

Universidad de **Cádiz**

Proyectos de fin de carrera de **Ingeniería Química**

Facultad: CIENCIAS

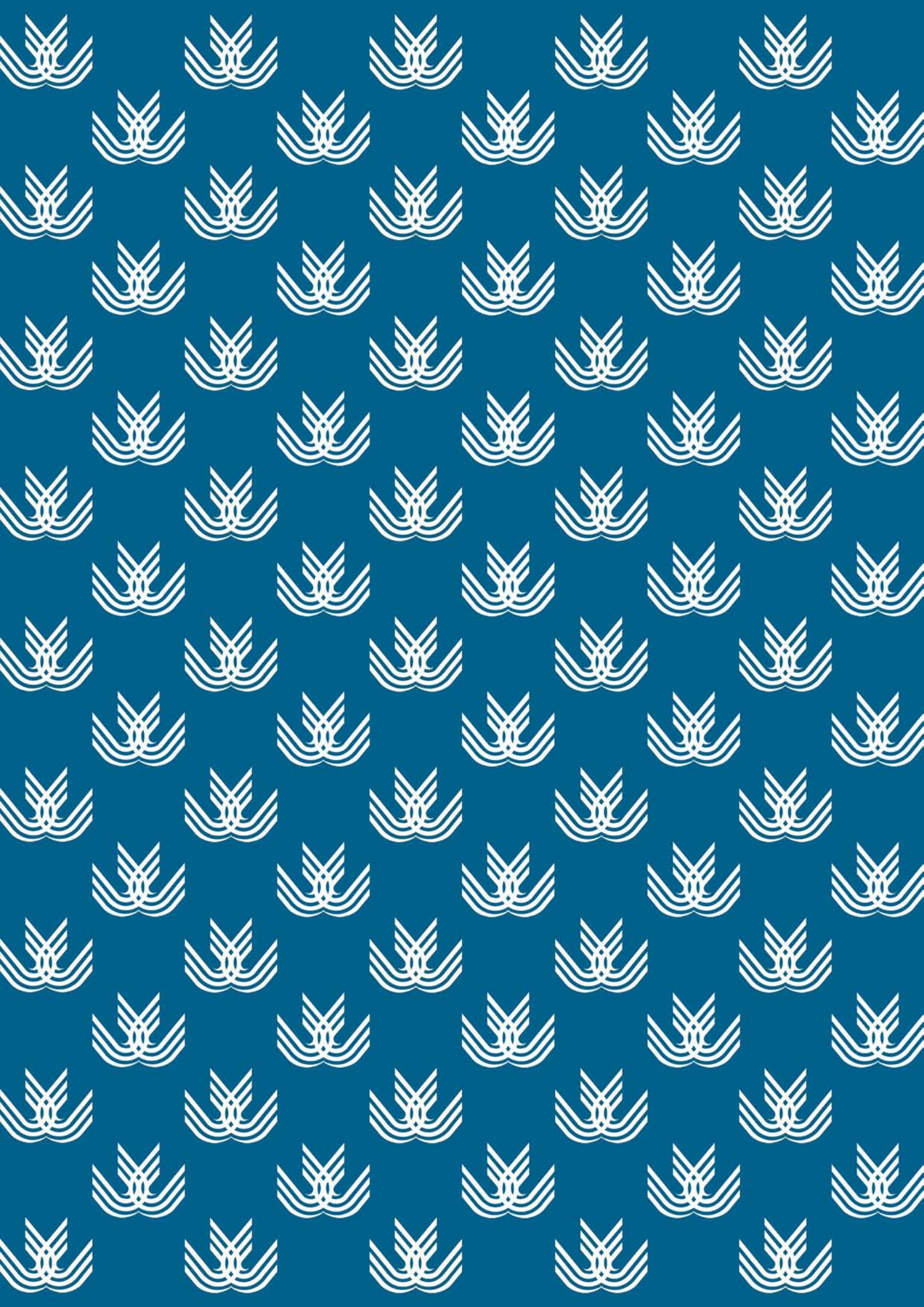
Titulación: INGENIERÍA QUÍMICA

Título: SELECCIÓN DE TECNOLOGÍA Y DISEÑO  
DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS  
RESIDUALES EN PINAR DE LOS FRANCESES  
(CHICLANA DE LA FRONTERA)

Autor: FERNÁNDEZ-CARO GARCÍA, Juan José

Fecha: Octubre 2011





## **INDICE**

1. MEMORIA DESCRIPTIVA Y ANEXOS
2. PLANOS
3. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS
4. PRESUPUESTO

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**TÍTULO DE INGENIERO QUÍMICO**



**PROYECTO FIN DE CARRERA**

**SELECCIÓN DE TECNOLOGÍA Y DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS  
RESIDUALES EN PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA)**

**DOCUMENTO 1: MEMORIA DESCRIPTIVA Y ANEXOS**

## INDICE MEMORIA DESCRIPTIVA Y ANEXOS

### Introducción

<b>1- Objetivo y justificación.....</b>	<b>3</b>
<b>2- Ubicación, emplazamiento y disponibilidad de terrenos.....</b>	<b>5</b>
<b>3- Selección de alternativas.....</b>	<b>7</b>
<b>4- Estudio económico.....</b>	<b>32</b>
<b>5- Cálculo y dimensionamiento de la planta.....</b>	<b>32</b>
5.1 Cálculo de población y caudal	
5.2 Datos pretratamiento	
5.2.1 Aliviaderos	
5.2.2 Canal de entrada	
5.2.3 Desbaste de sólidos	
5.2.4 Desarenado-desangrado	
5.3 Reactor biológico	
5.3.1 Datos de diseño	
a. Volumen del reactor	
b. Comprobación del tiempo de retención hidráulica	
c. Comprobación de la carga másica	
d. Comprobación de la carga volúmica	
e. Necesidad teórica de oxígeno	
f. Potencia a instalar	
g. Cálculo de fangos en exceso	
5.4 Decantación secundaria	
a. Cálculo de la superpie	
b. Comprobación de la carga de sólidos	
c. Volumen de los decantadores	
d. Comprobación de la carga sobre vertedero	
5.5 Tratamiento terciario	
5.6 Espesamiento por gravedad	
a. Dimensiones del espesador	
b. Comprobación del tiempo de retención	

- c. Comprobación de la carga hidráulica
- d. Comprobación de la carga de sólidos

#### 5.7 Deshidratación de fangos

- a. Dimensiones del depósito tampón de fangos digeridos
- b. Cálculo del filtro de banda
- c. Caudal del agua de lavado
- d. Dosificación de reactivos

<b>6- Etapas en la depuración de aguas residuales.....</b>	<b>63</b>
<b>7- Normativa.....</b>	<b>83</b>
<b>8- Anexos.....</b>	<b>85</b>
<b>9- Bibliografía</b>	

## INTRODUCCIÓN

Las aguas residuales son el resultado de la utilización del agua para distintos fines. Cualquiera que sea su procedencia, las aguas residuales presentan una amenaza para el medio ambiente, ya que modifican las características iniciales del medio natural donde se produce su descarga, produciendo efectos, entre los que destaca la supresión del poder autodepurador de los cauces receptores con destrucción de fauna y flora, imposibilitando o dificultando su utilización. La importancia de esta amenaza depende de las propiedades del agua, es decir, de su composición y cantidad.

Debido al crecimiento de la población, el aumento de la actividad industrial, artesanal y ganadera, la contaminación de las aguas ha aumentado no solo en cantidad, sino en variedad. Este fenómeno ha provocado en los últimos años el desarrollo de nuevas tecnologías de depuración que han permitido obtener efluentes con buena calidad y unos costes razonables de tratamiento.

## 1- OBJETIVO Y JUSTIFICACIÓN

### 1.1 Objetivo

En relación con la Directiva del Consejo de la Comunidad Europea de 21 de mayo de 1991 sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas (91/271/CEE), en su artículo 4º, establece que "los estados miembros velarán porque las aguas residuales urbanas que entren en los sistemas colectores, sean objeto, antes de verterse, de un tratamiento secundario o de un proceso equivalente (...) a más tardar el 31 de diciembre del año 2000 para todos los vertidos que procedan de aglomeraciones que representen más de 15.000 he. Esta Directiva define como tratamiento secundario, el "tratamiento de las aguas residuales urbanas mediante un proceso que incluya, por lo general, un tratamiento biológico con sedimentación secundaria...", fijándose además unos criterios de obligado cumplimiento respecto a concentraciones máximas de DBO5, DQO y sólidos en suspensión, que sólo pueden conseguirse con sistemas de depuración más completos.

Ante esta problemática, queda justificada la necesidad de dotar a la de una Estación Depuradora de Aguas Residuales (en adelante EDAR) de las características reseñadas.

El objetivo de este proyecto es la instalación de una Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR) en Chiclana de la Frontera, que permita el saneamiento de las siguientes zonas: El pinar de los franceses, El marquesado, Batería colorada y El pinar del vegete, con una población de 20.000 habitantes (ver **5.1 Cálculo de población y caudal**) y cuyo vertido se hará en una zona considerada como sensible según el **Real Decreto-Ley 11/1995**, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas.

Se deberá reducir el contenido en materia orgánica, sólidos totales, nitrógeno y fósforo para que el agua sea apto para su vertido en una zona sensible. El **Real Decreto-Ley 11/1995** obliga a la reducción de los parámetros anteriores a unos niveles tales que cumpla:

**Tabla1. Reducción de parámetros**

	VALOR MÁXIMO PERMITIDO	% MÍNIMO DE REDUCCIÓN
<b>DBO<sub>5</sub></b> <b>(mg O<sub>2</sub>/l)</b>	25	70-90
<b>SS</b> <b>(mg SS/l)</b>	35	90
<b>DQO</b> <b>(mg O<sub>2</sub>/l)</b>	125	75
<b>N total</b> <b>(mg N/l)</b>	15	70-80
<b>P total</b> <b>(mg P/l)</b>	2	80

*Los niveles de nitrógeno y fósforo corresponden al vertido en zonas sensibles*

Los datos de partida para el estudio se han obtenido de la empresa municipal Chiclana Natural S.A.M, a partir de las analíticas disponibles de las aguas del municipio, así como otros datos disponibles de caudal y dotación. Los datos medios son los siguientes:

	m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /h
<b>Caudal medio</b>	8.000	333,33

El caudal medio se obtiene con los datos de población máxima que se prevé en la zona de estudio según el Plan General de Ordenación Urbanística, el cuál será desarrollado en el punto

**Tabla 2.Datos de partida**

	Kg/d	mg/l
<b>DBO<sub>5</sub></b>	2.400	298
<b>SST</b>	2.472	307
<b>SSV</b>	1.978	246
<b>DOO</b>	5.002	621
<b>N-NTK</b>	393	49
<b>P</b>	40,25	5

## 1.2 Justificación y antecedentes sociales

Tras diferentes consultas con técnicos de la Delegación de Urbanismo del Excmo. Ayuntamiento de Chiclana de la Frontera y debido al crecimiento de la población que se prevé en la zona de estudio en los próximos años, es conveniente la construcción de una nueva EDAR que sirva para dotar de saneamiento a las zonas de: el pinar de los franceses, batería colorada, el pinar del vegete y el marquesado.

Pese a que en el Plan General de Ordenación Urbana (PGOU) de Chiclana no se hace alusión directa la existencia de sistemas generales y tampoco está proyectada, es cierto que se hacen algunas referencias a las limitaciones dotacionales de la zona que hacen pensar en una futura instalación de un sistema general de redes para el abastecimiento y saneamiento en dicha zona.

Uno de los objetivos del PGOU en *Batería Colorada* es precisamente resolver los problemas dotacionales.

En el PGOU también se dice de la necesidad de dotar al *Marquesado* de estructura, tanto con carácter interno en relación a los sistemas territoriales en base a la ordenación del espacio público y los equipamientos de ámbito más local, inexistente como consecuencia de su origen no reglado.

En el *Pinar de los Franceses* se tiene como objetivo en el PGOU, permitir la colmatación de este ámbito residencial manteniendo el parcelario existente y las condiciones del pinar sobre el que se asienta.

Es en la zona del *pinar del vegete* donde el PGOU hace una clara alusión a la necesidad de la instalación de una EDAR ya que una de las condiciones de programación que dice es:

*Se podrán programar estos suelos una vez queden garantizados tanto el abastecimiento de agua como el saneamiento y depuración de aguas residuales.*

De esta manera queda justificada la instalación de la EDAR que permita la gestión integral del agua en la zona de estudio.



**2- UBICACIÓN, EMPLAZAMIENTO Y DISPONIBILIDAD DEL TERRENO**

**Chiclana de la Frontera** es una ciudad española de la Provincia de Cádiz, en la Comunidad Autónoma de Andalucía. Pertenece a la Mancomunidad de Municipios de la Bahía de Cádiz. El municipio cuenta en 2011 con una población superior a 81.000 habitantes, siendo la sexta ciudad gaditana más poblada. Su extensión superficial es de 205,45 km<sup>2</sup> y tiene una densidad poblacional de 389,39 hab/km<sup>2</sup>. Sus coordenadas geográficas son 36°25'N 6°09'0 y su altitud es de 11 msnm.

La instalación de la depuradora tendrá lugar en el Pinar de los Franceses:

El Pinar de los Franceses, es el punto mágico de Las Salinas, se encuentra en la Batería Colorada. Desde allí puede divisarse parte del Parque Natural de la Bahía de Cádiz, compuesto por marismas, salinas y esteros.

Tras visita de la zona de estudio y consulta sobre la titularidad de los terrenos, se dispone de los siguientes lugares para la posible ubicación de la EDAR:

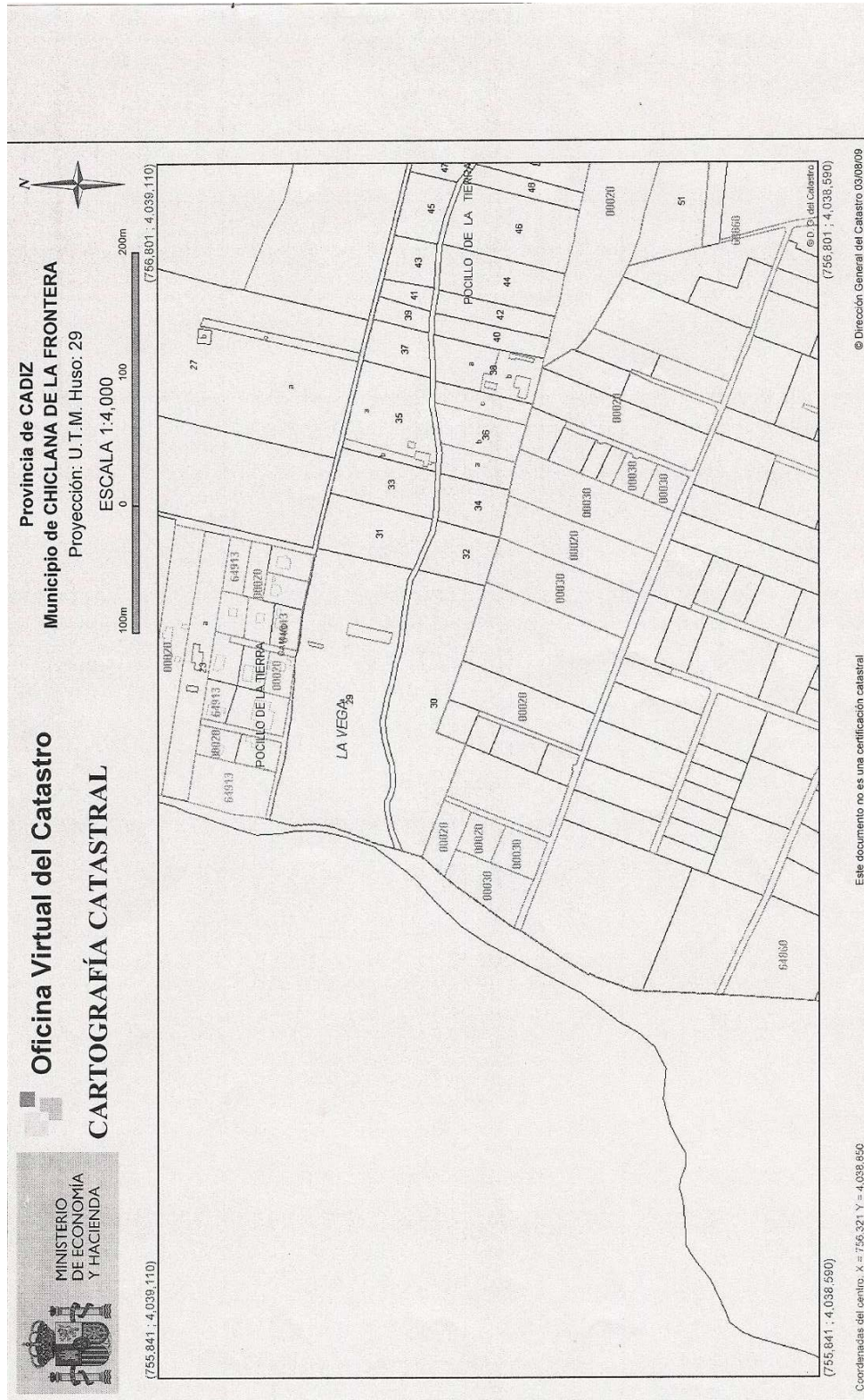
**Tabla 3. Terrenos**

Referencia catastral	Titular	Superficie	Observaciones
6486001QA5368N0001ZD	Particular	11.184 m <sup>2</sup>	570 m <sup>2</sup> construidos
6486063QA5368N0001ED	Particular	5.404 m <sup>2</sup>	118 m <sup>2</sup> construidos
64860A3QA5368N0001PD	Particular	4.975 m <sup>2</sup>	42 m <sup>2</sup> construidos
<b>11015A004000300000QL</b>	<b>Particular</b>	<b>10.116 m<sup>2</sup></b>	<b>Suelo sin edificar</b>
11015A004000290000QF	Particular	17.096 m <sup>2</sup>	356 m <sup>2</sup> construidos

En función de estas disponibilidades, la parcela idónea es la 11015A004000300000QL donde se pueden disponer de 10.116 m<sup>2</sup> para el diseño de la planta y cuya cercanía a la marisma daría la opción de verter tras el tratamiento secundario, si bien en este proyecto el agua será reutilizada para regadío o abastecimiento de los campos de golf próximos a la zona.



Parcela seleccionada: Número 29 y 30



### 3- SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE DEPURACIÓN

#### 3.1 ESTUDIO TEÓRICO

El principal problema que surge a la hora de realizar el diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales (en adelante EDAR), consiste en la selección del tratamiento secundario más adecuado. Los aspectos más importantes a tener en cuenta y que determinan la selección de la mejor tecnología disponible son los siguientes:

-Niveles de reducción necesarios para alcanzar los objetivos previstos.

Se puede hacer una primera estimación en función de los datos de salida de efluente fijados por el **Real Decreto 509/1996, de 15 de marzo, de desarrollo del Real Decreto-ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas.** ( para el agua residual a tratar un rendimiento del 70-90% de reducción en la DBO<sub>5</sub> y superior del 90% en sólidos en suspensión).

-La naturaleza del agua residual, que en el caso del proyecto es de carácter urbano y con alta biodegradabilidad.

En este punto debemos distinguir entre aguas de origen urbano y de origen industrial.

##### **Aguas de origen urbano:**

Son aquellas que proceden de los servicios domésticos y públicos, de la limpieza de locales y del drenado de las aguas pluviales. Entre los tipos de contaminantes de dichas aguas podemos encontrar:

- Materia Orgánica (principalmente) en suspensión y disuelta
- N; P; NaCl y otras sales minerales
- Microcontaminantes procedentes de nuevos productos
- Las aguas residuales de lavado de calles arrastran principalmente materia sólida inorgánica en suspensión, además de otros productos (fenoles, plomo procedente del escape de los vehículos de motor, insecticidas procedentes de jardines...)

Algunas características fisico-químicas de estas aguas son las siguientes:

La temperatura de las aguas residuales oscila entre 10 y 20°. Además de las cargas contaminantes en materias en suspensión y materias orgánicas, las aguas residuales contienen otros muchos compuestos como nutrientes (N y P), Cloruros, detergentes... cuyos valores orientativos de la carga por habitante y día son:

- N amoniacal: 3-10 gr/hab/d
- N total: 6.5-13 gr/hab/d
- P (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) ; 4-8 gr/hab/d
- Detergentes : 7-12 gr/hab/d

##### **Aguas de origen industrial:**

Son las que proceden de cualquier taller o negocio en cuyo proceso de producción, transformación o manipulación se utilice agua, incluyéndose los líquidos residuales, aguas de proceso y aguas de refrigeración. Se entienden por líquidos residuales los que derivan de productos, siendo principalmente disoluciones de productos químicos

tales como la lejía, melazas de la producción de azúcar, baños de curtido de pieles, alpechines...

Se debe intentar la recuperación de los subproductos procedentes de las aguas residuales de proceso, los cuales se originan en la utilización del agua como medio de transporte, lavado, refrigeración directa... y que puede contaminarse con los productos de fabricación o incluso de los líquidos residuales. Generalmente su contaminación es menor al 10% de la de los líquidos residuales, aunque su volumen es entre 10 y 50 veces mayor.

Las aguas de refrigeración indirecta, son las que no han entrado en contacto con los productos y por lo tanto la única contaminación que arrastran es su temperatura.

-Tamaño de la población, que se ha fijado en un máximo de 20.000 habitantes.

En función del tamaño de población se utilizarán tecnologías convencionales o tecnologías no convencionales, también llamadas de bajo coste. Las convencionales se emplean en núcleos de población importantes y utilizan tecnologías que consumen energía eléctrica de forma considerable y precisa mano de obra especializada; por el contrario las no convencionales se emplean en poblaciones pequeñas y alejadas de redes de saneamiento. Su principal premisa es la de tener costos de mantenimiento bajos y precisar de mano de obra no cualificada. Su grado de tecnificación es muy bajo, necesitando muy poca energía eléctrica. La población para la que se está construyendo la EDAR es de unos 20.000 habitantes, la cual se puede considerar importante, de ahí que sea aconsejable el uso de tecnologías convencionales

-Ubicación de la planta, que se admite en zona residencial próxima a una zona sensible y cercana al núcleo habitado. De igual importancia en este punto es la disponibilidad de terrenos.

**Tabla 4. Terrenos**

Referencia catastral	Titular	Superficie	Observaciones
6486001QA5368N0001ZD	Particular	11.184 m <sup>2</sup>	570 m <sup>2</sup> construidos
6486063QA5368N0001ED	Particular	5.404 m <sup>2</sup>	118 m <sup>2</sup> construidos
64860A3QA5368N0001PD	Particular	4.975 m <sup>2</sup>	42 m <sup>2</sup> construidos
<b>11015A004000300000QL</b>	<b>Particular</b>	<b>10.116 m<sup>2</sup></b>	<b>Suelo sin edificar</b>
11015A004000290000QF	Particular	17.096 m <sup>2</sup>	356 m <sup>2</sup> construidos

La zona elegida es la de referencia catastral **11015A004000300000QL**, que es un terreno sin edificar con una superficie de **10.116 m<sup>2</sup>**, y cuya cercanía a la marisma daría la opción de verter tras el tratamiento secundario, si bien en este proyecto el agua será reutilizada para regadío o abastecimiento de los campos de golf próximos a la zona.

Considerando todas las cuestiones expuestas anteriormente, las opciones posibles para seleccionar el tratamiento adecuado son las siguientes:

- En primer lugar se decidirá si este tratamiento del agua será un proceso químico o biológico.
- En segundo lugar se decidirá si la estabilización del lodo se hará de forma aeróbica o anaeróbica.
- Por último y atendiendo no sólo a razones teóricas, sino económicas, que serán de vital importancia a la hora de elegir el tipo de tratamiento, se decidirá el proceso a tratar las aguas de entre las tres posibilidades que serán estudiadas, que son: fangos activos, aireación prolongada y lechos bacterianos.

### 3.1.1 Línea de aguas. Proceso químico o biológico

#### 3.1.1.1 Proceso químico

Cuando en un tratamiento, las transformaciones llevadas a cabo se producen mediante una reacción química, estas reciben el nombre de procesos químicos. La mayoría de estos procesos son aditivos, es decir, para eliminar una sustancia se requiere añadir otra, las operaciones físicas unitarias y los procesos biológicos unitarios son sustractivos, es decir, son procesos en los que se elimina materia del agua residual. Como resultado de ello, se suele producir un incremento neto de los constituyentes disueltos en el agua residual. En los procesos químicos se necesitan unos sistemas de dosificación muy precisos, así como de personal cualificado que, periódicamente o casi de una forma continua, modifique las dosificaciones para un correcto funcionamiento. Otra desventaja de este tipo de procesos es que tienen un coste de funcionamiento importante. Los tratamientos químicos suelen ir acompañados de operaciones físicas, en las que tiene lugar la separación de fases o componentes del residuo, conociéndose el proceso global como tratamiento físico-químico. Algunas operaciones físicas son las siguientes: desbaste, homogeneización de caudales, mezclado, sedimentación, flotación, filtración en medio granular, transferencia de gases, volatilización y arrastre de gases, separación de membranas. A continuación se definen algunas de estas operaciones:

**Desbaste:** Es una operación en la que se trata de eliminar sólidos de mayor tamaño que el que habitualmente tienen las partículas que arrastran las aguas. El objetivo es eliminarlos y evitar que dañen equipos posteriores del resto de tratamientos. Suele ser un tratamiento previo a cualquier otro.

**Homogeneización de caudales:** Consiste simplemente en amortiguar por laminación las variaciones del caudal, con el objeto de conseguir un caudal constante o casi constante. Esta técnica puede aplicarse en situaciones diversas. Las principales aplicaciones están concebidas para la homogeneización de:

- Variación estacional en las aguas brutas.
- Variación estacional en las aguas residuales.
- Variación día-noche en las aguas residuales.

En el caso concreto de la EDAR en estudio, debido a que no se dan ninguna de las situaciones anteriores no será necesario un tanque de homogeneización, por tanto el agua tras el desbaste pasará directamente al reactor biológico ya que no se dan fluctuaciones importantes en cuanto al caudal o composición de la misma.

**Mezclado:** Es una operación unitaria de gran importancia en muchas fases del tratamiento de aguas, entre las que podemos citar:

- Mezcla completa de una sustancia con otra.
- Mezcla de suspensiones líquidas.
- Mezcla de líquidos miscibles.
- Floculación.
- Transferencia.

La mayoría de las operaciones de mezclado relacionadas con el tratamiento de las aguas puede clasificarse en continuas (tienen su aplicación en aquellos casos en los que debe mantenerse en suspensión el contenido del reactor o del depósito) y rápidas continuas

(suelen emplearse en los casos en los que debe mezclarse una sustancia con otra), la duración de las rápidas continuas es menor a 30 segundos.

**Sedimentación:** Consiste en la separación, por la acción de la gravedad, de las partículas suspendidas cuyo peso específico es mayor que el del agua. Esta operación será más eficaz cuanto mayor sea el tamaño y la densidad de las partículas a separar del agua, es decir, cuanto mayor sea su velocidad de sedimentación. La sedimentación puede producirse en una o varias etapas o en varios de los puntos del proceso de tratamiento. En función de la concentración y de la tendencia a la interacción de las partículas, se pueden producir cuatro tipos de sedimentación: discreta, floculenta, retardada (también llamada zonal), y por compresión.

**Flotación:** Es una operación unitaria que se emplea para la separación de partículas sólidas o líquidas de una fase líquida. La separación se consigue introduciendo finas burbujas de gas, normalmente aire, en la fase líquida. Las burbujas se adhieren a las partículas, y la fuerza ascensional que experimenta el conjunto partícula-burbuja de aire hace que suban hasta la superficie del líquido, de donde son arrastradas y sacadas del sistema. El rendimiento de esta operación se expresa como la relación existente entre los kilos de aire utilizados y los kilos de sólidos separados. Valores usuales de esta relación son 0,005-0,09, dependiendo de factores tales como: presión de trabajo, concentración de sólidos, características del agua residual y características de los sólidos a eliminar.

**Filtración en medio granular:** Es una operación en la que se hace pasar el agua a través de un medio poroso, con el objetivo de retener la mayor cantidad posible de materia en suspensión. El medio poroso tradicionalmente utilizado es un lecho de arena, de altura variable, dispuesta en distintas capas de distinto tamaño de partícula, siendo la superior la más pequeña y de entre 0.15 y 0.3 mm. Es una operación muy utilizada en el tratamiento de aguas potables, así como en el tratamiento de aguas para reutilización, para eliminar la materia en suspensión que no se ha eliminado en anteriores operaciones (sedimentación). Los principales tipos de configuración de los lechos filtrantes empleados actualmente para la filtración de aguas se pueden clasificar en función del número de capas de material filtrante, lo cual da lugar a los filtros de una única capa, los de doble capa y los filtros multicapas.

**Entre los procesos químicos podemos destacar:** precipitación química, coagulación-floculación, adsorción con carbón activo, intercambio iónico, desinfección, neutralización, y procesos de oxidación-reducción. A continuación definiremos alguno de ellos:

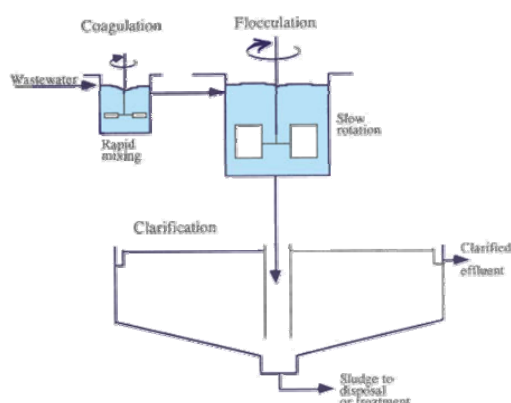
**Precipitación química:** Algunos autores incluyen la precipitación química como un proceso dentro de la coagulación-floculación. Sin embargo, el término precipitación se utiliza más para describir procesos como la formación de sales insolubles, o la transformación química de un ión en otro con mayor o menor estado de oxidación que provoque la formación de un compuesto insoluble. Consiste en la dosificación de determinados productos químicos al agua a tratar, con el fin de llevar a cabo una reacción con un contaminante o grupo de ellos, obteniéndose unos compuestos insolubles que por posterior sedimentación o filtración son eliminados del medio. En algunos casos, la alteración es pequeña, y la eliminación se logra al quedar atrapados dentro de un precipitado voluminoso constituido, principalmente, por el propio coagulante. Otra consecuencia de la adición de productos químicos es el incremento neto en los constituyentes disueltos del agua residual. Se han empleado muchas sustancias y de diversa naturaleza, como agentes de precipitación, las más comunes son:

- Sulfato de alúmina.-  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$  o  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$
- Cloruro férrico.-  $\text{FeCl}_3$
- Sulfato férrico.-  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  ó  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
- Cal.-  $\text{Ca}(\text{OH})_2$

Las principales aplicaciones en el tratamiento de aguas se centra en la eliminación de: Fosfatos, Compuestos tóxicos (metales pesados) y Fluoruros.

- *Fosfatos*: Se precipitan con sales de aluminio o hierro (generalmente sulfatos).
- *Metales pesados*: Se precipitan en medio básico con hidróxido cálcico. Se suele hacer a dos niveles de pH:
  - pH= 8 Precipitan: Fe, Al, Cr<sup>+3</sup>, Cu
  - pH= 10,5 Precipitan: Pb, Mn, Hg, Ni, Cd, Zn
- *Fluoruros*: Se precipitan con cal.

### Coagulación-floculación:



- *Coagulación*: Es el fenómeno de desestabilización de las partículas coloidales, que puede conseguirse especialmente a través de la neutralización de sus cargas eléctricas con la adición de un coagulante (reactivo químico). Es fundamental en este proceso conseguir una distribución rápida y homogénea del coagulante (agitación fuerte), para aumentar las oportunidades de contacto entre las partículas y el reactivo químico. El tiempo de residencia es < de 3 minutos. Los principales coagulantes utilizados son las sales de aluminio y de hierro.

- *Floculación*: Es la agrupación de las partículas descargadas, al ponerse en contacto unas con otras. Esta agrupación es favorecida por algunos productos químicos llamados floculantes. Los flóculos son retenidos en una fase posterior del tratamiento (decantación o flotación). En esta etapa, a diferencia de la anterior, es necesaria una agitación también homogénea y muy lenta, con objeto de no romper los flóculos que se forman. El tiempo de residencia es de 10-30 min.

Los equipos en los que se lleva a cabo este proceso (*Coaguladores* y los *Floculadores*), suelen constar de dos partes bien diferenciadas: Una primera donde se adicionan los reactivos, y se somete el agua a una fuerte agitación y durante un corto periodo de tiempo, con el objetivo de conseguir una buena y rápida mezcla de reactivos y coloide para llevar a cabo la coagulación. A continuación se pasa a una zona donde la agitación es mucho menos intensa y donde el agua permanece más tiempo. En este caso el objetivo es que se produzca la floculación. De esta forma la materia en suspensión tiene unas características mucho más adecuadas para su eliminación mecánica. La coagulación-floculación se emplea principalmente, para mejorar el grado de eliminación de los sólidos en suspensión y de la DBO<sub>5</sub> en los siguientes casos:

- Cuando se producían variaciones estacionales en la concentración de agua residual (como en el caso de vertidos de fábricas de conservas)
- En zonas de climas fríos
- En aguas residuales con elementos tóxicos que impiden el uso de procesos biológicos

- En aguas residuales con un bajo índice de biodegradabilidad (elevado valor de la DQO, y bajo de la DBO<sub>5</sub>)
- Cuando solamente era necesario llevar a cabo un tratamiento de alcance intermedio
- Como ayuda en el proceso de sedimentación.

Mediante coagulación-floculación, se puede llegar a eliminar del 80 al 90 por 100 de la materia total suspendida, entre el 40 y el 70 por 100 de la DBO<sub>5</sub>, del 30 al 60 por 100 de la DQO y entre el 80 y el 90 por 100 de las bacterias. Estas cifras contrastan con los rendimientos de eliminación de los procesos de sedimentación simple, en los que la eliminación de la materia suspendida sólo alcanza valores del 50 al 70 por 100 y en la eliminación de la materia orgánica sólo se consigue entre el 30 y el 40 por 100. La coagulación-floculación se emplea principalmente, para mejorar el grado de eliminación de los sólidos en suspensión y de la DBO<sub>5</sub> en los siguientes casos:

- Cuando se producían variaciones estacionales en la concentración de agua residual (como en el caso de vertidos de fábricas de conservas)
- En zonas de climas fríos
- En aguas residuales con elementos tóxicos que impiden el uso de procesos biológicos
- En aguas residuales con un bajo índice de biodegradabilidad (elevado valor de la DQO, y bajo de la DBO<sub>5</sub>)
- Cuando solamente era necesario llevar a cabo un tratamiento de alcance intermedio
- Como ayuda en el proceso de sedimentación.

Mediante coagulación-floculación, se puede llegar a eliminar del 80 al 90 por 100 de la materia total suspendida, entre el 40 y el 70 por 100 de la DBO<sub>5</sub>, del 30 al 60 por 100 de la DQO y entre el 80 y el 90 por 100 de las bacterias. Estas cifras contrastan con los rendimientos de eliminación de los procesos de sedimentación simple, en los que la eliminación de la materia suspendida sólo alcanza valores del 50 al 70 por 100 y en la eliminación de la materia orgánica sólo se consigue entre el 30 y el 40 por 100.

**Adsorción carbón activo:** El tratamiento del agua residual con carbón activado suele estar considerado como un proceso de refinado de aguas que ya han recibido un tratamiento biológico normal. En este caso, el carbón se emplea para eliminar parte de la materia orgánica disuelta. Asimismo, es posible eliminar parte de la materia particulada también presente, dependiendo de la forma en que entran en contacto el carbón y el agua.

**Desinfección:** Es el proceso mediante el cual se eliminan los *gérmenes patógenos* de un agua residual. No debe confundirse con la esterilización, que consiste en la eliminación total de todos los microorganismos. La desinfección tiene como objetivo la destrucción selectiva de bacterias y virus patógenos presentes en el agua residual, utilizándose cuando la masa de agua receptora puede tener un uso recreativo o de baño. Se puede realizar mediante la adición de productos químicos como cloro, bromo, iodo o permanganato potásico, lo cual puede entrañar una serie de riesgos para el medio receptor por lo que dichos productos deben utilizarse con precaución. Las *características* de un buen desinfectante son:

- Capacidad de destrucción de los microorganismos patógenos presentes en el agua.
- Ser inocuo y no tener sabor y olor desagradables.
- Fácil manipulación y manejo.
- Determinación rápida y fácil, de su concentración en agua (automatismo).
- Permanencia en el agua, cuando su demanda sea nula.
- Precio asequible en el mercado vigente.



- Rapidez de actuación e independencia del pH, concentración, temperatura y variación de las condiciones físicas.

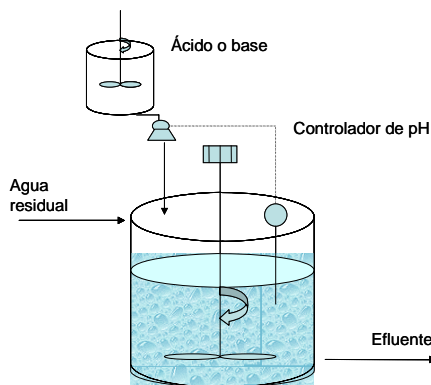
Los desinfectantes pueden ser *químicos* como el cloro y sus derivados, el ozono, el yodo, el bromo, los alcoholes, los metales pesados, los jabones, ácidos y bases, desinfectantes *físicos* como el calor y la luz (solar o ultravioleta), entre los métodos físicos se pueden destacar la filtración, la ebullición y los rayos ultravioletas, desinfectantes *mecánicos* como tamices, **desarenadores**, sedimentadores, filtros, y también se puede realizar la desinfección mediante *radiación* electromagnética, acústica y la radiación de partículas.

La eficacia de una correcta desinfección depende de los siguientes *factores*:

- Tipo y concentración de los microorganismos a destruir.
- Tipo y concentración del desinfectante.
- Tiempo de contacto entre agua y agente desinfectante.
- Características físicas y químicas del agua a tratar (Tª)

La utilización de desinfectantes persigue tres finalidades: producir agua libre de patógenos u organismos vivos, evitar la producción de subproductos indeseables de la desinfección y mantener la calidad bacteriológica en la red conducción posterior.

**Neutralización:** Es un proceso de regulación del pH, utilizando CO<sub>2</sub>, que elimina la salinización en la circulación del agua.



### 3.1.1.2 Proceso biológico

Los procesos biológicos se utilizan para convertir la materia orgánica disuelta y coloidal en flóculos biológicos sedimentables.

Las principales aplicaciones de estos procesos son: la eliminación de la materia orgánica carbonosa del agua residual, medida como DBO, carbono orgánico total o DQO; la nitrificación; la desnitrificación; la eliminación de fósforo; y la estabilización de fangos.

En este proyecto no se llevará a cabo el proceso de nitrificación-desnitrificación, ni la eliminación de fósforo, debido a que tras el tratamiento terciario el agua depurada podrá ser

utilizada para riego, siendo este compuesto de gran importancia para el crecimiento de los cultivos.

Los objetivos del tratamiento biológico del agua residual son la eliminación de los sólidos coloidales no sedimentables y la estabilización de la materia orgánica. En el caso del agua residual doméstica, el principal objetivo es la reducción de la materia orgánica presente, y en muchos casos, la eliminación de nutrientes como el nitrógeno y el fósforo. En el caso de las aguas de retorno de usos agrícolas, el principal objetivo es la eliminación de los nutrientes que puedan favorecer el crecimiento de plantas acuáticas, como el nitrógeno y el fósforo. En el caso de aguas residuales industriales, el principal objetivo es la reducción de la concentración de compuestos tanto orgánicos como inorgánicos. A menudo puede ser necesario llevar a cabo un pretratamiento previo, debido a la potencial toxicidad de estos compuestos para los microorganismos.

Los principales procesos biológicos aplicados al tratamiento de agua residual se dividen en cinco grandes grupos:

**Procesos aerobios:** procesos de fangos activados, lagunas aireadas, digestión aerobia, filtros percoladores, filtros de desbaste, sistemas biológicos rotativos de contacto o biodiscos (RBC), biofiltros activados.

**Procesos anóxicos:** Desnitrificación con cultivo en suspensión, y la desnitrificación de película fija.

**Procesos anaerobios:** Digestión anaerobia, proceso anaerobio de contacto (UASB), filtro anaerobio, y lecho expandido.

**Procesos anaerobios, anóxicos o aerobios combinados:** Proceso de una o varias etapas.

**Procesos en estanques o lagunajes:** Lagunas aerobias, lagunas facultativas, lagunas anaerobias y lagunas de maduración.

A continuación definiremos alguno de ellos:

**Proceso de fangos activados:** Es un sistema de tratamiento de las aguas residuales en el que se mantiene un cultivo biológico formado por diversos tipos de microorganismos y el agua residual a tratar. Los microorganismos se alimentarán de las sustancias que lleva el agua residual para generar más microorganismos y en el proceso se forman unas partículas fácilmente decantables que se denominan flóculos y que en conjunto constituyen los denominados fangos activos o biológicos. En el proceso de fangos activados pueden distinguirse dos operaciones claramente diferenciadas: la oxidación biológica y la separación sólido-líquido. La primera tiene lugar en el denominado reactor biológico o cuba de aireación, donde vamos a mantener el cultivo biológico en contacto con el agua residual. El cultivo biológico, denominado licor de mezcla, está formado por gran número de microorganismos agrupados en flóculos conjuntamente con materia orgánica y sustancias minerales. Dichos microorganismos transforman la materia orgánica mediante reacciones de oxidación biológica. En esta fase del proceso que ocurre en la cuba de aireación, es necesario un sistema de aireación y agitación, que provoque el oxígeno necesario para la acción depuradora de las bacterias aerobias, que permita la homogenización de la cuba y por tanto que todo el alimento llegue igual a todos los organismos y que evite la sedimentación de los flóculos y el fango. Una vez que la materia orgánica ha sido suficientemente oxidada, lo que requiere un tiempo de retención del agua en el reactor, el licor mezcla pasará al denominado decantador secundario o clarificador. Aquí, el agua con fango se deja reposar y por tanto, los fangos floculados tienden a sedimentarse, consiguiéndose separar el agua clarificada de los fangos. El agua clarificada constituye el efluente y parte de los fangos floculados son recirculados de nuevo al reactor biológico para mantener en el mismo una concentración suficiente de organismos. El excedente de fangos, se extrae del sistema y se evacua hacia el tratamiento de fangos.

**Lagunas aireadas:** se desarrollaron a partir de lagunas de estabilización facultativas, en las que se instalaron aireadores de superficie para eliminar los olores que se producían al estar sometidos a sobrecargas orgánicas. Este proceso es esencialmente el mismo que el de fangos activados de aireación prolongada convencional, excepto que se usa como reactor un depósito excavado en el terreno y el oxígeno se suministra mediante difusores o aireadores superficiales. La microbiología es similar a la de fangos activados. En estas lagunas es posible llevar a cabo el proceso de nitrificación, tanto de forma estacional como continua; y el grado de nitrificación depende del diseño y funcionamiento del sistema y de la temperatura del agua residual.

**Filtros percoladores:** Son lechos formados por un medio filtrante al que se adhieren los microorganismos, y a través del cual percola el agua residual, fenómeno por el cual recibe nombre el proceso. La comunidad biológica está formada principalmente de bacterias facultativas, nitrificantes, aerobias, anaerobias, hongos, algas y protozoos. Los principales factores a tener en cuenta a la hora de predecir el adecuado funcionamiento son las cargas orgánicas e hidráulicas y el grado de tratamiento. Los filtros percoladores se clasifican en función de la carga orgánica en filtros de baja carga, filtros de media y alta carga, filtros de muy alta carga, filtros de desbastes y filtros de dos etapas.

#### **Elección del tipo de proceso:**

- Comparando los procesos químicos y biológicos se podría decir que son bastante similares en cuanto a efectos, pero su mecanismo funcional es distinto.
- Los tratamientos químicos requieren de la utilización de gran cantidad de reactivos, un personal cualificado que se encargue de manera casi continua del mecanismo funcional del sistema.
- Los tratamientos químicos tienen un coste de mantenimiento y explotación mayores que los biológicos.
- Los tratamientos químicos son aplicables para la instalación de depuradoras en zonas industriales y con aguas mixtas, así como también para zonas turísticas con fluctuaciones importantes de caudal y carga a lo largo del año; por lo tanto no encajaría en nuestro estudio, ya que la zona es residencial y no hay grandes diferencias de habitabilidad según el período del año en que nos encontremos.
- *Teniendo en cuenta las consideraciones comentadas anteriormente, todo parece indicar que el sistema de tratamiento más adecuado es el **proceso biológico**.*

#### **3.1.2 Línea de lodos. Digestión aerobia o anaerobia**

Las dos fuentes principales de producción de fangos (lodos) en una EDAR convencional son el tratamiento primario y secundario. Los sólidos sedimentados retirados del fondo de los decantadores primarios y secundarios son, en realidad, una mezcla acuosa de color y olor característicos llamada fango fresco. Los fangos producidos en el tratamiento primario y secundario de la línea de agua de una EDAR presentan las siguientes características:

Tienen una gran cantidad de agua (95-99%), por lo que ocupan un volumen importante y son de difícil manipulación.

Tienen gran cantidad de materia orgánica, por lo que entran fácilmente en descomposición (putrefacción), produciendo malos olores.

Poseen una gran cantidad de organismos patógenos, causantes de enfermedades.

Todo ello hace que deban tratarse con sumo cuidado y en su tratamiento deben darse tres fases, encaminadas a reducir al máximo los problemas anteriormente citados:

- Reducción del agua presente en los fangos para evitar el manejo de grandes volúmenes.
- Estabilización de la materia orgánica para evitar problemas de fermentación y putrefacción.
- Conseguir una textura adecuada para que resulten manejables y transportables.

De ahí la importancia de su retirada. La separación de los lodos del agua se puede hacer mediante tratamiento aerobio o anaerobio, los cuales se explicarán a continuación.

Las principales ventajas e inconvenientes de ambos procesos son las siguientes:

- En el caso de tratamiento anaerobio al no emplear equipo de aireación, se produce ahorro de coste de inmovilizado así como de consumo energético.
- En el tratamiento anaerobio se necesitan mayores tiempos de residencia, con lo cual los costes de inversión en volumen del reactor son superiores que en el tratamiento aerobio.
- Los malos olores asociados a los procesos anaerobios, debido principalmente a la producción de H<sub>2</sub>S y mercaptanos, hacen que no sean adecuados para la situación cercana a zonas urbanas.
- En los procesos anaerobios es posible operar con cargas orgánicas de afluentes mayores que para el caso de procesos aerobios. Esto es debido a que en los procesos aerobios la velocidad de transferencia de oxígeno es un limitante.
- La producción de metano en los procesos anaerobios es una ventaja debido a su valor añadido como combustible.
- Se necesitan mayores temperaturas para asegurar que los procesos anaerobios se produzcan a velocidades razonables (alrededor de 35°C), lo que significa que puede necesitarse un precalentamiento de la alimentación o del reactor anaerobio.
- La operación de las unidades anaerobias es más difícil que las aerobias, por lo que necesita de personal cualificado.
- Otro de los problemas asociados a los sistemas de tratamiento anaerobio de lodos es su sensibilidad a los cambios de cargas.

### 3.1.2.1 Digestión aerobia

Es un proceso realizado por microorganismos vivos, que consiste en estabilizar el fango por aireación (en presencia de oxígeno disuelto), destruyendo así los sólidos volátiles y cuyos productos finales son principalmente dióxido de carbono y agua, con desprendimiento de energía, la cual será empleada en la formación de nuevos microorganismos. Son de gran importancia en este proceso las reacciones de síntesis.

Es uno de los sistemas de tratamiento de lodos más utilizados para tratar los fangos orgánicos producidos en el curso de las diversas operaciones de tratamiento.

Los digestores aerobios se pueden emplear para el tratamiento de:

- Únicamente fangos activados o de filtros percoladores
- Mezclas de fangos activados o de filtros percoladores con fangos primarios
- Fango biológico en exceso de plantas de tratamiento de fangos activados sin sedimentación primaria.

La digestión aerobia se utiliza en procesos biológicos que no tienen tratamiento primario, como es el caso de la aireación prolongada a baja carga. En estos casos, la baja carga y los altos períodos de retención hacen que los fangos biológicos ya estén en parte estabilizados y, por tanto, las necesidades de oxígeno (O<sub>2</sub>) son menores, reduciéndose los costes de explotación. Además, en baja carga la producción de fangos es menor.

En función de la fuente de oxígeno del sistema de digestión aerobia existen dos variantes del proceso: el sistema de aireación convencional (en los que se utiliza aire) y el sistema con oxígeno puro.

Juegan un papel importante en los procesos aerobios el pH y la temperatura, habiéndose empleado en algunos casos la digestión aerobia termófila

La digestión aerobia, como se ha comentado, es similar al proceso de fangos activados. Al agotarse el suministro de substrato disponible, los microorganismos empiezan a consumir su propio protoplasma para obtener energía para las reacciones de mantenimiento celular. Cuando ocurre esto, se dice que los organismos se hallan en fase endógena; el tejido celular se oxida a

dióxido de carbono, amoníaco y agua por vía aerobia. En la práctica sólo se puede oxidar entre el 75 y el 80 por 100 del tejido celular, puesto que el resto está formado por componentes inertes y compuestos orgánicos no biodegradables. El amoníaco producido en esta oxidación se oxida a nitrato a medida que progresa la digestión.

Si se mezcla fango activado, o fango procedente de filtros percoladores, con fango primario para su digestión aerobia conjunta, se producirá tanto la oxidación directa de la materia orgánica del fango primario como la oxidación endógena del tejido celular. Desde el punto de vista de su funcionamiento, se puede concluir que la mayoría de los digestores aerobios son reactores de flujo arbitrario sin recirculación.

Los factores a tener en cuenta en el análisis de los digestores aerobios, incluyen el tiempo de retención hidráulica, los criterios de carga del proceso, las necesidades de oxígeno, las necesidades energéticas para el mezclado, las condiciones ambientales y el funcionamiento y explotación del proceso.

### **Ventajas**

- Bajo coste inicial, sobre todo para pequeñas instalaciones
- El sobrenadante es menos problemático que en el caso de los procesos anaerobios
- Control de operación simple
- Amplio intervalo de aplicación
- Buena desinfección del lodo, sobre todo en el caso de procesos termófilos
- Poca generación de olores con un diseño y operación adecuado
- Reducción de la masa total del lodo
- Obtención de un producto con gran valor desde el punto de vista agrícola

### **Inconvenientes**

- Elevados costes de mantenimiento debido a la gran incidencia del gasto energético. Esto hace que este tipo de estabilización tenga interés en pequeñas instalaciones, como es el caso que estamos estudiando
- Generalmente menor reducción de sólidos volátiles que en el proceso de digestión anaerobia
- Puede precisar la adición de alcalinos para reducir la bajada de pH
- Pueden producirse espumas
- Existe la posibilidad de dispersión de patógenos por medio de aerosoles
- El lodo es difícil de deshidratar por medios mecánicos
- Las bajas temperaturas afectan negativamente a su rendimiento
- Aplicable generalmente a EDAR de tamaño reducido con capacidad de tratamiento por debajo de 17.000m<sup>3</sup>/d (Metcalf, 1991) aunque se ha utilizado con éxito en plantas mayores. Instalaciones típicas pueden tratar caudales de agua del orden de (3. 000m<sup>3</sup>/d – 6. 000m<sup>3</sup>/d)

#### **3.1.2.2 Digestión anaerobia**

Es uno de los procesos más empleados en la estabilización de fangos. La digestión anaerobia es el proceso fermentativo que ocurre en el tratamiento anaerobio de las aguas residuales. El proceso se caracteriza por la conversión de la materia orgánica a metano y a dióxido de carbono, en ausencia de oxígeno y con la interacción de diferentes poblaciones bacterianas. La digestión anaerobia es un proceso de transformación y no de destrucción de la materia orgánica; como no hay presencia de un oxidante en el proceso, la capacidad de transferencia de electrones de la materia orgánica permanece intacta en el metano producido. Debido a que no se da oxidación, la DQO teórica del metano equivale a la mayor parte de la DQO de la materia orgánica digerida (90%-97%), y una mínima parte de la DQO (3%-10%) es convertida en lodo. En las reacciones bioquímicas que ocurren en la digestión anaerobia, solo una pequeña parte de la energía libre es liberada, mientras que la mayor parte de esa energía permanece como energía química en el metano producido.

Sus principales aplicaciones han sido y siguen siendo, la estabilización de fangos concentrados producidos en el tratamiento del agua residual y determinados residuos industriales. Sin embargo, recientemente se ha demostrado que los residuos orgánicos diluidos también se pueden tratar anaeróbicamente.

En el proceso de digestión anaerobia, la materia orgánica contenida en la mezcla de fangos primarios y biológicos se convierte biológicamente, bajo condiciones anaerobias en metano y

dióxido de carbono. El proceso se lleva a cabo en un reactor completamente cerrado. Los fangos se introducen en el reactor de forma continua o intermitente, y permanecen en el interior durante períodos de tiempo variables. El fango estabilizado, que se extrae del proceso continua o intermitentemente, tiene un bajo contenido en materia orgánica y patógenos, y no es putrescible. Los dos tipos de digestores anaerobios más empleados son los de alta y baja carga. En el proceso de digestión de baja carga no se suele calentar ni mezclar el contenido del digestor, y los tiempos de detención oscilan entre 30 y 60 días. En los procesos de digestión de alta carga, el contenido del digestor se calienta y mezcla completamente y el tiempo de detención necesario suele ser de 15 días o menos. La combinación de estos dos procesos se suele conocer con el nombre de proceso de doble etapa; la función básica de la segunda etapa consiste en separar los sólidos digeridos del líquido sobrenadante, aunque puede tener lugar una digestión adicional y una cierta producción de gases.

La conversión biológica de la materia orgánica de los fangos se produce en tres etapas. El primer paso del proceso comporta la transformación por vía enzimática (hidrólisis) de los compuestos de alto peso molecular en compuestos que puedan servir como fuentes de energía y de carbono celular. El segundo paso (acidogénesis), implica la conversión bacteriana de los compuestos producidos en la primera etapa en compuestos intermedios identificables de menor peso molecular. El tercer paso (metanogénesis), supone la conversión bacteriana de los compuestos intermedios en productos finales más simples, principalmente metano y dióxido de carbono.

### Ventajas

- Bajos costes de operación
- Capacidad para altas cargas
- Produce menor cantidad de lodos, ya que el desarrollo de las bacterias es más lento y la mayor parte de la energía se deriva hacia la producción final, metano (10%) y el 90% es biomasa, frente al 50% en las condiciones aerobias.
- La energía requerida para el tratamiento de las aguas residuales es muy baja
- Pocas necesidades de nutrientes
- Capacidad para altas cargas
- Rentable económicamente para plantas con tratamiento mayor a 7.500m<sup>3</sup>/d

### Inconvenientes

- Arranque lento y delicado
- Necesidad de post-tratamiento
- Menor eficiencia
- Mayor sensibilidad a los compuestos tóxicos
- Producción de H<sub>2</sub>S y malos olores
- Cinética lenta a bajas temperaturas

Debido a que la planta se encuentra próxima a una zona sensible y cercana a un núcleo habitado, se deben evitar tratamientos que lleven asociados la producción de H<sub>2</sub>S y los malos olores que ello conlleva, además con la estabilización aerobia se obtendrán productos con gran valor desde el punto de vista agrícola, que es uno de los objetivos de este proyecto tras el tratamiento terciario. Estos motivos y otros como la menor eficiencia en los procesos anaerobios, que transforman menos materia orgánica en biomasa (10%, frente al 50% en procesos aerobios), que en los procesos aerobios se da un mejor control de operación, el menor coste inicial en lo procesos aerobios, la necesidad de altas temperaturas en los tratamientos anaerobios y otros aspectos, hacen pensar que el mejor tratamiento posible sea el **tratamiento aerobio**.

### 3.1.3 Línea de aguas. Fangos activos, aireación prolongada o lechos bacterianos

#### 3.1.3.1 Fangos activos

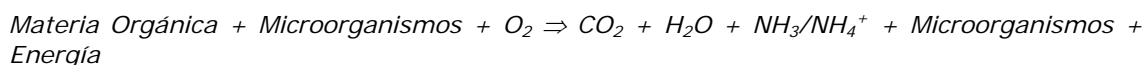
El proceso de fangos activados es un sistema de tratamiento de las aguas residuales en el que se mantiene un cultivo biológico formado por diversos tipos de microorganismos y el agua residual a tratar. Los microorganismos se alimentarán de las sustancias que lleva el agua residual para generar más microorganismos y en el proceso se forman unas partículas fácilmente decantables que se denominan flóculos y que en conjunto constituyen los denominados fangos activos o biológicos. En el proceso de fangos activados pueden distinguirse dos operaciones claramente diferenciadas: la oxidación biológica y la separación sólido-líquido.

La oxidación tiene lugar en un reactor biológico, tanque agitado, aireado y alimentado con el agua residual. En esta fase del proceso, es necesario un sistema de aireación y agitación, que provoque el oxígeno necesario para la acción depuradora de las bacterias aerobias, que permita la homogenización de la cuba y por tanto que todo el alimento llegue igual a todos los organismos y que evite la sedimentación de los flóculos y el fango. El oxígeno puede provenir del aire, de un gas enriquecido en oxígeno o de oxígeno puro. Se tienen que garantizar los nutrientes necesarios para que el sistema funcione correctamente; estos son principalmente el nitrógeno y el fósforo.

La separación se da en un decantador secundario; tanque en el que sedimenta el fango producido, que es recirculado al reactor biológico y purgado para su eliminación la cantidad producida en exceso.

La población de microorganismos debe mantenerse a un determinado nivel, concentración de sólidos en suspensión en el licor mezcla (SSLM), para llegar a un equilibrio entre la carga orgánica a eliminar y la cantidad de microorganismos necesarios para que se elimine dicha carga. Una vez que la materia orgánica ha sido suficientemente oxidada, lo que requiere un tiempo de retención del agua en el reactor, el licor mezcla pasará al denominado decantador secundario o clarificador. Aquí, el agua con fango se deja reposar y por tanto, los fangos floculados tienden a sedimentarse, consiguiéndose separar el agua clarificada de los fangos. El agua clarificada constituye el efluente que se vierte al cauce o se reutiliza y parte de los fangos floculados son recirculados de nuevo al reactor biológico para mantener en el mismo una concentración suficiente de organismos. El excedente de fangos, se extrae del sistema y se evacua hacia el tratamiento de fangos.

El mecanismo general del sistema de fangos activos viene representado por la siguiente reacción biológica:



A la hora de diseñar la cuba de aireación y el clarificador, habrá que tener en cuenta una serie de parámetros para obtener un óptimo funcionamiento de la planta, y son los siguientes:

**Carga másica:** Es la relación que existe entre la carga de materia orgánica que entra en el reactor biológico por unidad de tiempo, y la masa de microorganismos existentes en el mismo.

**Edad del fango:** Es la relación entre la masa de fangos existentes en la cuba de aireación y la masa de fangos en exceso extraídos por unidad de tiempo.

**Carga volumétrica:** Es la relación entre la masa de materia orgánica que entra en el reactor por unidad de tiempo, y el volumen de la cuba.

Rendimiento: Es la relación que existe entre la masa de materia orgánica eliminada y la del afluente que entra en el reactor biológico. Se expresa en %.

Y tendremos que tener en cuenta una serie de variables que nos alertarán del buen funcionamiento del proceso de fangos activos y son las siguientes:

#### La calidad exigida al efluente

#### Características del agua residual a tratar

Cantidad de microorganismos activos que se necesitan en el tratamiento: Es fundamental proceder a una recirculación de fangos desde el decantador hasta la cuba de aireación, para mantener una concentración de organismos suficiente, ya que si no se irían eliminando y se acabaría con un lavado del tanque. Para conocer la concentración de microorganismos del licor de mezcla y de los fangos de recirculación, se determinará el nivel de sólidos volátiles en ambos.

Nivel de Oxígeno disuelto: El oxígeno que se aporte a la cuba de aireación debe de ser suficiente para que, los microorganismos puedan respirar y se pueda oxidar la materia orgánica. La relación cantidad de oxígeno / cantidad de alimento debe estar regulada y mantenerse estable. La agitación debe de estar bien controlada, para que el oxígeno y el alimento se distribuyan homogéneamente por toda la cuba.

Tiempo de retención: Para que se pueda dar el proceso de oxidación biológica, es necesario que los microorganismos permanezcan un tiempo de contacto suficiente con las aguas residuales. Este tiempo de retención es uno de los parámetros que hay que tener en cuenta para diseñar las cubas, ya que en relación con el caudal a tratar y el tiempo que debe permanecer el caudal en la cuba, calcularemos el volumen de la misma.

Índice volumétrico de fangos: Se define como el volumen en ml ocupado por un gramo de sólidos en suspensión del licor de mezcla, tras una sedimentación de 30 minutos en una probeta de 1000 ml.

$$IVF = \text{ml sólidos sedimentables} * 1000 / \text{ppm de SSLM}$$

Este valor nos da el comportamiento de los fangos en el decantador. Si el valor es menor de 100 implica fangos con desarrollo de organismos que sedimentan bien y por tanto buena separación sólido-líquido. Si el valor es superior, se han desarrollado organismos filamentosos con mala sedimentación, lo que nos lleva a una descompensación en el funcionamiento del sistema.

Tipos de procesos de fangos activados:

- Procesos convencionales: Se emplean en núcleos de población importantes y utilizan tecnologías que consumen energía eléctrica de forma considerable y precisan mano de obra especializada. Los tipos de reactores que se utilizan en estos procesos son los siguientes: mezcla completa, flujo pistón y alimentación escalonada.

*Mezcla Completa*: Es aquel en el que sus propiedades son iguales en toda la masa de reacción y coinciden con las de la mezcla de reacción a la salida del mismo. En el proceso de tanque agitado, la recirculación de los lodos se realiza en varios puntos del reactor, mezclándose previamente con el agua residual. De esta forma se tiene una concentración homogénea en todo el tanque. El mismo efecto puede obtenerse haciendo la entrada agua-fango en un solo punto, pero manteniendo un sistema de agitación y una disposición de la entrada y salida, en forma tal que se conserve la homogeneización de la mezcla en todo el tanque. Este proceso tiene aplicaciones generales y es resistente frente a cargas de choque, pero es susceptible al crecimiento de organismos filamentosos.

*Flujo Pistón*: Es aquel en el que sus propiedades varían en función de su posición. En el proceso convencional de flujo secuencial, la recirculación se realiza en un solo punto, a la



entrada del agua en el reactor, y esta mezcla agua-fango va recorriendo el mismo desde la entrada a la salida de forma conocida como flujo en pistón, con una fuerte tasa de crecimiento inicial del cultivo que va descendiendo hacia el final del reactor. Se utiliza para aguas residuales urbanas de baja concentración.

El proceso convencional de *alimentación escalonada* representa otra forma de mejorar el aprovechamiento en la aireación del agua. En este proceso se regula la alimentación del agua, graduándola a lo largo del reactor con objeto de igualar la carga másica en el mismo. La aireación puede hacerse de forma uniforme y graduada. Se utiliza en aplicaciones generales con un amplio campo de tipos de aguas residuales.

- Aireación prolongada: Este proceso requiere cargas no muy altas y tiempos de aireación prolongados. Sus instalaciones prescinden de decantación primaria, pasando el agua desde el pretratamiento directamente a la cuba de aireación, y pasando después por el decantador secundario.
- Canales de oxidación: carrousel y proceso orbital.
- Procesos de bioadsorción: contacto-estabilización y proceso de doble etapa.
- Sistemas de oxígeno puro: son similares a los procesos convencionales, pero en lugar de aire se utiliza oxígeno puro.

### Ventajas

- Adaptado para cualquier tamaño de población (excepto las muy pequeñas)
- Buena eliminación del conjunto de los parámetros de contaminación (DQO, DBO<sub>5</sub>, N mediante nitrificación desnitrificación)
- Adaptado para la recepción de medios receptores sensibles
- Lodos ligeramente estabilizados
- Facilidad de implantación de una desfosfatación de manera simultánea

### Inconvenientes

- Costes de inversión bastante importantes
- Gran consumo energético
- Necesidad de personal cualificado y vigilancia regular
- Sensibilidad a las sobrecargas hidráulicas
- Decantabilidad de los lodos que no siempre es fácil de dominar
- Fuerte producción de lodos que hay que concentrar

#### 3.1.3.2 Aireación prolongada

La aireación prolongada, también denominada oxidación total, se encuadra dentro de los procesos de fangos activos para el tratamiento de las aguas residuales. Ambos procesos se diferencian por 4 características principalmente:

- 1- Mayor tiempo de retención en el reactor en el proceso de aireación prolongada
- 2- Menores cargas orgánicas en la aireación ( $0,1-0,25 \text{ d}^{-1}$ ), frente a ( $0,3-0,7 \text{ d}^{-1}$ ) en los fangos activos
- 3- Mayores concentraciones de sólidos biológicos en el reactor (  $3.500-5.000 \text{ mg/l}$ ), frente a ( $2.000-3.000 \text{ mg/l}$ ) en los fangos activos; estos valores pueden variar según la bibliografía utilizada
- 4- Mayor consumo de oxígeno en el proceso de aireación prolongada, aproximadamente el doble, según el libro *Tratamiento de aguas residuales, de Rubens Sette Ramalho*

En el proceso de *aireación prolongada*, los microorganismos (fundamentalmente bacterias), actúan sobre la materia orgánica (suspendida, disuelta o coloidal), presente en las aguas a tratar, transformándola en gases y en nueva materia celular, que se puede separar fácilmente del agua por sedimentación, dada su mayor densidad. El agua residual, tras una etapa de pretratamiento (desbaste, desarenado y desengrasado) se introduce en una cuba, o reactor biológico, en el que se mantiene un cultivo bacteriano en suspensión, formado por un gran número de microorganismos agrupados en flóculos. En este reactor tiene lugar la degradación biológica, vía aerobia, de la materia orgánica presente en las aguas residuales. Las condiciones aerobias en el reactor se logran mediante el empleo de aireadores mecánicos o difusores, que además de oxigenar permiten la homogeneización del contenido del reactor, evitando la sedimentación de los flóculos. Tras un cierto tiempo de permanencia en el reactor, las aguas pasan a un decantador, para separar el efluente depurado de los lodos. Parte de los lodos se recirculan de nuevo al reactor, con objeto de mantener en éste una concentración determinada de microorganismos, y el resto de los lodos se purgan periódicamente. La aireación prolongada opera con cargas orgánicas muy bajas y altos tiempos de aireación, prescindiendo de la decantación primaria, y generando fangos estabilizados.

### **Ventajas**

- Bajos requisitos de superficie
- Buenos rendimientos de eliminación de sólidos en suspensión y materia orgánica
- Los lodos salen de la cuba biológica ya estabilizados
- Extremada sencillez de funcionamiento: el tratamiento del agua y la estabilización de los fangos se hacen en la misma cuba de aeración
- El largo tiempo de retención y la baja actividad bacteriana proporcionan una buena resistencia a los efectos de choques de contaminación, variaciones de pH y efectos de inhibidores o de tóxicos
- Cuando el suministro de oxígeno es suficiente, se produce nitrificación
- Proporciona un buen almacenamiento de los fangos, por lo que una purga semanal generalmente resulta suficiente para la extracción de los fangos en exceso

### **Inconvenientes**

- Elevado consumo energético
- Control del proceso más complejo que en las tecnologías no convencionales
- La presencia de pequeños flóculos en el agua tratada (Pinpoint floc) impide garantizar (debido a la evada edad del fango), desde el punto de vista de las materias en suspensión, una calidad en continuo inferior a 20 mg/l
- El volumen de las cubas de aeración es del orden de 6 veces el de una media carga
- La carga volumétrica es del orden de 4 veces inferior
- Al no haber decantación primaria, la contaminación orgánica a tratar es 1,5 veces mayor
- La potencia instalada de aireación es mayor que en media carga, debido a que al no haber decantación primaria y que el volumen de las cubas es mayor, las condiciones de agitación, predominan sobre las de oxigenación, incrementando la potencia del sistema

#### **3.1.3.3 Lechos bacterianos**

Son tanques rellenos de piedras o materiales sintéticos formando un filtro con un gran volumen de huecos, destinado a degradar biológicamente la materia orgánica del agua residual. Este sistema de depuración se suele emplear en pequeñas poblaciones y tiene la ventaja con respecto a los fangos activos que no necesita aporte alguno de energía. Los lechos bacterianos, conocidos también como filtros percoladores, constan de una cuba o depósito donde se ubica un relleno de gran superficie específica. El agua residual, previamente decantada, se distribuye homogéneamente por la parte superior del relleno y, por goteo, atraviesa el material de relleno. Paulatinamente, y de forma natural, sobre la superficie del relleno se va desarrollando una película biológica (biofilm). En el discurrir del agua a través del relleno, la materia orgánica presente en la misma se absorbe sobre la película biológica, degradándose en sus zonas externas. A partir de un determinado espesor del biofilm, este pierde su capacidad de adherirse al material soporte. Bajo estas condiciones, el agua circulante arrastra la película, comenzando en esta zona la formación de un nuevo biofilm, con los que se autorregula el espesor de la biopelícula. La ventilación del

lecho puede ser natural o forzada. La primera (la más frecuente) se produce por el efecto de diferencia de temperatura entre el interior y el exterior del lecho y la segunda mediante equipos mecánicos.

Las plantas diseñadas para operar con sistemas de lechos bacterianos no difieren en mucho en su esquema de las que emplean tecnologías convencionales. Los tratamientos previos (desbaste, desarenado, desengrasado) y primarios (decantación) son similares, si bien, en las pequeñas instalaciones se puede sustituir el tratamiento primario por sistemas de tamizado, tanques Imhoff o lagunas anaerobias. Tras el pretratamiento y tratamiento primario, las aguas ingresan en los lechos por su parte superior, percolan a través del relleno, donde tiene lugar la depuración y salen por la parte inferior. Las aguas depuradas y la biomasa desprendida del soporte, pasan a la etapa de decantación, en la que, por gravedad, se procede a su separación. Las aguas depuradas constituyen el efluente final del proceso, mientras que la biomasa decantada da lugar a los lodos, que precisan ser estabilizados y deshidratados, como pasos previos a su disposición.

### **Ventajas**

- Bajo consumo de energía
- Funcionamiento sencillo que necesita menos mantenimiento y control que los fangos activos
- Buena decantabilidad de los lodos
- Menos sensible a las variaciones de cargas y a los tóxicos que los fangos activos
- Generalmente adaptados para pequeñas poblaciones
- Resistencia al frío (los discos están siempre protegidos por cubiertas o por un pequeño edificio)

### **Inconvenientes**

- Rendimiento inferior que en los lodos activos
- Coste de inversión bastante elevado ( pueden ser un 20% superior a los fangos activos)
- Necesidad de pretratamientos eficaces
- Sensibilidad a la posibilidad de atascos
- Obras de tamaño importante si se imponen los objetivos de la eliminación del nitrógeno

Una vez definidos los tres tipos de tratamientos a comparar, es decir, fangos activos, aireación prolongada y lechos bacterianos, y en función de las ventajas e inconvenientes de cada uno, se tendrá que elegir uno de ellos. Además de la razones teóricas, será de vital importancia realizar una comparativa económica entre los tres procesos en estudio, para ello se realizará un estudio de dimensionamiento de los tres tipos de tratamientos. Los resultados de este estudio serán obtenidos de una hoja de cálculo de Excel, y cuyas ecuaciones a utilizar serán obtenidas de la bibliografía utilizada en la realización del proyecto y se encontrarán en el anexo "*Ecuaciones para el dimensionamiento*" correspondiente al proyecto de construcción. Una vez realizado el dimensionamiento, se hará el estudio económico. En este estudio económico no se tendrán en cuenta el pretratamiento, ni el tratamiento terciario, entendiéndose que son comunes para los tres procesos. Dicho pretratamiento y tratamiento terciario, serán dimensionados y se les hará un estudio económico en el proyecto de construcción, una vez decidido el tipo de tratamiento a utilizar.

Algunas razones teóricas fundamentales para elegir el tipo de tratamiento podrían ser: Los lechos bacterianos tienen un consumo de energía menor que los fangos activos y la aireación prolongada, por el contrario su rendimiento es inferior al de las otras tecnologías y tiene un coste de inversión elevado, al igual que el proceso de fangos activos. Otra de las razones de

peso es la menor superficie que se requiere para el tratamiento de aireación prolongada, fundamental en este caso, junto a los motivos económicos por la poca disponibilidad de terreno. Todo esto parece indicar que la mejor tecnología posible será la de **aireación prolongada**; debido a las siguientes razones:

- Se requiere una alta calidad del agua para su posterior reuso
- No hay problemas de espacio
- Se simplifica la operación frente a un problema de fangos activos
- Se minimizan los lodos, que al final es el mayor problema que genera una EDAR

Si bien estas razones deberán justificarse con el estudio económico

### 3.2 ESTUDIO DE DIMENSIONAMIENTO

Como ya se indicado anteriormente a tenor de las conclusiones obtenidas, en las que se descartó el tratamiento químico de las aguas y se optó por un tratamiento biológico, se presenta a continuación un planteamiento comparativo de tres posibles opciones tecnológicas para el tratamiento biológico de las aguas residuales. No serán objeto de este estudio comparativo, el pretratamiento, ni el tratamiento terciario, ya que son comunes para los 3 casos que se están comparando.

#### Línea de aguas

El pretratamiento y el tratamiento terciario se estudiarán en la descripción general (proyecto de construcción) de la EDAR, una vez se halla seleccionado el tratamiento a seguir.

#### Línea de lodos

El proceso de aireación prolongada no requiere tratamiento primario, es decir, tras el pretratamiento, el agua irá directamente al reactor biológico. La aireación prolongada tampoco requiere de un digestor tras el espesado por gravedad y previo al deshidratado de fangos, ya que este proceso se dará en el reactor biológico.

Este estudio de dimensionamiento se realizará a través de una hoja de cálculo de Excel (**anexo "Resultado de ecuaciones para el dimensionamiento"**) y los datos que se obtengan serán los que se utilizarán para realizar el estudio económico, que servirá para la elección del tipo de tratamiento a seguir en la EDAR.

Las ecuaciones obtenidas de la bibliografía (*Manual de diseño de estaciones depuradoras de aguas residuales del autor Aurelio Hernández Lehmann*) y utilizadas para la elaboración de los cálculos se encuentran en el **anexo "Ecuaciones para el dimensionamiento"**.

