

## ANEJO Nº 10 – DISEÑO DEL PROCESO DE TRATAMIENTO

## ÍNDICE

<b>1.</b>	<b>DIMENSIONAMIENTO DEL PROCESO DE DEPURACIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1	DATOS DE PARTIDA.....	1
1.1.1	<i>Población, caudales y contaminación .....</i>	<i>1</i>
1.1.2	<i>Calidad exigida al efluente .....</i>	<i>1</i>
1.2	DEFINICIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA .....	1
1.2.1	<i>Pretratamiento.....</i>	<i>1</i>
1.2.2	<i>Humedales artificiales.....</i>	<i>2</i>
<b>2.</b>	<b>JUSTIFICACIÓN DE MATERIALES PARA CANALIZACIONES .....</b>	<b>6</b>
2.1	POLICLORURO DE VINILO NO PLASTIFICADO (PVC-U).....	6
2.2	POLICLORURO DE VINILO ORIENTADO (PVC-O) .....	6
2.3	ACERO INOXIDABLE .....	7
2.4	POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD CORRUGADO DE DOBLE PARED RANURADA .....	7

## 1. DIMENSIONAMIENTO DEL PROCESO DE DEPURACIÓN

### 1.1 DATOS DE PARTIDA

Los datos de partida a considerar en el dimensionamiento del proceso de tratamiento de la EDAR objeto de este proyecto se indican a continuación.

#### 1.1.1 POBLACIÓN, CAUDALES Y CONTAMINACIÓN

Se resumen a continuación los datos iniciales recogidos en anejos anteriores.

	AAVV Y EDAR ESCAÑUELA			
	Año 2020		Año horizonte (2045)	
	Invierno	Verano	Invierno	Verano
<b>Población</b>				
Población (hab)	953	1.192	989	1.237
<b>Caudales</b>				
Dotación saneamiento (l/hab x día)	250	250	250	250
Caudal diario (m <sup>3</sup> /día)	238,25	298,00	247,25	309,25
Caudal medio (m <sup>3</sup> /hora)	9,93	12,42	10,30	12,89
(l/s)	2,76	3,45	2,86	3,58
Factor punta adoptado	2,40	2,40	2,40	2,40
Caudal punta biológico (m <sup>3</sup> /hora)	23,83	29,80	24,73	30,93
(l/s)	6,62	8,28	6,87	8,59
Coefficiente caudal máximo	5	5	5	5
Caudal máximo pretratamiento (m <sup>3</sup> /hora)	49,64	62,08	51,51	64,43
(l/s)	13,79	17,25	14,31	17,91
<b>DBO<sub>5</sub></b>				
Carga unitaria (gr/hab x día)	73,75	73,75	73,75	73,75
Carga (kg/día)	70,28	87,91	72,94	91,23
Concentración (mg/l)	295	295	295	295
<b>DQO</b>				
Carga unitaria (gr/hab x día)	133,50	133,50	133,50	133,50
Carga (kg/día)	127,23	159,13	132,03	165,14
Concentración (mg/l)	534	534	534	534
<b>SS</b>				
Carga unitaria (gr/hab x día)	60	60	60	60
Carga (kg/día)	57,18	71,52	59,34	74,22
Concentración (mg/l)	240	240	240	240
<b>Nitrógeno NTK</b>				
Carga unitaria (gr/hab x día)	16,00	16,00	16,00	16,00
Carga (kg/día)	15,25	19,07	15,82	19,79
Concentración (mg/l)	64	64	64	64
<b>Fósforo</b>				
Carga unitaria (gr/hab x día)	1,65	1,65	1,65	1,65
Carga (kg/día)	1,57	1,96	1,63	2,03
Concentración (mg/l)	6,58	6,58	6,58	6,58
Temperatura °C	12	25	12	25

#### 1.1.2 CALIDAD EXIGIDA AL EFLUENTE

Los requisitos que deben cumplir los vertidos como de aguas residuales urbanas, para que sean conformes a lo dispuesto en la Directiva 91/271/CEE se indican en el siguiente cuadro:

Parámetros	Concentración	Porcentaje mínimo de reducción (b)
DBO <sub>5</sub> (c) (a 20° C sin nitrificación)	25 mg/L O <sub>2</sub>	70-90 %
DQO	125 mg/L O <sub>2</sub>	75 %
Total sólidos en suspensión	35 mg/L (d)	90 % (d)

