00

0,80

0,08

0,04

0,010

0,026

0,04

36,0

9,00

3,64

1,87

1,77

0,00

0,40

5,36

1,90

3,46

0,60

3,67

45,00

0,80

0,08

0,04

0,010

0,026

0,04

36,0

9,00

3,64

1,87

1,77

0,00

0,40

5,36

1,90

3,46

0,60

3,67

45,00

0,80

0,08

0,04

0,010

0,026

0,04

36,0

9,00

3,64

1,87

1,77

0,00

0,40

5,36

1,90

3,46

0,60

3,67

Nitrogeno amoniacal del efluente

Temperatura (°C)

Coefi. semisat. para nitrificantes:

kn20

knt

Perdida de masa endog. para nitrificantes:

bn20

bnt

Tasa de crecimi. para nitrificantes:

Mu max.20 (0,4 a 0,5)

Mu max.t

(Mu max.-bn) a 15°C

Edad del fango

Fraccion maxima de masa anoxica

Nº de tanques en la zona oxica (N<=3)

Coefficiente de seguridad (1,2 a 1,25)

Nitrogeno amoniacal en el efluente (Nae) en:

Regimen estacionario

Regimen dinamico

SRT

fxm

Nº tanques

Sf

SNHe/e

SNHe/d

12,00

15

12,00

22,00

1

1

1

0,3953

0,7061

1,2611

0,04

0,04

0,04

0,04

0,0318

0,0347

0,0367

0,0424

0,42

0,42

0,42

0,42

0,1660

0,2352

0,2966

0,5297

0,200

6,5

0,00

1

1,25

4,9

0,00

1

1,25

5,5

0,15

1

1,25

29,33

48,88

28,80

48,01

2,08

3,46

Nitrogeno en el efluente

Nitrogeno amoniacal (mg/l)

a. solu.no biodeg.(mg/l)

SNHe

SNle

29,33

3,46

28,80

3,46

2,08

3,46

Nitro.orga.biodeg. soluble(mg/l)	SNDe	0,9	0,9	0,9
Fraccion volatil del licor mixto	fi	0,80	0,80	0,80
Solidos en suspension en el efluente(mg/l)	SSe	22	22	22
Relacion DQO/SSV	fcv	1,48	1,48	1,48
Fraccion de N (mgN/mgVSS) en la masa:				
Activa(Heterotrofa+Autotrofa)	f XNB	0,12	0,12	0,12
Endogena	f XNP	0,09	0,09	0,09
Inerte	f XNI	0,06	0,06	0,06
Nitrogeno ligado a los SSVe		1,72	1,74	1,72
TKN en el efluente:	TKNe			
Efluente filtrado(mg/l)		33,69	33,16	6,43
Efluente sin filtrar(mg/l)		35,41	34,90	8,15

SSV en el reactor

Caudal medio a tratat. biologico (m3/s)	Q	0,13	0,13	0,13
Volumen de agua a tratat. biologico (m3/d)	V	11250	11250	11250
Perdida de masa endog. para heterotrofos:				
bh20		0,24	0,24	0,24
bht		0,19094	0,22027	0,25412
Tasa de crecimiento de organismos heterotrofos en mgSSV/mgDQO	Yh	0,45	0,45	0,45
Tasa de crecimiento de organismos nitrificantes en mgSSV/mg N	Yn	0,1	0,1	0,1
Fraccion de masa activa no biodegradable en mgSSV/mgSSV	f	0,2	0,2	0,2
Masa de DQO influente (kg/d)	M DQOI	5265	5265	5265
Masa activa influente (kg/d)	M XBHI	0	0	0
Masa biodegradable influente incluida XBH(kg /d)		3766	3766	3766
Masa en el reactor:				
Activa (kg)	Xa	4916	3994	3888
Endogena(kg)	Xe	1220	862	1087
Inerte (kg)	Xi	2312	1743	1957
Nitrificante(kg)	Xn			138
Total	Xv	8448	6599	7069
Solidos totales en el reactor s/XS (kg)	Xt	10561	8249	8836
Fraccion de Xa /Xv		0,58	0,61	0,55

Nitrogeno con el fango o fango en exceso

Nitrogeno con el fango en exceso (mg/l)	Ns	11,31	11,84	11,13
Fango total en exceso:				
SSV (kg/d)		1300	1347	1285
SST (kg/d)		1625	1684	1607
Produccion especifica de fango (kg/kg DQO alimentada)		0,309	0,320	0,305
Fango en exceso a espesamiento:				
SSV (kg/d)		1102	1149	1087
SST (kg/d)		1377	1436	1359

Desnitrificacion

Potencial de nitrificacion (mg/l)	Nc			27,43
Constante de nitrificacion(mgN-NO3/mgXa/d:	Alfa	0,033	0,033	0,033
Fraccion masica reactor anoxico 1°	K2	0,0568	0,0800	0,1176
Potencial de desnitrificacion reactor anoxico1°(mg/l)	f x1°	0,00	0,00	0,15
	Dpp1			17,03

N-NO3 en el efluente/ Recirculacion de fangos

Recirculacion externa	S	1,00	1,00	1,50
Oxigeno en la recirculacion externa (mg/l)	Os	0,5	0,5	0,5
Oxigeno en la recirculacion interna (mg/l)	Oa	2	2	2
Recirculacion interna teorica para salida del reactor anoxico 1°, N-NO3=0	ao			0,061
Parametros de calculo:				
A				0,699
B				12,415
C				0,763
Recirculacion interna real	a	0,000	0,000	0,000
Concentracion de N-NO3, salida reactor anoxico 1°		0,00	0,00	0,00
Desnitrificacion simultanea en zona oxica				1,00
Concentracion de N-NO3 a la salida del reactor	SNOe	0,00	0,00	9,97
Nitrogeno total:	N-total			
Muestra filtrada		33,69	33,16	16,41
Muestra sin filtrar		35,41	34,90	18,12

Posforo con el fango en exceso

P en la masa activa (mg P/mgVASS)
P en la masa endogena e inerte (mg P/mgVSS)
P en el fango (mg/l)
P total en el influente (mg/l)
P total en el efluente (mg/l)

Gamma	0,03	0,03	0,06
fp	0,015	0,015	0,015
Ps	2,74	2,88	4,64
Pi	11,16	11,16	11,16
Pe	8,42	8,28	6,52

Requerimientos teóricos de O₂

Coficiente punta
Consumo medio :
Sintesis
Respiracion endogena
Nitrificacion
Desnitrificacion
Total
Consumo máximo :
Sintesis
Respiracion endogena
Nitrificacion
Desnitrificacion
Total

K	1,5		1,5		1,5	
	kg/d	g/h	kg/d	g/h	kg/d	g/h
	1258	52417	1258	52417	1258	52417
	1111	46306	1042	43404	1170	48742
	0	0	0	0	1410	58761
	0	0	0	0	580	24166
	2369	98723	2300	95821	3258	135755
	1887	78626	1887	78626	1887	78626
	1111	46306	1042	43404	1170	48742
	0	0	0	0	2115	88142
	0	0	0	0	870	36249
	2898	124931	2829	122029	4302	179261

Volumenes totales del reactor

Concentracion media de S.S. (K/m³)
Carga en el selector (kg DQO/Kg MLVSS/d=8)
Carga en el selector (kgs MLSS)
Carga en zona(s) anóxica(s) 1*, excluido el selector
Masa en zona oxica (kgs)
Volumen total (m³)
Volumen selector (m³)
Volumen anoxico 1° excluido el selector (m³)
Volumen anoxico 1° incluido el selector (m³)
Volumen oxico (m³)
Masa oxica 1 (kg)
Masa oxica 2 (kg)
Masa oxica 3 (kg)
Concentracion en el último reactor óxico (K/m³)

Cm	s/XS	c/XS	s/XS	c/XS	s/XS	c/XS
Rate s	2,93	2,984	2,29	2,326	2,45	2,498
Xs	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Xa1*	0	0	0	0	0	0
Xo	10561	10741	8249	8373	7511	8995
Vt	3600	3600	3600	3600	3600	3600
Vs	0	0	0	0	0	0
Va1*	0	0	0	0	540	540
Va	0	0	0	0	540	540
Vo	3600	3600	3600	3600	3060	3060
Xo1	10.561	10.741	8.249	8.373	7.511	7.604
Xo2		0		0		0
Xo3		0		0		0
		2,984		2,326		2,485

DQO-DBO5 del efluente

DQO soluble biodegradable
DQO total en muestra (mg/l):
Sin filtrar
Filtrada
DBO5 en muestra (mg/l):
Sin filtrar
Filtrada

SSbe	18	3	1
	130	115	113
	104	89	87
	18	11	10
	9	1	1

Tiempo de retencion

Tiempo de retencion en el selector (mns):
Nominal
Actual
Tiempo de retencion en la zona anoxica excluido el selector (hrs):
Nominal
Actual
Tiempo de retencion en la zona oxica (contacto) (hrs):
Nominal
Actual
Tiempo de retencion total (hrs):
Nominal
Actual

	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	1,15
	0,00	0,00	0,46
	7,68	7,68	6,53
	3,84	3,84	2,61
	7,68	7,68	7,68
	3,84	3,84	3,07

Biodegradacion de la DQO, particulada y soluble biodegradable

Volumen de agua a tratar biologico (m³/d)
Volumen reactor N°:

V	11250	11250	11250
1	0	0	0
2	0	0	540
3	3600	3600	3060
4	0	0	0
5	0	0	0

Caudal de purga (m3/d)		554	735	655
DQO lentamente biodegradable influente	XS	241,2	241,2	241,2
Caudal de recirculación (m3/d)	S	11250	11250	16875
YH (mgDQO/l)	XBH	1818,9	1559,9	1518,5
Y (mgDQO/l)	XBA	0,0	0,0	56,6
Porción inerte de la masa activa	fe	0,08	0,08	0,08
Decaimiento de la biomasa heterotrofa	bht	0,49325	0,56904	0,65648
Decaimiento de la biomasa autotrofa	bnt	0,03182	0,03671	0,04235
Hidrolisis específica máxima para la Sbp:				
A 20 °C	Kh20	2,5	2,5	2,5
A t °C	Kht	2,50	2,50	2,50
Coefficiente de semisaturación para la Sbp:				
A 20 °C	Kx20	0,02500	0,02500	0,02500
A t °C	Kxt	0,05316	0,03318	0,02070
Switching function O2:				
KOH		0,2	0,2	0,2
O2 (Oxíco)		2	2	2
Air ON (Oxíco)		0,909	0,909	0,909
Air OFF (Oxíco)		0,091	0,091	0,091
O2 (Anoxíco).0,01 a 0,02		0,01	0,01	0,01
Air ON (Anoxíco)		0,048	0,048	0,048
Air OFF (Anoxíco)		0,952	0,952	0,952
O2 (Selector)		0,05	0,05	0,05
Air ON (Selector)		0,2	0,2	0,2
Air OFF (Selector)		0,8	0,8	0,8
Switching function N O3 :				
KNO		0,2	0,2	0,2
N O3(Selector)		3	3	3
N O3 límite(Selector)		0,94	0,94	0,94
N O3(Anoxíco).0,01 a 0,05		0,05	0,05	0,05
N O3 límite(Anoxíco)		0,20	0,20	0,20
N O3(Oxíco)		0,00	0,00	9,97
N O3 límite(Oxíco)		0,00	0,00	0,98
Factor de corrección hidrolisis anoxica	Eta s	0,33	0,33	0,33
Temperatura (°C)		12,00	17,00	22,00
Nº de tanques en la zona oxíca(N<=3)		1	1	1

Requerimientos reales de O2

Coefficiente punta	K	1,5	1,5	1,5	
Consumo medio :		kg/d	g/h	kg/d	g/h
Síntesis		1.180	49168	1.237	51532
Respiración endógena		1.042	43435	1.023	42638
Nitrificación		0	0	0	1410
Desnitrificación		0	0	0	58761
Total		2222	92603	2260	94170
Consumo máximo :					
Síntesis		1770	73752	1855	77298
Respiración endógena		1042	43435	1023	42638
Nitrificación		0	0	0	2115
Desnitrificación		0	0	0	870
Total		2812	117187	2878	119936

Coefficiente de semisaturación para organismos heterótrofos
Tasa de crecimiento max. organismos heterótrofos:

Ks	5	5	5			
Mu max.20	4	4	4			
Mu max.t	0,930	2,315	5,760			
Eta g	0,8	0,8	0,8			
	9	9	6			
	XS	SS	XS	SS	XS	SS
1	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2	0	0,00	0	0,00	143	5,77
3	59	17,84	41	2,99	36	0,62
4	0	0,00	0	0,00	0	0,00
5	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	144		99		127	
	10741		8373		8995	
	2,915		2,662		2,090	

Factor de corrección crecimiento anox. heterótrofos
Ver configuración N°

DQO lentamente biodegradable (XS) en:

Selector
Zona anóxica
Zona oxíca 1
Zona oxíca 2
Zona oxíca 3

DQO lentamente biodegradable en la biomasa (kg SSV)

Sólidos totales en el reactor c/XS (kgSST)

DQO lentamente biodegradable en el efluente

Requerimientos reales de O2 por:

Síntesis
Respiración endógena
Rapidamente biodegradable efluente(kg DQO)

1180
1042
0

1237
1023
0

1248
1157
0

2.5.5.- Necesidad de aire

A continuación se adjuntan los cálculos realizados para la determinación de la capacidad de oxigenación y de la demanda de aire en condiciones medias y máximas. Dichos cálculos se han efectuado para las diferentes temperaturas consideradas.

Requerimientos de O2 en condiciones standard

Coefficientes de saturacion a 760 m/m Hg

Temperatura (°C)	9	10	11	12	13	14
Coefficiente de saturacion de O2 (mg/l)	11,6	11,3	11,1	10,8	10,6	10,4
Temperatura (°C)	15	16	17	18	19	20
Coefficiente de saturacion de O2 (mg/l)	10,2	10	9,7	9,5	9,4	9,2
Temperatura (°C)	21	22	23	24	25	26
Coefficiente de saturacion de O2 (mg/l)	9	8,8	8,7	8,5	8,4	8,2

Altitud sobre el nivel del mar
 Presion barometrica (m/m Hg)
 Calado en la balsa (m)
 Calado sobre difusores (m)
 Temperatura de diseño (T)
 Coeficiente de saturacion de O2 (mg/l) a T(°C)
 y P(m/m Hg)
 Coeficiente de saturacion de O2 (mg/l) a T(°C)
 y P(m/m Hg), en balsa
 Coeficiente de saturacion de O2 (mg/l) a 20(°C)
 y 760 m/m Hg, en balsa
 Consumo medio de O2 en condiciones reales:
 (k/d):

Valor	s/IAWPRC Medio	s/calculos Medio	s/calculos Maximo	Tipo	Volumen	Alpha
-------	----------------	------------------	-------------------	------	---------	-------

Compartmento nº 1
 Compartmento nº 2
 Compartmento nº 3
 Compartmento nº 4
 Compartmento nº 5
 Compartmento nº 6
 Compartmento nº 7
 Compartmento nº 8

0	0	0	0	0	0	0,1
0	0	0	0	0	0	0,1
0	0	0	0	0	0	0,1
0	0	0	0	0	0	0,1
3145	3236	4275	4275	ANOXICO	544	0,1
0	0	0	0	OXICO	3083	0,65
0	0	0	0	0	0	0,1
0	0	0	0	0	0	0,1
3145	3236	4275	4275	0	0	0,10
2	2	2	2	0	3627	0,65

Total
 Oxigeno residual (mg/l)

Consumo medio de O2 en condiciones standard:
(k/d):

Valor

	Medio	Kla 20(h-1)	Maximo	Kla 20(h-1)
Compartimento n° 1	0	ERR	0	ERR
Compartimento n° 2	0	ERR	0	ERR
Compartimento n° 3	0	ERR	0	ERR
Compartimento n° 4	0	0,00	0	0,00
Compartimento n° 5	7370	8,98	9737	11,86
Compartimento n° 6	0	ERR	0	ERR
Compartimento n° 7	0	ERR	0	ERR
Compartimento n° 8	0	ERR	0	ERR
Total	7370	7,63	9737	10,08

Ceramicos

Compartimento N° 5

Regimen de O2
Caudal por difusor en m3/h (15°C/760 m/m Hg):

	Int. aerac. m3/h/m2	Et. Teórica Coe. segul	Et. real	Caudal m3/h	Nº de difu. Total	sores Por m2
	5,64	0,370	0,259	5517	6490	9,5
	6,26	0,333	0,250	5714	3361	4,9
	6,83	0,305	0,229	6238	2495	3,6
	7,58	0,275	0,220	6493	1910	2,8
	8,32	0,251	0,201	7123	1696	2,5

Regimen de O2

Caudal por difusor en m3/h (15°C/760 m/m Hg):

	Int. aerac. m3/h/m2	Et. Teórica Coe. segul	Et. real	Caudal m3/h	Nº de difu. Total	sores Por m2
	4,33	0,365	0,255	4238	4986	7,3
	4,90	0,322	0,242	4473	2631	3,8
	5,42	0,291	0,233	4641	1910	2,8
	6,13	0,258	0,206	5248	1544	2,3
	6,72	0,235	0,200	5413	1289	1,9

Requerimientos de O2 en condiciones Standard

Coefficientes de saturación a 760 mm Hg

Temperatura (°C)	9	10	11	12	13	14
Coefficiente de saturación de O2 (mg/l)	11,6	11,3	11,1	10,8	10,6	10,4
Temperatura (°C)	15	16	17	18	19	20
Coefficiente de saturación de O2 (mg/l)	10,2	10	9,7	9,5	9,4	9,2
Temperatura (°C)	21	22	23	24	25	26
Coefficiente de saturación de O2 (mg/l)	9	8,8	8,7	8,5	8,4	8,2

Altitud sobre el nivel del mar	360
Presión barométrica (m/m Hg)	675,0
Calado en la balsa (m)	4,5
Calado sobre difusores (m)	4,25
Temperatura de diseño (T)	17
Coefficiente de saturación de O2 (mg/l) a T(°C) y P(m/m Hg)	9,7
Coefficiente de saturación de O2 (mg/l) a T(°C) y P(m/m Hg), en balsa	10,61
Coefficiente de saturación de O2 (mg/l) a 20(°C) y 760 m/m Hg, en balsa	11,09
Consumo medio de O2 en condiciones reales: (k/d):	
Valor	

	s/AWPRC	s/calculos	s/calculos	Maximo	Tipo	Volumen	Alpha
Compartmento n° 1		0	0	0			0,01
Compartmento n° 2		0	0	0			0,01
Compartmento n° 3		0	0	0			0,01
Compartmento n° 4	686	697	887	887	Oxígeno	544	0,649
Compartmento n° 5	1532	1563	1991	1991	Oxígeno	3083	0,651
Compartmento n° 6		0	0	0			0,01
Compartmento n° 7		0	0	0			0,01
Compartmento n° 8		0	0	0			0,01
Total	2215	2260	2878	2878		3627	0,65
Oxígeno residual (mg/l)	2						
Consumo medio de O2 en condiciones standard: (k/d):							
Valor							

	Medio	Kla 20(h-1)	Maximo	Kla 20(h-1)	
Compartmento n° 1	0	ERR	0	ERR	
Compartmento n° 2	0	ERR	0	ERR	
Compartmento n° 3	0	ERR	0	ERR	
Compartmento n° 4	1584	10,94	2017	13,93	
Compartmento n° 5	3541	4,32	4510	5,49	
Compartmento n° 6	0	ERR	0	ERR	
Compartmento n° 7	0	ERR	0	ERR	
Compartmento n° 8	0	ERR	0	ERR	
Total	5125	5,31	6527	6,76	

tipo de difusores

Membrana

[illegible]

Cerámicos

Tipo de difusores

Ceramics

[illegible]

Regimen de O2

Caudal por difusor en m ³ /h (15°C/760 m/m Hg)	módulo				Nº de difu. Total	Puntuaje
	Int.aerac. m ³ /h/m ²	Eff. Teórica	Coef. segun	Eff. real		
0,85	2,22	0,342	0,8	0,274	1900	3,3
1,05	2,32	0,33	0,8	0,253	1976	2,8
1,7	2,70	0,281	0,85	0,239	2174	1,9
2,5	3,14	0,242	0,85	0,205	2531	1,5
3,4	3,78	0,201	0,85	0,171	3045	1,3
4,2	4,13	0,184	0,85	0,156	3325	1,2

Requerimientos de O2 en condiciones standar

Coefficientes de saturación a 760 mm Hg

Temperatura (°C)	9	10	11	12	13	14
Coefficiente de saturación de O2 (mg/l)	11,6	11,3	11,1	10,8	10,6	10,4
Temperatura (°C)	15	16	17	18	19	20
Coefficiente de saturación de O2 (mg/l)	10,2	10	9,7	9,5	9,4	9,2
Temperatura (°C)	21	22	23	24	25	26
Coefficiente de saturación de O2 (mg/l)	9	8,8	8,7	8,5	8,4	8,2

Altitud sobre el nivel del mar	860
Presión barométrica (m/m Hg)	675,0
Calado en la balsa (m)	4,6
Calado sobre difusores (m)	4,25
Temperatura de diseño (T)	12
Coefficiente de saturación de O2 (mg/l) a T(°C) y P(m/m Hg)	10,3

Coefficiente de saturación de O2 (mg/l) a T(°C) y P(m/m Hg), en balsa

Coefficiente de saturación de O2 (mg/l) a 20(°C) y 760 m/m Hg, en balsa

Consumo medio de O2 en condiciones reales:

(k/d):

Valor

Compartimento n° 1	0	0	0	0,01
Compartimento n° 2	0	0	0	0,01
Compartimento n° 3	0	0	0	0,01
Compartimento n° 4	390	396	501	0,649
Compartimento n° 5	1793	1826	2311	0,650
Compartimento n° 6	0	0	0	0,01
Compartimento n° 7	0	0	0	0,01
Compartimento n° 8	0	0	0	0,01
Total	2188	2222	2812	3627

Oxígeno residual (mg/l)

Consumo medio de O2 en condiciones standar:

(k/d):

Valor

Compartimento n° 1	ERR	ERR	ERR	ERR
Compartimento n° 2	ERR	ERR	ERR	ERR
Compartimento n° 3	ERR	ERR	ERR	ERR
Compartimento n° 4	887	6,13	1123	7,75
Compartimento n° 5	4083	4,97	5167	6,30
Compartimento n° 6	0	ERR	0	ERR
Compartimento n° 7	0	ERR	0	ERR
Compartimento n° 8	0	ERR	0	ERR
Total	4970	5,15	6290	6,51

Membrana

Compartimento N°

Regimen de O2

Densidad (dif./m2.)