La EDAR deberá tratar el agua procedente de una población de 20.000 habitantes y recibirá un caudal aproximado de 8.000 m<sup>3</sup>/d

Los datos de partida para el estudio se han obtenido de la empresa municipal Chiclana Natural S.A.M, a partir de las analíticas disponibles de las aguas del municipio, así como otros datos disponibles de caudal y dotación. Los datos medios son los siguientes:

	m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /h
<b>Caudal medio</b>	8.000	333,33

**Tabla 2'. Datos de partida**

	kg/d	mg/l
<b>DBO<sub>5</sub></b>	2.400	298
<b>SST</b>	2.472	307
<b>SSV</b>	1.978	246
<b>DQO</b>	5.002	621
<b>N-NTK</b>	393	49
<b>P</b>	40,25	5

A continuación veremos el significado de las siglas utilizadas en la hoja de cálculo.

**Tabla 5. Nomenclatura**

S.S.	Sólidos en suspensión
SST	Sólidos en suspensión totales
SSV	Sólidos en suspensión volátiles
DQO	Demanda química de oxígeno
DBO <sub>5</sub>	Demanda biológica de oxígeno
$\theta_c$	Edad del fango
<b>VOLUMEN DEL REACTOR</b>	
V	Volumen
Q	Caudal
Y	Coeficiente de crecimiento
$K_d$	Coeficiente de mortandad
$S_0$	Concentración inicial de sustrato
S	Concentración final de sustrato
X	Sólidos en suspensión licor mezcla
<b>TIEMPO DE RETENCIÓN</b>	
$t_r$	Tiempo de retención hidráulica
<b>CARGA MÁSCA Y VOLUMÉTRICA</b>	
$C_m, C_v$	Carga másica, carga volumétrica
<b>NECESIDAD DE OXÍGENO</b>	
A, B	Coeficientes de tablas
P (Necesidad de ox. Punta )	Punta de carga orgánica
$K_t$	Coeficiente global de transferencia
$K_{t1}$	Relación oxígeno-déficit de transferencia
$C_s$	Coeficiente de saturación en agua clara
$C_s'$	Concentración de saturación
$C_x$	Concentración media de oxígeno
$\beta$	Coeficiente que tiene en cuenta las materias en suspensión del licor y su salinidad
$C_p$	Coef. q tiene en cuenta variaciones de presión debidas a la altitud
$C_a$	Corrección que tiene en cuenta la altura del agua en el tanque
P	Profundidad de inmersión del difusor
$K_{t2}$	Coeficiente de variación de la velocidad de difusión del oxígeno con la temperatura
T	Temperatura

$K_{t3}$	Capacidad de Transf. del oxígeno den el licor del reactor / Capacidad del oxígeno en agua limpia
<b>CAUDAL DE AIRE Y POTENCIA REQUERIDA</b>	
$K_{ox}$ .	kgO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> reactor en condiciones normales
EFI	Eficiencia del difusor
$P_1$	Presión atmosférica
$P_2$	$P_1$ + profundidad de la cuba + pérdidas difusores + pérdidas tuberías
C	Coeficiente de seguridad 10%(0,1)
P	Potencia
<b>RECIRCULACIÓN</b>	
R	Recirculación
$Q_r$	Caudal de recirculación
$X_{v,u}$	Concentración del lodo sedimentado
$\emptyset$	Cantidad de MLVSS biodegradable producida por Kg. de MLVSS producido
<b>FANGOS EN EXCESO</b>	
$P_x$	Cantidad de fangos en exceso
<b>DECANTACIÓN SECUNDARIA</b>	
<b>CÁLCULO DE LA SUPERFICIE</b>	
$V_{asc(Qmáx.)}$	Velocidad ascensional a caudal máximo
$V_{asc(Qmed.)}$	Veloc. ascensional a caudal medio
$A_{(Qmáx.)}$	Área a caudal máximo
$A_{(Qmed.)}$	Área a caudal medio
$\emptyset$	Diámetro
R	Radio
A	Área
<b>COMPROBACIÓN CARGA DE SÓLIDOS</b>	
$C_{sol. (Qmáx.)}$	Carga de sólido a caudal máximo
$C_{sol. (Qmed.)}$	Carga de sólido a caudal medio
<b>CÁLCULO DEL VOLUMEN</b>	
H	Altura
<b>ESPEADOR POR GRAVEDAD</b>	
$F_{1(SST)}$	Cantidad de fangos producidos al día, totales, decantación 1ª
$F_{1(SSV)}$	Cantidad de fangos producidos al día, volátiles, decantación 1ª
$F_{2(SST)}$	Cantidad de fangos producidos al día, totales, decantación 2ª
$F_{2(SSV)}$	Cantidad de fangos producidos al día,

	volátiles, decantación 2ª
C <sub>F1</sub>	Concentración de entrada
C <sub>FEG</sub>	Concentración a la salida
C <sub>H(EG)</sub>	Carga hidráulica máxima
C <sub>SOL(EG)</sub>	Carga de sólidos máxima
t <sub>r(EG)</sub>	Tiempo mínimo de retención
t <sub>BF1</sub>	Tiempo de operación del bombeo de fangos
<b>ESTABILIZACIÓN AEROBIA</b>	
V <sub>c</sub>	Edad del fango
N	Rendimiento
CEDEX	Centro de estudios y experimentación de obras públicas
<b>DESHIDRATACIÓN</b>	
F <sub>dig.</sub>	Fangos procedentes del digestor
C <sub>Fdig.</sub>	Concentración de fango digerido
C <sub>Fdesh.</sub>	Concentración fango deshidratado
H <sub>f</sub>	Horas de funcionamiento
Q <sub>Fdesh.</sub>	Caudal de fango a secar
Q <sub>seco</sub>	Caudal de fango seco
Q' <sub>desh</sub>	Caudal horario de fango secado
C <sub>f</sub>	Carga horaria de fango
Q <sub>f.banda</sub>	Caudal de alimentación a filtro de banda
A	Ancho de banda
C <sub>poli.</sub>	Consumo máx. de polielectrolito
Q <sub>poli.</sub>	Caudal de solución al 0.55%
C <sub>poli máx.</sub>	Consumo máximo horario de polielectrolito
Q <sub>b máx.</sub>	Caudal unitario de bombas de electrolitos

Los resultados obtenidos en la hoja de cálculo son los siguientes:

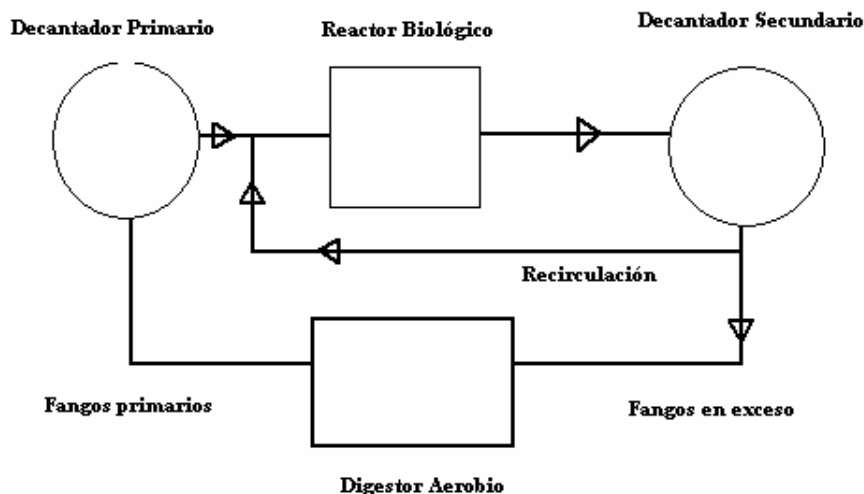
**3.2.1 ALTERNATIVA 1: FANGOS ACTIVOS**

Línea de Aguas:

- PRETRATAMIENTO: Común
- DECANTACIÓN PRIMARIA: 2 unidades de h= 3m y Ø= 16m
- REACTOR: 2 tanques rectangulares de 25,5m x 7m x 3,8m      V= 1.353m<sup>3</sup>
- CAUDAL DE AIRE Y POTENCIA A INSTALAR:
  - o Q aire = 3.268kg/d
  - o Se necesita un compresor de 50 kW de potencia
- CAUDAL DE RECIRCULACIÓN: 2.400m<sup>3</sup>/d
- CONCENTRACIÓN DE RECIRCULACIÓN: 5kg/ m<sup>3</sup>
- DECANTACIÓN SECUNDARIA: 2 unidades de h= 3m y Ø= 17m

- TRATAMIENTO TERCIARIO: Común

Línea de Lodos:



El exceso de fango procedente de la decantación 2ª, parte se recirculará al reactor y el resto junto con el exceso de fango procedente de decantación 1ª irá a un espesador común al que se le hará un tratamiento por **gravedad**. Este sistema de funcionamiento se denomina pre-espesado y se utiliza normalmente con sistemas de digestión aerobia auto-termofílica, en los que el calor liberado en la degradación biológica de los sólidos orgánicos es suficiente para elevar la temperatura del líquido en el digestor hasta 60°C. Las ventajas que ofrece este sistema son:

- Elevados rendimientos en la eliminación de sólidos orgánicos, lo que implica menores volúmenes de cuba
- Producción de un fango pausterizado
- Consumo de oxígeno inferior en un 30-40%

También presenta inconvenientes, ya que al incorporar un proceso previo de espesamiento se requieren mayores potencias para la mezcla y sistemas de aireación extremadamente eficientes.

Al fango procedente de decantación 2ª se le podría haber hecho un tratamiento en un espesador por flotación y ese fango espesado haberlo unido al fango espesado por gravedad procedente del decantador 1º y tratarlos juntos en el digestor.

Según bibliografía (*Manual de diseño de estaciones depuradoras de aguas residuales* de Aurelio Hernández Lehmann, 2ª edición, y *Manual de depuración Uralita* de Aurelio Hernández Muñoz, 1996) el espesamiento de los fangos procedentes de decantadores, antes de su eliminación o a la estabilización de fangos, es conveniente e incluso rentable y se obtiene un doble resultado:

- 1º Concentración de los fangos antes de su conducción a vertedero o digestión. El volumen de fango a transportar o tratar resulta así mucho menor, con el consiguiente ahorro de volumen en los digestores (menores caudales a tratar y bombear, depósitos más pequeños, menores pérdidas por radicación, aparatos menos costosos...)
- 2º Mezcla y homogeneización de los fangos procedentes de distintos decantadores, de gran interés en las plantas que tengan más de un decantador

Además en las estaciones depuradoras con tratamiento secundario y recirculación de fangos, se puede conducir directamente el exceso de fangos sedimentados en la decantación 2ª a los



espesadores, o bien a los decantadores 1º; en ambos casos se produce la mezcla con los extraídos de decantación 1ª, de forma que el caudal suministrado a digestión es de características homogéneas y tiene la suficiente concentración.

Por lo argumentado anteriormente, por razones económicas y por facilidad en el tratamiento y menor complejidad, se utilizará el espesamiento por gravedad para los fangos procedentes de los decantadores 1º y 2º, utilizando un solo espesador. Ese fango espesado posteriormente pasará a un digestor.

- ESPESADOR POR GRAVEDAD: 1 unidad de  $h= 3\text{m}$  y  $\varnothing= 6\text{m}$   $V= 85\text{m}^3$ 
  - o Al fango espesado se le hace un tratamiento de digestión, que puede ser aerobia o anaerobia. Se ha demostrado anteriormente, que el tipo de tratamiento más adecuado para la EDAR es el de estabilización aerobia.
- DIGESTOR AEROBIO: 1 digestor de  $25\text{m} \times 25\text{m} \times 3,5\text{m}$   $V= 2.187,5 \text{m}^3$ 
  - o 4 turbinas de 25 kW de potencia.  
El valor de la potencia de agitación utilizada (Potencia instalada/Volumen del tanque) es de  $45,7 \text{W}/\text{m}^3$ ; que es superior a  $30\text{W}/\text{m}^3$  que es el valor recomendado por el CEDEX (centro de estudios y experimentación de obras públicas) y por tanto es correcto.
- DESHIDRATACIÓN DE FANGOS:
  - o 2 unidades de filtro de banda, con ancho comercial de  $0,75\text{m}$
  - o 3 bombas de caudal de agua de lavado de  $1,27\text{L}/\text{s}$  y presión  $60\text{m.c.a.}$
  - o 2 depósitos de preparación de la solución ( dosificación de reactivos) de  $1\text{m}^3$
  - o 3 bombas de polielectrolito de caudal unitario de  $275,6 \text{L}/\text{h}$
  - o 1 Tolva de  $10\text{m}^3$  para recogida de fango seco

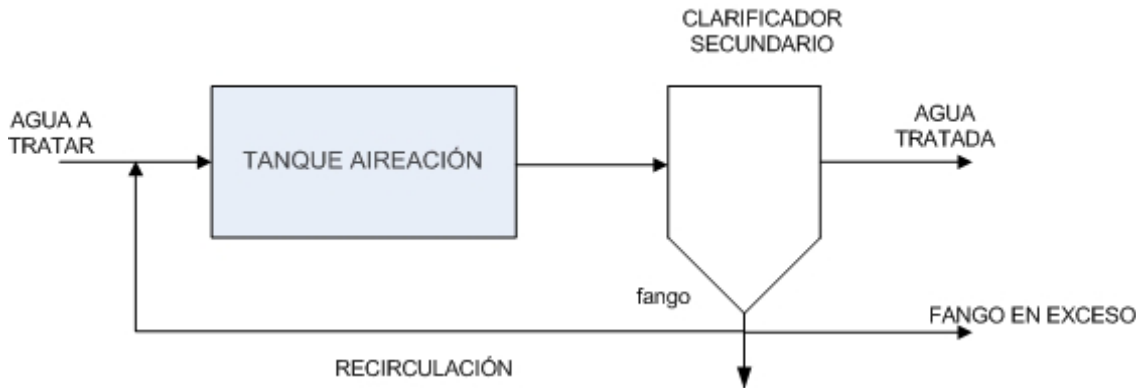
### **3.2.2 ALTERNATIVA 2: AIREACIÓN PROLONGADA**

Línea de Aguas:

- PRETRATAMIENTO: Común
- DECANTACIÓN PRIMARIA: No se da
- REACTOR: Una cuba de  $30\text{m} \times 60\text{m} \times 4\text{m}$   $V= 7.200\text{m}^3$
- CAUDAL DE AIRE Y POTENCIA A INSTALAR:
  - o  $Q \text{ aire} = 4.805 \text{kg}/\text{d}$  ; Dimensiones del tanque de aireación de  $30\text{m} \times 60\text{m}$
  - o Utilizamos 6 turbinas de 25 kW de potencia
- CAUDAL DE RECIRCULACIÓN:  $3.683\text{m}^3/\text{d}$
- CONCENTRACIÓN DE RECIRCULACIÓN:  $5\text{kg}/\text{m}^3$
- DECANTACIÓN SECUNDARIA: 2 unidades de  $h= 3\text{m}$  y  $\varnothing= 19\text{m}$
- TRATAMIENTO TERCIARIO: Común

Línea de Lodos:

- o El mecanismo de eliminación del exceso de fango será igual que para fangos activos, es decir, en primer lugar se le hará un espesamiento por gravedad, posteriormente se llevará el fango a la deshidratación y secado de fangos. En la aireación prolongada no es necesaria la utilización del digestor tras el espesador, ya que esa función se realizará en el reactor biológico.



- ESPESADOR POR GRAVEDAD: 1 unidad de  $h= 3m$  y  $\varnothing= 5m$   $V= 60 m^3$
- DESHIDRATACIÓN DE FANGOS:
  - o 2 unidades de filtro de banda, con ancho comercial de 0,75m
  - o 3 bombas de caudal de agua de lavado de 1,27 L/s y presión 60mca
  - o 2 depósitos de preparación de la solución ( dosificación de reactivos) de  $1m^3$
  - o 3 bombas de polielectrolito de caudal unitario de 220 L/h
  - o 1 Tolva de  $10m^3$  para recogida de fango seco

### **3.2.3 ALTERNATIVA 3: LECHOS BACTERIANOS**

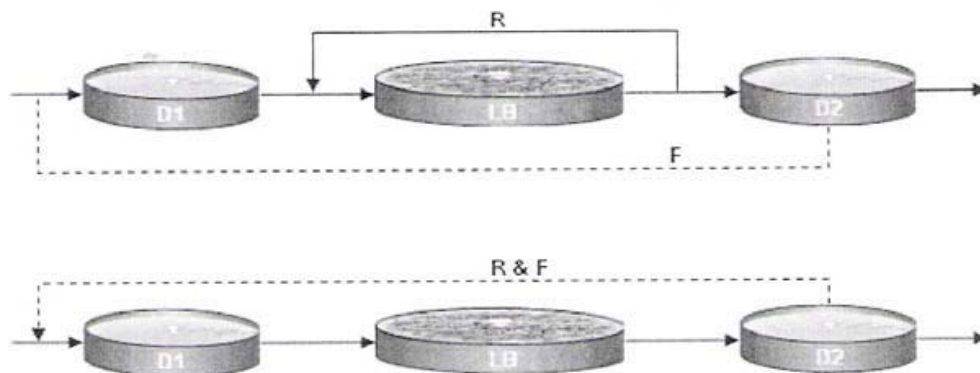
Por razones económicas, de complejidad y por disponibilidad de terreno, estudiaremos el procedimiento de lechos bacterianos en una sola etapa.

Línea de Aguas:

- PRETRATAMIENTO: Común
- DECANTACIÓN PRIMARIA: 2 unidades de  $h= 3m$  y  $\varnothing= 16m$
- REACTOR: 2 cubas de  $h= 7,5m$  y  $\varnothing= 23m$   $V= 6.232,5 m^3$
- CAUDAL Y POTENCIA A INSTALAR:
  - o Se hará de forma natural a contracorriente del agua (la oxidación se produce al hacer circular a través de un medio poroso aire y agua residual). Según bibliografía ( *Manual de diseño de estaciones depuradoras de aguas residuales*, Aurelio Hernández Lehmann, 2ª edición)
- CAUDAL DE RECIRCULACIÓN:  $2.400m^3/d$
- CONCENTRACIÓN DE RECIRCULACIÓN:  $5Kg/ m^3$
- DECANTACIÓN SECUNDARIA: 4 unidades de  $h= 3m$  y  $\varnothing= 23m$   $V= 5.000 m^3$
- TRATAMIENTO TERCIARIO: Común

Línea de Lodos:

**Diagrama de lechos bacterianos en etapa única.**



- D1: Decantador Primario
- LB: Lecho bacteriano
- D2: Decantador secundario
- R: Recirculación de agua
- F: Recirculación de Fango

Al igual que en fangos activos utilizaremos un solo espesador por gravedad, donde trataremos los fangos procedentes de decantación 1ª y 2ª, posteriormente se llevará el fango a un digestor aerobio y finalmente se procederá a la deshidratación y secado de los fangos.

- ESPESADOR POR GRAVEDAD: 1 unidad de  $h = 3\text{m}$  y  $\varnothing = 6\text{m}$   $V = 85\text{ m}^3$
- DIGESTOR AEROBIO: 1 digestor de  $24\text{m} \times 24\text{m} \times 4\text{m}$   $V = 2.304\text{ m}^3$ 
  - o 4 turbinas de 25kW de potencia
  - Valor de la potencia agitada de  $87\text{ W/ m}^3$  que es mayor a  $30\text{ W/ m}^3$ , por lo tanto correcto según el CEDEX (centro de estudios y experimentación de obras públicas)
- DESHIDRATACIÓN DE FANGOS:
  - o 2 unidades de filtro de banda, con ancho comercial de  $0,75\text{m}$
  - o 3 bombas de caudal de agua de lavado de  $1,27\text{L/s}$  y presión  $60\text{mc.a.}$
  - o 2 depósitos de preparación de la solución ( dosificación de reactivos) de  $1\text{m}^3$
  - o 3 bombas de polielectrolito de caudal unitario de  $440\text{ L/h}$
  - o 1 Tolva de  $10\text{m}^3$  para recogida de fango seco

**Tabla 6. Comparativa**

	Fangos activos	Aireación prolongada	Lechos bacterianos
Volumen decantación 1ª	$603\text{m}^3$	No tiene	$603\text{m}^3$
Volumen reactor biológico	$1.353\text{m}^3$	$7.200\text{m}^3$	$6.232,5\text{m}^3$
Volumen decantación 2ª	$1.362\text{m}^3$	$1.700\text{m}^3$	$2.160\text{m}^3$
Fangos en exceso	$2.316\text{kgSST/d}$	$1.780\text{kgSST/d}$	$2.360\text{kgSST/d}$
O <sub>2</sub> punta necesario	$3.268\text{kg/d}$	$4.805\text{kg/d}$	Natural
Potencia a instalar en el reactor (kW)	50	100	No

#### 4- ESTUDIO ECONÓMICO

Tras los resultados obtenidos en el estudio de dimensionamiento, se procederá a realizar el presupuesto de construcción de cada tratamiento.

Los cálculos se pueden ver en el **anexo 6** "Presupuesto de alternativas"; y los resultados son los siguientes (sin IVA):

- Fangos activos: **488.689,40 euros**
- Aireación prolongada: **413.783,05 euros**
- Lechos bacterianos: **569.046,38 euros**

En este estudio no se han valorado el pretratamiento y el tratamiento terciario, ya que son comunes en los tres procesos, y tampoco se han tenido en cuenta las conducciones y tuberías, entendiéndose que tendrían un valor similar en las tres alternativas, si bien y según la bibliografía "*Estrategia en ingeniería de procesos*" de Ruud and Watson, se podría estimar entre un 30% y un 60% del valor total del presupuesto, el coste de ambas; con lo cual haría aun más beneficioso desde el punto de vista económico el proceso de aireación prolongada; por lo tanto todo parece indicar que desde el punto de vista económico-constructivo la mejor alternativa posible es la **aireación prolongada**.

#### 5- CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO DE LA PLANTA

##### 5.1 Cálculo de población y caudal

###### 5.1.1 Cálculo de población

En primer lugar se hace el estudio de población de dicha zona, para ello se divide en cuatro sectores:

###### a. Pinar De Los Franceses

En esta zona hay red de abastecimiento y según datos de Chiclana Natural S.A. hay 210 viviendas que se abastecen de dicha red.

Según el Plan General de Ordenación Urbanística de Chiclana, la única tipología permitida de edificabilidad es la de *vivienda unifamiliar aislada y pareada* a razón de una vivienda por cada 700 m<sup>2</sup>, si bien, se podría llegar a subdividir en parcelas de 350 m<sup>2</sup> y una única vivienda.

Debido a que esta zona está edificada prácticamente en su totalidad y considerando que no es una zona turística, se considera que el número máximo de viviendas en un futuro será de 300.

###### b. Batería Colorada

En esta zona en la actualidad existen unas 160 viviendas construidas a razón de una vivienda por cada 700 m<sup>2</sup> de parcela. Según el PGOU de Chiclana, se podrán construir un máximo de 540 viviendas (11 viviendas/ ha).

###### c. Pinar Del Vegete

Según el PGOU de Chiclana, esta zona tiene una superficie de 908.613 m<sup>2</sup> de los cuales:

- De espacios libres: 242.317 m<sup>2</sup>
- De equipamientos: 120.592 m<sup>2</sup> (Estación de radio)

- o Viario: 19.352 m<sup>2</sup>

Por lo tanto, edificables quedarían 526.352 m<sup>2</sup>, es decir 52,64 ha. Esta zona tiene una densidad máxima de 12 viviendas/ha, con lo cual se prevé en un futuro un número máximo de 632 viviendas.

d. El Marquesado

Según el Plan General de Ordenación Urbanística de Chiclana, esta zona tendrá una ocupación máxima de 3.460 viviendas, su posición territorial la hace adecuada para acoger primera residencia.

**5.1.2 Cálculo de caudal**

En segundo lugar se hace el cálculo del caudal máximo a tratar en un futuro, para ello habrá que estimar la población máxima que vivirá en la zona de estudio.

**Tabla 7. Viviendas**

ZONA	Nº MÁXIMO DE VIVIENDAS
Pinar de los franceses	300
Batería Colorada	540
Pinar del Vegete	632
El Marquesado	3.460
<b>TOTAL</b>	<b>4.932</b>

Para el cálculo de habitantes se tendrá en cuenta la habitabilidad por vivienda, y para ellos se toman datos del Departamento de Estadística del Excmo. Ayuntamiento de Chiclana de la Frontera, en el que se dice que la habitabilidad de dicha población oscila entre 3,5 y 4 hab/ vivienda. En este proyecto se elige el valor máximo de habitabilidad media, es decir, **4 habitantes/ vivienda**.

Este dato junto con el número máximo de viviendas, da un población futura de 19.728 habitantes (4.932·4). Para el cálculo de la EDAR se toma por tanto una población aproximada de **20.000 habitantes**.

Dotación doméstica de caudal:

Tras consultar en bibliografía se tiene una dotación de:

$$240 L / hab \times día$$

Coefficiente punta de caudal de aguas residuales domésticas:

$$C = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_m}} ;$$

para  $Q_m = 240$ , da un coeficiente de **1,66**

Por tanto el caudal máximo a tratar será:

$$\text{Caudal max} = 20.000hab. \cdot 240 \left( \frac{l}{hab. \cdot d} \right) \cdot 1,66 = 7.968.000(l/d), \text{ es decir, aproximadamente } \mathbf{8.000 m^3/día}$$

5.2 Datos pretratamiento

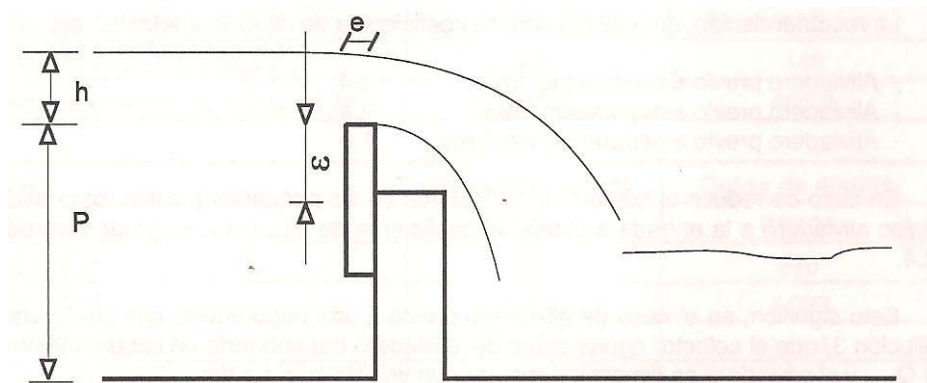
Tabla 8. Caudales pretratamiento

CAUDALES	UNIDADES (m <sup>3</sup> /d)	UNIDADES (m <sup>3</sup> /h)
Caudal medio ( $Q$ )	8.000	333,33
Caudal punta ( $Q \cdot 1,95$ )	15.600	650
Caudal máximo ( $Q \cdot 4$ )	32.000	1.333,33

Tabla 9. Parámetros iniciales

PARÁMETROS	UNIDADES (Kg/d)	UNIDADES (mg/d)
DBO <sub>5</sub>	2.400	298
DQO	5.002	621
SST	2.472	307
SSV	1.978	246
N-NTK	393	49
P	40,25	5

5.2.1 Aliviaderos



a. Aliviadero general de entrada a planta

Se supone un caudal máximo para tiempo de lluvia de 3,1 m<sup>3</sup>/s (R.S.Ramalho)

Para calcular las dimensiones de este aliviadero utilizaremos la fórmula:

$$Q_v = \frac{2}{3} \mu \cdot L \cdot h \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

$$Q_v = Q_{\text{máx.}} - 4Q_{\text{med.}} = 3,1 - \frac{1.333,33}{3.600} = 2,73 \text{ m}^3 / \text{s}$$

En nuestro caso, cuando circulan por el canal de entrada  $4Q_{\text{med.}}$ . Tenemos una altura de lámina de agua de 0,4m, por lo tanto, tomando  $p=0,45$ , adoptamos un valor de  $h= 0,35$

**Tabla 10. Parámetros aliviadero**

	P (m)	h (m)
BAZIN	0,2-2	0,1-0,6
REHBOCK	$\geq 0,1$	0,25-0,9
SIAS	$\geq h$	0,25-0,9

Se calcula el coeficiente  $\frac{2}{3}\mu$ , mediante la fórmula de la S.I.A.S.

$$\frac{2}{3}\mu = 0,41 \cdot \left(1 + \frac{1}{1.000h + 1,6}\right) \cdot \left(1 + 0,5 \cdot \frac{h^2}{(h + p)^2}\right) = 0,45$$

$$L = \frac{Q_v}{\frac{2}{3}\mu \cdot h \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}} = 6,62 \text{ m}; \quad \text{Se adoptan } 7 \text{ m}$$

**b. Aliviadero entre pretratamiento y reactor biológico**

$$Q_v = Q_{\text{máx. pretratamiento}} - Q_{\text{max.decant. 1ª}} = \left(\frac{1.333,33}{3.600}\right) - \left(\frac{800}{3.600}\right) = 0,15 \text{ (m}^3 / \text{s)}$$

Suponiendo que el aliviadero se construye en una arqueta de reparto construida a tal efecto, con lo que adoptando  $p=0,5\text{m}$  y  $h=0,15\text{m}$  se obtiene una longitud de vertedero de:

$$\frac{2}{3}\mu = 0,41 \cdot \left(1 + \frac{1}{1.000h + 1,6}\right) \cdot \left(1 + 0,5 \cdot \frac{h^2}{(h + p)^2}\right) = 0,424$$

$$L = \frac{Q_v}{\frac{2}{3}\mu \cdot h \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}} = 1,38 \text{ m}$$

Se adoptan 1,5m

**c. Aliviadero entre reactor biológico y decantador secundario**

El caudal a aliviar es:

$$Q_v = Q_{\text{máx. decant. 1ª}} - Q_{\text{tratam.biológico}} = \left(\frac{800}{3.600}\right) - \left(\frac{600}{3.600}\right) = 0,056 \text{ (m}^3 / \text{s)}$$

Suponiendo que el aliviadero se construye en una arqueta de reparto construida a tal efecto, con lo que adoptando  $p=0,5m$ . y  $h=0,1m$ . se obtiene una longitud de vertedero de:

$$\frac{2}{3}\mu = 0,41 \cdot \left(1 + \frac{1}{1.000h + 1,6}\right) \cdot \left(1 + 0,5 \cdot \frac{h^2}{(h + p)^2}\right) = 0,42$$

$$L = \frac{Q_v}{\frac{2}{3}\mu \cdot h \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}} = 0,95m$$

Se adopta 1m

**5.2.2 Canal de entrada**

El canal de entrada a la estación depuradora será único y por tanto se dimensionará con una capacidad de transporte de  $1.333,33m^3/s$ ., a efectos de cálculo se utilizan  $1.350m^3/s$ .

Pendiente del canal: 0,5%

Sección: rectangular

Anchura del canal: 0,5m

Factor de fricción de Manning para hormigón armado acabado: 0,012

**Tabla 16: Valores promedio del factor de rugosidad de Manning para varios materiales de pared (Streeter, 1988).**

**Tabla 11. Factor de rugosidad**

Material	Factor n
Madera cepillada	0,012
Madera sin cepillar	0,013
<b>H.A. acabado</b>	<b>0,012</b>
H.A. sin acabar	0,014
Hierro fundido	0,015
Ladrillo	0,016
Acero remachado	0,018
Metal corrugado	0,022

Para ver las dimensiones del canal:

$$v = \frac{1}{n} \cdot R_H^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}}$$

$v$  = Caudal punta

$1/n$ : Coeficiente de rugosidad de Manning

$R_H$ : radio hidráulico

$i$ : Pendiente del canal

Se toma el caudal punta ( $650m^3/h$ .)

$$\frac{650}{3.600} = \frac{1}{0,012} \cdot 2y^2 \cdot \left(\frac{y}{2}\right)^{\frac{2}{3}} 0,005^{\frac{1}{2}}$$

despejando,  **$y=0,23m$**



Es decir, el canal de recepción debe tener una altura de 23cm y una anchura de 2 veces la altura, es decir, de 46cm; valor que está dentro del ancho de canal definido en la bibliografía (Hernández Lehmann,1997), que dice que debe ser entre 0,3m y 0,7m, por lo tanto, estas serán las dimensiones del canal.

$$Q_{med} = 333,33m^3/h = 0,093 m^3/s$$

$$Q_{m\acute{a}x.} = 650m^3/h = 0,18m^3/s$$

$$\text{Superficie} = \text{alto} \cdot \text{ancho} = 0,46m \cdot 0,23m = 0,106 m^2$$

$$V_{med.} = \frac{Q_{med.}}{S} = 0,88m/s \geq 0,6 \text{ por lo tanto correcto}$$

$$V_{m\acute{a}x.} = \frac{Q_{m\acute{a}x.}}{S} = 1,7m/s, \text{ no es } \leq 1,2 \text{ por lo tanto NO correcto}$$

Se aproximan los valores para que el agua tenga una velocidad correcta y para que no decante ni se incruste con la velocidad y se toman como nuevas dimensiones:

Altura=27cm

Anchura=54cm

y los valores de velocidad serán:

$$V_{med.} = 0,63 m/s \geq 0,6 \text{ por lo tanto correcto}$$

$V_{m\acute{a}x.} = 1,23 m/s$ ; que no es menor que 1,2 pero se toma como buena la aproximación.

### 5.2.3 Desbaste de sólidos

Para evitar la acumulación y sedimentación de arenas y otros materiales pesados la velocidad de paso debe ser mayor a 0,6m/s. y para evitar el arrastre de basuras a través de las rejillas dicha velocidad deberá ser menor a 1,2m/s., *esto ya se comprobó en el apartado anterior.*

Para determinar el ancho del canal:

$V=Q/A$ , donde

Q= Caudal medio ( $m^3/s$ )

A= Área de la sección transversal del canal

$V_a$ = Velocidad de paso (m/s); tomamos  $0,7 \geq 0,6$

Y despejando:

$$A = \frac{Q}{V_a} = \frac{0,093}{0,7} = 0,13m^2$$

Tomando un canal de 0,5m de ancho (valor medio recomendado por Hernández Lehmann,1997), el canal tendrá las siguientes dimensiones:

$$A = b \cdot h, \text{ despejando } h = \frac{A}{b} = \frac{0,13}{0,5} = 0,26m, \text{ es decir, que el canal tendrá un ancho de 50cm}$$

y una altura de 26cm, incrementada hasta 50cm como resguardo.

#### a. Velocidad de paso entre los barrotes

Se recomienda una velocidad de paso comprendida entre 0,6m/s y 1,2m/s; y se ha dimensionado el canal para una velocidad de 0,7m/s.

### b. Ancho del canal de la zona de rejillas

El ancho del canal en la zona de rejillas vendrá dado por la expresión (Hernández Lehmann, 1997)

$$W = \left( \frac{J}{s} - 1 \right) \cdot (s + a) + s$$

donde, W= ancho del canal de rejillas (m)

J= ancho del canal en la zona previa a las rejillas (0,5m)

s= separación libre entre barrotes (0,015m)

a= ancho de los barrotes (0,012)

con estos datos tenemos un valor de W= 0,888m=888mm

Luego el ancho de la arqueta requerida será aproximadamente 888mm; no obstante habrá que considerar un margen de seguridad, con lo que se toma como ancho del canal de rejillas 1m

El número de barrotes viene determinado por la ecuación de Hernández Muñoz, 1996

$$N = \frac{W - s}{s + a} = 36,5; \text{ se colocan 37 barrotes}$$

### c. Pérdida de carga a través de la reja

Según la fórmula de Hernández Lehmann, 1997

$$\Delta h = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot \frac{V^2}{2g}$$

donde,  $\Delta h$ = Pérdida de carga (m)

V= Velocidad de paso en el canal (m/s)

g= Aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>)

K<sub>1</sub>= Atascamiento

K<sub>2</sub>= Forma de la sección horizontal de los barrotes

K<sub>3</sub>= Sección de paso entre barrotes

#### Valores de K<sub>1</sub>

Reja limpia K<sub>1</sub>= 1

Reja atascada  $K_1 = \left( \frac{100}{c} \right)^2$ , se tomará c= 75%, valor intermedio entre el 60% y el

90% recomendado por Hernández Lehmann, 1997; y por tanto el valor de c será 75, con lo cual:

$$K_1 = \left( \frac{100}{75} \right)^2 = 1,78$$

Valores de  $K_2$

Se adopta como tipo de rejillas, pletinas simples, luego entrando en la figura II.3.1 (Hernández Lehmann, 1997)

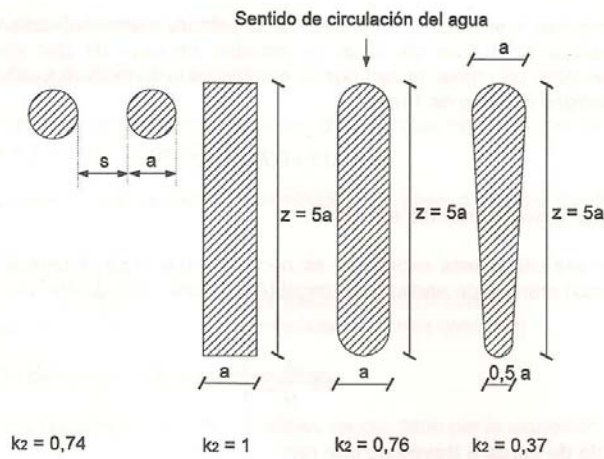


Fig. II.3.1. Coeficiente  $K_2$

$K_2 = 1$

Valores de  $K_3$

- s= Separación libre entre barrotes= 15mm
- a= Anchura de los barrotes= 12mm
- z= Espesor de los barrotes=  $5 \cdot a = 60$ mm
- h= Altura sumergida de los barrotes, vertical u oblicua=70mm

Tomando los valores de la tabla II.3.1 del libro de Hernández Lehmann, 1997:

**Tabla 12. Valores de  $K_3$**

Tabla II.3.1.: Valores del coeficiente  $K_3$

$\frac{z}{4} \left( \frac{2}{s} + \frac{1}{h} \right)$	$\left( \frac{s}{s+a} \right)$									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0	245	51,5	18,2	8,25	4,0	2,0	0,97	0,42	0,13	0
0,2	230	48	17,4	7,70	3,75	1,87	0,91	0,40	0,13	0,01
0,4	221	46	16,6	7,40	3,60	1,80	0,88	0,39	0,13	0,01
0,6	199	42	15	6,60	3,20	1,60	0,80	0,36	0,13	0,01
0,8	164	34	12,2	5,50	2,70	1,34	0,66	0,31	0,12	0,02
1	149	31	11,1	5,00	2,40	1,20	0,61	0,29	0,11	0,02
1,4	137	28,4	10,3	4,60	2,25	1,15	0,58	0,28	0,11	0,03
2	134	27,4	9,90	4,40	2,20	1,13	0,58	0,28	0,12	0,04
3	132	27,5	10,0	4,50	2,24	1,17	0,61	0,31	0,15	0,05

Para  $\frac{z}{4} \cdot \left( \frac{2}{s} + \frac{1}{h} \right) = 2,21$  y  $\frac{s}{s+a} = 0,555$

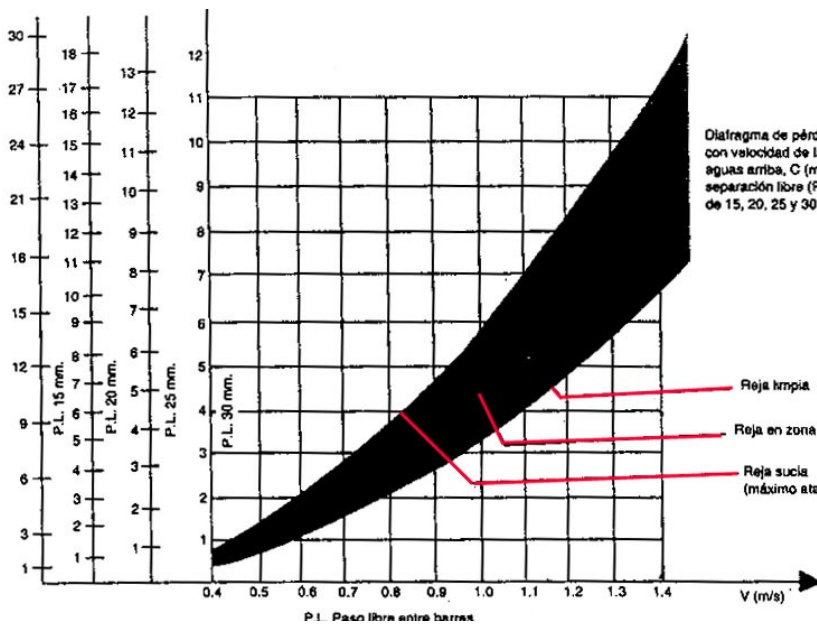
$K_3 = 1,62$

Los valores de  $K_2 = 1$  y  $K_3 = 1,62$  se utilizarán para reja limpia y atascada, sólo habrá diferencia en el valor de  $K_1$ , que será de 1 para reja limpia y 1,78 para reja atascada; sustituyendo estos valores en la fórmula anteriormente descrito para pérdida de carga ( $\Delta h = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot \frac{V^2}{2g}$ ), se obtienen los siguientes resultados:

$\Delta h_{limpia} = 4,1\text{cm}$

$\Delta h_{atascada} = 7,2\text{cm}$

Valores válidos según la figura II.3.3 *Pérdida de carga admisible en rejás* (Hernández Lehmann), del citado libro.



**d. Cálculo de la cantidad de materia retenida**

Al tratarse de rejás finas,  $3 \leq s \leq 20$ , siendo " s " la separación entre barrotes, que en este caso es 15mm, se adoptará un volumen de retención de  $20 \left( \frac{l}{hab \cdot año} \right)$ , por tanto, la cantidad de materia retenida en las rejás será:

$$20.000hab \cdot 20 \left( \frac{l}{hab \cdot año} \right) = 400.000(l / año) = 1.096(l / día)$$

Puesto que un contenedor de los utilizados habitualmente para la retirada de este tipo de residuos tiene 6m<sup>3</sup>, será necesario retirar el contenedor cada:

$$\frac{6.000}{1.096(l/día)} = 5,5días$$

**5.2.4 Desarenado-desengrasado**

El diseño del desarenador se hará en base a los datos obtenidos de la bibliografía (**Hernández Lehmann, 1997**). Para el cálculo que se ha utilizado el caudal máximo considerando la situación más desfavorable posible.

Datos de diseño

Q<sub>medio</sub>= 333,33m<sup>3</sup>/h  
 Q<sub>punta</sub>= 650m<sup>3</sup>/h  
 Q<sub>máximo</sub>= 1333,33m<sup>3</sup>/h = **0,37 m<sup>3</sup>/s**

El diámetro de arena a eliminar debe ser mayor de 0,15mm, y se tomará 0,2mm

Población= 20.000 habitantes

T<sub>agua</sub>= 15°C

Se toman 2 líneas

A partir de estos datos y con los valores de la tabla II.4.1 (Datos de sedimentación de partículas) del libro *Manual de Diseño de Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales* de Aurelio Hernández Lehmann

**Tabla 13. Sedimentación de partículas**

Tabla II.4.1.: *Datos de sedimentación de partículas*

d mm	0,05	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	1	2	3	5	10
V <sub>s</sub> cm/s	0,2	0,7	2,3	4,0	5,6	7,2	15	27	35	47	74
V <sub>s</sub> ' cm/s	0	0,5	1,7	3,0	4,0	5,0	11	21	26	33	
V <sub>H</sub> cm/s	15	20	27	32	38	42	60	83	100	130	190

En la que:

**d**= Diámetro de partícula

**V<sub>s</sub>**= Velocidad de sedimentación para un fluido de velocidad horizontal nula.

**V<sub>s</sub>'**= Velocidad de sedimentación para un fluido de velocidad horizontal V<sub>H</sub>.

**V<sub>H</sub>**= Velocidad horizontal crítica de arrastre de la partícula depositada.

Como se ha tomado el diámetro de partícula= 0,2mm, de la tabla se obtiene que su velocidad de caída (sedimentación) es de 1,7cm/s

**a. Velocidades**

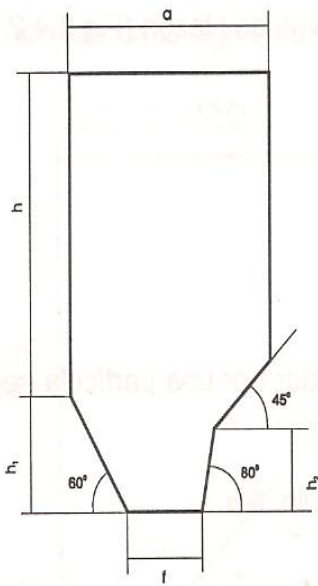
De la tabla, se determina la velocidad máxima horizontal o crítica para evitar arrastres y la velocidad de caída de la partícula en reposo:

$$V_H < 27 \text{ cm/s, se adopta para el cálculo } V_H = 27 \text{ cm/s}$$

$$V_s = 1,7 \text{ cm/s}$$

**b. Sección transversal**

Se fija una sección transversal tipo figura II.4.4 del libro *Manual de Diseño de Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales* de Aurelio Hernández Lehmann



- $1 < \frac{h}{a} < 5$
- $0,3 \leq h_1 \leq 0,8 \text{ m}$
- $0,3 \leq f \leq 0,5 \text{ m}$
- $h_2 = 0,75 \cdot h_1$

Fig. II.4.4.

El tiempo de retención válido para un desarenador simple está entre 2,5min y 5 min

Para las 2 líneas, en el caso que se presenta la sección transversal útil, viene dado por:

$$a = S_{trans.} = \frac{Q_{m\acute{a}x.} / 2}{V_H} = \frac{0,37 / 2}{0,27} = 0,685m^2$$

Se adopta la siguiente sección:

$$\frac{h}{a} = \frac{1}{0,685} = 1,46$$

$$h_1 = 0,4m \quad h_2 = 0,75 \cdot 0,4 = 0,3m$$

$$f = 0,3m$$

**c. Longitud del desarenador**

El tiempo de sedimentación en reposo (vendrá dado por el coeficiente entre la altura útil del desarenador y la velocidad de caída de la partícula en reposo. Partimos de la base de que el tiempo de retención será de 3,5 minutos (210s), intermedio entre 2,5min y 5min

Se consideran los valores recomendados por la bibliografía Pedro Galán Martínez, 1996.

$$\% \text{ sedimentación} = 85\% \left( \frac{y}{y_0} \right)$$

Rendimiento bueno:  $\eta = 3$

De la tabla II.4.2 del libro *Manual de Diseño de Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales* de Aurelio Hernández Lehmann (curvas de HAZEN), se obtiene el siguiente valor:

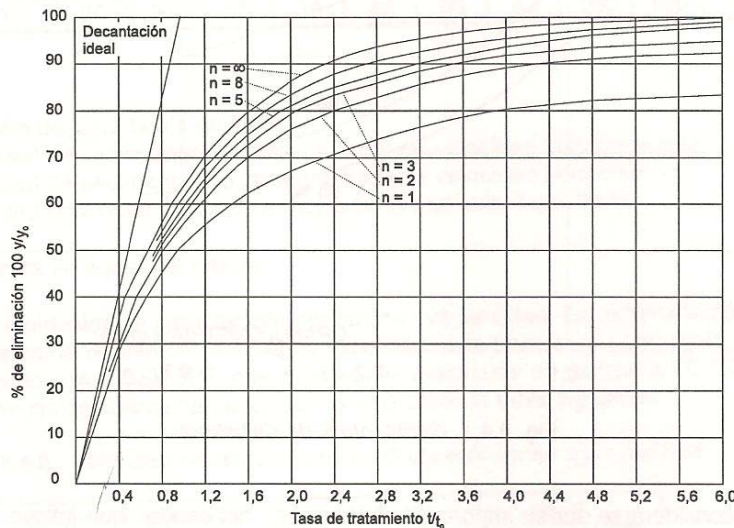


Fig. II.4.2. Curvas de Hazen

$$\frac{t}{t_0} = 2,5 ; \text{ despejando } t_0 = 84s$$

$$t_0 = \frac{h}{V_s} ; h = 84 \cdot 0,017 = 1,428m$$

Según la bibliografía  $1 \leq \frac{h}{a} \leq 5$ ; conociendo la altura útil se puede determinar el valor de

$a=1,428m$ , si se considera una relación  $\frac{h}{a}=1$ , luego la sección transversal será:

$$s = h \cdot a = 1,428 \cdot 1,428 = 2,04m^2$$

Con esta nueva sección, conocido el caudal se determina el valor real de  $V_H$ ;

$$V_H = \frac{0,37 / 2}{2,04} = 0,091(m/s)$$

La longitud precisa del desarenador (2 líneas) será pues:

$$L = t \cdot V_H = 210 \cdot 0,091 = 19m \text{ cada línea.}$$

Para dar la longitud efectiva necesaria a los desarenadores de aguas residuales, la longitud teórica "L" se multiplica por la constante de Kalbskopf (k), con lo que la longitud efectiva será:

$$L_e = L \cdot k$$

Los valores de la constante k pueden obtenerse de la tabla II.4.1 del *Manual de Diseño de Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales* de Aurelio Hernández Lehmann y para un diámetro de 0,2mm y un rendimiento del 85% se obtiene un valor de  $k = 1,2$ ;

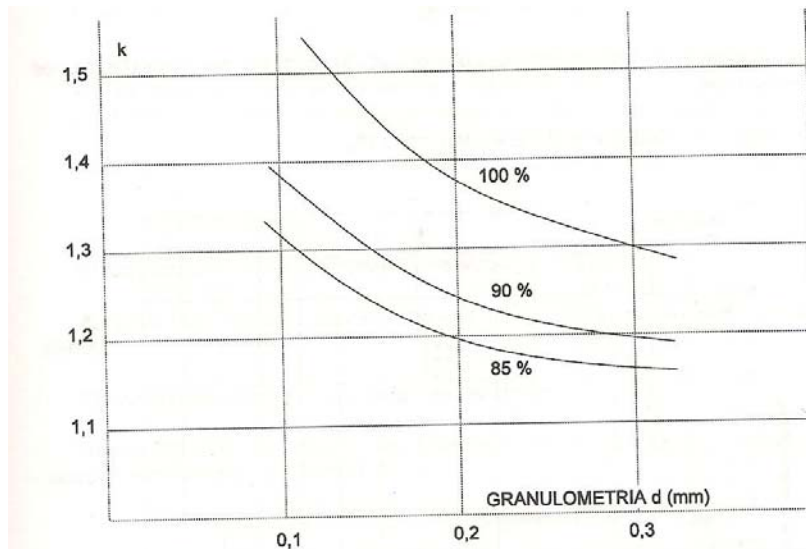


Fig. II.4.1. Constante K de Kalbskopf

por lo tanto,

$$L_e = 1,2 \cdot 19 = 23m \text{ cada línea.}$$

**d. Comprobaciones**

$t_r$ = Se ha fijado en el apartado anterior 3,5min, lo cual es válido para un desarenador simple ya que el tiempo debe estar entre 2,5min y 5min



**Velocidad ascensional a caudal máximo**

$$V_{asc.} = \frac{Q_{máx.}}{L_e \cdot a} = \frac{1.333,33}{46 \cdot 1,428} = 20,3(m/h) \leq 36(m/h)$$

Límite fijado en la tabla II.4.3 del libro *Manual de Diseño de Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales* de Aurelio Hernández Lehmann

**Tabla 14. Velocidades ascensionales**

Tabla II.4.3.: Velocidades ascensionales según Imhoff

Velocidades ascensionales (m/h)			
Diámetro (d) en mm	Rendimiento sedimentación (%)		
	100	90	85
0,16	12	16	20
0,20	17	28	36
0,25	27	45	58

**e. Cálculo de las necesidades de aireación**

Se deducen de la tabla II.4.4 del *Manual de Diseño de Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales* de Aurelio Hernández Lehmann

**Tabla 15. Caudales de aire**

Tabla II.4.4.: Caudales de aire en un desarenador-desengrasador

S(m <sup>2</sup> )	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
C <sub>(a)</sub> (m <sup>3</sup> /h/m)	4,5-10,5	6-11,5	7,5-13	9-14	10-15	12-17	13-18	15-19	16-20	18-21	19-22	21-23	22-25

Para una superficie transversal S= 2,04 m<sup>2</sup> ( 2 líneas de 1,02 m<sup>2</sup> ) , interpolando se obtiene un volumen de aireación (C) igual a 6,3 Nm<sup>3</sup>/h/m

Volumen total de aireación:  $L_e \cdot C = 23 \cdot 6,3 = 145(Nm^3 / h)$

**Se adoptarán 3 soplantes (una de reserva) de 73Nm<sup>3</sup>/h**

Se adoptará una soplante capaz de aportar un caudal de 73Nm<sup>3</sup>/h por medio de difusores de placas cerámicos que se sitúan a 0,45 m por encima de la base normal del desarenador. La tubería de aire es de acero inoxidable de 50 mm de diámetro.

Se necesita calcular la potencia de la soplante. Para ello, lo primero será pasar el caudal de aire a aportar de condiciones normales a condiciones de operación reales. Se tomará como condiciones reales las condiciones veraniegas por ser las más desfavorables, 24 °C y 1 atm, luego:

$$\frac{P \cdot Q}{T} = \frac{P' \cdot Q'}{T'} \quad \frac{1 \cdot 145}{273} = \frac{1 \cdot Q'}{294} \quad Q' = 156,15(m^3 / h)$$

Los difusores de disco aportan un caudal medio de 5,04 m<sup>3</sup>/h por difusor, luego se necesitarán para aportar el aire necesario:

$$N^{\circ} \text{ difusores} = \frac{156,15(m^3/h)}{5,04(m^3/h)} = 31 \text{ difusores repartidas a lo largo del desarenador}$$

Para calcular la potencia de la soplante se emplea la expresión tomada de la bibliografía (**Metcalfe & Eddy, 1995**):

$$P_w = \frac{w \cdot R \cdot T}{29,7 \cdot n \cdot e} \cdot \left[ \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{0,283} - 1 \right] \text{ unidades S I}$$

donde  $P_w$  = potencia necesaria de la soplante, kW

$w$  = caudal de aire en peso, kg/s

$R$  = constante universal de los gases = 8,314 kJ/mol K

$P_1$  = presión absoluta en la entrada, atm

$P_2$  = presión absoluta a la salida, atm

$n = (k-1)/k = 0,283$  (para el aire)

$k = 1,395$  (para el aire)

$e$  = eficiencia (normalmente entre 0,70-0,90)

Cálculo de  $w$

$$P \cdot \frac{V}{t} = \frac{n}{t} \cdot R \cdot T$$

$$P \cdot Q_v = Q_m \cdot R \cdot T$$

$$P \cdot V = \frac{m}{P_m} \cdot R \cdot T$$

$$P \cdot P_m \cdot \frac{V}{t} = \frac{m}{t} \cdot R \cdot T$$

$$P \cdot P_m \cdot Q_v = w \cdot R \cdot T$$

$$w = \frac{P \cdot P_m \cdot Q_v}{R \cdot T} = \frac{1 \cdot 28,84 \cdot 156.150}{0,082 \cdot 297} = 184.913 \frac{g}{h}$$

$$184.913 \frac{g}{h} \cdot \frac{1Kg}{10^3 g} \cdot \frac{1h}{3.600s} = 0,05 \frac{Kg}{s}$$

El valor de la presión absoluta a la salida se estima por medio de datos experimentales, siendo 1,01atm y el valor de la potencia a instalar será:

$$P_w = \frac{w \cdot R \cdot T}{29,7 \cdot n \cdot e} \cdot \left[ \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{0,283} - 1 \right] = \frac{0,05 \cdot 8,314 \cdot 297}{29,7 \cdot 0,283 \cdot 0,7} \cdot \left[ \left( \frac{1,01}{1} \right)^{0,283} - 1 \right] = 0,06kW$$

es decir, se instalará una soplante con una potencia de 60W

**f. Producción de arenas**

Según la bibliografía anteriormente mencionada, un valor medio para la cantidad de arena a extraer de 50 cm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>, obteniéndose así un **volumen de arenas igual a 1,6m<sup>3</sup>/día**

Las cantidades de grasas incorporadas en las aguas residuales son muy variables, pero para aguas residuales urbanas; pueden considerarse unas cifras de 24gramos por habitante y día. Suponiendo un rendimiento de eliminación del 60%, queda:

$$\text{Volumen de grasas} = 0,6 \cdot 0,024 \cdot 20.000 = 288(\text{Kg} / \text{d})$$

Suponiendo una densidad de las grasas de 0,9kg/m<sup>3</sup>, ya que es inferior a la del agua (1 kg/m<sup>3</sup>)  $\text{densidad} = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}} \Rightarrow \text{volumen} = \frac{\text{masa}}{\text{densidad}} = \frac{288(\text{kg} / \text{d})}{0,9(\text{kg} / \text{m}^3)} = 320(\text{m}^3 / \text{d})$ , los cuales deberán ser evacuados

**5.3 Reactor biológico**

**5.3.1 Datos de diseño**

Al no existir decantación primaria, los datos de diseño serán:

**Tabla 16. Caudales de diseño**

CAUDALES	UNIDADES (m <sup>3</sup> /d)	UNIDADES (m <sup>3</sup> /h)
Caudal medio (Q)	8.000	333,33
Caudal punta (Q · 1,95)	15.600	650
Caudal máximo (Q · 2,4)	19.200	1.333,33

**Tabla 17. Parámetros de diseño**

PARÁMETROS	UNIDADES (Kg/d)	UNIDADES (mg/d)
DBO <sub>5</sub>	2.400	298
DQO	5.002	621
SST	2.472	307
SSV	1.978	246
N-NTK	393	49
P	40,25	5

Se establecen las siguientes condiciones de funcionamiento para un proceso de aireación prolongada:

Coefficientes cinéticos

Coefficiente de crecimiento (Y) = 1,3  
 Coeficiente de mortandad (K<sub>d</sub>) = 0,06

Sólidos en suspensión en el licor mezcla = 4.000mg/l (Valor intermedio de entre varios libros, como el de *Tratamiento de Aguas Residuales de R.S. Ramalho (3.500-5.000)*, *Manual de Depuración Uralita (2.000-6.000)*, *Manual de Diseño de Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales(3.000-6.000)*)

El porcentaje de volátiles será el 70% de los sólidos en suspensión, es decir 2.800mg/l

Edad del fango ( $\theta_c$ )= 22 días

y tenemos un valor de DBO<sub>5</sub> soluble en el efluente de 6mg/l, valor tomado de la tabla II.6.1.1 para una edad de fango de 22 días del libro *Manual de Diseño de Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales*.

**Tabla 18. Edad del fango**

Tabla II.6.1.1.: Relación entre la edad del fango  $\theta_c$  y las concentraciones de DBO<sub>5</sub> y S.S. en el agua depurada

Edad del fango $\theta_c$	Concentraciones en el agua depurada					
	S.S. Variable			S.S. Constante		
	S.S.	DBO <sub>5</sub>	DBO <sub>5</sub> soluble	S.S.	DBO <sub>5</sub>	DBO <sub>5</sub> soluble
(d)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
1	40	47	23	30	41	23
2	40	40	16	30	34	16
3	30	31	13	30	31	13
4	25	26	11	30	29	11
5	25	24	9	30	27	9
6	25	24	9	30	27	9
7	25	23	8	30	26	8
8	20	20	8	30	26	8
9	20	19	7	30	25	7
10	20	19	7	30	25	7
12	20	19	7	30	25	7
14	20	19	7	30	25	7
16	20	18	6	30	24	6
18	20	18	6	30	24	6
20	15	15	6	30	24	6
25	15	15	6	30	24	6
30	15	14	5	30	23	5

La nomenclatura a utilizar será la misma que se ha descrito en el punto 3.2 (ESTUDIO DE DIMENSIONAMIENTO, tabla 5. Nomenclatura) del estudio comparativo.

**a. Volumen del reactor**

$$X = \frac{\theta_c}{t_r} \frac{Y \cdot (s_o - s)}{(1 + K_d \cdot \theta_c)} ; \text{ sustituyendo } t_r = \frac{V_r}{Q}$$

$$V_r = \frac{\theta_c Q}{X} \frac{Y(s_o - s)}{(1 + K_d \theta_c)} ; V_r = \frac{22 \cdot 8.000}{4.000} \frac{1,3 \cdot (298 - 6)}{(1 + 0,06 \cdot 22)} = 7.200 \text{ m}^3$$

Se adoptan dos cubas de dimensiones (15m · 60m · 4m) y se dispondrá de espacio suficiente para una tercera cuba en caso de ampliación o mal funcionamiento (ver plano 2)

**b. Comprobación del tiempo de retención hidráulica**

$$t_r = \frac{V_r}{Q} = \frac{7.200}{8.000} = 0,9 \text{ días} = 21,6 \text{ (16h - 30h)}$$

**c. Comprobación de la carga másica**

$$C_m = \frac{S_0 \cdot Q}{X \cdot V_r} = \frac{298 \cdot 8.000}{4.000 \cdot 7.200} = 0,083 \left( \frac{\text{Kg.DBO}_5 / \text{d}}{\text{MLSS}} \right) \quad (0,05 - 0,15)$$

**d. Comprobación de la carga volúmica**

$$C_v = \frac{S_0 \cdot Q}{V_r} = \frac{298 \cdot 8.000}{1.000 \cdot 7.200} = 0,33 \left( \frac{\text{Kg.DBO}_5 / \text{d}}{\text{m}^3} \right) \quad (0,16 - 0,35)$$

Como se comprueba, los valores del tiempo de retención, la carga másica y la carga volúmica son correctos, según la Tabla II.6.1.2: *Valores normales de diseño para los diferentes procesos de fangos activos, del libro de Aurelio Hernández Lehmann.*

**Tabla 19. Valores normales de diseño**

Tabla II.6.1.2.: *Valores normales de diseño para los diferentes procesos de fangos activos*

Variantes del proceso		Edad del fango (d)	Tiempo de retención (h)	Carga másica (kg DBO <sub>5</sub> /d/kg MLSSV)	Carga volúmica (kg DBO <sub>5</sub> /d/m <sup>3</sup> )	MLSS (mg/l)
Convencional		4-12	4-8	0,2-0,4	0,32-0,64	1.500-3.500
Mezcla completa		5-15	3-5	0,2-0,6	0,4-0,9	2.500-4.000
Aireación escalonada		5-15	4-8	0,2-0,4	0,64-0,96	2.000-3.500
Contacto-estabilización	U.C	3-10	1-3	0,2-0,6	0,8-1,2	1.000-3.000
	U.E		3-6			4.000-10.000
Alta Carga		5-10	2-4	0,4-1,5	1,3-3,0	4.000-10.000
Muy alta Carga		0,1-0,5	0,5-2	2-8	5-15	1.500-3.500
Aireación prolongada		20-30	16-30	0,05-0,15	0,16-0,35	3.000-6.000

**e. Necesidad teórica de oxígeno**

O.N.<sub>T</sub> = Necesidad de oxígeno teórica (Kg.O<sub>2</sub>/d)

O.N.<sub>S</sub> = Necesidad de oxígeno para la síntesis (Kg.O<sub>2</sub>/d)

O.N.<sub>E</sub> = Necesidad de oxígeno para la endogénesis (Kg.O<sub>2</sub>/d)

$$O.N._T = O.N._S + O.N._E$$

Para la síntesis:

a' = Coeficiente de necesidades de oxígeno para la síntesis (Kg.O<sub>2</sub>/ Kg.DBO<sub>5</sub>)

$a' = 0,5 + 0,01 \cdot \theta_c = 0,5 + 0,01 \cdot 22 = 0,72$ ; como es mayor a 0,62; se toma el valor 0,62.

$$O.N._S = 0,62 \cdot 2.400 = 1.488(Kg.O_2 / d)$$

Para la endogénesis:

$b'$  = Coeficiente de necesidad de oxígeno para la endogénesis (Kg.O<sub>2</sub>/ Kg.DBO<sub>5</sub>)

$$b' = \frac{0,13 \cdot \theta_c}{1 + 0,16 \cdot \theta_c} = \frac{0,13 \cdot 22}{(1 + 0,16 \cdot 22)} = 0,63$$

$$O.N._E = 0,63 \cdot 2.400 = 1.519(Kg.O_2 / d)$$

$$O.N._T = 1.488 + 1.519 = 3.007(Kg.O_2 / d)$$

Con la edad de fango que tenemos habrá nitrificación en el sistema

a) Carga de nitrógeno a nitrificar (N<sub>N</sub>)

Influente al reactor biológico:  $393Kg.N - NTK / d$

De estos, suponemos que el 2.5% es orgánico:  $9,825(Kg / d)$   
97.5% es N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>:  $383,175(Kg / d)$

A deducir:

N<sub>orgánico</sub> en salida (estimado 1mg/l) =  $6,15(Kg / d)$

N en fangos en exceso (estimado 5% de DBO<sub>5</sub>) =  $120(Kg / d)$

$$N_N = 393 - 6,15 - 120 = 267(Kg / d)$$

b) Capacidad de desnitrificación

Los requisitos del vertido son  $N-NO_3 \leq 20mg / l \longrightarrow 122,86(Kg / d)$

Luego la cantidad de nitrógeno a desnitrificar será:

$$267 - 122,86 = 144(Kg / d)$$

Capacidad de desnitrificación

$$\frac{144}{2.400} = 0,06(KgN - NO_3 / KgDBO_5)$$

c) Eliminación media de nitrógeno

Nitrógeno desnitrificado diariamente:  $144Kg$

Nitratos en la salida diariamente:  $N_N - N-NO_3_{desnitrif.} =$

$$267 - 144Kg = 122,86(Kg / d)$$

d) Oxígeno necesario para nitrificar/desnitrificar

$$\frac{(4,6 \cdot N - NO_{3\text{efluente}} + 1,7 \cdot NO_{3\text{desnitrif.}})}{(KgDBO_5 / d)} =$$

$$\frac{(4,6 \cdot 122,86 + 1,7 \cdot 144)}{2.400} = 0,34 (KgO_2 / KgDBO_5)$$

Por tanto, en esta hipótesis la necesidad total teórica de oxígeno será:

$$0,62 + 0,63 + 0,34 = 1,6 (KgO_2 / KgDBO_5)$$

Considerando los Kg.DBO<sub>5</sub> eliminados al día:

$$\eta = \left( \frac{298 - 6}{298} \right) = 0,9798 \quad 0,9798 \cdot 2.400 = 2.352 (Kg / d)$$

$$\text{Oxígeno necesario} = 1,6 \cdot 2.352 = 3.740 (KgO_2 / d)$$

**f. Necesidad punta de oxígeno**

En este caso se tiene una punta de contaminación en P=200% ; lo cual aplicando la fórmula  $0,45 \cdot P + 55$ , de la bibliografía mencionada, se traduce en una punta de oxigenación sobre la síntesis y sobre la nitrificación de:  $0,45 \cdot 200 + 55 = 145$  ; aproximadamente un 150%

- Necesidades de síntesis:  $1,5 \cdot 0,62 = 0,93 (KgO_2 / KgDBO_5)$
- Necesidades de nitrificación:  $1,5 \cdot 0,34 = 0,51 (KgO_2 / KgDBO_5)$
- Necesidad de endogénesis:  $0,63 (KgO_2 / KgDBO_5)$

$$\text{Necesidad total punta} = 0,93 + 0,51 + 0,63 = 2,1 (KgO_2 / KgDBO_5)$$

$$\text{Considerando los Kg.DBO}_5 \text{ eliminados al día: } 0,9798 \cdot 2.400 = 2.352$$

$$\text{Oxígeno necesario punta} = 2.352 \cdot 2,1 = 4.866 (KgO_2 / KgDBO_5)$$

**g. Cálculo de las necesidades reales de oxígeno**

$$Ox.\text{real} = \frac{Ox.\text{necesario}}{K_t}$$

$$K_t = K_{t1} \cdot K_{t2} \cdot K_{t3}$$

$$K_{t1} = 0,93$$

$$K_{t2} = 1,21$$

$$K_{t3} = 0,9$$

Los valores de  $K_{t1}$ ,  $K_{t2}$  y  $K_{t3}$  han sido calculados en las tablas, obteniéndose un valor de  $K_t=1,01$ ; por lo tanto

$$Ox.real = 3.740 / 1,01 = 3.693(Kg / d)$$

$$Ox.real.punta = 4.866 / 1,01 = 4.805(Kg / d)$$

**h. Potencia a instalar**

$$Potencia = \frac{Ox.real.punta}{Capacidad.transferecia} = \frac{4.805}{2 \cdot 24} = 100kW = 136C.V.$$

Se adopta una capacidad de transferencia de las turbinas de  $2(KgO_2 / kWh)$  , según el Manual de Diseño de Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales.

Se consideran las condiciones adaptadas en el tanque de aireación de  $15m \cdot 60m$  ; y se hace la siguiente distribución: 3 turbinas de 25Kw. de potencia cada una en cada tanque

**i. Recirculación**

$$r = \frac{[X - (1 - \Phi) \cdot Y \cdot (S_0 - S)]}{X_{v,u} - X} = \frac{[4.000 - (1 - 0,77) \cdot 1,3 \cdot (298 - 6)]}{12.500 - 4.000} = 0,46$$

$$Q_r = r \cdot Q = 0,46 \cdot 8.000 = 3.683m^3 / d$$

**j. Cálculo de los fangos en exceso**

Método 1

Según las fórmulas del apartado teórico 6.1.1.8 del Manual de Diseño de Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales:

$$Volátiles = \frac{0,57}{1 + 0,16 + \theta} + 0,14 + 0,2 \cdot \frac{0,6 \cdot S.S.}{DBO_5}$$

$$Totales = \frac{0,57}{1 + 0,16 + \theta} + 0,14 + 0,5 \cdot \frac{0,6 \cdot S.S.}{DBO_5}$$

$$\frac{0,6 \cdot S.S.}{DBO_5} = \frac{0,6 \cdot 2.472}{2.400} = 0,62$$



La cantidad de fango será:

$$P_x(SSV) = \left( \frac{0,57}{1 + (0,16 \cdot 22)} + 0,14 \cdot 0,2 \cdot 0,62 \right) \cdot (\eta \cdot KgDBO_{5e \text{ liminado}} / d) = 0,39 \cdot (0,9798 \cdot 2.400) = 916,5 (KgSSV / d)$$

$$P_x(SST) = \left( \frac{0,57}{1 + (0,16 \cdot 22)} + 0,14 \cdot 0,5 \cdot 0,62 \right) \cdot (\eta \cdot KgDBO_{5e \text{ liminado}} / d) = 0,58 \cdot (0,9798 \cdot 2.400) = 1.352,5 (KgSST / d)$$

### Método 2

A partir de la ecuación de producción de biomasa según:

$$P_x(SSV) = \frac{Y \cdot (S_0 - S) \cdot Q}{(1 + K_d \cdot \theta_c)} = \frac{1,3 \cdot (298 - 6) \cdot 8.000}{(1 + 0,06 \cdot 22)} = 1.330 (Kg / d)$$

La masa total de fangos a purgar, teniendo en cuenta que un 70% de los sólidos son volátiles, al estar en un proceso de aireación prolongada y por lo tanto estar la biomasa muy estabilizada será:

$$P_x(SST) = \frac{1.330}{0,7} = 1.900 (Kg / d)$$

La cantidad de masa a purgar se calculará como:

$$Masa.purgar = Incremento.biomasa - SS.perdidos.efluente = 1.900 - 0,015 \cdot 8.000 = 1.780 (KgSST / d)$$

El segundo método es el que da los resultados más desfavorables y es el que se utilizará para realizar los posteriores cálculos, por lo tanto:

$$P_x(SSV) = 1330 Kg.SSV/d$$

$$P_x(SST) = 1780 Kg.SST/d$$

**5.4 Decantación secundaria**

Las recomendaciones sobre parámetros en decantación, después de un proceso biológico vienen dadas en la **tabla II.6.1.7**, tomada de la bibliografía (*Manual de diseño de Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales*).

**Tabla 19. Parámetros decantación secundaria**  
 Tabla II.6.1.7.: Parámetros en la decantación secundaria de fangos activos

Proceso	Carga s/ vertedero (m <sup>3</sup> / h· ml)		Carga de sólidos (Kg/m <sup>2</sup> ·d)		Tiempo de retención (h)		Velocidad ascensional (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ·h)	
	Q <sub>med</sub>	Q <sub>max</sub>	Q <sub>med</sub>	Q <sub>max</sub>	Q <sub>med</sub>	Q <sub>max</sub>	Q <sub>med</sub>	Q <sub>max</sub>
Convencional	≤ 5,7	≤ 10,5	≤ 2,5	≤ 6,0	≥ 3	≥ 2	≤ 0,8	≤ 1,5
Alta carga	≤ 6,5	≤ 11,5	≤ 5,6	≤ 9,5	≥ 2,5	≥ 1,5	≤ 1,18	≤ 2
Aireación escalonada	≤ 6,5	≤ 11,5	≤ 2,8	≤ 6,2	≥ 2,0	≥ 1,5	≤ 1,35	≤ 2
Contacto estabilización	≤ 6,5	≤ 11,5	≤ 2,2	≤ 5,5	≥ 3,2	≥ 1,6	≤ 1,02	≤ 2
Aireación prolongada	≤ 4,0	≤ 9	≤ 4,2	≤ 7,0	≥ 3,6	≥ 1,7	≤ 0,7	≤ 1,5

**a. Cálculo de la superficie**

A caudal máximo:  $A = \frac{Q_{m\acute{a}x.}}{V_{asc.Q_{m\acute{a}x.}}} = \frac{800}{1,5} = 533,33m^2$

A caudal medio:  $A = \frac{Q_{med.}}{V_{asc.Q_{med.}}} = \frac{333}{0,7} = 447m^2$

Se toma el área mayor, luego el área debe ser superior a 533,33m<sup>2</sup>  
 Se toman 2 unidades de 267 m<sup>2</sup>;

$\frac{\pi \cdot \Phi^2}{4} = 267m^2$  ; y despejando se obtiene un  $\Phi = 18,43m$ .

Se toma un  $\Phi = 19m$  y por lo tanto el área total de los decantadores será de 570m<sup>2</sup>

dejando espacio para un tercer decantador de las mismas dimensiones, para una posible ampliación o mal funcionamiento

**b. Comprobación de la carga de sólidos**

A caudal máximo:  $C_{sol.} = \frac{X \cdot Q_{m\acute{a}x.}}{Superficie} = \frac{4 \cdot 800}{570} = 5,65(Kg / m^2 \cdot h) \leq 7$  por lo tanto correcto.

A caudal medio:  $C_{sol.} = \frac{X \cdot Q_{med.}}{Superficie} = \frac{4 \cdot 333,33}{570} = 2,35(Kg / m^2 \cdot h) \leq 4,2$  por lo tanto correcto.