### 1.2 DEFINICIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

Analizando toda la documentación y bibliografía de referencia, principalmente el "Pliego de bases técnicas para diseño y construcción de estaciones depuradoras de aguas residuales" publicado por la Agencia de Medio Ambiente y Agua de la actual Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible (anterior Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio), se ha considerado la siguiente propuesta:

- Pretratamiento
- Humedales artificiales de Flujo Subsuperficial

#### 1.2.1 PRETRATAMIENTO

Las aguas residuales urbanas antes de su depuración, propiamente dicha, se someten a una etapa de Pretratamiento, que consta de una serie de operaciones físicas y mecánicas, que tienen por objeto separar de estas aguas la mayor cantidad posible de materias (sólidos gruesos, arenas, grasas) que, por su naturaleza o tamaño, pueden dar lugar a problemas en las etapas posteriores del tratamiento.

Previo al pretratamiento, se dispondrá una arqueta de llegada que contará con un aliviadero para derivar el exceso de caudales o usarlo como by-pass de la instalación en caso necesario. A la salida de dicha arqueta, se dispondrá una compuerta manual que evite la entrada de las aguas residuales.

Seguidamente a la arqueta de llegada se dispondrá un canal de hormigón armado HA-30/P/20IV+Qb en el que se instalará un caudalímetro tipo Parshall MCP 2" o similar que registre los datos de caudal de entrada.

Entre el canal del caudalímetro y la entrada al pretratamiento, se dispondrá una arqueta dotada con dos compuertas manuales de manera que pueda interrumpirse el paso de las aguas residuales al pretratamiento y pueda pasar por la línea de by-pass

del pretratamiento, la cual estará dotada por un conjunto prefabricado de rejillas de finos y gruesos, y volverá a conectar con la arqueta de alivio tras el pretratamiento.

Aunque se dispondrá de una estación de bombeo de aguas residuales para la llegada de las mismas hasta la entrada al pretratamiento y éstas estarán libres de gruesos, el Pretratamiento será completo y constará de:

- Desbaste
- Desarenado
- Desengrasado

Para el Pretratamiento en este caso se ha optado por una unidad/planta compacta (fabricada en acero inoxidable) tipo Huber Rotamat Ro5 20 Ro9 400/3 3452 o similar, la cual es capaz de soportar un caudal máximo unitario de 20 l/s y una concentración máxima de sólidos filtrables de 350 mg/l. Consta de una línea principal de trabajo, con capacidad para 5 veces el caudal medio en el año horizonte. Esta línea principal cuenta con un tamiz automático de 3 mm, el cual hace las funciones de compactador, arrojando unos detritus con bajo contenido de humedad. La primera misión del pretratamiento es la eliminación de sólidos de tamaño mediano-grueso, mediante su interceptación en rejillas y/o tamices. Es lo que se denomina como desbaste. A continuación, cuenta con un desarenador-desengrasador aireado. Las grasas generadas serán acumuladas en un compartimento estanco que deberán ser retiradas periódicamente junto con los contenedores de desbaste y arenas.

A la salida del Pretratamiento se dispondrá nuevamente una compuerta que lleve las aguas hasta el by-pass de la EDAR.

Teniendo en cuenta que se trata de un modelo comercial, diseñado para este caudal según la normativa alemana DWA, entendemos que no son necesarios cálculos justificativos adicionales. Además, el equipo propuesto cumple con las **Recomendaciones propuestas por el Pliego de bases técnicas para diseño y construcción de estaciones depuradoras de aguas residuales** antes mencionado.

Finalmente, se dispondrán hasta un total de 5 contenedores para los procesos integrados en el pretratamiento propuesto. Contarán generalmente con ruedas para su fácil desplazamiento.

Las grasas, por su parte, se acumulan en sacos que deberán ser retirados manualmente del interior de la planta de pretratamiento y serán vertidos a un contenedor para su gestión.

## 1.2.2 HUMEDALES ARTIFICIALES

En los humedales artificiales de flujo subsuperficial vertical (HAFSSV) la alimentación se efectúa de forma intermitente, es decir, tienen fases de llenado, reacción y vertido. En los HAFSSV las aguas circulan verticalmente a través de un sustrato de arena-gravilla, de aproximadamente 0,6-1 m de espesor, en el que se fija la vegetación. En el fondo del humedal, una red de drenaje permite la recogida del efluente depurado. A esta red de drenaje se conectan un conjunto de chimeneas, que sobresalen de la capa de áridos, al objeto de incrementar la oxigenación de la capa del sustrato filtrante. En este tipo de humedal se producen procesos de nitrificación.