N° de difusores

Caudal/dif (m3/h)

Caudal total (m3/h.)

Transferencia s/fabric.

Transferencia real

Coef. de seguridad

Consumo de aire a 15°C/760 m/m Hg

Maximo

3

363

2,0

742

17,46

14,84

0,85

742

4

484

2,8

1344

18,33

8,19

0,45

1344

2

242

3,7

886

14,28

9,82

0,69

889

Medio

2,5

302

1,9

582

16,73

14,93

0,89

582

3,5

423

1,2

522

19,48

16,67

0,86

522

3

363

1,6

566

18,09

15,37

0,85

566

3,5

423

1,2

522

19,48

16,67

0,86

522

3

363

1,6

566

18,09

15,37

0,85

566

3,5

423

1,2

522

19,48

16,67

0,86

522

Ceramicos

Compartimento N°

Regimen de O2

Caudal por difusor en m3/h (15°C/760 m/m Hg):

Maximo

Int. aerac. m3/h/m2

Ef. teorica

Ef. real

Coe. segur.

Caudal m3/h

N° de difu

Total

Sores

Por m2

5

3,12

0,355

0,8

2668

3048

1910

2,8

3,63

0,305

0,8

3110

1829

ERR

2,7

2,62

0,36

0,8

2494

ERR

ERR

2,7

4,11

0,269

0,85

3311

1324

1,9

2,25

0,37

0,8

2534

ERR

ERR

1,9

4,78

0,232

0,85

3849

1132

1,7

2,86

0,32

0,8

2985

ERR

ERR

1,7

5,23

0,212

0,85

4212

1003

1,5

Regimen de O2

Caudal por difusor en m3/h (15°C/760 m/m Hg):

Medio

Int. aerac. m3/h/m2

Ef. teorica

Ef. real

Coe. segur.

Caudal m3/h

N° de difu

Total

Sores

Por m2

5

2,52

0,347

0,8

2155

2536

3,7

2,72

0,32

0,81

2279

1910

2,8

3,01

0,291

0,85

2425

1426

2,1

2,04

0,37

0,8

2015

ERR

ERR

2,1

3,46

0,253

0,85

2791

1116

1,6

1,66

0,36

0,8

2062

ERR

ERR

1,6

4,11

0,213

0,85

3313

974

1,4

2,49

0,29

0,85

2434

ERR

ERR

1,4

4,49

0,195

0,85

3621

862

1,3

2.5.6.- Determinación de los caudales de aire

A la vista de los resultados expuestos anteriormente, la producción de aire se dimensiona para la máxima demanda, que tendrá lugar a 22°C (con nitrificación-desnitrificación).

- Caudal de aire a 15 °C y
760 mm Hg 6.493 m³/h
- Caudal de aire a 35 °C ,
675 mm Hg y 70% de
humedad 8.175 m³/h

El caudal mínimo requerido corresponde a la temperatura de 12 °C.

- Caudal de aire a 15 °C y
760 mm Hg 2.845 m³/h
- Caudal de aire a 35 °C y
675 mm Hg y 70% de
humedad 3.582 m³/h

2.5.7.- Instalación de soplantes

- Nº de soplantes 4 (3 + 1R), de dos velocidades:
- 2 con motor de doble devanado, de 1.500/1.000 r.p.m.
 - 2 con motor de conexión Dahlander de 3.000/1.500 r.p.m.

Caudal por soplante:

- Con motor de doble devanado
(D.D.) 2.725/1.700 m³/h, a 35°C, 675 mm Hg y 70% de humedad.
- Con motor de conexión Dahlander
(C.D.) 2725/1.210 m³/h, a 35°C, 675 mm. Hg y 70% de humedad.

La variación de caudales entre las dos situaciones extremas anteriores (2.5.6), tiene lugar de una manera prácticamente continua, consiguiéndose una regulación del oxígeno disuelto en las balsas de aeración.

Rango de caudales disponible:

- Con una soplante, motor Dahlander,
a 1.500 r.p.m. 1.210 m³/h.
- Con tres soplantes, a la velocidad
alta 8.175 m³/h.

Entre las dos situaciones anteriores, existe un elevado número de escalones posibles de trabajo, que permite conseguir una regulación adecuada con la instalación de las soplantes de émbolos rotativos, tal como se indica a continuación:

- Con una soplante C.D. a
1.500 r.p.m. 1.210 m³/h.
- Con una soplante D.D. a
1.000 r.p.m. 1.700 m³/h.
- Con dos soplantes C.D. a
1.500 r.p.m. 2.420 m³/h.
- Con una soplante C.D. a
3.000 r.p.m. (ó una soplante
D.D. a 1.500 r.p.m.) 2.725 m³/h.
- Con una soplante C.D. a
1.500 r.p.m. y otra D.D. a
1.000 r.p.m. 2.910 m³/h.
- Con dos soplantes D.D. a
1.000 r.p.m. 3.400 m³/h.
- Con una soplante C.D. a
3.000 r.p.m. y otra C.D. a
1.500 r.p.m. 3.935 m³/h.
- Con dos soplantes C.D. a
1.500 r.p.m. y otra D.D. a
1.000 r.p.m. 4.120 m³/h.
- Con una soplante D.D. a
1.500 r.p.m. y otra D.D. a
1.000 r.p.m. 4.425 m³/h.

- Con dos soplantes D.D. a 1.000 r.p.m. y otra C.D. a 1.500 r.p.m. 4.610 m³/h.
- Con dos soplantes C.D. a 1.500 r.p.m. y otra D.D. a 1.500 r.p.m. 5.145 m³/h.
- Con dos soplantes D.D. a 1.500 r.p.m. (ó dos C.D. a 3.000 r.p.m., ó una D.D. a 1.500 r.p.m. y otra C.D. a 3.000 r.p.m.) 5.450 m³/h.
- Con dos soplantes D.D. a 1.000 r.p.m. y otra C.D. a 3.000 r.p.m. 6.125 m³/h.
- Con dos soplantes D.D. a 1.500 r.p.m. y otra C.D. a 1.500 r.p.m. (ó una D.D. a 1.500 r.p.m., una C.D. a 3.000 r.p.m. y una C.D. a 1.500 r.p.m.) 6.660 m³/h.
- Con dos soplantes C.D. a 3.000 r.p.m. y otra D.D. a 1.000 r.p.m. (ó una C.D. a 3.000 r.p.m., una D.D. a 1.500 r.p.m. y una D.D. a 1.000 r.p.m.) 7.150 m³/h.
- Con dos soplantes D.D. a 1.500 r.p.m. y otra C.D. a 3.000 r.p.m. (ó dos C.D. a 3.000 r.p.m. y otra D.D. a 1.500 r.p.m.) 8.175 m³/h.

En total 16 escalones posibles (16 caudales diferentes de aportación de aire).

Hay que señalar que estas soplantes estarán instaladas en un edificio insonorizado.

2.5.8.- Difusores

Zona Oxica

Se incluyen difusores cerámicos en la zona óxica.

Número total de difusores por	
línea/total	960/1.920 Uds.
Densidad de difusores	2,8 difusores/m ²
Caudal máximo por difusor	3,40 m ³ /h (15°C y 760 mm Hg)
Caudal mínimo por difusor	1,03 m ³ /h (15°C y 760 mm Hg)

Zona Anóxica

En la zona anóxica se incluyen difusores de membrana de burbuja fina.

Número total de difusores por	
línea/total	184/368 Uds.
Densidad de difusores	3,04 difusores/m ²
Caudal máximo por difusor	4,0 m ³ /h (15°C y 760 mm Hg)
Caudal mínimo por difusor	1,6 m ³ /h (15°C y 760 mm Hg)

2.6.- DECANTACION SECUNDARIA

Se proyectan dos decantadores secundarios, tipo A, (puente móvil y rasquetas articuladas), cuyas características son las siguientes:

Dimensiones:

Diámetro	23 m.
Calado en la vertical del vertedero	3 m.
Profundidad máxima (sin concentrador)	4,34 m.
Pendiente del fondo	7,5°
Superficie	415,5 m ² /und.
Volumen	1.456,1 m ³ /und.
Tipo de vertedero	Simple.
Longitud	72,3 m/und.

Condiciones de operación.

Caudal medio m ³ /h/und	469/2 = 234,5
Caudal punta m ³ /h/und	938/2 = 469

Caudal	Velocidad ascensional (m ³ /h/m ²)	Tiempo de retención (horas)	Caudal sobre Vertedero (m ³ /h/ml)	Carga de sólidos (Kg/h/m ²)
Medio	0,56	6,21	3,24	3,37
Punta	1,13	3,10	6,49	5,05

Características del efluente.

D.B.O ₅	≤ 18 mg/l (5% de la DBO ₅ del agua bruta)
S.S.	≤ 22 mg/l (5% de los S.S. del agua bruta)

Se ha previsto una estación de bombeo constituida por dos bombas sumergibles de 10 m³/h a 6 m.c.a. para el envío de los flotantes de decantación secundaria al pozo de bombeo de flotantes extraídos en decantación primaria (para su bombeo conjunto al concentrador de grasas).

Se incluye una hoja de cálculo de los decantadores secundarios según las normas ATV.

Se ha efectuado el cálculo para las tres temperaturas consideradas en el diseño del tratamiento biológico.

Para las condiciones más desfavorables (12°C y 2,984 Kg/m³ como concentración de MLSS), el índice de volumen de fangos se sitúa en 120 l/kg. Para temperaturas superiores los valores de SVI aumentan. Así, a 17°C nos situaremos en 153 l/kg. y a 22°C en 143 l/Kg.

DISEÑO DECANADOR SECUNDARIO CIRCULAR S/ATV 131

TIPO DE RASQUETAS

Temperatura	12	17	22
Caudal medio (m3/h)	500,00	500,00	500,00
Caudal punta tiempo seco (m3/h)	938,00	938,00	938,00
Caudal máximo (m3/h)	938,00	938,00	938,00
Nº de unidades	2,00	2,00	2,00
Caudal medio/und. (m3/h)	250,00	250,00	250,00
Caudal punta tiempo seco/und. (m3/h)	469,00	469,00	469,00
Caudal máximo/und. (m3/h)	469,00	469,00	469,00
Índice volumen de fango, SVI (l/kg). (100 a 200)	120	153	143
Sólidos en la aeración, DSat (kg/m3), a caudal :			
Medio	2,984	2,326	2,485
Coefficiente de reducción de DSat a caudal punta	0,92	0,92	1
Máximo (m3/h)	2,738	2,134	2,485
Volumen comparativo de fango, CSV (L/M3)	358,08	356,76	356,27
Regimen volumen de fango, qsv (l/m2.h) (<450)	404	403	402
Velocidad ascensional, qa (m3/h/m2)	1,13	1,13	1,13
Superficie teórica total (m2)	830,95	830,95	830,95
Superficie teórica /und. (m2)	415,48	415,48	415,48
Dímetro (mts)	23	23	23
Porcentaje de recirculación (Rv)	0,533	0,53	0,80
Concentración de recirculación de fangos, DSrs (kg/m3)	7,87	6,16	5,59

Altura del decantador

Zona de clarificación h1 (mts.) (0,50)	0,26	0,26	0,26
Retención en zona de separación, Rz (h). (0,50)	0,50	0,50	0,50
Zona de separación h2 (mts.)	1,35	1,34	1,58
Porcentaje de sólidos transvasados a la aeración, kts. (<0,30)	0,30	0,30	0,30
Tiempo de transvase de sólidos a la aeración, Tts. (h). (<1,50)	1,50	1,50	1,50
Zona de almacenamiento h3 (mts)	0,56	0,55	0,65
Coefficiente de cálculo de la concentración en el fondo, ks.	0,76	0,75	0,75
Concentración en el fondo del decantador, DSff (kg/m3)	10,50	8,21	7,46
Tiempo de espesamiento, t (h)	2,00	2,00	1,22
Valor de concentración, C (l/m3)	1.100,00	1.100,00	866,29
Zona de espesamiento h4 (mts.)	1,03	1,03	1,02
Calado teórico (mts.)	3,19	3,17	3,50
Calado real (mts.)	3,50	3,50	3,50
Concentración en el fondo del decantador, DSff (kg/m3) corregida	10,50	8,21	7,45
Concentración de recirculación de fangos, DSrs (kg/m3) corregida	7,87	6,16	5,59
Porcentaje de recirculación (Rv) corregido	0,533	0,53	0,80
Sólidos suspendidos en el efluente (mg/l)	35	35	35
Calado en la vertical del vertedero (mts.)	3,00	3,00	3,00

Muro vertedero

Tipo de vertedero: Simple(1). Doble(2)	1
Longitud de vertedero (mts.):	
Total	144,5
Por decantador	72,3
Regimen de recogida a caudal:	
Medio	3,46
Punta en tiempo seco	6,49
Máximo con vertedero (Simple < 10 m3/H/mt.l. Multiple < 6)	6,49

Vertederos triangulares

Perdida de carga a caudal máximo (mts.) (0,040)	0,04		
Nº de vertederos triangulares por metro lineal s/cálculos	6,16		
Nº de vertederos triangulares por metro lineal real	7,00		
Nº de vertederos triangulares real por:			
Decantador	506		
Total	1012		
Perdida de carga (mts.) a caudal:	0,025	0,032	0,032

Tubería de alimentación de agua bruta

Porcentaje de recirculación:	Mínimo	Medio	Máximo
Caudal incluido recirculación de fangos (m3/h/und) :	500	719	844
Dímetro s/cálculos (m/m)	546		

Diametro adoptado (m/m)	500		
Velocidad en la tubería (mts/s) a caudal :	0,71	1,02	1,19
Velocidad en las ranuras de distribución (mts/s) :	0,59	0,85	1
Perdida de carga en las ranuras (mts.) :	0,047	0,096	0,133
Anchura de ranuras (m/m). (80 a 100)	100		
Distancia entre ejes de ranuras (m/m)	524		
Longitud de las ranuras (m/m)	781		
Nº de ranuras	3		

Dimensiones generales

Diametro del decantador (mt)	23
Diametro del Hopper (mt):	
Superior (mt)	2,6
Inferior (mt)	0,8
Altura del Hopper (mt)	1,57
Angulo de solera° (7,5)	7,5
Altura en el eje sin incluir el Hopper (mt)	4,34
Altura en la vertical del vertedero (mt)	3,00

Condiciones de operación

Superficie (m2):			
Unitaria	415,5		
Total	831,0		
Volumen (m3) a caudal:			
Unitario	Medio	Punta	Maximo
Total	1453,9	1456,8	1456,8
Velocidad ascensional (m3/h/m2) :	2907,7	2913,7	2913,7
Tiempo de retencion (h):	0,60	1,13	1,13
Carga de solidos (kg/h/m2) :	5,82	3,11	3,11
	3,59	4,74	5,05

Camara de entrada

Caudal:	Medio	Punta	Maximo
Diametro de la camara	4	4	4
Altura de la camara	2,16	2,16	2,16
Tiempo de retencion (mn).(> 4 m)	3,20	2,23	1,90
Velocidad de descarga (mm/s)	5,07	7,28	8,55

Tubería de recirculación de fangos

Diametro (m/m)	350		
Caudal :	Medio	Punta	Maximo
Velocidad teorica (m/s)			1,12
Velocidad real (m/s)	0,72	0,72	1,08

Canal de recogida de agua decantada

Anchura s/calculos (m/m)	574		
Anchura real (m/m)	600		
Caudal :	Medio	Punta	Maximo
Velocidad (m/s).(<=1,2 a caudal maximo)	0,213	0,400	0,400
Calado en el final (mt)	0,271	0,271	0,271
Calado critico (mt)	0,070	0,107	0,107
Calado corregido en el final (mt)	0,276	0,287	0,287
Radio hidraulico (mt) :	0,144	0,147	0,147
Perdida de carga s/Manning :	0,005	0,018	0,018
Calado en el origen (mt)	0,281	0,305	0,305
Guarda en origen a la coronacion del muro vertedero	0,119	0,095	0,095
Altura del canal a la coronacion del muro vertedero	0,400	0,400	0,400

Cotas de referencia

Solera del decantador en el eje	100,000		
Solera del decantador en la periferia	101,342	101,342	101,342
Solera del recogedor de fangos	98,434	98,434	98,434
Solera camara de descarga	101,034	101,034	101,034
Coronacion muro vertedero	104,263	104,263	104,263
Cresta de vertederos triangulares	104,313	104,313	104,313
Nivel de agua en el decantador	104,338	104,345	104,345
Nivel de solera del canal	103,863	103,863	103,863
Nivel de agua en el origen del canal	104,144	104,168	104,168
Nivel de agua en el final del canal	104,139	104,150	104,150
Guarda a la coronacion del decantador			0,600
Nivel de coronacion del decantador	104,863	104,863	104,863

2.7.- CLORACION DEL AGUA TRATADA

Producto comercial	ClONa 13% Cl_2
Densidad	1,25 kg/l
Dosis	6 ppm < > 46 ppm de ClONa 13%

Consumo a caudal medio (Q = 469 m ³ /h)	21,6 Kg/h < > 17,3 l/h
Consumo a caudal punta (Q = 938 m ³ /h)	43,1 Kg/h < > 34,5 l/h.

Almacenamiento

Autonomía	7 días a caudal medio
Consumo:	

$$C = \frac{17,3 \text{ l/h} \times 24 \text{ h} \times 7 \text{ días}}{1.000} = 2,91 \text{ m}^3$$

Grado de llenado	96,9%
Capacidad de almacenamiento	3 m ³
Número de tanques	1 de 1.400 mm de diámetro x 2.078 mm. de altura total, fabricado en PRFV.

Dosificación

Número de bombas dosificadoras	2 (1 + 1R)
Caudal por bomba	De 5,4 a 54 l/h.
Funcionamiento	Automático, proporcional al caudal (accionada mediante variación de frecuencia)

Dilución en línea

Concentración de utilización 4%
 Densidad al 4% 1,067 Kg/l

Agua de dilución a caudal:

- Medio: $469 \times 6 \times 10^{-3} \left[\frac{1}{0,04 \times 1,067} - \frac{1}{0,13 \times 1,25} \right] = 48,62 \text{ l/h}$

- Punta: $938 \times 6 \times 10^{-3} \left[\frac{1}{0,04 \times 1,067} - \frac{1}{0,13 \times 1,25} \right] = 97,23 \text{ l/h}$

La dilución será controlada por medio de un rotámetro con un caudal de 16 a 160 l/h.

Cámara de contacto

Tiempo de contacto 15 min. a caudal punta

Volumen útil:

$$V = \frac{938 \text{ m}^3 / \text{h}}{60 \text{ min} / \text{h}} \times 15 \text{ min} = 234,5 \text{ m}^3. \text{ Se adopta } V = 240 \text{ m}^3.$$

Dimensionamiento 8 x 10 x 3 m.

2.8.- RECIRCULACION Y BOMBEO DE FANGOS

- Producción de fangos con tratamiento físico-químico

* Fangos primarios:

Para el cálculo de los fangos primarios se han tenido en cuenta los rendimientos de eliminación de S.S., DBO₅ y DQO obtenidos en el tratamiento primario, según se indica en el Pliego de Bases del Concurso y en el Proyecto Base facilitado por la Administración.

Asimismo, se ha considerado una dosis de Cl₃Fe de 100 p.p.m.

Cantidad de S.S. de entrada a la planta	4.950 Kg/día
Rendimiento del tratamiento primario en S.S.	75%
Cantidad de fango por S.S.	$4.950 \times 0,75 = 3.712,5$ Kg/día
Porcentaje de M.V. de fango primario por S.S.	70%
Cantidad de M.V. de fango primario por S.S.	2.579 Kg/día
Dosis de Cl ₃ Fe	100 ppm
Producción específica de fango químico debido a la dosificación de Cl ₃ Fe	66 ppm M.S./100 ppm Cl ₃ Fe
Margen de seguridad adoptado	40%.

Cantidad de fango químico
debido a la dosificación de
 Cl_3Fe

$$100 \text{ ppm } \text{Cl}_3 \text{ Fe} \times \frac{66 \text{ ppm M.S.}}{100 \text{ ppm}} \times 11.250 \text{ m}^3 / \text{día} =$$

$$\times 1,40 \times 10^{-3} = 1.039 \text{ kg / día.}$$

Cantidad de fango químico
debido a la precipitación del
fósforo

$$12 \text{ ppm.P} \times 11.250 \text{ m}^3/\text{día} \times 0,90 \times 10^{-3} \\ = 121,5 \text{ kg/día.}$$

Cantidad total de fangos físico -
químicos

$$3.712,5 + 1.039 + 121,5 = 4.873 \\ \text{Kg/día.}$$

* Fangos biológicos:

Aunque la producción teórica es inferior (tal como se indica en el apartado 2.5), se considera a efectos de cálculo de la línea de fangos una producción específica de 0,8 Kg. M.S./Kg. DBO_5 eliminada en el tratamiento biológico.

Cantidad de DBO_5 de entrada
a la planta

4.050 Kg/día

Porcentaje de DBO_5 eliminado
en tratamiento primario

60%

Cantidad de DBO_5 de entrada
al tratamiento biológico

1.620 Kg/día

Cantidad de DBO_5 de salida del
tratamiento biológico

202,5 Kg/día

Cantidad de DBO_5 eliminada en

el tratamiento biológico	$1.620 - 202,5 = 1.417,5 \text{ Kg/día}$
Cantidad de fango biológico	$0,8 \times 1.417,5 = 1.134 \text{ Kg/día}$
Porcentaje de M.V.	80%
Cantidad de M.V.	907,2 Kg/día

*** Fangos mixtos totales:**

Cantidad total de fango producido	$4.873 + 1.134 \approx 6.000 \text{ Kg/día}$
Cantidad total de M.V. . . .	$2.579 + 907,2 = 3.486 \text{ Kg/día (58,1\%)}$

- Producción de fangos sin tratamiento físico-químico

*** Fangos primarios:**

Para el cálculo de los fangos primarios se han tenido en cuenta los rendimientos de eliminación de S.S., DBO_5 y DQO obtenidos en un tratamiento primario consistente únicamente en decantación (sin utilización de reactivos químicos en la línea de agua).

