

Aplicación de indicadores de sostenibilidad a Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales de poblaciones rurales de Portugal.

ANEXO C. DESCRIPCIÓN DE LAS ESTACIONES DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN ESTUDIO DE LOS CONCELHOS

CONCELHO DE ODEMIRA

EDAR DE S. LUÍS

El anteproyecto de la EDAR de aguas residuales domésticas de San Luís data de 1979 y se localiza en la freguesia de S. Luís, sirviendo a las poblaciones de Venda Nova y de Bairro Avô. El dimensionamiento llevó en consideración una población en la fase inicial de 970 habitantes y para el año horizonte de proyecto 1050 habitantes. En la Tabla 67 se encuentran algunos datos de población referentes a la freguesia de S. Luís.

Tabla 67. Información sobre la freguesia de S. Luís. Fuente: INE, 2001.

Área total (km²)	147.26
Densidad poblacional (hab/km²)	15.27
Población residente (individuos)	2249
Población presente (individuos)	2213
Población agrícola (individuos)	464

Tabla 68. Caudales de dimensionamiento para la EDAR de S. Luís.

	Caudal total diario (m³/día)	Caudal medio diario (24h) (l/s)	Caudal de punta diario (8h) (l/s)
Año inicio de explotación	46.6	0.54	1.62
Año horizonte de proyecto	84.0	0.97	2.92

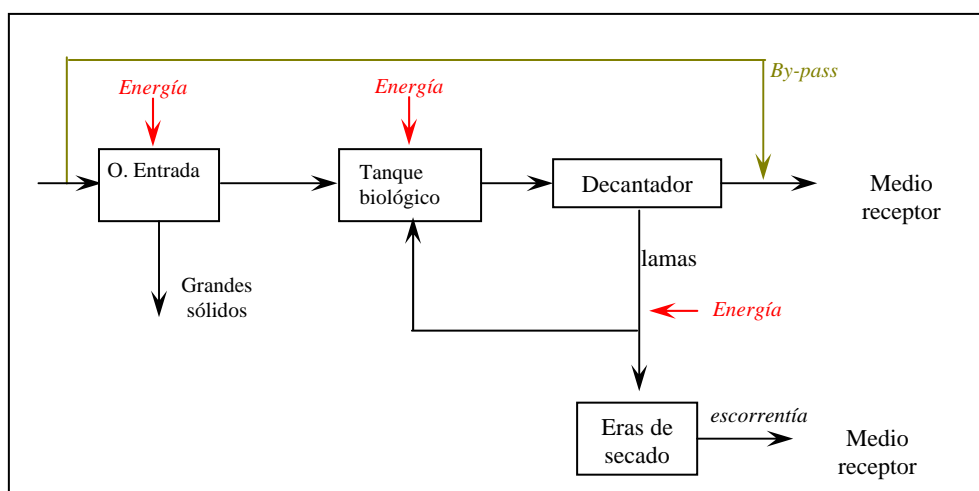


Figura 46. Esquema de tratamiento de la EDAR de S. Luís.

Con base a las eficiencias de eliminación de cada operación en el esquema de tratamiento, se espera obtener un efluente con las siguientes concentraciones:

Concentración en DBO ₅ (mg/l).....	30
Concentración en SST (g/día).....	30

El esquema de tratamiento consiste en:

1. Una **obra de entrada**. Ésta consiste en dos canales con rejas de limpieza manual inmóviles que permiten proceder a un by-pass de la EDAR siempre que sea necesario. Sin embargo, durante la visita a la EDAR se constató de la presencia de un mecanismo mecánico de limpieza.
2. Seguidamente hay **un tanque biológico** de fangos activados con aireamiento prolongado. Tiene una geometría cuadrangular con 8,5m de lado y con un volumen de 185m³. Requiere de un aireador de superficie con una potencia de 5,5kW, con el objetivo de dar oxígeno al volumen de agua presente.
3. El efluente del tanque biológico es encaminado hacia **un decantador secundario**, para separar los sólidos generados en el agua del órgano anterior. Posteriormente, el efluente del decantador es descargado al medio receptor y los fangos son extraídos después de elevación por air-lift (que consiste en un sistema de succión). El caudal de elevación previsto en el anteproyecto es de 8,5m³/h y el de recirculación es de 3,5 m³/h, pero éste funciona intermitentemente. Para el funcionamiento del air-lift, se disponen de dos compresores rotativos, siendo uno reserva del otro, y con una potencia unitaria de 1,12kW. Después de la eliminación de los fangos, una fracción recircula para el reactor biológico y la restante es depositada en las eras de secado.
4. Para el tratamiento de fangos en exceso generados en el tanque biológico, éstos son dirigidos hacia las **eras de secado** para su deshidratación. El secado de los fangos se realiza en un conjunto de 8 eras de secado, cada una de ellas presenta una geometría cuadrangular con 5m de lado. Se considera una producción diaria de 30 gramos de sólidos secos por habitante y una concentración de materia seca total de 12 g/l, por lo que es necesario eliminar 2625 l/día de fangos en exceso. El secado se da con espesores de 0,4m de altura con un período de secado de 30 días. Las escorrentías de las eras van para el medio receptor.



Fotografía 8. Vista de la EDAR de S.Luís.

Una vez conocido el sistema de tratamiento de la EDAR con base al proyecto y después de su visita de campo, las características de la misma referente a algunos de los indicadores de sostenibilidad son:

Productos químicos: Según descripción del proyecto, no se espera que se utilicen productos químicos. Sin embargo, debido a los olores que se generan en el tratamiento y la proximidad de la población se utiliza un producto, “Lagosan”, comercializado por la empresa Imporquímica en bidones de 30 litros a un precio de 18,52 €/l. Se consumen 30 litros en dos meses y medio. **Paisaje:** La EDAR se localiza en la periferia de la población que sirve, aunque cerca de las casas y de una de las carreteras de acceso a la población. **Fallos:** El tanque biológico presentaba poca biomasa y el agua presentaba espuma blanca. El decantador presentaba grasas en la superficie, por lo que se consideró que tal vez debería incluirse en el tratamiento un tratamiento primario, bien una fosa séptica bien un tanque Imhoff. **Eliminación de grandes sólidos y grasas:** La EDAR genera una media de 10 litros de sólidos provenientes del desbaste por día. **Fangos generados:** Las eras de secado están llenas cerca de dos veces al mes, con una altura de aproximadamente 25cm, siendo una vez secas de 7-8cm. **Reutilización de fangos:** Después de su secado son reutilizadas por los agricultores de la región. El transporte de los fangos de la EDAR hasta ellos es competencia de la Cámara Municipal de Odemira, mediante tractor. Se considera para el cálculo del coste de transporte que el operador de la EDAR transporta los fangos hasta una distancia media de 5km, dos veces por mes, y con un coste unitario de transporte de ¼ del precio de la gasolina por km. (0.25 €/km.). **Salario bruto de un operador de la EDAR de S.Luís:** 586 €/mes, admitiéndose que este dedica el 100% de su tiempo laboral a ésta. Solo hay un operador en esta EDAR. **Operaciones habituales realizadas por el operario:** Eliminación de sólidos grandes de las rejas, inspección y lubricación de los equipamientos electromecánicos, retirada de los fangos de las eras de secado, limpieza de los órganos de tratamiento y del recinto.

EDAR DE VALE FERRO

La EDAR de Vale Ferro, situada dentro de la freguesia de Relíquias, fue remodelada en 1995, mediante la introducción de una laguna facultativa en la estación anteriormente dimensionada, con el objetivo de obtener un efluente con características que permitan su descarga a la línea de agua de la Ribeira da

Pereira. La evolución demográfica de esta zona es nula o negativa, así como diversos aglomerados poblacionales se encuentran en zonas poco desarrolladas. A través del análisis de la evolución de la población se consideró que la población no iría a exceder los 200 habitantes en el año horizonte de proyecto. Todo y así, la población de dimensionamiento al inicio de explotación en 1961, fue de 105 habitantes y, para el horizonte de proyecto 2021, es de 279. En la

Tabla 69 se encuentran algunos datos de población referentes a la freguesia donde se localiza esta EDAR.

Tabla 69. Información sobre la freguesia de Relíquias. Fuente: INE, 2001

Área total (km²)	119.78
Densidad poblacional (hab/km²)	9.25
Población residente (individuos)	1108
Población presente (individuos)	1144
Población agrícola (individuos)	406

Los caudales de dimensionamiento, presentes en el proyecto inicial, son los siguientes:

Tabla 70. Caudales de dimensionamiento para la EDAR de Vale Ferro.

	<i>Caudal medio diario anual</i>		<i>Caudal máximo de punta</i>	
	<i>l/s</i>	<i>m³/día</i>	<i>L/s</i>	<i>m³/hora</i>
Año de inicio de explotación	0.06	5.0	0.55	1.03
Año horizonte de proyecto	0.26	22.3	1.5	5.7

Con base a las eficiencias de eliminación de cada operación en el esquema de tratamiento, se espera obtener un efluente con las siguientes concentraciones:

Concentración en DBO₅ (mg/l).....19 a 46
 Concentración en SST (g/día).....522,1 a 1387,3

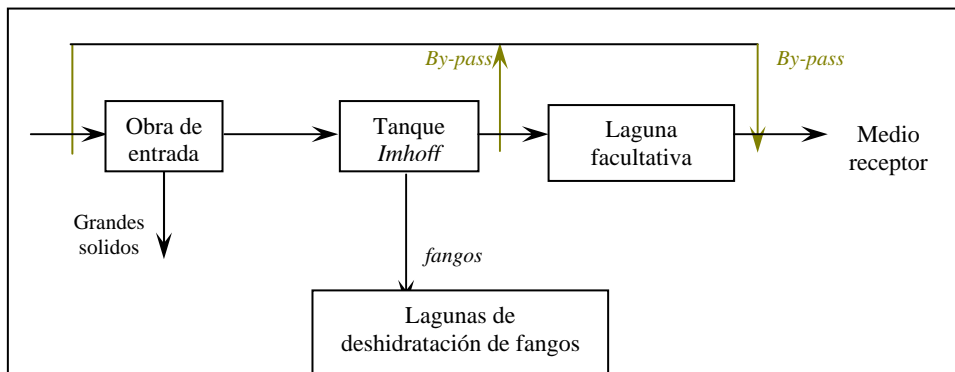


Figura 47. Esquema de tratamiento de la EDAR de Vale Ferro.

El esquema de tratamiento consiste en:

1. Una **obra de entrada**. Consiste en un canal en el que hay una reja con espaciamentos de 40mm. Es posible realizar *by-pass* al tratamiento preliminar y primario, así como apenas al tratamiento secundario.



Fotografía 9. Obra de entrada y Tanque Imhoff de Vale Ferro (a la izquierda y derecha respectivamente).

2. **Un tanque Imhoff.** Presenta una largura de 1,5m y una anchura de 3,5m. El tiempo de retención, a nivel de proyecto, para el año inicial es de 4,29 horas y para el año horizonte de proyecto es de 1,51 horas, con un tiempo de digestión de fangos de 90 días. Para el tratamiento de los fangos generados en el tanque Imhoff, se encuentran dos lagunas de deshidratación de fangos de pequeña dimensión, asociado a la poca producción de fangos.
3. **Una laguna facultativa.** Requiere de una elevada área de implementación, pero como había terreno disponible en la zona y el suelo se revelaba como de fácil excavación, se optó por este tipo de tratamiento, una vez que también presentaba costes bajos de exploración y manutención. El área superficial de la laguna es de 800m², siendo la anchura el doble que la largura, y con una altura de líquido de 1,5m.
4. **Dos lagunas de deshidratación de fangos.** Presentan un área unitaria de 6 m², con descargas quincenales y tiempo de secado de 30 días, con una carga de 0,2 l/hab.día. Después de secado tienen una altura de 7-8m de altura.