**c. Cálculo del volumen**

$$\text{A caudal máximo: } V = t_{r(Q_{\text{máx.}})} \cdot Q_{\text{máx.}} = 1,7 \cdot 800 = 1.360 \text{m}^3$$

$$\text{A caudal medio: } V = t_{r(Q_{\text{med.}})} \cdot Q_{\text{med.}} = 3,6 \cdot 333,33 = 1.200 \text{m}^3$$

Se toma el volumen mayor, luego el volumen debe ser superior a 1360m<sup>3</sup>. Se calcula la altura, dividiendo el volumen entre la superficie, y se obtiene un resultado de 2,39m; al ser un valor inferior al recomendado por el ente público del agua (E.P.A.) (3m-5m), se toma como valor para la altura 3m; obteniéndose un volumen real de:

$$V = \text{Superficie} \cdot \text{altura} = 570 \cdot 3 = 1.710 \text{m}^3$$

**d. Comprobación de la carga sobre vertedero**

$$\text{A caudal máximo: } C_{\text{vert.}} = \frac{Q_{\text{máx.}}}{2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot r} = \frac{800}{2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 9,5} = 6,68 (\text{m}^3 / \text{ml} \cdot \text{h}) \leq 9; \text{ por lo tanto correcto.}$$

$$\text{A caudal medio: } C_{\text{vert.}} = \frac{Q_{\text{med.}}}{2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot r} = \frac{333,33}{2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 9,5} = 2,78 (\text{m}^3 / \text{ml} \cdot \text{h}) \leq 4; \text{ por lo tanto correcto.}$$

**5.5 Tratamiento terciario**

Se llevará a cabo mediante un filtro de arena, en el cual el efluente obtenido del decantador secundario lo haremos pasar por un filtro de arena, en el que se retendrá entre el 80% y el 92% de la arena que él arrastra.

Según los datos obtenidos del autor Metcalf & Eddy, el filtro mas conveniente para el tipo de instalación proyectada será un filtro de arena convencional con funcionamiento en semicontínuo y dirección de flujo descendente.

El lavado del filtro se realizará a contracorriente cuando el caudal de salida alcance un mínimo o una concentración de sólidos en suspensión totales prefijados.

La velocidad de filtración estará comprendida entre 4.8m/h y 19.2 m/h, intervalo en el cual la velocidad no afecta a la estabilidad de los flóculos formados.

**Datos de partida**

$$\text{Caudal entrada: } 333,33 (\text{m}^3 / \text{h})$$

[SST] entrada: 20 mg/l (requisito de salida según ley 91/271)

Rendimiento retención arena: 85 %

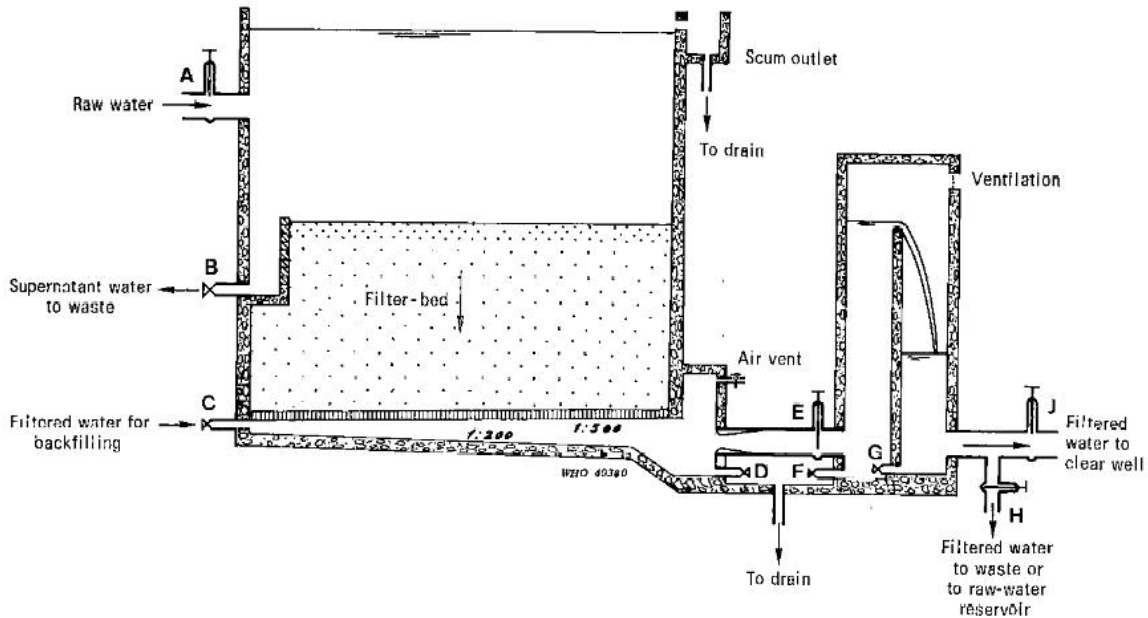
Espesor capa filtrante: 75 cm

Carga hidráulica: 5-2 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h

Lavado: aire + agua

Velocidad de filtración: 19 m/h

Profundidad capa filtrante de arena: 90 cm



**Cálculos**

Cantidad de SST=

$$= Q \left( \frac{m^3}{h} \right) \cdot [SST] \left( \frac{mg}{l} \right) = 333,33 \left( \frac{m^3}{h} \right) \cdot 20 \left( \frac{mg}{l} \right) \cdot 10^3 \left( \frac{l}{m^3} \right) \cdot 10^{-6} \left( \frac{Kg}{mg} \right) = 6,7 (Kg / h)$$

$$\text{Área} = \frac{Q \left( \frac{m^3}{h} \right)}{\text{Veloc.} \left( \frac{m}{h} \right)} = \frac{333,33 \left( \frac{m^3}{h} \right)}{19 \left( \frac{m}{h} \right)} = 17,55 m^2$$

Como el filtro será de dimensiones cuadradas, el lado tendrá una longitud de:

$$L = \sqrt{\text{Área}} = \sqrt{17,55 m^2} = 4,19 m ; \text{ se tomará una longitud de } 4,25 m$$

$$\text{Cantidad de SST retenido} = 6,7 (Kg.SST / h) \cdot 0,85 = 5,7 (Kg.SST / h)$$

$$\text{Cantidad de SST que se escapa} = 6,7 (Kg.SST / h) \cdot 0,15 = 1 (Kg.SST / h)$$

Por lo tanto se construirá un **filtro de arena por gravedad** cuadrado de dimensiones  $4,25m \cdot 4,25m$

**5.6 Espesamiento por gravedad**

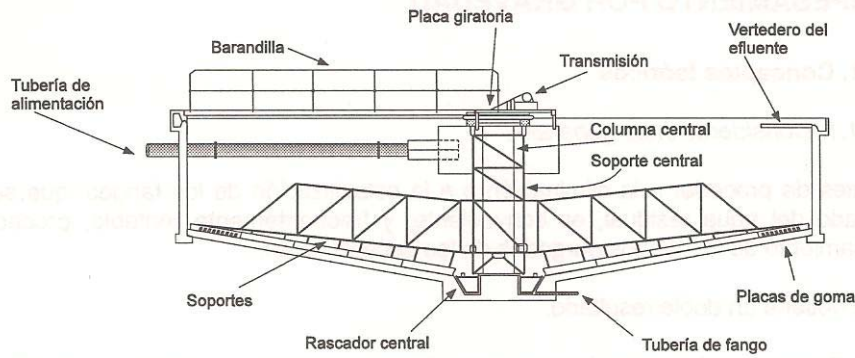


Fig. III.2.1. *Espesador de gravedad circular*

**Fangos procedentes de decantación secundaria**

$$F_1(SST) = 1780 \text{Kg.SST/d}$$

$$F_2(SSV) = 1330 \text{Kg.SST/d}$$

Para el cálculo se adoptan los valores recomendados por las tablas de la bibliografía (*Manual de diseño de Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales*), que son los siguientes:

$$\text{Concentración de entrada: } C_{F1} = 3\% = 30 \text{ (Kg / m}^3\text{)}$$

$$\text{Concentración de salida: } C_{F_{eq.}} = 8\% = 80 \text{ (Kg / m}^3\text{)}$$

$$\text{Carga hidráulica máxima: } C_{Heq.} = 1 \text{ (m}^3 \text{ / m}^2 \cdot \text{h)}$$

$$\text{Carga de sólidos máxima: } C_{Seq.} = 110 \text{ (Kg / m}^2 \cdot \text{d)}$$

$$\text{Tiempo mínimo de retención: } t_{r.eq.} = 24 \text{ h}$$

$$\text{Tiempo de operación del bombeo de fangos: } t_{BF1} = 8 \text{ (h / d)}$$

**Cálculos**

**a. Volumen necesario**

$$V = \frac{(F_1(SST)) \cdot t_{r.eq.}}{C_{F1} \cdot 24} = \frac{1.780 \cdot 24}{30 \cdot 24} = 59,33 \text{ m}^3$$

**b. Superficie necesaria**

El caudal diario de bombeo será  $Q_{BF1} = \frac{F_1(SST)}{C_{F1}} = \frac{1.780}{30} = 59,33(m^3 / d)$

y como se ha establecido que este caudal será introducido en el espesador en 8h., el caudal horario introducido será:

$$Q_{BF1} = \frac{59,33(m^3 / d)}{8(h / d)} = 7,42(m^3 / h)$$

La superficie será:  $A = \frac{Q_{BF1}}{C_H} = \frac{7,42}{1} = 7,42m^2$ ; despejando nos da un diámetro de 3,1m y

se adopta un nuevo diámetro de 3,5m, dando una superficie real=  $9,62 m^2$

**c. Comprobación de la carga de sólidos**

$$C_{SOL.} = \frac{F_1(SST)}{S_{real}} = \frac{1.780}{9,62} = 185(Kg / m^2 \cdot d) \geq 110(Kg / m^2 \cdot d);$$

por lo tanto será necesario ampliar la superficie:

$$A = \frac{F_1(SST)}{C_{SOL.}} = \frac{1.780}{110} = 16,2m^2$$

**d. Dimensiones unitarias**

$$h = \frac{V}{A} = \frac{59,33}{16,2} = 3,67m \geq 3;$$

por lo tanto se recalcula para un altura de 3m y se obtiene un área de aproximadamente 20m<sup>2</sup> y despejando se obtiene un diámetro de 5m  
 Para una unidad circular de **5m de diámetro y una altura de 3m** se obtiene un **área real de 20m<sup>2</sup> y un volumen de 60 m<sup>3</sup>**

**e. Comprobaciones**

$$t_r = \frac{V \cdot C_{F1} \cdot 24}{F_1(SST)} = \frac{60 \cdot 30 \cdot 24}{1.780} = 24,3h \geq 24h;$$

**Tabla 20. Tiempo de retención**

Tabla III.2.3.: Valores de diseño para el tiempo de retención

	F. primario	F. activos	F. mixtos	F. aireación prolongada	F. estabilización aerobia
Tiempo de retención (horas)	≥24	≥24	≥24	≥24	≥24

Carga hidráulica:  $C_{Heq.} = \frac{Q_{BF1}}{A} = \frac{7,42}{20} = 0,37(m^3/m^2 \cdot h) \leq 1,4(m^3/m^2 \cdot h)$ ; por lo tanto correcto.

Carga de sólidos:  $C_{Seq.} = \frac{F_1(SST)}{A} = \frac{1.780}{20} = 89(Kg/m^2 \cdot h)$ ; se da por correcto, ya q el valor debe estar comprendido entre  $90 - 130(Kg/m^2 \cdot h)$

### 5.7 Deshidratación de fangos

Fangos de entrada al deshidratador:  $F(SST) = 1780Kg.SST/d$

Concentración de entrada:  $C_{F1} = 5\% = 50Kg./m^3$

Concentración de salida:  $C_{Feg} = 25\% = 250Kg./m^3$

Días de trabajo a la semana:  $d_s = 5d/sem$

Horas de funcionamiento diarias:  $h_D = 8h/d$

Sistema de deshidratación: Filtro de banda

#### a. Depósito tampón de fangos digeridos

Es conveniente disponer siempre, dado el funcionamiento discontinuo de las instalaciones de deshidratación, de un depósito de fango digerido que garantice una cierta capacidad de tampón.

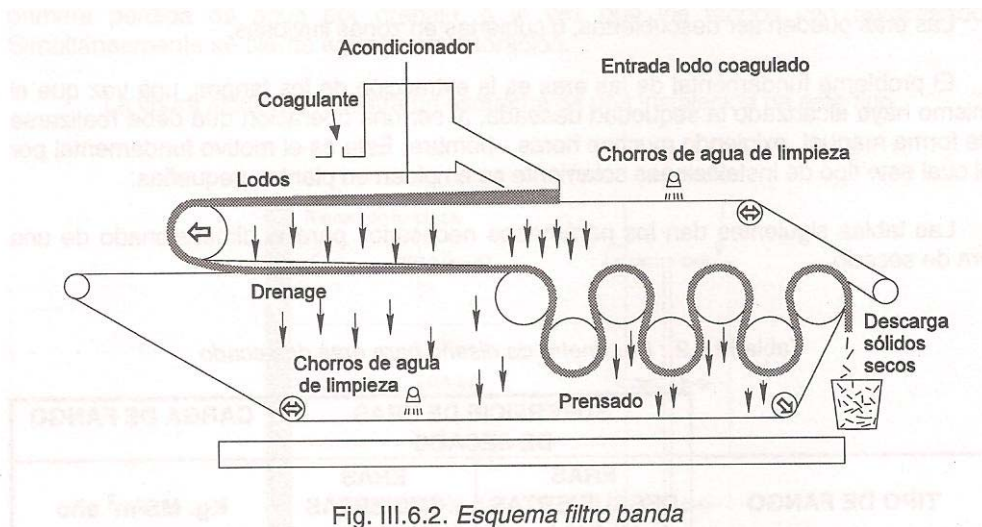
Teniendo en cuenta que en la instalación no se prevé deshidratar los fines de semana, se adopta un depósito de tiempo de retención de 3 días ( $t_r = 3$ )

$$Q_{desh.} = \frac{F(SST)}{C_{F1}} = \frac{1.780}{50} = 35,6(m^3/d)$$

Volumen del depósito =  $t_r \cdot Q_{desh.} = 3 \cdot 35,6 = 107m^3$ ; despejando se obtiene una unidad circular de 3,69m de radio, se aproxima a 3,75m y por lo tanto un diámetro de 7,5m; obteniéndose un **volumen real de 110,4 m<sup>3</sup>**

$$t_{r.real} = \frac{V}{Q_{desh.}} = \frac{110,4}{35,6} = 3,1d$$

**b. Cálculo del filtro de banda**



Horas de funcionamiento semanal

$$H_F = d_s \cdot h_D = 5 \cdot 8 = 40h$$

Caudal diario de fango a secar

$$Q_{desh.} = \frac{F(SST)}{C_{F1}} = \frac{1.780}{50} = 35,6(m^3 / d)$$

Caudal de fango seco

$$Q_{seco} = \frac{F(SST)}{C_{Feq}} = \frac{1.780}{250} = 7,2(m^3 / d)$$

Este fango seco se depositará en una tolva de 10m<sup>3</sup> de volumen, que se vaciará diariamente en un camión para su posterior vertido

Caudal horario de fango secado

$$Q'_{desh.} = \frac{Q_{desh.} \cdot d_s}{H_F} = \frac{35,6 \cdot 5}{40} = 4,45(m^3 / d)$$

Carga horaria de fango

$$C_F = \frac{F(SST) \cdot d_s}{H_F} = \frac{1.780 \cdot 5}{40} = 222,5(Kg / h)$$

Se adoptan 2 unidades de filtro de banda, por lo que el caudal de alimentación a cada uno de ellos será:

$$Q_{Filtro\ Banda} = \frac{Q'_{desh.}}{2} = \frac{4,45(m^3 / d)}{2} = 2,225(m^3 / d)$$

Se adopta una carga de fango por ancho de banda de 200(Kg / m · h)



Carga de fango =  $\frac{C_F}{A \cdot n^\circ \text{ filtros}}$ ; despejando  $A = \frac{222,5}{200 \cdot 2} = 0,56m$ ; y se adopta un ancho de banda comercial de 0,75m

$$\text{Carga de fango real} = \frac{222,5}{0,75 \cdot 2} = 148,33 (\text{KgSST} / m \cdot h)$$

### c. Cálculo del caudal de lavado

Según el apartado 6.1.3 del *Manual de Diseño de Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales* se adopta un caudal de agua de lavado de  $1,7(l / m \cdot s)$

$$\text{Caudal de agua de lavado} = 1,7 \cdot 1,5 = 2,55 l / s$$

“El 1,5 sale de multiplicar el ancho de banda comercial de 0,75m por las 2 unidades de filtro de banda”.

Se adoptan 3 bombas (una de reserva) de 1,27l/s cada una, con una presión de lavado de 60mca., según la misma bibliografía.

**Tabla 21. Parámetros de diseño-filtro de banda**

Carga de aplicación de fango	90 – 680 (Kg / m · h)
Agua de lavado	1,6 – 6,3 (l / m · s)
Presión de lavado	50 – 70 (mca)

### d. Dosificación de reactivos

$$\text{Concentración de la selección de polielectrolito} = 0,55\% = 5,5 (\text{Kg} / m^3)$$

Dosificación máxima prevista (tabla III.6.3, de la misma bibliografía) =  $D_{\text{poli.}} = 5 \text{Kg/T.M.S.}$

Consumo máximo de polielectrolito al día

$$C_{\text{poli.}} = \frac{F(SST) \cdot D_{\text{poli.}}}{1.000} \cdot \frac{7}{5} = \frac{1.780 \cdot 5}{1.000} \cdot \frac{7}{5} = 12,5 (\text{Kg} / d)$$

Caudal diario de solución al 0,55%

$$Q_{\text{poli.}} = \frac{C_{\text{poli.}}}{5,5} = \frac{12,5}{5,5} = 2,27 (m^3 / d)$$

Se adoptan 2 depósitos de preparación de la solución de  $1,5 m^3$  cada uno

Consumo máximo horario de polielectrolito

$$C_{\text{poli. máx.}} = \frac{F(SST) \cdot D_{\text{poli.}}}{1.000} \cdot \frac{7}{H_F} = \frac{1.780 \cdot 5}{1.000} \cdot \frac{7}{40} = 1,6(\text{Kg} / h)$$

Caudal unitario de las bombas de polielectrolito

Se adoptan 3 bombas (una de reserva) de caudal unitario:

$$Q_{\text{B.máx.}} = \frac{C_{\text{poli.máx.}} \cdot 1.000}{5} = \frac{1,6 \cdot 1.000}{5} = 311,5(l/h)$$

## 6- ETAPAS EN LA DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

Como se ha visto en el estudio comparativo y por razones técnicas, económicas y medioambientales, el tratamiento más adecuado para la EDAR será el de aireación prolongada.

El nombre de aireación prolongada procede del tiempo de retención hidráulico relativamente largo, generalmente entre 16 y 24 horas.

Entre las ventajas que podríamos destacar de utilizar este método, estarían las siguientes:

- Extremada sencillez de funcionamiento: el tratamiento del agua y la estabilización de los fangos se hacen en la misma cuba de aeración
- El largo tiempo de retención hidráulico y la baja actividad bacteriana proporcionan una buena resistencia a los efectos de choques de contaminación, variaciones de pH y efectos de inhibidores o de tóxicos
- Cuando el suministro de oxígeno es suficiente, se produce nitrificación
- Proporciona un buen almacenamiento de los fangos, por lo que una purga semanal generalmente resulta suficiente para la extracción de los fangos en exceso
- Bajos requisitos de superficie, importantísimo debido a la poca disponibilidad del terreno
- Buenos rendimientos de eliminación de sólidos en suspensión y materia orgánica
- Poca generación de olores con un diseño y operación adecuado en el proceso aerobio, fundamental debido a que la EDAR estará próxima a la población

Para el diseño de la EDAR se debe tener en cuenta la población máxima que se prevé en la zona a atender, que será de 20.000 habitantes, por lo tanto la dotación de agua residual será de 8.000 m<sup>3</sup>/día.

Con estos datos y los de las analíticas realizadas por la empresa municipal Chiclana Natural S.A. al agua residual que llega a las otras dos EDARs de la ciudad, que es de similares características al agua que llegará a la EDAR del estudio, se procederá al cálculo y dimensionamiento de la planta. Este cálculo lo desarrollaremos en los puntos siguientes resumiendo a continuación los resultados que arroja:

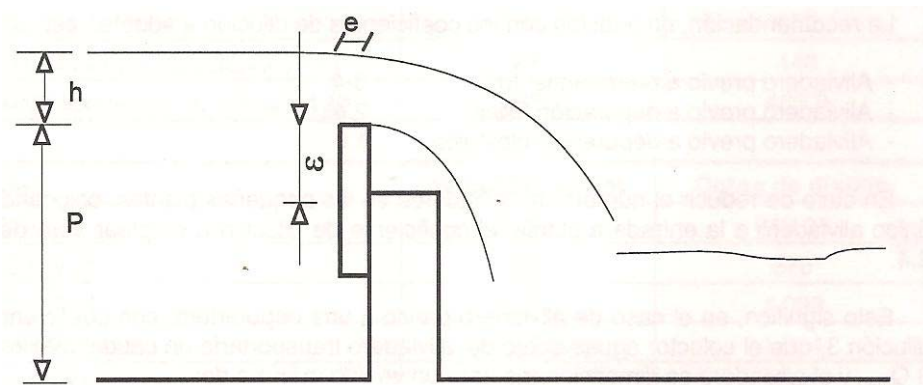
En primer lugar se llevará a cabo un pretratamiento, este pretratamiento, constará de un aliviadero de entrada a planta, posteriormente se realizará el desbaste de sólidos, que permitirá evitar la acumulación y sedimentación de arenas y otros materiales más pesados. Tras el desbaste, se llevará a cabo el desarenado-desengrasado. Entre el desarenado-desengrasado y el decantador primario y el reactor biológico habrá otro aliviadero; como se ha explicado anteriormente, en el tratamiento por aireación prolongada no se incluirá la decantación primaria, por lo tanto el aliviadero irá directamente al reactor biológico. Este reactor serán dos cubas de volumen total igual a 7.200m<sup>3</sup> (15m · 60m · 4m), cada una. Entre el tratamiento biológico y la decantación secundaria se tendrá que construir otro aliviadero. En la decantación secundaria se dispondrá de 2 tanques cilíndricos de altura 3 metros y 19 metros de diámetro. Para la eliminación de los fangos y tras la decantación secundaria se hará un espesamiento por gravedad, seguido de una deshidratación y secado de fangos, mediante un filtro de banda. En el tratamiento terciario, el efluente obtenido del decantador secundario pasará por un filtro de arena, en el que se retendrá entre el 80 y el 92 % de la arena circulante. Según los datos obtenidos del autor Metcalf & Eddy, el filtro más conveniente para el tipo de instalación proyectada será un filtro de arena convencional con funcionamiento en semicontínuo y dirección de flujo descendente. El lavado del filtro se realizará a contracorriente cuando el caudal de salida alcance un mínimo o una concentración de sólidos en suspensión totales prefijados. La velocidad de filtración estará comprendida entre 4.8 y 19.2 m/h, intervalo en el cual la velocidad no afecta a la estabilidad de los flóculos formados.

Las etapas que corresponden a este proceso de depuración son las siguientes:

- Aunque no es una etapa del tratamiento, es necesaria la existencia de aliviaderos a lo largo del proceso depurativo y como se ha calculado en el apartado **5.2.1 Aliviaderos**, perteneciente al cálculo y dimensionamiento de la planta, se construirán 3 aliviaderos, uno a la entrada, otro entre el pretratamiento y el reactor biológico y otro en el reactor y la decantación secundaria, con una longitud total de 9,5m



Un aliviadero es una estructura destinada a la evacuación de las aguas pluviales en exceso sobre la capacidad de tratamiento de la EDAR por medio del rebose lateral o por descarga de fondo. Para evitar el vertido directo de residuos, actualmente se están diseñando con sistema de desbaste automático, dependiendo de su ubicación. Para diseñarlos se determina la longitud del vertedero de alivio en función del caudal a aliviar teniendo en cuenta la capacidad máxima de tratamiento de la planta y el agua de lluvia.



## 6.1 Pretratamiento



**Reja de desbaste y cuchara bivalva**

Con un pretratamiento se pretende separar del agua residual tanto por operaciones físicas como por operaciones mecánicas, la mayor cantidad de materias que por su naturaleza (grasas, aceites, etc.) o por su tamaño (ramas, latas, etc.) crearían problemas en los tratamientos posteriores (obstrucción de tuberías y bombas, depósitos de arenas, rotura de equipos,..)

Las operaciones de pretratamiento incluidas en una E.D.A.R. dependen de:

- La procedencia del agua residual (doméstica, industrial, etc).
- La calidad del agua bruta a tratar (mayor o menor cantidad de grasas, arenas sólidos,...)
- Del tipo de tratamiento posterior de la E.D.A.R.
- De la importancia de la instalación
- etc.

Las operaciones son:

- Separación de grandes sólidos (Pozo de Gruesos)
- Desbaste
- Tamizado

- Dilaceración
- Desarenado
- Desaceitado-desengrasado
- Preaireación

En una planta depuradora no es necesaria la instalación de todas estas operaciones, dependerá de las características antes descritas. En el presente proyecto se realizarán las etapas de desbaste de sólidos y el desarenado-desengrasado.

### **6.1.1 Desbaste de sólidos**

Los objetivos en este paso son:

- Proteger a la E.D.A.R. de la posible llegada intempestiva de grandes objetos capaces de provocar obstrucciones en las distintas unidades de la instalación.
- Separar y evacuar fácilmente las materias voluminosas arrastradas por el agua, que podrían disminuir la eficacia de los tratamientos posteriores.

Esta operación consiste en hacer pasar el agua residual a través de una reja. De esta forma, el desbaste se clasifica según la separación entre los barrotes de la reja en:

- Desbaste fino: con separación libre entre barrotes de 10-25 mm
- Desbaste grueso: con separación libre entre barrotes de 50-100 mm

En cuanto a los barrotes, estos han de tener unos espesores mínimos según sea:

- Reja de gruesos: entre 12-25 mm
- Reja de finos: entre 6-12 mm

En el presente proyecto se adoptará un desbaste medio con una separación libre entre barras de 15 mm y un ancho de barrotes de 12 mm. Al provenir las aguas de la red de saneamiento no se considera necesario la instalación de un desbaste de gruesos, ya que no se esperan sólidos de gran tamaño.

También hay que distinguir entre los tipos de limpieza de rejillas igual para finos que para gruesos:

- Rejas de limpieza manual
- Rejas de limpieza automática

#### **Rejas de limpieza manual**

Se utilizan en pequeñas instalaciones o en grandes instalaciones donde ayudan a proteger bombas y tornillos en caso de que sea necesario utilizarlos para elevar el agua hasta la estación depuradora antes del desbaste. También se utilizan junto a las de limpieza automática, cuando estas últimas están fuera de servicio

Las tareas a realizar en las rejillas de limpieza manual son:

- Vigilar que no se acumulen muchos sólidos en la rejilla, para lo cual se deben limpiar con cierta periodicidad, este período varía de una planta a otra. Las razones de tener que limpiar las rejillas con cierta frecuencia es para evitar que se pudran los sólidos orgánicos allí retenidos, dando lugar a malos olores.
- Vaciar la cuba de los sólidos con cierta regularidad, por los mismos motivos antes expuestos.
- Reparar y sustituir los barrotes que se hallan rotos.

*Problemas derivados:* Como la limpieza se hace periódicamente, llegamos a un grado de colmatación de materia, que al ser eliminada puede provocar un aumento brusco de la velocidad de paso del agua a través de la rejilla, lo cual conlleva una menor retención de residuos y una disminución en el rendimiento. También existe el riesgo de estancamientos, o por descuidos, o por la llegada brusca de materias vegetales, pudiéndose dar también un desbordamiento. Con el objeto de evitar esto es necesario calcular ampliamente la superficie y la inclinación de la rejilla. Actualmente, se tiende a instalar rejillas de limpieza mecánica aun en pequeñas instalaciones para reducir al mínimo el trabajo manual y los problemas derivados de un mantenimiento defectuoso.

#### Rejillas de limpieza mecánica

Este tipo de rejillas es fabricada por varias empresas especializadas y será el ingeniero que realiza el proyecto el que determine que tipo de equipo va a instalar, las dimensiones del canal de la rejilla, el intervalo de variación en la profundidad del flujo en el canal, la separación entre barrotes y el método de control de la rejilla.

La principal ventaja de este tipo de rejilla, es que elimina los problemas de atascos y reducen el tiempo necesario para su mantenimiento. Una rejilla mecánica va normalmente protegida por una pre-rejilla de barrotes más espaciados (50-100 mm), prevista generalmente, para limpieza manual, pero que deberá ser también automática en el caso de instalaciones importantes, o si el agua bruta llega muy cargada de materias gruesas. De los distintos tipos de mecanismo, el más utilizado consiste en un peine móvil, que periódicamente barre la rejilla, extrayendo los sólidos retenidos para su evacuación.

Las rejillas pueden ser curvas o rectas, y a su vez la limpieza puede ser por la cara anterior o por la cara posterior, teniendo cada tipo de limpieza sus ventajas e inconvenientes:

- Las de limpieza anterior pueden sufrir posibles atascamientos cuando se depositan grandes sólidos, o gran cantidad de sólidos, al pie de la rejilla, provocando el bloqueo del mecanismo hasta que se elimine la obstrucción.
- Las de limpieza posterior no tienen este problema de obstrucción ya que las púas del peine, al desplazarse por detrás no están sujetas a bloquearse por formación de depósitos de materia al pie de la rejilla. Sin embargo, hay un mayor riesgo de rotura de los dientes ya que han de tener mayor longitud, y también existe el problema de que los sólidos que queden en retenidos en el rastrillo pueden ser retornados al agua bruta, ya que la limpieza del rastrillo en este sistema se sitúa abajo de la rejilla. En cuanto a su diseño, curvo o recto:
- Las rejillas curvas son solamente de limpieza frontal, consistiendo dicho sistema en uno o dos peines situados al extremo de un brazo que gira alrededor de un eje horizontal. Están indicadas para instalaciones de importancia media con aguas poco cargadas. Su instalación se realizará en canales poco profundos, entre 0,4-2 m. La altura del agua ocupa normalmente el 75% de la longitud del radio. La eliminación de los residuos se realiza un poco por encima de la lámina de agua.

- Las rejas rectas pueden ser de limpieza frontal y de limpieza posterior, con numerosas variantes en su diseño en función del sistema de limpieza que se emplee (de cable con rastrillo, de cables con garfio, de cadenas de cremallera, de tornillos...). Se emplean en instalaciones de gran importancia y para grandes profundidades. Existen rejas que pueden funcionar en canales de hasta 10 m. de profundidad.

El funcionamiento, generalmente discontinuo, del dispositivo de limpieza de la reja, puede automatizarse mediante:

- Temporización: Se establece la secuencia de funcionamiento del rastrillo mediante en reloj eléctrico de cadencia-duración regulable, en función del tiempo de funcionamiento diario calculado.
- Pérdida de carga: El dispositivo de limpieza se pone en marcha automáticamente cuando la pérdida de carga entre la zona anterior y la zona posterior de la reja, debido a su colmatación parcial, sobrepasa un valor establecido.
- Sistema combinado de temporización y pérdida de carga. Las rejas deben ir equipadas con un dispositivo limitador de par, para que en caso de sobrecarga o de bloqueo se pongan fuera de servicio, evitando el deterioro de las mismas.

Además, deberán instalarse dos o más rejas para que pueda quedar fuera de servicio una de ellas por bloqueo o por cuestiones de mantenimiento, sin tener que parar el desbaste. En caso de que solo hubiera una unidad instalada, será necesario establecer un canal de bypass con una reja de limpieza manual para ser usada en casos de emergencia. Dicho canal estará normalmente fuera de servicio impidiendo el flujo de agua a su través por medio de tabloncillos de cierre o por una compuerta cerrada.

El presente proyecto cuenta con dos rejas automáticas de desbaste, una de ellas de reserva., que será utilizada en caso de mal funcionamiento o tareas de limpieza de la primera. Siempre es conveniente la instalación de compuertas de canal aguas arriba y abajo de cada reja, de modo que sea posible dejar la unidad en seco.

La velocidad de paso a través de la reja debe ser el adecuado para que los Sólidos en Suspensión se apliquen sobre la misma sin que se produzca una pérdida de carga demasiado fuerte, ni un atascamiento en la parte profunda de los barros. Como valores medios se estima que la velocidad de paso debe estar entre 0,6-1,0 m/s. a caudal máximo. La velocidad de aproximación a la reja en el canal debe ser mayor de 0,4 m/s, a caudal mínimo, con objeto de evitar depósitos de arena en la base de la unidad. A caudales máximos, la velocidad de aproximación debe aumentarse a 0,9 m/s. Para evitar que se depositen las arenas dejando bloqueada la reja. Se crean pérdidas de carga que varían entre 0.1-0.2 m para las rejas gruesas y entre 0,2-0,4 m para las rejas finas

Los residuos retenidos se evacúan haciéndolos pasar de la reja a unas cintas transportadoras cuyo sistema de arranque y parada estarán sincronizado con el de la reja. De la cinta caen a contenedores donde se depositan hasta su traslado a vertederos o a incineración. Pero en vez de recoger en una cinta transportadora, también podemos hacer caer los residuos a una arqueta de toma de un Tornillo de Arquímedes, dispositivo que permite una evacuación lateral y almacenamiento de residuos en un receptor de mayor capacidad. En plantas importantes se utilizan prensas hidráulicas especiales para detritus, previo a su depósito en contenedores. Con ello se consigue reducir el volumen de residuos y además, disminuir los olores producidos por la materia orgánica en descomposición



## 6.1.2 Desarenado-desengrasado

### 6.1.2.1 Desarenado

Tiene como objetivo eliminar partículas más pesadas que el agua, que no se hayan quedado retenidas en el desbaste, y que tienen una granulometría superior a 200 micras, sobretodo arenas pero también otras sustancias como cáscaras o semillas. Con este proceso se consiguen proteger los equipos de procesos posteriores ante la abrasión, atascos y sobrecargas.

Los desarenadores se instalan para:

- Proteger los elementos mecánicos móviles de la abrasión y el excesivo desgaste
- Reducción de la formación de depósitos pesados en el interior de las tuberías, canales y conducciones
- Reducción de la frecuencia de limpieza de los digestores provocada por la excesiva acumulación de arenas

Existen tres tipos de desarenadores fundamentales:

- a) de flujo horizontal
- b) de flujo vertical
- c) de flujo inducido

#### De flujo horizontal

El agua circula a través del elemento en dirección horizontal y la velocidad de circulación se controla por la propia geometría de la unidad, con compuertas de distribución especiales, y mediante la adopción de vertederos de secciones especiales a la salida del canal. Son utilizados en instalaciones de pequeñas poblaciones y consisten en un ensanchamiento del canal del pretratamiento de forma que se reduzca la velocidad de flujo y decanten las partículas. Debe diseñarse con un canal paralelo para proceder a su limpieza que se realiza manualmente

#### De flujo vertical

Se diseñan mediante tanques que tienen una velocidad ascensional del agua tal que permite la decantación de las arenas pero no caen las partículas orgánicas. Suelen ser depósitos tronco-cilíndricos con alimentación tangencial. El agua entra siguiendo una dirección de flujo tangencial creando un flujo en vórtice; las fuerzas centrífugas y gravitatorias son las responsables de la separación de las arenas

#### De flujo inducido (rectangulares aireados)

Se inyecta una cantidad de aire que provoca un movimiento helicoidal del líquido y crea una velocidad de barrido de fondo constante, perpendicular a la velocidad de paso, la cual puede variar sin que se produzca ningún inconveniente. Además se favorece la separación de las partículas orgánicas que puedan quedar adheridas a las partículas de arena

Este tipo de desarenador ofrece una serie de ventajas frente a otros tipos:

- El agua se airea y por tanto, disminuye la producción de olores
- Rendimientos constantes con lo que podemos variar el caudal sin disminución del rendimiento
- Pérdidas de carga muy pequeñas

- Con un adecuado caudal de aire obtenemos unas arenas muy limpias de materia orgánica
- Puede ser usado también como desengrasador cuando el contenido en grasas del agua bruta no es muy elevado

Los difusores de aire se colocan en uno de los laterales del desarenador, a una altura entre 0,5-0,9 m. La cantidad de aire que hay que suministrar varía según la profundidad del canal:

- De 3,0-12 l/s por metro de longitud del canal para profundidades superiores a 3,6 m
- De 1,5-7,5 l/s por metro de longitud del canal para profundidades menores

Desarenado y desengrasado pueden ir combinados cuando el primero lleva aireación

En el presente proyecto se opta por este tipo de desengrasador debido a las ventajas anteriormente mencionadas

#### **6.1.2.2 Desengrasado**

Son importantes los volúmenes de grasas que se vierten en los colectores, procedentes de los garajes (desprovistos generalmente de decantadores de grasas antes de su incorporación a la red de alcantarillado), de los hogares y calefacciones, de lavaderos, mataderos y de la escorrentía superficial en colectores unitarios. Estas han creado muchos problemas en la técnica de la depuración, especialmente en los elementos y procesos de las plantas que son sensibles a ellas, como los que se indican a continuación:

- En rejillas finas causan obstrucciones que aumentan los gastos de conservación
- En los decantadores forman una capa superficial que dificulta la sedimentación al atraer hacia la superficie pequeñas partículas de materia orgánica
- En la depuración por el sistema de fangos activados dificultan la correcta aireación de forma que acaban disminuyendo el coeficiente de transferencia al 55-70 % al subir las grasas de 0 a 70 mg/l y participan del fenómeno de «bulking»
- Perturban el proceso de digestión de lodos
- La DQO se incrementa en un 20% a 30 %, por las grasas contenidas en los vertidos

Las cantidades de grasas incorporadas en las aguas residuales son muy variables, pero para aguas urbanas, pueden considerarse unas cifras de 24 gramos por habitante y día, o bien el 28 % de los sólidos en suspensión

Tres sistemas son los más comúnmente empleados para la eliminación de grasas:

##### **a. Tanques separadores de grasas:**

Un tanque separador de grasas consiste en un depósito en el que la materia flotante asciende y permanezca en la superficie del agua residual hasta que se recoja y elimine, mientras que el líquido sale del tanque de forma continua, a través de una abertura situada en el fondo. La salida, que está sumergida, se halla situada en el lado opuesto a la entrada y a una cota inferior a ésta para facilitar la flotación y eliminar cualquier sólido que pueda sedimentarse.

##### **b. La desemulsión de las grasas en el desarenador mediante aireación:**

Este sistema permite el ascenso de las grasas a la superficie, y su subsiguiente retirada. La velocidad ascensional de las burbujas de grasa puede estimarse entre 3 y 4 mm/s

### c. Separación de grasas residuales en las balsas de decantación:

Este sistema permite retirar las grasas por medio de rasquetas superficiales

En el presente proyecto se se selecciona un proceso de desarenado-desengrasado conjunto porque:

- Debido a la diferencia de densidad entre las partículas de arena y las partículas de grasa, sus respectivas velocidades de sedimentación no sufren modificaciones al realizar las dos operaciones conjuntamente
- El aire comprimido añadido para la desemeulsión ayuda a impedir la sedimentación de las partículas de fango, poco densas por lo que la arena depositada en el fondo del desarenador es más limpia
- Las partículas de arena, al sedimentar, deceleran las velocidades ascensionales de las partículas de grasa. Disponen así éstas de más tiempo para ponerse en contacto entre si durante su recorrido hacia la superficie, aumentándose el rendimiento de la flotación de grasas
- Ahorro económico debido a que se emplea un sistema de desarenado-desengrase conjunto



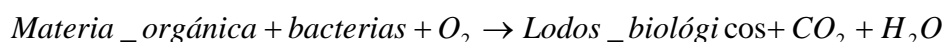
Planta de pretratamiento compacta: se realizan las operaciones de desarenado y desengrasado en un único equipo modular

## 6.2 Línea aguas. Tratamiento secundario

El tratamiento secundario se aplica para descomponer por microorganismos y luego flocular la materia orgánica presente, la cual al degradarse flocula. Este proceso ocurre en la naturaleza, por tanto, se aplicará de forma regulada en aguas residuales, para prevenir la contaminación de las aguas y purificarlas. Este tratamiento emplea con diversas técnicas la materia orgánica biodegradable de las aguas residuales urbanas como nutrientes de una población bacteriana a la cual se le proporciona oxígeno y condiciones controladas para que crezca en un lugar en el cual este crecimiento no tenga influencia en el medio ambiente.

El tratamiento biológico es, por tanto, una oxidación de la materia orgánica biodegradable con participación de bacterias que se ejecuta para acelerar un proceso natural y evitar posteriormente la presencia de contaminantes y la ausencia de oxígeno en los cuerpos de agua.

Estos procesos de oxidación se conocen con el nombre de "Procesos biológicos aerobios"



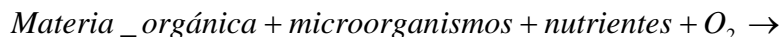
### Tratamiento biológico del agua residual

En esta planta el tratamiento biológico se centrará en aguas de uso doméstico. Es por ello que el principal objetivo es la reducción de la materia orgánica que es la que está más presente en el agua. En otras plantas también se trata la eliminación de nitrógeno y fósforo, que son moléculas inorgánicas contaminantes. Se pueden utilizar técnicas de nitrificación (transformar los nitratos en nitrógeno) y desnitrificación (para eliminar el nitrógeno) y, por ejemplo, métodos de eliminación de fósforo por vía química, en el presente proyecto y tras el tratamiento terciario, el agua se utilizará para regadío o para abastecimiento de los campos de golf próximos a la zona, por lo tanto estas sustancias se utilizarán como nutrientes.

En el presente proyecto se llevara a cabo un tratamiento biológico aerobio, con aireación prolongada, como quedó justificado en el estudio comparativo

### Fundamentos de los procesos biológicos aerobios

La oxidación biológica es el mecanismo por el cual los microorganismos degradan la materia orgánica contaminante del agua residual. De esta forma, estos microorganismos se alimentan de dicha materia orgánica en presencia de oxígeno y nutrientes, de acuerdo con:



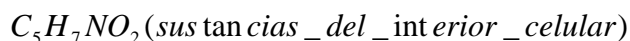
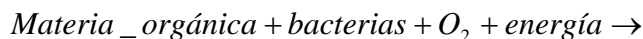
Para que esto ocurra son necesarias dos reacciones:

- Reacciones de síntesis o asimilación
- Reacciones de respiración endógena u oxidación

#### Reacciones de síntesis o asimilación

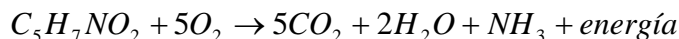
Consisten en la incorporación del alimento al interior de los microorganismos.

Éstos, al obtener suficiente alimento no engordan sino que forman nuevos microorganismos reproduciéndose rápidamente. Parte de este alimento es utilizado como fuente de energía (sustancias del interior de la célula)



#### Reacciones de respiración endógena u oxidación

Los microorganismos, al igual que nosotros, necesitan energía para poder realizar sus funciones vitales (moverse, comer, reproducirse,...), dicha energía la obtienen transformando la materia orgánica asimilada y la acumulada en forma de sustancias de reserva en gases, agua y nuevos productos de acuerdo con:



Tras un tiempo de contacto suficiente entre la materia orgánica del agua residual y los microorganismos (bacterias), la materia orgánica del medio disminuye considerablemente transformándose en nuevas células, gases y otros productos. A todo este conjunto de reacciones se les denomina de oxidación biológica ya que, los microorganismos necesitan de oxígeno para realizarlas. En los sistemas de tratamiento biológico estos procesos se dan de manera simultánea.

### Aireación prolongada

La Aireación Prolongada se encuadra dentro de los procesos de Lodos Activos para el tratamiento de las aguas residuales. En estos procesos los actores principales son los microorganismos (fundamentalmente bacterias), que actúan sobre la materia orgánica (suspendida, disuelta o coloidal), presente en las aguas a tratar, transformándola en gases y en nueva materia celular, que se puede separar fácilmente del agua por sedimentación, dada su mayor densidad.

El agua residual, tras una etapa de pretratamiento (desbaste, desarenado y desengrasado) se introduce en una cuba, o reactor biológico, en el que se mantiene un cultivo bacteriano en suspensión, formado por un gran número de microorganismos agrupados en flóculos. En este reactor tienen lugar la degradación biológica, vía aerobia, de la materia orgánica presente en las aguas residuales.

Las condiciones aerobias en el reactor se logran mediante el empleo de aireadores mecánicos o difusores, que además de oxigenar permiten la homogeneización del contenido del reactor, evitando la sedimentación de los flóculos. Tras un cierto tiempo de permanencia en el reactor, las aguas pasan a un decantador, para separar el efluente depurado de los lodos (nuevas células). Parte de los lodos se recirculan de nuevo al reactor, con objeto de mantener en éste una concentración determinada de microorganismos, y el resto de los lodos se purgan periódicamente.



En el proceso de aireación prolongada, se opera con cargas orgánicas muy bajas y altos tiempos de aireación, prescindiendo de la decantación primaria, y generando fangos estabilizados.

Algunas ventajas que presenta este proceso son:

- Bajos requisitos de superficie
- Buenos rendimientos de eliminación de sólidos en suspensión y materia orgánica
- Los lodos salen de la cuba biológica ya estabilizados

Los rendimientos asociados al tratamiento de aireación prolongada son los siguientes:

**Tabla22. Rendimientos en aireación prolongada**

Parámetro	Porcentaje de eliminación (%)
Sólidos de suspensión	80 - 90
DBO5	80 - 95
N	30 - 40
P	20 - 30
Coliformes Fecales	85 - 95

### Decantación secundaria

Una vez que la materia orgánica ha sido suficientemente oxidada, lo que requiere un tiempo de retención del agua en el reactor, el licor mezcla pasará al denominado decantador secundario o clarificador. Aquí se separan los sólidos de los fangos activados del líquido mezcla. La separación de los sólidos es el último paso en la producción de un efluente estable, bien clarificado, y con bajo contenido en DBO y sólidos suspendidos y, como tal, representa un punto crítico en la operación de un tratamiento de fangos activados.

Los tanques de sedimentación de fangos activados más comúnmente utilizados son los tanques circulares y los rectangulares. En algunas ocasiones se emplean los tanques cuadrados, pero son menos eficaces ya que se producen acumulaciones de sólidos en las esquinas que, posteriormente, escapan por el vertedero debido a la agitación provocada por los dispositivos de recogida de fangos.



En el presente proyecto, se construirán dos decantadores circulares de 19 metros de diámetro y 3 metros de altura cada uno; tras la decantación secundaria por un lado se obtiene agua a la que se le realizará tratamiento terciario con un filtro de arena y por la parte baja de cada decantador saldrá el fango; parte de este fango es recirculado al reactor para mantener la concentración dentro del mismo y otra parte pasará a un espesador por gravedad para ser tratado.

### 6.3 Línea de aguas. Tratamiento terciario

Mediante la realización de un tratamiento terciario a los efluentes procedentes de una EDAR lo que se pretende es la eliminación de otros parámetros contaminantes que no se consiguen reducir en el tratamiento secundario. Los principales son:

- Eliminación de turbidez y afino de sólidos
- Desinfección
- Reducción de sales
- Otros (decloración, eliminación de trazas de compuestos orgánicos, color...)

Tras el tratamiento terciario el efluente se vierte al cauce, respetando la normativa medioambiental o se reutiliza (RD 1620/2007); en el presente proyecto, el agua será utilizada para regadío o para abastecimiento de los campos de golf próximos a la zona.

#### Eliminación de la turbidez y el afino de sólidos

- Tratamiento convencional

Coagulación + Floculación + Decantación

- Filtro de arena
  - Filtro abierto por gravedad
  - Filtro Presurizado
  - Filtro abierto autolimpiante (Dynasand)
- Filtros de Anillas, malla, cesta (Tan solo afino de sólidos)
- MBR
  - Microfiltración
  - Ultrafiltración

#### Desinfección

- CLORACIÓN
  - Cloro Gas
  - Ácido Hipocloroso
  - Hipoclorito Sódico
  - Electrocloración
- ULTRAVIOLETA
  - Canal abierto
  - Tubería

#### - OZONIZACIÓN

#### - OTROS

#### Reducción de sales (sulfatos, cloruros, sodio, bicarbonatos, nitratos, otros)

- OSMOSIS INVERSA
- RESINAS DE INTERCAMBIO IONICO
- ELECTRODIALISIS REVERSIBLE (EDR)

En el presente proyecto el tratamiento terciario se realizará con un filtro de arena por gravedad cuadrado de 4,25 metros de lado.

#### **6.4 Línea de lodos. Espesamiento**

El principal objetivo del espesamiento de los fangos es su concentración, es decir la reducción del volumen de los mismos para facilitar su posterior tratamiento. Además posibilita la mezcla y homogeneización de los fangos procedentes de distintos decantadores. El espesado se suele llevar a cabo mediante procedimientos físicos, que incluyen el espesado por gravedad, flotación, centrifugación y filtros banda por gravedad. La reducción del volumen de fango resulta beneficiosa para los procesos de tratamiento subsiguientes tales como la digestión, deshidratación,... desde los siguientes puntos de vista:

- Capacidad de tanques y equipos necesarios
- Cantidad de reactivos químicos necesarios para el acondicionamiento del fango
- Cantidad de calor necesario para los digestores y cantidad de combustible auxiliar necesario para el secado o incineración, o para ambos

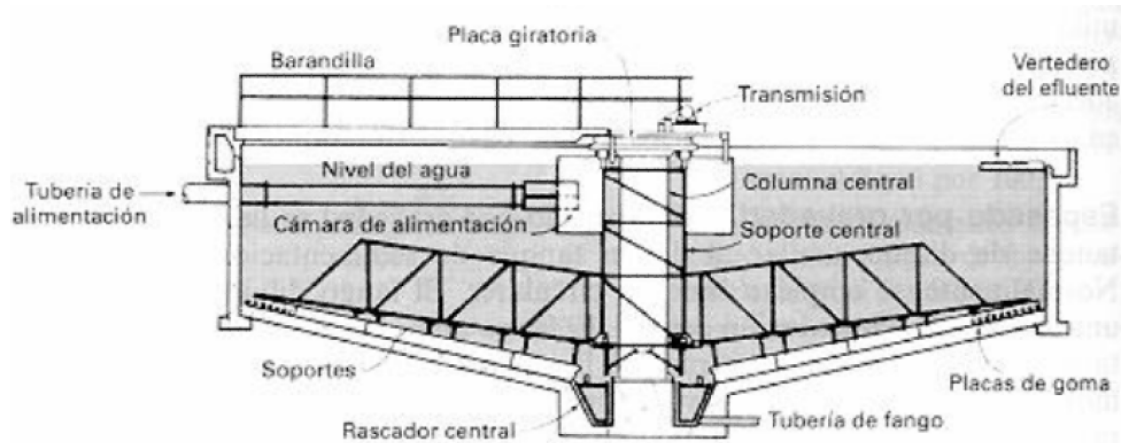
También se favorece, con la reducción del volumen de fango, reducir las dimensiones de las conducciones y los costes de bombeo. Sobretudo en las plantas grandes.

**Tipos de espesamiento**

- Espesamiento por gravedad
- Espesamiento por flotación
- Espesamiento por centrifugación

Espesamiento por gravedad

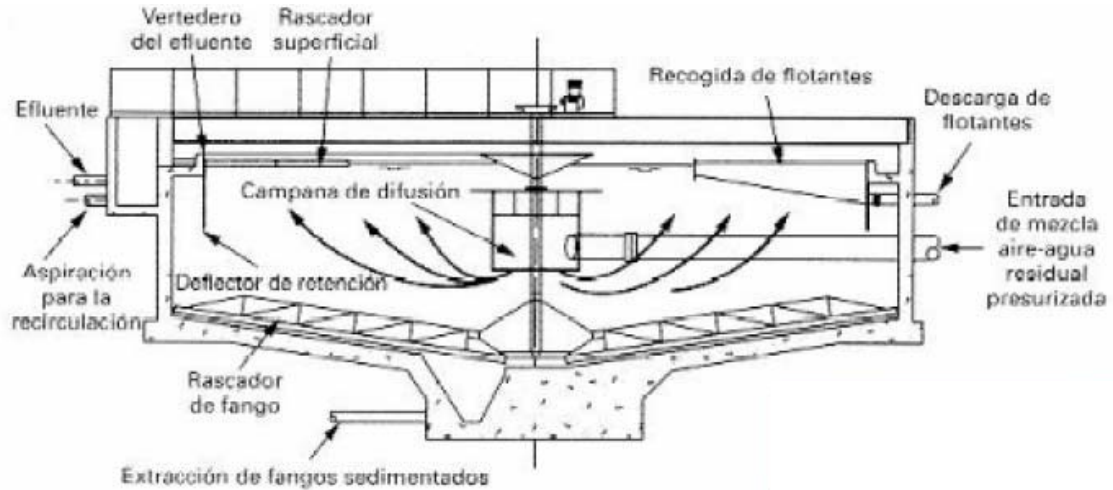
Normalmente para fangos primarios o mixtos. Se da en tanques circulares similares a un decantador convencional. La alimentación se realiza por tubería a una campana central, que sirve como reparto y de zona tranquilizadora. El fango sedimenta y se compacta y posteriormente se extrae por la parte inferior del tanque. Los mecanismos de recogida de fangos consisten en dispositivos dotados de rascadores profundos o piquetas verticales que remueven lentamente el fango. El fango espesado se bombea a digestores o equipos de deshidratación. El sobrenadante originado se retorna a cabecera de planta.





Espesamiento por flotación

Normalmente para fangos biológicos. La mayor o menor facilidad para que se produzca depende de: la afinidad del aire a la partícula, de la densidad de la partícula, del diámetro de la misma y del tamaño de la burbuja. El sistema más utilizado es el de presurización, que puede ser directa parcial o total e indirecta. Los equipos fundamentales de que consta una flotación por aire disuelto mediante presurización son los siguientes: bomba de presurización, depósito de presurización, sistema de inyección de aire, válvulas reductoras de presión y tanque de flotación.



### Espesamiento por centrifugación

Se recomienda para fangos biológicos y debido a los elevados costes energéticos y de mantenimiento únicamente para depuradoras a partir de un cierto tamaño. Las centrífugas constan de un eje horizontal, de un tambor macizo cilíndrico con forma troncocónica en un extremo. Su funcionamiento es continuo. La rotación a gran velocidad del tambor origina una fuerza centrífuga, de manera que los sólidos se concentran en la periferia, y son transportados por un tornillo helicoidal hacia los orificios de salida. Este tornillo gira a velocidad ligeramente diferente a la del tambor, por medio de un accionamiento diferencial.

En el presente proyecto se llevará a cabo un espesamiento por gravedad de los fangos procedentes de los decantadores secundarios.

### **6.5 Línea de fangos. Deshidratado**

La deshidratación es una operación unitaria física (mecánica) utilizada para reducir el contenido de humedad del fango por alguna o varias de las siguientes razones:

- Los costes de transporte del fango por camión hasta el lugar de su evacuación final son notablemente menores cuando se reduce el volumen por deshidratación
  - El fango deshidratado es, generalmente, más fácil de manipular que el fango líquido o espesado. En la mayoría de los casos, el fango deshidratado es susceptible de ser manipulado con traductores dotados de cucharas y palas y con cintas transportadoras
  - La deshidratación del fango suele ser necesaria antes de la incineración del fango para aumentar su poder calorífico por eliminación del exceso de humedad
  - La deshidratación es necesaria antes del compostaje para reducir la cantidad de material de enmienda o soporte
  - En algunos casos, puede ser necesario eliminar el exceso de humedad para evitar la generación de olores y que el fango sea putrescible
  - La deshidratación del fango suele ser necesaria antes de su evacuación a vertederos controlados para reducir la producción de lixiviados en la zona del vertedero
- La eliminación de agua de los lodos se consigue en tres escalones: espesado, deshidratación y secado

En pequeñas depuradoras (siempre buscándose el bajo coste) la eliminación del agua se lleva a cabo de forma natural, mientras que en depuradoras más grandes la tendencia se encaminará hacia la eliminación artificial.

Los procesos de deshidratación pueden ser :

- Naturales (eras de secado y lagunaje)
- Artificiales (filtración a vacío, centrifugación, filtros de prensa y filtros de banda)

### Eras de secado

Se suelen utilizar, normalmente, para la deshidratación de fangos digeridos. Una vez seco, el fango se retira y se retira a vertederos controlados o se utiliza como acondicionador de suelos.

Las principales ventajas de las eras de secado son:

- Bajo coste
- Escaso mantenimiento que precisan
- Elevado contenido en sólidos del producto final

Existen cuatro tipos de eras de secado:

- Convencionales de arena
- Pavimentadas
- De medio artificial
- Por vacío

El problema principal que presentan es que se utilizan principalmente para pequeñas poblaciones (no es este caso) debido a que es necesario disponer de un espacio muy grande y, el tiempo de retención del fango es muy elevado.



### Lagunaaje

Las lagunas de secado se pueden emplear para la deshidratación de fango digerido en lugar de las eras de secado. Debido a los posibles problemas asociados al desprendimiento de olores, las lagunas de secado no son adecuadas para la deshidratación de fangos crudos, fangos tratados con cal, ni fangos con sobrenadantes muy concentrados. Las precipitaciones y las bajas temperaturas inhiben el proceso de deshidratación. El principal mecanismo de la deshidratación es la evaporación. La profundidad del fango suele variar entre 0,75 y 1,25 m.

### Filtración a vacío

La filtración a vacío se ha venido utilizando para la deshidratación de fangos durante más de sesenta años pero su uso ha ido descendiendo a lo largo de los últimos diez años debido al desarrollo y mejora de equipos de deshidratación mecánica alternativos.

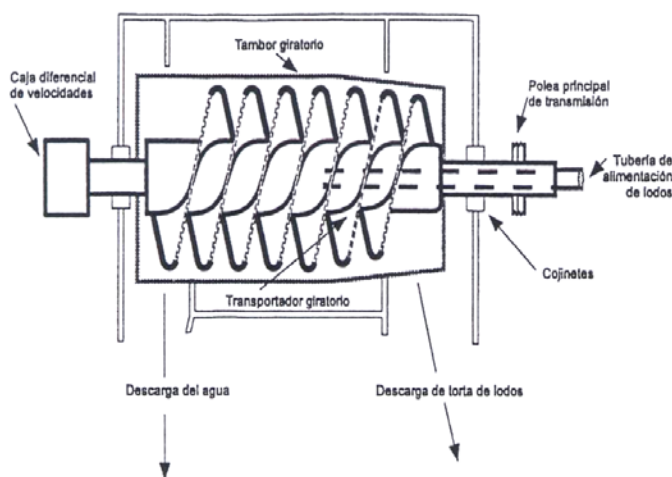
Algunas de las razones que explican el descenso de la utilización de este método son:

- La complejidad del sistema
- La necesidad de reactivos para el acondicionamiento
- Los elevados costes de explotación y mantenimiento

En este tipo de filtración la fuerza motriz que actúa sobre la fase líquida y que provoca un movimiento a través del medio poroso es la presión atmosférica debido a la aplicación del vacío en la superficie inferior del medio filtrante. El filtro de vacío consiste en un tambor cilíndrico horizontal que gira, parcialmente sumergido, en una cuba de fango. La superficie del tambor está recubierta por un medio poroso, la selección del cual depende de las características de deshidratación del fango. La superficie del tambor está dividida en sectores circulares. Cada sector está separado del sector adyacente en los extremos del tambor y está unido a una válvula rotativa situada en el eje del tambor mediante una conducción de vacío/drenaje. La válvula rotativa controla las diferentes fases del ciclo de filtración y conduce el filtrado hacia el exterior del tambor.

### Centrifugación

Este proceso es muy utilizado en la industria para la separación de líquidos de diferente densidad, espesamente d fangos, o separación de sólidos. El proceso también es aplicable a la deshidratación de fangos de aguas residuales, y su aplicación se ha llevado con diferentes grados de éxito. Existen dos tipos de centrifugas aplicadas a la deshidratación de aguas residuales. Las centrifugas de camisa maciza y las centrifugas de cesta (para plantas de pequeñas dimensiones). En las centrifugas de camisa maciza el fango se alimenta a la cuba giratoria a caudal constante y se separa en una torta que contiene los sólidos y un líquido diluido que recibe el nombre de concentrado. El concentrado tiene sólidos finos de baja densidad y se recircula a la línea de tratamiento de la planta. La torta de fango, que tiene un contenido en humedad entre el 70 y el 80 % se descarga de la unidad mediante un tornillo o una tolva con cinta transportadora. Los diseños más modernos permiten concentraciones de entre el 30-35 %.



### Filtros prensa

La deshidratación se lleva a cabo forzando la evacuación del agua presente en el fango por la aplicación de una presión elevada.

Las ventajas de los filtros prensa incluyen:

- Altas concentraciones de sólidos en la torta
- Obtención de un filtrado muy clarificado
- Elevadas capturas de sólidos

Los inconvenientes incluyen:

- Complejidad mecánica
- Elevados costes de reactivos
- Altos costes de mano de obra
- Limitada vida útil de las telas del filtro

Hay varios tipos de filtros prensa destacando los filtros prensa de placas de volumen fijo y los filtros prensa de placas de volumen variable (filtro prensa de membrana). Ambos filtros son semejantes exceptuando que en el de volumen variable detrás del medio filtrante se sitúa una membrana de goma. Esta membrana se expande para conseguir la compresión final reduciendo, de esta manera, el volumen del fango durante la fase de compresión.

### Filtros banda

Son dispositivos de deshidratación de fangos de alimentación continua que incluyen el acondicionamiento químico (previamente han sido acondicionados con electrolito), drenaje por gravedad, y aplicación mecánica de presión para deshidratar el fango.

Se han convertido en uno de los sistemas de deshidratación de fangos más empleado. Han resultado ser efectivos para casi todos los tipos de fangos de aguas residuales municipales.

En la mayoría de los filtros banda, el fango acondicionado es introducido, en primer lugar, en una zona de drenaje por gravedad donde se produce su espesado. En esta fase, la mayor parte del agua libre se elimina por gravedad. En algunos casos esta fase de operación está asistida por un sistema de vacío que favorece el drenaje y ayuda a reducir el

desprendimiento de olores. A continuación del drenaje por gravedad, el fango pasa a una zona de baja presión donde es comprimido entre dos telas porosas opuestas. En algunas unidades, esta zona de aplicación de presión baja va seguida de otra zona de alta presión, en la que el fango se somete a esfuerzos tangenciales a medida que las bandas pasan a través de una serie de rodillos. Estos esfuerzos de prensado y tangenciales favorecen la liberación de cantidades adicionales de agua contenida en el fango. La torta de fango deshidratada se separa de las bandas mediante rascadores.

Un sistema de filtros banda típico está formado por bombas de alimentación de fango, equipos de dosificación de polielectrolito, una cámara de acondicionamiento del fango (floculador), una cinta transportadora de la torta de fango y equipos complementarios (bombas de alimentación de fango, bombas de agua de lavado y compresor de aire).

Las variables que afectan al rendimiento de los filtros banda son numerosas: características del fango, el método y tipo de acondicionamiento químico, las presiones aplicadas, la estructura de la máquina. Los filtros banda son sensibles a variaciones significativas de las características del fango, lo cual da lugar a que el acondicionamiento sea inadecuado y a la reducción de la eficiencia de deshidratación.

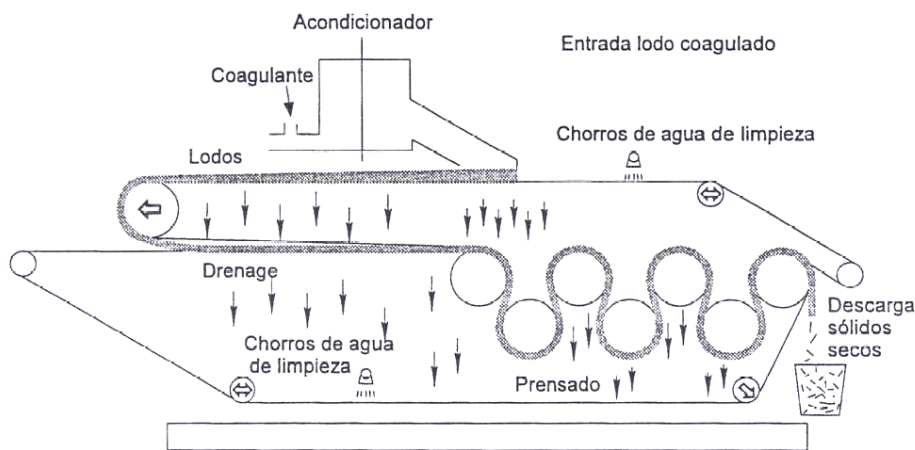
En los casos en los que se esperan variaciones en las características del fango, se deben incluir instalaciones que permitan la mezcla del fango.

A partir de la experiencia obtenida con la operación de filtros banda, se ha podido comprobar que un incremento de la concentración de sólidos en el fango de la alimentación favorece la obtención de mayores sequedades y mayor producción de torta.

En el mercado se dispone de filtros banda de diferentes dimensiones, con anchos de banda variables entre 0,5 y 3,5m. Las bandas de 2m de ancho son las más comúnmente empleadas para el tratamiento de fangos de aguas residuales municipales.

Las cargas de aplicación de fango varían entre 90 y 680  $Kg \cdot m^{-1} \cdot h^{-1}$  dependiendo del tipo de fango y de la concentración de fango alimentado. La extracción de agua, basada en la anchura de banda, varía entre 1,6 y 6,3  $l \cdot m^{-1} \cdot s^{-1}$

Las medidas de seguridad que hay que contemplar en el diseño, incluyen una ventilación adecuada para la eliminación de sulfuro de hidrogeno u otros gases y la provisión de protecciones para evitar la posibilidad de que las telas se enganchen entre los rodillos.





Debido a su alta adaptabilidad a todo tipo de fangos, a su alta capacidad de deshidratación y de captación de sólidos y a operar en continuo, se emplean en este proyecto filtros de banda.

Los filtros de banda presentan estas ventajas:

- Bajos costes energéticos
- Costes de inversión y mantenimiento relativamente bajos
- Mecánica menos compleja y facilidad de tratamiento
- Las máquinas de alta presión permiten producir una torta muy seca
- Muy buena adaptación a todo tipo de fangos

Tras el filtro de arena la torta de lodo pasará a una tolva para su almacenamiento y transporte



## 7- NORMATIVA

### NORMATIVA SOBRE AGUAS Y VERTIDOS:

Una vez descritas las posibilidades de usar un tratamiento u otro en cuanto a razones teóricas y económicas habrá que llegar a una situación de compromiso entre el tratamiento técnicamente más viable y la normativa de vertido vigente.

Las consideraciones legales para la realización del proyecto se apoyan en las siguientes leyes y Decretos:

- A nivel de la Unión Europea (UE)

Directiva 86/278 CE relativa a la protección del medio ambiente y en particular de los suelos en la utilización de los lodos con fines agrícolas

Directiva 91/271/CEE sobre el Tratamiento de las aguas residuales urbanas

Directiva 1999/31/CE de 26 de abril de 1999, relativa al vertido de residuos

Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas

- A nivel estatal las siguientes:

El Estado español tiene una amplia cantidad de leyes, reales decretos, decretos y órdenes ministeriales, publicados en el Boletín Oficial del Estado, que permiten regular cualquier actividad relacionada con el medio ambiente. Muchas de estas normas proceden directamente de directivas de la UE. Entre las más importantes se encuentran las siguientes:

#### **Ley 29/1985 de 2 de agosto, de Aguas.**

Regula entre otras actividades, las susceptibles de producir contaminación o degradación en las aguas de dominio público; el uso privado de las aguas; la utilización de aguas en los aprovechamientos mineros; la realización de nuevas obras en acuíferos sobreexplotados o en riesgo; la captación de aguas superficiales; la derivación de aguas superficiales o subterráneas; la utilización de los cauces; el vertido de productos contaminantes o que puedan deteriorar la calidad de agua; las actividades que afecten a zonas húmedas, incluidas las forestales.

La Ley 29/1985 se ha visto modificada por la **Ley 46/1999** profundizado en aspectos ambientales como la autorización de vertidos, el canon de control de vertidos, reutilización de aguas residuales y desalación de aguas marinas. Particular interés tiene la introducción de los contratos de cesión de derechos de uso del agua, primer paso para la creación de un incipiente mercado del agua a nivel nacional

#### **Real Decreto 849/1986 de 11 de abril, de Reglamento del Dominio Público Hidráulico**

Relativa a la contaminación causada por determinadas sustancias peligrosas vertidas en el medio acuático de la Comunidad, y a la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación causada por determinadas sustancias peligrosas

#### **Orden de 12 de noviembre de 1987**

Sobre normas de emisión, objetivos de calidad y métodos de medición de referencia relativos a determinadas sustancias nocivas o peligrosas contenidas en los vertidos de aguas residuales.

Traspone normas de directivas de la Comunidad referidas a: normas de emisión, valores límite y objetivos de calidad para residuos de determinadas sustancias peligrosas; valores

límite y los objetivos de calidad para los vertidos de hexaclorociclohexano, normas de emisión para el dicloroetano y otras sustancias peligrosas, vertidos de mercurio y cadmio.

**Ley 22/1988 de 28 de julio, de Costas.**

Junto con algunas órdenes ministeriales complementarias regulan, entre otras cosas: las autorizaciones de vertidos de aguas residuales al mar; los límites y condiciones de vertido de ciertas sustancias peligrosas en las aguas costeras; la extracción de áridos en el litoral; las condiciones de los emisarios submarinos.

Real Decreto 927/88 de Reglamento de la Administración Pública del Agua y la Planificación Hidrológica

Real Decreto 1310/1990, de 29 de octubre, por el que se regula la utilización de los lodos de depuración en el sector agrario.

Orden de 26 de octubre de 1993, sobre utilización de lodos de depuración en el sector agrario

Real Decreto-Ley 11/1995 que establece normas aplicables al Tratamiento de aguas residuales urbanas

Real Decreto 509/1996 que establece normas aplicables al Tratamiento de aguas residuales urbanas

Resolución de 14 de junio de 2001. Plan Nacional de Lodos de Depuradoras de Aguas Residuales 2001-2006. Ministerio de Medio Ambiente

Real Decreto 824/2005, de 8 de julio sobre productos fertilizantes.

Real Decreto 1620/2007 por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas

- A nivel Autonómico:

Decreto 283/1995 de 21 de noviembre por el que se aprueba el Reglamento de Residuos

Decreto 14/1996 de Reglamento de la calidad de las aguas litorales

Decreto 218/1999 de gestión de residuos urbanos en Andalucía

Decreto 326/2003 de Reglamento de protección contra la contaminación acústica en Andalucía

Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano

Ley 7/2007, del 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental (GICA)

- Ordenanza Municipal de Protección Medioambiental del Ayuntamiento de Chiclana de la Frontera.

- Código Técnico de la Edificación, EHE y otras instrucciones técnicas de construcción.

-



**8- ANEXOS**

1. Ecuaciones para el dimensionamiento
2. Resultado de ecuaciones para el dimensionamiento
3. Bombas de recirculación y purga
4. Estudio hidráulico
5. Plan de seguridad y salud
6. Presupuesto de alternativas

## **ANEXO 1**

## 8.1 ECUACIONES PARA EL DIMENSIONAMIENTO

A continuación se exponen las ecuaciones que han sido utilizadas en la hoja de cálculo Excel, para el estudio de dimensionamiento de la planta. Los resultados obtenidos para los tres tratamientos utilizados, han servido para posteriormente realizar el estudio económico. Dicho estudio económico, unido a la comparativa entre las características de los tres tratamientos y a razones legales, medioambientales y de disponibilidad de terreno, servirán para elegir el tratamiento a seguir.

En este anexo no aparecen las ecuaciones utilizadas en el pretratamiento y en el tratamiento terciario, ya que son comunes para los tres procesos y se verán de forma detallada en el proyecto de construcción de la planta.

Por el mismo motivo, no aparecen las ecuaciones utilizadas para el tratamiento con aireación prolongada, ya que es el que se ha desarrollado en el proyecto de construcción.

Tratamientos

- Fangos activos
- Lechos bacterianos

### Fangos activos

Datos de diseño

**Tabla 1. Caudales decantación primaria**

CAUDALES	UNIDADES (m <sup>3</sup> /d)	UNIDADES (m <sup>3</sup> /h)
Caudal medio ( $Q$ )	8.000	333,33
Caudal punta ( $Q \cdot 1,95$ )	15.600	650
Caudal máximo ( $Q \cdot 2,4$ )	19.200	800

**Tabla 2. Parámetros iniciales decantación primaria**

PARÁMETROS	UNIDADES (Kg/d)	UNIDADES (mg/l)
DBO <sub>5</sub>	2.400	298
DQO	5.002	621
SST	2.472	307
SSV	1.978	246
N-NTK	393	49
P	40,25	5

**Tabla 3. Datos para cálculo del decantador primario**

	$Q_{medio}$	$Q_{máximo}$
Velocidad ascensional $\left(\frac{m^3}{m^2 \cdot h}\right)$	1,3	2,2
Tiempo de retención ( $h$ )	2,5	1,5

Dimensiones en la zona de entrada

Relación de diámetros  $\frac{\theta_1}{\theta} = 0,15$

Relación de alturas  $\frac{h_1}{h} = 0,4$

Velocidad barredora de fangos  $\frac{0,6m}{min} = \frac{1cm}{s}$

Inclinación del fondo del decantador 3%

Tiempo de retención de pocetas: Máximo 5 horas

\* La nomenclatura será la misma que la que aparece en 3.2 Estudio de dimensionamiento de la memoria descriptiva (**Tabla 5. Nomenclatura**)

**Línea de Aguas**

## DECANTACIÓN PRIMARIA

**Cálculo de la superficie**

$V_{asc.} = \frac{Q}{A}$  Despejando, se obtendrá el valor de la superficie (A), para caudal máximo y

medio y para velocidad máxima y media, tomándose el valor superior obtenido que será la solución más desfavorable

**Cálculo del volumen**

$t_r = \frac{V}{Q}$  Se hará el cálculo para caudal máximo y medio, tomándose el valor superior

obtenido

Con los datos de volumen y superficie se calculará la altura, que nos sale un valor superior a 3, que es la recomendada por la bibliografía, así que tomando el valor de la altura igual a 3 y manteniendo fijo el volumen, recalculamos la superficie. Con el valor de la nueva superficie, se obtiene el diámetro del decantador primario, y comprobamos si los nuevos valores de velocidad ascensional están dentro de los límites permitidos.