Cantidad de S.S. de entrada a la planta	4.950 Kg/día
Rendimiento del tratamiento primario en S.S.	65%
Cantidad de fango por S.S.	$4.950 \times 0,65 = 3.217,5 \text{ Kg/día}$
Porcentaje de M.V. de fango primario por S.S.	70%
Cantidad de M.V. de fango primario por S.S.	2.252 Kg/día

*** Fangos biológicos:**

Aunque la producción teórica es inferior (tal como se indica en el apartado 2.3), se considera a efectos de cálculo de la línea de fangos una producción específica de 0,8 Kg. M.S./Kg. DBO₅ eliminada en el tratamiento biológico.

Cantidad de DBO ₅ de entrada a la planta	4.050 Kg/día
Porcentaje de DBO ₅ eliminado en tratamiento primario	35%
Cantidad de DBO ₅ de entrada al tratamiento biológico	$4.050 \times (1 - 0,35) = 2.632,5 \text{ kg/día}$
Cantidad de DBO ₅ de salida del tratamiento biológico	202,5 Kg/día
Cantidad de DBO ₅ eliminada en el tratamiento biológico	$2.632,5 - 202,5 = 2.430 \text{ Kg/día}$
Cantidad de fango biológico	$0,8 \times 2.430 = 1.944 \text{ Kg/día}$
Porcentaje de M.V.	80%
Cantidad de M.V.	1.555 Kg/día

*** Fangos mixtos totales:**

Cantidad total de fango producido	$3.217,5 + 1.944 \approx 5.160 \text{ Kg/día}$
Cantidad total de M.V.	$2.252 + 1.555 = 3.807 \text{ Kg/día}$ (73,8%)

2.8.1.- Recirculación de fangos

De acuerdo con los cálculos efectuados en el tratamiento biológico se ha considerado una recirculación del 150% del caudal medio, sin incluir la reserva.

De esta forma, se proyecta una instalación adecuada para la recirculación del 150% del caudal medio compuesta por 4 (3 + 1R) bombas sumergibles.

$$\frac{500 \times 1,50}{3} = 250 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Por tanto, se instalarán 4 (3 + 1R) bombas sumergibles de rodete canal de 250 m³/h a 2,5 m.c.a.

2.8.2.- Bombeo de fango en exceso a flotación

Situación considerada
(más desfavorable) Sin tratamiento físico-químico.

El fango en exceso se extrae directamente de las balsas de aeración.

Cantidad de M.S. de los fangos
en exceso 1.944 Kg/día

Concentración 0,3% (P/V)

Volumen 648 m³/día

Determinación de las bombas

Período de funcionamiento 16 h/día

Nº de unidades	2 (1 + 1R)
Tipo de bombas	Sumergibles, rodete Vórtex.
Caudal teórico de bombeo	$648/16 = 40,5 \text{ m}^3/\text{h}$
Capacidad de bombeo	$40 \text{ m}^3/\text{h}/\text{und.}$
Altura manométrica	3 m.c.a.
Tiempo real de bombeo	16,2 h/día

Los datos aquí considerados se han realizado para una temperatura de 12 °C, con unos MLSS de 3 Kg/m³ (concentración del fango a extraer de las balsas de aeración). En caso de considerar una temperatura de 17 °C, los MLSS serán de 2,3 Kg/m³ y el volumen de fangos a extraer de 845 m³/día por lo que el tiempo real de bombeo será de 21,1 h/día. Por último, en caso de operar a una temperatura de 22 °C los MLSS serán de 2,5 Kg/m³, el volumen de fangos a extraer de 777,6 m³/día y el tiempo real de bombeo de 19,4 h/día.

2.8.3.- Bombeo de fangos mixtos a espesamiento

Situación considerada (más desfavorable)	Con tratamiento físico-químico.
Cantidad de M.S. del fango mixto	6.000 kg/día.
Concentración	1,5% (P/V).
Volumen	400 m ³ /día.

Determinación de las bombas

Período de funcionamiento	12 h/día.
Nº de unidades	2 (1 + 1R).

Tipo de bombas	Sumergibles, rodete Vórtex.
Caudal teórico de bombeo	$400/12 = 33,3 \text{ m}^3/\text{h}.$
Capacidad de bombeo	$35 \text{ m}^3/\text{h}/\text{und}.$
Altura manométrica	8 m. C.A.
Tiempo real de bombeo	11,4 h/día.

2.8.4. Bombeo de fangos a digestión

Situación considerada (más desfavorable)	Con tratamiento físico-químico.
Cantidad de fangos mixtos	6.000 Kg/día
Concentración de purga de espesadores	$40 \text{ Kg}/\text{m}^3$
Volumen de fangos mixtos espesados a digestión	$150 \text{ m}^3/\text{día}$

Determinación de las bombas

Período de funcionamiento	6 h/día
Nº de unidades	2 (1 + 1R)
Tipo de bombas	De tornillo (MONO)
Caudal	$25 \text{ m}^3/\text{h}$
Altura manométrica	20 m.c.a.

2.9.- ESPESAMIENTO POR GRAVEDAD DE FANGOS MIXTOS

Número de unidades 1

Características:

- * Diámetro 11 m.
- * Calado en la vertical del
vertedero 4 m.
- * Profundidad máxima
sin concentrador 4,65 m.
- * Pendiente del fondo 7,5 grados
- * Superficie 95 m².
- * Volumen 403 m³.

Naturaleza de fangos a espesar	Fango mixto (mezcla de primario físico- químico y biológico)
Cantidad de M.S. (Kg/d)	6.000
Caudal de diseño (m ³ /h)	35
Nº de unidades en servicio	1
Carga de M.S. (Kg/d/m ²)	63,14
Carga hidráulica (m ³ /h/m ²)	0,37
Volumen de fango en condiciones de alimentación (m ³ /día)	400
Tiempo de retención del fango en condiciones de alimentación (horas)	24,2
Concentración de salida (% P/V)	4,5
Concentración media (% P/V)	3
Tiempo de retención del fango a concentración media (horas)	23,9

Volumen del fango a concentración media (m ³)	200
Altura de fango a concentración media (m)	1,86
Altura de decantación (m)	2,14
Volumen de fango a concentración de salida (m ³ /día)	150
Volumen de sobrenadante (m ³ /día)	250

Se incluye una hoja de cálculo del espesador de fangos para los parámetros de funcionamiento admisible en un fango de estas características.

ESPESAMIENTO DE FANGO POR GRAVEDAD

Datos de diseño

Tipo de fango: Primario+Biologico

Parametros del influente:

Caudal Trat. Primario :

M3/s

0,130

M3/d

11,250

S.S.en el influente (mg/l)

440

Rendimiento Trat. Primario(%S.S.)

75

Fango primario a espesamiento (kg/d)

3713

Fango químico a espesamiento (kg/d)

1153

Fango biológico a espesamiento (kg/d)

1134

Fango total a espesamiento (kg/d)

6000

Concentracion (kg/m3):

Fango primario

15

Fango químico

15

Fango biologico

15

Fango de entrada

15,00

Volumen (m3/d)

400

Tiempo de alimentacion (h)

11,4

Caudal de alimentacion (m3/h)

35,0

Nº de unidades

1

Parametros del influente por espesador:

Masa de solidos (kg/d)

6000,0

Volumen (m3/d)

400,0

Caudal de alimentacion (m3/h)

35,0

Prescripciones :

Carga masica (kg/d/m2)

s/EPA

99

s/Pliego

70

Diseño

70

s/ CEDEX

Carga hidraulica (m3/h/m2)

s/EPA

1,19

s/Pliego

0,50

Diseño

0,50

Tiempo de retencion del fango a concentracion media (h)

s/EPA

24

s/Pliego

24

Diseño

24

Dimensionamiento

Diametro del espesador (m)

s/calculos

10,4

Adoptado

11,0

Superficie de espesamiento (m2):

Unitaria

95,0

Total

95,0

Condiciones de operacion:

Carga masica (kg/d/m2)

63,14

Carga hidraulica (m3/h/m2)

0,37

Tuberia de entrada de fangos:

Diametro (m/m)

125

Velocidad (m/s)	0,79
Hopper de fangos :	
Diametro superior (m)	1,2
Diametro inferior (m)	0,4
Inclinacion (°)	30,0
Altura (m)	0,69
Inclinacion de solera (°C)	7,5
Altura de solera (m)	0,65
Volumen de la solera inclinada /espesador(m3)	22,9
Concentracion de salida (kg/m3)	45
Concentracion media (kg/m3)	30,0
Volumen de fango a concentracion media (m3):	
Unitario	200
Total	200
Altura de clarificacion :	
Nominal:(0,6 a 0,9m).Valor medio:0,75	0,75
Real	0,75
Altura de sedimentacion::	
Nominal:(1,2a 1,8m).Valor medio:1,5	1,40
Real	1,40
Altura de espesamiento:	
Nominal	1,86
Real	1,86
Altura en la vertical del muro vertedero (m)	
Nominal	4,01
Real	4,00
Volumen real de espesamiento (m3):	
Unitario	403
Total	403
Tiempo de retencion del fango a concentracion media (h)	23,9
Tiempo de retencion del fango en condiciones de alimentacion (h)	24,2
Efluente del espesamiento	
Retencion teorica de SS (%)	100
Coefficiente corrector de la retencion	1,000
Retencion real	100,0
Materia seca del fango(k/d):	
Unitaria	6000
Total	6000
Volumen de fango (m3/d):	
Unitario	133
Total	133
Tiempo de extraccion (h/d)	8,89
Caudal de fangos (m3/h):	
Unitario	15,0
Total	15,0
Tuberia de salida de fangos:	
Diametro (m/m)	100
Velocidad (m/s)	0,53
Materia seca en el sobrenadante:	
k/d	0
mg/l	0
Volumen de sobrenadante (m3/d)	
Unitario	267
Total	267
Caudal de sobrenadante por espesador (m3/h):	
Medio (s/extraccion de fangos)	35,0

Minimo(c/extraccion de fangos)	20,0
Tuberia de salida de sobrenadante:	
Diametro (m/m)	100
Velocidad (m/s)	1,24

Recogida de agua

Longitud de vertedero:	
Unitario	34,6
Total	34,6
Carga de agua s/vertederos a 90°, a caudal medio (m)	0,030
Nº de vertederos:	
Unitario	45
Total	45
Nº de vertederos/m.l	1,3
Anchura del canal de recogida (m)	0,25
Lamina de agua con derrame critico(m).hc	0,034
Lamina de agua sin derrame critico(m).he	0,15
Lamina de agua en el final (m).ho2	0,152
Lamina de agua corregida en origen(m).ho1:	
Radio hidraulico (m)	0,07
Velocidad (m/s)	0,13
Pendiente	0,000104
Perdida de carga (m)	0,001
Lamina de agua en el origen(m).he1	0,153
Guarda a la coronacion del muro vertedero (m)	0,197
Altura a la coronacion del muro vertedero (m)	0,350

Puente de rasquetas

Nº de rasquetas:	
Teorico	7
Real	8
Longitud proyectada (m)	1,16
Longitud real (m).(<1,5)	1,33
Angulo	30,0
Accionamiento:	
Velocidad lineal (m/mn).(<2)	2
Velocidad angular (rpm)	0,061
Carga especifica (kg/m2)	250
Carga de calculo con rasqueta de 160 m/m de altura(kg)	370
Par en el eje de accionamiento (m.kg):	
Nominal	1077
Maximo (ks=2)	2154
Potencia absorbida en el eje de accionamiento (kw):	
Nominal	0,067
Maximo (ks=2)	0,135
Potencia motor (kw)	0,37

2.10.- ESTABILIZACION ANAEROBIA DE FANGOS

Datos de partida.

Fangos a digerir:

Se presenta a continuación un cuadro resumen de la cantidad de materia volátil (M.V.), materia mineral (M.M.) y materia seca total (M.S.) consideradas para el proceso de digestión de fangos.

Con tratamiento físico-químico:

	M.M. (Kg/día)	M.V. (Kg/día)	M.S. (Kg/día)
Fangos físico-químicos	2.291	2.579	4.870
Exceso de fangos:	223	907	1.130
Fangos totales mixtos:	2.514	3.486	6.000
Concentración espesamiento			4% (P/V)
Caudal de fango a digestión			150 m ³ /día

Sin tratamiento físico-químico:

	M.M. (Kg/día)	M.V. (Kg/día)	M.S. (Kg/día)
Fango primario:	965 388	2.252	3.217 1.943
Exceso de fangos:	1.353	1.555	5.160
Fangos totales mixtos:		3.807	4% (P/V)
Concentración espesamiento			129 m ³ /día
Caudal de fango a digestión			

Fangos digeridos:

Hemos partido de un 45% de destrucción de la materia orgánica volátil, de modo que las características del fango digerido serán las siguientes:

	Con tratamiento físico-químico	Sin tratamiento físico-químico
Cantidad de M.M.	2.514 Kg/día	1.353 Kg/día
Cantidad de M.V.:		
- Destruída	1.568,7 kg/día	1.713,1 Kg/día
- No destruida	1.917,3 kg/día	2.093,9 Kg/día
Cantidad de M.S.	1.568,7 kg/día	3.446,9 Kg/día
Volumen fango digerido	150 m ³ /día	129 m ³ /día

Concentración:

Con tratamiento físico-químico:

$$C = \frac{4.431,3}{150} = 29,5 \text{ kg} / \text{m}^3 \Leftrightarrow 2,95\% (P/V)$$

Sin tratamiento físico-químico:

$$C = \frac{3.446,9}{129} = 26,7 \text{ kg} / \text{m}^3 \Leftrightarrow 2,67\% (P/V)$$

- Características:

Se ha previsto un (1) digestor de 20 m de diámetro x 10,07 m de altura cilíndrica y 13,24 m de altura total cuyo volumen total es de 3.300 m³/und. con un volumen útil (descontando la solera cónica y la capa de sobrenadantes) de 3.005 m³/ud.

Condiciones de operación.**Con tratamiento
físico-químico****Sin tratamiento
físico-químico**

Tiempo de retención total:

$$\frac{3.300}{150} = 22 \text{ días}$$

$$\frac{3.300}{129} = 25,58 \text{ días}$$

Tiempo de retención útil:

$$\frac{3.005}{150} = 20 \text{ días}$$

$$\frac{3.005}{129} = 23,29 \text{ días}$$

Carga de M.V. sobre volumen útil:

$$\frac{3.486}{3.005} = 1,16 \text{ Kg / día / m}^3$$

$$\frac{3.807}{3.005} = 1,27 \text{ Kg / día / m}^3$$

Carga de M.S. sobre volumen útil:

$$\frac{6.000}{3.005} = 2,00 \text{ Kg / día / m}^3$$

$$\frac{5.160}{3.005} = 1,72 \text{ Kg / día / m}^3$$

Agitación mediante "HEATAMIX".

Los "HEATAMIX" son unidades mixtas de agitación y calentamiento, constituidas por un tubo de 311 mm de diámetro interior, provisto de una camisa exterior, dispuestas en el exterior del digestor primario, realizándose la agitación de la masa de fangos por un efecto de ari-lift, debido a la inyección de gas a presión en el tubo, en tanto que por la camisa exterior circula el agua caliente.

Unidades de agitación.

Hemos partido para el cálculo de un tiempo de recirculación del volumen del fango del digestor, de cuatro (4) horas.

Las principales características de los "HEATAMIX" propuestos son las siguientes:

Diámetro interior	311 mm.
Caudal de recirculación de fangos	275 m ³ /h/und.
Velocidad de circulación	1 m/s (compatible con un buen intercambio térmico).

En base a estos valores, el caudal de recirculación será:

$$Q = \frac{3.300}{4} = 825 \text{ m}^3 / h$$

Por tanto, el número de unidades de agitación requerido será:

$$N = \frac{825}{275} = 3 \text{ unidades.}$$

Se han previsto tres unidades de agitación por digestor, de tal modo que el tiempo real de recirculación es de:

$$t = \frac{3.300}{3 \times 275} = 4 \text{ horas}$$

Compresores de gas.

Basados en curvas obtenidas experimentalmente en las Estaciones Depuradoras "SUR" y "BUTARQUE" (MADRID), se requiere un caudal de gas de 100 Nm³/h por unidad de agitación, con objeto de conseguir una velocidad de circulación del orden de 1 m/s, para un fango con una concentración en el entorno del 4%-5% y una profundidad de inyección del gas de 10 ÷ 13 m por debajo del máximo nivel del fango en el digestor.

Se han incluido dos compresores (uno de reserva), de 315 m³/h., en las condiciones de aspiración, a una presión de 1,5 bar.

A continuación se adjuntan las hojas de cálculo referidas al dimensionamiento de la digestión anaerobia, donde se detallan los cálculos en mayor profundidad, indicando las condiciones de operación.

DIGESTION ANAEROBIA

Bombeo de fango mixto espesado

Fango primario :

M.S.(kg/d)	4866
Porcentaje de M.V./M.S.	0,53
M.V.(kg/d)	2579
M.M.(kg/d)	2287
Concentraci3n (kg/m3)	42,9
Volumen de fango 1º(m3/d)	113,4

Fango biologico :

M.S.(kg/d)	1134
Porcentaje de M.V./M.S.	0,8
M.V.(kg/d)	907,2
M.M.(kg/d)	226,8
Concentraci3n (kg/m3)	31,0
Volumen de fango 2º(m3/d)	30,6

Fango mezcla:

M.S.(kg/d)	6000
Porcentaje de M.V./M.S.	0,58
M.V.(kg/d)	3486
M.M.(kg/d)	2514
Concentraci3n (kg/m3)	40,0
Volumen de fango (m3/d)	150,0

Bombeo a digesti3n:

Tiempo de alimentaci3n (h/d)	6
Caudal de alimentaci3n (m3/h)	25,0
Nº de bombas:	
En servicio	1
En reserva	1
Total	2
Caudal de bombeo:	
Por bomba	25
Total	25
Diametro tubería de impulsión (m/m):	
Por bomba	100
General	100

Digesti3n

Destrucci3n de M.V.	45
M.V. eliminada (k/d)	1568,8
M.V.efluente (k/d)	1917,4
M.M.efluente (k/d)	2513,8
M.S.efluente (k/d)	4431,2
Volumen de fango (m3/d)	150,0
Concentraci3n (kg/m3)	29,54
Tiempo de retenci3n (d)	22,0
Nº de digestores	1
Volumen de digesti3n (m3):	
Total	3300
Por unidad	3300
Carga de M.V.sobre volumen total (K/d/m3)	1,06
Dimensionamiento:	
Diametro(m)	20
Inclinaci3n de solera (º)	10
Altura de solera (m)	1,8
Volumen de solera (m3)	184,6
Altura líquida (m)	9,92
Altura gas (m)	0,15
Altura recta (m)	10,07
Diametro superior de la cupula (m)	4
Inclinaci3n de la cupula (º)	10
Altura de la cupula (m)	1,41
Altura total (m)	13,24
Volumen útil descontando la solera conica y la capa de sobrenadantes (0,5 m):	
Total	3005
Por unidad	3005
Tiempo de retenci3n sobre volumen útil (d)	20,0
Carga de M.V. sobre volumen útil (d)	1,16
Tiempo de retenci3n crítico (SRTc) y factor de seguridad s/ERA, sobre volumen útil	ks

-18°C	11	1,82
-24°C	8	2,50
-29°C	6	3,34
-35°C	4	5,01
-41°C	4	5,01

Recirculacion en digestion

Tiempo teorico de recirculacion (h)	4
Nº de agitadores/digestor:	3
Tiempo real de recirculacion (h)	4,00
Nº de compresores de agitacion en:	
Servicio	1
Reserva	1
Caudal de gas en N m3/h:	
Por agitador	100
Por digestor/compresor	300
Total	300
Velocidad especifica de gas (Nm3/h/m2)	0,95
Altitud sobre el nivel del mar	915
Presion atmosferica (m/mHg).P1	669,6
Presion real de impulsión (m/mHg).P2	1399,0
Temperatura descarga de compresores (T)	136
Caudal en condiciones de impulsión (P2/T°C), en m3/h:	
Por agitador	88,4
Por digestor/compresor	265
Diametro de las tuberías de impulsión para el gas de digestion (m/m):	
Velocidad teorica (m/s)	7
Por agitador	65
Por digestor/compresor	125
Velocidad real de las tuberías de impulsión de gas :	
Por agitador	6,54
Por digestor/compresor	5,52
Presion en la aspiracion en m/m.C.A.(Pa)	200
Caudal de aspiracion a 35°C/Pa en m3/h:	
Por digestor/compresor	315
General	315
Diametro de las tuberías de aspiracion para el gas de digestion (m/m):	
Velocidad teorica (m/s)	6
Por digestor/compresor	150
General	150
Velocidad real de las tuberías de aspiracion de gas :	
Por digestor/compresor	5,46
General	5,46

Calentamiento de fangos

Temperaturas de diseño (°C) :	Minima	Media
Digestion	35	35
Fango	10	16
Aire	-10	12
Suelo	6	10
- Calentamiento del fango en:	T.Minima	T.Media
kcal/d	3750000	2850000
kcal/h	156250	118750
Espesores del hormigon (cms) :		
Pared	0,35	
Solera	0,3	
Cupula	0,22	
Altura de fango bajo el nivel del suelo	1	
Coefficiente de :		
Transmision termica por conveccion/radiacion, fluido caliente-pared (w/m2.°C).(a)	9,5	
Conductividad termica de la pared (w/m.°C)	1,4	
Conductividad termica del aislamiento (w/m.°C)	0,029	
Transmision termica por conveccion/radiacion, pared-fluido frio(w/m2.°C).(a')	14,2	
Transmision termica por radiacion, pared- suelo (w/m2.°C).(a')	1,4	
Pérdidas de calor:		
Superficie	m2/digestor	
Cupula	318,8	
Pared s/terreno, zona gas	9,4	
Pared s/terreno, zona fango	560,2	
Pared b/terreno, zona fango	63	

Solera
Opcion de calculo

319,0
1

Cupula
Pared s/terreno, zona gas
Pared s/terreno, zona fango
Pared b/terreno, zona fango
Solera
Total por digestor

Opcion de calculo

Aislamiento mts.	T.Minima Potencia w	T.Minima Termica Kcal/h	T.Media Potencia w	T.Media Termica Kcal/h
0,04	8379	7206	4283	3683
0,04	235	202	120	103
0,05	12331	10605	6302	5420
0	1890	1625	1629	1401
0	9963	8568	8589	7387
	32798	28206	20923	17994

2

Aislamiento mts.	T.Minima Potencia w	T.Minima Termica Kcal/h	T.Media Potencia w	T.Media Termica Kcal/h
0	43105	37070	22031	18947
0	996	857	509	438
0	78680	67665	40214	34584
0	1890	1625	1629	1401
0	9963	8568	8589	7387
	134634	115785	72972	62757

Opcion seleccionada

Perdida de calor (kcal/h) :

Por digestor

Total

Coefficiente medio de perdidas (°C/d)

Coefficiente medio de conductividad (kcal/h/m2/°C)

Requerimiento total de calor :

kcal/h

kcal/d

T.Minima	T.Media
28206	17994
28206	17994
0,205	0,131
0,552	0,600
184456	136744
4426944	3281856

Intercambiadores de calor

Coefficiente de intercambio

Nº de intercambiadores/digestor

Capacidad de intercambio (kcal/h) :

Total

Por intercambiador

Temperatura de salida del agua (t2) en °C. (<=60°C)

Temperatura de entrada del fango (t' 1) en °C

Caudal de agua por intercambiador (m3/h)

Caudal de fango por intercambiador (m3/h)

Temperatura de entrada del agua (t1) en °C

Temperatura de salida del fango (t' 2) en °C

LMTD en °F

Longitud de intercambio (m) :

0,9	0,9
3	3
204951	151938
68317	50646
59,66	53,28
35	35
15	15
275	275
63,757	56,319
35,248	35,184
47,77	35,41
5,00	5,00

Caldera(s) de agua

Nº de unidades :

En servicio

En reserva

Margen de seguridad (%)

Capacidad de las calderas (kcal/h/und)

Produccion especifica de gas (Nm3/kg MV eliminada)

Produccion de gas (Nm3/d)

Rendimiento de la combustion

Capacidad calorifica del gas (kcal/Nm3)

Consumo de gas en calderas (Nm3/d) :

Por caldera

Total

Gas sobrante (Nm3/d)

2	2
0	0
21,2	41,6
130000	130000
0,9	
1412	
0,75	
5000	
656	486
1312	972
100	440

Bombeo de agua a intercambiadores

Nº de bombas :

En servicio

En reserva

Caudal por bomba(m3/h)

Tuberías de aspiracion:

Velocidad teorica (m/s).(<1,8)

Diametro (mm)

Velocidad real (m/s)

Tuberías de impulsión y retorno de cada digestor:

Velocidad teorica (m/s).