Fotografía 10. Laguna facultativa y lagunas de deshidratación de fangos de Vale Ferro (a la izquierda y derecha respectivamente)

Una vez conocido el sistema de tratamiento de la EDAR con base al proyecto y después de su visita de campo, las características de la misma referente a los indicadores de sostenibilidad son:

Paisaje: Para llegar a la EDAR, debe cogerse a partir de una carretera principal un camino de tierra batida que pasa por delante de la población que sirve, y se consigue ver la EDAR con alguna dificultad debido a la poca cantidad de hormigón existente en la misma. Aunque la EDAR no se encuentre muy lejos de la población, se considera que está situada a una distancia suficiente. **Eliminación de grandes sólidos y grasas:** Se generan 150l de sólidos gruesos quincenalmente. Los grandes sólidos y grasas son llevadas a abocador. **Fangos generados:** Los fangos de las lagunas de deshidratación se llenan de tres en tres meses, que anualmente representa un volumen de 0,9m³. **Reutilización de los fangos:** Después de su secado son reutilizadas por los agricultores de la región. El transporte de los fangos de la EDAR hasta los agricultores es competencia de la Cámara Municipal de Odemira, mediante tractor. Se considera para el cálculo del coste de transporte que el operador de la EDAR transporta los fangos hasta una distancia media de 5km, cuatro veces por año, y con un coste unitario de transporte de ¼ del precio de la gasolina por km. (0.25 €/km.). **Salario bruto de un operador de la EDAR de Vale Ferro:** 757,21 €/mes, admitiéndose que este dedica el 10% de su tiempo laboral a ésta. Solo hay un operador en esta EDAR. **Operaciones habituales realizadas por el operario en la EDAR:** Eliminación de sólidos grandes de las rejillas, las grasas del tanque Imhoff, la descarga de los fangos del tanque Imhoff hacia las lagunas de deshidratación, y la retirada de mismos una vez secos, limpieza de los órganos de tratamiento y del recinto.

EDAR DE LUZIANES.

La EDAR de Luzianes se encuentra en funcionamiento desde 1997 y se localiza en la freguesia de Luzianes-Gare. En la Tabla 71 siguiente se destacan las características de la freguesia consideradas más interesantes. En ausencia de la memoria descriptiva del proyecto, se considera una población de horizonte de proyecto de 200 habitantes, tras una consulta en la Cámara Municipal y una vez que la tendencia es la disminución de la población en esta zona. Esta zona fue en 1997 afectada por las inundaciones ocurridas en el Concelho de Odemira, incluso hubo muertes de personas. La lluvia que provocó esta inundación fue considerada como la lluvia de período de retorno de 100 años. Se produjo un arranque literal de la EDAR construida en 1995. Fue necesario volver a recolocar los órganos allí donde se encontraban.

Tabla 71. Información sobre la freguesia de Luzianes-Gare. Fuente: INE, 2001.

Área total (km ²)	97.69
Densidad poblacional(hab/km ²)	4.91
Población residente (individuos)	480
Población presente (individuos)	478
Población agrícola (individuos)	202

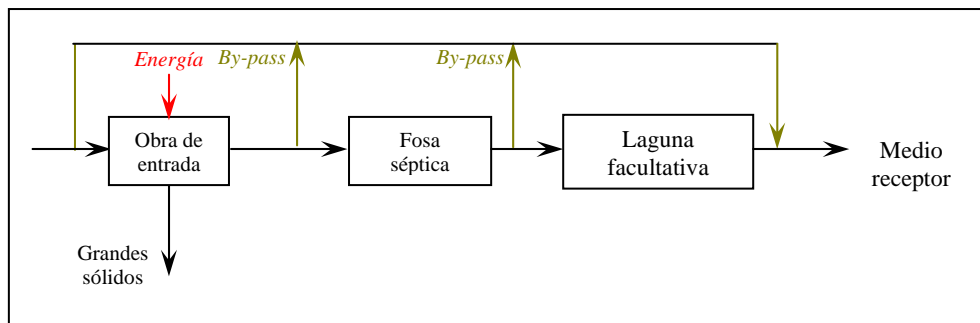


Figura 48. Esquema de tratamiento de la EDAR de Luzianes.

A continuación se describe el esquema de tratamiento observado 'in situ'. De este modo, el esquema de tratamiento consiste en:

1. **Una obra de entrada.** La obra de entrada consiste en un pozo donde se procede al desbaste y a una elevación del agua residual mediante dos bombas que son activadas por un sistema de boyas que cuando ascienden a un determinado nivel las bombas inician la elevación del agua. Los grupos electrobombas sumergibles permiten elevar hasta 7 metros de columna de agua (valor que se encontró en los costes del proyecto). La eliminación de los grandes sólidos es manual.
2. **Una fosa séptica.**



Fotografía 11. Obra de entrada y estación elevatoria, y fosa séptica de Luzianes (izquierda y derecha respectivamente).

3. **Una laguna facultativa.**



Fotografía 12. Laguna facultativa de Luzianes.

Una vez conocido el sistema de tratamiento de la EDAR con base al proyecto y después de su visita de campo, las características de la misma referente a los indicadores de sostenibilidad son:

Reutilización de las aguas residuales tratadas: No se reutilizan. **Potencia a alimentar a la EDAR:** Es la resultante de las bombas que se encuentran en la obra de entrada (único equipamiento electromecánico) y la iluminación interior del edificio de exploración. **Productos químicos:** No se utilizan. **Paisaje:** La población de Luzianes se localiza en un valle estrecho, por lo que la EDAR se sitúa en el mismo valle. Sin embargo, la zona de su localización es de difícil acceso y alejado de la población. **Fallos:** En la altura en la que se visitó la EDAR, uno de los cables que permiten elevar las rejillas se encontraba roto, por lo cual los grandes sólidos no eran eliminados desde hacia por lo menos un mes. **Eliminación de grandes sólidos y gorduras:** No es posible determinar la cantidad de sólidos debido al fallo anterior. Cuando funciona, los sólidos son enviados al vertedero. **Fangos generados:** Los fangos de la fosa séptica y de la laguna todavía no fueron extraídos, puesto que todavía no atingieron el nivel para ser eliminados. La EDAR no presenta sistemas de tratamiento de fangos, siendo enviadas una vez sustraídas hacia EDARs de mayores dimensiones. Sin embargo, referido al volumen de fangos generados, se consultaron criterios de dimensionamiento de las fosas sépticas (Marques, J. A. et al., 2004). Para una población servida de 200 habitantes el volumen de la fosa séptica será de 50m³. Conjugando el volumen de la fosa con la periodicidad anual usual de eliminación de fangos (2/3 del volumen de la fosa), fue posible determinar la cantidad de fangos generados. Por otro lado, los fangos eliminados en la laguna presentan una periodicidad de 10 años, y como la laguna presenta una edad inferior no fue contabilizado. **Reutilización de los fangos:** El destino después de su eliminación será una EDAR próxima de mayores dimensiones y con capacidad de tratar estos fangos. El transporte de éstos hasta la otra EDAR es competencia de la Cámara Municipal de Odemira, mediante tractor de 3000 o 5000 litros. Se considera para el cálculo del coste de transporte que el operador de la EDAR transporta los fangos hasta una distancia media de 10km, una vez por año, y con un coste unitario de transporte de ¼ del precio de la gasolina por km. (0.25 €/Km.). **Salario bruto de un operador de la EDAR de Vale Ferro:** 468 €/mes, admitiéndose que este dedica el 50% de su tiempo laboral a ésta. Solo hay un operador en esta EDAR. **Operaciones habituales realizadas por el operario en la EDAR:** eliminación de sólidos grandes de las rejillas, inspección y lubricación de los grupos electrobomba, limpieza de los órganos de tratamiento y del recinto.



Fotografía 13. Vista de la EDAR de Luzianes.

EDAR DE PEREIRAS.

El proyecto de la EDAR de Pereiras fue desarrollado en 1995 y se encuentra en la freguesia de Pereiras-Gare. En la Tabla 72 se encuentran algunos datos poblacionales referidas a la freguesia. En 1995 la población presente en la región era de 250 habitantes y, con base a las condiciones locales, se estableció que la población no aumentaría en los siguientes 20 años.

Tabla 72. Información sobre la freguesia de Pereiras. Fuente: INE, 2001.

Área total (km²)	61.62
Densidad poblacional (hab/km²)	6.05
Población residente (individuos)	373
Población presente (individuos)	374
Población agrícola (individuos)	126

De acuerdo con el proyecto, los caudales medios afluentes a la EDAR son los mostrados en la siguiente tabla:

Tabla 73. Caudales de dimensionamiento para la EDAR de Pereiras.

	<i>Caudal medio diario anual</i> <i>m³/hora</i>	<i>Caudal máximo de punta</i> <i>m³/hora</i>
Año de inicio de explotación (año 0)	1.25	5
Año horizonte de proyecto (año20)	1.7	6.8

Teniendo en consideración las eficiencias de eliminación del sistema de tratamiento propuesto, se espera a nivel de proyecto obtener un efluente con las siguientes concentraciones medias:

Concentración de CBO₅ (mg/l).....31,5 (año 0) y 23,7 (año 20)

Concentración de SST (mg/l)..... 56,2 (año 0) y 42.2 (año 20)

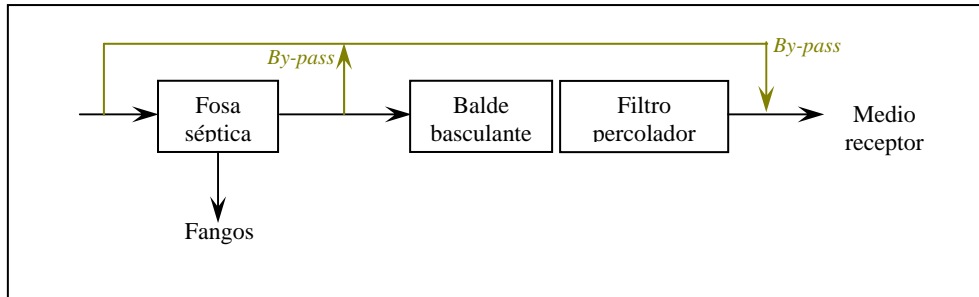
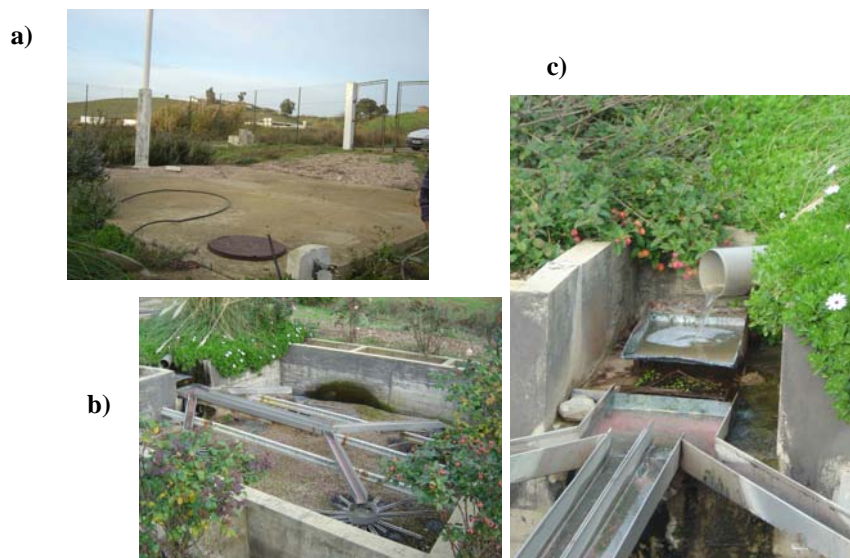


Figura 49. Esquema de tratamiento de la EDAR de Pereiras.