\* Se ha dimensionado para 2 unidades circulares de decantación

Los resultados obtenidos son: **2 unidades de h= 3m y Ø= 16m**

**Producción de fangos**

La cantidad de fangos totales (SST), se obtiene fijando un rendimiento de eliminación de SS del 55%. La fracción de sólidos volátiles será del 80%; estos porcentajes han sido obtenidos de la bibliografía utilizada

Los resultados obtenidos son:

Fangos totales: 1.360 Kg SST/d  
Fangos volátiles: 1.088 Kg SSV/d

REACTOR BIOLÓGICO

**Tabla 4. Caudales reactor biológico**

CAUDALES	UNIDADES (m <sup>3</sup> /d)	UNIDADES (m <sup>3</sup> /h)
Caudal medio ( $Q$ )	8.000	333,33
Caudal punta ( $Q \cdot 1,75$ )	14.000	583
Caudal máximo ( $Q \cdot 1,8$ )	14.400	600

**Tabla 5. Parámetros iniciales reactor**

PARÁMETROS	UNIDADES (Kg/d)	UNIDADES (mg/l)
DBO <sub>5</sub>	1.560	195
DQO	5.002	621
SST	1.116	139
SSV	893	111
N-NTK	393	49
P	40,25	5

Otros parámetros

Coefficiente de crecimiento  $Y = 0,65$

Coefficiente de mortandad  $K_d = 0,06$

Edad del fango  $\theta = 6d$

Sólido en suspensión licor mezcla  $X = 2.900mg/l$

Concentración de DBO<sub>5</sub> soluble en el efluente  $S = 24mg/l$

Concentración de DBO<sub>5</sub> a tratar  $S_o = 195$  ( a la salida del decantador primario)

**Cálculo del volumen**

$$X = \frac{\theta_c \cdot Y \cdot (s_o - s)}{t_r \cdot (1 + K_d \cdot \theta_c)}$$

$$t_r = \frac{V_r}{Q}$$

Sustituyendo el tiempo de reacción en la concentración de microorganismos del reactor y despejando el volumen obtenemos:

$$V_r = \frac{\theta_c \cdot Q \cdot Y \cdot (s_o - s)}{X \cdot (1 + K_d \cdot \theta_c)} = 1.353m^3$$

**Se adoptan 2 tanques rectangulares de dimensiones ( 25,5m · 7m · 3,8m )**

A continuación se comprueba que el tiempo de retención hidráulica, la carga másica y la carga volumétrica están dentro de los parámetros correctos

Para el cálculo del caudal de aire y de la potencia a instalar tendremos que calcular:

### Necesidad teórica de oxígeno

Se puede calcular de 2 formas

En la primera utilizamos la fórmula  $O.N(Kg/d) = A \cdot DBO + B \cdot MLSSV$

DBO= Kg DBO<sub>5</sub> eliminados al día

MLSSV= Kg MLSSV en el reactor biológico

A y B son dos coeficientes que los obtenemos de tablas

El primer término de la ecuación (A·DBO), es lo que se conoce como necesidades de oxígeno para la síntesis

El segundo término (B·MLSSV), es lo que se denomina respiración endógena

La segunda forma es más exacta y considera la edad del fango, en este caso la fórmula sería:

$O.N(Kg/d) = a' \cdot DBO + b' \cdot DBO$ ; siendo el primer término de la ecuación las necesidades de oxígeno para la síntesis y el segundo la respiración endógena.

El valor de  $a'$  se obtiene de la ecuación:

$$a' = 0,50 + 0,01 \theta$$

y el término  $b'$  de la ecuación:

$$b' = \frac{0,13 \cdot \theta}{1 + 0,16 \cdot \theta}$$

Se toma el valor más desfavorable, es decir, el más alto que en este caso será el obtenido en la segunda forma.

### Necesidad total teórica de oxígeno=1.495Kg O<sub>2</sub>/d

#### Necesidades de oxígeno en situación punta

Se calcula igual que la necesidad teórica, es decir, sumando la necesidad de oxígeno para la síntesis y para la endogénesis. La necesidad para la endogénesis será la misma. La punta de oxígeno sobre el consumo medio diario de la síntesis puede calcularse mediante la fórmula:

$0,45 \cdot P + 55$ ; en este caso se tiene una punta de contaminación en  $P = 200\%$ , de la

bibliografía (*Manual de diseño de estaciones depuradoras de aguas residuales, Aurelio Hernández Lehmann*), se traduce en una punta de oxigenación sobre la síntesis y sobre la nitrificación de:  $0,45 \cdot 200 + 55 = 145$ ; aproximadamente un 150% y se toma el valor 1,5; es decir el nuevo valor de  $a'$  será igual a ( $a'$  multiplicada por 1,5) y sumando la necesidad para la síntesis y la endogénesis obtendremos:

### Necesidad de oxígeno en situación punta= 1.931 Kg O<sub>2</sub>/d

#### Necesidades reales de oxígeno

Las necesidades de oxígeno real se obtienen dividiendo el oxígeno teórico entre el coeficiente

$$K_t, Ox.real = \frac{Ox.necesario}{K_t}$$

Este coeficiente se obtiene a su vez del producto de otros 3 parámetros:  $K_t = K_{t1} \cdot K_{t2} \cdot K_{t3}$

$K_{t1}$  = Tiene en cuenta el déficit de saturación de oxígeno del licor mezcla

$K_{t2}$  = Tiene en cuenta la influencia de la temperatura en la velocidad de difusión del oxígeno

$K_{t3}$  = Tiene en cuenta la influencia de la temperatura en la velocidad de disolución del oxígeno según las características del licor

En condiciones punta, la necesidad real de oxígeno se obtendrá dividiendo el oxígeno en situación punta entre el coeficiente  $K_t$   
Para el cálculo de la potencia a instalar se toma la cantidad de oxígeno real en condiciones punta, ya que es mayor que la cantidad de oxígeno real.

**Oxígeno real en condiciones punta= 3.268Kg O<sub>2</sub>/d**

**Caudal de aire y potencia a instalar**

El caudal de aire (m<sup>3</sup>/h) se obtiene dividiendo el oxígeno real en condiciones punta entre el producto de los Kg O<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> en condiciones normales y la eficiencia del difusor y se obtiene un

**Caudal de aire=1.815 m<sup>3</sup>/h**

Para el cálculo de la potencia del compresor se utilizará la fórmula:

$$P(CV) = \frac{0,227 \cdot Q}{1,04} \cdot \left[ \left( \frac{P_2}{P_1} \right) - 1 \right] \cdot C$$

$$P_1 = 1 \text{ atm.} = 10,33 \text{ m.c.a.}$$

$$P_2 = P_1 + \text{Profundidad de la cuba} + \text{Pérdidas del difusor} + \text{Pérdidas de las tuberías} = 16,63 \text{ m.c.a.}$$

Se obtiene una potencia del compresor de 63CV, es decir, 46,3Kw. y se instala:

**Compresor de 50Kw de potencia**

**Recirculación**

Se utilizan las siguientes fórmulas:

$$r = \frac{[X - (1 - \Phi) \cdot Y \cdot (S_0 - S)]}{X_{v,u} - X}$$

$$Q_r = r \cdot Q$$

Obteniéndose un **coeficiente de recirculación= 0,3**  
y un **caudal de recirculación= 2.400m<sup>3</sup>/d**

**Cálculo de fangos en exceso**

Método 1

$$\text{Volátiles} = \frac{0,57}{1 + 0,16 + \theta} + 0,14 + 0,2 \cdot \frac{0,6 \cdot S.S.}{DBO_5}$$

$$\text{Totales} = \frac{0,57}{1 + 0,16 + \theta} + 0,14 + 0,5 \cdot \frac{0,6 \cdot S.S.}{DBO_5}$$

Y se obtienen 765Kg SSV/d y 956Kg SST/d

Método 2

Mediante la ecuación de producción de biomasa

$$P_x(SSV) = \frac{Y \cdot (S_0 - S) \cdot Q}{(1 + K_d \cdot \theta_c)}$$

La masa total de fangos a purgar, teniendo en cuenta que un 80% de los sólidos son volátiles será:

$$P_x(SST) = \frac{P_x(SSV)}{0,8}$$

Y se obtienen 654Kg SSV/d y 817,3Kg SST/d

La cantidad de fango a purgar se calcula como:

$$Masa.purgar = Incremento.biomasa - SS.perdidos.efluente$$

Obteniéndose 657,3Kg/d

El primer método es el que da los resultados más desfavorables y es el que se utilizará para realizar los posteriores cálculos, por lo tanto:

**Fangos en exceso: 765Kg SSV/d y 956Kg SST/d**

#### DECANTACIÓN SECUNDARIA

**Tabla 6. Datos para cálculo del decantador secundario**

	$Q_{medio}$	$Q_{máximo}$
<b>Velocidad ascensional</b> $\left(\frac{m^3}{m^2 \cdot h}\right)$	0,8	1,5
<b>Tiempo de retención</b> (h)	3	2

#### Cálculo de la superficie y el volumen

El cálculo de la decantación secundaria se hará igual que la decantación primaria y se obtiene un resultado de: **2 unidades de h= 3m y Ø= 17m**

A continuación se calcula la carga de sólidos y la carga sobre vertedero y se comprueba que son correctas.

#### Línea de lodos

ESPESAMIENTO POR GRAVEDAD

$$F_1(SST) = 1.360Kg.SST/d$$

$$F_1(SSV) = 1.088Kg.SST/d$$

$$F_2(SST) = 956Kg.SST/d$$

$$F_2(SSV) = 765Kg.SST/d$$

$$F_{1+2}(SST) = 2.316Kg/d$$

$$F_{1+2}(SSV) = 1853Kg/d$$



La altura recomendada para el espesador esta comprendida entre 2,5m y 3m  
 Para el cálculo se adoptan los valores recomendados por las tablas de la bibliografía **(Manual de diseño de Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales)**, que son los siguientes:

$$\text{Concentración de entrada: } C_F = 3\% = 30(\text{Kg} / \text{m}^3)$$

$$\text{Concentración de salida: } C_{F_{eq.}} = 8\% = 80(\text{Kg} / \text{m}^3)$$

$$\text{Carga hidráulica máxima: } C_{H_{eq.}} = 1(\text{m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{h})$$

$$\text{Carga de sólidos máxima: } C_{S_{eq.}} = 110(\text{Kg} / \text{m}^2 \cdot \text{d})$$

$$\text{Tiempo mínimo de retención: } t_{r.eq.} = 24\text{h}$$

$$\text{Tiempo de operación del bombeo de fangos: } t_{BF1} = 8(\text{h} / \text{d})$$

### Volumen necesario

El volumen del espesador se calcula con la ecuación  $V = \frac{(F (SST)) \cdot t_{r.eq.}}{C_{F1} \cdot 24}$ ; posteriormente se recalculará en función de la superficie real del espesador

### Superficie necesaria

El caudal diario de bombeo será  $Q_{BF1} = \frac{F_1(SST)}{C_{F1}}$  y como se ha establecido que este caudal será introducido en el espesador en 8h, el caudal horario introducido será:

$$Q_{BF1} = \frac{Q_{BF1}(\text{m}^3 / \text{d})}{t_{BF1}(\text{h} / \text{d})}$$

$$\text{La superficie será: } A = \frac{Q_{BF1}}{C_H};$$

A continuación se comprobará la carga de sólidos mediante la fórmula  $C_{SOL.} = \frac{F_1(SST)}{S_{real}}$

y como el valor no está dentro de los límites, se tendrá que recalcular el área y con el volumen y el área se comprueba la altura; si es superior a 3m, que es el límite establecido, se tomará con 3m la altura y se recalcularan el área y el volumen del espesador; obteniéndose el siguiente resultado:

$$\text{Área real} = 28,3\text{m}^2$$

$$\text{Volumen} = 85\text{m}^3$$

Finalmente se comprueba el tiempo de retención, la carga hidráulica y la carga de sólidos y son correctos

DIGESTOR AEROBIO

$$F_1(SST) = 1.360 \text{Kg.SST/d}$$

$$F_1(SSV) = 1.088 \text{Kg.SST/d}$$

$$F_2(SST) = 956 \text{Kg.SST/d}$$

$$F_2(SSV) = 765 \text{Kg.SST/d}$$

$$F_{1+2}(SST) = 2.316 \text{Kg/d}$$

$$F_{1+2}(SSV) = 1853 \text{Kg/d}$$

Se supone que se purga al 2,3%, es decir, 23Kg/m<sup>3</sup>

$$\text{Caudal enviado a digestión} = \frac{F_{1+2}(SST)}{23}$$

Condiciones de funcionamiento

Sistema de operación: Contínuo sin recirculación

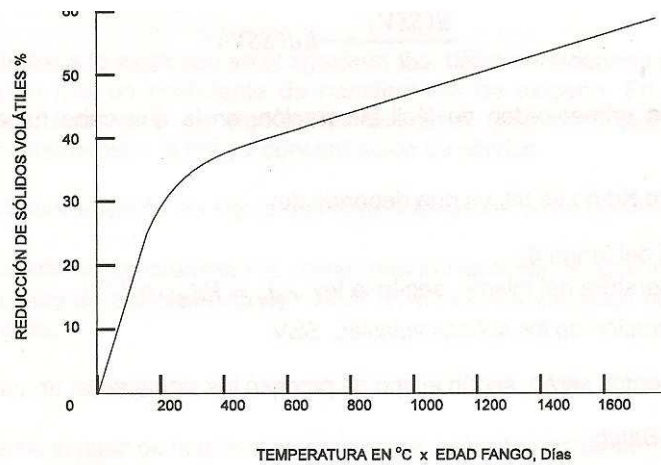
Temperatura máxima y mínima del líquido: verano=22°C , invierno=15°C

Reducción de sólidos volátiles exigida: 40%

Sistemas de aireación: Turbinas superficiales

**Cálculo de la edad del fango**

Para una reducción del 40% de volátiles de la gráfica se obtiene el valor del producto Temperatura X Edad del fango; y obtenemos la edad del fango para invierno



**Cálculo del rendimiento en reducción de volátiles**

Los Kg SSV eliminados diariamente en invierno se calculan multiplicando **F<sub>1+2</sub>(SSV)** y el porcentaje de reducción de volátiles

Para calcular los Kg SSV eliminados diariamente en verano, multiplicamos el valor de la temperatura de verano por la edad del fango calculada anteriormente; con este dato habrá que ir a la gráfica y se obtendrá un porcentaje de reducción de volátiles y se multiplicará dicho valor por **F<sub>1+2</sub>(SSV)**

**En condiciones de invierno se eliminan 741,2Kg SSV/d**

**En condiciones de verano se eliminan 815,32Kg SSV/d**

**Cálculo del volumen del digestor**

Se utiliza la fórmula

$$V = \frac{Q_{dig.} \cdot (CF_{dig.} + DBO_{F1})}{X \cdot \left( K_d \cdot \frac{SSV}{SST} + \frac{1}{v_c} \right)} ; \text{ donde}$$

$Q_{dig.}$  = Caudal medio de purgado a digestión

$CF_{dig.}$  = Concentración de sólidos en la purga a digestión

$DBO_{F1}$  = Concentración de  $DBO_5$  en el fango primario

$X$  = Concentración de sólidos en el digestor

$K_d$  = Constante de reacción

$v_c$  = Edad del fango

$\frac{SSV}{SST}$  = Fracción volátil de los sólidos en el digestor

El valor de la constante de reacción se obtiene en función de la edad del peso y del rendimiento en la reducción de volátiles (40%), de la ecuación

$$\eta = \frac{1}{1 + \frac{1}{K_d + v_c}}$$

**Se obtiene un tanque de dimensiones (25m · 25m · 3,5m), con un volumen de 2187,5m<sup>3</sup>**

Se comprueba que el tiempo de retención y la carga de trabajo son correctos

**Necesidades de oxígeno**

Al tratarse de fangos mixtos, el CEDEX (Centro de estudios y experimentación de obras públicas) establece la siguiente fórmula

$$Ox_{real} = 2 \cdot \frac{KgO_2}{KgSSV_{reducido}} + 1,8 \cdot \frac{KgO_2}{KgDBO_{5fango1^\circ}}$$

y se necesitan **2.994,4 Kg O<sub>2</sub>/d**

Para estas necesidades de oxígeno y adoptando una capacidad de transferencia de las turbinas, según bibliografía, de 1,3 Kg O<sub>2</sub>/Kwh, con la fórmula

$$P = \frac{O_{real} (KgO_2 / d)}{Coef.transfere\text{ncia}(KgO_2 / Kwh) \cdot 24(h / d)}$$

se obtiene una **potencia de 96Kw**, y se

disponen **4 turbinas de 25Kw** ; finalmente se comprueba que la potencia de agitación es correcta

## DESHIDRATACIÓN DE FANGOS

Fangos de entrada al deshidratador:  $F(SST) = 1.574,8 \text{ Kg.SST/d.}$

Concentración de entrada:  $C_{F1} = 5\% = 50 \text{ Kg./m}^3$ .

Concentración de salida:  $C_{Feg} = 25\% = 250 \text{ Kg./m}^3$ .

Días de trabajo a la semana:  $d_s = 5 \text{ d/sem.}$

Horas de funcionamiento diarias:  $h_D = 8 \text{ h/d.}$

Sistema de deshidratación: Filtro de banda.

Es conveniente disponer siempre, dado el funcionamiento discontinuo de las instalaciones de deshidratación, de un depósito de fango digerido que garantice una cierta capacidad de tampón.

Teniendo en cuenta que en la instalación no se prevé deshidratar los fines de semana, se adopta un depósito de tiempo de retención de 3 días. ( $t_r = 3$ ).

### Volumen del depósito

Se calcula en función del caudal de deshidratación y del tiempo de retención; el tiempo de retención se ha estimado en 3 días y el caudal se obtiene en función de los fangos de entrada al digestor y de la concentración de entrada de los fangos

$$Q_{desh.} = \frac{F(SST)}{C_{F1}}$$

Volumen del depósito =  $t_r \cdot Q_{desh.}$  y se obtiene un **volumen de 96,21m<sup>3</sup>** adoptándose **una unidad circular de Ø= 7m y altura recta= 2,5m**

### Cálculo del filtro de banda

Se emplean las siguientes ecuaciones

Horas de funcionamiento semanal

$$H_F = d_s \cdot h_D$$

Caudal diario de fango a secar

$$Q_{desh.} = \frac{F(SST)}{C_{F1}}$$

Caudal de fango seco

$$Q_{seco} = \frac{F(SST)}{C_{Feg}}$$

Caudal horario de fango secado

$$Q'_{desh.} = \frac{Q_{desh.} \cdot d_s}{H_F}$$

Carga horaria de fango

$$C_F = \frac{F(SST) \cdot d_s}{H_F}$$

Se adoptan 2 unidades de filtro de banda, por lo que el caudal de alimentación a cada uno de ellos será:

$$Q_{Filtro\ Banda} = \frac{Q'_{desh.}}{2}$$

Se adopta una carga de fango por ancho de banda de  $200(Kg / m \cdot h)$

Carga de fango =  $\frac{C_F}{A \cdot n^\circ\ filtros}$ ; despejando obtenemos el ancho de banda (A) y se adopta un **ancho de banda comercial de 0,75m.**

$$Carga\ de\ fango\ real = \frac{C\ arg\ a\ defango}{0,75 \cdot 2} = 131,3 \left( \frac{KgSST}{m \cdot h} \right)$$

**Cálculo del caudal de lavado**

Según el apartado 6.1.3 del *Manual de Diseño de Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales* se adopta un caudal de agua de lavado de  $1,7(l / m \cdot s)$

$$Caudal\ de\ agua\ de\ lavado = 1,7 \cdot 1,5 = 2,55l / s$$

“El 1,5 sale de multiplicar el ancho de banda comercial de 0,75m. por las 2 unidades de filtro de banda”.

Se adoptan 3 bombas (una de reserva) de 1,27l/s. cada una, con una presión de lavado de 60m.c.a., según la misma bibliografía.

**Tabla 18. Parámetros de diseño-filtro de banda**

<b>Carga de aplicación de fango</b>	90 – 680(Kg / m · h)
<b>Agua de lavado</b>	1,6 – 6,3(l / m · s)
<b>Presión de lavado</b>	50 – 70(m.c.a)

**Dosificación de reactivos**

$$Concentración\ de\ la\ selección\ de\ polielectrolito = 0,55\% = 5,5(Kg / m^3)$$

Dosificación máxima prevista (tabla III.6.3, de la misma bibliografía) =  $D_{poli.} = 5Kg/T.M.S.$

Consumo máximo de polielectrolito al día

$$C_{\text{poli.}} = \frac{F(SST) \cdot D_{\text{poli.}}}{1.000} \cdot \frac{7}{5} = 11(\text{Kg} / \text{d})$$

Caudal diario de solución al 0,55%

$$Q_{\text{poli.}} = \frac{C_{\text{poli.}}}{5,5} = 2(\text{m}^3 / \text{d})$$

*Se adoptan 2 depósitos de preparación de la solución de 1m<sup>3</sup> cada uno.*

Consumo máximo horario de polielectrolito

$$C_{\text{poli. máx.}} = \frac{F(SST) \cdot D_{\text{poli.}}}{1.000} \cdot \frac{7}{H_F} = 1,38(\text{Kg} / \text{h})$$

Caudal unitario de las bombas de polielectrolito

*Se adoptan 3 bombas( una de reserva) de caudal unitario:*

$$Q_{\text{B.máx.}} = \frac{C_{\text{poli.máx.}} \cdot 1.000}{5} = 276(\text{l} / \text{h})$$

**Lechos bacterianos**

Datos de diseño

**Tabla 19. Caudales decantación primaria**

CAUDALES	UNIDADES (m <sup>3</sup> /d)	UNIDADES (m <sup>3</sup> /h)
Caudal medio ( $Q$ )	8.000	333,33
Caudal punta ( $Q \cdot 1,95$ )	15.600	650
Caudal máximo ( $Q \cdot 2,4$ )	19.200	800

**Tabla 20. Parámetros iniciales decantación primaria**

PARÁMETROS	UNIDADES (Kg/d)	UNIDADES (mg/l)
DBO <sub>5</sub>	2.400	298
DQO	5.002	621
SST	2.472	307
SSV	1.978	246
N-NTK	393	49
P	40,25	5

**Tabla 21. Datos para cálculo del decantador primario**

	$Q_{medio}$	$Q_{máximo}$
Velocidad ascensional $\left(\frac{m^3}{m^2 \cdot h}\right)$	1,3	2,2
Tiempo de retención ( $h$ )	2,5	1,5

Dimensiones en la zona de entrada

Relación de diámetros  $\frac{\theta_1}{\theta} = 0,15$

Relación de alturas  $\frac{h_1}{h} = 0,4$

Velocidad barredora de fangos  $\frac{0,6m}{min} = \frac{1cm}{s}$

Inclinación del fondo del decantador 3%

Tiempo de retención de pocetas: Máximo 5 horas

\* La nomenclatura será la misma que la que aparece en 3.2 Estudio de dimensionamiento de la memoria descriptiva (**Tabla 5. Nomenclatura**)

## Línea de Aguas

### DECANTACIÓN PRIMARIA

#### Cálculo de la superficie

$V_{asc.} = \frac{Q}{A}$  Despejando, se obtendrá el valor de la superficie (A), para caudal máximo y medio y para velocidad máxima y media, tomándose el valor superior obtenido que será la solución más desfavorable

#### Cálculo del volumen

$t_r = \frac{V}{Q}$  Se hará el cálculo para caudal máximo y medio, tomándose el valor superior obtenido

Con los datos de volumen y superficie se calculará la altura, que nos sale un valor superior a 3, que es la recomendada por la bibliografía, así que tomando el valor de la altura igual a 3 y manteniendo fijo el volumen, recalculamos la superficie. Con el valor de la nueva superficie, se obtiene el diámetro del decantador primario, y comprobamos si los nuevos valores de velocidad ascensional están dentro de los límites permitidos.

\* Se ha dimensionado para 2 unidades circulares de decantación

Los resultados obtenidos son: **2 unidades de h= 3m y Ø= 16m**

#### Producción de fangos

La cantidad de fangos totales (SST), se obtiene fijando un rendimiento de eliminación de SS del 55%. La fracción de sólidos volátiles será del 80%; estos porcentajes han sido obtenidos de la bibliografía utilizada

Los resultados obtenidos son:

Fangos totales: 1.360 Kg SST/d  
Fangos volátiles: 1.088 Kg SSV/d

- Por razones de complejidad y económicas se estudiará el tratamiento con lechos bacterianos en una etapa
- Los cálculos se harán para lechos bacterianos de material plástico

### REACTOR BIOLÓGICO

**Tabla 22. Caudales reactor biológico**

CAUDALES	UNIDADES (m <sup>3</sup> /d)	UNIDADES (m <sup>3</sup> /h)
Caudal medio (Q)	8.000	333,33
Caudal punta (Q·1,75)	14.000	583
Caudal máximo (Q·1,8)	14.400	600



**Tabla 23. Parámetros iniciales reactor**

PARÁMETROS	UNIDADES (Kg/d)	UNIDADES (mg/l)
DBO <sub>5</sub>	1.560	195
DQO	5.002	621
SST	1.116	139
SSV	893	111
N-NTK	393	49
P	40,25	5

Otros parámetros

Concentración de DBO<sub>5</sub> soluble en el efluente S= 24mg/l

Concentración de DBO<sub>5</sub> a tratar So= 195 ( a la salida del decantador primario)

$$\eta = \frac{S_0 - S}{S_0} = 87\%$$

**Constante de tratabilidad**

Se tratan aguas de origen predominante doméstico y adoptamos el valor de la tabla II.6.2.6 del *Manual de diseño de estaciones depuradoras de aguas residuales*

**Tabla24. Valores constante tratabilidad**

Tabla II.6.2.6.: *Valores de la constante de tratabilidad k<sub>20</sub>*

Tipo de agua residual	Cte. de tratabilidad k <sub>20</sub> (l/s) <sup>0,5</sup> / m <sup>2</sup>
Domésticas	0,111 – 0,172
Domésticas y alimentarias	0,103 – 0,144
Envasado de frutas	0,034 – 0,086
Envasado de carnes	0,051 – 0,086
Residuos de papeleras	0,034 – 0,069
Procesado de patatas	0,060 – 0,086
Refinerías	0,034 – 0,121

Se toma el valor 0,145 (Datos de la tabla válidos para un torre de 6m de material de plástico y temperatura de 20°C)

Se hace una corrección de la constante de tratabilidad para tener en cuenta los efectos de la temperatura, y se toma como temperatura de operación 18°C y se obtiene un nuevo valor de la constante.  $K_{18} = K_{20} \cdot 1,035^{(T-20)}$  (relación de Alberston) ; 1,035 se toma como valor típico entre 1,02 y 1,08

A este nuevo valor se le hace una corrección para tener en cuenta la diferencia de

profundidad entre el lecho de ensayo y el lecho real.  $K_{18/2} = K_{18/1} \cdot \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^x$

X= 0,3 al ser material plástico

D<sub>1</sub> = 6m. pues son los tamaños para los que está calculada la **Tabla24. Valores constante tratabilidad**

D<sub>2</sub> = Es la altura real de los filtros que se pretende construir, y se adopta un valor de 7,5m

y se obtiene un valor de la constante  $K = 0,126 \left( \frac{(l/s)^{0,5}}{m^2} \right)$

**Cálculo de la superficie necesaria**

Se utiliza la fórmula general de Germain y Schultz  $\frac{S}{S_0} = e^{\left( \frac{-K_{18/2} \cdot D_2}{Q_v^n} \right)}$

Donde:

$S$  = DBO<sub>5</sub> total del efluente del lecho bacteriano sedimentado ( mg/l)

$S_0$  = DBO<sub>5</sub> total del agua residual aplicada al lecho bacteriano ( mg/l)

$K_{18/2}$  = Constante de tratabilidad

$D_2$  = Profundidad del lecho bacteriano (m)

$n$  = Constante experimental, normalmente toma el valor 0,5

$Q_v$  = Caudal volumétrico aplicado por unidad de área del lecho bacteriano

$Q_v = \frac{Q}{A} \left( \frac{l}{s \cdot m^2} \right)$ ; siendo Q= Caudal aplicado al lecho bacteriano sin recirculación (l/s)

A= Área transversal del lecho bacteriano (m<sup>2</sup>)

Sustituyendo en la ecuación general el caudal volumétrico por el caudal y el área y despejando se obtiene el área del lecho y con la altura de 7,5m se obtiene el volumen.

**Se obtienen 2 cubas de h= 7,5m y Ø= 23m V= 6.232,5 m<sup>3</sup>**

Se comprueban el tiempo de retención, la carga orgánica y la carga y hidráulica y son correctos

DECANTACIÓN SECUNDARIA

**Tabla 25. Datos para cálculo del decantador secundario**

	$Q_{medio}$	$Q_{máximo}$
<b>Velocidad ascensional</b> $\left( \frac{m^3}{m^2 \cdot h} \right)$	0,7	1,5
<b>Tiempo de retención (h)</b>	2,5	1,5

**Tabla 26. Valores coeficiente de recirculación**

Tabla II.6.2.4.: Valores de coeficiente de recirculación

DBO5 de salida del decantador primario (mg/l)	Recirculación (%)
≤ 100	50
100 – 125	100
125 – 150	150
150 - 175	200
≥ 175	250

**Cálculo de la superficie y el volumen**

A partir de los datos de la tablas 25 y 26 se obtienen la superficie y el volumen del decantador, para caudal máximo y medio, tomando la solución más desfavorable, es decir, la que de un valor mayor mayor. Las ecuaciones utilizadas son:

$$S_{Q_{m\acute{a}x.}} = \frac{(Q_{m\acute{a}x.} + R)}{Vasc.Q_{m\acute{a}x.}} \qquad S_{Q_{med.}} = \frac{(Q_{med.} + R)}{Vasc.Q_{med.}}$$

$$V = (Q_{m\acute{a}x.} + R) \cdot t_{r(Q_{m\acute{a}x.})} \qquad V = (Q_{med.} + R) \cdot t_{r(Q_{med.})}$$

El valor de R que se toma es 2,5 ya que la DBO5 de salida es 195, que es mayor que 175 y por lo tanto la recirculación será el 250%

**Se obtienen 4 unidades circulares de h=3m y Ø=23m V=5.000m³**

**Línea de lodos**

ESPESAMIENTO POR GRAVEDAD

F<sub>1</sub>(SST)= 1.360Kg.SST/d

F<sub>1</sub>(SSV)= 1.088Kg.SST/d

F<sub>2</sub>(SST)= 1.000Kg.SST/d

F<sub>2</sub>(SSV)= 650Kg.SST/d

**F<sub>1+2</sub>(SST)=2.360Kg/d**

**F<sub>1+2</sub>(SSV)=1.738Kg/d**

La altura recomendada para el espesador esta comprendida entre 2,5m y 3m  
 Para el cálculo se adoptan los valores recomendados por las tablas de la bibliografía (**Manual de diseño de Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales**), que son los siguientes:

Concentración de entrada:  $C_F = 3\% = 30(Kg / m^3)$

Concentración de salida:  $C_{Feq.} = 8\% = 80(Kg / m^3)$

Carga hidráulica máxima:  $C_{Heq.} = 1(m^3 / m^2 \cdot h)$

Carga de sólidos máxima:  $C_{Seq.} = 110(Kg / m^2 \cdot d)$

Tiempo mínimo de retención:  $t_{r.eq.} = 24h$

Tiempo de operación del bombeo de fangos:  $t_{BF1} = 8(h / d)$

**Volumen necesario**

El volumen del espesador se calcula con la ecuación  $V = \frac{(F_{1+2}(SST)) \cdot t_{r.eq.}}{C_F \cdot 24}$ ; posteriormente se recalculará en función de la superficie real del espesador

**Superficie necesaria**

El caudal diario de bombeo será  $Q_{BF1} = \frac{F_1(SST)}{C_F}$  y como se ha establecido que este caudal será introducido en el espesador en 8h, el caudal horario introducido será:

$$Q_{BF1} = \frac{Q_{BF1}(m^3 / d)}{t_{BF1}(h / d)}$$

La superficie será:  $A = \frac{Q_{BF1}}{C_H}$ ;

A continuación se comprobará la carga de sólidos mediante la fórmula  $C_{SOL.} = \frac{F_1(SST)}{S_{real}}$

y como el valor no está dentro de los límites, se tendrá que recalcular el área y con el volumen y el área se comprueba la altura; si es superior a 3m, que es el límite establecido, se tomará con 3m la altura y se recalcularan el área y el volumen del espesador; obteniéndose el siguiente resultado:

**Área real= 28,3m<sup>2</sup>**

**Volumen= 85m<sup>3</sup>**

Finalmente se comprueba el tiempo de retención, la carga hidráulica y la carga de sólidos y son correctos

DIGESTOR AEROBIO

$F_1(SST) = 1.360Kg.SST/d$

$F_1(SSV) = 1.088Kg.SST/d$

$F_2(SST) = 956Kg.SST/d$

$F_2(SSV) = 765Kg.SST/d$

**$F_{1+2}(SST) = 2.360Kg/d$**

**$F_{1+2}(SSV) = 1.738Kg/d$**

Se supone que se purga al 2,3%, es decir, 23Kg/m<sup>3</sup>

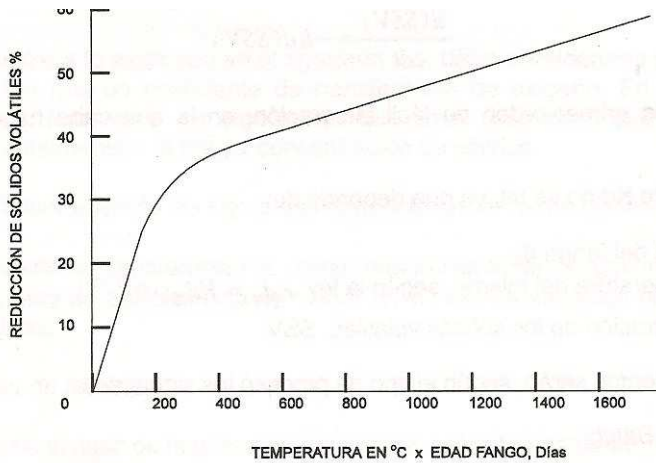
$$\text{Caudal enviado a digestión} = \frac{F_{1+2}(SST)}{23}$$

Condiciones de funcionamiento

Sistema de operación: Continuo sin recirculación  
 Temperatura máxima y mínima del líquido: verano=22°C , invierno=15°C  
 Reducción de sólidos volátiles exigida: 40%  
 Sistemas de aireación: Turbinas superficiales

**Cálculo de la edad del fango**

Para una reducción del 40% de volátiles de la gráfica se obtiene el valor del producto Temperatura X Edad del fango; y obtenemos la edad del fango para invierno



**Cálculo del rendimiento en reducción de volátiles**

Los Kg SSV eliminados diariamente en invierno se calculan multiplicando **F<sub>1+2</sub>(SSV)** y el porcentaje de reducción de volátiles  
 Para calcular los Kg SSV eliminados diariamente en verano, multiplicamos el valor de la temperatura de verano por la edad del fango calculada anteriormente; con este dato habrá que ir a la gráfica y se obtendrá un porcentaje de reducción de volátiles y se multiplicará dicho valor por **F<sub>1+2</sub>(SSV)**

**En condiciones de invierno se eliminan 695Kg SSV/d**  
**En condiciones de verano se eliminan 765Kg SSV/d**

**Cálculo del volumen del digestor**

Se utiliza la fórmula

$$V = \frac{Q_{dig.} \cdot (CF_{dig.} + DBO_{F1})}{X \cdot \left( K_d \cdot \frac{SSV}{SST} + \frac{1}{v_c} \right)} ; \text{ donde}$$

$Q_{dig.}$  = Caudal medio de purgado a digestión

$CF_{dig.}$  = Concentración de sólidos en la purga a digestión

$DBO_{F1}$  = Concentración de  $DBO_5$  en el fango primario

$X$  = Concentración de sólidos en el digestor

$K_d$  = Constante de reacción

$v_c$  = Edad del fango

$\frac{SSV}{SST}$  = Fracción volátil de los sólidos en el digestor

El valor de la constante de reacción se obtiene en función de la edad del peso y del rendimiento en la reducción de volátiles (40%), de la ecuación

$$\eta = \frac{1}{1 + \frac{1}{K_d + v_c}}$$

**Se obtiene un tanque de dimensiones (24m · 24m · 4m), con un volumen de 2.304m<sup>3</sup>**

Se comprueba que el tiempo de retención y la carga de trabajo son correctos

### Necesidades de oxígeno

Al tratarse de fangos mixtos, el CEDEX (Centro de estudios y experimentación de obras públicas) establece la siguiente fórmula

$$Ox_{real} = 2 \cdot \frac{KgO_2}{KgSSV_{reducido}} + 1,8 \cdot \frac{KgO_2}{KgDBO_{5fangos}} \text{ y se necesitan } \mathbf{2.902,4 \text{ Kg } O_2/d}$$

Para estas necesidades de oxígeno y adoptando una capacidad de transferencia de las turbinas, según bibliografía, de 1,3 Kg O<sub>2</sub>/Kwh, con la fórmula

$$P = \frac{O_{real}(KgO_2/d)}{Coef.transferencia(KgO_2/Kwh) \cdot 24(h/d)} \text{ se obtiene una } \mathbf{potencia de 93Kw}, \text{ y se}$$

disponen **4 turbinas de 25Kw** ; finalmente se comprueba que la potencia de agitación es correcta

### DESHIDRATACIÓN DE FANGOS

Fangos de entrada al deshidratador:  $F(SST) = 1.665Kg.SST/d$ .

Concentración de entrada:  $C_{F1} = 5\% = 50Kg./m^3$ .

Concentración de salida:  $C_{Feg} = 25\% = 250Kg./m^3$ .

Días de trabajo a la semana:  $d_s = 5d/sem$ .

Horas de funcionamiento diarias:  $h_D = 8h/d$ .

Sistema de deshidratación: Filtro de banda.

Es conveniente disponer siempre, dado el funcionamiento discontinuo de las instalaciones de deshidratación, de un depósito de fango digerido que garantice una cierta capacidad de tampón.

Teniendo en cuenta que en la instalación no se prevé deshidratar los fines de semana, se adopta un depósito de tiempo de retención de 3 días. ( $t_r = 3$ ).

### Volumen del depósito

Se calcula en función del caudal de deshidratación y del tiempo de retención; el tiempo de retención se ha estimado en 3 días y el caudal se obtiene en función de los fangos de entrada al digestor y de la concentración de entrada de los fangos

$$Q_{desh.} = \frac{F(SST)}{C_{F1}}$$

Volumen del depósito =  $t_r \cdot Q_{desh.}$  y se obtiene un **volumen de 110,5m<sup>3</sup>** adoptándose **una unidad circular de Ø= 7,5m y altura recta= 2,5m**

### Cálculo del filtro de banda

Se emplean las siguientes ecuaciones

Horas de funcionamiento semanal

$$H_F = d_s \cdot h_D$$

Caudal diario de fango a secar

$$Q_{desh.} = \frac{F(SST)}{C_{F1}}$$

Caudal de fango seco

$$Q_{seco} = \frac{F(SST)}{C_{Fec}}$$

Caudal horario de fango secado

$$Q'_{desh.} = \frac{Q_{desh.} \cdot d_s}{H_F}$$

Carga horaria de fango

$$C_F = \frac{F(SST) \cdot d_s}{H_F}$$

Se adoptan 2 unidades de filtro de banda, por lo que el caudal de alimentación a cada uno de ellos será:

$$Q_{\text{Filtro Banda}} = \frac{Q'_{desh.}}{2}$$

Se adopta una carga de fango por ancho de banda de 200(Kg / m · h)

Carga de fango =  $\frac{C_F}{A \cdot n^\circ \text{ filtros}}$ ; despejando obtenemos el ancho de banda (A) y se adopta un **ancho de banda comercial de 0,75m.**

$$\text{Carga de fango real} = \frac{C_{\text{arg adefango}}}{0,75 \cdot 2} = 140 \left( \frac{\text{KgSST}}{\text{m} \cdot \text{h}} \right)$$

**Cálculo del caudal de lavado**

Según el apartado 6.1.3 del *Manual de Diseño de Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales* se adopta un caudal de agua de lavado de  $1,7(l/m \cdot s)$

$$\text{Caudal de agua de lavado} = 1,7 \cdot 1,5 = 2,55 l/s$$

“El 1,5 sale de multiplicar el ancho de banda comercial de 0,75m. por las 2 unidades de filtro de banda”.

Se adoptan 3 bombas (una de reserva) de 1,27l/s. cada una, con una presión de lavado de 60mca, según la misma bibliografía.

**Tabla 27. Parámetros de diseño-filtro de banda**

<b>Carga de aplicación de fango</b>	90 – 680(Kg / m · h)
<b>Agua de lavado</b>	1,6 – 6,3(l / m · s)
<b>Presión de lavado</b>	50 – 70(m.c.a)

**Dosificación de reactivos**

$$\text{Concentración de la selección de polielectrolito} = 0,55\% = 5,5(Kg / m^3)$$

Dosificación máxima prevista (tabla III.6.3, de la misma bibliografía) =  $D_{\text{poli.}} = 5Kg/T.M.S.$

Consumo máximo de polielectrolito al día

$$C_{\text{poli.}} = \frac{F(SST) \cdot D_{\text{poli.}}}{1.000} \cdot \frac{7}{5} = 12(Kg / d)$$

Caudal diario de solución al 0,55%

$$Q_{\text{poli.}} = \frac{C_{\text{poli.}}}{5,5} = 2,2(m^3 / d)$$

Se adoptan 2 depósitos de preparación de la solución de  $1m^3$  cada uno.

Consumo máximo horario de polielectrolito

$$C_{\text{poli. máx.}} = \frac{F(SST) \cdot D_{\text{poli.}}}{1.000} \cdot \frac{7}{H_F} = 1,5(Kg / h)$$

Caudal unitario de las bombas de polielectrolito

Se adoptan 3 bombas (una de reserva) de caudal unitario:

$$Q_{B.máx.} = \frac{C_{\text{poli.máx.}} \cdot 1.000}{5} = 291,34(l / h)$$





## **ANEXO 2**

FANGOS ACTIVOS

DATOS DE PARTIDA

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (Chiclana)

S.S.	55% eliminación
DBO5	35% eliminación
Q medio	333.33 m <sup>3</sup> /h
Q punta ( *1,75 )	583 m <sup>3</sup> /h
Q máximo ( * 1,8 )	600 m <sup>3</sup> /h
KgDBO5 / d	1560
KgDQO / d	5328
Kg N-Ntk / d	393
Kg P/d	40,25
Kg SST / d	1112,4
Kg SSV / d	889,92
Y	0,65
Kd	0,06
Sól. Susp. en licor mezcla	2.900 g/l
Volátiles ( *0,8 )	2.320 g/l

VOLUMEN DEL REACTOR

Q	m <sup>3</sup> /h	333,33
Q	m <sup>3</sup> /d	8000,00
θc	d	6,00
V	m <sup>3</sup>	<b>1352,74</b>
Y		0,65
So	mgDBO5/l	195,00
S	mgDBO5/l	24,00
X	mg/l	2900,00
Kd		0,06

COMPROB. T DE RETENCIÓN

t retención	h	<b>4,06</b>
-------------	---	-------------

CARGA MÁSICA Y VOLUMÉTRICA

Carga másica	KgDBO5/MLSS	<b>0,40</b>
Carga volumétrica	KgDBO5/m <sup>3</sup>	<b>1,15</b>

FANGOS ACTIVOS

NECESIDAD DE OXÍGENO

A		0,56
B		0,08
	KgDBO5eliminada/dia	1560,00
	Kg MLSSV	2,32
Ox. Para síntesis	KgO2/d	873,60
Ox. Para endogénesis	KgO2/d	251,07
Ox. Teórico total	KgO2/d	1124,67
<b>A"</b>		0,56
Ox. Para síntesis	KgO2/d	873,60
<b>B"</b>		0,40
Ox. Para endogénesis	KgO2/d	620,82
<b>Ox. Teórico total</b>	KgO2/d	<b>1494,42</b>
Ox. Para síntesis	KgO2/d	1310,40
Ox. Para endogénesis	KgO2/d	620,82
<b>Ox. Punta</b>	KgO2/d	<b>1931,22</b>
Cs	mg/l	10,15
$\beta$		0,98
Cp		1,00
Ca		1,11
h tanque	m	0,00
C's		11,02
Cx	mg/l	2,00
<b>Kt1</b>		<b>0,89</b>
T	°C	18,00
<b>Kt2</b>		<b>1,21</b>
<b>Kt3</b>		<b>0,55</b>
<b>Kt</b>		<b>0,59</b>
<b>Ox. Real</b>	KgO2/d	<b>2528,76</b>
<b>Ox. Real punta</b>	KgO2/d	<b>3267,88</b>
Ox. Real punta	KgO2/h	136,16

Q AIRE Y POT. REQUERIDA

Kox.	KgO2/m³ en C.N.	0,30
EfI	Eficiencia del difusor	0,25
<b>Qaire</b>	m³/h	<b>1815,49</b>
P1	m.c.a.	10,33
Profund.cuba	m.c.a.	4,00
Pérdidas difusor	m.c.a.	0,30
Pérdidas tuberías	m.c.a.	2,00
P2	m.c.a.	16,63
C	Coed. Seguridad (10%)	1,10
<b>P(C.V.)</b>	C.V	<b>62,85</b>

RECIRCULACION

Xv,a	Concent.lodo sed.	12500,00
X	g/l	2,90
X	mg/l	2900,00
$\emptyset$		0,77
r		<b>0,30</b>
<b>Qr</b>	m³/h	<b>2395,36</b>

CALCULO FANGOS EN EXCESO

<b>Px(SSV)</b>	KgSSV/d	<b>765,28</b>
<b>Px(SST)</b>	KgSST/d	<b>955,50</b>
Px(SSV)	KgSSV/d	653,82
Px(SST)	KgSST/d	817,28
Masa a purgar	KgSST/d	657,28

FANGOS ACTIVOS

DECANTACIÓN SECUNDARIA	DATOS INICIALES		
CÁLCULO DE LA SUPERFICIE			
Vasc(Qmax)	m	1,50	
Vasc(Qmed)	m	0,80	
A (Qmax)	m <sup>2</sup>	400,00	
A (Qmed)	m <sup>2</sup>	416,66	
Ø	m	16,33	
<b>Ø tomado</b>	m	<b>17,00</b>	
<b>r tomado</b>	m	<b>8,50</b>	
<b>A recalculada</b>	m <sup>2</sup>	<b>453,73</b>	454

COMPROB. CARGA DE SÓLIDOS

Carga sól. Qmax	Kg/h*m <sup>2</sup>	3,83	≤6
Carga sól. Qmed	Kg/h*m <sup>2</sup>	2,13	≤2.4

CÁLCULO DEL VOLUMEN

Tiempo ret. Qmax	h	2,00	
Tiempo ret. Qmed	h	3,00	
V (Qmax)	m <sup>3</sup>	1199,99	
V (Qmed)	m <sup>3</sup>	999,99	
altura (h)	m	2,64	≤3
<b>h tomada</b>	m	<b>3,00</b>	
Vreal	m <sup>3</sup>	1361,19	
<b>Vreal tomado</b>	m <sup>3</sup>	<b>1362,00</b>	

CARGA SOBRE VERTEDERO

Carga vert.(Qmax)	m <sup>3</sup> /h*ml	5,60	≤10.5
Carga vert.(Qmed)	m <sup>3</sup> /h*ml	3,11	≤5.7

ESPESAMIENTO POR GRAVEDAD

DATOS INICIALES

F1(SST) Fango proced. Del 1º totales	Kg/d	1360,00
F1(SSV) Fango proced. Del 1º volátiles	Kg/d	1088,00
F2(SST) Fango proced. Del 2º totales	Kg/d	956,00
F2(SSV) Fango proced. Del 2º volátiles	Kg/d	765,00
<b>F1+F2(SST)</b>	<b>Kg/d</b>	<b>2316,00</b>
<b>F1+F2(SSV)</b>	<b>Kg/d</b>	<b>1853,00</b>
Concentración de entrada	Kg/m <sup>3</sup>	30,00
Concentración de salida	Kg/m <sup>3</sup>	80,00
Carga hidráulica	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> *h	1,00
Carga de sólidos	kg/m <sup>2</sup> *d	110,00
Tiempo de retención	h	24,00
Tiempo de operación de bombeo	h/d	8,00

CÁLCULO DEL VOLUMEN

V	m <sup>3</sup>	77,20
---	----------------	-------

CÁLCULO DE LA SUPERFICIE

Caudal diario	m <sup>3</sup> /d	77,20
Caudal horario	m <sup>3</sup> /h	9,65
Superficie	m <sup>2</sup>	9,65
Ø	m	3,50

COMPROBACIÓN CARGA SÓLIDOS

Csol	kg/m <sup>2</sup> *d	240,00	≥110
Área nueva	m <sup>2</sup>	21,05	

DIMENSIONES UNITARIAS

h	m	3,67	≥3
área	m <sup>2</sup>	25,73	
Ø	m	5,72	
adoptamos Ø	m	6,00	

Área real	m <sup>2</sup>	28,26
V	m <sup>3</sup>	84,78
V real	m <sup>3</sup>	85,00

COMPROBACIONES

t retención	h	26,42	≥24 correcto
Carga hidráulica	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> *h	0,34	≤1,4 correcto
Carga de sólidos	kg/m <sup>2</sup> *h	81,95	(90-130) no

FANGOS ACTIVOS

ESTABILIZACIÓN AEROBIA

<b>F1(SST) Fango proced. Del 1º totales</b>	Kg/d	1360,00
<b>F1(SSV) Fango proced. Del 1º volátiles</b>	Kg/d	1088,00
<b>Px(SST) Fango en exceso o biológico total</b>	Kg/d	956,00
<b>Px(SSV) Fango en exceso o biológico volátil</b>	Kg/d	765,00
Purga 2,3%	kg/m³	<b>23,00</b>
Caudal enviado a digestión	m³/d	100,70
Temperatura del líquido en invierno	°C	15,00
Temperatura del líquido en verano	°C	22,00
Reducción de volátiles 40%		
Temperat*Edad del fango TABLA	°C*d	<b>470,00</b>
<b>Edad del fango</b>	d	<b>31,33</b>

CÁLCULO DEL VOLUMEN

Concentración DBO5	kg/m³	<b>0,10</b>
Concentración de sólidos en el digester $2,2\% \leq X \leq 2,5\%$	kg/m³	<b>22,00</b>
Rendimiento $\eta$		<b>0,40</b>
Cte. De reacción Kd		<b>0,02</b>
Fracción volátil de sólidos		<b>0,80</b>

V	m³	2160,50
<b>Vreal</b>	m³	<b>2187,50</b>

(25\*25\*3,5)

COMPROBACIÓN TIEMPO RETENCIÓN

$t_r = \theta_c$	d	<b>31,33</b>
------------------	---	--------------

≥ 15 correcto CEDEX

COMPROBACIÓN CARGA DE TRABAJO

Ct	kg/m³*d	<b>0,85</b>
----	---------	-------------

≤ 3

NECESIDADES DE OXÍGENO

<b>Ox. real</b>	Kg. Ox/ d	<b>2994,40</b>
-----------------	-----------	----------------

**3000**

POTENCIA A INSTALAR

Coefficiente transferencia	Kg. Ox/ Kwh	1,30
<b>P</b>	Kw	<b>95,97</b>

**96 Kw**

COMPROBACIÓN DE LA POTENCIA DE AGITACIÓN	W/m³	43,87
------------------------------------------	------	-------

≥ 30 correcto CEDEX

DESHIDRATACIÓN DE FANGOS

Fangos procedentes de digestión	Kg/d	1574,80
Concentración fango digerido 5%	Kg/m³	50,00
Concentración fango deshidratado 25%	Kg/m³	250,00
Días de trabajo a la semana	d/semana	5,00
Horas de funcionamiento diario	h/d	8,00

$t_r$	d	3,00
Caudal deshid.	m³/d	31,50

CÁLCULO FILTRO DE BANDA

Horas de funcionamiento semanal	h/semana	40,00
Caudal diario de fango a secar	m³/d	31,50
Caudal de fango seco	m³/d	6,30
<b>Caudal horario de fango secado</b>	m³/h	<b>3,94</b>
Carga horaria de fango	Kg/h	196,85
Carga de fango por ancho de banda	Kg/m*h	200,00
Nº filtros de banda		2,00
A ( ancho de banda)	m	0,49
<b>A ( ancho de banda) comercial adoptado</b>	m	<b>0,75</b>
<b>Carga de fango Real</b>	kg./m*h	<b>131,23</b>

4

FANGOS ACTIVOS

**CAUDAL DE AGUA DE LAVADO**

Adoptamos un caudal	L/m <sup>3</sup> s	1,70
<b>CAUDAL</b>	L/s	<b>2,55</b>

**DOSIFICACIÓN DE REACTIVOS**

Concentración de la selección de polielectrolito 0,55%	Kg/m <sup>3</sup>	5,50
Dosificación máxima prevista	Kg/ T.M.S	5,00
Consumo máx. polielectrolito al día	Kg/d	11,02
Caudal diario de solución al 0,55%	m <sup>3</sup> /d	2,00
Consumo máx. horario de polielectrolito	Kg/h	1,38
<b>Caudal unitario de las bombas de polielectrolito</b>	L/h	<b>275,59</b>

AIREACIÓN PROLONGADA

DATOS DE PARTIDA

Q medio	333.33 m³/h	333,33
Q punta ( *1,95 )	650 m³/h	649,99
Q máximo ( * 2,4 )	800 m³/h	799,99
KgDBO5 / d	2.400	
Kg N-Ntk /d	393	
Kg P/d	40,25	
Kg SST / d	2.472	
Kg SSV /d	1977,6	
Y	0,65	
Kd	0,06	
Sól. Susp. en licor mezcla	4 g/l	MLSST
Volátiles ( *0,7 )	2.8 g/l	MLSSV

VOLUMEN DEL REACTOR

Q	m³/h	333,33
Q	m³/d	8000,00
θc	d	22,00
V	m³	<b>7199,31</b>

1/θc recalculada	1/d	0,05
<b>θc recalculada</b>	<b>d</b>	<b>22,00</b>
Y		1,30
So	mgDBO5/l	298,00
S	mgDBO5/l	6,00
X	mg/l	4000,00
Kd		0,06

TIEMPO DE RETENCIÓN

t retención	h	<b>21,60</b>
-------------	---	--------------

16 - 30

CARGA MÁSCA Y VOLUMÉTRICA

Carga máscica	KgDBO5/MLSS	<b>0,08</b>
Carga volumétrica	KgDBO5/m³	<b>0,33</b>

0.05 - 0.15  
0.16 - 0.35

NECESIDAD DE OXÍGENO

	KgDBO5eliminada/día	2400,00
	Kg MLSSV	2,80
A"		0,62
Ox. Para síntesis	KgO2/d	1488,00
B"		0,63
Ox. Para endogénesis	KgO2/d	1518,58
<b>Ox. Teórico total</b>	<b>KgO2/d</b>	<b>3006,58</b>
Influyente R. Biológico	Kg N-Ntk /d	393,00
Orgánico	Kg/d	9,83
N-Nh4+	Kg/d	383,18
N orgán. Salida	Kg/d	6,15
N fangos exceso	Kg/d	120,00
N a nitrificar	Kg/d	266,85
Requisitos vertido(N-NO3 ≤ 20mg/l)	Kg/d	122,86
N a Desnitrif.	Kg/d	143,99
Capacidad desnitrif.	Kg N-NO3/Kg DBO5	0,06
Nitrog. Desnitrif. Diariamente	Kg/d	143,99
Nitratos en salida	Kg/d	122,86
Ox. Necesario para nitrif./desnitrif.	Kg O2/Kg DBO5	0,34
A"+B"+ Ox. Neces. Nitrif./desnitrif.	Kg O2/Kg DBO5	1,59
Kg de DBO5 elimin al día	Kg/d	2351,68
<b>Ox. Para nitrificar</b>	<b>KgO2/d</b>	<b>3739,68</b>
Necesidad para síntesis	Kg O2/Kg DBO5	0,93
Necesidad para endogénesis	Kg O2/Kg DBO5	0,63
Necesidad para nitrificación	Kg O2/Kg DBO5	0,53
Necesidad total punta	Kg O2/Kg DBO5	2,07
<b>Ox. Necesario PUNTA</b>	<b>KgO2/d</b>	<b>4865,52</b>

0,506211875

Cs	mg/l	10,15
β		0,98
Cp		1,00
Ca		1,00
h tanque	m	0,00
C's		9,95
Cx	mg/l	0,50
<b>Kt1</b>		<b>0,93</b>

C. Media ox.tanq air.



## AIREACIÓN PROLONGADA

T	°C	18,00
<b>Kt2</b>		<b>1,21</b>
<b>Kt3</b>		<b>0,90</b>
<b>Kt</b>		<b>1,01</b>
<b>Ox. Real</b>	KgO2/d	<b>3692,87</b>
<b>Ox. Real punta</b>	KgO2/d	<b>4804,62</b>

AIREACIÓN PROLONGADA

**POTENCIA A INSTALAR**

Capacidad transferencia turbinas	KgO <sub>2</sub> /Kwh	2,00
<b>Potencia</b>	<b>C.V.</b>	<b>136,13</b>

**RECIRCULACION**

Xv,u	Concent.lodo sed.	12500,00
X	g/l	4,00
X	mg/l	4000,00
Ø		0,77
r		<b>0,46</b>
<b>Qr</b>	m <sup>3</sup> /d	<b>3682,53</b>

**CALCULO FANGOS EN EXCESO**

Px(SSV)	KgSSV/d	916,46	
Px(SST)	KgSST/d	1352,46	
<b>Px(SSV)</b>	<b>KgSSV/d</b>	<b>1330,03</b>	Más desfavorable
<b>Px(SST)</b>	<b>KgSST/d</b>	<b>1900,05</b>	Más desfavorable
<b>Masa a purgar</b>	<b>KgSST/d</b>	<b>1780,05</b>	Más desfavorable

**Decantación secundaria**

**Decantación secundaria**

**Decantación secundaria**

**CÁLCULO DE LA SUPERFICIE**

Vasc(Qmax)	m	1,50
Vasc(Qmed)	m	0,70
A (Qmax)	m <sup>2</sup>	533,33
A (Qmed)	m <sup>2</sup>	476,19
Ø	m	18,48
<b>Ø tomado</b>	<b>m</b>	<b>19,00</b>
<b>r tomado</b>	<b>m</b>	<b>9,50</b>
<b>A recalculada</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>566,77</b>

570

**COMPROB. CARGA DE SÓLIDOS**

<b>Carga sól. Qmax</b>	<b>Kg/h*m<sup>2</sup></b>	<b>5,65</b>	≤7
<b>Carga sól. Qmed</b>	<b>Kg/h*m<sup>2</sup></b>	<b>2,35</b>	≤4.2

**CÁLCULO DEL VOLUMEN**

Tiempo ret. Qmax	h	1,70
Tiempo ret. Qmed	h	3,60
V (Qmax)	m <sup>3</sup>	1359,99
V (Qmed)	m <sup>3</sup>	1199,99
altura	m	2,40
<b>h tomada</b>	<b>m</b>	<b>3,00</b>
Vreal	m <sup>3</sup>	1700,31
<b>Vreal tomado</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>1705,00</b>

≤3

**CARGA SOBRE VERTEDERO**

<b>Carga vert.(Qmax)</b>	<b>m<sup>3</sup>/h*ml</b>	<b>6,68</b>	≤10.5
<b>Carga vert.(Qmed)</b>	<b>m<sup>3</sup>/h*ml</b>	<b>2,78</b>	≤5.7

AIREACIÓN PROLONGADA

**ESPESUMIENTO POR GRAVEDAD**

**DATOS INICIALES**

F1(SST) Fango proced. Del 1º totales	Kg/d	0,00
F1(SSV) Fango proced. Del 1º volátiles	Kg/d	0,00
F2(SST) Fango proced. Del 2º totales	Kg/d	1780,00
F2(SSV) Fango proced. Del 2º volátiles	Kg/d	1330,00
F1+F2(SST)	Kg/d	<b>1780,00</b>
F1+F2(SSV)	Kg/d	<b>1330,00</b>
Concentración de entrada	Kg/m <sup>3</sup>	30,00
Concentración de salida	Kg/m <sup>3</sup>	80,00
Carga hidráulica	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> *h	1,00
Carga de sólidos	kg/m <sup>2</sup> *d	110,00
Tiempo de retención	h	24,00
Tiempo de operación de bombeo	h/d	8,00

**CÁLCULO DEL VOLUMEN**

V	m <sup>3</sup>	59,33
---	----------------	-------

**CÁLCULO DE LA SUPERFICIE**

Caudal diario	m <sup>3</sup> /d	59,33
Caudal horario	m <sup>3</sup> /h	7,42
Superficie	m <sup>2</sup>	7,42
Ø	m	3,10
Ø adoptado	m	3,50
Superficie real	m <sup>2</sup>	<b>9,62</b>

**COMPROBACIÓN CARGA SÓLIDOS**

Csol	kg/m <sup>2</sup> *d	185,10	≥110
Area nueva	m <sup>2</sup>	16,18	

**DIMENSIONES UNITARIAS**

h	m	3,67	≥3
área	m <sup>2</sup>	19,78	
Ø	m	5,04	
adoptamos Ø	m	5,00	
Área real	m <sup>2</sup>	<b>19,63</b>	20
V	m <sup>3</sup>	58,88	
V real	m <sup>3</sup>	<b>60,00</b>	

**COMPROBACIONES**

t retención	h	<b>24,27</b>	≥24 correcto
Carga hidráulica	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> *h	<b>0,38</b>	≤1,4 correcto
Carga de sólidos	kg/m <sup>2</sup> *h	<b>90,70</b>	(90-130) correcto

**DESHIDRATACIÓN DE FANGOS**

Fangos procedentes de digestión	Kg/d	1780,00
Concentración fango digerido 5%	Kg/m <sup>3</sup>	50,00
Concentración fango deshidratado 25%	Kg/m <sup>3</sup>	250,00
Días de trabajo a la semana	d/semana	5,00
Horas de funcionamiento diario	h/d	8,00

tr	d	3,00
Q desh. (Caudal deshid.)	m <sup>3</sup> /d	35,60

AIREACIÓN PROLONGADA

**CÁLCULO FILTRO DE BANDA**

Horas de funcionamiento semanal	h/semana	40,00
Caudal diario de fango a secar	m <sup>3</sup> /d	35,60
Caudal de fango seco	m <sup>3</sup> /d	7,12
<b>Caudal horario de fango secado</b>	m <sup>3</sup> /h	4,45
Carga horaria de fango	Kg/h	222,50
Carga de fango por ancho de banda	Kg/m <sup>2</sup> h	200,00
Nº filtros de banda		2,00
A ( ancho de banda)	m	0,56
<b>A ( ancho de banda) comercial adoptado</b>	m	<b>0,75</b>
<b>Carga de fango Real</b>	kg./m <sup>2</sup> h	<b>148,33</b>

**CAUDAL DE AGUA DE LAVADO**

Adoptamos un caudal	L/m <sup>2</sup> s	1,70
<b>CAUDAL</b>	L/s	2,55

**DOSIFICACIÓN DE REACTIVOS**

Concentración de la selección de polielectrolito 0,55%	Kg/m <sup>3</sup>	5,50
Dosificación máxima prevista	Kg/ T.M.S	5,00
Consumo máx. polielectrolito al día	Kg/d	12,46
Caudal diario de solución al 0,55%	m <sup>3</sup> /d	2,27
Consumo máx. horario de polielectrolito	Kg/h	1,56
<b>Caudal unitario de las bombas de polielectrolito</b>	L/h	<b>311,50</b>

LECHOS BACTERIANOS

DATOS DE PARTIDA

S.S.	55% eliminación	
DBO5	35% eliminación	
Q medio	333.33 m³/h	333,33
Q punta (*1,75)	583 m³/h	583,33
Q máximo (* 1,8)	600 m³/h	599,99
KgDBO5 / d	1560	
KgDQO /d	5328	
Kg N-Ntk /d	393	
Kg P/d	40,25	
Kg SST / d	1112,4	
Kg SSV /d	889,92	
Y	0,65	
Kd	0,06	
Sól. Susp. en licor mezcla	2.900 g/l	MLSST
Volátiles (*0,8)	2.320 g/l	MLSSV

VOLUMEN DEL REACTOR

Q	m³/h	333,33
Q	m³/d	8000,00
θc	d	6,00
V	m³	<b>1352,74</b>

CTE. DE TRATABILIDAD

Y		0,65
X	g/l	2,90
X	mg/l	2900,00
Kd		0,06
Cte. Tratabilidad DBO (K20)	(l/s)½/m²	0,15
T	°C	18,00
Corrección (K18)		0,14
X (material plástico)		0,30
D1	m	6,00
D2	m	7,50
<b>K18/2</b>	<b>(l/s)½/m²</b>	<b>0,13</b>

PARA UN LECHO

Si	mgDBO5/l	195,00	
Se	mgDBO5/l	24,00	
n	Cte. Experimental	0,50	
Q máximo ( Q * 1,8 )	l/s	166,67	
<b>Area</b>	<b>m²</b>	<b>819,25</b>	no fórmula
2 unidades	m²	409,63	
Radio	m	11,42	
h=D2	m	7,50	
<b>Volumen unitario</b>	<b>m³</b>	<b>3072,19</b>	
<b>Volumen</b>	<b>m³</b>	<b>6144,38</b>	
<b>COMPROB. T DE RETENCIÓN</b>			
tiempo retención	h	<b>18,43</b>	

CARGA MÁSCICA Y VOLUMÉTRICA

<b>Carga orgánica/volumétrica</b>	<b>KgDBO5 / d*m³</b>	<b>0,25</b>	0.4 - 5
<b>Carga hidráulica</b>	<b>m³/h*m²</b>	<b>0,73</b>	0.72 - 2.5

LECHOS EN DOBLE ETAPA

RENDIMIENTO 1º ETAPA

**0,68**

Se	mgDBO5/l	62,40	
H del lecho	m	5,00	
K18/2	(l/s)½/m²	0,00	
n	Cte. Experimental	0,50	
Q		0,50	
Q	l/s	250,00	
<b>A</b>	<b>m²</b>	<b>452,34</b>	no fórmula
<b>2 unidades</b>	<b>m²</b>	<b>226,17</b>	
Radio	m	8,48	
h	m	5,00	
<b>Volumen unitario</b>	<b>m³</b>	<b>1130,85</b>	
<b>Volumen</b>	<b>m³</b>	<b>2261,70</b>	
<b>Comprobación carga volúmica</b>	<b>KgDBO5 / d*m³</b>	<b>0,81</b>	0.4 - 5
<b>Comprobación carga hidráulica</b>	<b>m³/h*m²</b>	<b>1,33</b>	0.72 - 2.5

LECHOS BACTERIANOS

SEGUNDA ETAPA

<b>Segunda etapa (rendimiento)</b>		0,62	
D2 recalculada	m	3,57	1.5 - 5
<b>A</b>	m <sup>2</sup>	<b>452,34</b>	no fórmula
<b>2 unidades</b>	m <sup>2</sup>	<b>226,17</b>	
Radio	m	8,48	
<b>h=D2</b>	m	3,57	1.5 - 5
<b>Volumen unitario</b>	m <sup>3</sup>	807,43	
<b>Volumen</b>	m <sup>3</sup>	1614,85	
Carga orgánica influente en 2ª etapa	Kg/d	898,55	
Carga orgánica recirc. Desde decant. Secun.	Kg/d	345,60	
<b>Carga orgánica</b>	KgDBO5 / d*m <sup>3</sup>	0,77	0.4 - 5
<b>Carga hidráulica</b>	m <sup>3</sup> /h*m <sup>2</sup>	1,33	0.72 - 2.5

DECANTACIÓN SECUNDARIA

Decantación secundaria

Decantación secundaria

PRIMERA ETAPA

Vasc(Qmax)	m	1,50	
Vasc(Qmed)	m	1,00	
Tiempo ret. Qmax	h	1,50	
Tiempo ret. Qmed	h	2,50	
Factor recirculación	r	2,50	
<b>A ( Qmáx )</b>	m <sup>2</sup>	<b>1399,99</b>	
A ( Qmed )	m <sup>2</sup>	1166,66	
A unit. ( 2 unidades )	m <sup>2</sup>	699,99	
r	m	14,93	
V necesario a Q med	m <sup>3</sup>	2916,64	
<b>V necesario a Q max.</b>	m <sup>3</sup>	<b>3149,97</b>	
<b>V unitario</b>	m <sup>3</sup>	<b>1574,98</b>	
h decantadores	m	2,25	
<b>Longitud veredero</b>	m	<b>93,74</b>	
<b>Comprob. Carga sobre veredero</b>	m <sup>3</sup> /h*ml	<b>11,20</b>	≤15
KgDBO5 / d eliminada	KgDBO5 / d	<b>1060,80</b>	
<b>Producción de fangos</b>	Kg SST / d	<b>795,60</b>	

SEGUNDA ETAPA

Vasc(Qmax)	m	1,50	
Vasc(Qmed)	m	1,00	
Tiempo ret. Qmax	h	1,50	
Tiempo ret. Qmed	h	2,50	
Factor recirculación	r	0,50	
<b>A ( Qmáx )</b>	m <sup>2</sup>	<b>599,99</b>	
A ( Qmed )	m <sup>2</sup>	500,00	
<b>A unit. ( 4 unidades )</b>	m <sup>2</sup>	<b>150,00</b>	
r	m	6,91	
V necesario a Q med	m <sup>3</sup>	1249,99	
<b>V necesario a Q max.</b>	m <sup>3</sup>	<b>1349,99</b>	
<b>V unitario ( 4 unidades )</b>	m <sup>3</sup>	<b>337,50</b>	
h decantadores	m	2,25	
<b>Longitud veredero</b>	m	<b>43,39</b>	
<b>Comprob. Carga sobre veredero</b>	m <sup>3</sup> /h*ml	<b>10,37</b>	≤15
KgDBO5 / d eliminada	KgDBO5 / d	<b>307,20</b>	
<b>Producción de fangos</b>	Kg SST / d	<b>230,40</b>	

## LECHOS BACTERIANOS

## ESPESAMIENTO POR GRAVEDAD

## DATOS INICIALES

F1(SST) Fango proced. Del 1º totales	Kg/d	1360,00
F1(SSV) Fango proced. Del 1º volátiles	Kg/d	1088,00
F2(SST) Fango proced. Del 2º totales	Kg/d	1000,00
F2(SSV) Fango proced. Del 2º volátiles	Kg/d	650,00
F1+F2(SST)	Kg/d	<b>2360,00</b>
F1+F2(SSV)	Kg/d	<b>1738,00</b>
Concentración de entrada	Kg/m³	30,00
Concentración de salida	Kg/m³	80,00
Carga hidráulica	m³/m² *h	1,00
Carga de sólidos	kg/m² *d	110,00
Tiempo de retención	h	24,00
Tiempo de operación de bombeo	h/d	8,00

## CÁLCULO DEL VOLUMEN

V	m³	78,67
---	----	-------

## CÁLCULO DE LA SUPERFICIE

Caudal diario	m³/d	78,67
Caudal horario	m³/h	9,83
Superficie	m²	9,83
Ø	m	3,60

## COMPROBACIÓN CARGA SÓLIDOS

Csol	kg/m² *d	240,00
Área nueva	m²	21,45

≥110

## DIMENSIONES UNITARIAS

h	m	3,67
área	m²	26,22
Ø	m	5,80
adoptamos Ø	m	6,00
Área real	m²	<b>28,26</b>
V	m³	84,78
V real	m³	<b>85,00</b>

≥3

## COMPROBACIONES

t retención	h	<b>25,93</b>
Carga hidráulica	m³/m² *h	<b>0,35</b>
Carga de sólidos	kg/m² *h	<b>83,51</b>

≥24 correcto  
≤1,4 correcto  
(90-130) no

## ESTABILIZACIÓN AEROBIA

F1(SST) Fango proced. Del 1º totales	Kg/d	1360,00
F1(SSV) Fango proced. Del 1º volátiles	Kg/d	1088,00
Px(SST) Fango en exceso o biológico total	Kg/d	1000,00
Px(SSV) Fango en exceso o biológico volátil	Kg/d	650,00
Purga 2,3%	kg/m³	<b>23,00</b>
Caudal enviado a digestión	m³/d	102,61
Temperatura del líquido en invierno	°C	15,00
Temperatura del líquido en verano	°C	22,00
Reducción de volátiles 40%		
Temperat*Edad del fango TABLA	°C*d	<b>470,00</b>
Edad del fango	d	<b>31,33</b>

LECHOS BACTERIANOS

**CÁLCULO DEL VOLUMEN**

Concentración DBO5	kg/m <sup>3</sup>	<b>0,10</b>
Concentración de sólidos en el digestor 2,2% ≤ X ≤ 2,5%	kg/m <sup>3</sup>	<b>22,00</b>
Rendimiento η		<b>0,40</b>
Cte. De reacción Kd		<b>0,02</b>
Fracción volátil de sólidos		<b>0,74</b>

V	m <sup>3</sup>	2264,20
<b>Vreal</b>	m <sup>3</sup>	<b>2304,00</b>

( 24\*24\*4 )

COMPROBACIÓN TIEMPO RETENCIÓN

tr=θc	d	<b>31,33</b>
-------	---	--------------

≥ 15 correcto CEDEX

COMPROBACIÓN CARGA DE TRABAJO

Ct	kg/m <sup>3</sup> *d	<b>0,75</b>
----	----------------------	-------------

≤3

**NECESIDADES DE OXÍGENO**

<b>Ox. real</b>	Kg. Ox/ d	<b>2902,40</b>
-----------------	-----------	----------------

**POTENCIA A INSTALAR**

Coefficiente transferencia	Kg. Ox/ Kwh	1,30
<b>P</b>	Kw	<b>93,03</b>

**100 Kw**

COMPROBACIÓN DE LA POTENCIA DE AGITACIÓN	W/m <sup>3</sup>	40,38
------------------------------------------	------------------	-------

≥30 correcto CEDEX

**DESHDRATACIÓN DE FANGOS**

Fangos procedentes de digestión	Kg/d	1664,80
Concentración fango digerido 5%	Kg/m <sup>3</sup>	50,00
Concentración fango deshidratado 25%	Kg/m <sup>3</sup>	250,00
Días de trabajo a la semana	d/semana	5,00
Horas de funcionamiento diario	h/d	8,00

tr	d	3,00
Caudal deshid.	m <sup>3</sup> /d	33,30

**CÁLCULO FILTRO DE BANDA**

Horas de funcionamiento semanal	h/semana	40,00
Caudal diario de fango a secar	m <sup>3</sup> /d	33,30
Caudal de fango seco	m <sup>3</sup> /d	6,66
<b>Caudal horario de fango secado</b>	m <sup>3</sup> /h	<b>4,16</b>
Carga horaria de fango	Kg/h	208,10
Carga de fango por ancho de banda	Kg/m <sup>2</sup> *h	200,00
Nº filtros de banda		2,00
A ( ancho de banda)	m	0,52
<b>A ( ancho de banda) comercial adoptado</b>	m	<b>0,75</b>
<b>Carga de fango Real</b>	kg./m <sup>2</sup> *h	<b>138,73</b>

140

**CAUDAL DE AGUA DE LAVADO**

Adoptamos un caudal	L/m <sup>2</sup> *s	1,70
<b>CAUDAL</b>	L/s	<b>2,55</b>

**DOSIFICACIÓN DE REACTIVOS**

Concentración de la selección de polielectrolito 0,55%	Kg/m <sup>3</sup>	5,50
Dosificación máxima prevista	Kg/ T.M.S	5,00
Consumo máx. polielectrolito al día	Kg/d	11,65
Caudal diario de solución al 0,55%	m <sup>3</sup> /d	2,12
Consumo máx. horario de polielectrolito	Kg/h	1,46
<b>Caudal unitario de las bombas de polielectrolito</b>	L/h	<b>291,34</b>



## **ANEXO 3**



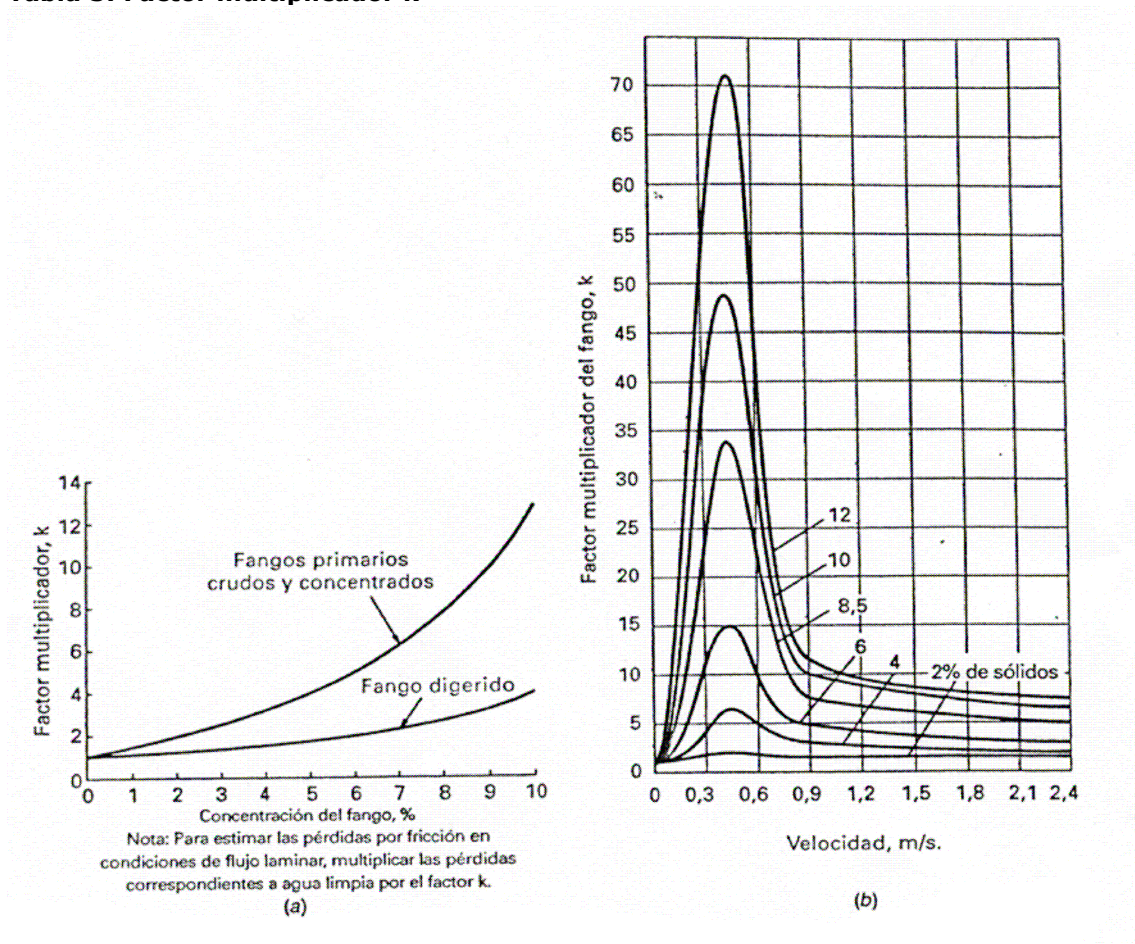
## Estudio de bombas

### Bomba de recirculación y purga

Los lodos que van a ser purgados y recirculados al reactor biológico se recogerán en el fondo del clarificador secundario, en su parte central. Para ello, se colocarán dos bombas de tornillo excéntrico (una de reserva) recomendada en la bibliografía (**Hernández, 1996**), para el transporte de lodos. La tubería por la que circularán los lodos tendrá un diámetro 150 mm, y una longitud de 45,5m en la que se colocará una válvula para regular la cantidad de lodos recirculados y purgados.