Diametro (mm)

Velocidad real (m/s).(<2,5)

1
1
45
1,6
100
1,42
2,5
80
2,38

Colector general de retorno a calderas:

Caudal	45
Velocidad teorica (m/s).	2
Diametro (mm)	100
Velocidad real (m/s).(<2,5)	1,42

Colector de retorno a cada caldera:

Caudal	22,5
Velocidad teorica (m/s).	2
Diametro (mm)	65
Velocidad real (m/s).(<2,5)	1,67

Bombeo de recirculacion

Nº de bombas :

En servicio	1
En reserva	1

Tuberias de aspiracion:

Caudal	22,5
Velocidad teorica (m/s).	1,8
Diametro (mm)	65
Velocidad real (m/s).(<1,8)	1,67

Tuberias de impulsión:

Caudal	22,5
Velocidad teorica (m/s).	2
Diametro (mm)	65
Velocidad real (m/s).(<2,5)	1,67

Colector general de impulsión:

Caudal	22,5
Velocidad teorica (m/s).	2
Diametro (mm)	65
Velocidad real (m/s).(<2,5)	1,67

Almacenamiento de gas en baja presion

Autonomia de almacenamiento teorica (horas)

Volumen de almacenamiento :	5
-----------------------------	---

Nm3	294
m3 (20°C/200mmCA)	310

Tipo de gasometro

Esfera

Nº de unidades

Volumen (m3) :	1
----------------	---

Requerido	310
Disponible	330

Autonomia de almacenamiento real (horas)

Diametro de esfera (mm)	5,3
Diametro de la campana (mm)	6800

Diametro de la campana (mm)

Diametro de la cuba exterior(mm)

Recorrido util de la campana (m)

Altura cilindrica de la campana (m)

Altura del deposito (m)

Red de gas

Caudal de gas producido (Nm3/h):

Nominal	59
Diseño	118

Caudal de diseño del quemador de gas sobrante(Nm3/h)

118

Red principal de gas:

Caudal	118
Velocidad teorica (m/s).	8
Diametro (mm)	80
Velocidad real (m/s).(< 8)	6,22

Nº de ventiladores de alimentacion a calderas:

En servicio	2
En reserva	0

Caudal por ventilador (Nm3/h)

27

Red general de alimentacion a ventiladores:

Caudal	55
Velocidad teorica (m/s).	8
Diametro (mm)	50
Velocidad real (m/s). (<8)	6,63

Alimentacion a cada ventilador:

Caudal	27
Velocidad teorica (m/s).	8
Diametro (mm)	40
Velocidad real (m/s). (<8)	5,40

2.11.- CALENTAMIENTO DE FANGOS.

Temperaturas de diseño:

	Mínima	Media
- Digestión	35 ° C.	35 °C
- Fango	10 ° C.	16 °C
- Aire	-10 ° C.	12 °C
- Suelo	6 ° C.	10 °C ,

Calentamiento.

- Cantidad de calor requerida para calentar el fango.

La cantidad de calor requerida para calentar el fango será:

$$C = 150 (35 - 10) \times 10^3 = 3.750.000 \text{ Kcal/día} < > 156.250 \text{ Kcal/h (Temp. mínima)}$$

$$C = 150 (35 - 16) \times 10^3 = 2.850.000 \text{ Kcal/día} < > 118.750 \text{ Kcal/h (Temp. media)}$$

- Cantidad de calor requerida para compensar las pérdidas por radiación en los digestores.

Partimos de los siguientes valores:

Espesores del hormigón:

- Pared	35 cm.
- Solera	30 cm.
- Cúpula	22 cm.

- Espesor del aislamiento:
- en pared sobre el terreno, zona gas y cúpula: 40 mm.
 - en pared sobre el terreno, zona fango: 50 mm.

Para el cálculo de las pérdidas de calor por radiación aplicamos la ecuación fundamental de transmisión de calor:

$$Q = \frac{S \times t}{\frac{1}{a} + \frac{e}{\lambda} + \frac{e'}{\lambda'} + \frac{1}{a'}}$$

De esta forma, la cantidad de calor necesaria para compensar las pérdidas de calor por radiación será:

- A Tª mínima: 28.206 Kcal/h/digestor
- A Tª media: 17.994 Kcal/h/digestor

Por tanto, la cantidad total de calor requerida será:

- A Tª mínima: 156.250 Kcal/h + 28.206 Kcal/h = 184.456 Kcal/h.
- A Tª media: 118.750 Kcal/h + 17.994 Kcal/h = 136.744 Kcal/h.

•

Teniendo en cuenta un rendimiento de intercambio del 90% y un margen de reserva del 20% para calderas, su capacidad deberá ser la siguiente:

$$\text{a T}^\circ \text{ mínima, } 184.456 \times \frac{100}{90} \times \frac{1}{\left(1 - \frac{20}{100}\right)} = 256.189 \text{ Kcal/h}$$

$$\text{a T}^\circ \text{ media, } 136.744 \times \frac{100}{90} \times \frac{1}{\left(1 - \frac{20}{100}\right)} = 189.922 \text{ Kcal/h}$$

Se proponen dos calderas de 130.000 Kcal/h de capacidad unitaria. (El margen de seguridad real para la situación más desfavorable, es del 21,20 %).

Intercambiadores.

Adoptamos los siguientes coeficientes de transmisión de calor:

Coeficiente de transmisión
de calor a través de la
camisa de acero de los
intercambiadores 149 B.T.U./pie² h. grados F

Coeficiente de
ensuciamiento 250 B.T.U./pie² h. grados F

Por tanto, el coeficiente real de transmisión de calor será:

$$\frac{1}{u} = \frac{1}{250} + \frac{1}{149}$$

De donde:

$$u = 93,3 \text{ B.T.U./pie}^2 \text{ h. grados F}$$

Por tanteos previos, consideramos tres intercambiadores, de 323,8 mm de diámetro exterior x 6,35 mm de espesor, cuyo desarrollo es de 1,0172 m, el caudal de fangos de 275 m³/h y el caudal de agua de 15 m³/h.

La capacidad de intercambio requerida será (para la situación más desfavorable):

$$Q = \frac{184.456/0,9}{3} = 68.317 \text{ Kcal / h / intercambiador}$$

$$<> 204.951 \text{ Kcal / h / digestor}$$

Estableciendo el balance térmico de los intercambiadores, indicado en las hojas de cálculo que se adjuntan en este capítulo, se concluye que la longitud de los intercambiadores es de 5 m.

Por tanto, se han previsto tres intercambiadores de 323,8 mm de diámetro exterior x 6,35 mm de espesor x 5 m de longitud.

En las hojas de cálculo que se adjuntan en este capítulo se detallan en mayor profundidad los cálculos expuestos.

Bombas:

La recirculación de agua a través del circuito calderas-intercambiadores, se realizará por medio de dos (2) bombas centrífugas horizontales (una de reserva), de 45 m³/h a 10 m. C.A.

El circuito complementario a través de las calderas consta de dos bombas aceleradoras (una de reserva), de 23 m³/h a 6 m C.A.

Red de gas para alimentación a calderas.

Cantidad de calor requerido :

$$184.456 \times \frac{100}{90} = 204.951 \text{ Kcal/h (a } T^a \text{ mínima)}$$

$$136.744 \times \frac{100}{90} = 151.938 \text{ Kcal/h (a } T^a \text{ media)}$$

Rendimiento global de
combustión 0,75

Consumo calorífico
en la calderas $\frac{204.951}{0,75} = 273.268 \text{ Kcal} / h. \text{ (a } T^a \text{ mínima)}$

$\frac{151.938}{0,75} = 202.584 \text{ Kcal} / h. \text{ (a } T^a \text{ media)}$

Poder calorífico del
gas de digestión 5.000 Kcal/Nm³

Consumo de gas en
las calderas $\frac{273.268}{5.000} = 54,65 \text{ Nm}^3 / h \text{ (a } T^a \text{ mínima)}$

$\frac{202.584}{5.000} = 40,52 \text{ Nm}^3 / h \text{ (a } T^a \text{ media)}$

Se incluyen dos ventiladores centrífugos de 30 Nm³/h/und. a 400 mm. C.A.,
para sobrepresión del gas de alimentación a calderas.

2.12.- ALMACENAMIENTO Y RED DE GAS EN BAJA PRESION.

Se ha considerado una producción de gas de $0,9 \text{ Nm}^3/\text{Kg M.V.}$ destruida y una capacidad de almacenamiento equivalente a 5,6 h de la producción diaria.

Por tanto:

M.V. destruida s/Apdo. 2.10 $1.568,7 \text{ Kg/día.}$

Producción de gas $0,9 \times 1.568,7 = 1.411,8 \text{ Nm}^3/\text{día}$

Volumen requerido

en baja presión $\frac{1.411,8 \times 5,6}{24} = 329,4 \text{ Nm}^3 < 330 \text{ m}^3$

Se proyecta un gasómetro de membrana de 9,49 m de diámetro x 7,41 m de altura a partir de la fundación, de 330 m^3 con una capacidad de almacenamiento sobre la producción diaria de gas de 5,6 h/día.

En las hojas de cálculo incluidas en el capítulo de la digestión se detalla en mayor profundidad el dimensionamiento de la red de gas en baja presión y almacenamiento, así como las condiciones de operación.

Quemador de gas sobrante.

Producción de gas

diaria $1.412 \text{ Nm}^3/\text{d} < > 58,8 \text{ Nm}^3/\text{h}$

Consumo de gas en

calderas (S/Apdo. 2.11):

A T^a mínima $1.312 \text{ Nm}^3/\text{día} < > 54,65 \text{ Nm}^3/\text{h}$

A T^a media $972 \text{ Nm}^3/\text{día} < > 40,52 \text{ Nm}^3/\text{h}$

Exceso de gas $1.412 - 1.312 = 100 \text{ Nm}^3/\text{d}$ (a T^a mínima)

$1.412 - 972 = 440 \text{ Nm}^3/\text{d}$ (a T^a media)

La chimenea para quemado del gas en exceso se ha dimensionado con capacidad para el 200% de la producción media horaria de gas, es decir:

$$Q = 58,8 \times 2 = 117,6 \text{ Nm}^3/\text{h}$$

Se ha previsto la instalación de una antorcha con una capacidad de quemado de $115 \text{ Nm}^3/\text{h}$ de gas.

Instalación de gas-oil

Autonomía Calentamiento del digestor

Fórmula a utilizar:

$$C + t \times P = T \times C_i$$

C (Calentamiento del fango) $3.300 (35 - 10) \times 10^3 = 82,5 \times 10^6$

P (Pérdidas por radiación) $28.206 \times 24 = 0,677 \times 10^6$
Kcal/día

C_i (Capacidad de intercambio) . . $4,919 \times 10^6 \text{ Kcal/día}$ (con 5 m de longitud de los intercambiadores)

$$82,5 \times 10^6 + t \times 0,677 \times 10^6 = t \times 4,919 \times 10^6 \rightarrow t = 19,45 \text{ días}$$

Poder calorífico del
gas-oil 10.000 Kcal/Kg.

Consumo de gas-oil:

$$\frac{204.951 \text{ Kcal} / h \times 24}{10.000 \times 0,75} = 655,84 \text{ Kg} / \text{día} <> 27,33 \text{ Kg} / \text{hora}$$

Capacidad de
almacenamiento 655,84 Kg/d x 19,45 d = 12.755 kg

Densidad de gas-oil 0,85

Volumen útil necesario $\frac{12,76}{0,85} = 15,00 m^3$

Grado de llenado 94%

Volumen total 16 m³ (ejecución horizontal)

Capacidad necesaria del grupo de presión
de alimentación de gas-oil a calderas:

$$Q = \frac{204.951 \text{ Kcal} / h}{0,75 \times 10.000 \text{ Kcal} / \text{Kg} \times 0,85 \text{ Kg} / l} = 32,15 \text{ l} / h$$

2.13.- ALMACENAMIENTO DE FANGO DIGERIDO.

Situación considerada
(más desfavorable) Con tratamiento físico-químico.

Producción de fango:

Tipo de fango	Fango digerido
Materia seca (kg/d)	4.431
Volumen (m ³ /d)	150
Concentración (%P/V)	2,95
Autonomía de almacenamiento (horas) (fin de semana)	60

Condiciones de deshidratación:

Días de servicio	5/7
Horas de servicio	12 h/día.
Tiempo de retención necesario . .	60 h

El volumen de fango producido en el fin de semana es el siguiente:

$$150 \text{ m}^3 / \text{día} \times \frac{60 \text{ h}}{24 \text{ h} / \text{día}} = 375 \text{ m}^3$$

Se proyecta un depósito de 410 m³ de capacidad, que permite un almacenamiento de fango digerido de 66 h., por lo que puede absorber las paradas del servicio de deshidratación (fin de semana, etc.) incluso si dicho servicio tiene lugar en un tiempo menor (8 horas/día).

El depósito será de construcción en hormigón, a base de envolvente cilíndrica de eje vertical, de 11 m de diámetro x 4,10 m de altura (3,88 m de calado), acabada por su base inferior en solera cónica con 10° de inclinación y cubierta por la superior.

Dicho depósito incorpora sistema de homogeneización para evitar la estratificación del fango, en la fase de servicio de la deshidratación (un agitador sumergible de 2,5 KW de potencia motor).

2.14.- DESHIDRATACION MEDIANTE CENTRIFUGAS

Condiciones de servicio	5 días/semana
M.S. en 7/7 días	4.431 Kg/d
Volumen de fango en 7/7 días . . .	150 m ³ /d
Servicio 5/7 días:	

$$\text{- M.S.} \dots\dots\dots 4.431 \times \frac{7}{5} = 6.203 \text{ Kg/d}$$

$$\text{- Volumen} \dots\dots\dots 150 \times \frac{7}{5} = 210 \text{ m}^3/\text{d}$$

Nº de centrífugas 2

Condiciones de funcionamiento:

Nº de centrífugas en servicio . . .	2
Horas de servicio/día	12
Caudal en m ³ /h	
(nominal/máximo)	2 x 8,75/2 x 12

Dado que las centrífugas ofertadas admiten hasta un caudal máximo de 12 m³/h, la deshidratación de la totalidad del fango puede tener lugar en 8,75 h/día durante 5 días/semana.

$$\left(\frac{210}{2 \times 12} = 8,75 \right)$$

El caudal de alimentación de 12 m³/h/und., además, será posible tal y como se describe en el equipo del apartado siguiente.

2.14.1.- Alimentación de fango a centrífugas

Nº de bombas	3 (2 + 1R)
Caudal nominal	8,75 m ³ /h/und
Rango de variación	3,2 a 17 m ³ /h

2.14.2.- Transporte y Almacenamiento de fango deshidratado

Sequedad del fango	≥ 22%
Fango de salida	$\frac{6.203}{220} = 28,20 \text{ Tm / día}$
Densidad del fango	1,1 Tm/m ³
Volumen de fango	$28,20 / 1,1 = 25,63 \text{ m}^3/\text{día}$
Volumen de agua	$210 - 25,63 = 184,37 \text{ m}^3/\text{día}$
Nº de silos de almacenamiento . .	1
Capacidad	60 m ³ /ud.
Autonomía de almacenamiento . .	2,3 días

El fango deshidratado es extraído desde las centrífugas mediante un tornillo transportador e impulsado hasta el silo de almacenamiento por medio de una bomba de tolva sinfín y paletas cuya capacidad es de 4 m³/h. (Suponiendo la deshidratación en 12 h/día: $25,63 / 12 = 2,14 \text{ m}^3/\text{h}$).

2.14.3.- Acondicionamiento del fango

Dosis media de polielectrolito a efectos de preparación y dosificación	5 ± 1 Kg/Tn M.S.
--	------------------

Consumo diario de polielectrolito, en deshidratación:

$$\frac{4.431}{1.000} \times \frac{7}{5} \times 6 \text{ Kg / TmM.S.} = 37,22 \text{ Kg / día}$$

Almacenamiento de polielectrolito

Autonomía 15 días

Consumo:

$$C = 37,22 \times 15 \times 5/7 = 399 \text{ Kg}$$

Nº de envases 25 Kg/und 16

Preparación de la solución

Sistema Preparación automática y continua,
mediante sistema compacto.

Consumo máximo horario, en
deshidratación $\frac{37,22}{12} = 3,102 \text{ Kg / h}$

Concentración de preparación
y dosificación 0,5 % (P/V) 5 Kg/m³

Caudal máximo horario
de solución de polielectrolito $\frac{3,102}{5} \times 10^3 = 620 \text{ l / h}$

Sistema automático seleccionado:

. Capacidad de preparación	700 l/h
. Nº de compartimentos	3, de 700 l de volumen total, en AISI-304
. Dosificador volumétrico	de 2,2 a 14 l/h, de producto en polvo (con variador de velocidad).
. Tolva incorporada	V = 60 l, en AISI-304.
. Agitación	Dos electroagitadores, de 0,25 kW, de hélice SABRE, en AISI-304.

Dosificación de la solución:

Fluido a dosificar	Polielectrolito al 0,5 % (P/V).
Nº de unidades	3 (2 + 1R).
Rango de dosificación	33 a 330 l/h/und.
Presión máxima	10 bar.