El esquema de tratamiento consiste en:

1. **Una fosa séptica.** La fosa séptica es tri-compartimentada y presenta una capacidad para 500 habitantes, con un volumen nominal de 100m³. El primer compartimento se destina a la decantación y los otros dos a la digestión de los fangos. El tiempo de retención en la fase inicial es de 3,3 días y en año horizonte de proyecto es de 2,5 días.
2. **Un filtro percolador de baja carga.** Funciona, de acuerdo con el proyecto, con cargas que varían entre 1,2 y 1,6 m³/m².día en la fase inicial y final respectivamente. No se procede a una recirculación del efluente, ni a una decantación del mismo. La decantación no es necesario en la medida que la producción de biomasa es reducida. El filtro tiene un volumen útil de 50m³ y una área útil de 25m², y está hecho de piedra. Como los caudales afluentes al filtro son tan reducidos, distribuidor de caudal es fijo, una vez éste no es capaz de accionar un distribuidor rotacional. Sin embargo, para asegurar la distribución uniforme del agua residual en el filtro, se aumenta el caudal afluente al filtro mediante un balde basculante aguas arriba del mismo, el cual almacena un volumen de agua de 19m³ y descarga cada minuto al inicio de explotación y cada medio minuto en el año horizonte del proyecto. Consecuentemente, la alimentación del agua residual al filtro percolador funciona intermitentemente.



Fotografía 14. a) fosa séptica, b) fitro percolador, c) balde basculante de Pereiras.

Una vez conocido el sistema de tratamiento de la EDAR con base al proyecto y después de su visita de campo, las características de la misma referente a los indicadores de sostenibilidad son:

Reutilización del agua residual tratada: No. **Medio receptor:** El efluente del filtro percolador es descargado en una ribera de carácter permanente donde no se verifican captaciones de agua en la misma. **Potencia a alimentar la EDAR:** Nula. **Productos químicos:** No hay consumo. **Paisaje:** La EDAR se localiza relativamente próxima a la carretera nacional, siendo muy discreta, debido al tipo de tratamiento y a su dimensión. **Volumen de agua tratada:** Siempre que es necesario, es posible efectuar un by-pass a la EDAR o al filtro percolador, por medio de colectores. Estos son utilizados raramente, solo cuando se precisa reparar el balde basculante. **Eliminación de grandes sólidos y grasas:** No existe producción de grandes sólidos, y es que no existe una obra de entrada donde se de a cabo un desbaste, por tanto los que existan son dirigidos a la fosa séptica. Además no existe antes de la EDAR una estación elevatoria con desbaste. **Fangos generados:** Los fangos generados en la fosa séptica solo fueron retirados una vez en el año 2000. Sin embargo, su periodicidad de retirada debería ser una vez al año, tal como se estimó y considerando una buena operatividad de la EDAR. **Reutilización de los fangos:** Como la EDAR o presenta ningún órgano de tratamiento de fangos, éstas son encaminadas hacia una EDAR próxima y que tenga la capacidad de recibir y tratar las mismas. Este transporte es de la competencia de la Camara Municipal de Odemira, a través de un *Jopper* de capacidad de 3000 o 5000 litros. En cuanto a la distancia, ésta es variable conforme a la disponibilidad de las lagunas de deshidratación/filtro de banda de las EDARs más próximas. De todas formas, se considera que la EDAR más próxima y con mayor probabilidad de recibir estas lamas se encuentra a una distancia media de 10km. El viaje será realizado una vez al año y el coste unitario del transporte es $\frac{1}{4}$ do precio de la gasolina por km. (0.25 €/Km.). **Salario bruto de un operador de la EDAR de Pereiras:** es de 468€/mes, admitiéndose que dedica un 50% de su tiempo laboral a ésta. **Operaciones habituales realizadas por el operario en la EDAR:** sustitución de los distribuidores y del balde basculante cuando se produce oxidación del mismo, removimiento del material del filtro y de la biopelícula que hay en la superficie del mismo, limpieza de los órganos y mantenimiento del recinto.

EDAR DE BICOS.

En la freguesia de Bicos se encuentran dos EDARs de aguas residuales idénticas que datan de 1996. Estas se designan por red A y red B. n lo que se refiere a la red A, la población que se tiene en consideración en la fase inicial de explotación es de 323 habitantes, siendo para el horizonte de proyecto una población de 360 habitantes. Relativamente a la red B, la población en el año cero es de 150 habitantes y en el año horizonte de proyecto será de 174 habitantes. Las características poblacionales de la freguesia se encuentran resumidas en

Tabla 74.

Tabla 74. Información sobre la freguesia de Bicos. Fuente: INE, 2001.

Área total (km²)	50.32
Densidad poblacional (hab/km²)	12.9
Población residente (individuos)	649
Población presente (individuos)	636
Población agrícola (individuos)	149

Con base al proyecto, los caudales de dimensionamiento de la red A y B se encuentran en la Tabla 75.

Tabla 75. Caudales de dimensionamiento para las EDARs de Bicos: red A y red B.

	<i>Red A</i>				<i>Red B</i>			
	<i>Caudal medio</i> <i>m³/día</i>	<i>Caudal medio</i> <i>m³/hora</i>	<i>Caudal de punta</i> <i>m³/hora</i>	<i>Caudal de punta</i> <i>l/s</i>	<i>Caudal medio</i> <i>m³/día</i>	<i>Caudal medio</i> <i>m³/hora</i>	<i>Caudal de punta</i> <i>m³/hora</i>	<i>Caudal de punta</i> <i>l/s</i>
Año 0	33.59	1.4	5.6	1.56	15.6	0.65	2.6	0.72
Año 20	43.2	1.8	7.2	2.0	20.88	0.87	3.48	0.97

Los parámetros de calidad a exigir al afluente final, y según la legislación en vigor de la fecha de realización del proyecto son:

Concentración DBO₅ (mg/l).....< 40

Concentración SST (mg/l).....< 60

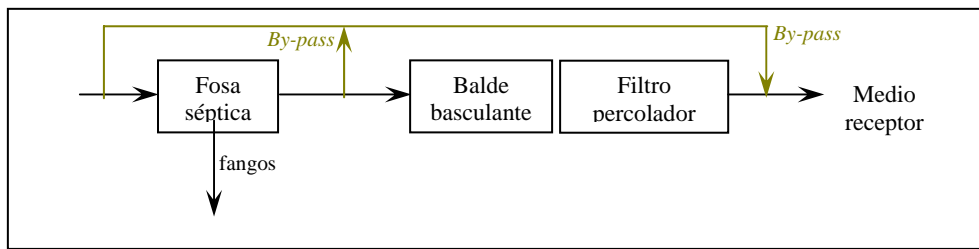


Figura 50. Esquema de tratamiento de las EDARs de Bicos, red A y red B.

Por tanto, las dos EDARs tienen los siguientes órganos de tratamiento en su esquema:

1. **Una obra de entrada**, que consiste en un canal con una reja inmóvil, constituida por barras de acero. El desbaste se realiza manualmente.
2. **Una fosa séptica**. En ambos casos es tri-compartimentada, en la red A presenta una capacidad de 400 habitantes con un volumen de 80m^3 , mientras que en la red B la capacidad es para 200 habitantes y el volumen es de 40m^3 . El primer compartimento es para la decantación de los fangos, mientras que los otros dos son para la digestión de los fangos. El tiempo de retención en la fase inicial es de 2,4 días y en el año horizonte de proyecto es de 1,85 días para la red A. En cuanto a la red B, los tiempos son de 2,56 días y 1,92 días, respectivamente.
3. **Filtro percolador** de baja carga, funcionando, de acuerdo con el proyecto de la red A con una carga hidráulica que varía entre $0,93$ y $1,2 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{día}$, en la fase inicial y en la fase final, respectivamente. Relativamente a la red B, estos valores varían entre $0,9$ e $3,7 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{día}$. No existe una recirculación del efluente, ni a una decantación posterior del mismo, puesto que no es necesaria en la medida en que la producción de flocos (biomasa). El filtro percolador tiene un volumen útil de 72m^3 , en la red A, y de $36,5\text{m}^3$, en la red B; y una área útil de 36m^2 , en la red A, y de $15,21\text{m}^2$, en la red B, siendo el material de piedra. Como los caudales afluentes al filtro son reducidos, no son capaces de accionar el distribuidor rotacional, por lo que es fijo. Sin embargo, para asegurar una distribución uniforme del agua residual en el filtro se aumenta el caudal afluente por medio de un balde basculante antes del filtro almacenando una cantidad de 19m^3 de agua residual a tratar y lo descarga cada minuto en el inicio de exploración y cada medio minuto en el año horizonte de proyecto. El balde basculante implementado en la red B es idéntico, sin embargo los tiempos de descarga son distintos debido a la diferencia de los caudales afluentes a la estación de tratamiento, siendo al inicio de exploración de 1,75 minutos y en el año horizonte de proyecto de 1,31 minutos. Consecuentemente, la alimentación del agua residual al filtro percolador funciona intermitentemente.



Fotografía 15. Filtro percolador de las EDARs de Bicos red A y red B (figuras superiores, derecha y izquierda respectivamente).

Una vez conocido el sistema de tratamiento de la EDAR con base al proyecto y después de su visita de campo, las características de la misma referente a los indicadores de sostenibilidad son:

Reutilización del agua residual tratada: No. **Medio receptor:** Los efluentes de ambas EDARs son descargados en una línea de agua afluente a la Ribeira de Campillas. **Potencia a alimentar la EDAR:** Nula. **Productos químicos:** Por el análisis de los proyectos de la EDAR, se constata que el consumo de productos químicos es nulo. Ahora bien, esto no se verifica en la red A, puesto que se recurre a ellos para

atenuar los malos olores que provienen del tratamiento, y es que se encuentra más próximo a la población. Cuantitativamente se gastan 30 litros de 'Biolima' en un mes y 30 litros de 'Lagosan' en mes y medio. Sin embargo, en la red B se verifican olores más desagradables, debido a su menor caudal, pero al estar más alejada de la población, no se justifica la utilización de productos químicos.

Tabla 76. Precio y zonas de aplicación de los productos químicos en la EDAR de Bicos.

<i>Producto</i>	<i>Aplicación</i>	<i>Precio por litro (€/l)</i>	<i>Precio por bidón (€)</i>
'Biolima'	Obra de entrada	12.75	382.5
'Lagosan'	Filtro percolador	18.52	555.6

Paisaje: La EDAR de la red A se localiza en una de las extremidades de la población, y la red B en otra de las extremidades. Sin embargo, la red A, a pesar de ser menos visible desde la carretera nacional, se encuentra dentro de la población. Al contrario acontece con la red B que pasa fácilmente desapercibida. **Volumen de agua tratada:** Siempre que es necesario es posible efectuar un *by-pass* a la EDAR o al filtro percolador. **Eliminación de grandes sólidos y grasas:** Se producen una mayor cantidad de éstos en la red A que en la red B, produciéndose en media dos baldes de 100 litros de sólidos por año en la red A y un balde de 100 litros por año en la red B. **Fangos generados:** Los fangos presentes en las fosas sépticas nunca fueron retiradas, por lo que se consideró importante estimar la cantidad de fangos generados suponiendo que se verifica una buena operación y mantenimiento, es decir, la eliminación anual de 2/3 del volumen de la fosa séptica. **Reutilización de los fangos** Como la EDAR o presenta ningún órgano de tratamiento de fangos, éstas son encaminadas hacia una EDAR próxima y que tenga la capacidad de recibir y tratar las mismas. Este transporte es de la competencia de la Camara Municipal de Odemira, a través de un *Jopper* de capacidad de 3000 o 5000 litros. En cuanto a la distancia, ésta es variable conforme a la disponibilidad de las lagunas de deshidratación/filtro de banda de las EDARs más próximas. De todas formas, se considera que la EDAR más próxima y con mayor probabilidad de recibir estas lamas se encuentra a una distancia media de 10 km. El viaje será realizado una vez al año y el coste unitario del transporte es $\frac{1}{4}$ do precio de la gasolina por km (0.25 €/km). **Salario bruto de un operador de la EDAR de Bicos:** es de 468€/mes, admitiéndose que dedica un 100% de su tiempo laboral a ambas. **Operaciones habituales realizadas por el operario en la EDAR:** eliminación de los grandes sólidos del desbaste, aplicación de productos químicos, sustitución de los distribuidores y del balde basculante cuando se produce oxidación del mismo, removimiento y cambio del material del filtro y de la biopelícula que hay en la superficie del mismo, limpieza de los órganos y mantenimiento del recinto.