Según **Metcalf & Eddy**, el diámetro de la conducción de fango debe tener un diámetro mínimo de 150 mm, y el de la conexión de la bomba no debe ser inferior a 100 mm. Para determinar la potencia de la bomba se realizará el cálculo simplificado de la pérdida de carga propuesto en la bibliografía (**Metcalf & Eddy, 1995**). En el caso de conducciones para el transporte de fango de corta longitud, el cálculo de las pérdidas de carga se realiza mediante procedimientos sencillos. Las pérdidas de carga en el bombeo de fangos se calculan multiplicando la pérdida de carga producida con agua obtenida de la ecuación de Darcy-Weisbach, por el factor k. Este factor k se obtiene a partir de curvas empíricas para un contenido de sólidos y un tipo de fangos determinados como

**Tabla 5. Factor multiplicador k**



Para concentraciones de fango en peso inferiores al 6% (como se da en el presente proyecto) se considera el factor  $k=1$  haciendo uso de la **figura 35 (a)**, La conducción para el transporte de fango será acero inoxidable AISI- 316L y de 45,5m de longitud, por lo que a partir del diagrama de Moody (**Tabla 3**), de la ecuación de Darcy-Weisbach y del número de Reynolds, se determinan las pérdidas de carga. Para tubería de acero comercial de 150 mm de diámetro, la rugosidad relativa es de 0,00025.

$$\frac{\varepsilon}{D} = 0,00025 \quad \text{y} \quad \text{Re} = \frac{v \cdot \rho \cdot D}{\mu} = \frac{0,8 \cdot 999,1 \cdot 0,15}{1,139 \cdot 10^{-3}} = 1,05 \cdot 10^5$$

Con el diagrama de Moody, conocido el Reynolds y la rugosidad relativa se determina el factor de fricción:  $f = 0,0015$

La conducción tiene varios accesorios: 2 codos abiertos de 90°, cuya longitud equivalente, evaluadas a partir de la (**Tabla 3**) será 2,5m. Además, la pérdida de carga del decantador secundario es de 0,68 m según la bibliografía (**Metcalf & Eddy, 1995**). Considerando que  $k = 1$ , el valor del factor de fricción  $f$  será:

$$f = k \cdot f = 1 \cdot 0,0015 = 0,0015$$

Evaluando las pérdidas de carga a partir de la ecuación de Darcy- Weisbach, se obtiene que:

$$h_f = f \cdot \frac{L + L_{eq}}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} = 0,015 \cdot \frac{3 + 2,5 \cdot 2}{0,15} \cdot \frac{0,8^2}{2 \cdot 9,8} = 0,026m$$

La potencia de la bomba se determinará a partir de la ecuación de Bernouilli. La evacuación de los fangos se realizará por la parte inferior de los decantadores secundarios a través de una tubería situada a 1 m por debajo de cada uno

$$\left( \frac{v_2^2 - v_1^2}{2} \right) + g \cdot (z_2 - z_1) + h_f - W$$

$$\left( \frac{0,8^2 - 0^2}{2} \right) + 9,81 \cdot (1) + 0,026 - W = 0 \quad \text{y despejando } W = 10,16J / Kg$$

La potencia mínima que tendrá que suministrar la bomba será:

$$P = W \cdot Q \cdot \rho = 10,16 \frac{J}{Kg} \cdot 8.000 \frac{m^3}{d} \cdot \frac{1d}{86.400s} \cdot 999,1 \frac{Kg}{m^3} = 940 \frac{J}{s} = 940W, \text{ se instalará}$$

**una potencia de 1kW por bomba por bomba**



## **ANEXO 4**

## Estudio hidráulico

En este proyecto, las conducciones del pretratamiento son canales abiertos de hormigón y del reactor en adelante tuberías de acero inoxidable AISI 304. La separación entre los equipos se establecerá de forma que sea suficiente para permitir el paso tanto de personas como de maquinaria, en el caso de que se produzca alguna avería y sea necesario reparar o sustituir el equipo. Así, se ha estimado que una distancia entre equipos de 3 metros es suficiente para las operaciones de mantenimiento y conservación.

Para el dimensionado de estas tuberías se tomarán los datos de los caudales en las condiciones más desfavorables y se utilizará una velocidad media de 0,8 m/s ya que, según la bibliografía (**Hernández Lehmann, 1997**), la velocidad de circulación debe estar comprendida entre 0,6 y 1,2 para evitar que se produzcan sedimentaciones o depósitos que, en caso de formarse, darían origen a una disminución de la capacidad portante de la sección adoptada y a la producción de olores derivados de posibles fermentaciones.

Para el cálculo de los diámetros de las tuberías, en primer lugar, habrá que calcular los caudales que pasan ellas, y a partir de la fórmula  $Q = v \cdot s$ , siendo

$v$  = Velocidad media de paso, estimada en 0,8m/s

$$s = \frac{\pi \cdot \phi^2}{4}$$

Caudales a utilizar (m<sup>3</sup>/d)

Caudal de alimentación: 8.000

Caudal de recirculación: 3.683 (r=0,46, calculada en el proyecto de construcción)

Caudal de alimentación combinada y salida del reactor: 11.683 ( $Q_{a\text{lim.}} + Q_r$ )

Caudal de purga: 286,2

$$Q_w = \frac{Q_F \cdot X_{v,F} + \Delta X_v - Q_F \cdot X_{v,E}}{X_{v,u} - X_{v,E}} \text{ siendo } \Delta X_v = Y \cdot (S_F - S_0) \cdot Q_F - K_d \cdot X_{v,a} \cdot V$$

Caudal de salida del efluente: 7.713,8 ( $Q_{med.} - Q_{purga}$ )

Caudal clarificador: 3.969,2 [ $(Q_{med.} + Q_r) - Q_{salida-efluente}$ ]

### Diámetros de tuberías

De la ecuación de la superficie, despejando el diámetro y dividiendo el caudal por 86.400, que son los segundos que hay en un día, se obtiene el diámetro en metros, se pasan los metros a milímetros y se busca el diámetro nominal en tablas.

$$\text{Alimentación inicial: } \phi = \sqrt{\frac{4 \cdot \frac{8.000}{86.400}}{0,8 \cdot \pi}} = 0,38m = 380mm$$

$$\phi_{no\text{min al}} = 400mm$$

Alimentación combinada y salida del reactor:  $\phi = \sqrt{\frac{4 \cdot \frac{11.683}{86.400}}{0,8 \cdot \Pi}} = 0,464m = 464mm$

$$\phi_{no\ min\ al} = 500mm$$

Salida del efluente:  $\phi = \sqrt{\frac{4 \cdot \frac{7.713,8}{86.400}}{0,8 \cdot \Pi}} = 0,377m = 377mm$

$$\phi_{no\ min\ al} = 400mm$$

Descarga del clarificador:  $\phi = \sqrt{\frac{4 \cdot \frac{3.969,2}{86.400}}{0,8 \cdot \Pi}} = 0,27m = 270mm$

$$\phi_{no\ min\ al} = 300mm$$

Purga:  $\phi = \sqrt{\frac{4 \cdot \frac{286,2}{86.400}}{0,8 \cdot \Pi}} = 0,0726m = 72,6mm$

$$\phi_{no\ min\ al} = 80mm$$

Recirculación:  $\phi = \sqrt{\frac{4 \cdot \frac{3.683}{86.400}}{0,8 \cdot \Pi}} = 0,26m = 260mm$

$$\phi_{no\ min\ al} = 300mm$$





## **ANEXO 5**

## Plan de seguridad y salud

El proyecto en estudio debe presentar un plan de seguridad y salud, según el **artículo 4 del Real Decreto 1627/97** "Obligatoriedad del estudio de seguridad y salud o del estudio básico de seguridad y salud en las obras", en el que dice:

1. El promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio de seguridad y salud en los proyectos de obras en que se den alguno de los supuestos siguientes:

a) Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.000 euros

b) Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.

c) Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.

d) Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

2. En los proyectos de obras no incluidos en ninguno de los supuestos previstos en el apartado anterior, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud

El presupuesto del presente proyecto supera los 450.000 euros que se mencionan en el primer supuesto, de ahí la obligatoriedad de la elaboración del plan de seguridad y salud. No se elaborará el plan por entenderse que no es objeto de este proyecto, si bien se le destinará una partida presupuestaria con valor del 10% del valor total de la obra.



## **ANEXO 6**

ALTERNATIVA 1: FANGOS ACTIVOS

ESTUDIO ECONÓMICO

Costes de Construcción

Decantador 1º									
UNIDADES	PARTIDA						MEDICIÓN	PRECIO	IMPORTE
m3	Muro de hormigón armado 2C, H=3 m, HA-25/B/20/lla fabricado en central y vertido con cubilote, acero UNE-EN 10080 B 500 S, 50 kg/m³, espesor 30 cm, encofrado metálico, con acabado tipo industrial para revestir.								
		Diámetro ext.(m)	Espesor (m)	Vol (m3)					
	Solera circular	16,4	0,3	63,37					
	Muros (h=3m)		0,2	30,54			2	93,91	282,36
				93,91					53.032,00 €
		Diámetro	altura	vol(m3)					
ud	Decantador 1º	16	3	602,88			2	35.000	70.000,00 €
									123.032,00 €
Reactor Biológico									
UNIDADES	PARTIDA						MEDICIÓN	PRECIO	IMPORTE
m3	Muro de hormigón armado 2C, H=3 m, HA-25/B/20/lla fabricado en central y vertido con cubilote, acero UNE-EN 10080 B 500 S, 50 kg/m³, espesor 30 cm, encofrado metálico, con acabado tipo industrial para revestir.								
		Solera	2	25,9	7,4	0,25	95,83		
		Muros	4	7,4	3,8	0,2	22,50		
			4	25	3,8	0,2	76,00	194,33	282,36
							194,33		54.869,89 €
		Potencia(kW)							
	Compresor	50					1	15.000	15.000,00 €
									69.869,89 €
Decantador 2º									
UNIDADES	PARTIDA						MEDICIÓN	PRECIO	IMPORTE
m3	Muro de hormigón armado 2C, H=3 m, HA-25/B/20/lla fabricado en central y vertido con cubilote, acero UNE-EN 10080 B 500 S, 50 kg/m³, espesor 30 cm, encofrado metálico, con acabado tipo industrial para revestir.								
		2 unidades	Unidades	metro ext.(m)	espesor (m)	Vol (m3)			
		Solera circular	2	17,4	0,3	142,67			
		Muros (h=3m)	2		0,2	64,84			
						207,51	207,51	282,36	58.593,87 €
				Diámetro	Altura	Vol(m3)			
		Mecanismo decantador		17	3	680,595	2	10.000	20.000,00 €
									78.593,87 €
Espesador Gravedad									
UNIDADES	PARTIDA						MEDICIÓN	PRECIO	IMPORTE
m3	Muro de hormigón armado 2C, H=3 m, HA-25/B/20/lla fabricado en central y vertido con cubilote, acero UNE-EN 10080 B 500 S, 50 kg/m³, espesor 30 cm, encofrado metálico, con acabado tipo industrial para revestir.								
		Unidades	Diámetro ext.	Espesor (m)	Vol (m3)				
		Solera circular	1	6,4	0,3	9,65			
		Muros (h=3m)	1		0,2	11,69			
						21,34	21,34	282,36	6.024,91 €
				Diámetro	altura	Vol(m3)			
		Espesador	1	6	3	84,78	1,00	10000,00	10.000,00 €
									16.024,91 €
Digestor aerobio									
UNIDADES	PARTIDA						MEDICIÓN	PRECIO	IMPORTE
m3	Muro de hormigón armado 2C, H=3 m, HA-25/B/20/lla fabricado en central y vertido con cubilote, acero UNE-EN 10080 B 500 S, 50 kg/m³, espesor 30 cm, encofrado metálico, con acabado tipo industrial para revestir.								
		1 unidad							
		Solera	1	25,4	25,4	0,25	161,29		
		Muros	2	25,4	3,5	0,2	35,56		
			2	25	3,5	0,2	35	231,85	282,36
							231,85		65.465,17 €
		Potencia(kW)							
		Aireadores de superficie	25				4,00	7123,61	28.494,44 €
									93.959,61 €
Deshidratación de fangos									
UNIDADES	PARTIDA						MEDICIÓN	PRECIO	IMPORTE
m3	Muro de hormigón armado 2C, H=3 m, HA-25/B/20/lla fabricado en central y vertido con cubilote, acero UNE-EN 10080 B 500 S, 50 kg/m³, espesor 30 cm, encofrado metálico, con acabado tipo industrial para revestir.								
		Unidades	Diámetro ext.	Espesor (m)	Vol (m3)				
		Filtro de banda	2	0,75			2,00	36000,00	72.000,00 €
		Bombas de caudal de lavado 1,27l/s	3				3	842,7	2.528,10 €
		Depósito de preparación de la solución de 1m3	2				2	7.950	15.900,00 €
		Bombas de polielectrolito de caudal unitario 275,6l/h	3				3,00	825,4	2.476,20 €
		Tolva para recogida de lodos de 10 m3	1				1,00	14.304,82	14.304,82 €
									107.209,12 €
									TOTAL
									488.689,40 €

ALTERNATIVA 2: AIREACIÓN PROLONGADA

ESTUDIO ECONÓMICO

Costes de Construcción

<b>Reactor Biológico</b>							
UNIDADES	PARTIDA				MEDICIÓN	PRECIO	IMPORTE
m3	Muro de hormigón armado 2C, H<=3 m, HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, acero UNE-EN 10080 B 500 S, 50 kg/m <sup>3</sup> , espesor 30 cm, encofrado metálico, con acabado tipo industrial para revestir.						
	Solera	60,4	0,25	459,04			
	Muros	4	0,2	96,64			
		4	0,2	48,00	603,68	282,36	170.455,08 €
				603,68			
	Aireadores de superficie				4	7.123,61	28.494,44 €
							198.949,52 €
<b>Decantador 2º</b>							
UNIDADES	PARTIDA				MEDICIÓN	PRECIO	IMPORTE
m3	Muro de hormigón armado 2C, H<=3 m, HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, acero UNE-EN 10080 B 500 S, 50 kg/m <sup>3</sup> , espesor 30 cm, encofrado metálico, con acabado tipo industrial para revestir.						
	2 unidades	Espesor (m)	Vol (m3)				
	Solera circular	0,3	177,36				
	Muros (h=3m)	0,2	72,38				
			249,74		249,74	282,36	70.515,96 €
	Mecanismo decantador	3	19	850,155	2,00	11715,00	23.430,00 €
							93.945,96 €
<b>Espesador Gravedad</b>							
UNIDADES	PARTIDA				MEDICIÓN	PRECIO	IMPORTE
m3	Muro de hormigón armado 2C, H<=3 m, HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, acero UNE-EN 10080 B 500 S, 50 kg/m <sup>3</sup> , espesor 30 cm, encofrado metálico, con acabado tipo industrial para revestir.						
		Espesor (m)	Vol (m3)				
	Solera circular	0,3	6,87				
	Muros (h=3m)	0,2	9,80				
			16,67		16,67	282,36	4.707,63 €
	Espesador	3	58,88		1,00	9231,36	9.231,36 €
							13.938,99 €
<b>Deshidratación de fangos</b>							
UNIDADES	PARTIDA				MEDICIÓN	PRECIO	IMPORTE
m3	Muro de hormigón armado 2C, H<=3 m, HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, acero UNE-EN 10080 B 500 S, 50 kg/m <sup>3</sup> , espesor 30 cm, encofrado metálico, con acabado tipo industrial para revestir.						
	Filtro de banda				2,00	36000,00	72.000,00 €
	Bombas de caudal de lavado 1,27l/s				3	842,7	2.528,10 €
	Depósito de preparación de la solución de 1m3				2	7.950	15.900,00 €
	Bombas de polielectrolito de cuadal unitario 200l/h				3,00	736,7	2.210,10 €
	Tolva para recogida de lodos de 10 m3				1,00	14.304,82	14.304,82 €
							106.943,02 €
						<b>TOTAL</b>	<b>413.777,49 €</b>

ALTERNATIVA 3: LECHOS BACTERIANOS

ESTUDIO ECONÓMICO

Costes de Construcción

<b>Decantadores 1º</b>									
UNIDADES	PARTIDA						MEDICIÓN	PRECIO	IMPORTE
m3	Muro de hormigón armado 2C, H=3 m, HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, acero UNE-EN 10080 B 500 S, 50 kg/m³, espesor 30 cm, encofrado metálico, con acabado tipo industrial para revestir.								
	2 unidades	Unidades	Diámetro ext.	Espesor (m)	Vol (m3)				
	Solera circular	2	16,4	0,3	126,74				
	Muros (h=3m)	2		0,2	61,07				
					187,82		187,82	282,36	53.032,00 €
			Diámetro	Altura	Vol(m3)				
ud	Decantador 1º		16	3	602,88		1	35.000	35.000,00 €
ud									
ud									
									88.032,00 €
<b>Reactor biológico</b>									
UNIDADES	PARTIDA						MEDICIÓN	PRECIO	IMPORTE
m3	Muro de hormigón armado 2C, H=3 m, HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, acero UNE-EN 10080 B 500 S, 50 kg/m³, espesor 30 cm, encofrado metálico, con acabado tipo industrial para revestir.								
	2 unidades	Unidades	Diámetro ext.	Espesor (m)	Vol (m3)				
	Solera circular	2	23,4	0,3	258,03				
	Muros (h=7,5m)	2		0,2	218,65				
					476,69		476,69	282,36	134.597,18 €
<b>Decantador 2º</b>									
UNIDADES	PARTIDA						MEDICIÓN	PRECIO	IMPORTE
m3	Muro de hormigón armado 2C, H=3 m, HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, acero UNE-EN 10080 B 500 S, 50 kg/m³, espesor 30 cm, encofrado metálico, con acabado tipo industrial para revestir.								
	4 unidades	Unidades	Diámetro ext.	Espesor (m)	Vol (m3)				
	Solera circular	4	15,4	0,3	223,52				
	Muros (h=3m)	4		0,2	114,61				
					338,12		338,12	282,36	95.472,50 €
			Diámetro	Altura	Vol (m3)				
	Mecanismo decantador	4	15	3	529,875		4,00	8325,00	33.300,00 €
									128.772,50 €
<b>Espesador Gravedad</b>									
UNIDADES	PARTIDA						MEDICIÓN	PRECIO	IMPORTE
m3	Muro de hormigón armado 2C, H=3 m, HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, acero UNE-EN 10080 B 500 S, 50 kg/m³, espesor 30 cm, encofrado metálico, con acabado tipo industrial para revestir.								
	1 unidad	Unidades	Diámetro ext.	Espesor (m)	Vol (m3)				
	Solera circular	1	6,4	0,3	9,65				
	Muros (h=3m)	1		0,2	11,69				
					21,34		21,34	282,36	6.024,91 €
			Diámetro	altura	Vol (m3)				
	Espesador	1	6	3	84,78		1,00	10000,00	10.000,00 €
									16.024,91 €
<b>Digestor aerobio</b>									
UNIDADES	PARTIDA						MEDICIÓN	PRECIO	IMPORTE
m3	Muro de hormigón armado 2C, H=3 m, HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, acero UNE-EN 10080 B 500 S, 50 kg/m³, espesor 30 cm, encofrado metálico, con acabado tipo industrial para revestir.								
	1 unidad	Unidades	Diámetro ext.	Espesor (m)	Vol (m3)				
	Solera	2	24,4	4	0,2	39,04			
	Muros	2	24	4	0,2	38,4		226,28	282,36
					226,28				63.892,42 €
					2304				
	Aireadores de superficie	25					4	7.123,61	28.494,44 €
									92.386,86 €
<b>Deshidratación de fangos</b>									
UNIDADES	PARTIDA						MEDICIÓN	PRECIO	IMPORTE
m3	Muro de hormigón armado 2C, H=3 m, HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, acero UNE-EN 10080 B 500 S, 50 kg/m³, espesor 30 cm, encofrado metálico, con acabado tipo industrial para revestir.								
	Filtro de banda	2	0,75				2,00	36000,00	72.000,00 €
	Bombas de caudal de lavado 1,27l/s	3					3	842,7	2.528,10 €
	Depósito de preparación de la solución de 1m3	2					2	7.950	15.900,00 €
	Bombas de polielectrolito de caudal unitario 440l/h	3					3,00	1.500	4.500,00 €
	Tolva para recogida de lodos de 10 m3	1					1,00	14.304,82	14.304,82 €
									109.232,92 €
<b>TOTAL</b>									569.046,38 €



## 9- BIBLIOGRAFÍA

- Tratamiento de aguas residuales. Ramalho, R.S., Editorial Reverté, 1996.
- Manual de Diseño de Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales 2ª edición. Aurelio Hernández Lehmann.
- Ingeniería de aguas residuales. Tratamiento, vertido y reutilización. Prólogo de Ángel Cajigas. 3ª edición. Editorial Metcalf & Eddy.
- Manual de depuración Uralita. Sistemas para depuración de aguas residuales en núcleos de hasta 20.000 habitantes. Aurelio Hernández Muñoz, Aurelio Hernández Lehmann y Pedro Galán Martínez, Editorial Paraninfo.
- Inc. Ingeniería sanitaria. Tratamiento, evacuación y reutilización de aguas residuales. Metcalf & Eddy, Barcelona: Labor, 1985
- Proyecto de construcción EDAR Prado del Rey
- Estrategia en ingeniería de procesos. D.F. Rudd and Watson, Editorial Alhambra.
- Tratamiento biológico de las aguas residuales. Ronzano y col., Editorial PRIDESA, 1996
- Plan General de Ordenación Urbanística de Chiclana de la Frontera
- Publicaciones de internet
- Otros proyectos de Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**TÍTULO DE INGENIERO QUÍMICO**



**PROYECTO FIN DE CARRERA**

**SELECCIÓN DE TECNOLOGÍA Y DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS  
RESIDUALES EN PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA)**

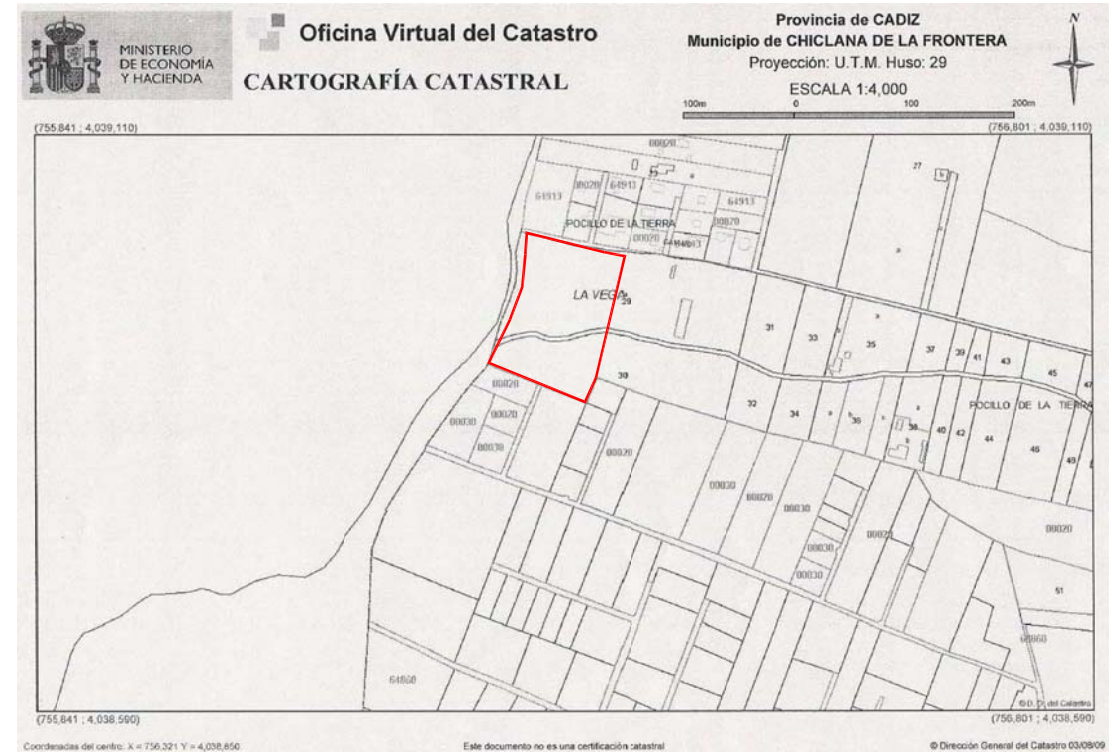
## **DOCUMENTO 2: PLANOS**

**JUAN JOSÉ FDEZ-CARO GARCÍA**

**OCTUBRE, 2011**

## **INDICE PLANOS**

1. SITUACIÓN
2. IMPLANTACIÓN DE LA EDAR
3. LÍNEA DE AGUAS Y FANGOS
4. DESARENADOR-DESENGRASADOR
5. REACTOR BIOLÓGICO
6. DECANTADOR SECUNDARIO
7. ESPESADOR



# TECNOLOGÍA Y DISEÑO DE UNA EDAR

AUTOR

JUAN JOSÉ FDEZ-CARO GARCÍA

PLANO Nº

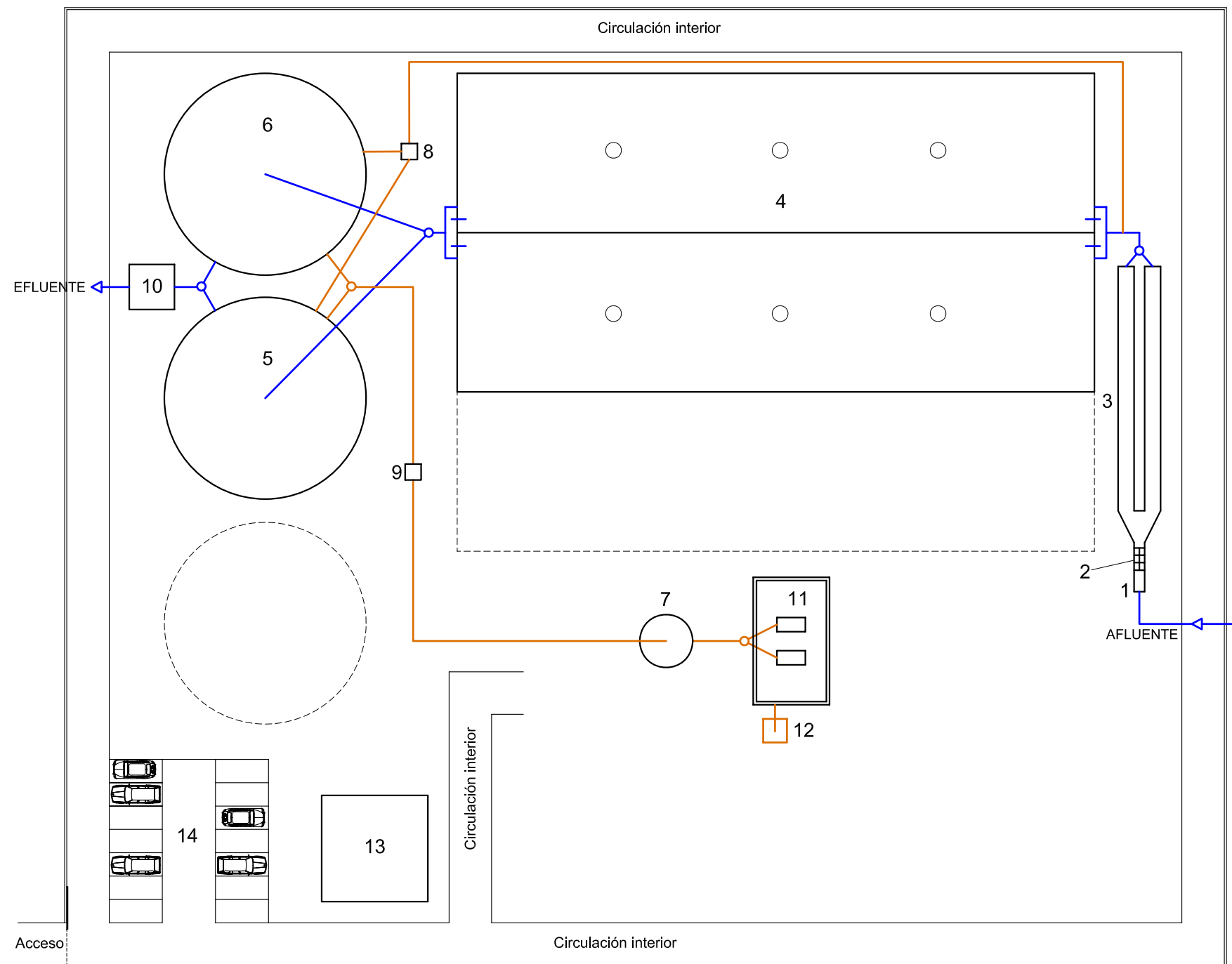
1 / 7

ESCALA

SITUACIÓN

FECHA

OCTUBRE 2011



- 1-CANAL DE ENTRADA
- 2-REJAS DE DESBASTE
- 3-DESARENADOR-DESENGRASADOR
- 4-REACTOR BIOLÓGICO
- 5-DECANTADOR SECUNDARIO Nº1
- 6-DECANTADOR SECUNDARIO Nº2
- 7-ESPEADOR
- 8-BOMBEO FANGOS RECIRCULACIÓN
- 9-BOMBEO FANGOS EN EXCESO
- 10-FILTRO DE ARENA
- 11-EDIFICIO DE SECADO
- 12-ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE
- 13-EDIFICIO DE CONTROL
- 14-APARCAMIENTOS

— LINEA DE AGUAS  
 — LINEA DE FANGOS

## TECNOLOGÍA Y DISEÑO DE UNA EDAR

AUTOR

JUAN JOSÉ FDEZ-CARO GARCÍA

PLANO Nº

2 / 7

ESCALA

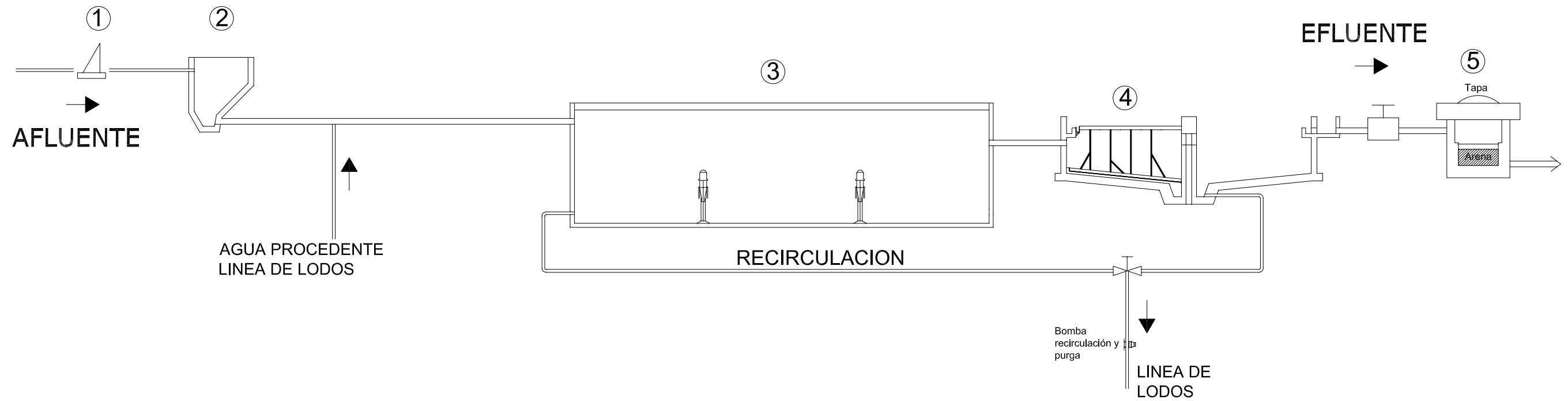
1/500

IMPLANTACIÓN DE LA EDAR

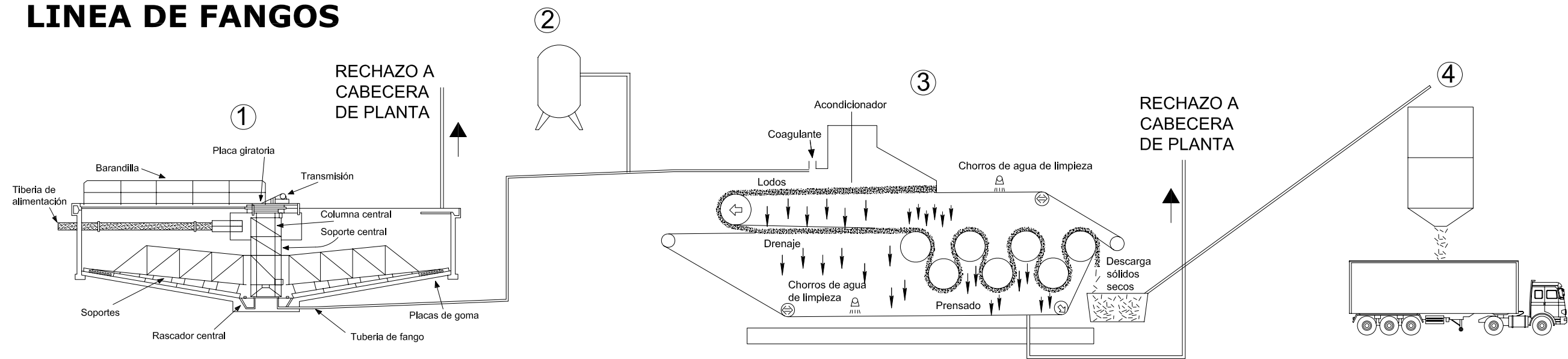
FECHA

OCTUBRE 2011

## LINEA DE AGUAS



## LINEA DE FANGOS



### LINEA DE FANGOS

- 1-ESPESADOR
- 2-DEPÓSITO DE POLIELECTROLITO
- 3-FILTRO DE BANDA
- 4-ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE

### LINEA DE AGUAS

- 1-REJA DE DESBASTE
- 2-DESARENADOR-DESENGRASADOR
- 3-REACTOR BIOLÓGICO
- 4-DECANTACIÓN SECUNDARIA
- 5-FILTRO DE ARENA

## TECNOLOGÍA Y DISEÑO DE UNA EDAR

AUTOR

JUAN JOSÉ FDEZ-CARO GARCÍA

PLANO Nº

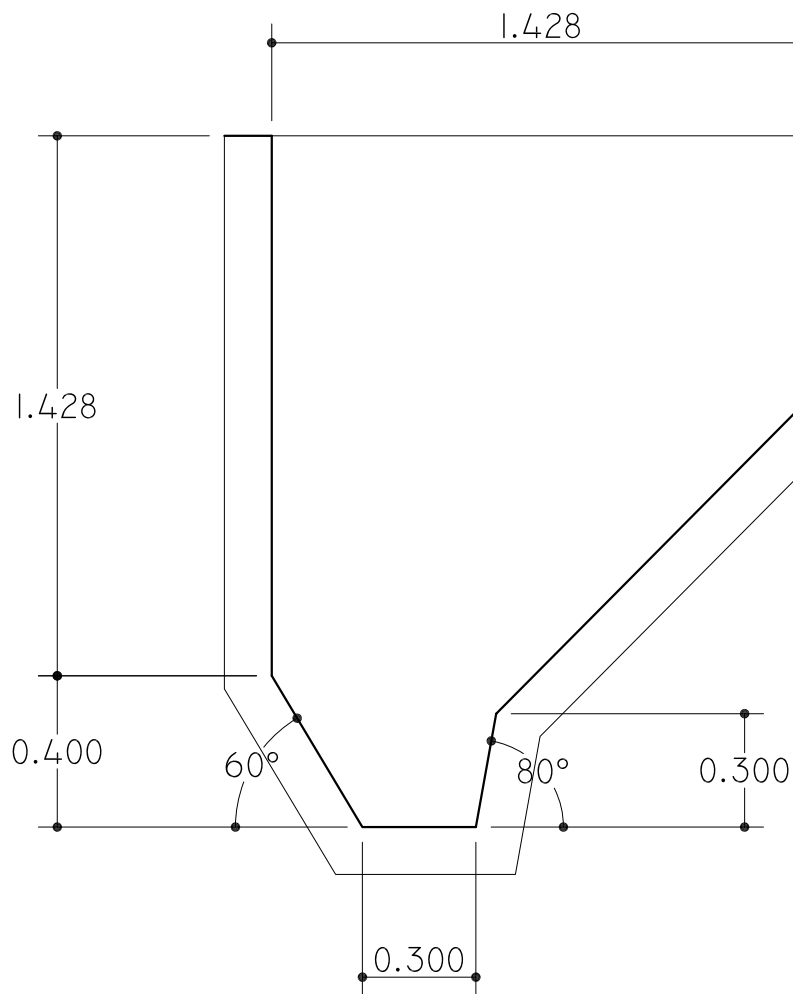
3 / 7

ESCALA

LINEA DE AGUAS Y FANGOS

FECHA

OCTUBRE 2011



# TECNOLOGÍA Y DISEÑO DE UNA EDAR

AUTOR

JUAN JOSÉ FDEZ-CARO GARCÍA

PLANO N°

4 / 7

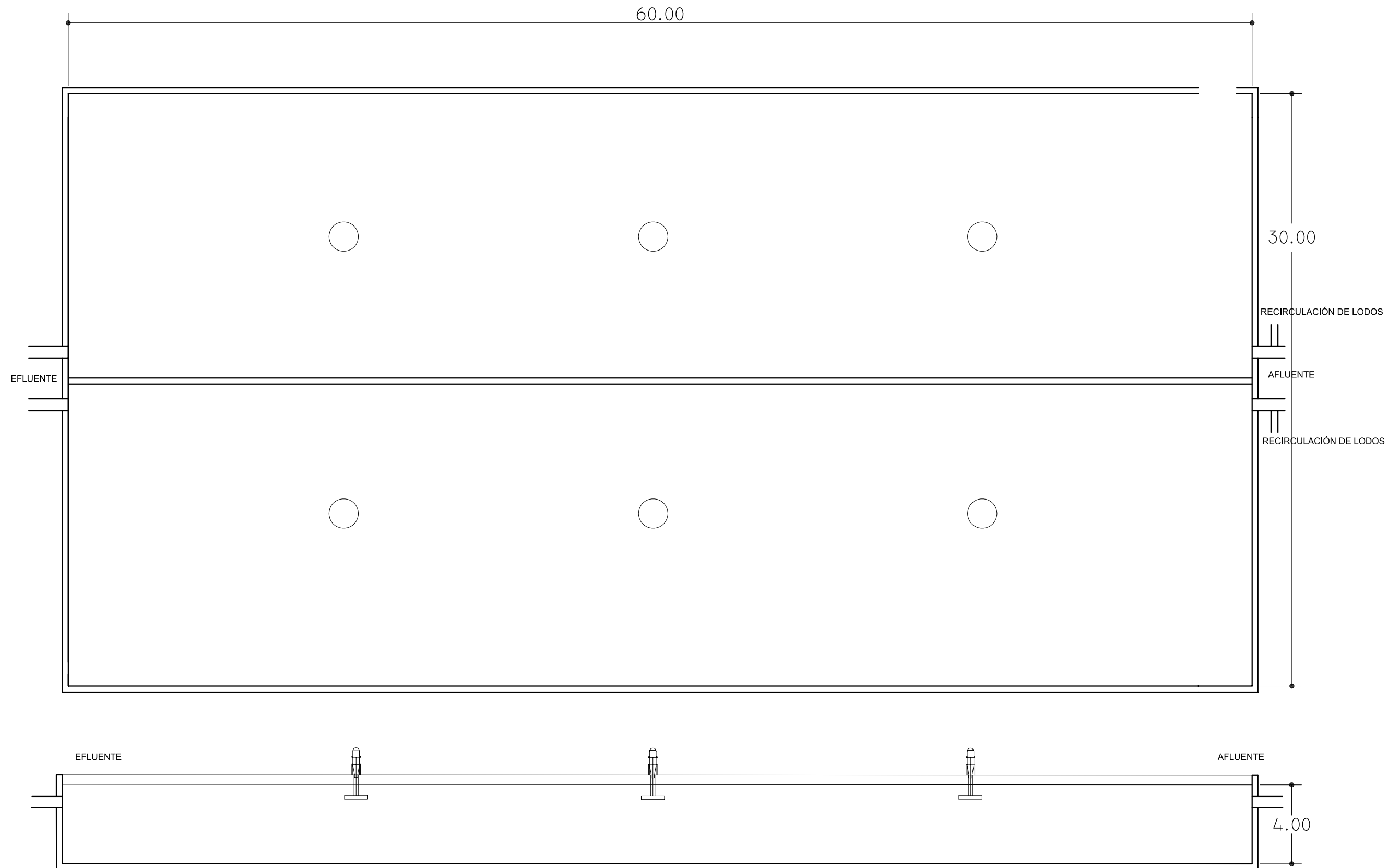
ESCALA

1:20

DESARENADOR-DESENGRASADOR

FECHA

OCTUBRE 2011



## TECNOLOGÍA Y DISEÑO DE UNA EDAR

AUTOR

JUAN JOSÉ FDEZ-CARO GARCÍA

PLANO Nº

5 / 7

ESCALA

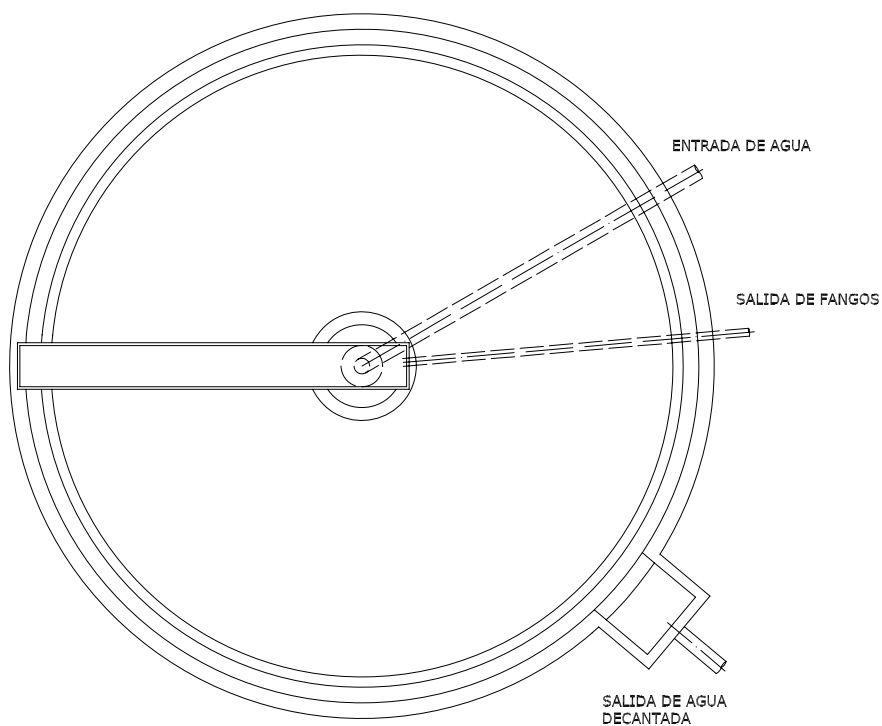
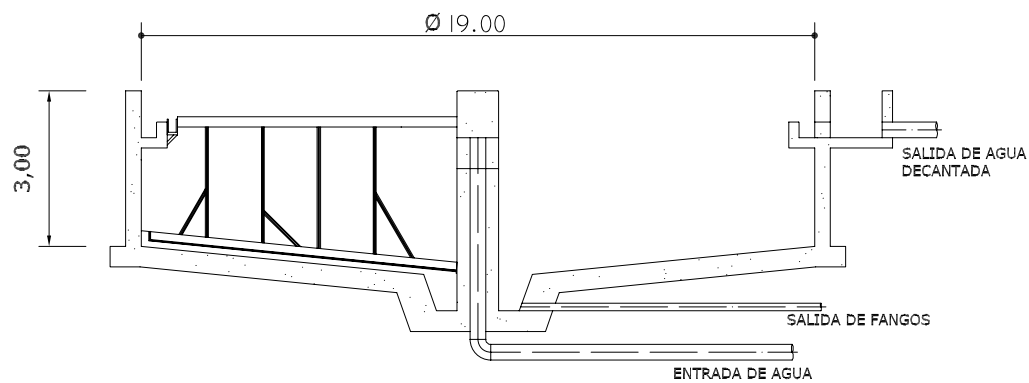
1:200

REACTOR BIOLÓGICO

FECHA

OCTUBRE 2011





# TECNOLOGÍA Y DISEÑO DE UNA EDAR

AUTOR

JUAN JOSÉ FDEZ-CARO GARCÍA

PLANO N°

6 / 7

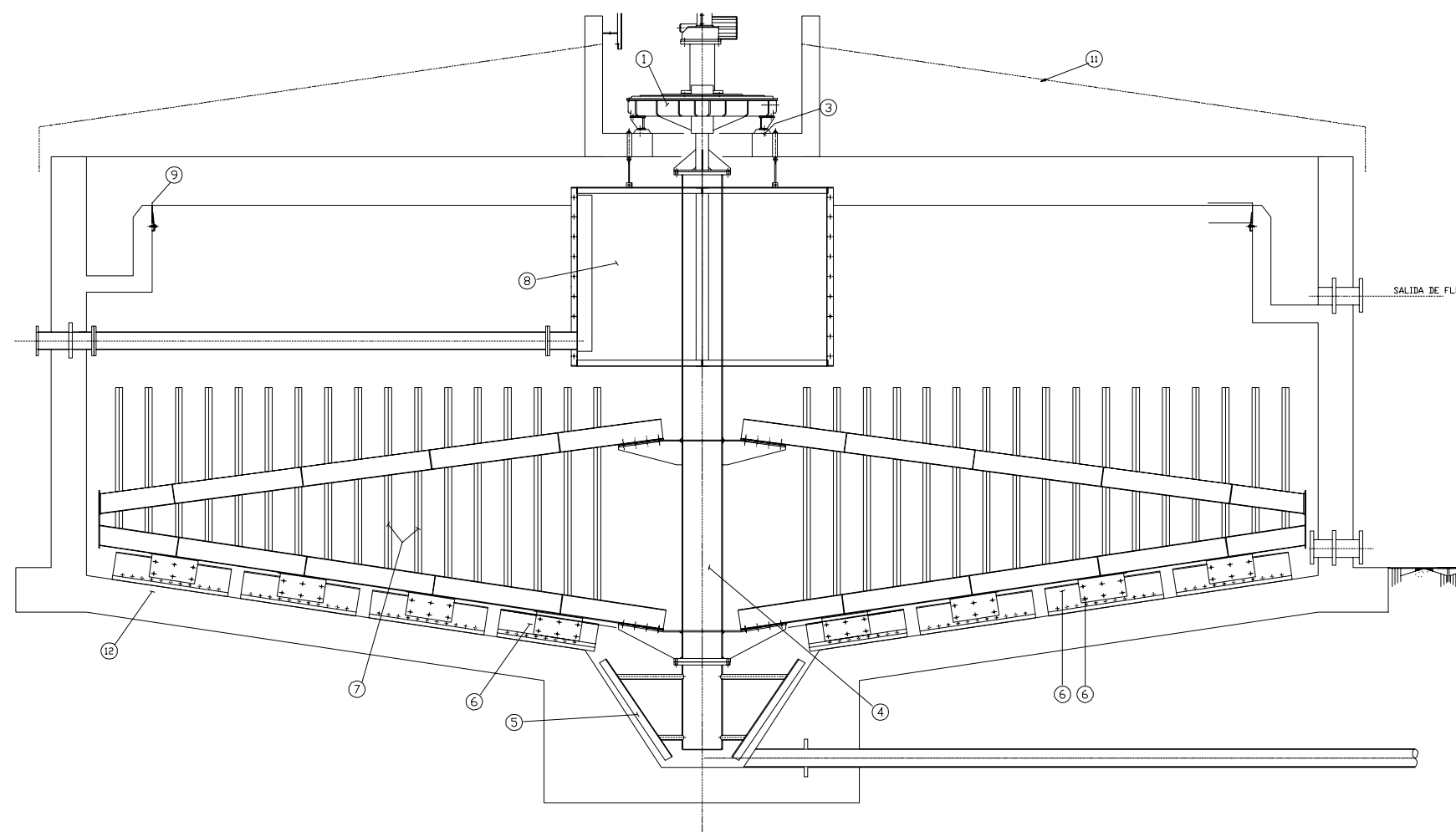
ESCALA

1:150

DECANTADOR SECUNDARIO

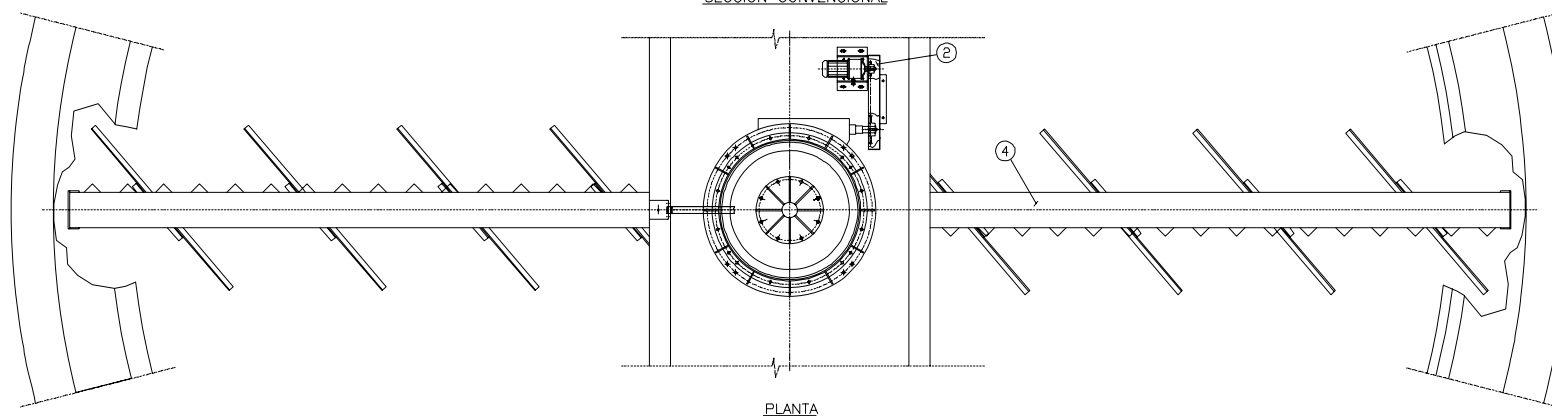
FECHA

OCTUBRE 2011



MARCA	DENOMINACION
1	CABEZA DE ARRASTRE CON ELEVACION
2	CADENA, PINOÑES Y SOP. TRANS. ELEC.
3	ANCLAJE CABEZA DE ARRASTRE
4	TUBO ARRASTRE RASQUETAS DE FONDO
5	RASQUETA FOSA DE FANGOS
6	RASQUETAS BARREDORAS DE FANGO
7	BARRAS DE ESPESAMIENTO
8	CAMPANA DEFLECTORA
9	VERTEDERO
10	ESCALERA DE ACCESO A LA PASARELA
11	CUBIERTA
12	FORMAS DE OBRA CIVIL

SECCION CONVENCIONAL



PLANTA

# TECNOLOGÍA Y DISEÑO DE UNA EDAR

AUTOR

JUAN JOSÉ FDEZ-CARO GARCÍA

PLANO Nº

7 / 7

ESCALA

ESPESADOR

FECHA

OCTUBRE 2011

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**TÍTULO DE INGENIERO QUÍMICO**



**PROYECTO FIN DE CARRERA**

**SELECCIÓN DE TECNOLOGÍA Y DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS  
RESIDUALES EN PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA)**

## **DOCUMENTO 3: PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS**

ÍNDICE.....	1
1. OBJETO.....	3
1.1. DEFINICIONES.....	3
2. CONDICIONES GENERALES.....	3
2.1. OBLIGACIONES SOCIALES VARIAS.....	3
2.2. SUBCONTRATISTA O DESTAJISTA.....	3
2.3. PERMISOS Y LICENCIAS.....	4
2.4. PERSONAL DE OBRA.....	4
2.5. COMIENZO DE LAS OBRAS.....	4
2.6. OBRAS DEFECTUOSAS O MAL EJECUTADAS.....	5
2.7. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.....	5
2.8. DESARROLLO Y CONTROL DE LAS OBRAS.....	5
2.9. LIBRO DE ÓRDENES.....	6
2.10. FACILIDADES PARA LA INSPECCION.....	6
2.11. PRUEBAS.....	6
2.12. CONTROL DE CALIDAD.....	6
2.13. MEDICIÓN Y ABONO.....	6
2.14. UNIDADES NO PREVISTAS EN EL PROYECTO.....	8
2.15. GARANTÍA DE LAS OBRAS EJECUTADAS.....	8
2.16. GASTOS CON CARÁCTER GENERAL A CUENTA DEL CONTRATISTA.....	9
2.17. INSTALACIONES AUXILIARES.....	9
2.18. MEDIDAS DE SEGURIDAD Y RESPONSABILIDADES POR DAÑOS Y PERJUICIOS.....	9
3. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS.....	10
3.1. DEFINICIÓN Y ALCANCE.....	10
3.1.1. Objeto.....	10
3.1.2. Documentos que definen las obras.....	10
3.1.2.1. Documentos contractuales.....	10

3.1.2.2. Documentos informativos.....	10
3.1.3. Compatibilidad y prelación entre documentos.....	10
3.1.4. Representación del contratista.....	11
3.1.5. Disposiciones aplicables.....	11
3.1.6. Comienzo de las obras.....	12
3.1.7. Programa de trabajo.....	12
3.2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.....	12
3.2.1. Canal de entrada.....	12
3.2.2. Canal de desbaste.....	12
3.2.3. Canal desarenador.....	13
3.2.4. Reactor biológico (aireación prolongada).....	13
3.2.5. Decantación secundaria.....	13
3.2.6 Tratamiento terciario.....	13
3.2.7. Espesado de fangos.....	13
3.2.8 Deshidratador de fangos.....	14
3.3. CONSIDERACIONES SOBRE LOS MATERIALES.....	14
3.3.1. Procedencias.....	14
3.3.2. Ensayos.....	14
3.3.3. Transporte y acopio.....	15
3.3.4. Materiales.....	15
3.3.4.1. Conglomerantes.....	15
3.3.4.2. Áridos para morteros y hormigones.....	16
3.3.4.3. Prefabricados de hormigón.....	16
3.3.4.3.1. Tuberías de hormigón.....	16
3.3.4.4. Materiales cerámicos.....	17
3.3.4.4.1. Ladrillos huecos.....	17
3.3.4.5. Materiales siderúrgicos.....	18
3.3.4.5.1. Acero para armaduras.....	18
3.3.4.6. Tierras para relleno de zanjas.....	18
3.3.4.7. Tuberías de PVC.....	18
3.3.4.8. Materiales no incluidos en el presente pliego.....	19

## **1. OBJETO**

El objeto del Pliego de condiciones es regular las relaciones entre las partes contratantes desde el punto de vista Técnico, Facultativo, Económico y Legal, para el proyecto denominado "Selección de Tecnología y Diseño de una Estación Depuradora de Aguas Residuales en Pinar de los Franceses (Chiclana de la Frontera), y será aplicable a todas las obras incluidas en dicho proyecto.

### **1.1. DEFINICIONES**

Los términos siguientes que aparezcan en el presente documento, se entenderán como sigue:

#### Propietario

Compañía que proyecta la ejecución de la Estación Depuradora, cuya autoridad representa su Director General o el representante autorizado de éste.

#### Contratista principal o general

Empresa de Ingeniería responsable del diseño, puesta en marcha y supervisión total de la Estación Depuradora.

#### Subcontratista

Empresas que prestan los servicios y los suministros requeridos para la construcción de la Estación Depuradora.

Queda entendido que cualquier desacuerdo que ocurra en o entre una o varias partes de este contrato, será el Propietario quien determine cual de éstas seguirá.

#### Ingeniero

Persona designada por el Propietario y/o el Contratista Principal y/o los Subcontratistas para actuar como tales en relación con el presente contrato, incluyendo ingenieros particulares según el contrato.

#### Proveedores

Cualquier persona, empresa o entidad excepto empleados del Contratista Principal, que contrate con el Contratista Principal o cualquier Subcontratista, la fabricación o entrega de maquinaria, materiales o equipo de incorporar al trabajo o que realmente realice dicha fabricación o entrega.

## **2. CONDICIONES GENERALES**

### **2.1. OBLIGACIONES SOCIALES VARIAS**

El Contratista vendrá obligado al cumplimiento de lo dispuesto en la Ley 31/1.995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción y en cuantas disposiciones legales de carácter social, de protección a la Industria Nacional, etc., rijan en la fecha en que se ejecuten las obras.

### **2.2. SUBCONTRATISTA O DESTAJISTA**

El Adjudicatario o Contratista general, podrá dar a destajo en subcontrato, cualquier parte de la obra, pero con la previa autorización la Dirección Facultativa, estando facultados para decidir la exclusión de un destajista, por ser el mismo incompetente o no reunir las condiciones necesarias. Comunicada esta decisión al Contratista, éste deberá tomar las medidas precisas e inmediatas para la rescisión de este contrato.

El Contratista será siempre responsable de todas las actividades del destajista y de las obligaciones derivadas del cumplimiento de las condiciones expresadas en este pliego.

### **2.3. PERMISOS Y LICENCIAS**

El Contratista principal conseguirá todos los permisos y licencias exigidas por la Ley, pagará todos los cargos, gastos e impuestos, y dará los avisos necesarios e incidentales para la debida prosecución de la obra.

### **2.4. PERSONAL DE OBRA**

La correcta ejecución de la obra contratada estará sometida permanentemente a la inspección, comprobación y vigilancia del Director de Obra, designado al efecto por el propietario. Para desempeñar su función, el Director de Obra podrá contar con colaboradores que, junto con este, integrarán la Dirección Facultativa de la obra.

La Dirección Facultativa de las obras tendrán las siguientes funciones:

- Verificar el replanteo y cuidar que las obras se realicen con estricta sujeción al proyecto aprobado o modificaciones debidamente autorizadas, así como el cumplimiento del programa de trabajo.
- Resolver las contingencias que se produzcan en la obra y consignar en el libro de órdenes y asistencias las instrucciones precisas para la correcta interpretación del proyecto.
- Elaborar, a requerimiento del Propietario o su conformidad, eventuales modificaciones del proyecto, que vengan exigidas por la marcha de la obra, adaptadas a las disposiciones normativas contempladas en el proyecto.
- Suscribir el acta de recepción de la obra, así como conformar las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas.

El Contratista es la parte contratante que asume el compromiso de ejecutar las obras con medios humanos y materiales, propios o ajenos, con sujeción al proyecto y al contrato. Sin perjuicio de lo establecido La Ley 30/2007 de Contratos del Sector Público y en el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado, serán obligaciones del constructor:

- Ejecutar la obra con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable y a las instrucciones de la Dirección Facultativa de la obra.
- Mantener permanentemente en la obra un delegado o encargado suficientemente capacitado a juicio de la Dirección Facultativa.
- Redactar el Plan de Seguridad y Salud, antes del inicio de las obras, y notificar a la autoridad laboral competente la apertura del centro de trabajo.
- Asignar los medios humanos y materiales que la obra requiera.
- Firmar el acta de comprobación del replanteo y el acta de recepción de obra.
- Realizar, a su costa, cuantos replanteos sean necesarios para la correcta ejecución de las obras.
- Facilitar a la Dirección Facultativa de la obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación que se considere oportuna por parte del Propietario.

Además, el Contratista adjudicatario estará obligado a dar a la Dirección Facultativa, toda clase de facilidades para el desarrollo de su función de comprobación, coordinación y vigilancia de la correcta realización de los trabajos contratados.

## **2.5. COMIENZO DE LAS OBRAS**

Las obras objeto del presente proyecto, se iniciarán al día siguiente de la fecha del Acta de Replanteo, empezando a contar el plazo a partir de dicha fecha.

En el período comprendido entre la adjudicación definitiva y la de replanteo de las obras, el Contratista podrá, bajo su responsabilidad, proceder a la organización general de las mismas, gestión de suministros de materiales y medios auxiliares necesarios y, en general, a todos los trámites previos necesarios para que una vez comenzada la obra, no se vea interrumpida por obstáculos derivados de una deficiente programación.

## **2.6. OBRAS DEFECTUOSAS O MAL EJECUTADAS**

Una vez comenzada la obra, el director de obra comprobará el cumplimiento del programa de puntos de inspección y lo registrará en las hojas de control de calidad. Si el resultado del punto de control no fuera conforme, el director de obra ordenará la ejecución de las medidas correctoras pertinentes y controlará su correcta ejecución en la correspondiente hoja de control de ejecución.

Si el director de obra estimara preferible aceptar la parte de obra controlada y no conforme por cualquier causa justificada, lo propondrá razonablemente al comité de control de calidad del propietario, que resolverá sobre el particular. Si la resolución resulta positiva, la dirección facultativa fijará el precio a abonar por la misma en función del grado de deficiencia. El contratista podrá optar por aceptar la decisión de aquella o atenerse a lo especificado en el párrafo 1º de este apartado.

Cuando se sospeche la existencia de vicios ocultos de construcción o de materiales de calidad deficiente, la dirección facultativa podrá ordenar la apertura de calas correspondientes.

## **2.7. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA**

El Contratista es responsable de la ejecución de las obras y montajes de las instalaciones en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos que componen el presente proyecto.

Como consecuencia de ello, vendrá obligado a la demolición y reconstrucción de todo lo mal ejecutado, sin que pueda servir de excusa que la dirección facultativa haya examinado y reconocido la construcción durante las obras ni el que hayan sido abonadas liquidaciones parciales.

El contratista, por sí o por medio de sus facultativos, representantes o encargados, estará en la obra durante la jornada legal de trabajo, y acompañará a la dirección facultativa o a su representante en las visitas que haga a las mismas, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que éste considere necesarios y suministrándole los datos y medios precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

El contratista, durante el período de ejecución de las obras e instalaciones es responsable de todos los riesgos que puedan correr las mismas.

Es obligación del contratista ejecutar cuando sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras e instalaciones aún cuando no se halle expresamente recogido en los pliegos de condiciones, siempre sin separarse de su espíritu y de la recta interpretación que de los mismos efectúe la dirección facultativa y dentro de los límites y posibilidades que los presupuestos determinen para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

## **2.8. DESARROLLO Y CONTROL DE LAS OBRAS**

El contratista, antes del comienzo de las obras, deberá someter a la aprobación del propietario un plan de trabajo con indicación de los plazos parciales y fechas de terminación de las unidades de obra, compatible con el plazo total fijado para ellas. Este plan se someterá a la aprobación de la dirección facultativa y, si esta se produce, adquirirá carácter



contractual. Asimismo, el contratista presentará una relación completa de los servicios y maquinaria y su compromiso de utilización en cada una de las etapas del plan. Los medios quedarán adscritos a las obras sin que, en ningún caso, el contratista pueda retirarlos sin autorización de la dirección facultativa.

El contratista está obligado a aumentar los medios auxiliares propuestos siempre que la dirección facultativa compruebe que ello es necesario para cumplir con los plazos previstos.

La aceptación del plan y de los medios auxiliares propuestos no implicará exención de la responsabilidad del cumplimiento de los plazos convenidos.

Si el contratista, por causas imputables al mismo, incurriera en demora respecto a los plazos parciales de manera que haga presumir racionalmente el incumplimiento del plazo total, o este hubiera quedado incumplido, podrá optar por la rescisión del contrato con pérdida de fianzas, o por la imposición de las penalidades que se establezcan en el presente documento.

## **2.9. LIBRO DE ÓRDENES**

El libro de órdenes será diligenciado por el propietario, se abrirá en la fecha de comprobación del replanteo y se cerrará en la de la recepción de la obra.

Durante dicho espacio de tiempo estará a disposición de la dirección facultativa, que cuando considere procedente u oportuno, anotará en el las órdenes o instrucciones y comunicaciones que estime, autorizándolas con su firma.

## **2.10. FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN**

El contratista proporcionará a la dirección de obra o a sus representantes, toda clase de facilidades para los replanteos, reconocimientos y mediciones, así como para la inspección de la mano de obra en todos los trabajos, con objeto de comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas en este pliego, permitiendo el libre acceso a todas las partes de la obra, incluso a los talleres o fábricas donde se produzcan y preparen los materiales o se realicen trabajos para las obras.

## **2.11. PRUEBAS**

El contratista o su representante, deberá presenciar los ensayos, para lo cual se le avisará con suficiente antelación.

Los materiales serán reconocidos y aceptados por la dirección facultativa, quedando a su criterio rechazarlos si no cumplieran con las condiciones exigidas, que se comprobarán en el laboratorio de materiales que ella designe. Los proveedores deberán aportar el "certificado de prueba en fábrica", y todo aquello que certifique la idoneidad de los materiales a utilizar (homologaciones, timbres, sellos de conformidad, etc.)

El resultado de las pruebas de la obra, que deben ser ejecutadas en presencia de representantes de la dirección facultativa y del contratista, se recogerá en la correspondiente hoja de control de ejecución.

El propietario visará las "hojas de control de ejecución" una vez cumplimentadas por el director de obra. Dicho visado será imprescindible para la recepción de las obras.

En cualquiera de los casos anteriores citados, serán de cuenta del contratista todos los gastos que se originen hasta un uno por ciento (1%) del valor de las obras.

## **2.12. CONTROL DE CALIDAD**

Con independencia de las pruebas, ensayos y control que el contratista deba realizar, de acuerdo con los documentos de este proyecto, la dirección facultativa efectuará un control de calidad de los materiales empleados y de la ejecución de las distintas unidades de obra, siguiendo un programa de puntos de inspección elaborado expresamente para esta obra por

el director de obra y aprobado por el propietario. El cumplimiento de dicho plan será registrado en las "hojas de control de ejecución".

Las inspecciones, mediciones, controles, pruebas, ensayos y análisis pueden ser realizados directamente por el director de obra, por personal a su servicio o por empresa o laboratorio externo contratado al efecto. El técnico que la dirección facultativa designe como responsable del control de calidad de las obras, tendrá libre acceso a las mismas, así como a las factorías e instalaciones fijas o móviles que el contratista emplee para la fabricación de los materiales a emplear.

### **2.13. MEDICIÓN Y ABONO**

La dirección facultativa realizará mensualmente y en la forma que se establece en este pliego, la medición de las unidades de obra ejecutadas en el periodo de tiempo anterior. El contratista o su delegado podrán presenciar la realización de tales mediciones.

Con carácter general, todas las unidades se medirán por volumen, superficie, longitud o peso, expresado en unidades del sistema métrico o por el número de unidades iguales, se acuerdo como figuran los cuadros de precios y en la definición de los precios contradictorios, si los hubiere.

Las mediciones se calcularán por procedimientos geométricos, por medición sobre planos de perfiles, planos acotados o tomados del terreno, cuando no ofrezcan lugar a dudas.

El adjudicatario no tendrá derecho a percibir indemnización alguna como excedente de los precios en letra consignados en los cuadros de precios, en los que se consideran comprendidos todos los materiales, accesorios y operaciones necesarios para dejar la obra completamente terminada, limpia y en disposición de recibirse.

El contratista tendrá derecho a percibir el importe de todas aquellas unidades de obra que haya realmente ejecutado con arreglo y sujeción a los documentos del proyecto, a las condiciones del contrato y a las órdenes e instrucciones dictadas por la dirección facultativa, valoradas de acuerdo con los precios convenidos tal y como se especifican en este pliego.

Cuando, a juicio de la dirección facultativa, se haya producido un aumento de dimensiones en la obra proyectada o del número de unidades respecto a lo definido, y ello pudiera perjudicar las condiciones estructurales, funcionales o estéticas de la obra, el contratista tendrá la obligación de demolerla a su costa y rehacerla nuevamente en las condiciones fijadas en el proyecto.

En el caso de estos excesos no perjudicaran a los parámetros citados anteriormente, la medición se hará por las características descritas en proyecto y no por las realmente ejecutadas.

Si la obra ejecutada tuviera dimensiones inferiores a las definidas en planos, ya sea por orden de la dirección facultativa o por error en la construcción, la medición para su valoración será la correspondiente a la obra ejecutada.

La valoración de lo ejecutado por el contratista, se hará aplicando los resultados de las mediciones a los precios en letra señalados en el presupuesto para cada unidad de obra. La medición se hará en la forma que estime más adecuada la dirección facultativa y con la unidad referida para cada una en el presente proyecto.

Los precios de unidades de obra, así como los de materiales o de mano de obra de trabajos que no figuren entre los contratados, se fijarán contradictoriamente entre la dirección facultativa y el contratista o su representante, siendo condición necesaria la presentación y aprobación de éstos precios antes de proceder a la ejecución de las unidades de obra correspondientes.

Si el adjudicatario procediera a la ejecución de alguna unidad de obra que no figure entre las contratadas, sin cumplir lo anteriormente especificado sobre los precios de tales unidades, aceptará obligatoriamente para las mismas el fijado por la dirección facultativa.

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos en la terminación de la obra se levantarán, cuando sea preciso, los planos indispensables para que queden perfectamente localizados. Estos documentos se extenderán por triplicado, firmados por la dirección facultativa y el contratista.

Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

Todas las excavaciones y desmontes se abonarán por sus volúmenes referidos al terreno, tal y como se encuentran al efectuar los trabajos. Los volúmenes se apreciarán comprobando modificando los perfiles del proyecto al efectuar el replanteo. Durante la ejecución de las obras se sacarán cuantos perfiles se estimen convenientes por la dirección facultativa o pida el adjudicatario y, al efectuarse la medición final se volverán a hacer los perfiles, precisamente en los puntos en que se hicieron los de replanteo. No se admitirá ninguna reclamación acerca del volumen obtenido de la forma indicada.

Tanto los perfiles de replanteo como los finales se firmarán conjuntamente por la dirección Facultativa y el Contratista de la obra.

Solamente se medirán, a los efectos de abono, las excavaciones y desmontes indispensables para la ejecución de las obras con arreglo al proyecto y los que fije, en su caso, la dirección facultativa.

No lo serán los que por exceso practique el Contratista aunque sea por conveniencia para la marcha de las obras, como rampas, etc.

Las excavaciones y desmontes se abonarán al precio en letra del metro cúbico señalado en el cuadro correspondiente del presupuesto, cualquiera que sea la naturaleza del terreno en que se hagan y el destino que se de a sus productos, hallándose comprendido en aquel precio el coste de todas las operaciones necesarias para hacerlos así como las indemnizaciones por los daños a los terrenos que se ocupen con dichos productos.

Por metro cúbico de terraplén o relleno se entiende el que corresponde a esta obra después de ejecutada y consolidada con arreglo a las condiciones del proyecto.

Solamente se medirán para los efectos de abono los terraplenes indispensables para la ejecución de las obras, con arreglo al proyecto, con los taludes que en el mismo se señalan o los que fije en su caso la dirección facultativa. No lo serán los que por exceso practique el contratista, ya sea por modificación de estos taludes ya sea para conveniencia de la marcha de las obras.

Los terraplenes se abonarán por su volumen al precio en letra del metro cúbico que fija el cuadro correspondiente del presupuesto.

En este precio está incluido el coste de todas las operaciones necesarias para ejecutarlos, así como también la extracción de préstamos, el terreno que ocupen estas excavaciones y el daño que con ellas se ocasionen, así como el transporte de los préstamos hasta el lugar de empleo.