Dilución final de aplicación:

Concentración de dosificación . .	0,5 % (P/V) < > 5 Kg/m ³ .
Concentración final de aplicación	0,05 % (P/V) 0,5 Kg/m ³

Caudal máximo de agua de dilución:

$$q = 3,102 \times \left[\frac{1}{0,5} - \frac{1}{5} \right] \times 10^3 \times \frac{1}{2} = 2.792 \text{ l/h/und.}$$

Dilución final	Mediante agua aportada en té de mezcla, y regulada con rotámetro de 0,40 a 4 m ³ /h (dos unidades)
--------------------------	---

ANEJO N° 7

CALCULOS HIDRAULICOS

INDICE

1.- NOMENCLATURA

2.- DATOS DE PARTIDA

2.1.- CAUDALES

2.1.1.- Caudales considerados en cada fase del tratamiento

2.1.1.1.- Bombeo de agua bruta y pretratamiento

2.1.1.2.- Tratamiento primario

2.1.1.3.- Tratamiento biológico

2.2.- COTAS

3.- LINEA PIEZOMETRICA. LINEA DE AGUA

3.1.- COLECTOR DE AGUA BRUTA

3.2.- POZO DE GRUESOS Y ELEVACION DE AGUA BRUTA

3.2.1.- Tuberías de impulsión de agua bruta

3.2.2.- Bombeo de agua bruta

3.3.- DESBASTE

3.3.1.- Aliviadero de seguridad

3.3.2.- Tamices de desbaste de finos

3.4.- DESARENADORES/DESENGRASADORES

3.4.1.- Vertedero de salida de desarenado

3.4.2.- Vertedero de by-pass a la salida del pretratamiento

3.5.- INTERCONEXION PRETRATAMIENTO - TRATAMIENTO FISICO-QUIMICO

3.5.1.- Embocadura de salida

3.5.2.- Tubería propiamente dicha

3.5.3.- Embocadura de entrada

3.6.- CAMARAS DE MEZCLA-FLOCULACION

- 3.6.1.- Compuertas de entrada a la cámara de mezcla
- 3.6.2.- Conexión cámara de mezcla - cámara de floculación
- 3.6.3.- Paso 1ª cámara floculación/2ª cámara floculación
- 3.6.4.- Vertederos salida cámaras de floculación
- 3.6.5.- Canal de by-pass
- 3.6.6.- Compuerta de aislamiento del canal de by-pass

3.7.- INTERCONEXION MEZCLA-FLOCULACION / DECANTACION PRIMARIA

- 3.7.1.- Embocadura de salida
- 3.7.2.- Tubería propiamente dicha
- 3.7.3.- Ranuras de descarga

3.8.- DECANTADORES PRIMARIOS

- 3.8.1.- Vertederos triangulares
- 3.8.2.- Canal periférico

3.9.- CONEXION DECANTACION PRIMARIA - AERACION

- 3.9.1.- Embocaduras de entrada y salida
- 3.9.2.- Tubería recta

3.10.- AERACION

- 3.10.1.- Compuertas de aislamiento
- 3.10.2.- Paso zona facultativa - zona óxica
- 3.10.3.- Vertederos de salida del reactor biológico
- 3.10.4.- Canal de salida del reactor biológico

3.11.- INTERCONEXION REACTOR BIOLOGICO / DECANTACION SECUNDARIA

- 3.11.1.- Embocadura de salida
- 3.11.2.- Tubería propiamente dicha
- 3.11.3.- Ranuras de descarga

3.12.- DECANTADORES SECUNDARIOS

- 3.12.1.- Vertederos triangulares
- 3.12.2.- Canal periférico
- 3.12.3.- Arqueta N° 1 (Salida agua decantada decantador secundario N° 1)

3.13.- INTERCONEXION DECANTACION SECUNDARIA/CAMARA DE CONTACTO

3.13.1.- Interconexión arqueta N° 1/arqueta N° 2

- 3.13.1.1.- Embocadura de salida
- 3.13.1.2.- Tubería propiamente dicha
- 3.13.1.3.- Embocadura de entrada

3.13.2.- Interconexión arqueta N° 2/Cámara de contacto

- 3.13.2.1.- Embocadura de salida
- 3.13.2.2.- Tubería propiamente dicha
- 3.13.2.3.- Embocadura de entrada

3.14.- CAMARA DE CONTACTO

- 3.14.1.- Vertedero de entrada
- 3.14.2.- Vertedero de salida
- 3.14.3.- Compuerta de by-pass
- 3.14.4.- Clapeta de retención salida al río Turia

3.15.- INTERCONEXION ARQUETA DE SALIDA/RIO TURIA

- 3.15.1.- Embocadura de salida
- 3.15.2.- Tubería propiamente dicha
- 3.15.3.- Embocadura de entrada
- 3.15.4.- Línea piezométrica desde la arqueta de salida de la cámara de contacto hasta el vertido al río Turia, a la cota $h = 863,80 \text{ m (Q}_{100 \text{ AÑOS}})$

3.16.- COLECTOR DE BY-PASS GENERAL

3.16.1.- En situación $Q_{100 \text{ AÑOS}}$ (cota en el río = 863,80 m)

3.16.1.1.- Interconexión arqueta by-pass tratamiento biológico/arqueta salida cámara de contacto

3.16.1.1.1.- Embocadura de entrada

3.16.1.1.2.- Tubería propiamente dicha

3.16.1.1.3.- Embocadura de salida

3.16.1.2.- Interconexión arqueta by-pass salida pretratamiento/arqueta by-pass tratamiento biológico

3.16.1.2.1.- Embocadura de entrada

3.16.1.2.2.- Tubería propiamente dicha

3.16.1.2.3.- Embocadura de salida

3.16.1.3.- Interconexión primera arqueta by-pass general/arqueta by-pass salida pretratamiento

3.16.1.3.1.- Embocadura de entrada

3.16.1.3.2.- Tubería propiamente dicha

3.16.1.3.3.- Embocadura de salida

3.16.1.4.- Aliviadero de by-pass general en el pozo de gruesos

3.16.2.- Sin repercutir en el colector de agua bruta ¿Hasta qué cota en el río Turia es posible el vertido de $Q = 1.876 \text{ m}^3/\text{h}$, en By-pass general sin bombeo?

3.16.2.1.- Interconexión primera arqueta by-pass general/arqueta by-pass salida pretratamiento

3.16.2.2.- Interconexión arqueta by-pass salida pretratamiento/arqueta by-pass tratamiento biológico

3.16.2.3.- Interconexión arqueta by-pass tratamiento biológico/arqueta salida cámara de contacto

3.17.- TUBERIAS DE BY-PASS

3.17.1.- Tubería by-pass a la salida del pretratamiento

3.17.1.1.- Embocadura de entrada

3.17.1.2.- Tubería propiamente dicha

3.17.1.3.- Embocadura de salida

3.17.2.- Tubería by-pass tratamiento biológico

3.17.2.1.- Embocadura de entrada

3.17.2.2.- Tubería propiamente dicha

3.17.2.3.- Embocadura de salida

4.- LINEA DE FANGOS. RECIRCULACION DE FANGOS

4.1.- CONEXION DECANTACION SECUNDARIA-POZO DE BOMBEO DE RECIRCULACION

4.1.1.- Embocaduras de entrada-salida

4.1.2.- Tubería recta

4.2.- CANALES DE RECIRCULACION DE FANGOS

4.2.1.- Medida y reparto de caudal

4.2.1.1.- Tramo final del canal (posterior al Parshall)

4.2.1.2.- Parshall-Flume

4.2.1.3.- Tramo inicial del canal (anterior al Parshall)

4.2.1.4.- Compuertas de aislamiento

4.2.2.- Canal general de recirculación de fangos

4.3.- BOMBEO DE RECIRCULACION DE FANGOS

4.3.1.- Bombeo de recirculación

1.- NOMENCLATURA

Q	=	Caudal.
V	=	Velocidad del agua.
S	=	Superficie mojada.
P	=	Perímetro mojado.
R_H	=	Radio hidráulico.
$\varnothing$	=	Diámetro de tubería.
B	=	Anchura de canal.
H	=	Lámina de agua.
D_1	=	Lámina de agua al comienzo de un canal.
D_2	=	Lámina de agua al final de un canal.
L	=	Longitud de vertedero.
Y_1	=	Lámina de agua al comienzo de un vertedero.
Y_2	=	Lámina de agua al final de un vertedero.
i	=	Pendiente.
g	=	Aceleración de la gravedad.
μ	=	Coeficiente de desagüe.
R_e	=	Número de Reynolds.
ε	=	Rugosidad absoluta.
n	=	Inverso del coeficiente de rugosidad K_s , en la fórmula de Manning-Strickler.
γ	=	Coeficiente de rugosidad en la fórmula de Bazin.

2.- DATOS DE PARTIDA

Los datos de partida que a continuación se reflejan y en base a los cuales se desarrollan los cálculos hidráulicos, han sido adoptados según información obtenida de diversas fuentes:

- Pliego de Bases del Concurso y Proyecto Básico de Estación Depuradora de Aguas Residuales de Teruel.
- Estudio hidráulico de avenidas, en la zona afectada por las obras, para determinar la cota de urbanización de la E.D.A.R. que garantice la no inundabilidad de las instalaciones (Fase de realización: Proyecto de Construcción).
- Levantamiento Topográfico y Estudio Geotécnico realizado en los nuevos terrenos en los que se ubicará la E.D.A.R. (Fase de realización: Proyecto de Construcción).
- Modificaciones introducidas en el propio desarrollo del proyecto constructivo (caudales hidráulicos a considerar en cada fase del tratamiento).

2.1.- CAUDALES

Población equivalente (hab.-eq.)	45.000
Dotación (m ³ /hab/día)	0,250
Caudal diario medio (m ³ /h)	11.250
Caudal horario medio (m ³ /h)	469
Caudal punta (m ³ /h)	938
Caudal punta en tiempo de lluvia (m ³ /h)	1.876

2.1.1.- Caudales considerados en cada fase del tratamiento

2.1.1.1.- Bombeo de agua bruta y pretratamiento

Caudal diario medio, (m ³)	11.250
Caudal horario medio, (m ³ /h)	469
Caudal punta, (m ³ /h)	938
Caudal de dilución admisible (m ³ /h)	1.876

2.1.1.2.- Tratamiento primario

Caudal diario medio (m ³)	11.250
Caudal horario medio, (m ³ /h)	469
Caudal punta, (m ³ /h)	938
Caudal de dilución admisible (m ³ /h)	938

2.1.1.3.- Tratamiento biológico

Caudal diario medio (m ³)	11.250
Caudal horario medio, (m ³ /h)	469
Caudal punta, (m ³ /h)	938
Caudal de dilución admisible (m ³ /h)	938

2.2.- COTAS

Cota de rasante del colector de agua bruta, de DN-1.000 y pendiente $i = 1,5\%$, a su llegada al pozo de gruesos	862,300 m.
Cota actual del terreno	862,50 ÷ 864,50 m.
Nivel freático actual	861,50 ÷ 862,50 m.
Cota máxima considerada en el río Turia correspondiente a un período de retorno de 100 años . . .	863,800 m.
Cota definitiva de urbanización	864,800 ÷ 865,800 m.
Guarda máxima del la E.D.A.R. respecto a la cota de crecida del río (para un período retorno de 100 años)	864,800 - 863,800 = 1,00 m.

3.- LINEA PIEZOMETRICA. LINEA DE AGUA

3.1.- COLECTOR DE AGUA BRUTA

Caudal de diseño	1.876 m ³ /h
Diámetro	1.000 mm.
Pendiente	i = 0,0015
Material	Hormigón armado.

Cota de la rasante inferior 862,300 m.

Caudal teórico correspondiente
a sección llena, vehiculado por
gravedad, según Manning Stricker:

$$V = 75 \times \left(\frac{1}{4} \right)^{\frac{2}{3}} \times (0,0015)^{\frac{1}{2}}$$

Velocidad $\rightarrow V = 1,1527$ m/seg.

$$Q_t = 1,1527 \times (\pi \times 0,50^2) = 0,9054 \text{ m}^3/\text{seg.} < > 3.259 \text{ m}^3/\text{h.}$$

La relación de caudales será:

$$\frac{Q}{Q_t} = \frac{1.876}{3.259} = 0,576$$

y por tanto la relación de láminas será:

$$\frac{h}{D} = 0,547$$

Despejado, obtenemos que la lámina en la sección final del colector a su llegada a la planta es $h = 0,547 \times 1,00 = 0,547$ m.

Por tanto, la cota de agua en la llegada del colector al pozo de gruesos será $862,30 + 0,547 = 862,847$ m.

3.2.- POZO DE GRUESOS Y ELEVACION DE AGUA BRUTA

Cota de agua en el pozo de gruesos	862,30 m.
Pérdida de carga considerada en la reja de predesbaste anterior al bombeo de agua bruta	0,100 m.
Cota de agua en el pozo de bombeo	$862,300 - 0,100 = 862,200$ m.

3.2.1.- Tuberías de impulsión de agua bruta

Sistema	Descarga independiente.
Nº de unidades	5 (una por bomba), una de reserva.
Caudal unitario	$q_n = 469 \text{ m}^3/\text{h}/\text{und.}$
Diámetro	250 mm.
Velocidad	$V = 2,654 \text{ m}/\text{seg.}$
Descarga	Cono-vertedero 250/500 mm.
Cota de agua en la descarga	868,435 m.

Asimilando a un vertedero y calculando según Rehbock, tenemos que la carga de agua sobre los conos-vertedero será 0,130 m ($\mu = 0,4152$) por lo que la cota a la que se calarán dichos elementos será la

$$868,435 - 0,130 = 868,305 \text{ m.}$$

Calado total del pozo de bombeo de agua bruta	1,900 m.
Cota de la solera del pozo de bombeo de agua bruta	$862,200 - 1,900 = 860,300$ m.
Longitud de los tubos de impul- sión de agua bruta	$868,305 - 860,300 \approx 8$ m.

Rugosidad absoluta tuberías
de impulsión $\epsilon = 0,6 \text{ mm.}$

Rugosidad relativa $\frac{\epsilon}{D} = \frac{0,6}{250} = 0,0024$

Número de Reynolds $Re = \frac{2,654 \times 0,254}{1,15 \times 10^{-6}} = 5,8 \times 10^5$

Coeficiente de rozamiento $f = 0,028$

Accesorios 1 Codo de 90° y 2 Codos de 45°

Longitud equivalente:

- Longitud recta	$L_r = 8 \text{ m.}$
- Le_1 (1 Codo de 90°)	$Le_1 = 7 \text{ m.}$
- Le_2 (2 Codos de 45°)	$Le_2 = 2 \times 4 = 8 \text{ m.}$
-----	-----

Longitud total $L_T = 23 \text{ m.}$

Por lo tanto : $\Delta h_{3,2,1} = 23 \times 0,028 \times \frac{1}{0,250} \times \frac{2,654^2}{2 \times 9,8} = 0,926 \text{ m.}$

3.2.2.- Bombeo de agua bruta

Altura geométrica $H_g = 868,435 - 862,200 = 6,235 \text{ m.}$

Pérdida de carga según 3.2.1. $\Delta h_{3.2.1} = 0,926 \text{ m.}$

Redondeo de margen $0,339 \text{ m.}$

Altura manométrica $H_m = 6,235 + 0,926 + 0,339 = 7,500 \text{ m.c.a.}$

3.3.- DESBASTE

3.3.1.- Aliviadero de seguridad

Guarda de seguridad en la
descarga de los conos-
vertedero en situación de
by-pass general 0,120 m.

Cota de agua aliviando el
caudal total por el by-pass
de seguridad $868,305 - 0,120 = 868,185$ m.

Longitud de aliviadero $L = 6$ m.

Altura de pala $p = 0,700$ m.

Caudal de diseño $Q = 1.876$ m³/h.

Calculando, según Rehbock, tenemos que: $\Delta h_{3,3,1} = 0,130$ m. ($\mu = 0,4182$)

Cota de coronación del
aliviadero de seguridad $868,185 - 0,130 = 868,055$ m.

Cota en funcionamiento normal
(sin alivio) con respecto al ver-
tedero de by-pass 0,100 m.

Cota de agua en funcionamiento
normal $868,055 - 0,100 = 867,955$ m.

3.3.2.- Tamices de desbaste de finos

Cota de solera agua arriba de tamices	867,055 m.
Cota de agua aguas arriba de tamices	867,955 m.
Calado agua arriba de tamices	$867,955 - 867,055 = 0,900 \text{ m.}$
Nº de unidades	2, de 700 mm. de anchura
Caudal de diseño	$q_n = \frac{1.876}{2} = 938 \text{ m}^3 / \text{h} / \text{und.}$
Velocidad de acercamiento	$V = 938 \times \frac{1}{3.600} \times \frac{1}{0,9 \times 0,7} =$ $= 0,414 \text{ m} / \text{seg.}$
Pérdida de carga considerada	$\Delta h_{3.3.2} = 0,200 \text{ m.}$
Cota agua abajo de tamices	$867,955 - 0,200 = 867,755 \text{ m.}$
Calado agua abajo de tamices	$867,755 - 867,055 = 0,700 \text{ m.}$
Pérdida de carga considerada en la zona de confluencia entre los canales de desbaste y los desarenadores, inclui- das las compuertas de aislamiento . . .	0,050 m.
Cota de agua en los desa- renadores	$867,755 - 0,050 = 867,705 \text{ m.}$

3.4.- DESARENADORES/DESENGRASADORES

Cota de agua en los
desarenadores 867,705 m.

3.4.1.- Vertedero de salida de desarenado

Nº de unidades 2 (uno por desarenador)

Caudal de diseño $q_n = \frac{1.876}{2} = 938 \text{ m}^3 / \text{h} / \text{und.}$

Longitud $L = 2,5 \text{ m.}$

Altura de pala $P = 1 \text{ m.}$

Calculando, según Rehbock, tenemos que: $\Delta h_{3,4,1} = 0,147 \text{ m. } (\mu = 0,4156)$

Por lo tanto, la cota de coronación de los vertederos de salida de desarenado será:

$$867,705 - 0,147 = 867,558 \text{ m.}$$

3.4.2.- Vertedero de by-pass a la salida del pretratamiento

Nº de unidades 1

"Situación de cálculo 1": Trabajando un desarenador con el caudal de diseño ($q = 938 \text{ m}^3/\text{h}$) y el otro desarenador fuera de servicio (vacío). aliviando todo el caudal pretratado ($q = 938 \text{ m}^3/\text{h}$) a través del vertedero de by-pass. En estas condiciones se dispondrá de una guarda respecto de los vertederos de salida de desarenado (caída libre agua abajo) de 50 mm.

Caudal de diseño $q_n = 938 \text{ m}^3/\text{h}/\text{und.}$

Longitud $L = 2,5 + 1,40 + 2,5 = 6,40 \text{ m.}$

Altura de pala $p = 1,471 \text{ m.}$

Calculando s/Rehbock, tenemos que: $\Delta h_{3.4.2} = 0,079 \text{ m.}$ ($\mu = 0,4145$)

Cota de agua en la "situación de cálculo 1", aguas abajo del vertedero de salida de desarenado $867,558 - 0,050 = 867,508 \text{ m.}$

Cota de coronación del vertedero de by-pass $867,508 - 0,079 = 867,429 \text{ m.}$

Cota de solera aguas abajo del vertedero de salida de desarenado $867,429 - 1,471 \text{ m} = 865,958 \text{ m.}$

"Situación de cálculo 2" : Trabajando con dos desarenadores con el caudal de diseño ($q = 1.876 \text{ m}^3/\text{h} < > 2 \times 938 \text{ m}^3/\text{h}/\text{und}$). Aliviando todo el caudal pretratado ($q = 1.876 \text{ m}^3/\text{h}$) a través del vertedero de by-pass.

Caudal de diseño $q_n = 1.876 \text{ m}^3/\text{h.}$

Longitud $L = 6,40 \text{ m.}$

Altura de pala $p = 1,471$ m.

Calculando s/Rehbock, tenemos que: $\Delta h_{3.4.2} = 0,126$ m.

Cota de agua en la "situación de
cálculo 2", aguas abajo del vertedero de salida de desarenado $867,429 + 0,126 = 867,555$ m.
prácticamente enrasada con el
vertedero de salida de desarenado
(867,558 m.).

Guarda respecto del vertedero de
by-pass en situación de $Q_{by-pass} = 0$
y $Q_{tratamiento} = 2 Q_{med}$ $0,100$ m.

Cota de agua, en la anterior situación,
a la salida del desarenado $867,429 - 0,100 = 867,329$ m.

3.5.- INTERCONEXION PRETRATAMIENTO - TRATAMIENTO FISICO-QUIMICO

Sistema de conexión	Tubería.
Caudal de diseño	$Q = 938 \text{ m}^3/\text{h}$ (2 Qmed.)
Diámetro	500 mm.
Velocidad	500 mm.
Material	Acero.

3.5.1.- Embocadura de salida

$$\Delta h_{3.5.1} = \frac{1}{2} \times \frac{v^2}{2g} = \frac{1}{2} \times \frac{1,327^2}{2 \times 9,8} = 0,045 \text{ m.}$$

3.5.2.- Tubería propiamente dicha

Longitud	$L = 10 \text{ m.}$
Rugosidad absoluta	$\epsilon = 0,6 \text{ mm.}$

Rugosidad relativa	$\frac{\epsilon}{D} = \frac{0,6}{500} = 0,0012$
------------------------------	---

Nº de Reynolds	$Re = \frac{1,327 \times 0,5}{1,15 \times 10^{-6}} = 5,8 \times 10^5$
--------------------------	---

Coefficiente de rozamiento	$f = 0,0212$
--------------------------------------	--------------

Por lo tanto: $\Delta h_{3.5.2} = 10 \times 0,0212 \times \frac{1}{0,5} \times \frac{1,327^2}{2 \times 98} = 0,038 \text{ m.}$

3.5.3.- Embocadura de entrada

$$\Delta h_{3.5.3} = \frac{V^2}{2g} = \frac{1,327^2}{2 \times 9,8} = 0,090 \text{ m.}$$

Pérdida de carga total en la
tubería de interconexión entre
el desarenado y el tratamiento
físico-químico

$$0,045 + 0,038 + 0,090 = 0,173 \text{ m.}$$

Cota de agua en la arqueta de
reparto a líneas/by-pass de
mezcla y floculación

$$867,329 - 0,173 = 867,156 \text{ m.}$$

3.6.- CAMARAS DE MEZCLA - FLOCULACION

3.6.1.- Compuertas de entrada a la cámara de mezcla

Nº de unidades	2 (una por línea)
Tipo	Mural
Accionamiento	Manual, mediante desmultiplicador
Materiales	Acero inoxidable (Estanqueidad: Latón-Acero inoxidable/Neopreno)
Dimensiones	400 x 400 mm.