EDAR DE FATACA.

La EDAR de Fataca recibe aguas residuales domésticas y su proyecto data de 1997. La infraestructura se sitúa en la freguesia de S. Teotónio y sirve una pequeña población. De acuerdo con el proyecto, la EDAR se encuentra dimensionada para servir una población de 150 habitantes, en la fase inicial, y de 200 habitantes, en el año horizonte de proyecto.

La freguesia donde se sitúa la estación de tratamiento tiene las características de la Tabla 77.

Tabla 77. Información sobre la freguesia de S. Teotónio. Fuente: INE, 2001.

Área total (km²)	307.21
Densidad poblacional (hab/km²)	16.34
Población residente (individuos)	5019
Población presente (individuos)	4903
Población agrícola (individuos)	1072

En lo que se refiere a los caudales de afluencia a la EDAR esperados, se encuentran éstos en la Tabla 78.

Tabla 78. Caudales de dimensionamiento para la EDAR de Fataca.

	<i>Caudal medio diario (m³/día)</i>	<i>Caudal de punta (m³/hora)</i>
Año 0	15.6	2.6
Año 20	24	4

Teniendo en consideración las eficiencias de eliminación del sistema de tratamiento propuesto, se espera a nivel de proyecto, obtener las siguientes concentraciones medias del efluente:

Concentración de DBO5 (mg/L).....	25
Concentración de SS (mg/L).....	35

El esquema de tratamiento de esta estación depuradora es el siguiente:

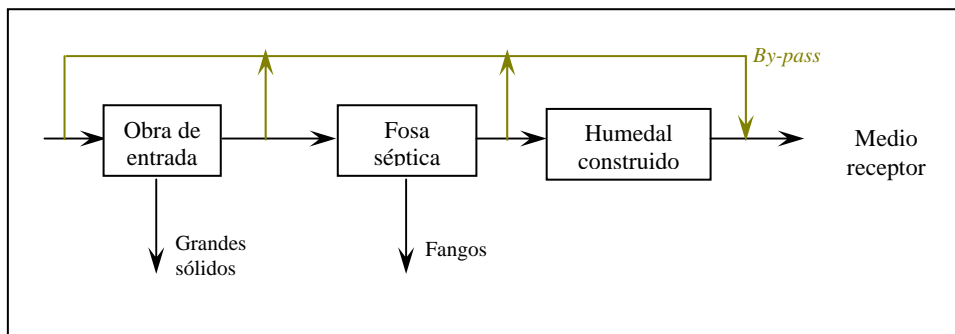


Figura 51. Esquema de tratamiento de la EDAR de Fataca.

Por tanto, los órganos que constituyen el siguiente tratamiento son:

1. **Una obra de entrada** que consiste en un canal donde hay una reja inmóvil constituida por barras de acero
2. **Una fosa séptica**, que es tri-compartimentada y presenta un volumen total de 72m³. El primer compartimiento es mayor que los otros dos y tiene como función la decantación, mientras que los otros dos son idénticos y sirven para la digestión de fangos.
3. **Un humedal construido de flujo subsuperficial horizontal**, también llamado lecho de macrófitas. Consiste en una plataforma artificial escavada en el terreno con fondo impermeable, de geomembrana de polietileno de alta densidad de 1,5mm de espesor, a partir del cual se van poniendo espesores de distintos materiales permeables. La altura total es de 0,7m y el espesor de los distintos materiales presentes (desde el fondo hasta la superficie) es: de grava 15/25mm hay 0,2m, de arena uniforme 3/10mm hay 0,3m y de tierra vegetal hay 0,2m. En la capa superior hay plantadas especies botánicas adaptadas a terrenos húmedos, como son las plantas macrófitas emergentes. El área del humedal es de 429m², mientras que en el fondo es de 324,4m². El fondo del lecho presenta una inclinación del 0,5%. A la entrada y salida se encuentra un espesor de gravilla de 40/70mm en toda la altura del lecho para garantizar una buena distribución del efluente a la entrada y una buena recogida a la salida.



Fotografía 16. Obra de entrada y fosa séptica de Fataca.

Una vez conocido el sistema de tratamiento de la EDAR con base al proyecto y después de su visita de campo, las características de la misma referente a los indicadores de sostenibilidad son:

Reutilización del agua residual tratada: No se reutiliza. **Medio receptor:** Ribeira de Bico da Fataca, que se encuentra en la proximidad de la estación de tratamiento. **Potencia a alimentar la EDAR:** La circulación del agua es de tipo gravítico, por tanto, el sistema no tiene costes energéticos a nivel de tratamiento en sí. Solo hay potencia instalada destinada a la iluminación exterior. **Productos químicos:** No se utilizan. **Paisaje:** La EDAR se localiza en un valle, alejada de la población. Para llegar es necesario cruzar la población.



Fotografía 17. A la izquierda, vista de la EDAR de Fataca. A la derecha, tipo de Macrófita: *Typha latifolia*.

Fallos: A la altura de la visita a la EDAR, se constató que el caudal afluente era reducido, con la necesidad entonces de introducir en la red agua del sistema de abastecimiento. **Eliminación de grandes sólidos y grasas:** Se genera, como media, un balde de 100 litros por semana de grandes sólidos. **Fangos generados:** Nunca fueron retirados de la fosa séptica, pero una vez más se estimó la cantidad de fangos que se generan si se siguieran las buenas prácticas de operación de la misma. **Reutilización de los fangos:** Como la EDAR no presenta ningún órgano de tratamiento de fangos, éstos son encaminados hacia una EDAR próxima y que tenga la capacidad de recibir y tratar las mismas. Este transporte es de la competencia de la Cámara Municipal de Odemira, a través de un *Jopper* de capacidad de 3000 o 5000 litros. En cuanto a la distancia, ésta es variable conforme a la disponibilidad de las lagunas de deshidratación/filtro de banda de las EDARs más próximas. De todas formas, se considera que la EDAR más próxima y con mayor probabilidad de recibir estas lamas se encuentra a una distancia media de 10 km. El viaje será realizado una vez al año y el coste unitario del transporte es $\frac{1}{4}$ del precio de la gasolina por km. (0.25 €/km.). **Salario bruto de un operador de la EDAR de Fataca:** Es de 586 €/mes, admitiéndose que el operario dedica el 20% de su tiempo laboral en esta EDAR. **Operaciones habituales realizadas por el operario en la EDAR:** Eliminación de los grandes sólidos, limpieza de los órganos de tratamiento y mantenimiento del recinto. **Biodiversidad:** Las especies de macrófitas que se encuentran en este lecho son *Typha latifolia*. También se encuentran en el lecho algunas especies invasoras no identificadas. Fueron avistadas nutrias en el lecho debido a la proximidad con la Ribera y al ser este tipo de tratamiento atractivo para ciertos animales.

EDAR DE MALAVADO.

La EDAR de Malavado es idéntica a la de Fataca y su proyecto data de 1997. Se destina al tratamiento de aguas residuales domésticas de una pequeña población que se sitúa, al igual que en la EDAR de Fataca, en la freguesia de S. Teotónio. Comparativamente la EDAR de Fataca, es ligeramente superior, dado que sirve a una población ligeramente superior. De acuerdo con el proyecto, la EDAR se encuentra dimensionada para servir una población de 250 habitantes, en la fase inicial, y de 350 habitantes, en el año horizonte de proyecto. Por otro lado se verificó en el verano del 2001 (INE, 2001) que la población servida era de 190 habitantes.

Relativamente a los caudales de afluencia a la EDAR esperados, se encuentran en el siguiente cuadro.

Tabla 79. Caudales de dimensionamiento para la EDAR de Malavado.

	Caudal medio diario (m ³ /día)	Caudal de punta (m ³ /hora)
Año 0	26	4.3
Año 20	42	7

Así mismo, y en consideración con las eficiencias de eliminación del sistema de tratamiento, se espera a nivel de proyecto obtener un efluente con las siguientes concentraciones medias:

Concentración de DBO5 (mg/L).....25
 Concentración de SS (mg/L).....35

El esquema de tratamiento de la EDAR es el siguiente:

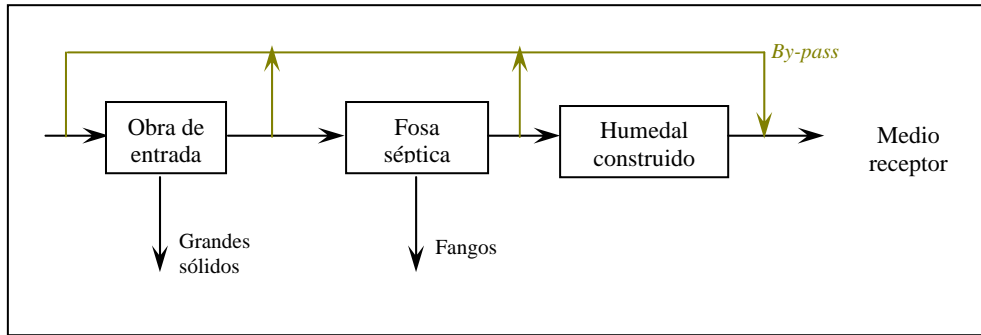


Figura 52. Esquema de tratamiento de la EDAR de Malavado.

Por tanto, los órganos que se encuentran son:

1. **Una obra de entrada** que consiste en un canal donde se encuentra una reja inmóvil constituida por barras de acero.
2. **Una fosa séptica** que es tri-compartimentada y presenta un volumen total de 128m^3 . El primer compartimiento es mayor que los otros dos y tiene como función la decantación, mientras que los otros dos son idénticos y sirven para la digestión de fangos.



Fotografía 18. Obra de entrada y fosa séptica de Malavado (a la izquierda y derecha respectivamente).

3. **Un humedal construido de flujo subsuperficial horizontal** con una superficie de 714m^2 , en cuanto que en el fondo tiene una superficie de $578,2\text{m}^2$. La configuración es idéntica a la de la EDAR de Fataca, con la misma altura y material de lecho, inclinación y impermeabilización.

Una vez conocido el sistema de tratamiento de la EDAR con base al proyecto y después de su visita de campo, las características de la misma referente a los indicadores de sostenibilidad son:

Reutilización del agua residual tratada: No se reutiliza. **Medio receptor:** Ribeira de Bico de Fataca, que se encuentra en las proximidades de la EDAR. **Potencia a alimentar la EDAR:** El flujo del agua residual discurre en todo su tratamiento de forma gravítica. El sistema no comporta costes energéticos a nivel de tratamiento en sí. La potencia prevista en la EDAR es de $3,45\text{ kW}$, destinándose solo a la iluminación exterior. **Productos químicos:** No se utilizan. **Paisaje:** La EDAR se localiza en una zona plana, siendo visible desde la carretera, y se encuentra ligeramente alejada de la población.