Los pavimentos y soleras se valorarán por metro cuadrado de obra totalmente terminada, descontándose de la medición los huecos existentes.

Las arquetas se valorarán por unidades, cuando así vaya indicado en el presupuesto y esté formado el correspondiente precio unitario.

Cuando esto no ocurra, se valorarán independientemente la fábrica de ladrillo y hormigón, el enlucido y la tapa de la misma.

La valoración de elementos singulares, entendiéndose como tales los que figuren valorados individualizada y unitariamente en el presupuesto, se entenderán por unidades de los mismos totalmente colocadas y terminadas en la forma definida en el proyecto, incluyendo la unidad las piezas especiales y los materiales necesarios para la colocación.

En todo caso y cuando exista duda o contradicción sobre un mismo punto de los diversos documentos que constituyen el proyecto, se dará siempre preferencia para resolverlo al pliego de prescripciones técnicas y cuadros correspondientes de los precios unitarios en letra. La valoración de las obras no expresadas en este pliego, se verificarán aplicando a cada una la unidad de medida que le sea más apropiada y en la forma y condiciones que estime más justa la dirección facultativa.

Cuando por consecuencia de rescisión u otra causa fuese preciso valorar obras incompletas, se aplicarán los precios recogidos en el presupuesto sin que pueda pretenderse la valoración de cada unidad de obra fraccionando en otra forma que la establecida en los cuadros de composición de precios.

Toda unidad compuesta o mixta no especificada en el cuadro de precios, se valorará haciendo la descomposición de la misma aplicando los precios en letra unitarios del cuadro a cada una de las partes que la integran quedando con esta suma abonados los medios auxiliares.

En ningún caso tendrá derecho el contratista a reclamación alguna fundada en la insuficiencia, error u omisión del coste de cualquiera de los elementos que constituyen los referidos precios.

#### **2.14. UNIDADES NO PREVISTAS EN EL PROYECTO**

Caso de surgir unidades de obra no previstas en el Proyecto, cuya ejecución se considere conveniente o necesaria, los nuevos precios se fijarán contradictoriamente, con anterioridad a la ejecución de los trabajos a que dicho precio se refiere.

Estos precios se redactarán en lo posible, tomando como base los que figuren en los cuadros de precios del proyecto. Si no se llegase a un acuerdo, la dirección facultativa se encargará de realizar dichas unidades de obra, bien por cuenta suya o contratándolas con un tercero.

#### **2.15. GARANTÍA DE LAS OBRAS EJECUTADAS**

De acuerdo con lo previsto en el pliego de condiciones administrativas Particulares, si las obras e instalaciones se encuentran en buen estado y han sido ejecutadas con arreglo a las condiciones establecidas se darán por recibidas, comenzando a correr en dicha fecha el plazo de garantía señalado en el presente pliego y procediéndose en el plazo más breve posible a su medición general y definitiva, con asistencia del adjudicatario o de su representante.

Cuando las obras e instalaciones no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se especificarán en la misma las precisas y detalladas instrucciones que la dirección facultativa debe señalar al adjudicatario para remediar los defectos observados, fijándose un plazo para subsanarlos espirado el cual se efectuará un nuevo reconocimiento, en idénticas condiciones a fin de proceder de nuevo a la recepción de la obra.

La garantía de las obras e instalaciones recaerá directamente sobre el Contratista sin que éste pueda eludir su responsabilidad haciéndola recaer sobre terceras personas.

Si la dirección facultativa tuviera fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos en las obras e instalaciones ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo y durante el periodo de garantía, las demoliciones que crea necesarias para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos de demolición y reconstrucción que se ocasionen serán de cuenta del contratista, siempre que los vicios existan realmente.

#### **2.16. GASTOS CON CARÁCTER GENERAL A CUENTA DEL CONTRATISTA**

Sin perjuicio de los gastos recogidos en el Pliego de Prescripciones Administrativas Particulares, aprobado por el Propietario, que rigen la contratación de la obra, el contratista está obligado a costear los siguientes gastos de obra:

- Instalaciones y medios auxiliares.
- Construcción, desmontaje y retirada de toda clase de construcciones auxiliares.
- Alquiler o adquisición de terrenos para el acopio de materiales o maquinarias.
  
- Protección de la propia obra contra todo deterioro.
- Daños por incendio, cumpliendo todos los requisitos vigentes para el almacenamiento de carburantes.
- Limpieza y evacuación de desperdicios y basuras.
- Construcción y conservación de caminos provisionales para el acceso a las obras.
- Señalización, y equipos de seguridad aplicables a la obra.
- Retirada de materiales, herramientas, instalaciones auxiliares, etc.
- Montaje, conservación y retirada de instalaciones para suministro de agua y energía.
- Demolición de las instalaciones provisionales y retirada de materiales de rechazo.
- 

Igualmente, está obligado a costear otros gastos que a continuación se relacionan:

- Los que originen el replanteo general de la obra y su comprobación.
- Los que originen los replanteos parciales de la obra.
- Los de inspección y dirección de la obra que les sean aplicables, de acuerdo con las tarifas vigentes.
- Los de ensayos y control de obras que ordene la Dirección Facultativa.
- Los de redacción, por parte de personal técnico diferente al autor de este proyecto, de proyectos adicionales que fueran precisos y tramitación de los mismos.
- Los del cartel informativo conforme al programa de identidad corporativa u otros modelos, a indicación de la Dirección Facultativa.

### **2.17. INSTALACIONES AUXILIARES**

Si la Dirección Facultativa lo exigiese, el Contratista estará obligado a disponer una oficina de obra que estará situada en la misma obra o cercanías, para uso y servicio de la Dirección Facultativa. En dicha oficina deberá haber una copia completa del proyecto.

No serán objeto de abono los gastos ocasionados por esto, entendiéndose incluidos en el precio de las distintas unidades de obra.

### **2.18. MEDIDAS DE SEGURIDAD Y RESPONSABILIDADES POR DAÑOS Y PERJUICIOS**

Antes del inicio de la obra, el Contratista elaborará un plan de seguridad y salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el Estudio Básico de Seguridad y Salud, en función de su propio sistema de ejecución de la obra, de acuerdo con lo previsto en el artículo 7 del RD 1627/97.

El Contratista está obligado a aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley 31/95, en particular al desarrollar las tareas o actividades indicadas en el artículo 10 del RD 1627/97.

El Contratista será responsable de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan de Seguridad y Salud en lo relativo a las obligaciones que le correspondan, y responderá de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas establecidas en el plan, en los términos del apartado 2 del artículo 42 de la Ley 31/95.

El Contratista está obligado a contratar un seguro de responsabilidad civil que cubra todos los posibles accidentes que puedan ocurrir durante el transcurso de la obra, incluidos los originados por la defectuosa ejecución de la obra. Por el hecho de comenzar los trabajos el Contratista reconoce haber cumplido esta exigencia. Por su parte, la Dirección Facultativa podrá solicitar el justificante del seguro en cualquier momento.

Además, será de cuenta del Contratista las indemnizaciones a que hubiera lugar perjuicios ocasionados a terceros como consecuencia de accidentes por señalización defectuosa o insuficiente.

Asimismo, será de cuenta del Contratista las indemnizaciones a que hubiera lugar perjuicios ocasionados a terceros por interrupción de servicios públicos o privados, daños causados en sus bienes por apertura de zanjas, explanaciones, desvíos de cauce, habilitación de caminos provisionales, explotación para obtención de préstamos, depósito de maquinarias o materiales, siempre que no sea objeto de abono en el presente proyecto.

### **3. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS**

#### **3.1. DEFINICIÓN Y ALCANCE**

##### **3.1.1. Objeto**

Estas prescripciones Técnicas particulares tienen por objeto definir las prescripciones que han de regir en la ejecución de las obras comprendidas en el Proyecto de Tecnología y Diseño de la Estación Depuradora de Aguas Residuales del Pinar de los Franceses.

Serán también de aplicación los Pliegos, Instrucciones, Normas y Prescripciones, oficiales o no, que se citan en los distintos apartados de este Pliego, en la forma que para cada uno de ellos se establece.

##### **3.1.2. Documentos que definen las obras**

###### **3.1.2.1. Documentos contractuales**

Los documentos que se incorporan al Contrato como documentos contractuales son los siguientes:

- Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.
- Cuadro de precios.
- Pliego de Condiciones.
- Planos.

###### **3.1.2.2. Documentos informativos**

Los datos sobre la procedencia de materiales, condiciones locales, diagramas de movimiento de tierras, de maquinaria, de programación, de condiciones climáticas, de justificación de precios y en general, todos los que se incluyen en la Memoria, y demás documentos no contractuales del Proyecto, son documentos informativos. Dichos documentos representan una opinión fundada del autor del Proyecto. Sin embargo, ello no supone que el mismo se

responsabilice de la certeza de los datos que se suministran y, en consecuencia, deberán aceptarse tan solo como complemento de la información que el Contratista adquirirá directamente.

### **3.1.3. Compatibilidad y prelación entre documentos**

Los errores materiales que pudieran contener el proyecto o presupuesto elaborado por el Propietario no anulará el contrato, salvo que sean efectuadas las oportunas reservas por cualesquiera de las partes en un plazo no mayor de dos (2) meses, computados a partir de la firma del acta de comprobación del replanteo y, además, afecten al importe del presupuesto de la obra en el porcentaje que establezca el pliego de condiciones administrativas particulares o el contrato. Caso contrario, los errores sólo darán lugar a su rectificación.

Lo mencionado en este pliego y omitido en los planos o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos. En caso de contradicción entre ambos prevalecerá lo establecido en el pliego de prescripciones técnicas.

Las omisiones en planos y pliego de prescripciones técnicas o las descripciones erróneas de los detalles de las obras que sean manifiestamente indispensables para llevarse a cabo, o que por su uso y costumbre deban ser realizados, no sólo no eximen al Contratista de la obligación de realizarlas sino que, al contrario, obligan a su ejecución como si hubieran sido completa y correctamente descritas.

Los precios de las unidades de obra así como de los materiales o mano de obra que no figuren entre los contratados, se fijarán contradictoriamente entre la Dirección Facultativa y el Contratista. Estos precios se harán sobre la base de los precios utilizados en el proyecto, con la aplicación de la baja que hubiera realizado el Contratista y fuera condición del contrato. En todo caso, la Dirección Facultativa resolverá unilateralmente las dudas que pudieran surgir de la interpretación de los posibles documentos del proyecto.

### **3.1.4. Representación del contratista**

El Contratista designará una persona que asuma la dirección de los trabajos que se ejecutan como delegado suyo ante la Administración, a todos los efectos, durante la ejecución de las obras y periodo de garantía.

El delegado del Contratista tendrá una titulación técnica con experiencia profesional suficiente para el cumplimiento de su misión. Deberá residir en población próxima a la zona en que se desarrollan los trabajos y no podrá ser sustituido sin previo conocimiento de la administración.

### **3.1.5. Disposiciones aplicables**

Además de lo especificado en el presente pliego serán de obligado cumplimiento, en lo que no se contradigan, las siguientes disposiciones generales:

- Ley 30/2007 de Contratos de Las Administraciones Públicas.
- Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares, de la Consejería de Obras Públicas y Transporte de la Junta de Andalucía.
- Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado, aprobado por D 3854/1970 de 31 de diciembre.
- Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas aprobado por RD 1098/2001 de 12 de octubre.
- Instrucción de hormigón estructural EHE-08, aprobada por Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio.
- Instrucción para la fabricación y suministro de hormigón preparado ERPE-72.

- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la recepción de Cementos. (Instrucción RC-03, RD 1797/2003).
- Pliego General de Condiciones para la Recepción de Ladrillos Cerámicos en las Obras de Construcción (RL-88).
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Saneamiento de Poblaciones, del Ministerio de Fomento.
- Normas UNE y DIN aplicables, de aplicación en el Ministerio de Obras Públicas.
- Ley 31/95, de Prevención de Riesgos Laborales.
- RD 1627/97, donde se establecen las Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- RD 485/97, donde se establecen las Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- RD 773/97, donde se establecen las Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- RD 1215/97, donde se establecen las Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Ley 7/94 de Protección Ambiental.

En general, cuantas prescripciones figuren en las Normas, Instrucciones o Reglamentos oficiales que guarden relación con las obras del presente Proyecto, con sus instalaciones complementarias o con los trabajos necesarios para realizarlas.

En caso de discrepancia entre las normas anteriores, y salvo manifestación expresa en contrario, se entenderá que es válida la prescripción más restrictiva.

### **3.1.6. Comienzo de las obras**

Las obras objeto del presente proyecto, se iniciarán al día siguiente de la fecha del Acta de Replanteo, empezando a contar el plazo a partir de dicha fecha.

En el período comprendido entre la adjudicación definitiva y la de replanteo de las obras, el Contratista podrá, bajo su responsabilidad, proceder a la organización general de las mismas, gestión de suministros de materiales y medios auxiliares necesarios y, en general, a todos los trámites previos necesarios para que una vez comenzada la obra, no se vea interrumpida por obstáculos derivados de una deficiente programación.

### **3.1.7. Programa de trabajo**

Se ajustará según lo dispuesto en Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, así como a lo especificado en el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales.



### 3.2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

#### 3.2.1. Canal de entrada

<b>Unidades</b>	1 canal	
<b>Dimensiones</b>		
	<b>Pendiente</b>	0,5%
	<b>Sección</b>	Rectangular
	<b>Anchura del canal</b>	1m
	<b>Altura construida</b>	1m
	<b>Longitud del canal</b>	3m
<b>Caudal de diseño</b>	333m <sup>3</sup> /s	

#### 3.2.2 Canal de desbaste

<b>Unidades</b>	1 canal	
<b>Dimensiones</b>		
	<b>Pendiente</b>	0,5%
	<b>Sección</b>	Rectangular
	<b>Anchura del canal</b>	1m
	<b>Altura construida</b>	1m
	<b>Longitud del canal</b>	1m
<b>Caudal de diseño</b>	333m <sup>3</sup> /s	
<b>Equipos adyacentes</b>	Reja vertical de medios de limpieza mecánica	

#### 3.2.3. Canal desarenador - desengrasador

<b>Unidades</b>	2 canal	
<b>Dimensiones</b>		
	<b>Sección</b>	Rectangular
	<b>Anchura del canal</b>	1,5m
	<b>Altura construida</b>	1m
	<b>Longitud del canal</b>	23m
<b>Caudal de diseño</b>	333m <sup>3</sup> /s	

#### 3.2.4. Reactor biológico (aireación prolongada)

<b>Unidades</b>		
<b>Dimensiones</b>		
	<b>Largo</b>	60m
	<b>Alto</b>	4m
	<b>Ancho</b>	30m
	<b>Volumen</b>	7.200 m <sup>3</sup>
<b>Aireadores de superficie</b>	4	25kW

**3.2.5. Decantación secundaria**

<b>Unidades</b>	2 decantadores	
<b>Dimensiones</b>		
	<b>Diámetro</b>	19m
	<b>Altura</b>	3m
	<b>Volumen total</b>	1.700 m <sup>3</sup>
<b>Equipos adyacentes</b>	Grupo motor para rasquetas	

**3.2.6. Espesado de fangos**

<b>Unidades</b>	1 espesador por gravedad	
<b>Dimensiones</b>		
	<b>Diámetro</b>	5m
	<b>Altura</b>	3m
	<b>Volumen total</b>	60m <sup>3</sup>

**3.2.7. Tratamiento terciario**

<b>Unidades</b>	1 Filtro de arena	
<b>Dimensiones</b>		
	<b>Ancho</b>	4,25m
	<b>Alto</b>	4,25m
	<b>Superficie</b>	18m <sup>2</sup>

**3.2.8. Deshidratación de fangos**

<b>Unidades</b>	2 filtros de banda	
<b>Dimensiones</b>		
	<b>Ancho</b>	0,75m
<b>Equipos adyacentes</b>	<b>3 Bombas de caudal de agua de lavado 1,27l/s y p=60mca</b>	
	<b>Depósitos de preparación de la solución (2)</b>	<b>Volumen=1m<sup>3</sup> cada uno</b>
	<b>Bombas de polielectrolito (3)</b>	<b>Caudal unitario=275,6l/h</b>

### **3.3. CONSIDERACIONES SOBRE LOS MATERIALES**

#### **3.3.1. Procedencias**

Cada uno de los materiales cumplirá las condiciones que se especifican en los apartados siguientes, que habrán de comprobarse siempre, mediante los ensayos correspondientes. La puesta en obra de cualquier material no atenuará en modo alguno el cumplimiento de las especificaciones.

Además, todos y cada uno de los materiales empleados serán conformes a la normativa al respecto que este vigente para ese material.

El Contratista propondrá los lugares de procedencia, fábricas o marcas de los materiales, que habrán de ser homologados por el Propietario y aprobados por la Dirección Facultativa y por el Propietario previamente a su utilización.

#### **3.3.2. Ensayos**

En todos los casos en que la Dirección Facultativa lo juzgue necesario, se verificarán pruebas o ensayos de los materiales, previamente a la aprobación a que se refiere el apartado anterior. Una vez fijadas la procedencia de los materiales, su calidad se comprobará mediante ensayos, cuyo tipo y frecuencia se especifica en los apartados correspondientes y podrán variarse por la Dirección Facultativa si lo juzga necesario, quien en su caso, designará también el Laboratorio en el que se realizarán los ensayos.

Se utilizarán para los ensayos las normas que se fijan en los siguientes artículos de éste capítulo. Con carácter general, estas normas serán:

- Normas del Laboratorio del Transporte y Mecánica del Suelo, del Centro de Estudios y Experimentación del M.O.P.
- Métodos de Ensayo recogidos en la Instrucción EHE-08
- Normas del Instituto Nacional de Racionalización del Trabajo.
- Normas de la "American Society for Testing of Materials" (ASTM).
- P.P.T. de Recepción de Tuberías de Saneamiento.

Por lo que se refiere a los ensayos de instalaciones mecánicas y eléctricas, se harán según Normas Nacionales o Internacionales, de acuerdo con la Dirección Facultativa.

En el caso de que el Contratista no estuviera conforme con el resultado de alguno de los ensayos realizados se someterá la cuestión al Laboratorio Central de Ensayo de Materiales de Construcción del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, cuyo dictamen será de aceptación obligada para ambas partes, corriendo los gastos de ensayo en este caso, por cuenta del Contratista.

#### **3.3.3. Transporte y acopio**

El transporte de los materiales hasta los lugares de acopio o de empleo, se efectuará en vehículos adecuados para cada clase de material, que estarán provistos de los elementos que se precisen para evitar cualquier alteración perjudicial del material transportado y su posible vertido sobre las rutas empleadas.

Los materiales se almacenarán de modo que se asegure la conservación de sus características y aptitudes para su empleo en obra y facilite su inspección. La Dirección Facultativa podrá ordenar si lo considera necesario, el uso de plataformas adecuadas,

cobertizos o edificios provisionales para la protección de aquellos materiales que lo requieran.

### **3.3.4. Materiales**

#### **3.3.4.1. Conglomerantes**

##### Definición

Se denomina cemento o conglomerantes hidráulicos a aquellos productos que, amasados con agua, fraguan y endurecen sumergidos en este líquido y son prácticamente estables en contacto con él.

##### Condiciones generales

El cemento deberá cumplir las condiciones exigidas por el Pliego de Condiciones para la Recepción de Conglomerantes Hidráulicos en las Obras de Carácter oficial (P.R.C.H.) vigente. Las distintas clases de cemento son las especificadas en el P.R.C.H. ya referido.

##### Almacenamiento y ensilado

El cemento se almacenará en lugares cerrados y libres de humedad en su interior. Los sacos o envases de papel serán cuidadosamente apilados sobre planchas de tableros de madera separados del suelo mediante rastreles de tablón o perfiles metálicos. Las pilas de sacos deberán quedar suficientemente separadas de las paredes para permitir el paso de personas. El Contratista deberá tomar las medidas necesarias para que las partidas de cemento sean empleadas en el orden de llegada. Así mismo el Contratista está obligado a separar y mantener separadas las partidas de cemento que sean de calidad anormal.

##### Aguas para amasado

Cumplirán lo prescrito para las mismas en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE vigente. Como norma general podrán ser utilizadas tanto para el amasado como para el curado de lechadas, morteros y hormigones, todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica; es decir, las que no produzcan o hayan producido en ocasiones anteriores eflorescencias, agrietamientos, corrosiones o perturbaciones en el fraguado y endurecimiento de las masas.

##### Aditivos para los conglomerantes

Se considerará como aditivo cualquier sustancia que, incorporada antes o durante el amasado y en proporción no superior al 5 por 100 del peso del conglomerante, se incorpora al mismo con el fin de modificar alguna de sus características o comportamientos habituales. En modo alguno pretenderán compensar deficiencias en las características o comportamiento del conglomerante ni perturbará excesivamente las características a cuya modificación no vaya destinado.

La utilización de cualquier aditivo ha de ser autorizada expresamente por la Dirección Facultativa una vez aportada por el Contratista su composición en sustancias activas e inertes, las garantías del fabricante y se hayan realizados los ensayos necesarios.

#### **3.3.4.2. Áridos para morteros y hormigones**

##### Definición y condiciones generales

Los áridos que se empleen en la fabricación de morteros y hormigones deberán cumplir con carácter general las condiciones señaladas en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE, y habrán de proceder de graveras o yacimientos naturales próximos al lugar de las obras.

Sus características mecánicas y peso específico serán las adecuadas para conseguir en el hormigón las resistencias y densidades mínimas exigibles por el presente P.P.T. o en su

defecto por la Instrucción EHE. Estarán exentos de cualquier sustancia que pueda reaccionar perjudicialmente con los "álcalis" del cemento y con las armaduras.

### **3.3.4.3. Prefabricados de hormigón**

#### Definición

Se definen como piezas prefabricadas de hormigón aquellos elementos constructivos de hormigón que se colocan o montan una vez fraguados. Incluye, entre otros, vigas, tubos y conductos de hormigón armado o pretensado, colectores de desagüe, bordillos, arqueta drenajes y cualesquiera otros elementos que hayan sido proyectados como prefabricados o cuya prefabricación haya sido propuesta por el Contratista y aceptada por la Dirección Facultativa.

#### Características geométricas y mecánicas

Los elementos prefabricados se ajustarán totalmente a la forma, dimensiones y características mecánicas especificadas en los planos y en el P.P.T.

#### Materiales

Los materiales empleados en la fabricación deberán cumplir las condiciones establecidas en el presente P.P.T. para los materiales básicos.

#### Control y pruebas

La Dirección Facultativa efectuará los ensayos que considere necesarios para comprobar que los elementos prefabricados de hormigón cumplen las características exigidas. Las piezas deterioradas en los ensayos de carácter destructivo por no haber alcanzado las características previstas, serán de cuenta del contratista.

### **3.3.4.3.1. Tuberías de hormigón**

#### Definición

Se define como tuberías de hormigón las formadas con tubos prefabricados, de hormigón en masa o armado, que se emplean para la conducción de aguas sin presión o para alojar en su interior cables o conducciones de distintos servicios.

Se excluyen de esta unidad los tubos porosos o análogos para captación de aguas subterráneas. También se excluyen los utilizados en las tuberías a presión.

#### Materiales

El hormigón y las armaduras que se utilicen en la fabricación de los tubos, así como los materiales empleados en la solera y en las juntas, cumplirán las condiciones específicas de los correspondientes apartados del presente pliego.

#### Características geométricas

Los tubos serán uniformes y carecerán de irregularidades en su superficie. Las aristas de los extremos serán nítidas y las superficies frontales verticales al eje del tubo. Dichas aristas se redondearán con un radio de cinco milímetros (0,005 m.) Una vez fraguado el hormigón no se procederá a su alisado con lechada.

Los tubos se suministrarán con las dimensiones prescritas. La pared interior no desviará de la recta en más de un medio por ciento (0,50%) de la longitud útil. Las desviaciones admisibles en la longitud no serán superiores al dos por ciento de la misma (2,0%) en más o en menos. La disminución en espesor no será mayor que el cinco por ciento (5,0%) del espesor teórico y en ningún caso mayor de tres milímetros (3,0 mm).

Los tubos no contendrán ningún defecto que pueda reducir su resistencia, su impermeabilidad o su durabilidad.

Se rechazarán los tubos que en el momento de utilizarse presenten roturas en las pestañas de las juntas o cualquier otro defecto que pueda afectar a la resistencia o estanquidad.

#### Ensayos

Las verificaciones y ensayos, tanto en fábrica como en obra, se realizarán conforme a lo previsto en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Saneamiento.

### **3.3.4.4. Materiales cerámicos**

#### Definición

Se consideran comprendidos en esta definición los diversos tipos de ladrillos, tejas, piezas para forjados cerámicos armados, bovedillas y todos los revestimientos prefabricados a base de arcilla cocida y otros materiales adicionales.

#### Control y pruebas

La Dirección Facultativa, prescribirá los ensayos de recepción y pruebas que juzgue conveniente, a la vista de las circunstancias de cada caso.

#### **3.3.4.4.1. Ladrillos**

#### Definición

Se definen como ladrillos las piezas ortoédricas, obtenidas por moldeo, secado y cocción a temperatura elevada, de una pasta arcillosa.

#### Tipos

Se definen dos clases de ladrillos, macizos y con huecos. Los primeros se presentan como ortoedros macizos o con perforaciones en tabla, ocupando menos del diez (10) por ciento de su superficie y una resistencia a compresión no menor de 100 kg/cm<sup>2</sup>.

Los ladrillos huecos son ortoedros con perforación en testa. Resistencia a la compresión no menor de 30 kg/cm<sup>2</sup>.

Además, los ladrillos se pueden clasificar como vistos (para su utilización en parámetros sin revestir) y no vistos (para su utilización en parámetros con revestimiento).

#### Composición y características

Deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Ser homogéneo, de grano fino y uniforme, y de textura compacta.
- Carecer de manchas, eflorescentes, quemados, grietas, coqueras, planos de exfoliación, imperfecciones, desconchados aparentes en aristas y/o caras, y materias extrañas que puedan disminuir su resistencia y duración. Darán sonido claro al ser golpeados con un martillo y serán inalterables al agua.
- Tener suficiente adherencia a los morteros.
- Su capacidad de absorción de agua será inferior al catorce por ciento (14%), después de un día (1) de inmersión.

#### Forma y dimensiones

Las dimensiones de los ladrillos cumplirán lo prescrito al respecto por las Normas vigentes del Ministerio de la Vivienda.

Los ladrillos cumplirán lo especificado en el Pliego General de Condiciones para la Recepción de Ladrillos Cerámicos en las Obras de Construcción (RL-88) en cuanto a características,

suministro e identificación, control y recepción, y métodos de ensayo para verificar sus características.

Cuando el material llegue a obra con Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas y disposiciones, su recepción se hará comprobando, únicamente, sus condiciones aparentes.

### **3.3.4.5. Materiales siderúrgicos**

#### **3.3.4.5.1. Acero para armaduras**

##### Condiciones generales

El acero a emplear en armaduras cumplirá las condiciones de la Instrucción EHE. A la llegada a obra de cada partida, se realizará una toma de muestras y sobre éstas, se procederá a efectuar el ensayo de plegado, doblando los redondos ciento ochenta (180) grados sobre otro redondo de diámetro doble y comprobando que no se aprecian fisuras ni pelos en la barra plegada.

Independientemente de esto, la Dirección Facultativa determinará las series de ensayos necesarios para la comprobación de las características del acero.

Si la partida es identificable y el Contratista presenta una hoja de ensayos redactada por un Laboratorio Oficial dependiente del Ministerio de Obras Públicas y Transportes, se efectuarán únicamente los ensayos que sean precisos para completar dichas series. La presentación de dicha hoja no eximirá en ningún caso de la realización del ensayo de plegado.

##### Almacenamiento

Las armaduras de acero se almacenarán de forma que no estén expuestas a una oxidación excesiva, ni se manchen de grasa, ligante o aceites.

#### **3.3.4.6. Tierras para relleno de zanjas**

El material de relleno de las zanjas para las conducciones será suelo seleccionado según la clasificación del PG-3 (Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes). Podrá ser el mismo producto de la excavación, siempre que cumpla las características exigidas, y no contenga piedras o terrones de tamaño máximo superior a diez (10) centímetros, fangos, raíces, tierras yesosas, o contenido apreciable de materia orgánica, o cualquier otro elemento que a juicio de la Dirección Facultativa, pueda atacar a los materiales de dichas conducciones.

Cuando el material procedente de las excavaciones no fuera adecuado, se tomarán materiales de préstamos propuestos por el Contratista y aprobados por la Dirección Facultativa.

#### **3.3.4.7. Tuberías de PVC**

Este material será empleado en los colectores de fecales y en las conducciones eléctricas. Sus características serán las siguientes:

- Los tubos de PVC serán elaborados a partir de resina de cloruro de polivinilo pura, obtenida por el proceso de suspensión y mezcla posterior extensionada.
- Los tubos para saneamiento serán de tipo perfil nervado macizo, rigidez circunferencial SN 8, con junta elástica, según normas DIN y UNE. Los tubos para instalaciones eléctricas serán de perfil corrugado simple, con junta elástica según normas DIN y UNE, igualmente.
- Cumplirán las condiciones técnicas y de suministro según las normas DIN y UNE. La normativa aplicable será el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Saneamiento del Ministerio de Fomento - UNE 88203, 53112, 53131.

### **3.3.4.8. Materiales no incluidos en el presente pliego**

Los materiales no incluidos en el presente Pliego, serán de reconocida calidad, debiendo presentar el Contratista para recabar la aprobación de la Dirección Facultativa, cuantos catálogos, muestras, informes y certificados de los correspondientes fabricantes, estime necesarios. Si la información no se considera suficiente, podrán exigirse los ensayos oportunos de los materiales a utilizar.

La Dirección Facultativa podrá rechazar aquellos materiales que no reúnan, a su juicio, la calidad y condiciones necesarias para el fin a que han de ser destinados, e igualmente, podrá señalar al Contratista un plazo breve para que retire de los terrenos de la obra los materiales desechados. En caso de incumplimiento de esta orden, procederá a retirarlos por cuenta del Contratista. Así mismo se podrán rechazar los materiales, elementos, instalaciones o cualquier otro componente, que no haya sido aceptado previamente por el Propietario.

Igualmente, la Dirección Facultativa podrá rechazar aquellos materiales que aunque de calidad aceptable, puedan presentar problemas de disponibilidad para el caso de una eventual sustitución, con objeto de impedir un incremento innecesario en el depósito de repuestos.

El autor del proyecto

Juan José Fernández-Caro García



**FACULTAD DE CIENCIAS**

**TÍTULO DE INGENIERO QUÍMICO**



**PROYECTO FIN DE CARRERA**

**SELECCIÓN DE TECNOLOGÍA Y DISEÑO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS  
RESIDUALES EN PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA)**

## **DOCUMENTO 4: PRESUPUESTO**

**JUAN JOSÉ FDEZ-CARO GARCÍA**

**OCTUBRE, 2011**

## **INDICE PRESUPUESTO**

1. CUADRO DE PRECIOS Nº 1
2. CUADRO DE PRECIOS Nº 2
3. MEDICIÓN
4. PRESUPUESTO Y MEDICIÓN
5. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

**Cuadro de precios nº1: EDAR PINAR DE LOS FRANCESES**

**EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)**

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)

Cuadro de precios nº1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra	En letra
1	m2 Edificación de hormigón armado, incluyendo cimentación, cerramiento, cubierta, accesos y elementos de ventilación, totalmente terminada.	150,00	CIENTO CINCUENTA EUROS
2	ud Punto de suministro de agua incluyendo acometida y piezas especiales	265,00	DOSCIENTOS SESENTA Y CINCO EUROS
3	ud Conexión a la red general	583,00	QUINIENTOS OCHENTA Y TRES EUROS
4	m Aliviaderos se sección en canal rectangular de dimensiones 1m x 1m, de hormigón armado ejecutado in situ, incluida excavación y relleno posterior.	94,00	NOVENTA Y CUATRO EUROS
5	ud Arqueta con reja de desbaste	3.917,76	TRES MIL NOVECIENTOS DIECISIETE EUROS CON SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS
6	ud Filtro de banda de 0,75 m de ancho	36.000,00	TREINTA Y SEIS MIL EUROS
7	ud Bomba de caudal de lavado de agua de 127 l/s y 60 m.c.a.	842,70	OCHOCIENTOS CUARENTA Y DOS EUROS CON SETENTA CÉNTIMOS
8	ud Depósito de preparación de solución de 1,5 m3 paa dosificación de reactivos.	7.950,00	SIETE MIL NOVECIENTOS CINCUENTA EUROS
9	ud Bomba dosificadora de polielectrolito de caudal unitario 220 l/h	736,70	SETECIENTOS TREINTA Y SEIS EUROS CON SETENTA CÉNTIMOS
10	ud Filtro de arena de 4,25 m x 4,25 m	13.250,00	TRECE MIL DOSCIENTOS CINCUENTA EUROS
11	UD Sistema de telefonía para la E.D.A.R, consistente en: conexión telefónica con la Cia. de telecomunicacione. Centralita telefónica sistema AMPER, 3 uds. teléfono básico NOVA 1M, 8 uds, instalación y cableado de punto de red, instalación y programación de centralita.	1.975,47	MIL NOVECIENTOS SETENTA Y CINCO EUROS CON CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)

Cuadro de precios nº1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra	En letra
12	UD Partida alzada de Seguridad y Salud estimada en un 1% sobre presupuesto de ejecución material.	1.044.814,10	UN MILLÓN CUARENTA Y CUATRO MIL OCHOCIENTOS CATORCE EUROS CON DIEZ CÉNTIMOS
13	UD Gastos de Explotación y Mantenimiento de la Edar de Prado del Rey, para un periodo de 6 meses, una vez terminada la ejecución de la obra, de acuerdo con el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del concurso y el Anejo de Explotación y Mantenimiento incluido en la Memoria del Proyecto. (El Precio se expresa por cada 1000 m3 de agua).	187,47	CIENTO OCHENTA Y SIETE EUROS CON CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS
14	UD Cartel indicativo de riesgo, con soporte metálico, incluida fijación y retirada. Tres usos.	50,60	CINCUENTA EUROS CON SESENTA CÉNTIMOS
15	UD Botiquín instalado en EDAR.	306,18	TRESCIENTOS SEIS EUROS CON DIECIOCHO CÉNTIMOS
16	UD Extintor de CO2, de 5 Kg, incluso soporte y colocación.	131,08	CIENTO TREINTA Y UN EUROS CON OCHO CÉNTIMOS
17	UD Máscara contra cloro.	23,36	VEINTITRES EUROS CON TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS
18	UD Máscara antipolvo completa.	63,28	SESENTA Y TRES EUROS CON VEINTIOCHO CÉNTIMOS
19	UD Armario para alojamiento de máscaras personales.	149,06	CIENTO CUARENTA Y NUEVE EUROS CON SEIS CÉNTIMOS
20	UD Cinturón de seguridad de tipo paracaidista.	83,55	OCHENTA Y TRES EUROS CON CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS
21	UD Protector acústico homologado.	92,06	NOVENTA Y DOS EUROS CON SEIS CÉNTIMOS

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)

Cuadro de precios nº1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra	En letra
22	UD Conjunto formado por: Ducha de emergencia y plato con lavajos, incluso acometida de agua potable con tubería de polietileno A/D, DN-25 y desagüe con tubería de PVC O 110 mm. Todo ello instalado y probado, funcionando.	1.147,56	MIL CIENTO CUARENTA Y SIETE EUROS CON CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS
23	UD Cartel de recomendaciones de seguridad.	18,23	DIECIOCHO EUROS CON VEINTITRES CÉNTIMOS
24	UD Flotador salvavidas, incluido soporte y cuerda de 5 m., de longitud.	61,91	SESENTA Y UN EUROS CON NOVENTA Y UN CÉNTIMOS
25	UD Botonera de seguridad en motores.	20,77	VEINTE EUROS CON SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS
26	M2 Desbroce y limpieza superficial de terreno desarbolado por medios mecánicos hasta una profundidad de 20 cm., con carga y transporte de la tierra vegetal y productos resultantes a vertedero o lugar de empleo.	0,70	SETENTA CÉNTIMOS
27	M3 Excavación en terrenos de consistencia media para explanaciones, incluso carga y transporte a vertedero o lugar de empleo.	2,50	DOS EUROS CON CINCUENTA CÉNTIMOS
28	M3 Excavación en terrenos de consistencia media para obtención de zanjas y pozos, incluso carga y transporte del material sobrante a vertedero o lugar de empleo.	3,52	TRES EUROS CON CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS
29	M3 Suministro y estendido de relleno de bolos, tamaño entre 40 mm., y 60 mm., en subbase de solera.	6,31	SEIS EUROS CON TREINTA Y UN CÉNTIMOS
30	M3 Zahorra natural extendida en capas de 0,20 m., regada y compactada al 95 % proctor modificado.	7,60	SIETE EUROS CON SESENTA CÉNTIMOS

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)

Cuadro de precios nº1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra	En letra
31	M3 Relleno en explanada con zahorra artificial tipo ZA25 según PG3, extendido, humectación y compactación en capas de 25 cm. de espesor, con un grado de compactación del 95% del proctor modificado.	24,62	VEINTICUATRO EUROS CON SESENTA Y DOS CÉNTIMOS
32	M3 Relleno localizado en zanjas con productos procedentes de la excavación, extendido, humectación y compactación en capas de 20 cm. de espesor, con un grado de compactación del 95% del proctor modificado.	1,48	UN EURO CON CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS
33	M3 Suministro y relleno de arena en fondo de zanjas, para asiento de tuberías.	12,58	DOCE EUROS CON CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS
34	M3 Hormigón de limpieza puesto en obra.	53,52	CINCUENTA Y TRES EUROS CON CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS
35	M3 Hormigón en masa de 20 N/mm <sup>2</sup> de resistencia característica, árido rodado de diámetro máximo 20 mm., cemento S/norma UNE-803012.96, consistencia blanda, grado de agresividad I. Elaborado, transportado y puesto en obra. Vibrado y curado; construido según EHE. Medido el volumen teórico ejecutado.	61,91	SESENTA Y UN EUROS CON NOVENTA Y UN CÉNTIMOS
36	M3 Hormigón para armar, en cimentaciones y muros, de 30 N/mm <sup>2</sup> de resistencia característica, árido rodado de diámetro máximo 20 mm., cemento S/norma UNE-803012.96, consistencia blanda, grado de agresividad IV+Qb. Elaborado, transportado y puesto en obra. Vibrado y curado; construido según EHE. Medido el volumen teórico ejecutado.	80,95	OCHENTA EUROS CON NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS
37	KG Acero tipo B-500-S, elaborado y colocado en armaduras.	1,19	UN EURO CON DIECINUEVE CÉNTIMOS
38	UD Tapa de hierro fundido de 0,60 m de diámetro, incluso cerco del mismo material, colocada en pozo de registro prefabricado, instalada.	95,60	NOVENTA Y CINCO EUROS CON SESENTA CÉNTIMOS

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)

Cuadro de precios nº1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra	En letra
39	UD Carrete pasamuros de acero inoxidable AISI-316L DN=150; Longitud hasta 500 mm, incluso soldadura de carrete con balona y brida loca de aluminio. Instalado.	238,66	DOSCIENTOS TREINTA Y OCHO EUROS CON SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS
40	UD Carrete pasamuros de acero inoxidable AISI-316L DN=200; Longitud hasta 500 mm, incluso soldadura de carrete con balona y brida loca de aluminio. Instalado.	314,92	TRESCIENTOS CATORCE EUROS CON NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS
41	M2 Calzada con sección de firme a base de 30 cm. de zahorra artificial, compactado al 95% del próctor modificado. Terminación con imprimación ECI y 5 cm. de aglomerado asfáltico en caliente S-12.	15,27	QUINCE EUROS CON VEINTISIETE CÉNTIMOS
42	ML Bordillo de hormigón prefabricado de 17x28, sobre hormigón colocado.	9,00	NUEVE EUROS
43	M2 Acera formada por loseta hidráulica sobre base de 10cm de hormigón y 20cm de subbase compactada.	16,42	DIECISEIS EUROS CON CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS
44	M2 Paseo peatonal a base de 5 cm. de gravilla de tamaño 10/20 mm.	1,81	UN EURO CON OCHENTA Y UN CÉNTIMOS
45	ML Poste para sujeción de puertas de acceso a EDAR, de 0,4x0,4 m de dimensiones en planta, realizado a base de ladrillo macizo cara vista, tomado con mortero cemento 1:6, incluso llaguedo de juntas y remate con piedra artificial.	164,45	CIENTO SESENTA Y CUATRO EUROS CON CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS
46	UD Puerta de acceso a Edar de 5 m de anchura total en una hoja corredera sobre perfil guía y 2,5 m de altura, realizada a base de perfiles huecos de acero S-275 galvanizado en caliente. Accionamiento motorizado por motorreductor eléctrico. Incluso elementos para fijación. Totalmente terminada.	2.223,15	DOS MIL DOSCIENTOS VEINTITRES EUROS CON QUINCE CÉNTIMOS



EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)

Cuadro de precios nº1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra	En letra
47	ML Cerramiento formado por: Malla galv. simple torsión de 2,8 m. Postes tubulares galv. D=2" cada 5m. Cimentación corrida de 0.4*0.4 m de hormigón armado. Totalmente terminado.	39,82	TREINTA Y NUEVE EUROS CON OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS
48	UD Arqueta de registro de 63x63x80 cm. de medidas interiores, construida con fábrica de ladrillo macizo tosco de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento, colocado sobre solera de hormigón en masa H-100, enfoscada y bruñida por el interior con mortero de cemento, y con tapa de hormigón armado prefabricada o chapa metálica de acero, totalmente terminada y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación, ni el relleno perimetral posterior.	99,61	NOVENTA Y NUEVE EUROS CON SESENTA Y UN CÉNTIMOS
49	ML Tubería presión PVC D-160, 6 atm. incluso parte proporcional de uniones y accesorios. Uniones: junta elástica. Totalmente instalada.	3,43	TRES EUROS CON CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS
50	ML Tubería presión polietileno PE100 D=110 mm. PN 10 atm incluso parte proporcional de uniones electrosoldadas y accesorios. Totalmente instalada y probada.	10,76	DIEZ EUROS CON SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS
51	ML Tubería presión PVC D-315 6 atm. incluso parte proporcional de uniones y accesorios. Uniones: junta elástica. Totalmente instalada.	30,29	TREINTA EUROS CON VEINTINUEVE CÉNTIMOS
52	ML Tubería de acero inoxidable AISI-316L, DN-150, PN-10 ; incluso parte proporcional de uniones y accesorios.	236,50	DOSCIENTOS TREINTA Y SEIS EUROS CON CINCUENTA CÉNTIMOS
53	ML Tubería de acero inoxidable AISI-316L, DN-200, PN-10 ; incluso parte proporcional de uniones y accesorios.	384,82	TRESCIENTOS OCHENTA Y CUATRO EUROS CON OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)

Cuadro de precios nº1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra	En letra
54	ML Pozo de registro prefabricado de hormigón de 1,2 m de diámetro, colocado.	61,46	SESENTA Y UN EUROS CON CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS
55	UD Imbornal sifónico prefabricado de hormigón armado de 50x30x60 cm, con rejilla de fundición colocado sobre solera de hormigón en masa H-150 de 15 cm. de espesor, instalado y conexionado.	89,75	OCHENTA Y NUEVE EUROS CON SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS
56	UD Grupo motobomba centrifuga de las siguientes características: - Marca: ABS. Ejecución: sumergible. Instalación: fija. Caudal: 15,0 m3/h. - Altura manométrica: 10,12 m.c.a. - Tipo de impulsor: vortex. Paso libre de solidos: 80 mm. - Tipo de cierre: mecanico. Materiales: - Carcasa: fundición GG-20. - Rodete: fundición GG-20. - Eje: acero inox. AISI-420. Accionamiento: motor electrico trifasico. - Potencia max. de red: 2,507 Kw. - Velocidad: 1.400 r.p.m. - Aislamiento: Clase F. Acabado: - Según standard del fabricante.	1.215,11	MIL DOSCIENTOS QUINCE EUROS CON ONCE CÉNTIMOS
57	UD Grupo motobomba centrifuga de las siguientes características: - Marca: ABS o similar. Ejecución: sumergible. Instalación: fija. - Fluido a bombear: Fangos activos. Caudal: 60 m3/h. - Altura manométrica: 6.25 m.c.a. - Tipo de impulsor: canal contrabloqueo - Paso libre de solidos: 90 mm. - Tipo de cierre: mecanico. Materiales: - Carcasa: fundición GG-20. - Rodete: fundición GG-20. - Eje: acero inox. DIN 17.440. Accionamiento: motor electrico trifasico. - Potencia max. de red: 2,88 Kw. - Velocidad: 1380 r.p.m. - Aislamiento: Clase F. Acabado: - Según standard del fabricante.	1.980,83	MIL NOVECIENTOS OCHENTA EUROS CON OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)

Cuadro de precios nº1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra	En letra
58	UD Grupo motobomba centrifuga de las siguientes características: - Marca: ABS. - Ejecución: sumergible. Instalación: portátil. - Fluido a bombear: Agua residual. Caudal: 30 m3/h. - Altura manométrica: 10 m.c.a. - Tipo de impulsor: monocanal. - Paso libre de solidos: 80 mm. - Tipo de cierre: doble mecanico. Materiales: - Carcasa: fundición GG-20. - Rodete: fundición GG-20. - Eje: acero inox. DIN 17.440. Accionamiento: motor electrico trifasico. - Potencia max. de red: 3,95 Kw. - Velocidad: 1370 r.p.m. - Aislamiento: Clase F. Acabado: - Según standard del fabricante. Incluso 30 m. de manguera flexible y elemento de conexión a bomba.	1.709,14	MIL SETECIENTOS NUEVE EUROS CON CATORCE CÉNTIMOS
59	UD Valvula de guillotina bidireccional, de las siguientes características: Marca: ORBINOX. DN 400.- PN 6. Montaje entre bridas. Accionamiento: manual por volante. Materiales: Cuerpo de hierro fundido GG-25. Cierre:EPDM. Tajadera: acero inox. AISI-316. Husillo: acero inoxidable AISI 303. Acabado: - Según standar del fabricante. Instalada y probada.	1.912,87	MIL NOVECIENTOS DOCE EUROS CON OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS
60	UD Contenedor de residuos sólidos de las siguientes características: - Marca: TREICO. Tipo: abierto. Capacidad: 4 m3. - Numero de enganches de carga y volteo: 4. - Construcción: acero laminado S 275 y perfiles de refuerzo, con imprimación epoxi. Acabado: - Según standard del fabricante.	1.109,94	MIL CIENTO NUEVE EUROS CON NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
61	UD Contenedor de residuos sólidos de las siguientes características: Capacidad: 0,2 m3. - Numero de enganches de carga y volteo: 2. Tapa. Ruedas: 4 ud. Construcción: Polímeros sintéticos.	240,62	DOSCIENTOS CUARENTA EUROS CON SESENTA Y DOS CÉNTIMOS

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)

Cuadro de precios nº1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra	En letra
62	UD Cuchara bivalva electrohidraulica anfibia, de las siguientes características: - Marca GALMEN. Capacidad: 100 l. - Bomba: alta presión. - Mando: por botonera. - Cilindros: dos, especiales de doble efecto. - Presión de trabajo: 45 Kg/cm2. Construcción: según normas F.E.M. Accionamiento: motor electrico. Potencia: 1,5 cv. Velocidad: 1.500 r.p.m. Acabado: -Según standard del fabricante.	6.481,94	SEIS MIL CUATROCIENTOS OCHENTA Y UN EUROS CON NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
63	UD Polipasto de accionamiento eléctrico marca VICINAY, de las siguientes características: - Capacidad: 1600 Kg. - Recorrido gancho: 9 m. Velocidad principal: 6 m/min. potencia del motor de elevación: 2,5 cv. Potencia del motor de traslación: 0,25 cv. Mando por botonera de pulsadores. Materiales: - Tambor: tubo acero semi-duro, laminado. - Armazón: acero. Acabado: - Según standard del fabricante.	3.898,75	TRES MIL OCHOCIENTOS NOVENTA Y OCHO EUROS CON SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)

Cuadro de precios nº1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra	En letra
64	<p>UD Equipo compacto de pretratamiento, capaz de tratar un caudal de 335 m3/h de la marca Speco o similar, compuesto por:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desarenador compuesto por: Cubeto de sedimentación con una longitud aproximada de 23 m, anchura de 1,5 y altura de 1 m. Tornillo sin-fin horizontal de fondo, accionado mediante motorreductor eléctrico de 0,55 kw, 400 V, 50 Hz IP55. Tornillo sin-fin inclinado de extracción de arenas, accionado mediante motorreductor eléctrico de 1,1 kw, 400 V, 50 Hz IP55. Sistema de inyección de aire para la separación de orgánicos de la arena y ayuda a flotación de grasas y sobrenadante.</li> <li>- Desengrasador lateral y paralelo al desarenador con rasqueta automática de separación de grasas y longitud igual al desarenador, accionado mediante motorreductor eléctrico de 0,55 kw, 400 V, 50 Hz IP55.</li> <li>- Materiales: Carcasa, soportes, cilindro filtrante y tubos en acero inoxidable AISI 304L, soldaduras limpias, decapadas, pasivadas y micro pulidas; Hélices de los transportadores a sinfín de desbaste y desarenado en acero especial de alta resistencia a la erosión reforzado y micro aleado dureza 230 Brinell.</li> <li>- Sistemas auxiliares de limpieza de la zona de prensado y zona tamizado.</li> <li>- Elementos auxiliares de acceso, realizado con perfiles laminados, rejilla tramex y barandillas de protección.</li> </ul> <p>Todo el conjunto instalado y funcionando.</p>	96.407,59	NOVENTA Y SEIS MIL CUATROCIENTOS SIETE EUROS CON CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
65	<p>UD Grupo motosoplante de embolos rotativos, de las siguientes características: Accionamiento: motor electrico, Potencia: 25 Kw. Accesorios: - Filtro de aire. - Silenciador de aspiración. - Silenciador de impulsión. - Valvula de seguridad. - Valvula de retención. Cabina insonorizante(-18 dBA) Acabado: - Según standard del fabricante. Instalado.</p>	7.123,61	SIETE MIL CIENTO VEINTITRES EUROS CON SESENTA Y UN CÉNTIMOS

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)

Cuadro de precios nº1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra	En letra
66	UD Mecanismo decantador, marca DAGA, de las siguientes características: Tracción: periférica. Diámetro interior del tanque: 19 m. - Altura líquido: 3 m. Puente: - Longitud aprox.: 8,5 m. Ancho útil: 0,80 m. Puente de giro: - Tipo: pivote central. - Toma de corriente: anillos rozantes. Campana central deflectora. Rasqueta de fondo pivotante en espiral continua. Recogida de flotantes: - Tipo: caja emergida. Deflector y vertedero. Materiales: - Estructuras: acero S 275, galvanizada. - Pasarela: tramex galvanizado. - Cilindro alimentación: acero S 275 galvanizado. - Rasquetas: acero S 275 galvanizado. Vertedero y deflector: acero inox. Tornillería: AISI-316. Accionamiento: motorreductor eléctrico. Tipo: monobloc. Potencia: 0,50 CV. Todo ello instalado y probado.	11.714,97	ONCE MIL SETECIENTOS CATORCE EUROS CON NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS
67	UD Mecanismo espesador de gravedad, para instalar en tanque de hormigón de planta circular, de las siguientes características: - Tipo: cabeza de mando central. - Diámetro del tanque: 5,0 m. - Altura del líquido: 3,0 m. Puente diametral: Cilindro de alimentación: - Diámetro: 1,0 m. - Altura: 1,0 m. Brazos de barrido: - Disposición: diametral. - Cantidad: 2. Materiales: - Estructuras: acero S275; Zonas sumergidas galv. en caliente, zonas aéreas protección epoxi - Pasarela: hormigón. - Cilindro alimentación: acero S275. - Vertedero: aluminio anodizado. Tornillería: AISI-316. - Accionamiento: motorreductor eléctrico. Tipo: monobloc. Potencia: 0,25 CV. - Velocidad de salida: 6 rpm. Instalado.	9.231,36	NUEVE MIL DOSCIENTOS TREINTA Y UN EUROS CON TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS
68	ud Tolva para almacenamiento de fangos contruido en acero al carbono con protección epóxica o de poliéster reforzado con fibra de vidrio. Volumen de 10 m3, con boca y mecanismo de apertura motorizada inferior para descarga directa a camión. Cerrado en la parte superior. Estructura de soporte a base de perfiles de acero S 275 de 4 m de altura libre, según planos. Incluso escalera exterior. Totalmente instalado.	14.304,82	CATORCE MIL TRESCIENTOS CUATRO EUROS CON OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)

Cuadro de precios nº1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra	En letra
69	UD Medidor de oxígeno disuelto de las siguientes características: - Marca: WTW o similar - Tipo portátil con medida digital - Rangos de medidas: . 0 a 199 % de saturación . 0 a 19,9 mgr/l oxígeno - con sonda y cable. - Alimentación: . Batería interna: 9 V - Incluye maletín de transporte (Resto de características según Esp. Tec.)	518,76	QUINIENTOS DIECIOCHO EUROS CON SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS
70	UD Conductivímetro portátil con microprocesador, Marca : MERCK o similar. Con compensación de Temp. e indicación paralela de Tª, medición de salinidad STD. Con maletín, soluciones calibrado, celda de medición de 4 electrodos Tetracon 325.	838,45	OCHOCIENTOS TREINTA Y OCHO EUROS CON CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS
71	PA Partida alzada a justificar para conjunto mobiliario del laboratorio.	3.222,60	TRES MIL DOSCIENTOS VEINTIDOS EUROS CON SESENTA CÉNTIMOS
72	UD Aparato para la determinación de la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5), por el método manométrico digital para 6 plazas.	1.095,33	MIL NOVENTA Y CINCO EUROS CON TREINTA Y TRES CÉNTIMOS
73	UD Frigotermostato incubador de 180 litros de capacidad, para 2 aparatos de DBO TS 606/2.	907,55	NOVECIENTOS SIETE EUROS CON CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS
74	UD Balanza analítica con carga máxima de 120 g/0.1 mg, autocalibrador por temperatura, electrónica y monoplato.	1.802,59	MIL OCHOCIENTOS DOS EUROS CON CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
75	UD Estufa de desecación, de 52 litros de capacidad y con temperatura seleccionable hasta 250°C±1°C.	543,62	QUINIENTOS CUARENTA Y TRES EUROS CON SESENTA Y DOS CÉNTIMOS

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)

Cuadro de precios nº1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra	En letra
76	UD Estufa horno mufla, de 3,6 litros de capacidad y temperatura seleccionable hasta 1150°C+1°C	1.385,27	MIL TRESCIENTOS OCHENTA Y CINCO EUROS CON VEINTISIETE CÉNTIMOS
77	UD Microscopio, óptica corregida a infinito, binocular, revolver de 4 posiciones, objetivos 10x, 40x y 100x.	1.114,69	MIL CIENTO CATORCE EUROS CON SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
78	UD Conjunto de dos conos de sedimentación Imhoff de plástico de 1000 ml, con soportes en PMMA.	113,85	CIENTO TRECE EUROS CON OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS
79	UD Frigorífico de 100 l. de capacidad.	357,65	TRESCIENTOS CINCUENTA Y SIETE EUROS CON SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS
80	UD Bomba para vacío, modelo Vacum-Sel.	253,94	DOSCIENTOS CINCUENTA Y TRES EUROS CON NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
81	UD Matraz Kitasato de vidrio de 1000 ml. de capacidad.	17,65	DIECISIETE EUROS CON SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS
82	UD Sistema de filtración Whatman en acero inoxidable para membranas de 47 mm., embudo de 300 ml., pinza de sujeción y tapón de goma para Kitasato de 1000 ml.	231,27	DOSCIENTOS TREINTA Y UN EUROS CON VEINTISIETE CÉNTIMOS
83	UD Pinza portafiltros.	13,71	TRECE EUROS CON SETENTA Y UN CÉNTIMOS
84	UD Embudo de 500 ml. de acero inoxidable con tapa.	16,70	DIECISEIS EUROS CON SETENTA CÉNTIMOS
85	UD Pinza para crisoles, en acero inoxidable de 20 cm.	3,58	TRES EUROS CON CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS



EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)

Cuadro de precios nº1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra	En letra
86	UD Conjunto de cuatro Crisoles de porcelana de 40 mm.	16,49	DIECISEIS EUROS CON CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
87	UD Conjunto de cuatro vidrios de reloj de 80 mm de diámetro.	17,89	DIECISIETE EUROS CON OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
88	UD Conjunto de cinco paquetes de 500 membranas de filtros Whatman GF/C de 47 mm.en fibra de vidrio.	774,89	SETECIENTOS SETENTA Y CUATRO EUROS CON OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
89	UD Cronómetro de laboratorio con avisador.	18,85	DIECIOCHO EUROS CON OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS
90	UD Micropipeta de 0,2-1,0 ml.	135,62	CIENTO TREINTA Y CINCO EUROS CON SESENTA Y DOS CÉNTIMOS
91	UD Puntas de micropipeta de 1 ml, azules, bolsa con 50 unidades.	0,25	VEINTICINCO CÉNTIMOS
92	UD Probeta de plástico de 250 ml.	2,99	DOS EUROS CON NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
93	UD Probeta de plástico de 100 ml.	1,79	UN EURO CON SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
94	UD Tomamuestras de plástico de 1000 ml con varias posiciones y vara telescópica de 1 a 3 m.	48,81	CUARENTA Y OCHO EUROS CON OCHENTA Y UN CÉNTIMOS
95	UD Conjunto de cuatro vasos de vidrio para precipitados de 500 ml.	8,54	OCHO EUROS CON CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
96	UD Conjunto de cinco botes de plástico de 1 l. con tapa, para guardar muestras.	12,19	DOCE EUROS CON DIECINUEVE CÉNTIMOS
97	UD Jarra graduada de plástico de 2.000 ml.	4,18	CUATRO EUROS CON DIECIOCHO CÉNTIMOS

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)

Cuadro de precios nº1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra	En letra
98	UD Destilador completo para un caudal de 3l/h. Equipo de vidrio en borosilicato.	424,41	CUATROCIENTOS VEINTICUATRO EUROS CON CUARENTA Y UN CÉNTIMOS
99	UD pH metro portátil con maletín, soluciones de calibración y electrodo 52-00.	235,46	DOSCIENTOS TREINTA Y CINCO EUROS CON CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS
100	UD Barril de plástico de 25 l. con grifo inferior.	42,33	CUARENTA Y DOS EUROS CON TREINTA Y TRES CÉNTIMOS
101	UD Termómetro de pared con máxima y mínima.	19,08	DIECINUEVE EUROS CON OCHO CÉNTIMOS
102	KG Hidróxido sódico para la determinación de DBO5.	10,73	DIEZ EUROS CON SETENTA Y TRES CÉNTIMOS
103	l Alitiurea para la determinación de DBO5.	51,22	CINCUENTA Y UN EUROS CON VEINTIDOS CÉNTIMOS
104	UD Banco de madera de 5,00 x 0,80 m., sujeto con perfiles metalicos	581,79	QUINIENTOS OCHENTA Y UN EUROS CON SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
105	UD Tornillo de banco. - Marca: IRIMO. Longitud util:150 mm	202,59	DOSCIENTOS DOS EUROS CON CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
106	UD Taladro portatil. - Marca: CASAL - Capacidad de portabrocas: hasta 13 mm. con juego de brocas de 1 a 13 mm, en acero carbono. Incluso elemento de sujección para utilización fija.	769,32	SETECIENTOS SESENTA Y NUEVE EUROS CON TREINTA Y DOS CÉNTIMOS
107	UD Caja de herramientas mecanicas marca.-HECO-103 , incluyendo calibre, arco, sierras, llaves, alicates, atornilladores, etc.	308,82	TRESCIENTOS OCHO EUROS CON OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)

Cuadro de precios nº1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra	En letra
108	UD Caja de herramientas eléctrica. - Marca HECO- 103. Incluyendo atornilladores, tijeras, pelacables, buscapolos, etc.	390,51	TRESCIENTOS NOVENTA EUROS CON CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS
109	UD Aceitera de laton con embocadura de apoyo . - Capacidad: 250 gr.	19,09	DIECINUEVE EUROS CON NUEVE CÉNTIMOS
110	UD Maquina desbardadora manual-eléctrica.	490,42	CUATROCIENTOS NOVENTA EUROS CON CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS
111	UD Carretilla de obra	109,00	CIENTO NUEVE EUROS
112	UD Pala de numero 3	18,18	DIECIOCHO EUROS CON DIECIOCHO CÉNTIMOS
113	UD Escalera de aluminio tipo telefonica de 6 m.	490,42	CUATROCIENTOS NOVENTA EUROS CON CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS
114	UD Estantería metálica con baldas.	245,26	DOSCIENTOS CUARENTA Y CINCO EUROS CON VEINTISEIS CÉNTIMOS
115	UD Polímetro, para medición de tensión, corriente y resistencia.	294,30	DOSCIENTOS NOVENTA Y CUATRO EUROS CON TREINTA CÉNTIMOS
116	UD Engrasador tipo pistola. Capacidad: 200 gr.	28,63	VEINTIOCHO EUROS CON SESENTA Y TRES CÉNTIMOS
117	UD Grupo motocompresor de aire de las siguientes características: Marca.- ABC o similar. Tipo: pistón. Portátil. Caudal de aire desplazado: 200 l/m. Presión de trabajo: 7 Kg/cn2. Refrigeración por aire. Accionamiento: motor eléctrico s/esp. técnica. Potencia: 1,1 Kw. velocidad: 1500 rpm. Depósito de acumulación de 50 litros, con purgador automático de agua. Presostatos de trabajo y seguridad.	932,92	NOVECIENTOS TREINTA Y DOS EUROS CON NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)

Cuadro de precios nº1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra	En letra
118	UD Termo eléctrico de 100 L., de marca reconocida, colocado con fijación a pared, con termostato indicador de temperatura y demás elementos de seguridad, válvulas de corte y latiguillos flexibles. Totalmente instalado.	386,36	TRESCIENTOS OCHENTA Y SEIS EUROS CON TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS
119	UD Equipo partido de aire acondicionado con bomba de calor, de marca CIATESA, colocado con fijaciones a pared, de 3000 Frigorías. Totalmente instalado.	1.264,61	MIL DOSCIENTOS SESENTA Y CUATRO EUROS CON SESENTA Y UN CÉNTIMOS
120	UD Conjunto de repuestos de los equipos electromecánicos de la EDAR, formado por: 1 Ud. Motor 0,75 Kw. para Tamiz de finos. 1 Ud. bomba de arenas 10 m3/h. a 3 m.c.a. 1 Ud. de cierres mecánicos para cada una de las siguientes bombas: extracción fangos en exceso, flotantes decantación. 1 Ud. Motor 0,50 cv. decantador rasquetas. 1 Ud. Engranaje decantador. 1 Ud. Motor 0,25 cv. para Mecanismo espesador de fangos. 1 Ud. Stator bomba mono fangos de 1-5 m3/h. 1 Ud. Stator bomba mono poli de 0,4 m3/h. 1 Ud. Stator bomba mono fangos secos de 1 m3/h. 1 Ud. Válvula de mariposa DN-100. 4 Ud. Contactador III-9 Amp. 2 Ud. Contactador III-15 Amp. 1 Ud. Contactador III-75 Amp. 8 Ud. de relés térmicos de varias regulaciones (0,43 a 14 Amp.). Juego de fusibles adecuados a la instalación, hasta un máximo de 36 uds. 4 Ud. Lámpara fluorescente 58 w. 2 Ud. Lámpara VSAP 150 w. 1 Ud. Fuente de alimentación para autómatas programables SLC500 220 v.	7.879,79	SIETE MIL OCHOCIENTOS SETENTA Y NUEVE EUROS CON SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)

Cuadro de precios nº1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra	En letra
121	UD Apoyo metálico fin de línea y paso de aéreo a subterráneo, 12/1800, compuesto por: 1 apoyo metálico 14/1800 M.O., 3 cadenas de amarre, 3 autoválvulas OZn 24 Kv/10 KA, 3 seccionadores I 24 Kv/400 A., 3 bases fusible I x 400 A. 34 Kv. c/c 40 A, conductor RHV 3 (1 x 120 mm <sup>2</sup> ) y p.p. de tubo de acero, 1 juego botellas terminales para exterior, placa peligro de muerte, toma de tierra autoválvulas, toma de tierra para herrajes, excavación y hormigonado. Totalmente instalado y funcionando.	4.296,95	CUATRO MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y SEIS EUROS CON NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS
122	UD Derechos de enganche y acometida en M.T. para trafo de 160 KVA.	2.586,41	DOS MIL QUINIENTOS OCHENTA Y SEIS EUROS CON CUARENTA Y UN CÉNTIMOS
123	UD Derivación de línea aérea en M.T. existente, compuesta por: 1 apoyo metálico 14/1400, 9 cadenas de amarre, 1 cruceta M0, 1 cruceta derivación, placa peligro de muerte, toma de tierra, excavación y hormigonado. Totalmente acabado y funcionando.	2.063,59	DOS MIL SESENTA Y TRES EUROS CON CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
124	ML Conductor aislamiento seco de MT, tipo DHZ1 18/30 Kv 3( 1 x 150) mm <sup>2</sup> en aluminio, en instalación subterránea, incluso zanja de 0,6 x 1 m., tubo PVC 160 e=2,2 y p.p. de arqueta 0,8 x 0,8 m. con tapa de fundición. Totalmente instalado y funcionando.	29,89	VEINTINUEVE EUROS CON OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
125	UD Centro de transformación intemperie, compuesto por apoyo metálico galvanizado 12/1800 M.O. 3 cadenas de amarre, 3 seccionadores I x 400 A, 24 Kv., 3 bases fusible I x 400 A. 24 Kv. c/c, 3 autoválvulas de OZn 24 Kv. 10 KA., excavación y hormigonado, herraje para trafo y bajada de bornas B.T. Transformador de potencia tipo exterior, de 160 KVA y relación 15-20 Kv./380-220 v., refrigeración por aceite, control y temperatura, incluso caja de protección mediante fusibles de líneas a cuadro receptor. Totalmente instalado y funcionando.	9.415,30	NUEVE MIL CUATROCIENTOS QUINCE EUROS CON TREINTA CÉNTIMOS

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)

Cuadro de precios nº1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra	En letra
126	UD Equipo de medida homologado por la Cia., compuesto por Contador de activa triple tarifa y maxímetro 380/220 v., X/5; Contador de energía reactiva 380/220, X/5; 3 transformadores de intensidad 400/5, reloj triple tarifa y maxímetro. Armario normalizado por la Cia. Totalmente instalado y funcionando.	2.247,92	DOS MIL DOSCIENTOS CUARENTA Y SIETE EUROS CON NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS
127	UD Equipo reglamentario de seguridad para C.T. tipo exterior, compuesto por: Pértiga de maniobra, placa de primeros auxilios, insuflador, mascarilla, guantes aislantes. Totalmente instalado.	261,46	DOSCIENTOS SESENTA Y UN EUROS CON CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS
128	ML Conductor de Cobre 0,6/1 Kv., de 4 x 2,5 mm <sup>2</sup> de sección, instalado en canalización aérea incluso p.p. de canalización y accesorios de instalación. Totalmente instalado y funcionando.	2,17	DOS EUROS CON DIECISIETE CÉNTIMOS
129	ML Conductor V-750 v., para alumbrado interior de edificios, de 3 (1 x 2,5) + 1 x 2, 5 TT mm <sup>2</sup> de sección, instalado bajo tubo rígido de PVC. Incluso p.p. de tubo, caja derivación y mecanismo, totalmente instalado y funcionando.	7,47	SIETE EUROS CON CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS
130	ML Conductor V-750 v, para fuerza usos varios de edificios, de 4 (1 x 4) + 1 x 4TT mm <sup>2</sup> de sección, instalado bajo tubo rígido de PVC. Incluso p.p. de tubo, caja derivación y T.C., totalmente instalado y funcionando.	9,70	NUEVE EUROS CON SETENTA CÉNTIMOS
131	ML Conductor de Cobre 0,6/1 Kv., de 4 x 6 mm <sup>2</sup> de sección, instalado en canalización subterránea, incluso p.p. de tubo PVC zanja, arqueta y accesorios de instalación. Totalmente instalado y funcionando.	2,73	DOS EUROS CON SETENTA Y TRES CÉNTIMOS

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)

Cuadro de precios nº1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra	En letra
132	UD Conjunto formado por columna galvanizada de 4 m. de altura, equipado con una luminaria estanca VSAP de 1 x 150 w. con equipo de encendido, incluso base de sujeción y accesorios de instalación. Totalmente instalada y funcionando.	352,80	TRESCIENTOS CINCUENTA Y DOS EUROS CON OCHENTA CÉNTIMOS
133	UD Conjunto formado por luminaria tipo "globo" con brazo mural galvanizado, equipado con una lámpara VSAP de 1 x 150 w. con equipo de encendido, incluso fijaciones y accesorios de instalación. Totalmente instalada y funcionando.	156,45	CIENTO CINCUENTA Y SEIS EUROS CON CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS
134	UD Luminaria estanca fluorescente de 2 x 58 w.a.f., para instalar en superficie o suspendida. Totalmente instalada y funcionando.	77,79	SETENTA Y SIETE EUROS CON SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
135	UD Luminaria incandescente estanca para alojar lámpara incandescente de 1x60 w, totalmente instalada.	35,57	TREINTA Y CINCO EUROS CON CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS
136	UD Equipo autónomo de emergencia incandescente, estanco, de 60 lúmenes cubriendo 12 m². Totalmente instalada y funcionando.	81,60	OCHENTA Y UN EUROS CON SESENTA CÉNTIMOS
137	UD Equipo autónomo de emergencia fluorescente, estanco, de 300 lúmenes cubriendo 60 m². Totalmente instalada y funcionando.	119,21	CIENTO DIECINUEVE EUROS CON VEINTIUN CÉNTIMOS
138	UD Ingeniería de desarrollo de los procesos automáticos de la EDAR, así como la optimización de los mismos, programación en taller y puesta en marcha del PLC.	5.835,53	CINCO MIL OCHOCIENTOS TREINTA Y CINCO EUROS CON CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)

Cuadro de precios nº1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra	En letra
139	UD Autómata programable tipo ONROM o similar, con capacidad para 224 ED, 64 SD ,12 EA y 16 SD, destinado a supervisar y controlar los equipos alimentados por el cuadro eléctrico CCM ubicado en el edificio de soplantes. Instalado en armario metálico, incluso software de funcionamiento y cableado de interconexión. Totalmente instalado y funcionando.	7.854,12	SIETE MIL OCHOCIENTOS CINCUENTA Y CUATRO EUROS CON DOCE CÉNTIMOS
140	UD Mobiliario para sala de control compuesto por: - 1 ud. mesa de trabajo poligonal dim. aprox. 3,5 m. x 0,8 m., con dos módulos rodantes de cajón y archivador. - 1 sillón giratorio tapizado. 1 lámparas halógenas de sobremesa.	1.929,75	MIL NOVECIENTOS VEINTINUEVE EUROS CON SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS
141	UD Estación central a ubicar en la sala de control de la EDAR	8.196,70	OCHO MIL CIENTO NOVENTA Y SEIS EUROS CON SETENTA CÉNTIMOS

Juan José Fernández-Caro García



**Cuadro de precios nº2: EDAR PINAR DE LOS FRANCESES**

**EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)**

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)  
Cuadro de precios nº2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial	Total
1	m2 Edificación de hormigón armado, incluyendo cimentación, cerramiento, cubierta, accesos y elementos de ventilación, totalmente terminada. Sin descomposición 6 % Costes Indirectos	1,000	141,510
		1,000	8,490
		Total .....	150,00
2	ud Punto de suministro de agua incluyendo acometida y piezas especiales Sin descomposición 6 % Costes Indirectos	1,000	250,000
		1,000	15,000
		Total .....	265,00
3	ud Conexión a la red general Sin descomposición 6 % Costes Indirectos	1,000	550,000
		1,000	33,000
		Total .....	583,00
4	m Aliviaderos se sección en canal rectangular de dimensiones 1m x 1m, de hormigón armado ejecutado in situ, incluida excavación y relleno posterior. Sin descomposición 6 % Costes Indirectos	1,000	88,680
		1,000	5,320
		Total .....	94,00
5	ud Arqueta con reja de desbaste Sin descomposición 6 % Costes Indirectos	1,000	3.696,000
		1,000	221,760
		Total .....	3.917,76
6	ud Filtro de banda de 0,75 m de ancho Sin descomposición 6 % Costes Indirectos	1,000	33.962,260
		1,000	2.037,740
		Total .....	36.000,00
7	ud Bomba de caudal de lavado de agua de 127 l/s y 60 m.c.a. Sin descomposición 6 % Costes Indirectos	1,000	795,000
		1,000	47,700
		Total .....	842,70
8	ud Depósito de preparación de solución de 1,5 m3 paa dosificación de reactivos. Sin descomposición 6 % Costes Indirectos	1,000	7.500,000
		1,000	450,000
		Total .....	7.950,00
9	ud Bomba dosificadora de polielectrolito de caudal unitario 220 l/h Sin descomposición	1,000	695,000

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)  
Cuadro de precios nº2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial	Total
	6 % Costes Indirectos	1,000	41,700
	Total .....		736,70
10	ud Filtro de arena de 4,25 m x 4,25 m		
	Sin descomposición	1,000	12.500,000
	6 % Costes Indirectos	1,000	750,000
	Total .....		13.250,00
11	UD Sistema de telefonía para la E.D.A.R, consistente en: conexión telefónica con la Cia. de telecomunicacione. Centralita telefónica sistema AMPER, 3 uds. teléfono básico NOVA 1M, 8 uds, instalación y cableado de punto de red, instalación y programación de centralita.		
	Mano de obra	1,000	33,278
	Materiales	1,000	1.724,880
	Resto de Obra	1,000	105,489
	6 % Costes Indirectos	1,000	111,820
	Por redondeo	1,000	0,003
	Total .....		1.975,47
12	UD Partida alzada de Seguridad y Salud estimada en un 1% sobre presupuesto de ejecución material.		
	Sin descomposición	1,000	985.673,680
	6 % Costes Indirectos	1,000	59.140,420
	Total .....		1.044.814,10
13	UD Gastos de Explotación y Mantenimiento de la Edar de Prado del Rey, para un periodo de 6 meses, una vez terminada la ejecución de la obra, de acuerdo con el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del concurso y el Anejo de Explotación y Mantenimiento incluido en la Memoria del Proyecto. (El Precio se expresa por cada 1000 m3 de agua).		
	Sin descomposición	1,000	176,860
	6 % Costes Indirectos	1,000	10,610
	Total .....		187,47
14	UD Cartel indicativo de riesgo, con soporte metálico, incluida fijación y retirada. Tres usos.		
	Mano de obra	1,000	1,097
	Materiales	1,000	43,940
	Resto de Obra	1,000	2,702
	6 % Costes Indirectos	1,000	2,860
	Por redondeo	1,000	0,001
	Total .....		50,60
15	UD Botiquín instalado en EDAR.		
	Mano de obra	1,000	1,976
	Materiales	1,000	270,520
	Resto de Obra	1,000	16,350

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)  
Cuadro de precios nº2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial	Total
	6 % Costes Indirectos	1,000	17,330
	Por redondeo	1,000	0,004
	Total .....		306,18
16	UD Extintor de CO2, de 5 Kg, incluso soporte y colocación.		
	Mano de obra	1,000	1,778
	Materiales	1,000	114,880
	Resto de Obra	1,000	6,999
	6 % Costes Indirectos	1,000	7,420
	Por redondeo	1,000	0,003
	Total .....		131,08
17	UD Máscara contra cloro.		
	Materiales	1,000	20,790
	Resto de Obra	1,000	1,247
	6 % Costes Indirectos	1,000	1,320
	Por redondeo	1,000	0,003
	Total .....		23,36
18	UD Máscara antipolvo completa.		
	Materiales	1,000	56,320
	Resto de Obra	1,000	3,379
	6 % Costes Indirectos	1,000	3,580
	Por redondeo	1,000	0,001
	Total .....		63,28
19	UD Armario para alojamiento de máscaras personales.		
	Materiales	1,000	132,660
	Resto de Obra	1,000	7,960
	6 % Costes Indirectos	1,000	8,440
	Total .....		149,06
20	UD Cinturón de seguridad de tipo paracaidista.		
	Materiales	1,000	74,360
	Resto de Obra	1,000	4,462
	6 % Costes Indirectos	1,000	4,730
	Por redondeo	1,000	-0,002
	Total .....		83,55
21	UD Protector acústico homologado.		
	Materiales	1,000	81,930
	Resto de Obra	1,000	4,916
	6 % Costes Indirectos	1,000	5,210
	Por redondeo	1,000	0,004
	Total .....		92,06
22	UD Conjunto formado por: Ducha de emergencia y plato con lavajos, incluso acometida de agua potable con tubería de polietileno A/D, DN-25 y desagüe con tubería de PVC O 110 mm. Todo ello instalado y probado, funcionando.		