Caudal de diseño	$q_n = \frac{938}{2} = 469 \text{ m}^3 / \text{h} / \text{und.}$
----------------------------	--

Pérdida de carga	$\Delta h_{3.6.1} = 0,088 \text{ m.}$
----------------------------	---------------------------------------

Cota de agua en cámara de mezcla	$867,156 - 0,088 = 867,068 \text{ m.}$
--	--

Calado en la cámara de mezcla	1,800 m.
---	----------

Cota de solera en cámara de mezcla (y en arqueta previa de reparto)	$867,068 - 1,800 = 865,268 \text{ m.}$
---	--

3.6.2.- Conexión cámara de mezcla - cámara de floculación

Sistema de conexión	Mediante vertedero sumergido.
Nº de vertederos	2 (1/línea)
Longitud	1,50 m/und.
Caudal de diseño	$q_n = 469 \text{ m}^3/\text{h}/\text{und.}$
Altura de pala	$P = 1,650 \text{ m.}$
Carga aguas arriba	$H_1 = 1,80 - 1,65 = 0,150 \text{ m.}$

Caudal correspondiente a H_1 , según la fórmula de derrame libre $Q_1 = 0,1591 \text{ m}^3/\text{seg.}$

Teniendo en cuenta que:

$$\frac{Q}{Q_1} = 1 - \left[0,45 \times S + \frac{0,40}{2^{(10-10S)}} \right] \quad y \quad S = \frac{a_2 \sqrt{H_2}}{a_1 \sqrt{H_1}}$$

donde a_1 y a_2 son las áreas del vertedero correspondiente a H_1 y H_2 .

tenemos que:

Carga aguas abajo $H_2 = 0,038 \text{ m.}$
 Pérdida de carga $\Delta H_{3,6,2} = H_1 - H_2 = 0,150 - 0,038 = 0,112 \text{ m.}$

Cota de coronación del vertedero sumergido $867,068 - 0,150 = 866,918 \text{ m.}$

Cota de agua en el interior de la cámara de floculación $866,918 + 0,038 = 866,956 \text{ m.}$

3.6.3.- Paso 1ª cámara floculación/2ª cámara floculación

Paso	Inferior
Dimensiones	$0,15 \times 4,5 \text{ m}^2$ (Por línea)
Caudal de diseño	$q_n = 469 \text{ m}^3/\text{h/und.}$
Pérdida de carga	$\Delta h_{3,6,3} = 0,005 \text{ m.}$
Cota de agua en la 2ª cámara de floculación	$866,956 - 0,005 = 866,951 \text{ m.}$
Calado cámaras floculación	$2,90 \text{ m.}$
Cota de solera cámaras floculación	$866,951 - 2,900 = 864,051 \text{ m.}$

3.6.4.- Vertederos salida cámaras de floculación

Nº de vertederos	2 (1/línea)
Longitud	$L = 4,5 \text{ m/und.}$
Caudal de diseño	$q = 469 \text{ m}^3/\text{h/und.}$
Altura de pala	$p = 2,837 \text{ m.}$

Calculando, s/Rehbock : $\Delta h_{3,6,4} = 0,063 \text{ m}$ ($\mu = 0,4151$)

Cota de coronación del
vertedero $866,951 - 0,063 = 866,888 \text{ m.}$

Caída libre aguas abajo
del vertedero $0,100 \text{ m.}$

Cota de agua en el canal de
salida de las cámaras de
floculación $866,888 - 0,100 = 866,788 \text{ m.}$

Calada en el canal de salida $0,40 \text{ m.}$

Cota de solera en el canal
de salida $866,788 - 0,400 = 866,388 \text{ m.}$

Ancho del canal de salida $0,40 \text{ m.}$

3.6.5.- Canal de by-pass

Anchura del canal de by-pass	$B = 0,50 \text{ m.}$
Cota de agua en el canal de salida de las cámaras de flo- culación	$866,788 \text{ m.}$
Cota de solera del canal de by-pass	$866,388 \text{ m.}$

Pérdida de carga en la
Tsimétrica, separación de
corrientes:

$$K = 1 + 0,3 \times \left[\frac{1}{2} \right]^2 = 1,075$$

$$\Delta h = 1,075 \times \frac{v^3}{2 \times g}, \text{ donde } v = \frac{0,261 (m^3 / seg)}{0,50 (m) \times (0,60 + \Delta h) (m)}$$

Se desprende que $\Delta h = 0,068 \text{ m.}$ y $v = 1,115 \text{ m / seg.}$

Cota de agua al final del
canal de by-pass $866,788 + 0,068 = 866,856 \text{ m.}$

Profundidad crítica :

$$h_c = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{g \times B^2}} = \sqrt[3]{\frac{0,261^2}{9,8 \times 0,50^2}} = 0,303 \text{ m.}$$

Por lo tanto, la lámina de agua al final del canal ($0,400 + 0,068 = 0,468 \text{ m}$) es mayor que la profundidad crítica ($0,303 \text{ m.}$).

Lámina de agua aguas arriba del punto de descarga:

$$h_o = \sqrt{\frac{2h_c^3}{h_e} + h_e^2} = \sqrt{\frac{2 \times 0,303^3}{0,468} + 0,468} = 0,581 \text{ m.}$$

Sección mojada $S = 0,581 \times 0,500 = 0,291 \text{ m}^2$

Velocidad $V = \frac{Q}{S} = \frac{0,261}{0,291} = 0,897 \text{ m/seg.}$

Radio hidráulico $R_H = \frac{0,5 \times 0,581}{0,5 + 2 \times 0,581} = 0,175 \text{ m.}$

Aplicando Manning-Strickler: $V = K_s \times R_H^{2/3} \times i^{1/2}$, donde $K_s = 75$, tenemos que:

$$i = 0,0015 < \frac{1}{683}$$

Por lo tanto, la pérdida de carga a lo largo del canal será:

$$\Delta h = i \times L = \frac{1}{683} \times 11 = 0,016 \text{ m.}$$

Lámina de agua al comienzo
del canal $0,581 + 0,016 = 0,597 \text{ m.}$

Cota de agua al comienzo
del canal $866,388 + 0,597 = 866,985 \text{ m.}$

3.6.6.- Compuerta de aislamiento del canal de by-pass

Nº de unidades	1
Tipo	Mural
Accionamiento	Manual, mediante desmultiplicador
Materiales	Acero inoxidable (Estanqueidad: Latón-Acero inoxidable/Neopreno)
Máxima pérdida de carga provocada por la compuerta	$867,156 - 866,985 = 0,171 \text{ m.}$
Superficie teórica de compuerta (para la pérdida anterior)	$0,230 \text{ m}^2$
Dimensiones de compuerta	$500 \times 500 \text{ mm. (Sup} = 0,250 \text{ m}^2)$
Pérdida de carga en la com- puerta seleccionada	$\Delta h_{3.6.6} = 0,144 \text{ m (<0,171 m.)}$
Cota de agua en la cámara de reparto en situación de by- pass de mezcla y floculación	$866,985 + 0,144 = 867,129$ $(<867,156).$

3.7.- INTERCONEXION MEZCLA-FLOCULACION/DECANTACION PRIMARIA

Sistema de conexión	Tubería
Caudal de diseño	$Q = 938 \text{ m}^3/\text{h}$ (2 Qmed)
Nº de líneas	2

Caudal unitario	$q_n = \frac{938}{2} = 469 \text{ m}^3 / \text{h} / \text{und.}$
-----------------------	--

Diámetro	400 mm.
Velocidad	$V = 1,037 \text{ m/seg.}$
Material	Acero.

3.7.1.- Tubería propiamente dicha

Longitud	$L = 20 \text{ m.}$
Rugosidad absoluta	$\epsilon = 0,6 \text{ mm.}$

Rugosidad relativa	$\frac{\epsilon}{D} = \frac{0,6}{400} = 0,0015$
--------------------------	---

Nº de Reynolds	$Re = \frac{1,037 \times 0,4}{1,15 \times 10^{-6}} = 3,6 \times 10^5$
----------------------	---

Coeficiente de rozamiento	$f = 0,022$
---------------------------------	-------------

Accesorios	2 Codos de 90°
------------------	----------------

Longitud equivalente:

- Longitud recta	L _r = 20 m.
- Le (2 Codos de 90º)	Le = 10 m.
-----	-----

Longitud total L_T = 30 m.

Por lo tanto:

$$\Delta h_{3.7.2} = 30 \times 0,022 \times \frac{1}{0,4} \times \frac{1,037^2}{2 \times 9,8} = 0,091 \text{ m.}$$

3.7.3.- Ranuras de descarga

Nº de ranuras	3/decantador
Dimensiones de cada ranura	100 x 400 mm.
Caudal de diseño	469 m ³ /h/decantador
Pérdida de carga	$\Delta h_{3.7.3} = 0,156 \text{ m.}$

Pérdida de carga total en la
tubería de interconexión entre
mezcla-floculación y decanta-
ción primaria

$$\Delta h_{3.7} = 0,027 + 0,091 + 0,156 = 0,274 \text{ m.}$$

Cota de agua en la cámara de
distribución

$$866,788 - 0,274 = 866,514 \text{ m.}$$

3.8.- DECANTADORES PRIMARIOS

3.8.1.- Vertederos triangulares

Cota de agua en la superficie
del decantador 866,514 m.

Aplicando:

$$Q = 0,31 \times \Delta h^{5/2} \sqrt{2 \times 9,8}$$

Número de vertederos por
decantador $n = 534$

$$\frac{0,130}{534} = 0,31 \times \Delta h^{5/2} \times \sqrt{2 \times 9,8}$$

Deduciendo: $\Delta h_{3,8,1} = 0,032$ m.

Cota de la cresta de los
vertederos triangulares $866,514 - 0,032 = 866,482$ m.

Guarda desde la cresta del
vertedero de hormigón a la
cresta de los vertederos
triangulares 0,05 m.

Cota de la cresta del vertedero
de hormigón $866,482 - 0,050 = 866,432$ m.

La guarda entre la cresta del vertedero de hormigón y la coronación del decantador es de 0,60 m., por lo que la cota de dicha coronación es la 867,032 m.

La guarda desde el nivel de agua hasta la cresta del vertedero de hormigón es de 0,074 m. por lo que el nivel de agua en el origen del canal tendrá la cota:

$$866,432 - 0,074 = 866,358 \text{ m.}$$

3.8.2.- Canal periférico

Sección Rectangular
Anchura $B = 0,50 \text{ m.}$

Caudal por vertiente $q = \frac{938}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{3.600} = 0,065 \text{ m}^3 / \text{seg.}$

Calado en el origen del canal 0,326 m.

Cota de solera del canal
periférico $866,358 - 0,326 = 866,032 \text{ m.}$

Calado aguas arriba del
punto de descarga $\frac{0,065}{0,5 \times 0,319} = 0,408 \text{ m/seg.}$

Radio hidráulico aguas arriba
del punto de descarga $R_H = \frac{0,5 \times 0,319}{0,5 + 2 \times 0,319} = 0,140 \text{ m.}$

Según MANNING, la pendiente o pérdida de carga será:

$$0,408 = 75 \times 0,140^{2/3} \times i^{1/2} \rightarrow i = 0,0004 < \frac{1}{2.456}$$

Pérdida de carga: $\Delta h_{3.8.2} = K \times \frac{\pi \times D}{2} \times i$

Para $D = 17$ m. y $K = 2/3$ por tratarse de caudal creciente (aportación de):

$$\Delta h_{3.8.2} = 0,007 \text{ m.}$$

Cota de agua aguas arriba
del punto de descarga $866,032 + 0,319 = 866,351$ m.

Cota de agua en el origen
del canal $866,351 + 0,007 = 866,358$ m.

Profundidad crítica:

$$h_c = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g \times B^2}} = \sqrt[3]{\frac{0,065^2}{9,8 \times 0,5^2}} = 0,120 \text{ m.}$$

Lámina al final del canal $0,300$ m. ($> 0,120$ m.).

Lámina de agua aguas arriba del punto de descarga:

$$h_o = \sqrt{\frac{2h_c^3}{h_e} + h_e^2} = \sqrt{\frac{2 \times 0,120^3}{0,300} + 0,300^2} = 0,319 \text{ m.}$$

Cota de agua al final
del canal $866,032 + 0,300 = 866,332$ m.

3.9.- CONEXION DECANTACION PRIMARIA - AERACION

Nº de líneas	2
Caudal de diseño por línea	469 m ³ /h < > 0,130 m ³ /s.
Sistema de conexión	Por tubería.
Material	Acero, $\epsilon = 0,6$ mm.

Diámetro	400 mm; $\frac{E}{D} = 0,0015$
--------------------	--------------------------------

Velocidad al caudal de diseño máximo	1,037 m/s.
---	------------

3.9.1.- Embocaduras de entrada y salida

$$\Delta h_{3.9.1} = 1,5 \times \frac{1,037^2}{2 \times 9,8} = 0,082 \text{ m.}$$

3.9.2.- Tubería recta

Nº de Reynolds	$R_e = \frac{1,037 \times 0,4}{1,15 \times 10^{-6}} = 3,6 \times 10^5$
--------------------------	--

Coeficiente de rozamiento s/Moody	$f = 0,022$
--	-------------

Longitud equivalente	10 m.
--------------------------------	-------

$$\Delta h_{3,9.2} = 10 \times 0,022 \times \frac{1}{0,4} \times \frac{1,037^2}{2 \times 9,8} = 0,030 \text{ m.}$$

$$\Delta h_{3,9} = 0,082 + 0,030 = 0,112 \text{ m.}$$

Cota de agua en la arqueta de
 reparto a la aeración 866,332 - 0,112 = 866,220 m.

3.10.- AERACION

3.10.1.- Compuertas de aislamiento

Nº de líneas	2
Nº de compuerta	2 (1/línea)
Tipo	Mural
Dimensiones	400 x 400 mm.
Caudal de diseño	469 m ³ /h/línea <> 0,130 m ³ /seg/línea
Pérdida de carga	$\Delta h_{3.10.1} = 0,088$ m.
Cota de agua en el interior del reactor biológico	866,220 - 0,088 = 866,132 m.

3.10.2.- Paso zona facultativa - zona óxica

Tipo	Vertedero sumergido
Nº de vertederos	2 (1/línea)
Longitud	13 m/und.

Caudal de diseño :

$$\frac{(938+750)}{2} = 844 \text{ m}^3 / \text{h} / \text{und} <> 0,2344 \text{ m}^3 / \text{seg} / \text{und}.$$

Altura de pala $p = 4,30$ m.

Carga aguas arriba $H_1 = 4,50 - 4,30 = 0,20$ m.

Caudal correspondiente a H_1 ,
según la fórmula de derrame
libre $Q_1 = 2,106 \text{ m}^3/\text{seg}.$

Teniendo en cuenta que:

$$\frac{Q}{Q_1} = 1 - \left[0,45 \times S + \frac{0,40}{2^{(10-10S)}} \right] \quad y \quad S = \frac{a_2 \sqrt{H_2}}{a_1 \sqrt{H_1}}$$

donde a_1 y a_2 son las áreas del vertedero correspondiente a H_1 y H_2 , tenemos que:

Carga aguas abajo	$H_2 = 0,20 \text{ m.}$
Pérdida de carga	$\Delta h_{3,10,2} = H_1 - H_2 = 0,20 - 0,20 = 0,00 \text{ m.}$
Cota de coronación del vertedero sumergido	$866,132 - 0,200 = 865,932 \text{ m.}$
Cota de agua al final del reactor	$866,132 \text{ m.}$
Calado útil del reactor biológico . . .	$h = 4,50 \text{ m.}$
Cota de solera del reactor biológico	$866,132 - 4,500 = 861,632 \text{ m.}$

3.10.3.- Vertederos de salida del reactor biológico

Nº de vertederos	2 (1/línea)
Longitud	$L = 13 \text{ m/und.}$
Caudal de diseño	$844 \text{ m}^3/\text{h/und} < > 0,2344 \text{ m}^3/\text{seg/und.}$
Altura de pala	$p = 4,454 \text{ m.}$

Calculando, s/Rehbock: $\Delta h_{3,10,3} = 0,046 \text{ m}$ ($\mu = 0,4187$).

Cota de coronación del vertedero	$866,132 - 0,046 = 866,086 \text{ m.}$
--	--

Caída libre aguas abajo del vertedero (en el final del canal)	$0,100 \text{ m.}$
---	--------------------

Cota de agua en el canal
de salida de la aeración
(en el final del canal) $866,086 - 0,100 = 865,986 \text{ m.}$

3.10.4.- Canal de salida del reactor biológico

Nº de vertientes 2
Tipo de canal De aportación creciente
Caudal total por vertiente $844 \text{ m}^3/\text{h} < > 0,2344 \text{ m}^3/\text{s.}$
Longitud total/por vertiente 26/13 m.
Velocidad en la sección
final del canal 0,70 m/seg.

Sección mojada en el final
del canal $S = 0,2344 \times \frac{1}{0,70} = 0,335 \text{ m}^2$

Anchura de canal $B = 0,80 \text{ m.}$

Calado en la sección final
del canal $h = \frac{0,335}{0,80} = 0,419 \text{ m.}$

Solera del canal de salida
de la aeración $865,986 - 0,419 = 865,567 \text{ m.}$

Radio hidráulico $R_H = \frac{0,80 \times 0,419}{0,80 + 2 \times 0,419} = 0,205 \text{ m.}$

Aplicando MANNING-STRICKLER para $V = 0,70$ m/seg., $R_H = 0,205$ m y $K_s = 75$, tenemos que:

$$i = 0,0007 < \frac{1}{1.388}$$

Pérdida de carga en el canal:

$$\Delta h_{3,10.4} = \frac{2}{3} \times L \times i = \frac{2}{3} \times 13 \times 0,0007 = 0,007 \text{ m.}$$

Lámina de agua en el inicio
del caudal $0,419 + 0,007 = 0,426 \text{ m.}$

Cota de agua en la sección
inicial del canal $865,567 + 0,426 = 865,993 \text{ m.}$

Guarda en la sección inicial
del canal $866,086 - 865,993 = 0,093 \text{ m.}$

3.11.- INTERCONEXION REACTOR BIOLOGICO/DECANTACION SECUNDARIA

Sistema de conexión	Tubería
Caudal de diseño	$Q = 1.688 \text{ m}^3/\text{h}.$
Número de líneas	2

Caudal unitario :

$$q_n = \frac{1.688}{2} = 844 \text{ m}^3 / \text{h} / \text{und} <> 0,2344 \text{ m}^3 / \text{s} / \text{und}.$$

Diámetro	500 mm.
Velocidad	$V = 1,194 \text{ m/seg}.$
Material	Acero.

3.11.1.- Embocadura de salida

$$\Delta h_{3.11.1} = \frac{1}{2} \times \frac{v^2}{2g} = \frac{1}{2} \times \frac{1,194^2}{2 \times 9,8} = 0,036 \text{ m}.$$

3.11.2.- Tubería propiamente dicha

Longitud	$L = 20 \text{ m}.$
Rugosidad absoluta	$\epsilon = 0,6 \text{ mm}.$

$$\text{Rugosidad relativa} \quad \frac{\epsilon}{D} = \frac{0,6}{500} = 0,0012$$

Nº de Reynolds $Re = \frac{1,194 \times 0,5}{1,15 \times 10^{-6}} = 5,2 \times 10^5$

Coefficiente de rozamiento $f = 0,021$

Accesorios 2 Codos a 90°

Longitud equivalente:

- Longitud recta $L_r = 20 \text{ m.}$

- Le (2 Codos a 90°) $L_e = 12 \text{ m.}$

Longitud total $L_T = 32 \text{ m.}$

Por lo tanto: $\Delta h_{3.11.2} = 32 \times 0,021 \times \frac{1}{0,5} \times \frac{1,194^2}{2 \times 9,8} = 0,098 \text{ m.}$

3.11.3.- Ranuras de descarga

Nº de ranuras 3/decantador

Dimensiones de cada ranura 100 x 781 mm.

Caudal de diseño 844 m³/h/decantador

Pérdida de carga $\Delta h_{3.11.3} = 0,133 \text{ m.}$

Pérdida de carga total en la
tubería de interconexión entre
mezcla-floculación y decanta-
ción primaria

$0,036 + 0,098 + 0,133 = 0,267 \text{ m.}$

Cota de agua en la cámara
de distribución

$865,986 - 0,267 = 865,719 \text{ m.}$

3.12.- DECANTADORES SECUNDARIOS

3.12.1.- Vertederos triangulares

Cota de agua en la superficie
del decantador 865,719 m.

Aplicando la fórmula:

$$Q = 0,31 \times \Delta h^{5/2} \times \sqrt{2 \times 9,8}$$

Nº de vertederos por decantador . . . N = 506

$$\frac{0,130}{506} = 0,31 \times \Delta h^{5/2} \times \sqrt{2 \times 9,8}$$

Deduciendo: $\Delta h_{3,12,1} = 0,032$ m.

Cota de la cresta de los vertederos
triangulares $865,719 - 0,032 = 865,687$ m.

Guarda desde la cresta del vertedero
de hormigón a la cresta de los
vertederos triangulares 0,05

Cota de la cresta del vertedero de
hormigón $865,687 - 0,050 = 865,637$ m.

La guarda entre la cresta del vertedero de hormigón y la coronación del decantador es de 0,60 m., por lo que la cota de dicha coronación es $865,637 + 0,600 = 866,237$ m.

La guarda desde el nivel de agua hasta la cresta del vertedero de hormigón es de 0,122 m., por lo que el nivel de agua en el origen del canal tendrá la cota: $865,637 - 0,122 = 865,515$ m.

3.12.2.- Canal periférico

Sección Rectangular.
Anchura $B = 0,60$ m.

Caudal por vertiente $q = \frac{938}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{3.600} = 0,065 \text{ m}^3/\text{seg.}$

Calado en el origen del canal 0,278 m.
Cota de solera del canal periférico .. $865,515 - 0,278 = 865,237$ m.
Calado aguas arriba del punto
de descarga 0,269 m.

Velocidad aguas arriba del punto
de descarga $\frac{0,065}{0,6 \times 0,269} = 0,403 \text{ m/seg}$

Radio hidráulico aguas arriba del
punto de descarga $R_H = \frac{0,6 \times 0,269}{0,6 + 2 \times 0,269} = 0,142 \text{ m.}$

Según MANNING, la pendiente o pérdida de carga será:

$$0,403 = 75 \times 0,142 \times i^{1/2} \text{ ---} > \quad i = 0,0004 < > \frac{1}{2.566}$$

Pérdida de carga:
$$\Delta h_{3.12.2} = K \times \frac{\pi \times D}{2} \times i$$

Para $D = 23 \text{ m.}$ y $K = 2/3$ por tratarse de caudal creciente (aportación cte.):

$$\Delta h_{3.12.2} = 0,009 \text{ m.}$$

Cota de agua aguas arriba del punto
de descarga $865,237 + 0,269 = 865,506$
m.

Cota de agua en el origen del canal . $865,506 + 0,009 = 865,515 \text{ m.}$

Profundidad crítica :

$$h_c = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g \times B^2}} = \sqrt[3]{\frac{0,065^2}{9,8 \times 0,6^2}} = 0,107 \text{ m.}$$

Lámina al final del canal:

$$0,250 \text{ m. } (> 0,107 \text{ m.}).$$

Lámina de agua aguas arriba
del punto de descarga:

$$h_o = \sqrt{\frac{2h_c^3}{h_e}} + h_e^2 = \sqrt{\frac{2 \times 0,107^3}{0,250}} + 0,250^2 = 0,269 \text{ m.}$$

Cota de agua al final del
canal $865,237 + 0,250 = 865,487$
m.

3.12.3.- Arqueta N° 1 (Salida agua decantada decantador secundario N° 1)

Pérdida de carga en la confluencia
de las dos vertientes del canal de
recogida de agua decantada :

$$\Delta h_{3.12.3} = 1,25 \times \frac{v^2}{2 \times g} = 1,25 \times \frac{1,04^2}{2 \times 9,8} = 0,069m.$$

Cota de agua en la arqueta N° 1 . . . $865,487 - 0,069 = 865,418$ m.