Fotografía 19. Vista de la EDAR de Malavado.

Volumen de agua tratada: cada órgano tiene un sistema de by-pass para descargar el agua residual excedente (una vez al año, debido al festival) a la Ribeira. **Fallos:** La fosa séptica se encontraba en mal estado, pues las aguas residuales generadas por las personas que afluyen a uno de los mayores festivales de música que se celebran en Portugal, en Zambujeira, son encaminadas hacia esta EDAR. Por tanto llega tanto caudal que incluso hay grandes sólidos en la fosa séptica. Otro problema que se verificó en la visita fue la inundación en el inicio del humedal, posiblemente por colmatación. **Eliminación de grandes sólidos y grasas:** Se producen una media de dos a tres baldes de 100 litros por semana. **Fangos generados:** Nunca fueron retirados de la fosa séptica, pero una vez más se estimó la cantidad de fangos que se generan si se siguieran las buenas prácticas de operación de la misma. **Reutilización de los fangos:** Como la EDAR no presenta ningún órgano de tratamiento de fangos, éstas son encaminadas hacia una EDAR próxima y que tenga la capacidad de recibir y tratar las mismas. Este transporte es de la competencia de la Camara Municipal de Odemira, a través de un *Jopper* de capacidad de 3000 o 5000 litros. En cuanto a la distancia, ésta es variable conforme a la disponibilidad de las lagunas de deshidratación/filtro de banda de las EDARs más próximas. De todas formas, se considera que la EDAR más próxima y con mayor probabilidad de recibir estas lamas se encuentra a una distancia media de 10 km. El viaje será realizado una vez al año y el coste unitario del transporte es $\frac{1}{4}$ del precio de la gasolina por km (0.25 €/km). **Salario bruto de un operador de la EDAR de Malavado:** Es de 586 €/mes, admitiéndose que dedica el 20% de su tiempo laboral. **Operaciones habituales realizadas por el operario en la EDAR:** Eliminación de los grandes sólidos, limpieza de los órganos y mantenimiento del recinto. **Biodiversidad:** Fueron avistados agujeros en la tierra de los alrededores, pertenecientes a topos. En esta EDAR no fueron avistadas nutrias tal vez debido a que no se encuentra tan próxima a la Ribeira como la EDAR de Fataca. Las especies de macrófitas que se encuentran en este lecho son cañizales de la especie *Typha latifolia*. Así mismo, también se encuentran especies invasoras no identificadas.

CONCELHOS DE PENAMACOR Y SABUGAL.

EDAR DE MEIMÃO

El proyecto de la EDAR de Meimão data de Octubre del 2002, y se localiza en la freguesia de Meimão, Concelho de Penamacor, y sirve a la población de Meimão. En la zona se constata una industria agropecuaria y una fábrica artesanal de queso, por lo que deben tenerse en cuenta los efluentes resultantes a los mismos. El área que ocupa la EDAR es de 4614.88 m².

Tabla 80. Información sobre la freguesia de Meimão. Fuente: INE, 2001.

Área total (km ²)	40.11
Densidad poblacional (hab/km ²)	8.65
Población residente (individuos)	347
Población presente (individuos)	332
Población agrícola (individuos)	272

La población que se considera incluye la población residente, la fluctuante y los habitantes equivalentes asociados a las industrias localizadas en la zona. La evolución de la población fue determinada con base a los censos de 1991 y 2001 y se encuentra en la siguiente tabla. En cuanto a las industrias, se consideró en proyecto constante y cerca del 20% de la población residente. Luego la población proyecto es de 550 habitantes.

Tabla 81. Evolución de la población a servir por la EDAR de Meimão.

	Población		
	2003	2023	2043
Servida (hab.)	336	297	297
Fluctuante (hab.)	136	136	136
Indústrias (hab.eq.)	78	78	78
Total (hab.eq.)	550	211	235

Los caudales de dimensionamiento presentes en el proyecto se encuentran en la tabla siguiente:

Tabla 82. Caudales de dimensionamiento para la EDAR de Meimão.

	Caudal medio (m ³ /día)	Caudal de punta (m ³ /día)	Caudal industrial (m ³ /día)
2003	56.1	240.5	12.9
2023	65.5	290.0	12.9
2043	68.2	304.2	12.9

Se espera que el sistema de tratamiento propuesto conduzca a un efluente con objetivos mínimos de calidad.

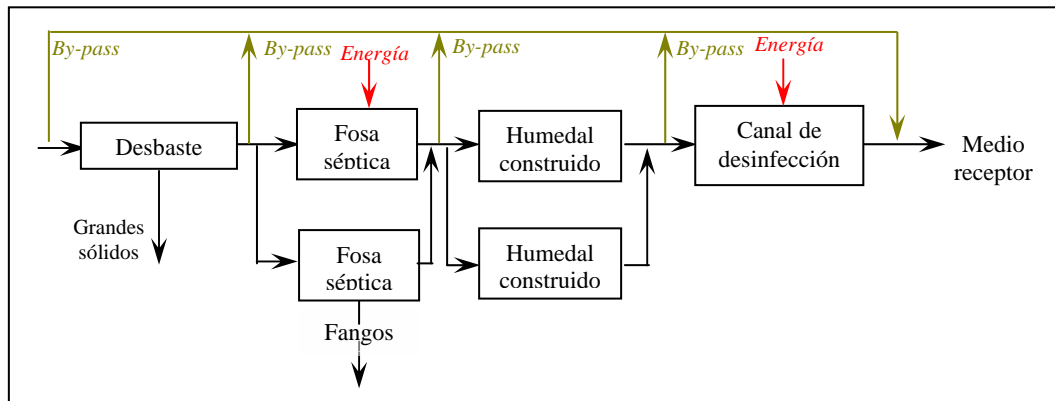


Figura 53. Esquema de tratamiento de la EDAR de Meimão.

Figura 53 muestra el esquema de tratamiento y que consiste en:

1. **Una obra de entrada**, que consiste en un desbaste formado por rejillas de acero de limpieza manual cuyas barras están distanciadas 30 mm y con una inclinación de 50°.
2. **Dos fosas sépticas**, cada una de ellas tricompartmentada, donde el primer compartimiento es mayor que los otros dos y es donde se produce la decantación y los otros dos son iguales y es donde se produce la digestión de los fangos. El volumen útil de cada una de las fosas es de 94,4 m³. Los fangos son eliminados manualmente. Aguas abajo de las fosas sépticas existe una estación elevatoria que permite elevar el caudal de 7 l/s a una altura de 5,20 m para conducirlo y distribuirlo posteriormente a los humedales. La estación elevatoria consiste en dos grupos electrobomba que son sumergibles, siendo uno reserva del otro y con una potencia unitaria de 1 kW.
3. **Dos humedales construidos** de flujo subsuperficial que consiste cada uno de ellos en una plataforma artificial excavada con el fondo impermeabilizado con una geomembrana de polietileno de alta densidad, a partir del cual se colocan espesores de material permeable. En la capa superior se plantan especies botánicas adaptadas a terrenos húmedos, las macrófitas emergentes. Normalmente las especies de macrófitas que se suelen plantar son *Scirpus*, *Phragmites*, *Tipha* e *Iris*; ahora bien, en Portugal, para aumentar la eficiencia se recomienda plantar *Tipha* en la mitad aguas arriba del humedal y en la otra mitad del humedal la especie *Phragmites*. Cada uno de los humedales tiene las mismas siguientes características geométricas: un área superficial unitaria de 700 m², el fondo del lecho tiene una inclinación de 0,5 %, la altura del mismo es de 0,70 m y la relación ancho-largo es de 1,5.
4. **Un canal de desinfección de radiación ultravioleta**, reduciendo así la concentración de microorganismos, donde las lámparas situadas en paralelo tienen una potencia instalada de 0,35 kW.

Es posible proceder a un *by-pass* de toda la EDAR y a cualquier de los órganos de tratamiento como antes de las fosas sépticas, de los humedales y del canal de desinfección. A continuación las características de la EDAR referentes a los indicadores de sostenibilidad son:

Reutilización del agua residual tratada: No. **Medio receptor:** El efluente tratado será descargado en la Ribeira do Arrebetão, que se encuentra en la proximidad de la Albufeira da Meimão, zona de potencial uso de baño, siendo por esta razón que se realiza un tratamiento terciario. **Potencia a alimentar la EDAR:** 7 kW e incluye el equipamiento electromecánico y la iluminación. **Productos químicos:** A través del análisis del proyecto, no se prevé la utilización de productos químicos en el esquema de tratamiento. **Fangos generados:** Para determinar la cantidad de fangos generados anualmente, se consideró que se

eliminan una vez al año y dos tercios del volumen de cada fosa. **Reutilización de los fangos:** Agrícola u otra, todo y que antes deben llevarse a otra EDAR para su tratamiento, aunque el proyecto contemple que podrían ser secas al aire libre en el caso de encontrarse bien digeridas.

EDAR DE AMIAIS

El proyecto de la EDAR de Amiais data de Diciembre de 2002, se localiza en la freguesia de Aldeia de Santo António, Concelho de Sabugal, y sirve las poblaciones de Alagoas, Aldeia de Sto. António, Amiais y Urgueira. En la zona se constata la presencia de una industria destinada a actividades agropecuarias, y otra a la fabricación artesanal de queso, por lo que se debe tener en consideración los efluentes de las mismas. La EDAR tiene un área ocupada de 6100 m².

Tabla 83. Información sobre la freguesia de Aldeia de Santo António. Fuente: INE, 2001.

Área total (km²)	26.31
Densidad populacional (hab/km²)	29.88
Población residente (individuos)	786
Población presente (individuos)	752
Población agrícola (individuos)	183

La población a considerar incluye la población residente, fluctuante y los habitantes equivalentes asociados a las industrias localizadas en la zona. La evolución de la población a ser servida por la EDAR en causa fue determinada con base a los censos de 1991 y 2001 y se encuentra en la tabla siguiente. En cuanto a lo que se refiere a industrias, se consideró, de acuerdo con el proyecto, que su evolución sería constante y cerca del 10 % de la población residente. La EDAR entonces fue dimensionada para 650 habitantes.

Tabla 84. Evolución de la población a servir por la EDAR de Amiais.

	<i>Población</i>		
	2003	2023	2043
Servida (hab.)	381	487	487
Fluctuante (hab.)	68	68	68
Industrias (hab.eq.)	50	50	50
Total (hab.eq.)	449	605	605

Los caudales de proyecto presentan los siguientes valores: caudal medio doméstico 81.1 m³/día, caudal industrial de 6.5 m³/día, y caudal de punta de 407.9 m³/día. Así mismo, se espera que el sistema de tratamiento conduzca a un efluente con unos objetivos mínimos de calidad.

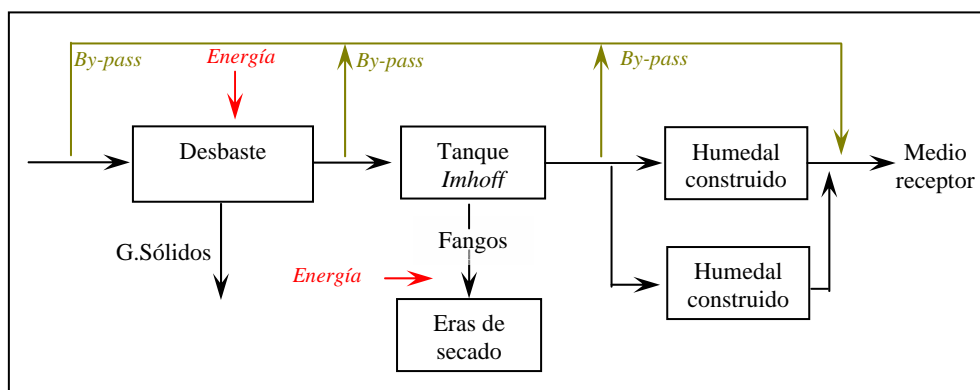


Figura 54. Esquema de tratamiento de la EDAR de Amiais.