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)  
Cuadro de precios nº2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial	Total
	Mano de obra	1,000	379,737
	Materiales	1,000	641,580
	Resto de Obra	1,000	61,279
	6 % Costes Indirectos	1,000	64,960
	Por redondeo	1,000	0,004
	<b>Total .....</b>		<b>1.147,56</b>
23	UD Cartel de recomendaciones de seguridad.		
	Mano de obra	1,000	1,976
	Materiales	1,000	14,250
	Resto de Obra	1,000	0,974
	6 % Costes Indirectos	1,000	1,030
	<b>Total .....</b>		<b>18,23</b>
24	UD Flotador salvavidas, incluido soporte y cuerda de 5 m., de longitud.		
	Mano de obra	1,000	1,976
	Materiales	1,000	53,130
	Resto de Obra	1,000	3,306
	6 % Costes Indirectos	1,000	3,500
	Por redondeo	1,000	-0,002
	<b>Total .....</b>		<b>61,91</b>
25	UD Botonera de seguridad en motores.		
	Mano de obra	1,000	3,920
	Materiales	1,000	14,560
	Resto de Obra	1,000	1,109
	6 % Costes Indirectos	1,000	1,180
	Por redondeo	1,000	0,001
	<b>Total .....</b>		<b>20,77</b>
26	M2 Desbroce y limpieza superficial de terreno desarbolado por medios mecánicos hasta una profundidad de 20 cm., con carga y transporte de la tierra vegetal y productos resultantes a vertedero o lugar de empleo.		
	Maquinaria	1,000	0,618
	Resto de Obra	1,000	0,037
	6 % Costes Indirectos	1,000	0,040
	Por redondeo	1,000	0,005
	<b>Total .....</b>		<b>0,70</b>
27	M3 Excavación en terrenos de consistencia media para explanaciones, incluso carga y transporte a vertedero o lugar de empleo.		
	Mano de obra	1,000	0,089
	Maquinaria	1,000	2,137
	Resto de Obra	1,000	0,134
	6 % Costes Indirectos	1,000	0,140
	<b>Total .....</b>		<b>2,50</b>

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)

Cuadro de precios nº2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial	Total
28	M3 Excavación en terrenos de consistencia media para obtención de zanjas y pozos, incluso carga y transporte del material sobrante a vertedero o lugar de empleo.		
	Mano de obra	1,000	0,257
	Maquinaria	1,000	2,874
	Resto de Obra	1,000	0,188
	6 % Costes Indirectos	1,000	0,200
	Por redondeo	1,000	0,001
	Total .....		3,52
29	M3 Suministro y estendido de relleno de bolos, tamaño entre 40 mm., y 60 mm., en subbase de solera.		
	Mano de obra	1,000	1,006
	Maquinaria	1,000	1,208
	Materiales	1,000	3,400
	Resto de Obra	1,000	0,337
	6 % Costes Indirectos	1,000	0,360
	Por redondeo	1,000	-0,001
Total .....		6,31	
30	M3 Zahorra natural extendida en capas de 0,20 m., regada y compactada al 95 % proctor modificado.		
	Mano de obra	1,000	0,494
	Maquinaria	1,000	1,208
	Materiales	1,000	5,061
	Resto de Obra	1,000	0,406
	6 % Costes Indirectos	1,000	0,430
	Por redondeo	1,000	0,001
Total .....		7,60	
31	M3 Relleno en explanada con zahorra artificial tipo ZA25 según PG3, extendido, humectación y compactación en capas de 25 cm. de espesor, con un grado de compactación del 95% del proctor modificado.		
	Mano de obra	1,000	0,198
	Maquinaria	1,000	1,176
	Materiales	1,000	20,540
	Resto de Obra	1,000	1,315
	6 % Costes Indirectos	1,000	1,390
	Por redondeo	1,000	0,001
Total .....		24,62	
32	M3 Relleno localizado en zanjas con productos procedentes de la excavación, extendido, humectación y compactación en capas de 20 cm. de espesor, con un grado de compactación del 95% del proctor modificado.		
	Mano de obra	1,000	0,198
	Maquinaria	1,000	1,118

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)  
Cuadro de precios nº2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial	Total
	Resto de Obra	1,000	0,079
	6 % Costes Indirectos	1,000	0,080
	Por redondeo	1,000	0,005
	Total .....		1,48
33	M3 Suministro y relleno de arena en fondo de zanjás, para asiento de tuberías.		
	Mano de obra	1,000	0,593
	Maquinaria	1,000	1,939
	Materiales	1,000	8,670
	Resto de Obra	1,000	0,672
	6 % Costes Indirectos	1,000	0,710
	Por redondeo	1,000	-0,004
	Total .....		12,58
34	M3 Hormigón de limpieza puesto en obra.		
	Mano de obra	1,000	6,740
	Maquinaria	1,000	0,388
	Materiales	1,000	40,500
	Resto de Obra	1,000	2,858
	6 % Costes Indirectos	1,000	3,030
	Por redondeo	1,000	0,004
	Total .....		53,52
35	M3 Hormigón en masa de 20 N/mm <sup>2</sup> de resistencia característica, árido rodado de diámetro máximo 20 mm., cemento S/norma UNE-803012.96, consistencia blanda, grado de agresividad I. Elaborado, transportado y puesto en obra. Vibrado y curado; construido según EHE. Medido el volumen teórico ejecutado.		
	Mano de obra	1,000	4,212
	Maquinaria	1,000	1,132
	Materiales	1,000	49,760
	Resto de Obra	1,000	3,306
	6 % Costes Indirectos	1,000	3,500
	Total .....		61,91
36	M3 Hormigón para armar, en cimentaciones y muros, de 30 N/mm <sup>2</sup> de resistencia característica, árido rodado de diámetro máximo 20 mm., cemento S/norma UNE-803012.96, consistencia blanda, grado de agresividad IV+Qb. Elaborado, transportado y puesto en obra. Vibrado y curado; construido según EHE. Medido el volumen teórico ejecutado.		
	Mano de obra	1,000	7,160
	Maquinaria	1,000	1,132
	Materiales	1,000	63,750
	Resto de Obra	1,000	4,323
	6 % Costes Indirectos	1,000	4,580
	Por redondeo	1,000	0,005
	Total .....		80,95

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)

Cuadro de precios nº2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial	Total
37	KG Acero tipo B-500-S, elaborado y colocado en armaduras.		
	Mano de obra	1,000	0,219
	Materiales	1,000	0,840
	Resto de Obra	1,000	0,064
	6 % Costes Indirectos	1,000	0,070
	Por redondeo	1,000	-0,003
	Total .....		1,19
38	UD Tapa de hierro fundido de 0,60 m de diámetro, incluso cerco del mismo material, colocada en pozo de registro prefabricado, instalada.		
	Mano de obra	1,000	14,804
	Materiales	1,000	70,280
	Resto de Obra	1,000	5,105
	6 % Costes Indirectos	1,000	5,410
	Por redondeo	1,000	0,001
	Total .....		95,60
39	UD Carrete pasamuros de acero inoxidable AISI-316L DN=150; Longitud hasta 500 mm, incluso soldadura de carrete con balona y brida loca de aluminio. Instalado.		
	Mano de obra	1,000	15,059
	Materiales	1,000	197,350
	Resto de Obra	1,000	12,745
	6 % Costes Indirectos	1,000	13,510
	Por redondeo	1,000	-0,004
	Total .....		238,66
40	UD Carrete pasamuros de acero inoxidable AISI-316L DN=200; Longitud hasta 500 mm, incluso soldadura de carrete con balona y brida loca de aluminio. Instalado.		
	Mano de obra	1,000	15,059
	Materiales	1,000	265,210
	Resto de Obra	1,000	16,816
	6 % Costes Indirectos	1,000	17,830
	Por redondeo	1,000	0,005
	Total .....		314,92
41	M2 Calzada con sección de firme a base de 30 cm. de zahorra artificial, compactado al 95% del próctor modificado. Terminación con imprimación ECI y 5 cm. de aglomerado asfáltico en caliente S-12.		
	Mano de obra	1,000	1,358
	Maquinaria	1,000	3,286
	Materiales	1,000	8,946
	Resto de Obra	1,000	0,815
	6 % Costes Indirectos	1,000	0,860
	Por redondeo	1,000	0,005
Total .....		15,27	



EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)  
Cuadro de precios nº2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial	Total
42	ML Bordillo de hormigón prefabricado de 17x28, sobre hormigón colocado.		
	Mano de obra	1,000	2,304
	Materiales	1,000	5,701
	Resto de Obra	1,000	0,480
	6 % Costes Indirectos	1,000	0,510
	Por redondeo	1,000	0,005
	Total .....		9,00
43	M2 Acera formada por loseta hidráulica sobre base de 10cm de hormigón y 20cm de subbase compactada.		
	Mano de obra	1,000	4,366
	Materiales	1,000	10,251
	Resto de Obra	1,000	0,877
	6 % Costes Indirectos	1,000	0,930
	Por redondeo	1,000	-0,004
	Total .....		16,42
44	M2 Paseo peatonal a base de 5 cm. de gravilla de tamaño 10/20 mm.		
	Mano de obra	1,000	0,879
	Maquinaria	1,000	0,302
	Materiales	1,000	0,435
	Resto de Obra	1,000	0,097
	6 % Costes Indirectos	1,000	0,100
Por redondeo	1,000	-0,003	
	Total .....		1,81
45	ML Poste para sujeción de puertas de acceso a EDAR, de 0,4x0,4 m de dimensiones en planta, realizado a base de ladrillo macizo cara vista, tomado con mortero cemento 1:6, incluso llaguedo de juntas y remate con piedra artificial.		
	Mano de obra	1,000	65,490
	Materiales	1,000	80,865
	Resto de Obra	1,000	8,781
	6 % Costes Indirectos	1,000	9,310
	Por redondeo	1,000	0,004
	Total .....		164,45
46	UD Puerta de acceso a Edar de 5 m de anchura total en una hoja corredera sobre perfil guía y 2,5 m de altura, realizada a base de perfiles huecos de acero S-275 galvanizado en caliente. Accionamiento motorizado por motorreductor eléctrico. Incluso elementos para fijación. Totalmente terminada.		
	Mano de obra	1,000	87,320
	Maquinaria	1,000	55,280
	Materiales	1,000	1.835,990
	Resto de Obra	1,000	118,715
	6 % Costes Indirectos	1,000	125,840

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)  
Cuadro de precios nº2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial	Total
	Por redondeo	1,000	0,005
	Total .....		2.223,15
47	ML Cerramiento formado por: Malla galv. simple torsión de 2,8 m. Postes tubulares galv. D=2" cada 5m. Cimentación corrida de 0.4*0.4 m de hormigón armado. Totalmente terminado.		
	Mano de obra	1,000	12,363
	Maquinaria	1,000	0,556
	Materiales	1,000	22,526
	Resto de Obra	1,000	2,127
	6 % Costes Indirectos	1,000	2,250
	Por redondeo	1,000	-0,002
	Total .....		39,82
48	UD Arqueta de registro de 63x63x80 cm. de medidas interiores, construida con fábrica de ladrillo macizo tosco de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento, colocado sobre solera de hormigón en masa H-100, enfoscada y bruñida por el interior con mortero de cemento, y con tapa de hormigón armado prefabricada o chapa metálica de acero, totalmente terminada y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación, ni el relleno perimetral posterior.		
	Mano de obra	1,000	40,987
	Materiales	1,000	47,659
	Resto de Obra	1,000	5,319
	6 % Costes Indirectos	1,000	5,640
	Por redondeo	1,000	0,005
	Total .....		99,61
49	ML Tubería presión PVC D-160, 6 atm. incluso parte proporcional de uniones y accesorios. Uniones: junta elástica. Totalmente instalada.		
	Mano de obra	1,000	0,968
	Materiales	1,000	2,090
	Resto de Obra	1,000	0,183
	6 % Costes Indirectos	1,000	0,190
	Por redondeo	1,000	-0,001
	Total .....		3,43
50	ML Tubería presión polietileno PE100 D=110 mm. PN 10 atm incluso parte proporcional de uniones electrosoldadas y accesorios. Totalmente instalada y probada.		
	Mano de obra	1,000	2,682
	Materiales	1,000	6,890
	Resto de Obra	1,000	0,574
	6 % Costes Indirectos	1,000	0,610
	Por redondeo	1,000	0,004
	Total .....		10,76

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)

Cuadro de precios nº2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial	Total
51	ML Tubería presión PVC D-315 6 atm. incluso parte proporcional de uniones y accesorios. Uniones: junta elástica. Totalmente instalada.		
	Mano de obra	1,000	3,370
	Materiales	1,000	23,590
	Resto de Obra	1,000	1,618
	6 % Costes Indirectos	1,000	1,710
	Por redondeo	1,000	0,002
	Total .....		30,29
52	ML Tubería de acero inoxidable AISI-316L, DN-150, PN-10 ; incluso parte proporcional de uniones y accesorios.		
	Mano de obra	1,000	5,673
	Maquinaria	1,000	2,812
	Materiales	1,000	202,000
	Resto de Obra	1,000	12,629
	6 % Costes Indirectos	1,000	13,390
	Por redondeo	1,000	-0,004
Total .....		236,50	
53	ML Tubería de acero inoxidable AISI-316L, DN-200, PN-10 ; incluso parte proporcional de uniones y accesorios.		
	Mano de obra	1,000	6,353
	Maquinaria	1,000	3,134
	Materiales	1,000	333,000
	Resto de Obra	1,000	20,549
	6 % Costes Indirectos	1,000	21,780
	Por redondeo	1,000	0,004
Total .....		384,82	
54	ML Pozo de registro prefabricado de hormigón de 1,2 m de diámetro, colocado.		
	Mano de obra	1,000	18,556
	Maquinaria	1,000	6,910
	Materiales	1,000	29,230
	Resto de Obra	1,000	3,282
	6 % Costes Indirectos	1,000	3,480
	Por redondeo	1,000	0,002
Total .....		61,46	
55	UD Imbornal sifónico prefabricado de hormigón armado de 50x30x60 cm, con rejilla de fundición colocado sobre solera de hormigón en masa H-150 de 15 cm. de espesor, instalado y conexionado.		
	Mano de obra	1,000	26,779
	Maquinaria	1,000	1,545
	Materiales	1,000	51,550
	Resto de Obra	1,000	4,792
	6 % Costes Indirectos	1,000	5,080
	Por redondeo	1,000	0,004

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)

Cuadro de precios nº2

Nº	Designación	Importe		
		Parcial	Total	
56	UD Grupo motobomba centrifuga de las siguientes características: - Marca: ABS. Ejecución: sumergible. Instalación: fija. Caudal: 15,0 m3/h. - Altura manométrica: 10,12 m.c.a. - Tipo de impulsor: vortex. Paso libre de solidos: 80 mm. - Tipo de cierre: mecanico. Materiales: - Carcasa: fundición GG-20. - Rodete: fundición GG-20. - Eje: acero inox. AISI-420. Accionamiento: motor electrico trifasico. - Potencia max. de red: 2,507 Kw. - Velocidad: 1.400 r.p.m. - Aislamiento: Clase F. Acabado: - Según standard del fabricante.	Total .....	89,75	
		Mano de obra	1,000	154,021
		Maquinaria	1,000	47,880
		Materiales	1,000	879,540
		Resto de Obra	1,000	64,886
		6 % Costes Indirectos	1,000	68,780
		Por redondeo	1,000	0,003
57	UD Grupo motobomba centrifuga de las siguientes características: - Marca: ABS o similar. Ejecución: sumergible. Instalación: fija. - Fluido a bombear: Fangos activos. Caudal: 60 m3/h. - Altura manométrica: 6.25 m.c.a. - Tipo de impulsor: canal contrabloqueo - Paso libre de solidos: 90 mm. - Tipo de cierre: mecanico. Materiales: - Carcasa: fundición GG-20. - Rodete: fundición GG-20. - Eje: acero inox. DIN 17.440. Accionamiento: motor electrico trifasico. - Potencia max. de red: 2,88 Kw. - Velocidad: 1380 r.p.m. - Aislamiento: Clase F. Acabado: - Según standard del fabricante.	Total .....	1.215,11	
		Mano de obra	1,000	187,170
		Maquinaria	1,000	47,880
		Materiales	1,000	1.527,880
		Resto de Obra	1,000	105,776
		6 % Costes Indirectos	1,000	112,120
		Por redondeo	1,000	0,004
	Total .....	1.980,83		

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)

Cuadro de precios nº2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial	Total
58	UD Grupo motobomba centrífuga de las siguientes características: - Marca: ABS. - Ejecución: sumergible. Instalación: portátil. - Fluido a bombear: Agua residual. Caudal: 30 m3/h. - Altura manométrica: 10 m.c.a. - Tipo de impulsor: monocanal. - Paso libre de sólidos: 80 mm. - Tipo de cierre: doble mecanico. Materiales: - Carcasa: fundición GG-20. - Rodete: fundición GG-20. - Eje: acero inox. DIN 17.440. Accionamiento: motor electrico trifasico. - Potencia max. de red: 3,95 Kw. - Velocidad: 1370 r.p.m. - Aislamiento: Clase F. Acabado: - Según standard del fabricante. Incluso 30 m. de manguera flexible y elemento de conexión a bomba.		
	Materiales	1,000	1.521,130
	Resto de Obra	1,000	91,268
	6 % Costes Indirectos	1,000	96,740
	Por redondeo	1,000	0,002
	Total .....		1.709,14
59	UD Valvula de guillotina bidireccional, de las siguientes características: Marca: ORBINOX. DN 400.- PN 6. Montaje entre bridas. Accionamiento: manual por volante. Materiales: Cuerpo de hierro fundido GG-25. Cierre:EPDM. Tajadera: acero inox. AISI-316. Husillo: acero inoxidable AISI 303. Acabado: - Según standar del fabricante. Instalada y probada.		
	Mano de obra	1,000	25,984
	Maquinaria	1,000	41,460
	Materiales	1,000	1.635,000
	Resto de Obra	1,000	102,147
	6 % Costes Indirectos	1,000	108,280
	Por redondeo	1,000	-0,001
	Total .....		1.912,87
60	UD Contenedor de residuos sólidos de las siguientes características: - Marca: TREICO. Tipo: abierto. Capacidad: 4 m3. - Numero de enganches de carga y volteo: 4. - Construcción: acero laminado S 275 y perfiles de refuerzo, con imprimación epoxi. Acabado: - Según standard del fabricante.		
	Maquinaria	1,000	13,820
	Materiales	1,000	974,020
	Resto de Obra	1,000	59,270
	6 % Costes Indirectos	1,000	62,830
	Total .....		1.109,94
61	UD Contenedor de residuos sólidos de las siguientes características: Capacidad: 0,2 m3. - Numero de enganches de carga y volteo: 2. Tapa. Ruedas: 4 ud. Construcción: Polímeros sintéticos.		

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)

Cuadro de precios nº2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial	Total
	Materiales	1,000	214,150
	Resto de Obra	1,000	12,849
	6 % Costes Indirectos	1,000	13,620
	Por redondeo	1,000	0,001
	<b>Total .....</b>		<b>240,62</b>
62	UD Cuchara bivalva electrohidraulica anfibia, de las siguientes características: - Marca GALMEN. Capacidad: 100 l. - Bomba: alta presión. - Mando: por botonera. - Cilindros: dos, especiales de doble efecto. - Presión de trabajo: 45 Kg/cm2. Construcción: según normas F.E.M. Accionamiento: motor electrico. Potencia: 1,5 cv. Velocidad: 1.500 r.p.m. Acabado: -Según standard del fabricante.		
	Mano de obra	1,000	196,605
	Maquinaria	1,000	30,502
	Materiales	1,000	5.541,800
	Resto de Obra	1,000	346,134
	6 % Costes Indirectos	1,000	366,900
	Por redondeo	1,000	-0,001
	<b>Total .....</b>		<b>6.481,94</b>
63	UD Polipasto de accionamiento eléctrico marca VICINAY, de las siguientes características: - Capacidad: 1600 Kg. - Recorrido gancho: 9 m. Velocidad principal: 6 m/min. potencia del motor de elevación: 2,5 cv. Potencia del motor de traslación: 0,25 cv. Mando por botonera de pulsadores. Materiales: - Tambor: tubo acero semi-duro, laminado. - Armazón: acero. Acabado: - Según standard del fabricante.		
	Mano de obra	1,000	138,780
	Maquinaria	1,000	11,775
	Materiales	1,000	3.319,320
	Resto de Obra	1,000	208,193
	6 % Costes Indirectos	1,000	220,680
	Por redondeo	1,000	0,002
	<b>Total .....</b>		<b>3.898,75</b>

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)

Cuadro de precios nº2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial	Total
64	UD Equipo compacto de pretratamiento, capaz de tratar un caudal de 335 m3/h de la marca Speco o similar, compuesto por:		
	- Desarenador compuesto por: Cubeto de sedimentación con una longitud aproximada de 23 m, anchura de 1,5 y altura de 1 m. Tornillo sin-fin horizontal de fondo, accionado mediante motorreductor eléctrico de 0,55 kw, 400 V, 50 Hz IP55. Tornillo sin-fin inclinado de extracción de arenas, accionado mediante motorreductor eléctrico de 1,1 kw, 400 V, 50 Hz IP55. Sistema de inyección de aire para la separación de orgánicos de la arena y ayuda a flotación de grasas y sobrenadante.		
	- Desengrasador lateral y paralelo al desarenador con rasqueta automática de separación de grasas y longitud igual al desarenador, accionado mediante motorreductor eléctrico de 0,55 kw, 400 V, 50 Hz IP55.		
	- Materiales: Carcasa, soportes, cilindro filtrante y tubos en acero inoxidable AISI 304L, soldaduras limpias, decapadas, pasivadas y micro pulidas; Hélices de los transportadores a sinfín de desgaste y desarenado en acero especial de alta resistencia a la erosión reforzado y micro aleado dureza 230 Brinell.		
	- Sistemas auxiliares de limpieza de la zona de prensado y zona tamizado.		
	- Elementos auxiliares de acceso, realizado con perfiles laminados, rejilla tramex y barandillas de protección.		
	Todo el conjunto instalado y funcionando.		
	Mano de obra	1,000	534,880
	Maquinaria	1,000	63,840
	Materiales	1,000	85.203,690
Resto de Obra	1,000	5.148,145	
6 % Costes Indirectos	1,000	5.457,030	
Por redondeo	1,000	0,005	
	<b>Total .....</b>		<b>96.407,59</b>
65	UD Grupo motosoplante de embolos rotativos, de las siguientes características: Accionamiento: motor electrico, Potencia: 25 Kw. Accesorios: - Filtro de aire. - Silenciador de aspiración. - Silenciador de impulsión. - Valvula de seguridad. - Valvula de retención. Cabina insonorizante(-18 dBA) Acabado: - Según standard del fabricante. Instalado.		
	Mano de obra	1,000	351,695
	Maquinaria	1,000	16,638
	Materiales	1,000	5.971,660
	Resto de Obra	1,000	380,400
	6 % Costes Indirectos	1,000	403,220
	Por redondeo	1,000	-0,003

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)

Cuadro de precios nº2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial	Total
		Total .....	7.123,61
66	UD Mecanismo decantador, marca DAGA, de las siguientes características: Tracción: periférica. Diámetro interior del tanque: 19 m. - Altura líquido: 3 m. Puente: - Longitud aprox.: 8,5 m. Ancho útil: 0,80 m. Puente de giro: - Tipo: pivote central. - Toma de corriente: anillos rozantes. Campana central deflectora. Rasqueta de fondo pivotante en espiral continua. Recogida de flotantes: - Tipo: caja emergida. Deflector y vertedero. Materiales: - Estructuras: acero S 275, galvanizada. - Pasarela: tramex galvanizado. - Cilindro alimentación: acero S 275 galvanizado. - Rasquetas: acero S 275 galvanizado. Vertedero y deflector: acero inox. Tornillería: AISI-316. Accionamiento: motorreductor eléctrico. Tipo: monobloc. Potencia: 0,50 CV. Todo ello instalado y probado.		
	Mano de obra	1,000	846,750
	Maquinaria	1,000	90,523
	Materiales	1,000	9.489,010
	Resto de Obra	1,000	625,577
	6 % Costes Indirectos	1,000	663,110
		Total .....	11.714,97
67	UD Mecanismo espesador de gravedad, para instalar en tanque de hormigón de planta circular, de las siguientes características: - Tipo: cabeza de mando central. - Diámetro del tanque: 5,0 m. - Altura del líquido: 3,0 m. Puente diametral: Cilindro de alimentación: - Diámetro: 1,0 m. - Altura: 1,0 m. Brazos de barrido: - Disposición: diametral. - Cantidad: 2. Materiales: - Estructuras: acero S275; Zonas sumergidas galv. en caliente, zonas aéreas protección epoxi - Pasarela: hormigón. - Cilindro alimentación: acero S275. - Vertedero: aluminio anodizado. Tornillería: AISI-316. - Accionamiento: motorreductor eléctrico. Tipo: monobloc. Potencia: 0,25 CV. - Velocidad de salida: 6 rpm. Instalado.		
	Mano de obra	1,000	635,063
	Maquinaria	1,000	78,257
	Materiales	1,000	7.502,560
	Resto de Obra	1,000	492,953
	6 % Costes Indirectos	1,000	522,530
	Por redondeo	1,000	-0,003
		Total .....	9.231,36



EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)

Cuadro de precios nº2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial	Total
68	ud Tolva para almacenamiento de fangos contruido en acero al carbono con protección epóxica o de poliéster reforzado con fibra de vidrio. Volumen de 10 m3, con boca y mecanismo de apertura motorizada inferior para descarga directa a camión. Cerrado en la parte superior. Estructura de soporte a base de perfiles de acero S 275 de 4 m de altura libre, según planos. Incluso escalera exterior. Totalmente instalado.		
	Mano de obra	1,000	185,567
	Maquinaria	1,000	118,660
	Materiales	1,000	12.427,010
	Resto de Obra	1,000	763,874
	6 % Costes Indirectos	1,000	809,710
	Por redondeo	1,000	-0,001
	Total .....		14.304,82
69	UD Medidor de oxígeno disuelto de las siguientes características: - Marca: WTW o similar - Tipo portátil con medida digital - Rangos de medidas: . 0 a 199 % de saturación . 0 a 19,9 mgr/l oxígeno - con sonda y cable. - Alimentación: . Batería interna: 9 V - Incluye maletín de transporte (Resto de características según Esp. Tec.)		
	Materiales	1,000	461,700
	Resto de Obra	1,000	27,702
	6 % Costes Indirectos	1,000	29,360
	Por redondeo	1,000	-0,002
	Total .....		518,76
70	UD Conductivímetro portátil con microprocesador, Marca : MERCK o similar. Con compensación de Temp. e indicación paralela de Tª, medición de salinidad STD. Con maletín, soluciones calibrado, celda de medición de 4 electrodos Tetracon 325.		
	Materiales	1,000	746,220
	Resto de Obra	1,000	44,773
	6 % Costes Indirectos	1,000	47,460
	Por redondeo	1,000	-0,003
	Total .....		838,45
71	PA Partida alzada a justificar para conjunto mobiliario del laboratorio.		
	Sin descomposición	1,000	3.040,190
	6 % Costes Indirectos	1,000	182,410
	Total .....		3.222,60
72	UD Aparato para la determinación de la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5), por el método manométrico digital para 6 plazas.		
	Materiales	1,000	974,840
	Resto de Obra	1,000	58,490
	6 % Costes Indirectos	1,000	62,000

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)

Cuadro de precios nº2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial	Total
		Total .....	1.095,33
73	UD Frigotermostato incubador de 180 litros de capacidad, para 2 aparatos de DBO TS 606/2.		
	Materiales	1,000	807,720
	Resto de Obra	1,000	48,463
	6 % Costes Indirectos	1,000	51,370
	Por redondeo	1,000	-0,003
	Total .....		907,55
74	UD Balanza analítica con carga másica de 120 g/0.1 mg, autocalibrador por temperatura, electrónica y monoplato.		
	Materiales	1,000	1.604,300
	Resto de Obra	1,000	96,258
	6 % Costes Indirectos	1,000	102,030
	Por redondeo	1,000	0,002
	Total .....		1.802,59
75	UD Estufa de desecación, de 52 litros de capacidad y con temperatura seleccionable hasta 250°C+-1°C.		
	Materiales	1,000	483,820
	Resto de Obra	1,000	29,029
	6 % Costes Indirectos	1,000	30,770
	Por redondeo	1,000	0,001
	Total .....		543,62
76	UD Estufa horno mufla, de 3,6 litros de capacidad y temperatura seleccionable hasta 1150°C+-1°C		
	Materiales	1,000	1.232,890
	Resto de Obra	1,000	73,973
	6 % Costes Indirectos	1,000	78,410
	Por redondeo	1,000	-0,003
	Total .....		1.385,27
77	UD Microscopio, óptica corregida a infinito, binocular, revolver de 4 posiciones, objetivos 10x, 40x y 100x.		
	Materiales	1,000	992,070
	Resto de Obra	1,000	59,524
	6 % Costes Indirectos	1,000	63,100
	Por redondeo	1,000	-0,004
	Total .....		1.114,69
78	UD Conjunto de dos conos de sedimentación Imhoff de plástico de 1000 ml, con soportes en PMMA.		
	Materiales	1,000	101,330
	Resto de Obra	1,000	6,080
	6 % Costes Indirectos	1,000	6,440
	Total .....		113,85

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA  
FRONTERA - CÁDIZ)  
Cuadro de precios nº2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial	Total
79	UD Frigorífico de 100 l. de capacidad.		
	Materiales	1,000	318,310
	Resto de Obra	1,000	19,099
	6 % Costes Indirectos	1,000	20,240
	Por redondeo	1,000	0,001
	Total .....		357,65
80	UD Bomba para vacío, modelo Vacum-Sel.		
	Materiales	1,000	226,010
	Resto de Obra	1,000	13,561
	6 % Costes Indirectos	1,000	14,370
	Por redondeo	1,000	-0,001
	Total .....		253,94
81	UD Matraz Kitasato de vidrio de 1000 ml. de capacidad.		
	Materiales	1,000	15,710
	Resto de Obra	1,000	0,943
	6 % Costes Indirectos	1,000	1,000
	Por redondeo	1,000	-0,003
	Total .....		17,65
82	UD Sistema de filtración Whatman en acero inoxidable para membranas de 47 mm., embudo de 300 ml., pinza de sujeción y tapón de goma para Kitasato de 1000 ml.		
	Materiales	1,000	205,830
	Resto de Obra	1,000	12,350
	6 % Costes Indirectos	1,000	13,090
		Total .....	
83	UD Pinza portafiltros.		
	Materiales	1,000	12,200
	Resto de Obra	1,000	0,732
	6 % Costes Indirectos	1,000	0,780
	Por redondeo	1,000	-0,002
	Total .....		13,71
84	UD Embudo de 500 ml. de acero inoxidable con tapa.		
	Materiales	1,000	14,860
	Resto de Obra	1,000	0,892
	6 % Costes Indirectos	1,000	0,950
	Por redondeo	1,000	-0,002
	Total .....		16,70
85	UD Pinza para crisoles, en acero inoxidable de 20 cm.		
	Materiales	1,000	3,190
	Resto de Obra	1,000	0,191
	6 % Costes Indirectos	1,000	0,200
	Por redondeo	1,000	-0,001

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA  
FRONTERA - CÁDIZ)  
Cuadro de precios nº2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial	Total
		Total .....	3,58
86	UD Conjunto de cuatro Crisoles de porcelana de 40 mm.		
	Materiales	1,000	14,680
	Resto de Obra	1,000	0,881
	6 % Costes Indirectos	1,000	0,930
	Por redondeo	1,000	-0,001
	Total .....		16,49
87	UD Conjunto de cuatro vidrios de reloj de 80 mm de diámetro.		
	Materiales	1,000	15,920
	Resto de Obra	1,000	0,955
	6 % Costes Indirectos	1,000	1,010
	Por redondeo	1,000	0,005
	Total .....		17,89
88	UD Conjunto de cinco paquetes de 500 membranas de filtros Whatman GF/C de 47 mm.en fibra de vidrio.		
	Materiales	1,000	689,650
	Resto de Obra	1,000	41,379
	6 % Costes Indirectos	1,000	43,860
	Por redondeo	1,000	0,001
	Total .....		774,89
89	UD Cronómetro de laboratorio con avisador.		
	Materiales	1,000	16,770
	Resto de Obra	1,000	1,006
	6 % Costes Indirectos	1,000	1,070
	Por redondeo	1,000	0,004
	Total .....		18,85
90	UD Micropipeta de 0,2-1,0 ml.		
	Materiales	1,000	120,700
	Resto de Obra	1,000	7,242
	6 % Costes Indirectos	1,000	7,680
	Por redondeo	1,000	-0,002
	Total .....		135,62
91	UD Puntas de micropipeta de 1 ml, azules, bolsa con 50 unidades.		
	Materiales	1,000	0,230
	Resto de Obra	1,000	0,014
	6 % Costes Indirectos	1,000	0,010
	Por redondeo	1,000	-0,004
	Total .....		0,25
92	UD Probeta de plástico de 250 ml.		
	Materiales	1,000	2,660
	Resto de Obra	1,000	0,160
	6 % Costes Indirectos	1,000	0,170

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)  
Cuadro de precios nº2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial	Total
		Total .....	2,99
93	UD Probeta de plástico de 100 ml.		
	Materiales	1,000	1,590
	Resto de Obra	1,000	0,095
	6 % Costes Indirectos	1,000	0,100
	Por redondeo	1,000	0,005
	Total .....		1,79
94	UD Tomamuestras de plástico de 1000 ml con varias posiciones y vara telescópica de 1 a 3 m.		
	Materiales	1,000	43,440
	Resto de Obra	1,000	2,606
	6 % Costes Indirectos	1,000	2,760
	Por redondeo	1,000	0,004
	Total .....		48,81
95	UD Conjunto de cuatro vasos de vidrio para precipitados de 500 ml.		
	Materiales	1,000	7,600
	Resto de Obra	1,000	0,456
	6 % Costes Indirectos	1,000	0,480
	Por redondeo	1,000	0,004
	Total .....		8,54
96	UD Conjunto de cinco botes de plástico de 1 l. con tapa, para guardar muestras.		
	Materiales	1,000	10,850
	Resto de Obra	1,000	0,651
	6 % Costes Indirectos	1,000	0,690
	Por redondeo	1,000	-0,001
	Total .....		12,19
97	UD Jarra graduada de plástico de 2.000 ml.		
	Materiales	1,000	3,720
	Resto de Obra	1,000	0,223
	6 % Costes Indirectos	1,000	0,240
	Por redondeo	1,000	-0,003
	Total .....		4,18
98	UD Destilador completo para un caudal de 3l/h. Equipo de vidrio en borosilicato.		
	Materiales	1,000	377,730
	Resto de Obra	1,000	22,664
	6 % Costes Indirectos	1,000	24,020
	Por redondeo	1,000	-0,004
	Total .....		424,41
99	UD pH metro portátil con maletín, soluciones de calibración y electrodo 52-00.		
	Materiales	1,000	209,560
	Resto de Obra	1,000	12,574
	6 % Costes Indirectos	1,000	13,330

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)  
Cuadro de precios nº2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial	Total
	Por redondeo	1,000	-0,004
	Total .....		235,46
100	UD Barril de plástico de 25 l. con grifo inferior.		
	Materiales	1,000	37,670
	Resto de Obra	1,000	2,260
	6 % Costes Indirectos	1,000	2,400
	Total .....		42,33
101	UD Termómetro de pared con máxima y mínima.		
	Materiales	1,000	16,980
	Resto de Obra	1,000	1,019
	6 % Costes Indirectos	1,000	1,080
	Por redondeo	1,000	0,001
	Total .....		19,08
102	KG Hidróxido sódico para la determinación de DBO5.		
	Materiales	1,000	9,550
	Resto de Obra	1,000	0,573
	6 % Costes Indirectos	1,000	0,610
	Por redondeo	1,000	-0,003
	Total .....		10,73
103	I Alitiurea para la determinación de DBO5.		
	Materiales	1,000	45,580
	Resto de Obra	1,000	2,735
	6 % Costes Indirectos	1,000	2,900
	Por redondeo	1,000	0,005
	Total .....		51,22
104	UD Banco de madera de 5,00 x 0,80 m., sujeto con perfiles metalicos		
	Materiales	1,000	517,790
	Resto de Obra	1,000	31,067
	6 % Costes Indirectos	1,000	32,930
	Por redondeo	1,000	0,003
	Total .....		581,79
105	UD Tornillo de banco. - Marca: IRIMO. Longitud util:150 mm		
	Materiales	1,000	180,300
	Resto de Obra	1,000	10,818
	6 % Costes Indirectos	1,000	11,470
	Por redondeo	1,000	0,002
	Total .....		202,59
106	UD Taladro portatil. - Marca: CASAL - Capacidad de portabrocas: hasta 13 mm. con juego de brocas de 1 a 13 mm, en acero carbono. Incluso elemento de sujección para utilización fija.		
	Materiales	1,000	684,690
	Resto de Obra	1,000	41,081

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)  
Cuadro de precios nº2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial	Total
	6 % Costes Indirectos	1,000	43,550
	Por redondeo	1,000	-0,001
	Total .....		769,32
107	UD Caja de herramientas mecanicas marca.- HECO-103 , incluyendo calibre, arco, sierras, llaves, alicates, atornilladores, etc.		
	Materiales	1,000	274,850
	Resto de Obra	1,000	16,491
	6 % Costes Indirectos	1,000	17,480
	Por redondeo	1,000	-0,001
	Total .....		308,82
108	UD Caja de herramientas eléctrica. - Marca HECO- 103. Incluyendo atornilladores, tijeras, pelacables, buscapolos, etc.		
	Materiales	1,000	347,560
	Resto de Obra	1,000	20,854
	6 % Costes Indirectos	1,000	22,100
	Por redondeo	1,000	-0,004
	Total .....		390,51
109	UD Aceitera de laton con embocadura de apoyo . - Capacidad: 250 gr.		
	Materiales	1,000	16,990
	Resto de Obra	1,000	1,019
	6 % Costes Indirectos	1,000	1,080
	Por redondeo	1,000	0,001
	Total .....		19,09
110	UD Maquina desbardadora manual-eléctrica.		
	Materiales	1,000	436,470
	Resto de Obra	1,000	26,188
	6 % Costes Indirectos	1,000	27,760
	Por redondeo	1,000	0,002
	Total .....		490,42
111	UD Carretilla de obra		
	Materiales	1,000	97,010
	Resto de Obra	1,000	5,821
	6 % Costes Indirectos	1,000	6,170
	Por redondeo	1,000	-0,001
	Total .....		109,00
112	UD Pala de numero 3		
	Materiales	1,000	16,180
	Resto de Obra	1,000	0,971
	6 % Costes Indirectos	1,000	1,030
	Por redondeo	1,000	-0,001
	Total .....		18,18
113	UD Escalera de aluminio tipo telefonica de 6 m.		
	Materiales	1,000	436,470

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)  
Cuadro de precios nº2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial	Total
	Resto de Obra	1,000	26,188
	6 % Costes Indirectos	1,000	27,760
	Por redondeo	1,000	0,002
	Total .....		490,42
114	UD Estantería metálica con baldas.		
	Materiales	1,000	218,280
	Resto de Obra	1,000	13,097
	6 % Costes Indirectos	1,000	13,880
	Por redondeo	1,000	0,003
	Total .....		245,26
115	UD Polímetro, para medición de tensión, corriente y resistencia.		
	Materiales	1,000	261,920
	Resto de Obra	1,000	15,715
	6 % Costes Indirectos	1,000	16,660
	Por redondeo	1,000	0,005
	Total .....		294,30
116	UD Engrasador tipo pistola. Capacidad: 200 gr.		
	Materiales	1,000	25,480
	Resto de Obra	1,000	1,529
	6 % Costes Indirectos	1,000	1,620
	Por redondeo	1,000	0,001
	Total .....		28,63
117	UD Grupo motocompresor de aire de las siguientes características: Marca.- ABC o similar. Tipo: pistón. Portátil. Caudal de aire desplazado: 200 l/m. Presión de trabajo: 7 Kg/cn2. Refrigeración por aire. Accionamiento: motor eléctrico s/esp. técnica. Potencia: 1,1 Kw. velocidad: 1500 rpm. Depósito de acumulación de 50 litros, con purgador automático de agua. Presostatos de trabajo y seguridad.		
	Mano de obra	1,000	90,760
	Materiales	1,000	739,530
	Resto de Obra	1,000	49,817
	6 % Costes Indirectos	1,000	52,810
	Por redondeo	1,000	0,003
	Total .....		932,92
118	UD Termo eléctrico de 100 L., de marca reconocida, colocado con fijación a pared, con termostato indicador de temperatura y demás elementos de seguridad, válvulas de corte y latiguillos flexibles. Totalmente instalado.		
	Mano de obra	1,000	65,490
	Maquinaria	1,000	0,435
	Materiales	1,000	277,930
	Resto de Obra	1,000	20,631
	6 % Costes Indirectos	1,000	21,870
	Por redondeo	1,000	0,004



EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)  
Cuadro de precios nº2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial	Total
119	UD Equipo partido de aire acondicionado con bomba de calor, de marca CIATESA, colocado con fijaciones a pared, de 3000 Frigorías. Totalmente instalado.	Total .....	386,36
	Mano de obra	1,000	130,980
	Materiales	1,000	994,520
	Resto de Obra	1,000	67,530
	6 % Costes Indirectos	1,000	71,580
		Total .....	1.264,61
120	UD Conjunto de repuestos de los equipos electromecánicos de la EDAR, formado por: 1 Ud. Motor 0,75 Kw. para Tamiz de finos. 1 Ud. bomba de arenas 10 m3/h. a 3 m.c.a. 1 Ud. de cierres mecánicos para cada una de las siguientes bombas: extracción fangos en exceso, flotantes decantación. 1 Ud. Motor 0,50 cv. decantador rasquetas. 1 Ud. Engranaje decantador. 1 Ud. Motor 0,25 cv. para Mecanismo espesador de fangos. 1 Ud. Stator bomba mono fangos de 1-5 m3/h. 1 Ud. Stator bomba mono poli de 0,4 m3/h. 1 Ud. Stator bomba mono fangos secos de 1 m3/h. 1 Ud. Válvula de mariposa DN-100. 4 Ud. Contactador III-9 Amp. 2 Ud. Contactador III-15 Amp. 1 Ud. Contactador III-75 Amp. 8 Ud. de relés térmicos de varias regulaciones (0,43 a 14 Amp.). Juego de fusibles adecuados a la instalación, hasta un máximo de 36 uds. 4 Ud. Lámpara fluorescente 58 w. 2 Ud. Lámpara VSAP 150 w. 1 Ud. Fuente de alimentación para autómatas programables SLC500 220 v.		
	Materiales	1,000	7.012,980
	Resto de Obra	1,000	420,779
	6 % Costes Indirectos	1,000	446,030
	Por redondeo	1,000	0,001
		Total .....	7.879,79

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)

Cuadro de precios nº2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial	Total
121	UD Apoyo metálico fin de línea y paso de aéreo a subterráneo, 12/1800, compuesto por: 1 apoyo metálico 14/1800 M.O., 3 cadenas de amarre, 3 autoválvulas OZn 24 Kv/10 KA, 3 seccionadores I 24 Kv/400 A., 3 bases fusible I x 400 A. 34 Kv. c/c 40 A, conductor RHV 3 (1 x 120 mm²) y p.p. de tubo de acero, 1 juego botellas terminales para exterior, placa peligro de muerte, toma de tierra autoválvulas, toma de tierra para herrajes, excavación y hormigonado. Totalmente instalado y funcionando.		
	Mano de obra	1,000	272,875
	Maquinaria	1,000	153,068
	Materiales	1,000	3.398,330
	Resto de Obra	1,000	229,456
	6 % Costes Indirectos	1,000	243,220
	Por redondeo	1,000	0,001
	Total .....		4.296,95
122	UD Derechos de enganche y acometida en M.T. para trafo de 160 KVA.		
	Sin descomposición	1,000	2.440,010
	6 % Costes Indirectos	1,000	146,400
	Total .....		2.586,41
123	UD Derivación de línea aérea en M.T. existente, compuesta por: 1 apoyo metálico 14/1400, 9 cadenas de amarre, 1 cruceta M0, 1 cruceta derivación, placa peligro de muerte, toma de tierra, excavación y hormigonado. Totalmente acabado y funcionando.		
	Mano de obra	1,000	222,666
	Maquinaria	1,000	222,668
	Materiales	1,000	1.391,250
	Resto de Obra	1,000	110,195
	6 % Costes Indirectos	1,000	116,810
	Por redondeo	1,000	0,001
	Total .....		2.063,59
124	ML Conductor aislamiento seco de MT, tipo DHZ1 18/30 Kv 3( 1 x 150) mm² en aluminio, en instalación subterránea, incluso zanja de 0,6 x 1 m., tubo PVC 160 e=2,2 y p.p. de arqueta 0,8 x 0,8 m. con tapa de fundición. Totalmente instalado y funcionando.		
	Mano de obra	1,000	4,366
	Maquinaria	1,000	1,545
	Materiales	1,000	20,688
	Resto de Obra	1,000	1,596
	6 % Costes Indirectos	1,000	1,690
	Por redondeo	1,000	0,005
	Total .....		29,89

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)

Cuadro de precios nº2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial	Total
125	UD Centro de transformación intemperie, compuesto por apoyo metálico galvanizado 12/1800 M.O. 3 cadenas de amarre, 3 seccionadores I x 400 A, 24 Kv., 3 bases fusible I x 400 A. 24 Kv. c/c, 3 autoválvulas de OZn 24 Kv. 10 KA., excavación y hormigonado, herraje para trafo y bajada de bornas B.T. Transformador de potencia tipo exterior, de 160 KVA y relación 15-20 Kv./380-220 v., refrigeración por aceite, control y temperatura, incluso caja de protección mediante fusibles de líneas a cuadro receptor. Totalmente instalado y funcionando.		
	Mano de obra	1,000	689,280
	Maquinaria	1,000	111,532
	Materiales	1,000	7.578,770
	Resto de Obra	1,000	502,775
	6 % Costes Indirectos	1,000	532,940
	Por redondeo	1,000	0,003
	Total .....		9.415,30
126	UD Equipo de medida homologado por la Cia., compuesto por Contador de activa triple tarifa y máxímetro 380/220 v., X/5; Contador de energía reactiva 380/220, X/5; 3 transformadores de intensidad 400/5, reloj triple tarifa y máxímetro. Armario normalizado por la Cia. Totalmente instalado y funcionando.		
	Mano de obra	1,000	54,575
	Materiales	1,000	1.946,070
	Resto de Obra	1,000	120,039
	6 % Costes Indirectos	1,000	127,240
	Por redondeo	1,000	-0,004
	Total .....		2.247,92
127	UD Equipo reglamentario de seguridad para C.T. tipo exterior, compuesto por: Pértiga de maniobra, placa de primeros auxilios, insuflador, mascarilla, guantes aislantes. Totalmente instalado.		
	Mano de obra	1,000	40,226
	Materiales	1,000	192,470
	Resto de Obra	1,000	13,962
	6 % Costes Indirectos	1,000	14,800
	Por redondeo	1,000	0,002
	Total .....		261,46
128	ML Conductor de Cobre 0,6/1 Kv., de 4 x 2,5 mm <sup>2</sup> de sección, instalado en canalización aerea incluso p.p. de canalización y accesorios de instalación. Totalmente instalado y funcionando.		
	Mano de obra	1,000	0,568
	Materiales	1,000	0,390
	Resto de Obra	1,000	1,096
	6 % Costes Indirectos	1,000	0,120
	Por redondeo	1,000	-0,004

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)  
Cuadro de precios nº2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial	Total
		Total .....	2,17
129	ML Conductor V-750 v., para alumbrado interior de edificios, de 3 (1 x 2,5) + 1 x 2, 5 TT mm <sup>2</sup> de sección, instalado bajo tubo rígido de PVC. Incluso p.p. de tubo, caja derivación y mecanismo, totalmente instalado y funcionando.		
	Mano de obra	1,000	4,404
	Materiales	1,000	2,250
	Resto de Obra	1,000	0,399
	6 % Costes Indirectos	1,000	0,420
	Por redondeo	1,000	-0,003
	Total .....		7,47
130	ML Conductor V-750 v, para fuerza usos varios de edificios, de 4 (1 x 4) + 1 x 4TT mm <sup>2</sup> de sección, instalado bajo tubo rígido de PVC. Incluso p.p. de tubo, caja derivación y T.C., totalmente instalado y funcionando.		
	Mano de obra	1,000	5,506
	Materiales	1,000	3,130
	Resto de Obra	1,000	0,518
	6 % Costes Indirectos	1,000	0,550
	Por redondeo	1,000	-0,004
	Total .....		9,70
131	ML Conductor de Cobre 0,6/1 Kv., de 4 x 6 mm <sup>2</sup> de sección, instalado en canalización subterránea, incluso p.p. de tubo PVC zanja, arqueta y accesorios de instalación. Totalmente instalado y funcionando.		
	Mano de obra	1,000	0,568
	Materiales	1,000	0,890
	Resto de Obra	1,000	1,126
	6 % Costes Indirectos	1,000	0,150
	Por redondeo	1,000	-0,004
	Total .....		2,73
132	UD Conjunto formado por columna galvanizada de 4 m. de altura, equipado con una luminaria estancia VSAP de 1 x 150 w. con equipo de encendido, incluso base de sujección y accesorios de instalación. Totalmente instalada y funcionando.		
	Mano de obra	1,000	35,717
	Maquinaria	1,000	23,200
	Materiales	1,000	255,070
	Resto de Obra	1,000	18,839
	6 % Costes Indirectos	1,000	19,970
	Por redondeo	1,000	0,004
	Total .....		352,80

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)

Cuadro de precios nº2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial	Total
133	UD Conjunto formado por luminaria tipo "globo" con brazo mural galvanizado, equipado con una lámpara VSAP de 1 x 150 w. con equipo de encendido, incluso fijaciones y accesorios de instalación. Totalmente instalada y funcionando.		
	Mano de obra	1,000	33,030
	Materiales	1,000	106,210
	Resto de Obra	1,000	8,354
	6 % Costes Indirectos	1,000	8,860
	Por redondeo	1,000	-0,004
	Total .....		156,45
134	UD Luminaria estanca fluorescente de 2 x 58 w.a.f., para instalar en superficie o suspendida. Totalmente instalada y funcionando.		
	Mano de obra	1,000	11,010
	Materiales	1,000	58,230
	Resto de Obra	1,000	4,154
	6 % Costes Indirectos	1,000	4,400
	Por redondeo	1,000	-0,004
	Total .....		77,79
135	UD Luminaria incandescente estanca para alojar lámpara incandescente de 1x60 w, totalmente instalada.		
	Mano de obra	1,000	11,010
	Materiales	1,000	20,650
	Resto de Obra	1,000	1,900
	6 % Costes Indirectos	1,000	2,010
	Total .....		35,57
136	UD Equipo autónomo de emergencia incandescente, estanco, de 60 lúmenes cubriendo 12 m². Totalmente instalada y funcionando.		
	Mano de obra	1,000	11,010
	Materiales	1,000	61,610
	Resto de Obra	1,000	4,357
	6 % Costes Indirectos	1,000	4,620
	Por redondeo	1,000	0,003
	Total .....		81,60
137	UD Equipo autónomo de emergencia fluorescente, estanco, de 300 lúmenes cubriendo 60 m². Totalmente instalada y funcionando.		
	Mano de obra	1,000	11,010
	Materiales	1,000	95,080
	Resto de Obra	1,000	6,365
	6 % Costes Indirectos	1,000	6,750
	Por redondeo	1,000	0,005
	Total .....		119,21

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)  
Cuadro de precios nº2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial	Total
138	UD Ingeniería de desarrollo de los procesos automáticos de la EDAR, así como la optimización de los mismos, programación en taller y puesta en marcha del PLC.		
	Mano de obra	1,000	5.193,604
	Resto de Obra	1,000	311,616
	6 % Costes Indirectos	1,000	330,310
	Total .....		5.835,53
139	UD Automata programable tipo ONROM o similar, con capacidad para 224 ED, 64 SD ,12 EA y 16 SD, destinado a supervisar y controlar los equipos alimentados por el cuadro eléctrico CCM ubicado en el edificio de soplantes. Instalado en armario metálico, incluso software de funcionamiento y cableado de interconexión. Totalmente instalado y funcionando.		
	Materiales	1,000	6.990,140
	Resto de Obra	1,000	419,408
	6 % Costes Indirectos	1,000	444,570
	Por redondeo	1,000	0,002
Total .....		7.854,12	
140	UD Mobiliario para sala de control compuesto por: - 1 ud. mesa de trabajo poligonal dim. aprox. 3,5 m. x 0,8 m., con dos módulos rodantes de cajón y archivador. - 1 sillón giratorio tapizado. 1 lámparas halógenas de sobremesa.		
	Materiales	1,000	1.717,470
	Resto de Obra	1,000	103,048
	6 % Costes Indirectos	1,000	109,230
	Por redondeo	1,000	0,002
Total .....		1.929,75	
141	UD Estación central a ubicar en la sala de control de la EDAR		
	Mano de obra	1,000	3.742,400
	Materiales	1,000	3.552,640
	Resto de Obra	1,000	437,702
	6 % Costes Indirectos	1,000	463,960
Por redondeo	1,000	-0,002	
Total .....		8.196,70	
	Juan José Fernández-Caro García		

**Medición: EDAR PINAR DE LOS FRANCESES**

**EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)**

Nº	Ud	Descripción	Medición
----	----	-------------	----------

**Presupuesto parcial nº 1: OBRA CIVIL**

**Subcapítulo 1.1: MOVIMIENTO GENERAL DE TIERRAS**

1.1.1	M2	Desbroce y limpieza superficial de terreno desarbolado por medios mecánicos hasta una profundidad de 20 cm., con carga y transporte de la tierra vegetal y productos resultantes a vertedero o lugar de empleo.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Edar	1	10.100,00					10.100,00	
							10.100,00	10.100,00
<b>Total M2 .....</b>								<b>10.100,00</b>

1.1.2	M3	Excavación en terrenos de consistencia media para explanaciones, incluso carga y transporte a vertedero o lugar de empleo.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Edar	1	10.100,00				0,50	5.050,00	
							5.050,00	5.050,00
<b>Total M3 .....</b>								<b>5.050,00</b>

1.1.3	M3	Relleno en explanada con zahorra artificial tipo ZA25 según PG3, extendido, humectación y compactación en capas de 25 cm. de espesor, con un grado de compactación del 95% del proctor modificado.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Edar	1	10.100,00				0,50	5.050,00	
							5.050,00	5.050,00
<b>Total M3 .....</b>								<b>5.050,00</b>

**Subcapítulo 1.2: PRETRATAMIENTO**

1.2.1	M3	Excavación en terrenos de consistencia media para obtención de zanjas y pozos, incluso carga y transporte del material sobrante a vertedero o lugar de empleo.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Canal	1	2,00	1,00	2,00			4,00	
Desbaste	1	10,00	1,00	2,00			20,00	
Desarenador	2	23,00	1,50	2,00			138,00	
							162,00	162,00
<b>Total M3 .....</b>								<b>162,00</b>

1.2.2	M3	Suministro y estendido de relleno de bolos, tamaño entre 40 mm., y 60 mm., en subbase de solera.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Canal	1	2,00	1,00	0,30			0,60	
Desbaste	1	10,00	1,00	0,30			3,00	
Desarenador	2	23,00	1,50	0,30			20,70	
							24,30	24,30
<b>Total M3 .....</b>								<b>24,30</b>

1.2.3	M3	Hormigón de limpieza puesto en obra.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Canal	1	2,00	1,00	0,10			0,20	
Desbaste	1	10,00	1,00	0,10			1,00	
Desarenador	2	23,00	1,50	0,10			6,90	
							8,10	8,10



EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)

Medición

Nº	Ud	Descripción					Medición	
						Total M3 .....	8,10	
1.2.4	M3	Hormigón para armar, en cimentaciones y muros, de 30 N/mm <sup>2</sup> de resistencia característica, árido rodado de diámetro máximo 20 mm., cemento S/norma UNE-803012.96, consistencia blanda, grado de agresividad IV+Qb. Elaborado, transportado y puesto en obra. Vibrado y curado; construido según EHE. Medido el volumen teórico ejecutado.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	Canal		1	2,00	0,63		1,26	
	Desbaste		1	10,00	1,13		11,30	
	Desarenador		2	23,00	1,88		86,48	
						99,04	99,04	
						Total M3 .....	99,04	
1.2.5	Kg	Acero tipo B-500-S, elaborado y colocado en armaduras.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	Según dotación		50	99,04			4.952,00	
						4.952,00	4.952,00	
						Total KG .....	4.952,00	
1.2.6	M2	Edificación de hormigón armado, incluyendo cimentación, cerramiento, cubierta, accesos y elementos de ventilación, totalmente terminada.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1	50,00	5,00		250,00	
						250,00	250,00	
						Total m2 .....	250,00	
<b>Subcapítulo 1.3: TRATAMIENTO BIOLÓGICO</b>								
1.3.1	M3	Excavación en terrenos de consistencia media para obtención de zanjas y pozos, incluso carga y transporte del material sobrante a vertedero o lugar de empleo.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1	30,00	60,00	4,00	7.200,00	
						7.200,00	7.200,00	
						Total M3 .....	7.200,00	
1.3.2	M3	Suministro y estendido de relleno de bolos, tamaño entre 40 mm., y 60 mm., en subbase de solera.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1	30,00	60,00	0,30	540,00	
						540,00	540,00	
						Total M3 .....	540,00	
1.3.3	M3	Hormigón de limpieza puesto en obra.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1	30,00	60,00	0,10	180,00	
						180,00	180,00	
						Total M3 .....	180,00	
1.3.4	M3	Hormigón para armar, en cimentaciones y muros, de 30 N/mm <sup>2</sup> de resistencia característica, árido rodado de diámetro máximo 20 mm., cemento S/norma UNE-803012.96, consistencia blanda, grado de agresividad IV+Qb. Elaborado, transportado y puesto en obra. Vibrado y curado; construido según EHE. Medido el volumen teórico ejecutado.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	Solera		1	30,00	60,00	0,25	450,00	

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA  
FRONTERA - CÁDIZ)

Medición

Nº	Ud	Descripción					Medición
Muros			2	60,00	4,00	0,20	96,00
			2	30,00	4,00	0,20	48,00
						594,00	594,00
Total M3 .....							594,00

1.3.5	Kg	Acero tipo B-500-S, elaborado y colocado en armaduras.					Parcial	Subtotal
			Uds.	Largo	Ancho	Alto		
Según dotación			50	594,00			29.700,00	
						29.700,00	29.700,00	
Total KG .....							29.700,00	

**Subcapítulo 1.4: DECANTACION SECUNDARIA**

**Subcapítulo 1.4.1: DECANTADOR Nº 1**

1.4.1.1	M3	Excavación en terrenos de consistencia media para obtención de zanjas y pozos, incluso carga y transporte del material sobrante a vertedero o lugar de empleo.					Parcial	Subtotal
			Uds.	Largo	Ancho	Alto		
Vaciado			2	3,14	9,50	3,50	208,81	
						208,81	208,81	
Total M3 .....							208,81	

1.4.1.2	M3	Suministro y estendido de relleno de bolos, tamaño entre 40 mm., y 60 mm., en subbase de solera.					Parcial	Subtotal
			Uds.	Largo	Ancho	Alto		
Vaciado			2	3,14	9,50	0,40	23,86	
						23,86	23,86	
Total M3 .....							23,86	

1.4.1.3	M3	Hormigón de limpieza puesto en obra.					Parcial	Subtotal
			Uds.	Largo	Ancho	Alto		
Solera			2	3,14	9,50	0,10	5,97	
						5,97	5,97	
Total M3 .....							5,97	

1.4.1.4	M3	Hormigón para armar, en cimentaciones y muros, de 30 N/mm <sup>2</sup> de resistencia característica, árido rodado de diámetro máximo 20 mm., cemento S/norma UNE-803012.96, consistencia blanda, grado de agresividad IV+Qb. Elaborado, transportado y puesto en obra. Vibrado y curado; construido según EHE. Medido el volumen teórico ejecutado.					Parcial	Subtotal
			Uds.	Largo	Ancho	Alto		
Solera			1	3,14	90,25	0,30	85,02	
Muros			1	3,14	3,84	3,00	36,17	
						121,19	121,19	
Total M3 .....							121,19	

1.4.1.5	Kg	Acero tipo B-500-S, elaborado y colocado en armaduras.					Parcial	Subtotal
			Uds.	Largo	Ancho	Alto		
Solera			50	85,02			4.251,00	
Muros			50	36,17			1.808,50	
						6.059,50	6.059,50	
Total KG .....							6.059,50	

1.4.1.6	Ud	Carrete pasamuros de acero inoxidable AISI-316L DN=150; Longitud hasta 500 mm, incluso soldadura de carrete con balona y brida loca de aluminio. Instalado.						
---------	----	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--	--	--	--

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)

Medición

Nº	Ud	Descripción					Medición	
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Salida Decantador	1				1,00	
							1,00	1,00
Total UD .....								1,00

1.4.1.7	Ud	Carrete pasamuros de acero inoxidable AISI-316L DN=200; Longitud hasta 500 mm, incluso soldadura de carrete con balona y brida loca de aluminio. Instalado.					Medición	
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Entrada a Decantador	1				1,00	
							1,00	1,00
Total UD .....								1,00

**Subcapítulo 1.4.2: DECANTADOR Nº2**

1.4.2.1	M3	Excavación en terrenos de consistencia media para obtención de zanjas y pozos, incluso carga y transporte del material sobrante a vertedero o lugar de empleo.					Medición	
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Vaciado	2	3,14	9,50	3,50	208,81	
							208,81	208,81
Total M3 .....								208,81

1.4.2.2	M3	Suministro y estendido de relleno de bolos, tamaño entre 40 mm., y 60 mm., en subbase de solera.					Medición	
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Vaciado	2	3,14	9,50	0,40	23,86	
							23,86	23,86
Total M3 .....								23,86

1.4.2.3	M3	Hormigón de limpieza puesto en obra.					Medición	
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Solera	2	3,14	9,50	0,10	5,97	
							5,97	5,97
Total M3 .....								5,97

1.4.2.4	M3	Hormigón para armar, en cimentaciones y muros, de 30 N/mm <sup>2</sup> de resistencia característica, árido rodado de diámetro máximo 20 mm., cemento S/norma UNE-803012.96, consistencia blanda, grado de agresividad IV+Qb. Elaborado, transportado y puesto en obra. Vibrado y curado; construido según EHE. Medido el volumen teórico ejecutado.					Medición	
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Solera	1	3,14	90,25	0,30	85,02	
		Muros	1	3,14	3,84	3,00	36,17	
							121,19	121,19
Total M3 .....								121,19

1.4.2.5	Kg	Acero tipo B-500-S, elaborado y colocado en armaduras.					Medición	
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Solera	50	85,02			4.251,00	
		Muros	50	36,17			1.808,50	
							6.059,50	6.059,50
Total KG .....								6.059,50

1.4.2.6	Ud	Carrete pasamuros de acero inoxidable AISI-316L DN=150; Longitud hasta 500 mm, incluso soldadura de carrete con balona y brida loca de aluminio. Instalado.					Medición	
---------	----	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--	--	----------	--

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)

Medición

Nº	Ud	Descripción					Medición	
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Salida Decantador	1				1,00	
							1,00	1,00
								Total UD .....: 1,00

1.4.2.7	Ud	Carrete pasamuros de acero inoxidable AISI-316L DN=200; Longitud hasta 500 mm, incluso soldadura de carrete con balona y brida loca de aluminio. Instalado.					Medición	
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Entrada a Decantador	1				1,00	
							1,00	1,00
								Total UD .....: 1,00

**Subcapítulo 1.5: ESPESADO**

1.5.1	M3	Excavación en terrenos de consistencia media para obtención de zanjas y pozos, incluso carga y transporte del material sobrante a vertedero o lugar de empleo.					Medición	
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			2	3,14	2,50	3,00	47,10	
							47,10	47,10
								Total M3 .....: 47,10

1.5.2	M3	Suministro y estendido de relleno de bolos, tamaño entre 40 mm., y 60 mm., en subbase de solera.					Medición	
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1	3,14	6,25	0,40	7,85	
							7,85	7,85
								Total M3 .....: 7,85

1.5.3	M3	Hormigón de limpieza puesto en obra.					Medición	
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1	3,14	6,25	0,10	1,96	
							1,96	1,96
								Total M3 .....: 1,96

1.5.4	M3	Hormigón para armar, en cimentaciones y muros, de 30 N/mm <sup>2</sup> de resistencia característica, árido rodado de diámetro máximo 20 mm., cemento S/norma UNE-803012.96, consistencia blanda, grado de agresividad IV+Qb. Elaborado, transportado y puesto en obra. Vibrado y curado; construido según EHE. Medido el volumen teórico ejecutado.					Medición	
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Solera	1	3,14	6,25	0,30	5,89	
		Muros	1	3,14	1,04	3,00	9,80	
							15,69	15,69
								Total M3 .....: 15,69

1.5.5	Kg	Acero tipo B-500-S, elaborado y colocado en armaduras.					Medición	
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			50	5,89			294,50	
			50	9,80			490,00	
							784,50	784,50
								Total KG .....: 784,50

1.5.6	Ud	Carrete pasamuros de acero inoxidable AISI-316L DN=150; Longitud hasta 500 mm, incluso soldadura de carrete con balona y brida loca de aluminio. Instalado.					Medición	
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA  
FRONTERA - CÁDIZ)

Medición

Nº	Ud	Descripción					Medición	
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1				1,00	
							1,00	1,00
Total UD .....								1,00

**Subcapítulo 1.6: EDIFICIO DE CONTROL**

1.6.1	M3	Excavación en terrenos de consistencia media para obtención de zanjas y pozos, incluso carga y transporte del material sobrante a vertedero o lugar de empleo.					Medición	
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Excavación	1	12,50	12,50	1,00	156,25	
							156,25	156,25
Total M3 .....								156,25

1.6.2	M3	Suministro y estendido de relleno de bolos, tamaño entre 40 mm., y 60 mm., en subbase de solera.					Medición	
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Bolos	1	12,50	12,50	0,30	46,88	
							46,88	46,88
Total M3 .....								46,88

1.6.3	M3	Hormigón de limpieza puesto en obra.					Medición	
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1	12,50	12,50	0,10	15,63	
							15,63	15,63
Total M3 .....								15,63

1.6.4	M2	Edificación de hormigón armado, incluyendo cimentación, cerramiento, cubierta, accesos y elementos de ventilación, totalmente terminada.					Medición	
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			2	10,00	10,00		200,00	
							200,00	200,00
Total m2 .....								200,00

1.6.5	M2	Acera formada por loseta hidráulica sobre base de 10cm de hormigón y 20cm de subbase compactada.					Medición	
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1	40,00	1,20		48,00	
							48,00	48,00
Total M2 .....								48,00

**Subcapítulo 1.7: EDIFICIO DESHIDRATACION Y SOPLANTES**

1.7.1	M3	Excavación en terrenos de consistencia media para obtención de zanjas y pozos, incluso carga y transporte del material sobrante a vertedero o lugar de empleo.					Medición	
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1	15,00	12,00	0,50	90,00	
							90,00	90,00
Total M3 .....								90,00

1.7.2	M3	Suministro y estendido de relleno de bolos, tamaño entre 40 mm., y 60 mm., en subbase de solera.					Medición	
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1	15,00	12,00	0,30	54,00	

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)

Medición

Nº	Ud	Descripción						Medición	
							54,00	54,00	
			Total M3 .....						54,00
1.7.3	M3	Hormigón de limpieza puesto en obra.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
			1	15,00	12,00	0,10	18,00		
							18,00	18,00	
			Total M3 .....						18,00
1.7.4	M2	Edificación de hormigón armado, incluyendo cimentación, cerramiento, cubierta, accesos y elementos de ventilación, totalmente terminada.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
			1	15,00	12,00		180,00		
							180,00	180,00	
			Total m2 .....						180,00
1.7.5	M2	Acera formada por loseta hidráulica sobre base de 10cm de hormigón y 20cm de subbase compactada.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
			2	15,00			30,00		
			2	12,00			24,00		
							54,00	54,00	
			Total M2 .....						54,00

**Subcapítulo 1.8: REDES DE TUBERIAS**

**Subcapítulo 1.8.1: RED AGUA**

1.8.1.1	M3	Excavación en terrenos de consistencia media para obtención de zanjas y pozos, incluso carga y transporte del material sobrante a vertedero o lugar de empleo.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
			2	110,00	0,60	1,00	132,00		
			2	90,00	0,60	1,00	108,00		
							240,00	240,00	
			Total M3 .....						240,00
1.8.1.2	M3	Suministro y relleno de arena en fondo de zanjas, para asiento de tuberías.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
			2	110,00	0,60	0,20	26,40		
			2	90,00	0,60	0,20	21,60		
							48,00	48,00	
			Total M3 .....						48,00
1.8.1.3	M3	Relleno localizado en zanjas con productos procedentes de la excavación, extendido, humectación y compactación en capas de 20 cm. de espesor, con un grado de compactación del 95% del proctor modificado.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
			2	110,00	0,60	0,80	105,60		
			2	90,00	0,60	0,80	86,40		
							192,00	192,00	
			Total M3 .....						192,00
1.8.1.4	MI	Tubería presión polietileno PE100 D=110 mm. PN 10 atm incluso parte proporcional de uniones electrosoldadas y accesorios. Totalmente instalada y probada.							