3.13.- INTERCONEXION DECANTACION SECUNDARIA / CAMARA DE CONTACTO

3.13.1.- Interconexión arqueta N° 1 / arqueta N° 2

Sistema de conexión	Tubería
Caudal de diseño	$Q = 469 \text{ m}^3/\text{h}$
Diámetro	400 mm.
Velocidad	$v = 1,04 \text{ m/seg.}$
Material	Acero.

3.13.1.1.- Embocadura de salida

$$\Delta h_{3.13.1.1} = 0,42 \times \frac{v^2}{2 \times g} = 0,42 \times \frac{1,04^2}{2 \times 9,8} = 0,023 \text{ m.}$$

3.13.1.2.- Tubería propiamente dicha

Longitud	$L = 20 \text{ m.}$
Rugosidad absoluta	$\epsilon = 0,6 \text{ mm.}$
Rugosidad relativa	$\epsilon/D = 0,6/0,4 = 0,0015$

N° de Reynolds	$R_e = \frac{1,04 \times 0,4}{1,15 \times 10^{-6}} = 3,6 \times 10^5$
--------------------------	---

Coefficiente de rozamiento	$f = 0,022$
--------------------------------------	-------------

Pérdida de carga:

$$\Delta h_{3.13.1.2} = 20 \times 0,022 \times \frac{1}{0,4} \times \frac{1,04^2}{2 \times 9,8} = 0,061 m.$$

3.13.1.3.- Embocadura de entrada

$$\Delta h_{3.13.1.3} = 0,84 \times \frac{v^2}{2 \times g} = 0,84 \times \frac{1,04^2}{2 \times 9,8} = 0,046 m.$$

Pérdida de carga conjunta $\Delta h_{3.13.1} = 0,023 + 0,061 + 0,046 = 0,130 m.$

Cota de agua en la arqueta N° 2
(Salida agua decantada decantador
secundario N° 2) $865,418 - 0,130 = 865,288 m.$

3.13.2.- Interconexión arqueta N° 2 / cámara de contacto

Sistema de conexión	Tubería
Caudal de diseño	$Q = 938 m^3/h$
Diámetro	500 mm.
Velocidad	$v = 1,33 m/seg.$
Material	Acero.

3.13.2.1.- Embocadura de salida

$$\Delta h_{3.13.2.1} = 0,42 \times \frac{v^2}{2 \times g} = 0,42 \times \frac{1,33^2}{2 \times 9,8} = 0,038 m.$$

3.13.2.2.- Tubería propiamente dicha

Longitud $L = 25 \text{ m.}$
 Rugosidad absoluta $\epsilon = 0,6 \text{ mm.}$
 Rugosidad relativa $\epsilon/D = 0,6/500 = 0,0012$

N° de Reynolds $R_e = \frac{1,33 \times 0,5}{1,15 \times 10^{-6}} = 5,8 \times 10^5$

Coeficiente de rozamiento $f = 0,021$

Pérdida de carga:

$$\Delta h_{3.13.2.2} = 25 \times 0,021 \times \frac{1}{0,5} \times \frac{1,33^2}{2 \times 9,8} = 0,095 \text{ m.}$$

3.13.2.3.- Embocadura de entrada

$$\Delta h_{3.13.2.3} = 1 \times \frac{v^2}{2 \times g} = 1 \times \frac{1,33^2}{2 \times 9,8} = 0,090 \text{ m.}$$

Pérdida de carga conjunta $\Delta h_{3.13.2} = 0,038 + 0,095 + 0,090 = 0,223 \text{ m.}$

Cota de agua en el canal de entrada
 a la cámara de contacto $865,288 - 0,223 = 865,065 \text{ m.}$

3.14.- CAMARA DE CONTACTO

3.14.1.- Vertedero de entrada

Tipo	Vertedero sumergido.
Longitud	$L = 1,85 \text{ m.}$
Altura de pala	$p = 3,083 - 0,190 = 2,893 \text{ m.}$
Caudal de diseño	$Q = 938 \text{ m}^3/\text{h.}$
Carga aguas arriba	$H_1 = 01,90 \text{ m.}$
Caudal correspondiente a H_1 , según la fórmula de derrame libre	$Q_1 = 0,278 \text{ m}^3/\text{seg.}$

Teniendo en cuenta que:

$$\frac{Q}{Q_1} = 1 - \left[0,45 \times S + \frac{0,40}{2^{(10-10S)}} \right] \text{ y } S = \frac{a_2 \sqrt{H_2}}{a_1 \sqrt{H_1}}$$

donde a_1 y a_2 son las áreas del vertedero correspondientes a H_1 y H_2 ($a_1 = 10 \times H_1$ y $a_2 = 1,85 \times H_2$), tenemos que:

Carga aguas abajo	$H_2 = 0,157 \text{ m.}$
Pérdida de carga	$\Delta H_{3.14.1} = H_1 - H_2 = 0,190 - 0,157 = 0,033 \text{ m.}$
Cota de coronación del vertedero sumergido	$865,065 - 0,190 = 864,875 \text{ m.}$
Cota de agua en el interior de la cámara de contacto	$864,875 + 0,157 = 865,032 \text{ m.}$
Pérdida de carga estimada en el conjunto de la cámara de contacto	$0,050 \text{ m.}$
Cota de agua en el final de la cámara de contacto	$865,032 - 0,050 = 864,982 \text{ m.}$

Calado de la cámara de contacto . . . $h = 3,0 \text{ m.}$

Cota de solera de la cámara de
contacto $864,982 - 3,000 = 861,982 \text{ m.}$

3.14.2.- Vertedero de salida

Caudal de diseño $938 \text{ m}^3/\text{h.}$
Longitud $L = 1,85 \text{ m.}$
Altura de pala $p = 2,818 \text{ m.}$

Calculando s/Rehbock, tenemos que:

$$\Delta h_{3.14.2} = 0,182 \text{ m. y } \mu = 0,4103$$

Por lo tanto, la cota de coronación del vertedero de salida será:

$$864,982 - 0,182 = 864,800 \text{ m.}$$

Guarda aguas abajo del vertedero . . $0,150 \text{ m.}$

Cota de agua en la arqueta de salida
de la cámara de contacto $864,800 - 0,150 = 864,650 \text{ m.}$

3.14.3.- Compuerta de by-pass

Tipo Mural.
Dimensiones $500 \times 500 \text{ mm.}$
Velocidad de paso $v = 1,04 \text{ m/seg.}$
Pérdida de carga $\Delta h_{3.14.3} = 0,144 \text{ m.}$

Cota de agua en el canal de entrada a la cámara de contacto en situación de by-pass	$864,650 + 0,144 = 864,794 \text{ m.}$
Guarda respecto al vertedero de entrada a la cámara de contacto en situación de by-pass	$864,875 - 864,794 = 0,081 \text{ m.}$

3.14.4.- Clapeta de retención salida al río Turia

Caudal de diseño	$Q = 4 \times Q_{\text{med.}} = 4 \times 469 = 1.876 \text{ m}^3/\text{h.}$
Diámetro de la clapeta	800 mm.
Velocidad de paso	$v = 1,04 \text{ m/s}$

Pérdida de carga :

$$\Delta h_{3.14.4} = 1,5 \times \frac{v^2}{2 \times g} = 1,5 \times \frac{1,04^2}{2 \times 9,8} = 0,082 \text{ m.}$$

Cota de agua en la arqueta de salida de la depuradora	$864,650 - 0,082 = 864,568 \text{ m.}$
--	--

3.15.- INTERCONEXION ARQUETA DE SALIDA/RIO TURIA

Sistema de conexión	Tubería
Caudal de diseño	$Q = 1.876 \text{ m}^3/\text{h.}$
Diámetro	700 mm.
Velocidad	$v = 1,35 \text{ m/s}$
Material	Hormigón

3.15.1.- Embocadura de salida

$$\Delta h_{3.15.1} = 0,5 \times \frac{v^2}{2 \times g} = 0,5 \times \frac{1,35^2}{2 \times 9,8} = 0,047 \text{ m.}$$

3.15.2.- Tubería propiamente dicha

Longitud	$L = 50 \text{ m.}$
Rugosidad absoluta	$\epsilon = 0,3 \text{ mm.}$
Rugosidad relativa	$\epsilon/D = 0,3/700 = 0,0004$

$$\text{Nº de Reynolds } R_e = \frac{1,35 \times 0,7}{1,15 \times 10^{-6}} = 8,2 \times 10^5$$

$$\text{Coeficiente de rozamiento } f = 0,017$$

Pérdida de carga:

$$\Delta h_{3.15.2} = 50 \times 0,017 \times \frac{1}{0,7} \times \frac{1,35^2}{2 \times 9,8} = 0,113 \text{ m.}$$

3.15.3.- Embocadura de entrada

$$\Delta h_{3.15.3} = 1 \times \frac{v^2}{2 \times g} = 1 \times \frac{1,35^2}{2 \times 9,8} = 0,094 \text{ m.}$$

Pérdida de carga conjunta $\Delta h_{3.15.1} = 0,047 + 0,113 + 0,094 = 0,254 \text{ m.}$

Cota de agua disponible en el vertido
después del tratamiento completo . . $864,568 - 0,254 = 864,314 \text{ m.}$
($> 863,800 \text{ m.}$).

3.15.4.- Línea piezométrica desde la arqueta de salida de la cámara de contacto hasta el vertido al río Turia, a la cota $h = 863,80 \text{ m.}$ (Q100 años).

Cota en el cauce receptor
(río Turia) $863,80 \text{ m.}$

Pérdida de carga conjunta en la tubería
de vertido (DN-700) desde la arqueta de
salida de la depuradora $\Delta h_{3.15.4} = 0,254 \text{ m.}$

Cota de agua en la arqueta de salida
de la depuradora $863,80 + 0,254 = 864,054 \text{ m.}$

Pérdida de carga en la clapeta de
retención anti-inundación del colector
de by-pass general $0,082 \text{ m.}$

Cota de agua en la arqueta de salida
de la cámara de contacto $864,054 + 0,082 = 864,136 \text{ m.}$

Guarda respecto al vertedero de salida
de la cámara de contacto $864,80 - 864,136 = 0,664 \text{ m.}$

3.16.- COLECTOR DE BY-PASS GENERAL

3.16.1.- En situación Q100 años (Cota en el río = 863,80 m.)

Cota de agua en la arqueta de
salida de la cámara de contacto . . . 864,136 m.

3.16.1.1.- Interconexión arqueta by-pass tratamiento biológico/arqueta salida cámara de contacto.

Sistema de conexión	Tubería
Caudal de diseño	$Q = 1.876 \text{ m}^3/\text{h.}$
Diámetro	800 mm.
Velocidad	$v = 1,04 \text{ m/s}$
Material	Hormigón

3.16.1.1.1.- Embocadura de salida

$$\Delta h_{3.16.1.1.1} = 1 \times \frac{v^2}{2 \times g} = 1 \times \frac{1,04^2}{2 \times 9,8} = 0,055 \text{ m.}$$

3.16.1.1.2.- Tubería propiamente dicha

Longitud	$L = 65 \text{ m.}$
Rugosidad absoluta	$\epsilon = 0,3 \text{ mm.}$
Rugosidad relativa	$\epsilon/D = 0,3/800 = 0,0004$

Nº de Reynolds	$R_e = \frac{1,04 \times 0,8}{1,15 \times 10^{-6}} = 7,2 \times 10^5$
--------------------------	---

Coeficiente de rozamiento $f = 0,017$

Pérdida de carga:

$$\Delta h_{3.16.1.1.2} = 65 \times 0,017 \times \frac{1}{0,8} \times \frac{1,04^2}{2 \times 9,8} = 0,076m.$$

3.16.1.1.3.- Embocadura de entrada

$$\Delta h_{3.16.1.1.3} = 0,5 \times \frac{v^2}{2 \times g} = 0,5 \times \frac{1,04^2}{2 \times 9,8} = 0,028m.$$

Pérdida de carga conjunta $\Delta h_{3.16.1.1} = 0,055 + 0,076 + 0,028 = 0,159 m.$

Cota de agua en la arqueta de by-pass
del tratamiento biológico $864,136 + 0,159 = 864,295 m.$

3.16.1.2.- Interconexión arqueta by-pass salida pretratamiento/arqueta by-pass tratamiento biológico

Sistema de conexión	Tubería
Caudal de diseño	$Q = 1.876 m^3/h.$
Díámetro	800 mm.
Velocidad	$v = 1,04 m/s$
Material	Hormigón

3.16.1.2.1.- Embocadura de salida

$$\Delta h_{3.16.1.2.1} = 1 \times \frac{v^2}{2 \times g} = 1 \times \frac{1,04^2}{2 \times 9,8} = 0,055m.$$

3.16.1.2.2.- Tubería propiamente dicha

Longitud L = 40 m.
 Rugosidad absoluta $\epsilon = 0,3$ mm.
 Rugosidad relativa $\epsilon/D = 0,3/800 = 0,0004$

Nº de Reynolds $R_e = \frac{1,04 \times 0,8}{1,15 \times 10^{-6}} = 7,2 \times 10^5$

Coeficiente de rozamiento f = 0,017

Pérdida de carga:

$$\Delta h_{3.16.1.2.2} = 40 \times 0,017 \times \frac{1}{0,8} \times \frac{1,04^2}{2 \times 9,8} = 0,047m.$$

3.16.1.2.3.- Embocadura de entrada

$$\Delta h_{3.16.1.2.3} = 0,5 \times \frac{v^2}{2 \times g} = 0,5 \times \frac{1,04^2}{2 \times 9,8} = 0,028m.$$

Pérdida de carga conjunta $\Delta h_{3.16.1.2} = 0,055 + 0,047 + 0,028 = 0,130$ m.

Cota de agua en la arqueta de by-pass
 salida de pretratamiento $864,295 + 0,130 = 864,425 \text{ m.}$

3.16.1.3.- Interconexión primera arqueta by-pass general /arqueta by-pass salida pretratamiento

Sistema de conexión	Tubería
Caudal de diseño	$Q = 1.876 \text{ m}^3/\text{h.}$
Diámetro	800 mm.
Velocidad	$v = 1,04 \text{ m/s}$
Material	Hormigón

3.16.1.3.1.- Embocadura de salida

$$\Delta h_{3.16.1.3.1} = 1 \times \frac{v^2}{2 \times g} = 1 \times \frac{1,04^2}{2 \times 9,8} = 0,055 \text{ m.}$$

3.16.1.3.2.- Tubería propiamente dicha

Longitud	$L = 50 \text{ m.}$
Rugosidad absoluta	$\epsilon = 0,3 \text{ mm.}$
Rugosidad relativa	$\epsilon/D = 0,3/800 = 0,0004$

Nº de Reynolds	$R_e = \frac{1,04 \times 0,8}{1,15 \times 10^{-6}} = 7,2 \times 10^5$
--------------------------	---

Coefficiente de rozamiento	$f = 0,017$
--------------------------------------	-------------

Pérdida de carga:

$$\Delta h_{3.16.1.3.2} = 50 \times 0,017 \times \frac{1}{0,8} \times \frac{1,04^2}{2 \times 9,8} = 0,059 \text{ m.}$$

3.16.1.3.3.- Embocadura de entrada

$$\Delta h_{3.16.1.3.3} = 0,5 \times \frac{v^2}{2 \times g} = 0,5 \times \frac{1,04^2}{2 \times 9,8} = 0,028 \text{ m.}$$

Pérdida de carga conjunta $\Delta h_{3.16.1.3} = 0,055 + 0,059 + 0,028 = 0,142 \text{ m.}$

Cota de agua en la primera arqueta
de by-pass general $864,425 + 0,142 = 864,567 \text{ m.}$

3.16.1.4.- Aliviadero de by-pass general en el pozo de gruesos

Cota de rasante inferior del colector de agua bruta	862,30 m.
Cota de agua en la llegada del colector de agua bruta	862,847 m.
Longitud de vertedero	$L = 5 \text{ m.}$
Altura de pala	$P = 2 \text{ m.}$
Caudal de diseño	$Q = 4 \times Q_{\text{med}} = 4 \times 469 = 1.876 \text{ m}^3/\text{h.}$

Calculando s/Rehbock:

$$\Delta h_{3.16.1.4} = 0,148 \text{ m. y } \mu = 0,4117$$

Cota de coronación del aliviadero de
by-pass general en el pozo de
gruesos

$862,847 - 0,148 = 862,699$ m.
(para no repercutir el incremento
de lámina aguas arriba del
colector, en situaciones e Río
Turia con "baja lámina".
Posteriormente se calcula hasta
qué lámina en el Río Turia es
posible el vertido, by-pass general
sin bombeo, sin repercutir aguas
arriba del colector de llegada de
agua bruta).

Cota de agua en el pozo de gruesos,
en situación de by-pass general (con
las bombas paradas), vertiendo al río
Turia en Q100 años

$864,567$ m. (1,868 m. sobre el
vertedero de by-pass general;
1,267 m. sobre la generatriz
superior del colector de agua
bruta).

3.16.2.- Sin repercutir en el colector de agua bruta, ¿hasta qué cota en el Río Turia es posible el vertido de $Q = 1.876 \text{ m}^3/\text{h}$, en by-pass general, sin bombeo?

Cota de coronación del aliviadero
de by-pass general en el pozo
de gruesos

$862,699$ m.

Guarda de seguridad aguas abajo
del aliviadero

$0,100$ m.

Cota de agua en la primera arqueta
de by-pass general

$862,699 - 0,100 = 862,599$ m.

3.16.2.1.- Interconexión primera arqueta by-pass general /arqueta by-pass salida pretratamiento

$$\Delta h_{3.16.2.1} = 0,152 \text{ m. (S/cálculos anteriores).}$$

$$\begin{array}{l} \text{Cota de agua en la arqueta de} \\ \text{by-pass salida de pretratamiento} \quad . . . \quad 862,599 - 0,142 = 862,457 \text{ m.} \end{array}$$

3.16.2.2.- Interconexión arqueta by-pass salida pretratamiento/arqueta by-pass tratamiento biológico

$$\Delta h_{3.16.2.2} = 0,130 \text{ m. (S/cálculos anteriores).}$$

$$\begin{array}{l} \text{Cota de agua en la arqueta de by-pass} \\ \text{tratamiento biológico} \quad \quad 862,457 - 0,130 = 862,327 \text{ m.} \end{array}$$

3.16.2.3.- Interconexión arqueta by-pass tratamiento biológico/arqueta salida cámara de contacto

$$\Delta h_{3.16.2.3} = 0,159 \text{ m. (S/cálculos anteriores).}$$

$$\begin{array}{l} \text{Cota de agua en la arqueta de salida} \\ \text{de la cámara de contacto} \quad \quad 862,327 - 0,159 = 862,168 \text{ m.} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Pérdida de carga clapeta de} \\ \text{retención} \quad \quad 0,082 \text{ m. (S/cálculos anteriores).} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Cota de agua en la arqueta de salida} \\ \text{de la E.D.A.R.} \quad \quad 862,168 - 0,082 = 862,086 \text{ m.} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Pérdida de carga tubería de vertido} \\ \text{al río} \quad \quad 0,254 \text{ m.} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Cota de agua en el río Turia} \quad \quad 862,086 - 0,254 = 861,832 \text{ m.} \end{array}$$

3.17.- TUBERIAS DE BY-PASS

3.17.1.- Tubería by-pass a la salida del pretratamiento

Cota de coronación del vertedero de by-pass	866,629 m.
Guarda aguas abajo	0,100 m.
Cota de agua aguas abajo del vertedero de by-pass	$866,629 - 0,100 = 866,529$ m.
Cota máxima de agua en la arqueta correspondiente de by-pass general	864,425 m.
Pérdida de carga disponible en el by-pass	$866,529 - 864,425 = 2,104$ m.
Caudal de diseño	1.876 m ³ /h.
Diámetro	600 mm.
Velocidad	$v = 1,84$ m/seg.
Material	Hormigón.

3.17.1.1.- Embocadura de entrada

$$\Delta h_{3.17.1.1} = 1 \times \frac{v^2}{2 \times g} = 1 \times \frac{1,84^2}{2 \times 9,8} = 0,173 \text{ m.}$$

3.17.1.2.- Tubería propiamente dicha

Longitud	$L = 25$ m.
Rugosidad absoluta	$\epsilon = 0,3$ mm.
Rugosidad relativa	$\epsilon/D = 0,3/600 = 0,0005$

$$\text{Nº de Reynolds} \quad R_e = \frac{1,84 \times 0,6}{1,15 \times 10^{-6}} = 9,6 \times 10^5$$

Coeficiente de rozamiento $f = 0,018$

Pérdida de carga:

$$\Delta h_{3.17.1.2} = 25 \times 0,018 \times \frac{1}{0,6} \times \frac{1,84^2}{2 \times 9,8} = 0,346m.$$

3.17.1.3.- Embocadura de salida

$$\Delta h_{3.17.1.3} = 0,5 \times \frac{v^2}{2 \times g} = 0,5 \times \frac{1,84^2}{2 \times 9,8} = 0,086m.$$

Pérdida de carga conjunta $\Delta h_{3.17.1} = 0,173 + 0,346 + 0,086 = 0,605 (< 2,104)$

Cota de agua aguas abajo del vertedero
de by-pass $864,425 + 0,605 = 865,030 m.$

3.17.2.- Tubería by-pass tratamiento biológico

Cota de agua en la arqueta de entrada a la aeración	866,220 m.
Cota máxima en la arqueta correspondiente de by-pass general	864,295 m.
Pérdida de carga disponible en el by-pass	$866,220 - 864,295 = 1,925 m.$
Caudal de diseño	$938 m^3/h.$
Díámetro	500 mm.
Velocidad	$v = 1,33 m/seg.$
Material	Hormigón.