La

Figura 54 muestra el sistema de tratamiento, y que consiste en:

1. **Una obra de entrada** que consiste en un desbaste seguido de una elevación de caudal de 4,5 l/s que se realiza este último por medio de dos grupos electrobomba sumergibles, con una potencia unitaria de 1,8 kW y elevando el caudal hasta los 10,40 metros. La eliminación de los grandes sólidos es manual y la distancia entre barras de la reja es de 50 mm.

2. **Un tanque Imhoff** que presenta un compartimento dedicado a la decantación y otro dedicado a la digestión de los fangos. El volumen de decantador es de 25,50 m³, mientras que el de digestión es de 48,56 m³. El área superficial de este órgano es de 13,91 m². A continuación el efluente se divide por los humedales construidos. Los fangos acumulados en el tanque Imhoff son encaminados hacia las eras de secado, sin embargo, estos necesitan de ser elevados puesto que el desnivel que hay entre el tanque y las eras no es suficiente para que su transporte sea gravítico. La estación elevatoria de fangos consta de dos grupos electrobomba, siendo uno reserva del otro, con una potencia unitaria de 0,4 kW, elevando un caudal de fangos de 3,5 l/s a una altura de 4m.
3. **Dos humedales construidos** idénticos de flujo subsuperficial con las siguientes características geométricas: una área superficial total (de los dos humedales) de 1851 m², una inclinación de 0,5%, una altura de 0,7m y una relación largo-ancho de 1,5.
4. **Cinco eras de secado** que permiten reducir la humedad de los fangos provenientes del tanque Imhoff. La capacidad total es de 7,61 m³ con dimensiones de 3.9 m de longitud por 1.95 m de ancho.

Es posible proceder a un *by-pass* de toda la EDAR y a cualquier de los órganos de tratamiento como antes de la fosa séptica, y de los humedales. A continuación se aplican los indicadores a esta EDAR en concreto:

Reutilización del agua residual tratada: No. **Medio receptor:** El efluente tratado será descargado en una línea de agua afluyente al Río Cõa. **Potencia a alimentar la EDAR:** 7 kW e incluye el equipamiento electromecánico y la iluminación. **Productos químicos:** A través del análisis del proyecto, no se prevé la utilización de productos químicos en el esquema de tratamiento. **Fangos generados:** Para determinar la cantidad de fangos generados anualmente, se consideró que la cantidad de fangos digeridos es de 0,26 l/hab.día. **Reutilización de los fangos:** Agrícola u otra.

CONCELHOS DE FUNDÃO Y VISEU.

EDAR DE BARROCA

El proyecto data de Febrero del 2003, se localiza en la freguesia de Barroca, Concelho de Fundão, y sirve a la población de Barroca. En la zona se constata la presencia de industrias destinadas al ganado y a la fabricación artesanal de queso por lo cual deben tenerse en cuenta los afluentes de las mismas. La EDAR tiene un área de 2733.69 m².

Tabla 85. Información sobre la freguesia de Barroca. Fuente: INE, 2001.

Área total (km ²)	23.10
Densidad poblacional (hab/km ²)	27.45
Población residente (individuos)	634
Población presente (individuos)	629
Población agrícola (individuos)	345

La población a considerar incluye la población residente, fluctuante y los habitantes equivalentes asociados a las industrias localizadas en la zona. La evolución de la población, tanto residente como fluctuante, a servir por la EDAR fue determinada con base a los censos de 1991 y 2001 y se encuentra en la

Tabla 86. En cuanto a las industrias se consideró, con base al proyecto que su evolución sería constante y cerca del 20% de la. Así, la EDAR fue dimensionada para una población de 500 habitantes.

Tabla 86. Evolución de la población a servir por la EDAR de Barroca.

	Población		
	2003	2023	2043
Servida (hab.)	276	250	250
Fluctuante (hab.)	69	69	69
Industrias (hab.eq.)	55	55	55
Total (hab.eq.)	400	374	374

Los caudales de proyecto presentan los siguientes valores: el caudal medio doméstico de 48.6 m³/día; el caudal industrial de 7.2 m³/día; y el caudal de punta de 267.1 m³/día.

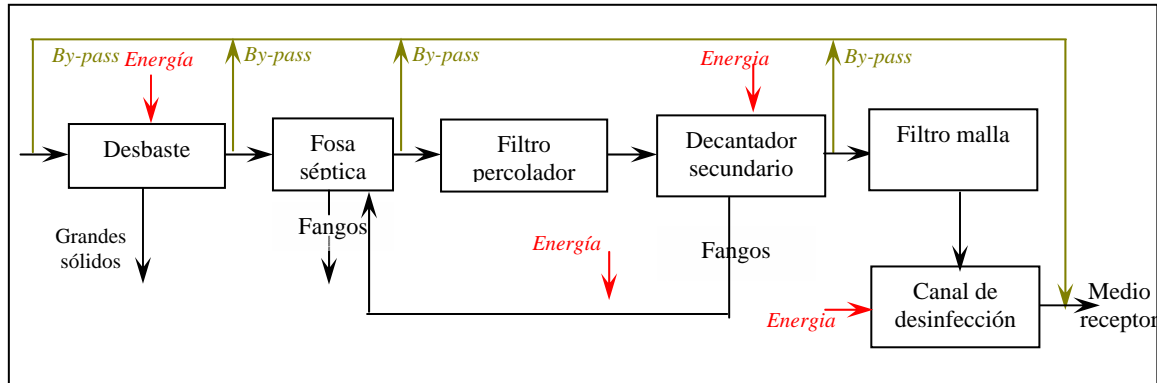


Figura 55. Esquema de tratamiento de la EDAR de Barroca.

El esquema de tratamiento consiste en:

1. **Una obra de entrada** que consiste en dos canales con rejillas, siendo una principal que tiene desbaste mecánico con una potencia instalada de 0,37 kW y la otra de reserva.
2. **Una fosa séptica.** La fosa séptica es tricompartmentada. El primer compartimiento es mayor que los restantes y tiene como función la decantación, y los otros dos son idénticos y se destinan a la digestión de los fangos. Los fangos que se retiran de la fosa se realiza de forma manual. El proyecto aconseja que todo y que los fangos pueden deshidratarse al aire libre en el caso de encontrarse bien digeridas, estas deben ser transportadas hacia una EDAR próxima que disponga de tratamiento de fangos.
3. **Un filtro percolador de baja carga,** puesto que la carga del afluente a la EDAR es pequeña y no tiene recirculación. Está constituido por un cilindro de hormigón relleno de material granular con la granulometría siguiente: en la capa inferior gravilla entre 0,10 y 0,15 m, en la capa intermedia gravilla entre 0,05 y 0,08 m y en la capa superior gravilla entre 0,08 y 0,10 m. El distribuidor de agua residual se encuentra en la superficie del filtro y rota de manera que garantiza un caudal mínimo y una carga hidráulica adecuada. La ventilación del filtro es natural, y presenta un área superficial de 66,77 m² y un volumen total de 139,31 m³.
4. **Un decantador secundario.** Se encuentra después del filtro percolador garantizando la calidad adecuada del afluente tratado. Dispone de un sistema de extracción de fangos, que funciona con presión hidrostática y después éstos son conducidos, a través de una estación elevatoria que dispone de un grupo sumergible de potencia 1,4 kW, a la fosa séptica para su digestión anaerobia. El caudal de recirculación es de 3,1 l/s con una altura de elevación de 7,75 m. Sin embargo, según el diseño del cuadro eléctrico general, la potencia asociada a una bomba de esta estación elevatoria es de 1,8 kW. Existen dos grupos electrobomba, siendo uno reserva mecánica del otro. El efluente tratado es conducido hacia un tratamiento de desinfección. El decantador tiene un área de 1,34 m² y un volumen total de 18.36 m³.
5. **Un filtro malla y un canal de desinfección,** es el tratamiento terciario de esta EDAR. El efluente debe ser elevado en este tratamiento mediante estaciones elevatorias. Para elevar el caudal efluente de 3,1 l/s del decantador secundario hacia el tratamiento de desinfección se necesita una altura de elevación de 36.85 m, por lo que se necesita de una potencia sumergible de 1.5 Kw. Sin embargo, de acuerdo con el cuadro eléctrico general, la potencia asociada a una bomba de esta estación elevatoria es de 5,5 kW. Existen dos grupos electrobomba, siendo uno reserva mecánica del otro. La desinfección por radiación ultravioleta es precedida de un filtro malla, con el objetivo de asegurar concentraciones de sólidos suspensos en el efluente decantado inferiores a los 40 mg/l. La desinfección que se da en el canal mediante fluorescentes UV asegura a continuación una reducción de los microorganismos patógenos. Éstos se colocan en paralelo y tienen una potencia de desinfección de 0.35 kW.

En cuanto a la aplicación de los indicadores:

Reutilización del agua residual tratada: No. **Medio receptor:** El efluente es descargado a un afluente del Río Zêzere. **Potencia a alimentar la EDAR:** 7 kW, destinándose a la iluminación y al equipamiento electromecánico. **Productos químicos:** A través del análisis del proyecto, no se prevé la utilización de productos químicos en el esquema de tratamiento. **Fangos generados:** Con el objetivo de determinar la cantidad de fangos que se generan anualmente en la fosa séptica, se consideró que la periodicidad de las

descargas de fangos de la fosa séptica son anuales y son eliminados 2/3 del volumen de la fosa séptica. **Reutilización de los fangos:** Agrícola o otros.

EDAR DE SILVARES

El proyecto de la EDAR de Silvares data de Febrero de 2003, y se localiza en la freguesia de Silvares, Concelho de Fundão, y se encarga de servir a la población de Silvares. La EDAR sirve también industrias que se localizan en la zona. La tasa geométrica de la evolución de la población en el período de exploración de la EDAR se consideró en una primera fase negativa y después nula, tal como se puede observar en la Tabla 88. Al mismo tiempo, la contribución industrial se expresa en habitantes equivalentes. La EDAR fue dimensionada para una población de proyecto de 1500 habitantes.

Tabla 87. Información sobre la freguesia de Silvares. Fuente: INE, 2001.

Área total (km ²)	20.25
Densidad poblacional(hab/km ²)	54.53
Población residente (individuos)	1104
Población presente (individuos)	1033
Población agrícola (individuos)	270 ^a

Tabla 88. Evolución de la población a servir por la EDAR de Silvares.

Población	Población (hab.)			Población Fluctuante (hab.)	Población Industrial (hab.eq.)
	2003	2023	2043		
Silvares (Total)	941	927	927	225	131

Los caudales de dimensionamiento presentes en el proyecto se encuentran en la Tabla 89.

Tabla 89. Caudales de dimensionamiento para la EDAR de Silvares.