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)

Medición

Nº	Ud	Descripción					Medición		
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
			2	110,00			220,00		
			2	90,00			180,00		
							400,00	400,00	
			Total ML .....						400,00

1.8.1.5	Ud	Punto de suministro de agua incluyendo acometida y piezas especiales						
			Total ud .....					10,00

1.8.1.6	Ud	Conexión a la red general					Medición	
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1				1,00	
							1,00	1,00
			Total ud .....					1,00

**Subcapítulo 1.8.2: RED FANGO Y FLOTANTES**

1.8.2.1	M3	Excavación en terrenos de consistencia media para obtención de zanjas y pozos, incluso carga y transporte del material sobrante a vertedero o lugar de empleo.					Medición		
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
300			1	57,00	1,00	1,00	57,00		
500			1	60,00	1,00	1,00	60,00		
							117,00	117,00	
			Total M3 .....						117,00

1.8.2.2	M3	Suministro y relleno de arena en fondo de zanjas, para asiento de tuberías.					Medición		
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
300			1	57,00	1,00	0,50	28,50		
500			1	60,00	1,00	0,50	30,00		
							58,50	58,50	
			Total M3 .....						58,50

1.8.2.3	M3	Relleno localizado en zanjas con productos procedentes de la excavación, extendido, humectación y compactación en capas de 20 cm. de espesor, con un grado de compactación del 95% del proctor modificado.					Medición		
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
300			1	57,00	1,00	0,50	28,50		
500			1	60,00	1,00	0,50	30,00		
							58,50	58,50	
			Total M3 .....						58,50

1.8.2.4	MI	Tubería de acero inoxidable AISI-316L, DN-150, PN-10 ; incluso parte proporcional de uniones y accesorios.					Medición		
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
			1	51,00			51,00		
			1	6,00			6,00		
							57,00	57,00	
			Total ML .....						57,00

1.8.2.5	MI	Tubería de acero inoxidable AISI-316L, DN-200, PN-10 ; incluso parte proporcional de uniones y accesorios.					Medición	
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1	40,00			40,00	
			1	10,00			10,00	
			1	10,00			10,00	

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)

Medición

Nº	Ud	Descripción					Medición
						60,00	60,00
						Total ML .....: 60,00	

**Subcapítulo 1.8.3: RED DE SANEAMIENTO**

1.8.3.1 M3 Excavación en terrenos de consistencia media para obtención de zanjas y pozos, incluso carga y transporte del material sobrante a vertedero o lugar de empleo.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
DN160	2	30,00	0,60	1,00	36,00	
DN315	1	100,00	0,60	1,00	60,00	
					96,00	96,00
					Total M3 .....: 96,00	

1.8.3.2 M3 Suministro y relleno de arena en fondo de zanjas, para asiento de tuberías.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
DN160	2	30,00	0,60	0,20	7,20	
DN315	1	100,00	0,60	0,40	24,00	
					31,20	31,20
					Total M3 .....: 31,20	

1.8.3.3 M3 Relleno localizado en zanjas con productos procedentes de la excavación, extendido, humectación y compactación en capas de 20 cm. de espesor, con un grado de compactación del 95% del proctor modificado.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
DN160	2	30,00	0,60	0,80	28,80	
DN315	1	100,00	0,60	0,60	36,00	
					64,80	64,80
					Total M3 .....: 64,80	

1.8.3.4 MI Tubería presión PVC D-160, 6 atm. incluso parte proporcional de uniones y accesorios. Uniones: junta elástica. Totalmente instalada.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	2	30,00			60,00	
					60,00	60,00
					Total ML .....: 60,00	

1.8.3.5 MI Tubería presión PVC D-315 6 atm. incluso parte proporcional de uniones y accesorios. Uniones: junta elástica. Totalmente instalada.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	1	100,00			100,00	
					100,00	100,00
					Total ML .....: 100,00	

1.8.3.6 MI Pozo de registro prefabricado de hormigón de 1,2 m de diámetro, colocado.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	5				5,00	
					5,00	5,00
					Total ML .....: 5,00	

1.8.3.7 Ud Tapa de hierro fundido de 0,60 m de diámetro, incluso cerco del mismo material, colocada en pozo de registro prefabricado, instalada.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
	5				5,00	



EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)

Medición

Nº	Ud	Descripción	Medición	
			5,00	5,00
		Total UD .....		5,00

Nº	Ud	Descripción	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
1.8.3.8	Ud	Arqueta de registro de 63x63x80 cm. de medidas interiores, construida con fábrica de ladrillo macizo tosco de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento, colocado sobre solera de hormigón en masa H-100, enfoscada y bruñida por el interior con mortero de cemento, y con tapa de hormigón armado prefabricada o chapa metálica de acero, totalmente terminada y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación, ni el relleno perimetral posterior.	4				4,00	4,00
		Total UD .....					4,00	4,00

Nº	Ud	Descripción	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
1.8.3.9	Ud	Conexión a la red general	1				1,00	1,00
		Total ud .....					1,00	1,00

**Subcapítulo 1.8.4: RED DE PLUVIALES**

Nº	M3	Descripción	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
1.8.4.1	M3	Excavación en terrenos de consistencia media para obtención de zanjas y pozos, incluso carga y transporte del material sobrante a vertedero o lugar de empleo.	2	100,00	0,60	1,00	120,00	
			2	90,00	0,60	1,00	108,00	
		Total M3 .....					228,00	228,00

Nº	M3	Descripción	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
1.8.4.2	M3	Suministro y relleno de arena en fondo de zanjas, para asiento de tuberías.	2	100,00	0,60	0,40	48,00	
			1	90,00	0,60	0,40	21,60	
		Total M3 .....					69,60	69,60

Nº	M3	Descripción	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
1.8.4.3	M3	Relleno localizado en zanjas con productos procedentes de la excavación, extendido, humectación y compactación en capas de 20 cm. de espesor, con un grado de compactación del 95% del proctor modificado.	2	100,00	0,60	0,60	72,00	
			1	90,00	0,60	0,60	32,40	
		Total M3 .....					104,40	104,40

Nº	MI	Descripción	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
1.8.4.4	MI	Tubería presión PVC D-315 6 atm. incluso parte proporcional de uniones y accesorios. Uniones: junta elástica. Totalmente instalada.	2	100,00			200,00	
			1	90,00			90,00	
		Total ML .....					290,00	290,00

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)

Medición

Nº	Ud	Descripción						Medición
1.8.4.5	Ud	Tapa de hierro fundido de 0,60 m de diámetro, incluso cerco del mismo material, colocada en pozo de registro prefabricado, instalada.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			9				9,00	
							9,00	9,00
			Total UD .....					9,00
1.8.4.6	MI	Pozo de registro prefabricado de hormigón de 1,2 m de diámetro, colocado.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			9				9,00	
							9,00	9,00
			Total ML .....					9,00
1.8.4.7	Ud	Imbornal sifónico prefabricado de hormigón armado de 50x30x60 cm, con rejilla de fundición colocado sobre solera de hormigón en masa H-150 de 15 cm. de espesor, instalado y conexionado.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			9				9,00	
							9,00	9,00
			Total UD .....					9,00
1.8.4.8	Ud	Conexión a la red general	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1				1,00	
							1,00	1,00
			Total ud .....					1,00

**Subcapítulo 1.9: URBANIZACION**

**Subcapítulo 1.9.1: PAVIMENTACION**

1.9.1.1	M3	Zahorra natural extendida en capas de 0,20 m., regada y compactada al 95 % proctor modificado.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			2	110,00	0,50	0,10	11,00	
Solados Perim.			2	90,00	0,50	0,10	9,00	
							20,00	20,00
			Total M3 .....					20,00
1.9.1.2	MI	Bordillo de hormigón prefabricado de 17x28, sobre hormigón colocado.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			2	110,00			220,00	
			2	90,00			180,00	
							400,00	400,00
			Total ML .....					400,00
1.9.1.3	M3	Hormigón en masa de 20 N/mm <sup>2</sup> de resistencia característica, árido rodado de diámetro máximo 20 mm., cemento S/norma UNE-803012.96, consistencia blanda, grado de agresividad I. Elaborado, transportado y puesto en obra. Vibrado y curado; construido según EHE. Medido el volumen teórico ejecutado.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			2	110,00	0,50	0,15	16,50	
Solados Perim.								

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)

Medición

Nº	Ud	Descripción					Medición
			2	90,00	0,50	0,15	13,50
							30,00
							30,00
							<b>Total M3 .....: 30,00</b>

Nº	Ud	Descripción	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
1.9.1.4	M2	Calzada con sección de firme a base de 30 cm. de zahorra artificial, compactado al 95% del próctor modificado. Terminación con imprimación ECI y 5 cm. de aglomerado asfáltico en caliente S-12.						
		Viales	2	110,00	4,00		880,00	
			2	90,00	4,00		720,00	
		Aparcamiento	1	20,00	15,00		300,00	
							1.900,00	1.900,00
								<b>Total M2 .....: 1.900,00</b>

Nº	Ud	Descripción	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
1.9.1.5	M2	Paseo peatonal a base de 5 cm. de gravilla de tamaño 10/20 mm.						
			2	110,00			220,00	
			2	90,00			180,00	
							400,00	400,00
								<b>Total M2 .....: 400,00</b>

**Subcapítulo 1.9.2: CERRAMIENTO**

Nº	Ud	Descripción	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
1.9.2.1	MI	Cerramiento formado por: Malla galv. simple torsión de 2,8 m. Postes tubulares galv. D=2" cada 5m. Cimentación corrida de 0.4*0.4 m de hormigón armado. Totalmente terminado.						
			2	110,00			220,00	
			2	90,00			180,00	
							400,00	400,00
								<b>Total ML .....: 400,00</b>

Nº	Ud	Descripción	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
1.9.2.2	MI	Poste para sujeción de puertas de acceso a EDAR, de 0,4x0,4 m de dimensiones en planta, realizado a base de ladrillo macizo cara vista, tomado con mortero cemento 1:6, incluso llaguedo de juntas y remate con piedra artificial.						
			2				2,00	
							2,00	2,00
								<b>Total ML .....: 2,00</b>

Nº	Ud	Descripción	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
1.9.2.3	Ud	Puerta de acceso a Edar de 5 m de anchura total en una hoja corredera sobre perfil guía y 2,5 m de altura, realizada a base de perfiles huecos de acero S-275 galvanizado en caliente. Accionamiento motorizado por motorreductor eléctrico. Incluso elementos para fijación. Totalmente terminada.						
			1				1,00	
							1,00	1,00
								<b>Total UD .....: 1,00</b>

**Subcapítulo 1.10: CASETAS DE BOMBEO**

Nº	Ud	Descripción	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
1.10.1	M3	Excavación en terrenos de consistencia media para obtención de zanjas y pozos, incluso carga y transporte del material sobrante a vertedero o lugar de empleo.						
			2	5,00	5,00	2,00	100,00	

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)

Medición

Nº	Ud	Descripción						Medición
							100,00	100,00
							Total M3 .....: 100,00	
1.10.2	M3	Hormigón de limpieza puesto en obra.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			2	5,00	5,00	0,10	5,00	
							5,00	5,00
							Total M3 .....: 5,00	
1.10.3	M2	Edificación de hormigón armado, incluyendo cimentación, cerramiento, cubierta, accesos y elementos de ventilación, totalmente terminada.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			3	5,00	5,00		75,00	
							75,00	75,00
							Total m2 .....: 75,00	
1.10.4	M2	Acera formada por loseta hidráulica sobre base de 10cm de hormigón y 20cm de subbase compactada.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			2	20,00			40,00	
							40,00	40,00
							Total M2 .....: 40,00	

**Subcapítulo 1.11: ALIVIADEROS**

1.11.1	M	Aliviaderos se sección en canal rectangular de dimensiones 1m x 1m, de hormigón armado ejecutado in situ, incluida excavación y relleno posterior.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Pretratamiento- Reactor	1	1,50			1,50	
		Entrada Planta	1	7,00			7,00	
		REacto B - Dec 2º	1	1,00			1,00	
							9,50	9,50
							Total m .....: 9,50	

Nº	Ud	Descripción	Medición
----	----	-------------	----------

**Presupuesto parcial nº 2: EQUIPAMIENTO**

**Subcapítulo 2.1: PRETRATAMIENTO**

**Subcapítulo 2.1.1: DESBASTE**

2.1.1.1	Ud	Arqueta con reja de desbaste	
			Total ud .....: 1,00

2.1.1.2	Ud	Cuchara bivalva electrohidraulica anfibia, de las siguientes características: - Marca GALMEN. Capacidad: 100 l. - Bomba: alta presión. - Mando: por botonera. - Cilindros: dos, especiales de doble efecto. - Presión de trabajo: 45 Kg/cm2. Construcción: según normas F.E.M. Accionamiento: motor eléctrico. Potencia: 1,5 cv. Velocidad: 1.500 r.p.m. Acabado: -Según standard del fabricante.	
---------	----	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
1				1,00	
				1,00	1,00
Total UD .....:					1,00

2.1.1.3	Ud	Polipasto de accionamiento eléctrico marca VICINAY, de las siguientes características: - Capacidad: 1600 Kg. - Recorrido gancho: 9 m. Velocidad principal: 6 m/min. potencia del motor de elevación: 2,5 cv. Potencia del motor de traslación: 0,25 cv. Mando por botonera de pulsadores. Materiales: - Tambor: tubo acero semi-duro, laminado. - Armazón: acero. Acabado: - Según standard del fabricante.	
---------	----	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
1				1,00	
				1,00	1,00
Total UD .....:					1,00

2.1.1.4	Ud	Contenedor de residuos sólidos de las siguientes características: - Marca: TREICO. Tipo: abierto. Capacidad: 4 m3. - Numero de enganches de carga y volteo: 4. - Construcción: acero laminado S 275 y perfiles de refuerzo, con imprimación epoxi. Acabado: - Según standard del fabricante.	
---------	----	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
1				1,00	
				1,00	1,00
Total UD .....:					1,00

**Subcapítulo 2.1.2: DESARENADOR - DESENGRASADOR**

2.1.2.1	Ud	Valvula de guillotina bidireccional, de las siguientes características: Marca: ORBINOX. DN 400.- PN 6. Montaje entre bridas. Accionamiento: manual por volante. Materiales: Cuerpo de hierro fundido GG-25. Cierre:EPDM. Tajadera: acero inox. AISI-316. Husillo: acero inoxidable AISI 303. Acabado: - Según standar del fabricante. Instalada y probada.	
---------	----	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
1				1,00	
				1,00	1,00
Total UD .....:					1,00

Nº	Ud	Descripción	Medición
----	----	-------------	----------

2.1.2.2 Ud Equipo compacto de pretratamiento, capaz de tratar un caudal de 335 m3/h de la marca Speco o similar, compuesto por:

- Desarenador compuesto por: Cubeto de sedimentación con una longitud aproximada de 23 m, anchura de 1,5 y altura de 1 m. Tornillo sin-fin horizontal de fondo, accionado mediante motorreductor eléctrico de 0,55 kw, 400 V, 50 Hz IP55. Tornillo sin-fin inclinado de extracción de arenas, accionado mediante motorreductor eléctrico de 1,1 kw, 400 V, 50 Hz IP55. Sistema de inyección de aire para la separación de orgánicos de la arena y ayuda a flotación de grasas y sobrenadante.
  - Desengrasador lateral y paralelo al desarenador con rasqueta automática de separación de grasas y longitud igual al desarenador, accionado mediante motorreductor eléctrico de 0,55 kw, 400 V, 50 Hz IP55.
  - Materiales: Carcasa, soportes, cilindro filtrante y tubos en acero inoxidable AISI 304L, soldaduras limpias, decapadas, pasivadas y micro pulidas; Hélices de los transportadores a sinfín de desgaste y desarenado en acero especial de alta resistencia a la erosión reforzado y micro aleado dureza 230 Brinell.
  - Sistemas auxiliares de limpieza de la zona de prensado y zona tamizado.
  - Elementos auxiliares de acceso, realizado con perfiles laminados, rejilla tramex y barandillas de protección.
- Todo el conjunto instalado y funcionando.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
1				1,00	
				1,00	1,00
Total UD .....					1,00

2.1.2.3 Ud Contenedor de residuos sólidos de las siguientes características: Capacidad: 0,2 m3. - Numero de enganches de carga y volteo: 2. Tapa. Ruedas: 4 ud. Construcción: Polímeros sintéticos.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Arenas 4				4,00	
				4,00	4,00
Total UD .....					4,00

### Subcapítulo 2.2: TRATAMIENTO BIOLÓGICO

2.2.1 Ud Grupo motosoplante de embolos rotativos, de las siguientes características: Accionamiento: motor eléctrico, Potencia: 25 Kw. Accesorios: - Filtro de aire. - Silenciador de aspiración. - Silenciador de impulsión. - Valvula de seguridad. - Valvula de retención. Cabina insonorizante(-18 dBA) Acabado: - Según standard del fabricante. Instalado.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
6				6,00	
				6,00	6,00
Total UD .....					6,00

### Subcapítulo 2.3: DECANTACION SECUNDARIA

2.3.1 Ud Mecanismo decantador, marca DAGA, de las siguientes características: Tracción: periférica. Diámetro interior del tanque: 19 m. - Altura liquido: 3 m. Puente: - Longitud aprox.: 8,5 m. Ancho util: 0,80 m. Puente de giro: - Tipo: pivote central. - Toma de corriente: anillos rozantes. Campana central deflectora. Rasqueta de fondo pivotante en espiral continua. Recogida de flotantes: - Tipo: caja emergida. Deflector y vertedero. Materiales: - Estructuras: acero S 275, galvanizada. - Pasarela: tramex galvanizado. - Cilindro alimentación: acero S 275 galvanizado. - Rasquetas: acero S 275 galvanizado. Vertedero y deflector: acero inox. Tornillería: AISI-316. Accionamiento: motorreductor eléctrico. Tipo: monobloc. Potencia: 0,50 CV. Todo ello instalado y probado.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
2				2,00	
				2,00	2,00

Nº	Ud	Descripción	Medición
			Total UD .....: 2,00

**Subcapítulo 2.4: TERCARIO**

2.4.1	Ud	Filtro de arena de 4,25 m x 4,25 m	
			Total ud .....: 1,00

**Subcapítulo 2.5: RECIRCULACION DE FANGOS**

**Subcapítulo 2.5.1: RECIRCULACION DE FANGOS**

2.5.1.1	Ud	Grupo motobomba centrífuga de las siguientes características: - Marca: ABS o similar. Ejecución: sumergible. Instalación: fija. - Fluido a bombear: Fangos activos. Caudal: 60 m3/h. - Altura manométrica: 6.25 m.c.a. - Tipo de impulsor: canal contrabloqueo - Paso libre de solidos: 90 mm. - Tipo de cierre: mecanico. Materiales: - Carcasa: fundición GG-20. - Rodete: fundición GG-20. - Eje: acero inox. DIN 17.440. Accionamiento: motor electrico trifasico. - Potencia max. de red: 2,88 Kw. - Velocidad: 1380 r.p.m. - Aislamiento: Clase F. Acabado: - Según standard del fabricante.					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		4				4,00	
						4,00	4,00
					Total UD .....:		4,00

**Subcapítulo 2.5.2: FANGOS EN EXCESO**

2.5.2.1	Ud	Grupo motobomba centrífuga de las siguientes características: - Marca: ABS. Ejecución: sumergible. Instalación: fija. Caudal: 15,0 m3/h. - Altura manométrica: 10,12 m.c.a. - Tipo de impulsor: vortex. Paso libre de solidos: 80 mm. - Tipo de cierre: mecanico. Materiales: - Carcasa: fundición GG-20. - Rodete: fundición GG-20. - Eje: acero inox. AISI-420. Accionamiento: motor electrico trifasico. - Potencia max. de red: 2,507 Kw. - Velocidad: 1.400 r.p.m. - Aislamiento: Clase F. Acabado: - Según standard del fabricante.					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		4				4,00	
						4,00	4,00
					Total UD .....:		4,00

**Subcapítulo 2.6: ESPESAMIENTO DE FANGOS**

2.6.1	Ud	Mecanismo espesador de gravedad, para instalar en tanque de hormigón de planta circular, de las siguientes características: - Tipo: cabeza de mando central. - Diámetro del tanque: 5,0 m. - Altura del líquido: 3,0 m. Puente diametral: Cilindro de alimentación: - Diámetro: 1,0 m. - Altura: 1,0 m. Brazos de barrido: - Disposición: diametral. - Cantidad: 2. Materiales: - Estructuras: acero S275; Zonas sumergidas galv. en caliente, zonas aéreas protección epoxi - Pasarela: hormigón. - Cilindro alimentación: acero S275. - Vertedero: aluminio anodizado. Tornillería: AISI-316. - Accionamiento: motorreductor electrico. Tipo: monobloc. Potencia: 0,25 CV. - Velocidad de salida: 6 rpm. Instalado.					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		1				1,00	
						1,00	1,00
					Total UD .....:		1,00

**Subcapítulo 2.7: DESHIDRATACION Y ALMACEN. FANGOS**

2.7.1	Ud	Filtro de banda de 0,75 m de ancho					
					Total ud .....:		2,00
2.7.2	Ud	Bomba de caudal de lavado de agua de 127 l/s y 60 m.c.a.					
					Total ud .....:		3,00

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)

Medición

Nº	Ud	Descripción						Medición
2.7.3	Ud	Depósito de preparación de solución de 1,5 m3 paa dosificación de reactivos.						
							Total ud .....: 2,00	
2.7.4	Ud	Bomba dosificadora de polielectrolito de caudal unitario 220 l/h						
							Total ud .....: 3,00	
2.7.5	Ud	Tolva para almacenamiento de fangos contruido en acero al carbono con protección epóxica o de poliéster reforzado con fibra de vidrio. Volumen de 10 m3, con boca y mecanismo de apertura motorizada inferior para descarga directa a camión. Cerrado en la parte superior. Estructura de soporte a base de perfiles de acero S 275 de 4 m de altura libre, según planos. Incluso escalera exterior. Totalmente instalado.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1				1,00	
							1,00	1,00
							Total ud .....: 1,00	

**Subcapítulo 2.8: ELECTRICIDAD**

**Subcapítulo 2.8.1: CENTRO TRANSFORMACION**

2.8.1.1	Ud	Centro de transformación intemperie, compuesto por apoyo metálico galvanizado 12/1800 M.O. 3 cadenas de amarre, 3 seccionadores I x 400 A, 24 Kv., 3 bases fusible I x 400 A. 24 Kv. c/c, 3 autoválvulas de OZn 24 Kv. 10 KA., excavación y hormigonado, herraje para trafo y bajada de bornas B.T. Transformador de potencia tipo exterior, de 160 KVA y relación 15-20 Kv./380-220 v., refrigeración por aceite, control y temperatura, incluso caja de protección mediante fusibles de líneas a cuadro receptor. Totalmente instalado y funcionando.						
							Total UD .....: 1,00	
2.8.1.2	Ud	Equipo de medida homologado por la Cia., compuesto por Contador de activa triple tarifa y maxímetro 380/220 v., X/5; Contador de energía reactiva 380/220, X/5; 3 transformadores de intensidad 400/5, reloj triple tarifa y maxímetro. Armario normalizado por la Cia. Totalmente instalado y funcionando.						
							Total UD .....: 1,00	
2.8.1.3	Ud	Equipo reglamentario de seguridad para C.T. tipo exterior, compuesto por: Pértiga de maniobra, placa de primeros auxilios, insuflador, mascarilla, guantes aislantes. Totalmente instalado.						
							Total UD .....: 1,00	

**Subcapítulo 2.8.2: ALUMBRADO EXTERIOR E INTERIOR**

**Subcapítulo 2.8.2.1: INTERIOR**

2.8.2.1.1	Ud	Luminaria estancia fluorescente de 2 x 58 w.a.f., para instalar en superficie o suspendida. Totalmente instalada y funcionando.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Edif. control			7				7,00	
Edif. soplantes			7				7,00	
							14,00	14,00
							Total UD .....: 14,00	
2.8.2.1.2	Ud	Luminaria incandescente estancia para alojar lampara incandescente de 1x60 w, totalmente instalada.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Edif. control			4				4,00	
							4,00	4,00
							Total UD .....: 4,00	



EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)

Medición

Nº	Ud	Descripción	Medición
2.8.2.1.3	MI	Conductor V-750 v., para alumbrado interior de edificios, de 3 (1 x 2,5) + 1 x 2, 5 TT mm <sup>2</sup> de sección, instalado bajo tubo rígido de PVC. Incluso p.p. de tubo, caja derivación y mecanismo, totalmente instalado y funcionando.	
			Total ML .....: 302,00
2.8.2.1.4	Ud	Equipo autónomo de emergencia fluorescente, estanco, de 300 lúmenes cubriendo 60 m <sup>2</sup> . Totalmente instalada y funcionando.	
			Total UD .....: 7,00
2.8.2.1.5	Ud	Equipo autónomo de emergencia incandescente, estanco, de 60 lúmenes cubriendo 12 m <sup>2</sup> . Totalmente instalada y funcionando.	
			Total UD .....: 6,00

**Subcapítulo 2.8.2.2: EXTERIOR**

2.8.2.2.1	Ud	Conjunto formado por luminaria tipo "globo" con brazo mural galvanizado, equipado con una lámpara VSAP de 1 x 150 w. con equipo de encendido, incluso fijaciones y accesorios de instalación. Totalmente instalada y funcionando.					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		8				8,00	
						8,00	8,00
					Total UD .....:		8,00
2.8.2.2.2	Ud	Conjunto formado por columna galvanizada de 4 m. de altura, equipado con una luminaria estanca VSAP de 1 x 150 w. con equipo de encendido, incluso base de sujeción y accesorios de instalación. Totalmente instalada y funcionando.					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		5				5,00	
						5,00	5,00
					Total UD .....:		5,00
2.8.2.2.3	MI	Conductor de Cobre 0,6/1 Kv., de 4 x 6 mm <sup>2</sup> de sección, instalado en canalización subterránea, incluso p.p. de tubo PVC zanja, arqueta y accesorios de instalación. Totalmente instalado y funcionando.					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		1	330,00			330,00	
						330,00	330,00
					Total ML .....:		330,00
2.8.2.2.4	MI	Conductor de Cobre 0,6/1 Kv., de 4 x 2,5 mm <sup>2</sup> de sección, instalado en canalización aérea incluso p.p. de canalización y accesorios de instalación. Totalmente instalado y funcionando.					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		1	40,00			40,00	
						40,00	40,00
					Total ML .....:		40,00

**Subcapítulo 2.8.3: LÍNEA TELEFÓNICA**

2.8.3.1	Ud	Sistema de telefonía para la E.D.A.R, consistente en: conexión telefónica con la Cia. de telecomunicacione. Centralita telefónica sistema AMPER, 3 uds. teléfono básico NOVA 1M, 8 uds, instalación y cableado de punto de red, instalación y programación de centralita.	
			Total UD .....: 1,00

**Subcapítulo 2.8.4: CONEXIÓN RED ELECTRICA**

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)

Medición

Nº	Ud	Descripción						Medición
2.8.4.1	Ud	Derechos de enganche y acometida en M.T. para trafo de 160 KVA.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1				1,00	
							1,00	1,00
			Total UD .....					1,00
2.8.4.2	Ud	Derivación de línea aérea en M.T. existente, compuesta por: 1 apoyo metálico 14/1400, 9 cadenas de amarre, 1 cruceta M0, 1 cruceta derivación, placa peligro de muerte, toma de tierra, excavación y hormigonado. Totalmente acabado y funcionando.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1				1,00	
							1,00	1,00
			Total UD .....					1,00
2.8.4.3	Ud	Apoyo metálico fin de línea y paso de aéreo a subterráneo, 12/1800, compuesto por: 1 apoyo metálico 14/1800 M.O., 3 cadenas de amarre, 3 autoválvulas OZn 24 Kv/10 KA, 3 seccionadores I 24 Kv/400 A., 3 bases fusible I x 400 A. 34 Kv. c/c 40 A, conductor RHV 3 (1 x 120 mm <sup>2</sup> ) y p.p. de tubo de acero, 1 juego botellas terminales para exterior, placa peligro de muerte, toma de tierra autoválvulas, toma de tierra para herrajes, excavación y hormigonado. Totalmente instalado y funcionando.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1				1,00	
							1,00	1,00
			Total UD .....					1,00
2.8.4.4	ML	Conductor aislamiento seco de MT, tipo DHZ1 18/30 Kv 3( 1 x 150) mm <sup>2</sup> en aluminio, en instalación subterránea, incluso zanja de 0,6 x 1 m., tubo PVC 160 e=2,2 y p.p. de arqueta 0,8 x 0,8 m. con tapa de fundición. Totalmente instalado y funcionando.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1	550,00			550,00	
							550,00	550,00
			Total ML .....					550,00

**Subcapítulo 2.9: INSTRUMENTACION Y AUTOMATIZACION**

**Subcapítulo 2.9.1: AUTOMATIZACION Y CONTROL**

2.9.1.1	Ud	Ingeniería de desarrollo de los procesos automáticos de la EDAR, así como la optimización de los mismos, programación en taller y puesta en marcha del PLC.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1				1,00	
							1,00	1,00
			Total UD .....					1,00
2.9.1.2	Ud	Autómata programable tipo ONROM o similar, con capacidad para 224 ED, 64 SD ,12 EA y 16 SD, destinado a supervisar y controlar los equipos alimentados por el cuadro eléctrico CCM ubicado en el edificio de soplantes. Instalado en armario metálico, incluso software de funcionamiento y cableado de interconexión. Totalmente instalado y funcionando.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1				1,00	
							1,00	1,00
			Total UD .....					1,00

**Subcapítulo 2.9.2: CENTRO DE CONTROL**

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA  
FRONTERA - CÁDIZ)

Medición

Nº	Ud	Descripción	Medición
2.9.2.1	Ud	Estación central a ubicar en la sala de control de la EDAR	
		Total UD .....	1,00
2.9.2.2	Ud	Mobiliario para sala de control compuesto por: - 1 ud. mesa de trabajo poligonal dim. aprox. 3,5 m. x 0,8 m., con dos módulos rodantes de cajón y archivador. - 1 sillón giratorio tapizado. 1 lámparas halógenas de sobremesa.	
		Total UD .....	1,00

Nº	Ud	Descripción	Medición
----	----	-------------	----------

**Presupuesto parcial nº 3: EQUIPAMIENTO COMPLEMENTARIO**

**Subcapítulo 3.1: LABORATORIO**

3.1.1	Pa	Partida alzada a justificar para conjunto mobiliario del laboratorio.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
			1				1,00		
							1,00	1,00	
			Total PA .....						1,00
3.1.2	L	Alitiurea para la determinación de DBO5.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
			1				1,00		
							1,00	1,00	
			Total I .....						1,00
3.1.3	Ud	Aparato para la determinación de la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5), por el método manométrico digital para 6 plazas.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
			1				1,00		
							1,00	1,00	
			Total UD .....						1,00
3.1.4	Ud	Balanza analítica con carga máscica de 120 g/0.1 mg, autocalibrador por temperatura, electrónica y monoplato.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
			1				1,00		
							1,00	1,00	
			Total UD .....						1,00
3.1.5	Ud	Barril de plástico de 25 l. con grifo inferior.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
			1				1,00		
							1,00	1,00	
			Total UD .....						1,00
3.1.6	Ud	Bomba para vacío, modelo Vacum-Sel.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
			1				1,00		
							1,00	1,00	
			Total UD .....						1,00
3.1.7	Ud	Conjunto de cinco botes de plástico de 1 l. con tapa, para guardar muestras.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
			1				1,00		
							1,00	1,00	
			Total UD .....						1,00
3.1.8	Ud	Conductivimetro portátil con microprocesador, Marca : MERCK o similar. Con compensación de Temp. e indicación paralela de Tª, medición de salinidad STD. Con maletín, soluciones calibrado, celda de medición de 4 electrodos Tetracon 325.							

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA  
FRONTERA - CÁDIZ)

Medición

Nº	Ud	Descripción					Medición	
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1				1,00	1,00
							1,00	1,00
								Total UD .....: 1,00
3.1.9	Ud	Conjunto de dos conos de sedimentación Imhoff de plástico de 1000 ml, con soportes en PMMA.						
			1				1,00	1,00
							1,00	1,00
								Total UD .....: 1,00
3.1.10	Ud	Conjunto de cuatro Crisoles de porcelana de 40 mm.						
			1				1,00	1,00
							1,00	1,00
								Total UD .....: 1,00
3.1.11	Ud	Cronómetro de laboratorio con avisador.						
			1				1,00	1,00
							1,00	1,00
								Total UD .....: 1,00
3.1.12	Ud	Destilador completo para un caudal de 3l/h. Equipo de vidrio en borosilicato.						
			1				1,00	1,00
							1,00	1,00
								Total UD .....: 1,00
3.1.13	Ud	Embudo de 500 ml. de acero inoxidable con tapa.						
			1				1,00	1,00
							1,00	1,00
								Total UD .....: 1,00
3.1.14	Ud	Estufa de desecación, de 52 litros de capacidad y con temperatura seleccionable hasta 250°C+-1°C.						
			1				1,00	1,00
							1,00	1,00
								Total UD .....: 1,00
3.1.15	Ud	Frigorífico de 100 l. de capacidad.						
			1				1,00	1,00
							1,00	1,00
								Total UD .....: 1,00
3.1.16	Ud	Frigotermostato incubador de 180 litros de capacidad, para 2 aparatos de DBO TS 606/2.						
			1				1,00	

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)

Medición

Nº	Ud	Descripción						Medición
							1,00	1,00
							Total UD .....: 1,00	
3.1.17	Kg	Hidróxido sódico para la determinación de DBO5.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1				1,00	
							1,00	1,00
							Total KG .....: 1,00	
3.1.18	Ud	Estufa horno mufla, de 3,6 litros de capacidad y temperatura seleccionable hasta 1150°C+-1°C						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1				1,00	
							1,00	1,00
							Total UD .....: 1,00	
3.1.19	Ud	Jarra graduada de plástico de 2.000 ml.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1				1,00	
							1,00	1,00
							Total UD .....: 1,00	
3.1.20	Ud	Matraz Kitasato de vidrio de 1000 ml. de capacidad.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1				1,00	
							1,00	1,00
							Total UD .....: 1,00	
3.1.21	Ud	Medidor de oxígeno disuelto de las siguientes características: - Marca: WTW o similar - Tipo portátil con medida digital - Rangos de medidas: . 0 a 199 % de saturación . 0 a 19,9 mgr/l oxígeno - con sonda y cable. - Alimentación: . Batería interna: 9 V - Incluye maletín de transporte (Resto de características según Esp. Tec.)						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1				1,00	
							1,00	1,00
							Total UD .....: 1,00	
3.1.22	Ud	Conjunto de cinco paquetes de 500 membranas de filtros Whatman GF/C de 47 mm.en fibra de vidrio.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1				1,00	
							1,00	1,00
							Total UD .....: 1,00	
3.1.23	Ud	Micropipeta de 0,2-1,0 ml.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1				1,00	
							1,00	1,00
							Total UD .....: 1,00	
3.1.24	Ud	Microscopio, óptica corregida a infinito, binocular, revolver de 4 posiciones, objetivos 10x, 40x y 100x.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)

Medición

Nº	Ud	Descripción						Medición	
			1				1,00		
							1,00	1,00	
			Total UD .....						1,00
3.1.25	Ud	pH metro portátil con maletín, soluciones de calibración y electrodo 52-00.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
			1				1,00		
							1,00	1,00	
			Total UD .....						1,00
3.1.26	Ud	Pinza para crisoles, en acero inoxidable de 20 cm.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
			1				1,00		
							1,00	1,00	
			Total UD .....						1,00
3.1.27	Ud	Pinza portafiltros.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
			1				1,00		
							1,00	1,00	
			Total UD .....						1,00
3.1.28	Ud	Probeta de plástico de 100 ml.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
			1				1,00		
							1,00	1,00	
			Total UD .....						1,00
3.1.29	Ud	Probeta de plástico de 250 ml.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
			1				1,00		
							1,00	1,00	
			Total UD .....						1,00
3.1.30	Ud	Puntas de micropipeta de 1 ml, azules, bolsa con 50 unidades.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
			1				1,00		
							1,00	1,00	
			Total UD .....						1,00
3.1.31	Ud	Sistema de filtración Whatman en acero inoxidable para membranas de 47 mm., embudo de 300 ml., pinza de sujeción y tapón de goma para Kitasato de 1000 ml.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
			1				1,00		
							1,00	1,00	
			Total UD .....						1,00
3.1.32	Ud	Termómetro de pared con máxima y mínima.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
			1				1,00		
							1,00	1,00	

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA  
FRONTERA - CÁDIZ)

Medición

Nº	Ud	Descripción						Medición
							Total UD .....:	1,00
3.1.33	Ud	Tomamuestras de plástico de 1000 ml con varias posiciones y vara telescópica de 1 a 3 m.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
							1,00	1,00
							1,00	1,00
							Total UD .....:	1,00
3.1.34	Ud	Conjunto de cuatro vasos de vidrio para precipitados de 500 ml.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
							1,00	1,00
							1,00	1,00
							Total UD .....:	1,00
3.1.35	Ud	Conjunto de cuatro vidrios de reloj de 80 mm de diámetro.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
							1,00	1,00
							1,00	1,00
							Total UD .....:	1,00

**Subcapítulo 3.2: TALLER-REPUESTOS**

**Subcapítulo 3.2.1: TALLER**

3.2.1.1	Ud	Taladro portatil. - Marca: CASAL - Capacidad de portabrocas: hasta 13 mm. con juego de brocas de 1 a 13 mm, en acero carbono. Incluso elemento de sujección para utilización fija.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
							1,00	1,00
							1,00	1,00
							Total UD .....:	1,00
3.2.1.2	Ud	Caja de herramientas mecanicas marca.- HECO-103 , incluyendo calibre, arco, sierras, llaves, alicates, atornilladores, etc.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
							1,00	1,00
							1,00	1,00
							Total UD .....:	1,00
3.2.1.3	Ud	Caja de herramientas eléctrica. - Marca HECO- 103. Incluyendo atornilladores, tijeras, pelacables, buscapolos, etc.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
							1,00	1,00
							1,00	1,00
							Total UD .....:	1,00
3.2.1.4	Ud	Aceitera de laton con embocadura de apoyo . - Capacidad: 250 gr.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
							2,00	2,00
							2,00	2,00
							Total UD .....:	2,00
3.2.1.5	Ud	Maquina desbardadora manual-eléctrica.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal



EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)

Medición

Nº	Ud	Descripción						Medición
			1				1,00	
							1,00	1,00
			Total UD .....					1,00
3.2.1.6	Ud	Carretilla de obra	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1				1,00	
							1,00	1,00
			Total UD .....					1,00
3.2.1.7	Ud	Pala de numero 3	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1				1,00	
							1,00	1,00
			Total UD .....					1,00
3.2.1.8	Ud	Escalera de aluminio tipo telefonica de 6 m.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1				1,00	
							1,00	1,00
			Total UD .....					1,00
3.2.1.9	Ud	Estantería metálica con baldas.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1				1,00	
							1,00	1,00
			Total UD .....					1,00
3.2.1.10	Ud	Polímetro, para medición de tensión, corriente y resistencia.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1				1,00	
							1,00	1,00
			Total UD .....					1,00
3.2.1.11	Ud	Engrasador tipo pistola. Capacidad: 200 gr.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			2				2,00	
							2,00	2,00
			Total UD .....					2,00
3.2.1.12	Ud	Grupo motobomba centrifuga de las siguientes características: - Marca: ABS. - Ejecución: sumergible. Instalación: portátil. - Fluido a bombear: Agua residual. Caudal: 30 m3/h. - Altura manométrica: 10 m.c.a. - Tipo de impulsor: monocanal. - Paso libre de solidos: 80 mm. - Tipo de cierre: doble mecanico. Materiales: - Carcasa: fundición GG-20. - Rodete: fundición GG-20. - Eje: acero inox. DIN 17.440. Accionamiento: motor electrico trifasico. - Potencia max. de red: 3,95 Kw. - Velocidad: 1370 r.p.m. - Aislamiento: Clase F. Acabado: - Según standard del fabricante. Incluso 30 m. de manguera flexible y elemento de conexión a bomba.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1				1,00	
							1,00	1,00
			Total UD .....					1,00

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)

Medición

Nº	Ud	Descripción						Medición
3.2.1.13	Ud	Grupo motocompresor de aire de las siguientes características: Marca.- ABC o similar. Tipo: pistón. Portátil. Caudal de aire desplazado: 200 l/m. Presión de trabajo: 7 Kg/cn2. Refrigeración por aire. Accionamiento: motor eléctrico s/esp. técnica. Potencia: 1,1 Kw. velocidad: 1500 rpm. Depósito de acumulación de 50 litros, con purgador automático de agua. Presostatos de trabajo y seguridad.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1				1,00	
							1,00	1,00
			Total UD .....					1,00

**Subcapítulo 3.2.2: REPUESTOS**

3.2.2.1	Ud	Conjunto de repuestos de los equipos electromecánicos de la EDAR, formado por: 1 Ud. Motor 0,75 Kw. para Tamiz de finos. 1 Ud. bomba de arenas 10 m3/h. a 3 m.c.a. 1 Ud. de cierres mecánicos para cada una de las siguientes bombas: extracción fangos en exceso, flotantes decantación. 1 Ud. Motor 0,50 cv. decantador rasquetas. 1 Ud. Engranaje decantador. 1 Ud. Motor 0,25 cv. para Mecanismo espesador de fangos. 1 Ud. Stator bomba mono fangos de 1-5 m3/h. 1 Ud. Stator bomba mono poli de 0,4 m3/h. 1 Ud. Stator bomba mono fangos secos de 1 m3/h. 1 Ud. Válvula de mariposa DN-100. 4 Ud. Contactor III-9 Amp. 2 Ud. Contactor III-15 Amp. 1 Ud. Contactor III-75 Amp. 8 Ud. de relés térmicos de varias regulaciones (0,43 a 14 Amp.). Juego de fusibles adecuados a la instalación, hasta un máximo de 36 uds. 4 Ud. Lámpara fluorescente 58 w. 2 Ud. Lámpara VSAP 150 w. 1 Ud. Fuente de alimentación para autómatas programables SLC500 220 v.						
			Total UD .....					1,00

**Subcapítulo 3.3: ELEMENTOS DE SEGURIDAD**

3.3.1	Ud	Botiquín instalado en EDAR.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1				1,00	
							1,00	1,00
			Total UD .....					1,00
3.3.2	Ud	Extintor de CO2, de 5 Kg, incluso soporte y colocación.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Edif. Control	2				2,00	
		Edif. Sopl-Deshidr.	2				2,00	
							4,00	4,00
			Total UD .....					4,00
3.3.3	Ud	Máscara antipolvo completa.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			2				2,00	
							2,00	2,00
			Total UD .....					2,00
3.3.4	Ud	Armario para alojamiento de máscaras personales.						

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA  
FRONTERA - CÁDIZ)

Medición

Nº	Ud	Descripción						Medición	
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
			1				1,00		
							1,00	1,00	
			Total UD .....						1,00
3.3.5	Ud	Cinturón de seguridad de tipo paracaidista.							
			2				2,00		
							2,00	2,00	
			Total UD .....						2,00
3.3.6	Ud	Protector acústico homologado.							
			3				3,00		
							3,00	3,00	
			Total UD .....						3,00
3.3.7	Ud	Cartel de recomendaciones de seguridad.							
			4				4,00		
							4,00	4,00	
			Total UD .....						4,00
3.3.8	Ud	Cartel indicativo de riesgo, con soporte metálico, incluida fijación y retirada. Tres usos.							
			3				3,00		
							3,00	3,00	
			Total UD .....						3,00
3.3.9	Ud	Flotador salvavidas, incluido soporte y cuerda de 5 m., de longitud.							
			4				4,00		
							4,00	4,00	
			Total UD .....						4,00
3.3.10	Ud	Botonera de seguridad en motores.							
			26				26,00		
							26,00	26,00	
			Total UD .....						26,00
3.3.11	Ud	Máscara contra cloro.							
			2				2,00		
							2,00	2,00	
			Total UD .....						2,00

**Subcapítulo 3.4: EQUIPOS EDIFICIO CONTROL**

3.4.1	Ud	Termo eléctrico de 100 L., de marca reconocida, colocado con fijación a pared, con termostato indicador de temperatura y demás elementos de seguridad, válvulas de corte y latiguillos flexibles. Totalmente instalado.						
-------	----	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--	--	--	--

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)

Medición

Nº	Ud	Descripción					Medición		
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
			1				1,00		
							1,00	1,00	
			Total UD .....						1,00
3.4.2	Ud	Equipo partido de aire acondicionado con bomba de calor, de marca CIATESA, colocado con fijaciones a pared, de 3000 Frigorías. Totalmente instalado.							
			1				1,00		
							1,00	1,00	
			Total UD .....						1,00

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA  
FRONTERA - CÁDIZ)

Medición

Nº	Ud	Descripción	Medición
----	----	-------------	----------

**Presupuesto parcial nº 4: ETAPA DE PUESTA EN MARCHA**

4.1 Ud Gastos de Explotación y Mantenimiento de la Edar de Prado del Rey, para un periodo de 6 meses, una vez terminada la ejecución de la obra, de acuerdo con el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del concurso y el Anejo de Explotación y Mantenimiento incluido en la Memoria del Proyecto. (El Precio se expresa por cada 1000 m3 de agua).

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Caudal a tratar	1	1,85	182,50		337,63	
					337,63	337,63
Total UD .....						337,63

---

Nº	Ud	Descripción	Medición
----	----	-------------	----------

---

**Presupuesto parcial nº 5: SEGURIDAD Y SALUD**

5.1	Ud	Partida alzada de Seguridad y Salud estimada en un 1% sobre presupuesto de ejecución material.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			0,01				0,01	0,01
							0,01	0,01
								0,01
						Total UD .....		0,01

**Presupuesto y medición: EDAR PINAR DE LOS FRANCESES**

**EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)**

Nº	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>Presupuesto parcial nº 1: OBRA CIVIL</b>				
<b>Subcapítulo 1.1: MOVIMIENTO GENERAL DE TIERRAS</b>				
1.1.1	M2 Desbroce de terreno desarbolado 0,2 m.	10.100,00	0,70	7.070,00
1.1.2	M3 Excavación explanaciones	5.050,00	2,50	12.625,00
1.1.3	M3 Relleno explanada con zahorra artificial tipo ZA25	5.050,00	24,62	124.331,00
<b>Total subcapítulo 1.1.- MOVIMIENTO GENERAL DE TIERRAS:</b>				<b>144.026,00</b>
<b>Subcapítulo 1.2: PRETRATAMIENTO</b>				
1.2.1	M3 Excavación terreno medio zanja	162,00	3,52	570,24
1.2.2	M3 Relleno de bolos	24,30	6,31	153,33
1.2.3	M3 Hormigón de limpieza	8,10	53,52	433,51
1.2.4	M3 Hormigón armar HA-30/B/20/IV+Qb	99,04	80,95	8.017,29
1.2.5	Kg Acero tipo B-500-S	4.952,00	1,19	5.892,88
1.2.6	M2 Edificación de hormigón armado	250,00	150,00	37.500,00
<b>Total subcapítulo 1.2.- PRETRATAMIENTO:</b>				<b>52.567,25</b>
<b>Subcapítulo 1.3: TRATAMIENTO BIOLÓGICO</b>				
1.3.1	M3 Excavación terreno medio zanja	7.200,00	3,52	25.344,00
1.3.2	M3 Relleno de bolos	540,00	6,31	3.407,40
1.3.3	M3 Hormigón de limpieza	180,00	53,52	9.633,60
1.3.4	M3 Hormigón armar HA-30/B/20/IV+Qb	594,00	80,95	48.084,30
1.3.5	Kg Acero tipo B-500-S	29.700,00	1,19	35.343,00
<b>Total subcapítulo 1.3.- TRATAMIENTO BIOLÓGICO:</b>				<b>121.812,30</b>
<b>Subcapítulo 1.4: DECANTACION SECUNDARIA</b>				
<b>Subcapítulo 1.4.1: DECANTADOR Nº 1</b>				
1.4.1.1	M3 Excavación terreno medio zanja	208,81	3,52	735,01
1.4.1.2	M3 Relleno de bolos	23,86	6,31	150,56
1.4.1.3	M3 Hormigón de limpieza	5,97	53,52	319,51
1.4.1.4	M3 Hormigón armar HA-30/B/20/IV+Qb	121,19	80,95	9.810,33
1.4.1.5	Kg Acero tipo B-500-S	6.059,50	1,19	7.210,81
1.4.1.6	Ud Carrete pasamuros DN=300	1,00	238,66	238,66
1.4.1.7	Ud Carrete pasamuros DN=500	1,00	314,92	314,92
<b>Total subcapítulo 1.4.1.- DECANTADOR Nº 1:</b>				<b>18.779,80</b>
<b>Subcapítulo 1.4.2: DECANTADOR Nº2</b>				
1.4.2.1	M3 Excavación terreno medio zanja	208,81	3,52	735,01
1.4.2.2	M3 Relleno de bolos	23,86	6,31	150,56
1.4.2.3	M3 Hormigón de limpieza	5,97	53,52	319,51
1.4.2.4	M3 Hormigón armar HA-30/B/20/IV+Qb	121,19	80,95	9.810,33
1.4.2.5	Kg Acero tipo B-500-S	6.059,50	1,19	7.210,81



EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA  
FRONTERA - CÁDIZ)  
Presupuesto y medición

Nº	Descripción	Medición	Precio	Importe
1.4.2.6	Ud Carrete pasamuros DN=300	1,00	238,66	238,66
1.4.2.7	Ud Carrete pasamuros DN=500	1,00	314,92	314,92
<b>Total subcapítulo 1.4.2.- DECANTADOR Nº2:</b>				<b>18.779,80</b>
<b>Total subcapítulo 1.4.- DECANTACION SECUNDARIA:</b>				<b>37.559,60</b>
<b>Subcapítulo 1.5: ESPESADO</b>				
1.5.1	M3 Excavación terreno medio zanja	47,10	3,52	165,79
1.5.2	M3 Relleno de bolos	7,85	6,31	49,53
1.5.3	M3 Hormigón de limpieza	1,96	53,52	104,90
1.5.4	M3 Hormigón armar HA-30/B/20/IV+Qb	15,69	80,95	1.270,11
1.5.5	Kg Acero tipo B-500-S	784,50	1,19	933,56
1.5.6	Ud Carrete pasamuros DN=300	1,00	238,66	238,66
<b>Total subcapítulo 1.5.- ESPESADO:</b>				<b>2.762,55</b>
<b>Subcapítulo 1.6: EDIFICIO DE CONTROL</b>				
1.6.1	M3 Excavación terreno medio zanja	156,25	3,52	550,00
1.6.2	M3 Relleno de bolos	46,88	6,31	295,81
1.6.3	M3 Hormigón de limpieza	15,63	53,52	836,52
1.6.4	M2 Edificación de hormigón armado	200,00	150,00	30.000,00
1.6.5	M2 Acera loseta hidráulica	48,00	16,42	788,16
<b>Total subcapítulo 1.6.- EDIFICIO DE CONTROL:</b>				<b>32.470,49</b>
<b>Subcapítulo 1.7: EDIFICIO DESHIDRATACION Y SOPLANTES</b>				
1.7.1	M3 Excavación terreno medio zanja	90,00	3,52	316,80
1.7.2	M3 Relleno de bolos	54,00	6,31	340,74
1.7.3	M3 Hormigón de limpieza	18,00	53,52	963,36
1.7.4	M2 Edificación de hormigón armado	180,00	150,00	27.000,00
1.7.5	M2 Acera loseta hidráulica	54,00	16,42	886,68
<b>Total subcapítulo 1.7.- EDIFICIO DESHIDRATACION Y SOPLANTES:</b>				<b>29.507,58</b>
<b>Subcapítulo 1.8: REDES DE TUBERIAS</b>				
<b>Subcapítulo 1.8.1: RED AGUA</b>				
1.8.1.1	M3 Excavación terreno medio zanja	240,00	3,52	844,80
1.8.1.2	M3 Relleno arena en zanjas	48,00	12,58	603,84
1.8.1.3	M3 Relleno zanja	192,00	1,48	284,16
1.8.1.4	MI Conducción polietileno PE100 D=110 mm. PN 10 atm	400,00	10,76	4.304,00
1.8.1.5	Ud Punto de suministro	10,00	265,00	2.650,00
1.8.1.6	Ud Conexión a la red general	1,00	583,00	583,00
<b>Total subcapítulo 1.8.1.- RED AGUA:</b>				<b>9.269,80</b>
<b>Subcapítulo 1.8.2: RED FANGO Y FLOTANTES</b>				
1.8.2.1	M3 Excavación terreno medio zanja	117,00	3,52	411,84

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA  
FRONTERA - CÁDIZ)  
Presupuesto y medición

Nº	Descripción	Medición	Precio	Importe
1.8.2.2	M3 Relleno arena en zanjas	58,50	12,58	735,93
1.8.2.3	M3 Relleno zanja	58,50	1,48	86,58
1.8.2.4	MI Tubería acero inoxidable DN-300 AISI-316L	57,00	236,50	13.480,50
1.8.2.5	MI Tubería acero inoxidable DN-500 AISI-316L	60,00	384,82	23.089,20
<b>Total subcapítulo 1.8.2.- RED FANGO Y FLOTANTES:</b>				<b>37.804,05</b>

**Subcapítulo 1.8.3: RED DE SANEAMIENTO**

1.8.3.1	M3 Excavación terreno medio zanja	96,00	3,52	337,92
1.8.3.2	M3 Relleno arena en zanjas	31,20	12,58	392,50
1.8.3.3	M3 Relleno zanja	64,80	1,48	95,90
1.8.3.4	MI Conducción PVC D= 160 mm. PN 6	60,00	3,43	205,80
1.8.3.5	MI Conducción PVC D=315 mm. PN 6	100,00	30,29	3.029,00
1.8.3.6	MI Pozo de registro 1.2 m.	5,00	61,46	307,30
1.8.3.7	Ud Tapa de hierro fundido 0,6 m.	5,00	95,60	478,00
1.8.3.8	Ud Arqueta registro 63x63x80 cm.	4,00	99,61	398,44
1.8.3.9	Ud Conexión a la red general	1,00	583,00	583,00
<b>Total subcapítulo 1.8.3.- RED DE SANEAMIENTO:</b>				<b>5.827,86</b>

**Subcapítulo 1.8.4: RED DE PLUVIALES**

1.8.4.1	M3 Excavación terreno medio zanja	228,00	3,52	802,56
1.8.4.2	M3 Relleno arena en zanjas	69,60	12,58	875,57
1.8.4.3	M3 Relleno zanja	104,40	1,48	154,51
1.8.4.4	MI Conducción PVC D=315 mm. PN 6	290,00	30,29	8.784,10
1.8.4.5	Ud Tapa de hierro fundido 0,6 m.	9,00	95,60	860,40
1.8.4.6	MI Pozo de registro 1.2 m.	9,00	61,46	553,14
1.8.4.7	Ud Imbornal sifónico 50x30x60 cm.	9,00	89,75	807,75
1.8.4.8	Ud Conexión a la red general	1,00	583,00	583,00
<b>Total subcapítulo 1.8.4.- RED DE PLUVIALES:</b>				<b>13.421,03</b>

**Total subcapítulo 1.8.- REDES DE TUBERIAS: 66.322,74**

**Subcapítulo 1.9: URBANIZACION**

**Subcapítulo 1.9.1: PAVIMENTACION**

1.9.1.1	M3 Zahorra natural	20,00	7,60	152,00
1.9.1.2	MI Bordillo de hormigón 17x28	400,00	9,00	3.600,00
1.9.1.3	M3 Hormigón masa HM-20/B/20/I	30,00	61,91	1.857,30
1.9.1.4	M2 Calzada ZA 30 cm. S-12 5 cm.	1.900,00	15,27	29.013,00
1.9.1.5	M2 Paseo peatonal gravilla	400,00	1,81	724,00
<b>Total subcapítulo 1.9.1.- PAVIMENTACION:</b>				<b>35.346,30</b>

**Subcapítulo 1.9.2: CERRAMIENTO**

1.9.2.1	MI Cerramiento cimentación corrida 2,8 m.	400,00	39,82	15.928,00
1.9.2.2	MI Poste apoyo 0,4x0,4 m.	2,00	164,45	328,90
1.9.2.3	Ud Puerta acceso vehiculos automática 5x2,5 m.	1,00	2.223,15	2.223,15

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA  
FRONTERA - CÁDIZ)  
Presupuesto y medición

Nº	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>Total subcapítulo 1.9.2.- CERRAMIENTO:</b>				<b>18.480,05</b>
<b>Total subcapítulo 1.9.- URBANIZACION:</b>				<b>53.826,35</b>
<b>Subcapítulo 1.10: CASETAS DE BOMBEO</b>				
1.10.1	M3 Excavación terreno medio zanja	100,00	3,52	352,00
1.10.2	M3 Hormigón de limpieza	5,00	53,52	267,60
1.10.3	M2 Edificación de hormigón armado	75,00	150,00	11.250,00
1.10.4	M2 Acera loseta hidráulica	40,00	16,42	656,80
<b>Total subcapítulo 1.10.- CASETAS DE BOMBEO:</b>				<b>12.526,40</b>
<b>Subcapítulo 1.11: ALIVIADEROS</b>				
1.11.1	M Aliviadero sección canal	9,50	94,00	893,00
<b>Total subcapítulo 1.11.- ALIVIADEROS:</b>				<b>893,00</b>
<b>Total presupuesto parcial nº 1 OBRA CIVIL :</b>				<b>554.274,26</b>

Nº	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>Presupuesto parcial nº 2: EQUIPAMIENTO</b>				
<b>Subcapítulo 2.1: PRETRATAMIENTO</b>				
<b>Subcapítulo 2.1.1: DESBASTE</b>				
2.1.1.1	Ud Arqueta con reja de desbaste	1,00	3.917,76	3.917,76
2.1.1.2	Ud Cuchara bivalva 100 L.	1,00	6.481,94	6.481,94
2.1.1.3	Ud Polipasto eléctrico 1600 Kg. 9 m.	1,00	3.898,75	3.898,75
2.1.1.4	Ud Contenedor residuos 4 m3.	1,00	1.109,94	1.109,94
<b>Total subcapítulo 2.1.1.- DESBASTE:</b>				<b>15.408,39</b>
<b>Subcapítulo 2.1.2: DESARENADOR - DESENGRASADOR</b>				
2.1.2.1	Ud Válvula de Guillotina DN-400 manual	1,00	1.912,87	1.912,87
2.1.2.2	Ud Equipo compacto pretratamiento 335 m3/h	1,00	96.407,59	96.407,59
2.1.2.3	Ud Contenedor residuos 0,2 m3.	4,00	240,62	962,48
<b>Total subcapítulo 2.1.2.- DESARENADOR - DESENGRASADOR:</b>				<b>99.282,94</b>
<b>Total subcapítulo 2.1.- PRETRATAMIENTO:</b>				<b>114.691,33</b>
<b>Subcapítulo 2.2: TRATAMIENTO BIOLÓGICO</b>				
2.2.1	Ud Aireadores de superficie de 25 kW.	6,00	7.123,61	42.741,66
<b>Total subcapítulo 2.2.- TRATAMIENTO BIOLÓGICO:</b>				<b>42.741,66</b>
<b>Subcapítulo 2.3: DECANTACION SECUNDARIA</b>				
2.3.1	Ud Mecanismo decantador Ø 19 m. h=3 m.	2,00	11.714,97	23.429,94
<b>Total subcapítulo 2.3.- DECANTACION SECUNDARIA:</b>				<b>23.429,94</b>
<b>Subcapítulo 2.4: TERCIARIO</b>				
2.4.1	Ud Filtro de arena	1,00	13.250,00	13.250,00
<b>Total subcapítulo 2.4.- TERCIARIO:</b>				<b>13.250,00</b>
<b>Subcapítulo 2.5: RECIRCULACION DE FANGOS</b>				
<b>Subcapítulo 2.5.1: RECIRCULACION DE FANGOS</b>				
2.5.1.1	Ud Bomba sumergible 60 m3/h 6,25 mca 90 mm	4,00	1.980,83	7.923,32
<b>Total subcapítulo 2.5.1.- RECIRCULACION DE FANGOS:</b>				<b>7.923,32</b>
<b>Subcapítulo 2.5.2: FANGOS EN EXCESO</b>				
2.5.2.1	Ud Bomba sumergible 15 m3/h 10,12 mca 80mm	4,00	1.215,11	4.860,44
<b>Total subcapítulo 2.5.2.- FANGOS EN EXCESO:</b>				<b>4.860,44</b>
<b>Total subcapítulo 2.5.- RECIRCULACION DE FANGOS:</b>				<b>12.783,76</b>
<b>Subcapítulo 2.6: ESPESAMIENTO DE FANGOS</b>				
2.6.1	Ud Espesador gravedad Ø5 m. h 3 m.	1,00	9.231,36	9.231,36

Nº	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>Total subcapítulo 2.6.- ESPESAMIENTO DE FANGOS:</b>				<b>9.231,36</b>
<b>Subcapítulo 2.7: DESHIDRATACION Y ALMACEN. FANGOS</b>				
2.7.1	Ud Filtro de banda de 0,75 m de ancho	2,00	36.000,00	72.000,00
2.7.2	Ud Bomba de caudal de lavado de agua	3,00	842,70	2.528,10
2.7.3	Ud Depósito acondicionamiento	2,00	7.950,00	15.900,00
2.7.4	Ud Bomba dosificadora polielectrolito	3,00	736,70	2.210,10
2.7.5	Ud Tolva fangos 10 m3.	1,00	14.304,82	14.304,82
<b>Total subcapítulo 2.7.- DESHIDRATACION Y ALMACEN. FANGOS:</b>				<b>106.943,02</b>
<b>Subcapítulo 2.8: ELECTRICIDAD</b>				
<b>Subcapítulo 2.8.1: CENTRO TRANSFORMACION</b>				
2.8.1.1	Ud CT exterior 160 KVA	1,00	9.415,30	9.415,30
2.8.1.2	Ud Equipo de medida BT	1,00	2.247,92	2.247,92
2.8.1.3	Ud Equipo reglamentario seguridad CT exterior	1,00	261,46	261,46
<b>Total subcapítulo 2.8.1.- CENTRO TRANSFORMACION:</b>				<b>11.924,68</b>
<b>Subcapítulo 2.8.2: ALUMBRADO EXTERIOR E INTERIOR</b>				
<b>Subcapítulo 2.8.2.1: INTERIOR</b>				
2.8.2.1.1	Ud Luminaria estancia fluores. 2x58	14,00	77,79	1.089,06
2.8.2.1.2	Ud Luminaria estancia incandes. 1x60 w.	4,00	35,57	142,28
2.8.2.1.3	MI Cu V750 3 (1 x 2,5) + 1 x 2, 5 TT mm² PVC rígido	302,00	7,47	2.255,94
2.8.2.1.4	Ud Luminaria emergencia 300 lúmenes	7,00	119,21	834,47
2.8.2.1.5	Ud Luminaria emergencia 60 lúmenes	6,00	81,60	489,60
<b>Total subcapítulo 2.8.2.1.- INTERIOR:</b>				<b>4.811,35</b>
<b>Subcapítulo 2.8.2.2: EXTERIOR</b>				
2.8.2.2.1	Ud Luminaria globo edif. 1x150 w.	8,00	156,45	1.251,60
2.8.2.2.2	Ud Columna galvanizada 4 m. 1x150 w.	5,00	352,80	1.764,00
2.8.2.2.3	MI Conductor Cu RV0,6/1 Kv 4x6 en zanja	330,00	2,73	900,90
2.8.2.2.4	MI Conductor Cu RV0,6/1 Kv 4x2,5 aereo	40,00	2,17	86,80
<b>Total subcapítulo 2.8.2.2.- EXTERIOR:</b>				<b>4.003,30</b>
<b>Total subcapítulo 2.8.2.- ALUMBRADO EXTERIOR E INTERIOR:</b>				<b>8.814,65</b>
<b>Subcapítulo 2.8.3: LÍNEA TELEFÓNICA</b>				
2.8.3.1	Ud Sistema de telefonía para la E.D.A.R	1,00	1.975,47	1.975,47
<b>Total subcapítulo 2.8.3.- LÍNEA TELEFÓNICA:</b>				<b>1.975,47</b>
<b>Subcapítulo 2.8.4: CONEXIÓN RED ELECTRICA</b>				
2.8.4.1	Ud Derechos de enganche 160 KVA	1,00	2.586,41	2.586,41
2.8.4.2	Ud Derivación con poste 14/1400	1,00	2.063,59	2.063,59
2.8.4.3	Ud Apoyo metálico fin de línea 12/1800 XS autot	1,00	4.296,95	4.296,95

Nº	Descripción	Medición	Precio	Importe
2.8.4.4	MI DHZ1 3x150 mm² Al, 18/30 KV	550,00	29,89	16.439,50
<b>Total subcapítulo 2.8.4.- CONEXIÓN RED ELECTRICA:</b>				<b>25.386,45</b>
<b>Total subcapítulo 2.8.- ELECTRICIDAD:</b>				<b>48.101,25</b>
<b>Subcapítulo 2.9: INSTRUMENTACION Y AUTOMATIZACION</b>				
<b>Subcapítulo 2.9.1: AUTOMATIZACION Y CONTROL</b>				
2.9.1.1	Ud Programación	1,00	5.835,53	5.835,53
2.9.1.2	Ud Autómata programable CJ1	1,00	7.854,12	7.854,12
<b>Total subcapítulo 2.9.1.- AUTOMATIZACION Y CONTROL:</b>				<b>13.689,65</b>
<b>Subcapítulo 2.9.2: CENTRO DE CONTROL</b>				
2.9.2.1	Ud Estación central	1,00	8.196,70	8.196,70
2.9.2.2	Ud Mobiliario de sala de control	1,00	1.929,75	1.929,75
<b>Total subcapítulo 2.9.2.- CENTRO DE CONTROL:</b>				<b>10.126,45</b>
<b>Total subcapítulo 2.9.- INSTRUMENTACION Y AUTOMATIZACION:</b>				<b>23.816,10</b>
<b>Total presupuesto parcial nº 2 EQUIPAMIENTO :</b>				<b>394.988,42</b>

Nº	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>Presupuesto parcial nº 3: EQUIPAMIENTO COMPLEMENTARIO</b>				
<b>Subcapítulo 3.1: LABORATORIO</b>				
3.1.1	Pa Conjunto mobiliario laborator	1,00	3.222,60	3.222,60
3.1.2	L Alitiurea	1,00	51,22	51,22
3.1.3	Ud Aparato para determinacion DBO5	1,00	1.095,33	1.095,33
3.1.4	Ud Balanza diezmilésimal	1,00	1.802,59	1.802,59
3.1.5	Ud Barril de 25 l.	1,00	42,33	42,33
3.1.6	Ud Bomba de vacío	1,00	253,94	253,94
3.1.7	Ud Botes guarda-muestras	1,00	12,19	12,19
3.1.8	Ud Conductímetro	1,00	838,45	838,45
3.1.9	Ud Conos de sedimentación	1,00	113,85	113,85
3.1.10	Ud Crisoles	1,00	16,49	16,49
3.1.11	Ud Cronómetro	1,00	18,85	18,85
3.1.12	Ud Destilador	1,00	424,41	424,41
3.1.13	Ud Embudo	1,00	16,70	16,70
3.1.14	Ud Estufa desecación	1,00	543,62	543,62
3.1.15	Ud Refrigerífico	1,00	357,65	357,65
3.1.16	Ud Frigotermostato para DBO	1,00	907,55	907,55
3.1.17	Kg Hidróxido sodico	1,00	10,73	10,73
3.1.18	Ud Horno mufla	1,00	1.385,27	1.385,27
3.1.19	Ud Jarra graduada	1,00	4,18	4,18
3.1.20	Ud Matraz kitasato	1,00	17,65	17,65
3.1.21	Ud Medidor de oxígeno disuelto	1,00	518,76	518,76
3.1.22	Ud Membranas de filtro	1,00	774,89	774,89
3.1.23	Ud Micropipeta	1,00	135,62	135,62
3.1.24	Ud Microscopio xs2-107e	1,00	1.114,69	1.114,69
3.1.25	Ud Ph metro/temperatura	1,00	235,46	235,46
3.1.26	Ud Pinza para crisoles	1,00	3,58	3,58
3.1.27	Ud Pinza portafiltros	1,00	13,71	13,71
3.1.28	Ud Probeta 100 ml.	1,00	1,79	1,79
3.1.29	Ud Probeta 250 ml.	1,00	2,99	2,99
3.1.30	Ud Puntas micropipeta	1,00	0,25	0,25
3.1.31	Ud Soporte de membrana	1,00	231,27	231,27
3.1.32	Ud Termómetro de pared	1,00	19,08	19,08
3.1.33	Ud Tomamuestras	1,00	48,81	48,81
3.1.34	Ud Vasos precipitados	1,00	8,54	8,54
3.1.35	Ud Vidrio de reloj	1,00	17,89	17,89
<b>Total subcapítulo 3.1.- LABORATORIO:</b>				<b>14.262,93</b>

**Subcapítulo 3.2: TALLER-REPUESTOS**

**Subcapítulo 3.2.1: TALLER**

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA  
FRONTERA - CÁDIZ)  
Presupuesto y medición

Nº	Descripción	Medición	Precio	Importe
3.2.1.1	Ud Taladro portatil	1,00	769,32	769,32
3.2.1.2	Ud Caja de herramientas mecánica	1,00	308,82	308,82
3.2.1.3	Ud Caja herramientas eléctrica	1,00	390,51	390,51
3.2.1.4	Ud Aceitera de laton	2,00	19,09	38,18
3.2.1.5	Ud Maquina desbarbadora	1,00	490,42	490,42
3.2.1.6	Ud Carretilla de obra	1,00	109,00	109,00
3.2.1.7	Ud Pala de numero 3	1,00	18,18	18,18
3.2.1.8	Ud Escalera aluminio 6 m.	1,00	490,42	490,42
3.2.1.9	Ud Estantería metálica	1,00	245,26	245,26
3.2.1.10	Ud Polímetro	1,00	294,30	294,30
3.2.1.11	Ud Engrasador tipo pistola	2,00	28,63	57,26
3.2.1.12	Ud Portatil 30 m3/h. 10 mca. 80 mm.	1,00	1.709,14	1.709,14
3.2.1.13	Ud Compresor aire 200 l/min.	1,00	932,92	932,92
<b>Total subcapítulo 3.2.1.- TALLER:</b>				<b>5.853,73</b>
<b>Subcapítulo 3.2.2: REPUESTOS</b>				
3.2.2.1	Ud Repuestos	1,00	7.879,79	7.879,79
<b>Total subcapítulo 3.2.2.- REPUESTOS:</b>				<b>7.879,79</b>
<b>Total subcapítulo 3.2.- TALLER-REPUESTOS:</b>				<b>13.733,52</b>
<b>Subcapítulo 3.3: ELEMENTOS DE SEGURIDAD</b>				
3.3.1	Ud Botiquin instalado en obra	1,00	306,18	306,18
3.3.2	Ud Extintor de CO2 5 Kg.	4,00	131,08	524,32
3.3.3	Ud Mascara antipolvo	2,00	63,28	126,56
3.3.4	Ud Armario para máscaras.	1,00	149,06	149,06
3.3.5	Ud Cinturón de seguridad paraca	2,00	83,55	167,10
3.3.6	Ud Protector acústico	3,00	92,06	276,18
3.3.7	Ud Placa recomendaciones	4,00	18,23	72,92
3.3.8	Ud Cartel indicativo de riesgo	3,00	50,60	151,80
3.3.9	Ud Flotador	4,00	61,91	247,64
3.3.10	Ud Botonera de seguridad	26,00	20,77	540,02
3.3.11	Ud Mascara contra cloro	2,00	23,36	46,72
<b>Total subcapítulo 3.3.- ELEMENTOS DE SEGURIDAD:</b>				<b>2.608,50</b>
<b>Subcapítulo 3.4: EQUIPOS EDIFICIO CONTROL</b>				
3.4.1	Ud Termo electrico	1,00	386,36	386,36
3.4.2	Ud Consola aire acondicionado 3000 Frigorías	1,00	1.264,61	1.264,61
<b>Total subcapítulo 3.4.- EQUIPOS EDIFICIO CONTROL:</b>				<b>1.650,97</b>
<b>Total presupuesto parcial nº 3 EQUIPAMIENTO COMPLEMENTARIO :</b>				<b>32.255,92</b>



EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA  
FRONTERA - CÁDIZ)  
Presupuesto y medición

<u>Nº</u>	<u>Descripción</u>	<u>Medición</u>	<u>Precio</u>	<u>Importe</u>
<b>Presupuesto parcial nº 4: ETAPA DE PUESTA EN MARCHA</b>				
4.1	Ud Puesta en marcha EDAR	337,63	187,47	63.295,50
<b>Total presupuesto parcial nº 4 ETAPA DE PUESTA EN MARCHA :</b>				<b>63.295,50</b>

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA  
FRONTERA - CÁDIZ)  
Presupuesto y medición

<u>Nº</u>	<u>Descripción</u>	<u>Medición</u>	<u>Precio</u>	<u>Importe</u>
<b>Presupuesto parcial nº 5: SEGURIDAD Y SALUD</b>				
5.1	Ud Estudio de Seguridad	0,01	1.044.814,10	10.448,14
<b>Total presupuesto parcial nº 5 SEGURIDAD Y SALUD :</b>				<b>10.448,14</b>

**Presupuesto de ejecución por contrata: EDAR PINAR DE LOS FRANCESES**  
**EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA FRONTERA - CÁDIZ)**

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA  
FRONTERA - CÁDIZ)  
Presupuesto de ejecución por contrata

Capítulo	Importe
<b>1 OBRA CIVIL</b>	
1.1 MOVIMIENTO GENERAL DE TIERRAS .....	144.026,00
1.2 PRETRATAMIENTO .....	52.567,25
1.3 TRATAMIENTO BIOLÓGICO .....	121.812,30
1.4 DECANTACION SECUNDARIA	
1.4.1 DECANTADOR Nº 1 .....	18.779,80
1.4.2 DECANTADOR Nº2 .....	18.779,80
Total 1.4 DECANTACION SECUNDARIA .....	37.559,60
1.5 ESPESADO .....	2.762,55
1.6 EDIFICIO DE CONTROL .....	32.470,49
1.7 EDIFICIO DESHIDRATACION Y SOPLANTES .....	29.507,58
1.8 REDES DE TUBERIAS	
1.8.1 RED AGUA .....	9.269,80
1.8.2 RED FANGO Y FLOTANTES .....	37.804,05
1.8.3 RED DE SANEAMIENTO .....	5.827,86
1.8.4 RED DE PLUVIALES .....	13.421,03
Total 1.8 REDES DE TUBERIAS .....	66.322,74
1.9 URBANIZACION	
1.9.1 PAVIMENTACION .....	35.346,30
1.9.2 CERRAMIENTO .....	18.480,05
Total 1.9 URBANIZACION .....	53.826,35
1.10 CASETAS DE BOMBEO .....	12.526,40
1.11 ALIVIADEROS .....	893,00
Total 1 OBRA CIVIL .....	554.274,26
<b>2 EQUIPAMIENTO</b>	
2.1 PRETRATAMIENTO	
2.1.1 DESBASTE .....	15.408,39
2.1.2 DESARENADOR - DESENGRASADOR .....	99.282,94
Total 2.1 PRETRATAMIENTO .....	114.691,33
2.2 TRATAMIENTO BIOLÓGICO .....	42.741,66
2.3 DECANTACION SECUNDARIA .....	23.429,94
2.4 TERCIARIO .....	13.250,00
2.5 RECIRCULACION DE FANGOS	
2.5.1 RECIRCULACION DE FANGOS .....	7.923,32
2.5.2 FANGOS EN EXCESO .....	4.860,44
Total 2.5 RECIRCULACION DE FANGOS .....	12.783,76
2.6 ESPESAMIENTO DE FANGOS .....	9.231,36
2.7 DESHIDRATACION Y ALMACEN. FANGOS .....	106.943,02
2.8 ELECTRICIDAD	
2.8.1 CENTRO TRANSFORMACION .....	11.924,68
2.8.2 ALUMBRADO EXTERIOR E INTERIOR	
2.8.2.1 INTERIOR .....	4.811,35
2.8.2.2 EXTERIOR .....	4.003,30
Total 2.8.2 ALUMBRADO EXTERIOR E INTERIOR .....	8.814,65
2.8.3 LÍNEA TELEFÓNICA .....	1.975,47
2.8.4 CONEXIÓN RED ELECTRICA .....	25.386,45
Total 2.8 ELECTRICIDAD .....	48.101,25
2.9 INSTRUMENTACION Y AUTOMATIZACION	
2.9.1 AUTOMATIZACION Y CONTROL .....	13.689,65
2.9.2 CENTRO DE CONTROL .....	10.126,45

EDAR PINAR DE LOS FRANCESES (CHICLANA DE LA  
FRONTERA - CÁDIZ)  
Presupuesto de ejecución por contrata

Capítulo	Importe
Total 2.9 INSTRUMENTACION Y AUTOMATIZACION .....	23.816,10
Total 2 EQUIPAMIENTO .....	394.988,42
3 EQUIPAMIENTO COMPLEMENTARIO	
3.1 LABORATORIO .....	14.262,93
3.2 TALLER-REPUESTOS	
3.2.1 TALLER .....	5.853,73
3.2.2 REPUESTOS .....	7.879,79
Total 3.2 TALLER-REPUESTOS .....	13.733,52
3.3 ELEMENTOS DE SEGURIDAD .....	2.608,50
3.4 EQUIPOS EDIFICIO CONTROL .....	1.650,97
Total 3 EQUIPAMIENTO COMPLEMENTARIO .....	32.255,92
4 ETAPA DE PUESTA EN MARCHA .....	63.295,50
5 SEGURIDAD Y SALUD .....	10.448,14
Presupuesto de ejecución material	1.055.262,24
13% de gastos generales	137.184,09
6% de beneficio industrial	63.315,73
Suma	1.255.762,06
18% IVA	226.037,17
Presupuesto de ejecución por contrata	1.481.799,23

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de UN MILLÓN CUATROCIENTOS OCHENTA Y UN MIL SETECIENTOS NOVENTA Y NUEVE EUROS CON VEINTITRES CÉNTIMOS.

Juan José Fernández-Caro García

Chiclana de la Frontera (Cádiz), a 29 de  
septiembre de 2011

Juan José Fernández-Caro García