3.17.2.1.- Embocadura de entrada

$$\Delta h_{3.17.2.1} = 1 \times \frac{v^2}{2 \times g} = 1 \times \frac{1,33^2}{2 \times 9,8} = 0,090m.$$

3.17.2.2.- Tubería propiamente dicha

Longitud	$L = 25 \text{ m.}$
Rugosidad absoluta	$\epsilon = 0,3 \text{ mm.}$
Rugosidad relativa	$\epsilon/D = 0,3/500 = 0,0006$

Nº de Reynolds	$R_e = \frac{1,33 \times 0,5}{1,15 \times 10^{-6}} = 5,8 \times 10^5$
--------------------------	---

Coeficiente de rozamiento	$f = 0,0182$
-------------------------------------	--------------

Pérdida de carga:

$$\Delta h_{3.17.2.1} = 25 \times 0,0182 \times \frac{1}{0,6} \times \frac{1,33^2}{2 \times 9,8} = 0,068m.$$

3.17.2.3.- Embocadura de salida

$$\Delta h_{3.17.2.3} = 0,5 \times \frac{v^2}{2 \times g} = 0,5 \times \frac{1,33^2}{2 \times 9,8} = 0,045m.$$

Pérdida de carga conjunta $\Delta h_{3.17.2} = 0,090 + 0,068 + 0,045 = 0,203 (<1,925)$

Cota de agua en la arqueta de entrada
a la aeración $864,295 + 0,203 = 864,498 \text{ m.}$

4.- LINEA DE FANGOS. RECIRCULACION DE FANGOS

4.1.- CONEXION DECANTACION SECUNDARIA - POZO DE BOMBEO DE RECIRCULACION

Nº de líneas 2

Caudal de diseño por línea $\frac{750}{2} = 375 \text{ m}^3 / h <> 0,104 \text{ m}^3 / s$

Sistema de conexión Por tubería
Material Acero. E = 0,6 mm

Diámetro $350 \text{ mm. } \frac{E}{D} = 0,0017$

Velocidad 1,08 m/s

4.1.1.- Embocaduras de entrada-salida

$$\Delta h_{4.1.1} = 1,5 \times \frac{1,08^2}{2 \times 9,8} = 0,090 \text{ m.}$$

4.1.2.- Tubería recta

Nº de Reynolds $R_e = \frac{1,08 \times 0,35}{1,15 \times 10^{-6}} = 3,3 \times 10^5$

Coeficiente de rozamiento
 s/Moody $f = 0,023$
 Longitud equivalente 16 m.

$$\Delta h_{4.1.2} = 16 \times 0,023 \times \frac{1}{0,35} \times \frac{1,08^2}{2 \times 9,8} = 0,063 \text{ m.}$$

$$\Delta h_{4.1} = 0,090 + 0,063 = 0,153 \text{ m.}$$

Cota de agua en la superficie
 del decantador 865,719 m.

Cota del fango en el pozo
 de bombeo $865,719 - 0,153 = 865,566 \text{ m.}$

4.2.- CANALES DE RECIRCULACION DE FANGOS

Cota de agua en el reactor biológico	866,132 m.
Cota de la solera de los canales de recirculación de fangos	866,332 m.
Descarga del fango recirculado al final del canal	Mediante chimenea de 0,400 x 0,150 m/línea

4.2.1.- Medida y reparto de caudal

4.2.1.1.- Tramo final del canal (posterior al Parshall)

Nº de líneas	2 Canales de B = 0,40 m. de ancho.
Sistema de medida de caudal	Mediante ultrasonidos en canal aforado, Parshall-Flume.
Caudal de diseño, por canal	$\frac{750}{2} = 375 \text{ m}^3 / \text{h} <> 0,104 \text{ m}^3 / \text{seg.}$
Pérdida de carga en la descarga al reactor biológico	$\Delta h_{4,2} = 0,400 \text{ m.}$
Cota de agua al final del canal	$866,132 + 0,400 = 866,532 \text{ m.}$
Lámina de agua al final del canal	$h_e = 866,532 - 866,332 = 0,200 \text{ m.}$

Altura crítica:

$$h_c = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g \times B^2}} = \sqrt[3]{\frac{0,104^2}{9,8 \times 0,4^2}} = 0,191 \text{ m. } (< 0,200)$$

Lámina de agua aguas arriba del punto de descarga:

$$h_o = \sqrt{\frac{2h_c^3}{h_e} + h_e^2} = \sqrt{\frac{2 \times 0,191^3}{0,200} + 0,200^2} = 0,331 \text{ m.}$$

Sección mojada aguas arriba del

punto de descarga $S = 0,40 \times 0,331 = 0,132 \text{ m}^2$

Velocidad aguas arriba del

punto de descarga $V = \frac{0,104}{0,132} = 0,79 \text{ m / seg.}$

Radio hidráulico aguas arriba del

punto de descarga $R_H = \frac{0,4 \times 0,331}{0,4 + 2 \times 0,331} = 0,125 \text{ m.}$

Según MANNING, la pendiente o pérdida de cara será:

$$0,79 = 75 \times 0,125^{2/3} \times i^{1/2} \rightarrow i = 0,0018 < \frac{1}{563}$$

Pérdida de carga: $\Delta h_{4.2.1.1} = L \times i$

Para $L = 6$ m (distancia de la descarga al parshall), tenemos que

$$\Delta h_{4.2.1.1} = 6 \times 0,0018 = 0,011 \text{ m.}$$

Cota de agua aguas abajo del
medidor de caudal Parshall $866,332 + 0,331 + 0,011 = 866,674 \text{ m.}$

Lámina aguas abajo del
medidor de caudal Parshall $866,674 - 866,332 = 0,342 \text{ m.}$

4.2.1.2.- Parshall-Flume

Caudal $0,1042 \text{ m}^3/\text{seg}/\text{canal}$
Anchura del canal $A = 0,400 \text{ m.}$
Anchura de la garganta $B = 0,200 \text{ m.}$
Calado aguas abajo $H_2 = 0,342 \text{ m.}$

Calado agua arriba $H_1 = 0,438 \text{ m} \left(> \frac{0,342}{0,8} = 0,427 \right)$

Longitud de la garganta $L = 0,656 \text{ m.}$
Longitud de ensanchamiento $D = 0,600 \text{ m.}$
Radio de estrechamiento $R = 0,400 \text{ m.}$
Expresión fundamental del
Parshall-Flume $Q = 1,8 \times B \times H_1^{3/2}$
 $Q = 1,8 \times 0,200 \times (0,438)^{3/2} = 0,1042 \text{ m}^3/\text{seg.}$

Cota de agua aguas arriba
del Parshall $866,332 + 0,438 = 866,770 \text{ m.}$

4.2.1.3.- Tramo inicial del canal (anterior al Parshall)

Nº de canales	2
Longitud	$L = 4 \text{ m.}$
Anchura	$0,400 \text{ m.}$
Caudal (por canal)	$0,1042 \text{ m}^3/\text{seg.}$
Lámina de agua al final del tramo inicial	$h_e = 0,438 \text{ m.}$

Altura crítica:

$$h_c = \sqrt[3]{\frac{0,104^2}{9,8 \times 0,4^2}} = 0,191 \text{ m. } (< 0,438)$$

Lámina de agua corregida agua arriba:

$$h_o = \sqrt{\frac{2 \times 0,191^3}{0,438} + 0,438^2} = 0,473 \text{ m.}$$

Sección mojada corregida

$$\text{aguas arriba} \quad S = 0,40 \times 0,473 = 0,189 \text{ m}^2$$

Velocidad corregida aguas

$$\text{arriba} \quad V = \frac{0,1042}{0,189} = 0,551 \text{ m/seg.}$$

Radio hidráulico corregido
 agua arriba $R_H = \frac{0,4 \times 0,473}{0,4 + 2 \times 0,473} = 0,141 \text{ m.}$

Según MANNING, la pendiente o pérdida de carga será:

$$0,551 = 75 \times 0,141^{2/3} \times i^{1/2} \rightarrow i = 0,0007 < \frac{1}{1.360}$$

Pérdida de carga:

$$\Delta h_{4.2.1.3} = L \times i = 4 \times \frac{1}{1.360} = 0,003 \text{ m.}$$

Lámina de agua en el origen
 del tramo inicial $0,473 + 0,003 = 0,476 \text{ m.}$

Cota de agua en el origen
 del tramo inicial $866,332 + 0,476 = 866,808 \text{ m.}$

4.2.1.4.- Compuertas de aislamiento

Nº de compuertas 2 (1/canal)
 Tipo De canal
 Dimensiones 400 x 600 mm.

Pérdida de carga $\Delta h = 0,5 \times \frac{v^2}{2 \times 9,8}$

Velocidad $V = \frac{0,1042}{0,40 \times 0,476} = 0,55 \text{ m/seg.}$

$$\Delta h_{4,2,1,4} = 0,5 \times \frac{0,55^2}{2 \times 9,8} = 0,008 \text{ m.}$$

Cota de agua al final del canal
general de recirculación de
fangos $866,808 + 0,008 = 866,816 \text{ m.}$

4.2.2.- Canal general de recirculación de fangos

Anchura 0,950 m.
Longitud $L = 20 \text{ m.}$
Caudal $0,208 \text{ m}^3/\text{seg.}$
Lámina de agua al final
del canal $h_e = 0,484 \text{ m.}$

Altura crítica:

$$h_c = \sqrt[3]{\frac{0,208^2}{9,8 \times 0,950^2}} = 0,170 \text{ m. } (< 0,484 \text{ m})$$

Lámina de agua corregida aguas arriba:

$$h_o = \sqrt{\frac{2 \times 0,170^3}{0,484}} + 0,484^2 = 0,504 \text{ m.}$$

Sección mojada corregida

aguas arriba $S = 0,950 \times 0,504 = 0,479 \text{ m}^2$

Velocidad corregida

aguas arriba $V = \frac{0,208}{0,479} = 0,434 \text{ m / seg.}$

Radio hidráulico corregido

agua arriba $R_H = \frac{0,95 \times 0,504}{0,95 + 2 \times 0,504} = 0,245 \text{ m.}$

Según MANNING, la pendiente o pérdida de carga será:

$$0,434 = 75 \times 0,245^{2/3} \times i^{1/2} \rightarrow i = 0,0002 < \frac{1}{4.567} = 0,004 \text{ m.}$$

Pérdida de agua en el inicio

del canal general de

recirculación $0,504 + 0,004 = 0,508 \text{ m.}$

Cota de agua en el inicio del

canal general de recirculación $866,332 + 0,508 = 866,840 \text{ m.}$

4.3.- BOMBEO DE RECIRCULACION DE FANGOS

Guarda de seguridad de los
conos de descarga del bombeo
sobre el nivel máximo en el
canal 0,100 m.

Cota de coronación de los
conos-vertedero de descarga $866,840 + 0,100 = 866,940$ m.

Calculando la carga sobre los conos-vertedero asimilando el fenómeno a
vertedero s/Rehbock:

Diámetro de descarga del cono 500 mm.

Longitud de vertedero $L = \pi \times 0,5 = 1,57$ m.

Caudal unitario $q = 250 \text{ m}^3/\text{h} < > 0,0694 \text{ m}^3/\text{seg.}$

Altura de pala $p = 1$ m.

Pérdida de carga $\Delta h_{4,3} = 0,083$ m ($\mu = 0,4157$)

Cota de agua en la descarga
del bombeo $866,940 + 0,083 = 867,023$ m.

Cota de coronación de los
canales de recirculación 867,332 m.

Altura de los canales de
recirculación $867,332 - 866,332 = 1,0$ m.

Guarda sobre la descarga
del bombeo $867,332 - 867,023 = 0,309$ m.

4.3.1.- Bombeo de recirculación

Tipo	Con bombas sumergibles (descarga independiente)
Nº de unidades	4 (3 + 1R)
Caudal unitario	250 m ³ /h/und.
Altura geométrica	$H_g = 867,023 - 865,566 = 1,457 \text{ m.}$
Pérdida de carga tubería de impulsión + Redondeo altura manométrica	1,043 m.
Altura manométrica de las bombas de recirculación	$H_m = 1,457 + 1,043 = 2,5 \text{ m.c.a.}$

ANEJO N° 8

VALORES OBTENIDOS EN LA CAMPAÑA DE ENSAYOS Y ANALISIS DE LOS VERTIDOS DE AGUAS RESIDUALES DE TERUEL

Caracterización de agua bruta

Colector del Pligono La Paz

Observaciones:
La toma de las 18h. es de color rojo (sangre) y consistencia espesa, olor a matadero

Observaciones:

TERUEL

Caracterización de agua bruta

Punto de toma : Colector del Polígono La Paz

Fecha	hora de toma	Caudal	pH	Conduc. uS/cm	Temper °C	MES mg/l	DQO mg/l	DBO5 mg/l	NH3-N mg/l	PO4-P mg/l	CN- mg/l	Fenoles mg/l	TOX eq/m3	Cr-VI mg/l	Pb mg/l	Hg mg/l	Cd mg/l
27/3/96	9		8,6	1598	14		567										
	11		9,1	2230	15												
	12		9,3	1590	15		979										
	13		8,8	2000	17												
	15		8,7	1707	16												
	17		8,5	6180	15	605	1100	269	7,9	6,7	0,03		0,7		6,4	0,01	0,05
	19		8,6	1111	15												
	24		8,8	2660	15												
	Media		8,80	2383,25	15,25	605,00	882,00	269	7,90	6,70	0,00	0,70	0,00	0,00	6,70	0,00	0,00

Observaciones:

Fecha	hora de toma	Caudal	pH	Conduc. uS/cm	Temper °C	MES mg/l	DQO mg/l	DBO5 mg/l	NH3-N mg/l	PO4-P mg/l	CN- mg/l	Fenoles mg/l	TOX eq/m3	Cr-VI mg/l	Pb mg/l	Hg mg/l	Cd mg/l
28/3/96	9		8,6	1449	15		755										
	11		8,6	1349	15												
	12		8,5	1605	17												
	14		8,6	2040	16		1100										
	16		8,7	2850	16												
	17		9	1980	15	610	942	833	13,8	9,3	0,03		0,9		10,7	0,01	0,05
	19		8,7	2710	15												
	Media		8,67	1994,71	15,57		932,33	833	13,80	9,30	0,00	0,90	0,00	0,00	8,73	0,00	0,00

Observaciones: 11 h. Agua con mucha espuma
12 h. Vertido de aceite

TERUEL

Caracterización de agua bruta

Punto de toma : Colector del Pligono La Paz

Fecha	hora de toma	Caudal	pH	Conduc. uS/cm	Temper °C	MES mg/l	DQO mg/l	DBO5 mg/l	NH3-N mg/l	PO4-P mg/l	CN- mg/l	Fenoles mg/l	TOX eq/m3	Cr-VI mg/l	Pb mg/l	Hg mg/l	Cd mg/l
29/3/96	8	46	8,6	875	15		678										
	10	29	9	1479	15												
	12	29	9,2	3910	17												
	13	21	8,4	3730	17		927										
	15	17	8,6	1540	17												
	18	21	8,6	5650	16	281	703	174	19	29,3	<0,03	0,4	<1		7,5	<0,01	<0,05
	20	21	8,6	3660	15												
	24	36	8,6	1146	16												
Media		27,50	8,70	2748,75	16,00	281,00	769,33	174	19,00	29,30	0,00	0,40	0,00	0,00	7,30	0,00	0,00

Observaciones: 8h. Agua limpia
13 h. Vertido con mucho aceite.
24 h. Agua limpia

Fecha	hora de toma	Caudal	pH	Conduc. uS/cm	Temper °C	MES mg/l	DQO mg/l	DBO5 mg/l	NH3-N mg/l	PO4-P mg/l	CN- mg/l	Fenoles mg/l	TOX eq/m3	Cr-VI mg/l	Pb mg/l	Hg mg/l	Cd mg/l
30/3/96	8	25	8,8	2230	14		641										
	10	22	9,4	1740	14												
	13	22	8,5	2750	15		1100										
	16	31	8,7	1546	15												
	19	47	8,7	950	14	145	672	48									
										14,7	<0,03	0,7	<1				
Media		29,40	8,82	1843,20	14,40	145,00	804,33	48		14,70	0,00	0,70	0,00	0,00	3,20	0,00	0,00

Observaciones: Agua muy transparente durante todo el día
10 h. Vertido con aceite
19 h. Lluvia

Caracterización de agua bruta

Punto de toma : Colector del Pligono La Paz

Observaciones: Agua completamente limpia durante todo el día

Observaciones:

Observaciones:

8h. Agua limpia
Vertido de sangre desde las 10 h. hasta las 15h.
Fuertes lluvias a partir de las 16h.

TERUEL

Caracterización de agua bruta

Punto de toma : Colector del Pligono La Paz

Fecha	hora de toma	Caudal	pH	Conduc. uS/cm	Temper °C	MES mg/l	DQO mg/l	DBO5 mg/l	NH3-N mg/l	PO4-P mg/l	CN- mg/l	Fenoles mg/l	TOX eq/m3	Cr-VI mg/l	Pb mg/l	Hg mg/l	Cd mg/l
2/4/96	6	11	8,4	2110	14		100										
	9	24	8,5	3300	13												
	11	19	8,5	1880	14		783										
	12	27	8,6	2080	14												
	13	31	8,5	2250	15		884										
	15	25	8,4	1204	15												
	16	31	8,6	1509	15	490	886	423	2	14,7 < 0,03		0,1 < 1					
	18	21	8,6	2720	14												
Media		23,63	8,51	2131,63	14,25	490,00	658,25	423	2,00	14,70	0,00	0,10	0,00	0,00	6,03	0,00	0,00

Caracterización de agua bruta

Punto de toma : Colector principal ctra de Villaespesa

Fecha	hora de toma	pH	Conduc. uS/cm	Temper °C	MES mg/l	DQO mg/l	DBO5 mg/l	Fosforo T. mg/l	NH3-N mg/l	NTK mg/l
25/03/96	13	8,5	1350							
	15	8,7	1508	17						
	17	8,8	1050	17	385	855	497		45,7	50,4
	18	8,6	923	16						
	Media	8,65	1207,75	16,67	385,00	855,00	497		45,70	50,40

Observaciones:

[illegible]

Observaciones:

Caracterización de agua bruta

Punto de toma : Colector principal ctra de Villaespesa

Fecha	hora de toma	pH	Conduc. uS/cm	Temper °C	MES mg/l	DQO mg/l	DBO5 mg/l	Fosforo T. mg/l	NH3-N mg/l	NTK mg/l
27/3/96	8	8,8	1800	15		567				
	10	9	1064	16						
	13	9,2	1055	16		979				
	15	8,8	1041	16						
	17	8,8	890	16						
	19	8,8	929	16	413	1100	351	13,3	56,4	62,4
	Media	8,90	1146,50	15,83	413,00	882,00	351	13	56,40	62,40

Observaciones:

[illegible]

Observaciones:

Caracterización de agua bruta

Punto de toma : Colector principal ctra de Villaespesa

Fecha	hora de toma	pH	Conduc. us/cm.	Temper °C	MES mg/l	DQO mg/l	DBO5 mg/l	Fosforo T. mg/l	NH3-N mg/l	NTK mg/l
29/3/96	8	9	1700	15		678				
	10	9	1052	16						
	13	9	1179	17						
	15	8,8	980	17		927				
	18	8,9	981	17						
	20	8,9	991	16	290	703	263	11,3	54,4	60,1
	24	8,9	962	17						
	Media	8,93	1120,71	16,43	290,00	769,33	263	11	54,40	60,10

Observaciones:

[illegible]

Observaciones: Lluvia

Caracterización de agua bruta

Punto de toma: Colector principal ctra de Villaespesa

Observaciones:

-Observaciones:
Fuentes lluvias a partir de las 16h.no se toman muestras

Caracterización de agua bruta

Fecha	hora de toma	pH	Conduc. uS/cm	Temper °C	MES mg/l	DQO mg/l	DBO5 mg/l	Fósforo T. mg/l	NH3-N mg/l	NTK mg/l
2/4/96	6	8,5	786	15		100				
	9	8,5	2460	15						
	11	8,6	981	15		763				
	13	8,5	1103	15						
	15	8,5	915	14		884				
	16	8,6	888	16						
	18	8,6	886	15	860	886	382	14	52,7	61,00
	Media	8,54	1145,57	15,00	860,00	658,25	382	14	52,70	61,00

Caracterización de agua bruta

Punto de toma: Colector de Franciscanos

[illegible]

Observaciones:

Fecha	hora de toma	pH	Conduc. uS/cm	Temper °C	MES mg/l	DQO mg/l	DBO5 mg/l	Fósforo T. mg/l	NH3-N mg/l	NTK mg/l
26/3/96	8	8,8	994	14		660				
	10	8,8	998	14						
	12	8,8	980	15						
	13	8,8	990	15		884				
	15	8,7	960	15						
	17	8,6	945	15	300	527	306	8,7	31,2	56,4
	19	8,6	953	14						
	Media	8,73	974,29	14,57	300,00	690,33	306	9	31,20	56,40

Observaciones:

Caracterización de agua bruta

Punto de toma: Colector de Franciscanos

Observaciones:

Observaciones:

Caracterización de agua bruta

Punto de toma: Colector de Franciscanos

Observaciones:Observaciones: Lluvia

Caracterización de agua bruta

Fecha	hora de toma	pH	Conduc. µS/cm	Temper °C	MES mg/l	DQO mg/l	DBO ₅ mg/l	Fósforo T. mg/l	NH ₃ -N mg/l	NTK mg/l
31/3/96	9	8,7	808	14		351				
	11	8,8	877	14						
	13	9	983	16		540				
	15	7,1	940	15						
	17	8,1	930	15	495	450	120	9,3	21,4	64,8
	19	8,7	994	15						
Media		8,40	921,67	14,83	495,00	447,00	120	9	21,40	64,80

[illegible]

5

TERUEL

Caracterización de agua bruta

Punto de toma : Colector de Franciscanos

Fecha	hora de toma	pH	Conduc. uS/cm	Temper °C	MES mg/l	DQO mg/l	DBO5 mg/l	Fosforo T. mg/l	NH3-N mg/l	NTK mg/l
2/4/96	6	8,4	815	13		100				
	9	8,5	811	11						
	11	8,5	765	10		378				
	13	8,5	729	11						
	15	8,5	705	12		100				
	16	8,5	702	12						
	18	8,6	588	13	140	100	35	1,3	2,9	10,00
	Media	8,50	730,71	11,71	140,00	169,50	35	1	2,90	10,00

Observaciones:

Se aprecia un caudal superior al normal, posible fuga en la red de agua potable

ANEJO N° 9

SEGURIDAD E HIGIENE

**ES VALIDO EL ESTUDIO DE SEGURIDAD E HIGIENE
DEL PROYECTO DE CONSTRUCCION**