	Verano			Caudal de punta (m ³ /día)	Invierno			Caudal de punta (m ³ /día)
	Caudal medio (m ³ /día)				Caudal medio (m ³ /día)			
	Doméstico	Industrial	Total		Doméstico	Industrial	Total	
2043	187	17	204	601	169	17	186	743

Se espera que el sistema de tratamiento propuesto a nivel de proyecto, y considerando la legislación en vigor, consiga un efluente con los siguientes objetivos mínimos de calidad

- Concentración em DBO₅ (mg/L).....≤ 25; Concentración de DQO (mg/L).....≤ 125
- Concentración de SST (mg/L)..... ≤ 15; Coliformes fecales (NMP/100 ml)..... ≤ 100

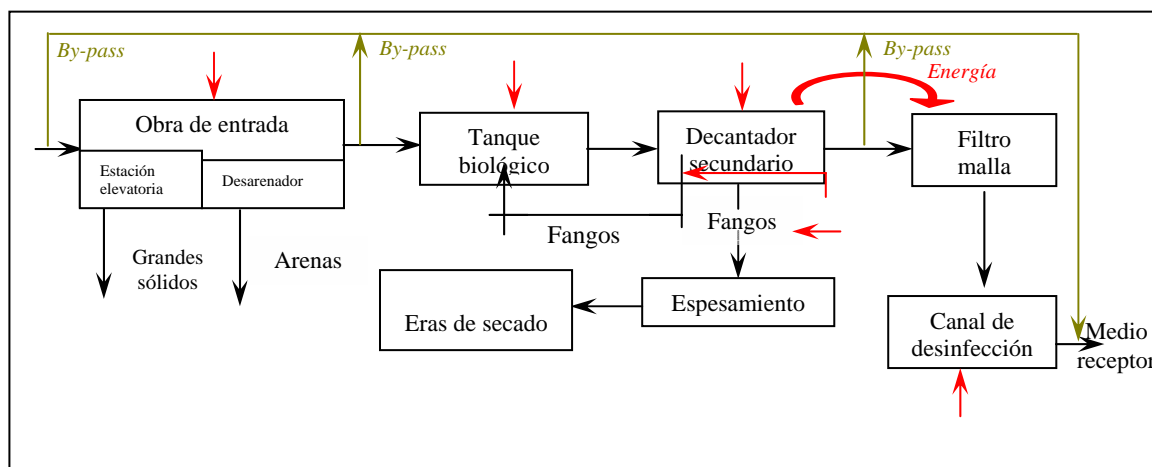


Figura 56. Esquema de tratamiento de la EDAR de Silvares.

El esquema de tratamiento, y que consiste en:

1. **Una obra de entrada** que consiste en un desbaste, seguida de una elevación de caudal, un desarenador y un medidor de caudal, por este orden. El desbaste para la eliminación de grandes sólidos es manual. La estación elevatoria consiste en dos grupos electrobomba sumergibles siendo uno reserva del otro. Se pretende elevar un caudal de 8,6 l/s a una altura de elevación de 6,75 m, por lo que la potencia unitaria de los grupos electrobomba de **1,4 kW**. Después de la elevación le sigue un desarenador en forma de canal de longitud 3,28 m, anchura 0,3 m y altura 0,5 m que presenta paredes inclinadas y que recoge en el fondo las arenas sedimentadas. Los sólidos grandes, las arenas son destinados a vertedero.
2. **Un tanque de biológico** que se encarga de la eliminación de la materia orgánica y de los procesos de nitrificación y desnitrificación. Es de geometría rectangular con el objetivo de implantar el decantador a través de la construcción una pared común y de minimizar el espacio ocupado. El área y volumen útil es de 90 m² y 360 m³. Los aireadores son sumergibles y radiales. Existen dos con una potencia unitaria de 11 kW, lo que corresponde a una potencia total instalada en aireadores de **22 kW**.
3. **Un decantador secundario** que dispone de un sistema de extracción de fangos que funciona hidrostáticamente. Después una fracción es conducida por medio de una estación elevatoria hacia el espesamiento y posterior deshidratación y la otra fracción es conducida gravíticamente para la estación elevatoria de recirculación de fangos donde luego se dirigen al tanque biológico. El caudal de fangos a recircular es de 3,6 l/s con una altura de elevación de 9 metros y para ello se necesita de un equipamiento (existen dos grupos electrobomba, siendo uno reserva del otro) con una potencia de **1 kW**. Con este tipo de tratamiento biológico implementado en esta EDAR, permite prescindir de la decantación primaria y obtener los fangos ya mineralizados, que podrán entonces ser fácilmente espesados y deshidratados, sin la necesidad de la digestión anaerobia de los mismos. El decantador secundario presenta un área superficial de 28,1 m² y un volumen de 63,79 m³. El caudal del efluente decantado a elevar por la estación elevatoria del decantador hacia la desinfección es de 8,6 l/s, y su altura es de 36,5 m, por lo cual se necesita de una potencia de **4,3 kW** que se da con dos grupos electrobomba sumergibles, siendo uno reserva mecánica del otro.
4. **Un filtro de malla y un canal de desinfección** que tienen como finalidad el primero de asegurar concentraciones de sólidos suspensos en el efluente decantado inferiores a 30-40 mg/l, y el segundo la reducción de microorganismos patogénicos. Este último consiste en un canal donde disponen de lámparas de UV en paralelo. La potencia que se necesita en la desinfección es de **0,4 kW**.
5. El tratamiento de los fangos mediante **espesamiento por gravedad** seguido de **eras de secado**. Los lixiviados del tratamiento de fangos son reconducidos a la estación elevatoria con el fin de ser debidamente depurados en la línea de tratamiento de agua. El espesamiento de los fangos tiene como finalidad eliminar la fracción líquida del fango, pudiéndose reducir hasta 2-3 veces del volumen inicial. El espesador tiene un área útil de 7,07 m² y un volumen de 20,26 m³ cuanto a las eras de secado, la EDAR dispone de diez con una capacidad de 54 m³ con una superficie de 9 m de ancho por 3 m de largo

Es posible proceder a un *by-pass* tanto en la totalidad de la EDAR, antes de la obra de entrada, como antes del tanque biológico y de la desinfección. A continuación se presentan los indicadores de sostenibilidad aplicados a esta EDAR:

Medio receptor: El efluente es descargado en la Ribeira do Moinho, afluente del Río Zêzere. Debido a que la descarga se realiza próxima al Río Zêzere, se necesita desinfectar el efluente, ya que el medio receptor es una zona sensible por razones de abastecimiento de agua en la zona. **Potencia a alimentar la EDAR:** 35 kW (incluye la potencia dedicada al equipamiento electromecánico y a la iluminación).

Productos químicos: A través del análisis del proyecto, no se prevé la utilización de productos químicos en el esquema de tratamiento. **Reutilización de los fangos:** Agrícola o otra.

EDAR DE GALIFONGE.

El proyecto de la EDAR de Galifonge data de Marzo del 2000, y se localiza en la freguesia de Lordosa, en el Concelho de Viseu, y sirve a las poblaciones de Galifonge y de Paçô. El área que ocupa la EDAR es de 2620 m².

Tabla 90. Información sobre la freguesia de Lordosa. Fuente: INE, 2001.

Área total (km ²)	22.31
Densidad poblacional (hab/km ²)	84.44

Población residente (individuos)	1884
Población presente (individuos)	1897
Población agrícola (individuos)	511

La evolución de la población que sirve la EDAR fue determinada considerando, con base al proyecto, una tasa geométrica de 0,5 %, basándose en censos de 1991. Consecuentemente, la EDAR fue dimensionada para una población de proyecto de 550 habitantes.

Tabla 91. Evolución de las poblaciones de la freguesia de Lordosa.

Freguesia	Poblaciones	Población (hab.)			
		1991	2000	2020	2040
Lordosa	Fermentelos	153	160	177	195
	Galifonge	193	202	223	246

Los caudales de proyecto para las poblaciones de esta freguesia, se encuentran en la Tabla 92.

Tabla 92. Caudales de dimensionamiento para la EDAR de Galifonge.

Freguesia	Población	Caudal medio (l/s)		Caudal de punta (l/s)	
		2000	2040	2000	2040
Lordosa	Fermentelos	0.13	0.24	0.65	1.42
	Galifonge	0.16	0.30	0.82	1.80

Además, se espera que el sistema de tratamiento conduzca a un efluente con las siguientes características:
 Concentración de CBO5 (mg/l)..... ≤ 25
 Coliformes Fecales ≤ 10³/100 ml

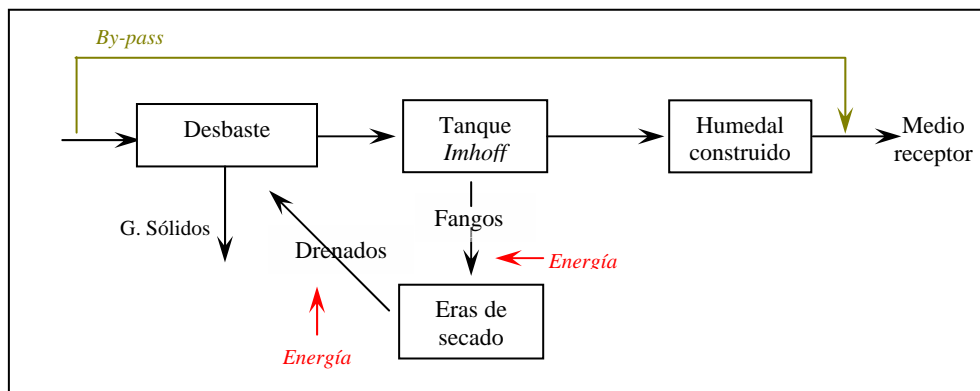


Figura 57. Esquema de tratamiento de la EDAR de Galifonge.

El esquema de tratamiento, tal como puede observarse en la Figura 57, consta de:

1. **Una obra de entrada** que consiste en un desbaste formado por rejillas de acero de limpieza manual cuyas barras están distanciadas 30 mm y con una inclinación de 50°.
2. Le sigue **un tanque Imhoff**, que presenta un compartimiento destinado a la decantación de los fangos con un volumen de 18,26 m³ y otro a la digestión con un volumen de 41,09 m³. El área superficial del órgano de 10,01 m² y cuyos fangos, una vez digeridos son encaminados hacia las eras de secado. Para ello se deben elevar los fangos del tanque mediante una estación elevatoria, puesto que el desnivel entre el tanque Imhoff y las eras de secado no es suficiente para que el transporte sea gravítico. Esta estación elevatoria comprende dos grupos electrobomba que son sumergibles, siendo uno reserva del otro, y con una potencia unitaria de 1 kW. El caudal de fangos a elevar es de 5 l/s y la altura de elevación es de 6 m
3. **Un humedal construido** de flujo subsuperficial que consiste en una plataforma artificial excavada con el fondo impermeabilizado con una geomembrana de polietileno de alta densidad, a partir del cual se colocan espesores de material permeable. En la capa superior se plantan especies botánicas adaptadas a terrenos húmedos, las macrófitas emergentes. Normalmente las especies de macrófitas que se suelen plantar son *Scirpus*, *Phragmites*, *Tipha* e *Iris*; ahora bien, en Portugal, para aumentar la eficiencia se recomienda plantar *Tipha* en la mitad aguas arriba del humedal y en la otra mitad del

humedal la especie *Phragmites*. Este humedal tiene las siguientes características geométricas: un área superficial de 1562 m², el fondo del lecho tiene una inclinación de 2,8 %, la altura del mismo es de 0,85 m y la relación ancho largo es de 2,22.

4. **Cuatro eras de secado** donde el fango se deshidrata por la evaporación y infiltración del agua por el fondo de las eras, compuestos por una capa de arena seguida por una de gravilla. Tienen una capacidad de 6,56 m³ y presentan una longitud de 4,1 m y un ancho de 2 m. La EDAR incluye además una estación elevatoria con una potencia de 1 kW que dirige los lixiviados de las eras hacia la obra de entrada para su posterior tratamiento con el resto de aguas residuales.

Es posible proceder a un *by-pass* de toda la EDAR. A continuación se describe información para los indicadores a esta EDAR en concreto:

Reutilización del agua residual tratada: No. **Medio receptor:** Una línea de agua cerca de la EDAR. **Potencia a alimentar la EDAR:** 5,65 kW (estimada) e incluye el equipamiento electromecánico y la iluminación. **Productos químicos:** A través del análisis del proyecto, no se prevé la utilización de productos químicos en el esquema de tratamiento. **Fangos generados:** Para su cálculo se considera un volumen de fangos digeridos de 0,26 l/hab.día. **Reutilización de los fangos:** Agrícola o otra.

EDAR DE LUSTOSA

El proyecto de la EDAR de Lustosa data de diciembre del 2002, y se localiza en la freguesia de Ribafeita y sirve a la población de Lustosa. El área ocupada por la EDAR es de 4125 m².

Tabla 93. Información sobre la freguesia de Ribafeita. Fuente: INE, 2001.

Área total (km²)	18.2
Densidad populacional (hab/km²)	80.64
Población residente (individuos)	1461
Población presente (individuos)	1417
Población agrícola (individuos)	466

La evolución de la población e la freguesia donde se encuentra la EDAR fue determinada considerando una tasa geométrica de 0.5%, basada en los valores de los censos de 1991. Por tanto la EDAR fue dimensionada para una población de 800 habitantes.

Tabla 94. Evolución de las poblaciones de la freguesia de Ribafeita.

<i>Freguesia</i>	<i>Poblaciones</i>	<i>Población (hab.)</i>			
		<i>1991</i>	<i>2000</i>	<i>2020</i>	<i>2040</i>
Ribafeita	Lustosa	595	622	688	760
	Ribafeita	268	280	310	342
	Casal	164	172	190	209
	Gumiei	283	296	327	361

Los caudales de proyecto se encuentran resumidos en la Tabla 95:

Tabla 95. Caudales de dimensionamiento para la EDAR de Lustosa.

<i>Freguesia</i>	<i>Población</i>	<i>Caudal medio (l/s)</i>		<i>Caudal punta (l/s)</i>	
		<i>2000</i>	<i>2040</i>	<i>2000</i>	<i>2040</i>
Ribafeita	Lustosa	0.5	0.92	1.97	4.32
	Ribafeita	0.23	0.42	1.14	2.39
	Casal	0.14	0.25	0.69	1.53

Además, teniendo en consideración la legislación, se espera que el tratamiento propuesto cumpla los siguientes objetivos mínimos de calidad:

Concentración de DBO5 (mg/l)..... ≤ 25
Coliformes Fecales ≤ 10³/100 ml

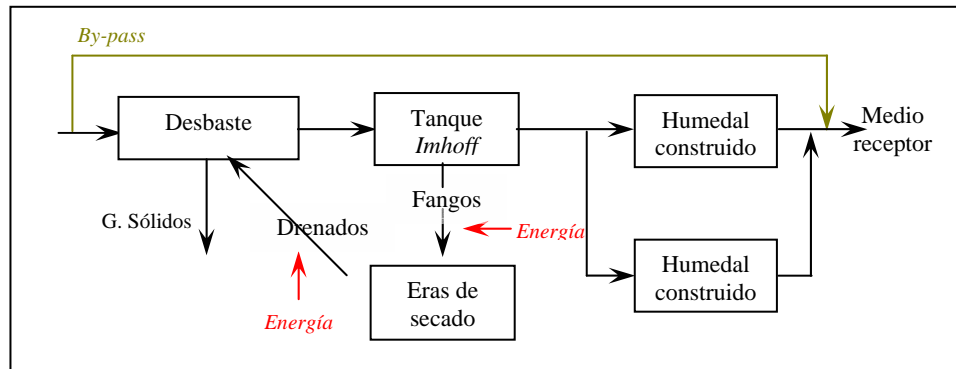


Figura 58. Esquema de tratamiento de la EDAR de Lustosa.

El esquema de tratamiento consiste en:

1. **Una obra de entrada** que consiste en un desbaste mediante rejas de limpieza manuales, separadas con una distancia de 30 mm y con una inclinación de 50°.
2. Le sigue **un tanque Imhoff** que consta de un compartimiento destinado a la decantación y otro a la digestión de fangos con un volumen de 24,26 m³ y 59,76 m³ respectivamente. El área superficial es de 13,01 m². Los fangos acumulados en el tanque son encaminados hacia las eras de secado mediante una estación elevatoria con dos grupos electrobomba sumergibles, siendo uno reserva del otro y con una potencia unitaria de 1 kW, puesto que el desnivel no es suficiente para que el transporte sea gravítico. El caudal de fangos a elevar a una altura de 6 m es de 5 l/s.
3. **Dos humedales construidos** de flujo subsuperficial, donde el caudal se reparte por igual en cada uno de ellos. Son idénticos y consisten cada uno de ellos en una plataforma artificial excavada con el fondo impermeabilizado con una geomembrana de polietileno de alta densidad, a partir del cual se colocan espesores de material permeable. En la capa superior se plantan especies botánicas adaptadas a terrenos húmedos, las macrófitas emergentes. Normalmente las especies de macrófitas que se suelen plantar son *Scirpus*, *Phragmites*, *Tipha* e *Iris*; ahora bien, en Portugal, para aumentar la eficiencia se recomienda plantar *Tipha* en la mitad aguas arriba del humedal y en la otra mitad del humedal la especie *Phragmites*. Los dos humedales son idénticos, con un área superficial unitaria de 961 m², el fondo del lecho tiene una inclinación de 2,15 %, la altura del mismo es de 0,85 m y la relación ancho largo es de 1,27.
4. **Cinco eras de secado** donde el fango se deshidrata por la evaporación y infiltración del agua por el fondo de las mismas, compuestas por una capa de arena seguida por una de gravilla. Tienen una capacidad de 9,68 m³ y presentan una longitud de 4,4 m y un ancho de 2,2 m. La EDAR incluye además una estación elevatoria con una potencia de 1 kW que dirige los lixiviados de las eras de secado hacia la obra de entrada para su posterior tratamiento con el resto de aguas residuales.

Es posible proceder a un *by-pass* de toda la EDAR. A continuación describe información útil para los indicadores a esta EDAR en concreto:

Reutilización del agua residual tratada: No. **Medio receptor:** Una línea de agua próxima a la EDAR. **Potencia a alimentar la EDAR:** 5,65 kW (estimada) e incluye el equipamiento electromecánico y la iluminación. **Productos químicos:** A través del análisis del proyecto, no se prevé la utilización de productos químicos en el esquema de tratamiento. **Fangos generados:** Para su cálculo se considera un volumen de fangos digeridos de 0,26 l/hab.día. **Reutilización de los fangos:** Agrícola o otra.

EDAR DE RIBAFEITA.

El proyecto de la EDAR de Ribafeita data de Diciembre del 2002, y se localiza en la freguesia de Ribafeita sirviendo a las poblaciones de Ribafeita, Casal y Seganhos. El área ocupada por la EDAR es de 2325 m².

Los datos de la población referentes a la freguesia, así como la evolución de la población para dimensionar la EDAR considerando una tasa geométrica de 0.5% y basándose en censos de 1991; y los caudales de proyecto se encuentran en una tabla de la EDAR de Lustosa. La EDAR es dimensionada para una población de proyecto de 800 habitantes.

Teniendo en cuenta la legislación en vigor se espera que el sistema de tratamiento propuesto, cumpla con los siguientes objetivos mínimos de calidad:

Concentración de CBO5 (mg/l)..... ≤ 25
Coliformes Fecales $\leq 10^3/100$ ml

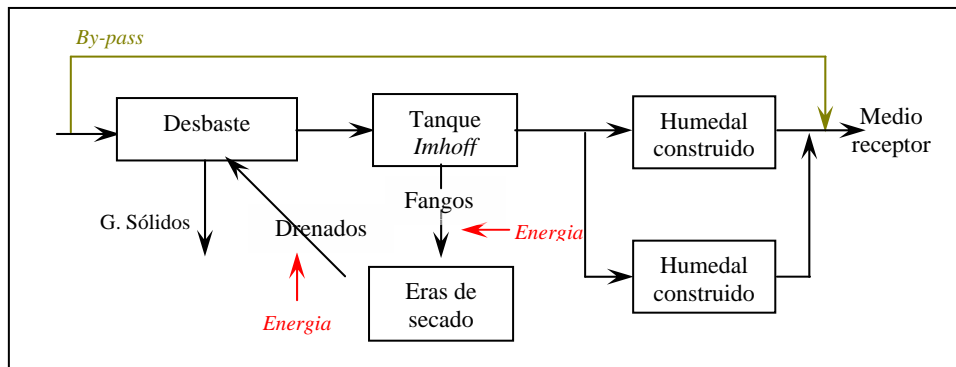


Figura 59. Esquema de tratamiento de la EDAR de Ribafeita.

El esquema de tratamiento, tal como se puede observar en la Figura 59 consiste en:

5. **Una obra de entrada** que consiste en un desbaste mediante rejas de limpieza manuales, separadas con una distancia de 30 mm y con una inclinación de 50°.
6. Le sigue **un tanque Imhoff** que consta de un compartimiento destinado a la decantación y otro a la digestión de fangos con un volumen de 24,26 m³ y 59,76 m³ respectivamente. El área superficial es de 13,01 m². Los fangos acumulados en el tanque son encaminados hacia las eras de secado mediante una estación elevatoria con dos grupos electrobomba sumergibles, siendo uno reserva del otro y con una potencia unitaria de 1 kW, puesto que el desnivel no es suficiente para que el transporte sea gravítico. El caudal de fangos a elevar a una altura de 6 m es de 5 l/s.
7. **Dos humedales construidos** de flujo subsuperficial, donde el caudal se reparte por igual en cada uno de ellos. Son idénticos y consisten cada uno de ellos en una plataforma artificial excavada con el fondo impermeabilizado con una geomembrana de polietileno de alta densidad, a partir del cual se colocan espesores de material permeable. En la capa superior se plantan especies botánicas adaptadas a terrenos húmedos, las macrófitas emergentes. Normalmente las especies de macrófitas que se suelen plantar son *Scirpus*, *Phragmites*, *Tipha* e *Iris*; ahora bien, en Portugal, para aumentar la eficiencia se recomienda plantar *Tipha* en la mitad aguas arriba del humedal y en la otra mitad del humedal la especie *Phragmites*. Los dos humedales son idénticos, con un área superficial unitaria de 961 m², el fondo del lecho tiene una inclinación de 2,15 %, la altura del mismo es de 0,85 m y la relación ancho largo es de 1,27.
8. **Cinco eras de secado** donde el fango se deshidrata por la evaporación y infiltración del agua por el fondo de las eras, compuestos por una capa de arena seguida por una de gravilla. Tienen una capacidad de 9,68 m³ y presentan una longitud de 4,4 m y un ancho de 2,2 m. La EDAR incluye además una estación elevatoria con una potencia de 1 kW que dirige los lixiviados de las eras hacia la obra de entrada para su posterior tratamiento con el resto de aguas residuales.

Es posible proceder a un *by-pass* de toda la EDAR. A continuación se describe información útil para los indicadores a esta EDAR en concreto:

Reutilización del agua residual tratada: No. **Medio receptor:** Una línea de agua próxima a la EDAR. **Potencia a alimentar la EDAR:** 5,65 kW (estimada) e incluye el equipamiento electromecánico y la iluminación. **Productos químicos:** A través del análisis del proyecto, no se prevé la utilización de productos químicos en el esquema de tratamiento. **Fangos generados:** Para su cálculo se considera un volumen de fangos digeridos de 0,26 l/hab.día. **Reutilización de los fangos:** Agrícola o otra.