En los humedales artificiales de flujo subsuperficial horizontal (HAFSSH) la alimentación se efectúa de forma continua. Los humedales de flujo subsuperficial horizontal consiguen una gran eficiencia en la eliminación de la materia orgánica y de los sólidos en suspensión, pero no en la eliminación de nutrientes. La eliminación del nitrógeno está limitada por las condiciones anóxicas/anaeróbicas del filtro, que no permiten la nitrificación del amonio. La eliminación del fósforo está restringida por el tipo de material utilizado como medio filtrante, que en general tendrá poca capacidad de adsorción (Vymazal, 2005).

Los humedales de flujo vertical logran unas buenas condiciones para la nitrificación pero no para la desnitrificación. En condiciones perfectas de drenaje del humedal, la temperatura y la renovación del oxígeno no son factores limitantes para el rendimiento del sistema, como sí lo es el tiempo de retención del amonio (Molle et al., 2008).

Los humedales verticales ofrecen un mayor rendimiento en la eliminación de amonio mientras que los horizontales son mejores en la eliminación de DQO (Yalcuk y Ugurlu, 2009).

En los sistemas híbridos o combinados se juntan las ventajas de los sistemas horizontales con las de los verticales, dando lugar a procesos complementarios en cada sistema mediante los cuales se consigue un efluente con una menor concentración de DBO, completamente nitrificado y parcialmente desnitrificado que contiene una menor concentración de nitrógeno total (Vymazal, 2005).

Los sistemas híbridos permiten reducir la superficie necesaria para el tratamiento de agua residual y, en consecuencia, reducir las pérdidas de agua por evapotranspiración en zonas cálidas (Masi y Martinuzzi, 2006).

Los humedales verticales operan con cargas superficiales orgánicas superiores a las que se emplean en los horizontales y genera efluentes con un mayor grado de oxigenación. Mientras que los HAFSS horizontales operan con tiempos de retención hidráulica de varios días, en los verticales estos tiempos son tan solo de unas horas. En un diseño independiente de cada

tipo, los HAFSsV se dimensionan con cargas orgánicas entre 20 y 40 g DBO<sub>5</sub>/m<sup>2</sup> d mientras que, en el caso de los HAFSsH, la carga orgánica recomendada para su diseño disminuye hasta los 6 g DBO<sub>5</sub>/m<sup>2</sup> d.

La superficie obtenida en base a estas cargas y la combinación de ambos procesos requeriría mucha más superficie que únicamente diseñar un sistema de tratamiento formado únicamente con humedales de flujo subsuperficial vertical. Por ello y dado que la zona de vertido del efluente no se trata de zona catalogada como sensible, se descarta la implantación de un tratamiento híbrido (HAFSsV y HAFSsH).

Por las características y condicionantes expuestos y analizados, se ha optado por la implantación de la combinación de Humedales Artificiales de Flujo Subsuperficial en dos etapas consecutivas, solución conocida como sistema francés.

#### 1.2.2.1 Dimensionamiento

En la actualidad para los humedales de flujo subsuperficial vertical no se tienen metodologías más racionales que las reglas basadas en la práctica.

Como norma general, para dimensionar estos sistemas se recomienda (CEDEX, García et al, 2008, P. MOLLE et al. 2005) una superficie unitaria necesaria de 2,0 m<sup>2</sup>/hab-eq, de los cuales:

- HAFSsV con 2 m<sup>2</sup>/hab-eq en dos etapas:
  - 1ª Etapa: 1,2 m<sup>2</sup>/hab-eq.
  - 2ª Etapa: 0,8 m<sup>2</sup>/hab-eq.

A partir de lo anterior, se opta por dimensionar la superficie de los humedales según la población equivalente para el año horizonte en temporada alta por ser esto lo más restrictivo. Por todo ello, para una población equivalente de 1.559 habitantes equivalentes en el año 2045 durante época estival los ratios previstos anteriormente arrojan una superficie total de humedales de 3.118 m<sup>2</sup>, dividiéndose 1.871 m<sup>2</sup> para la primera etapa y 1.247 m<sup>2</sup> para la segunda. Sin embargo, se propone adoptar unas superficies de 1.875 m<sup>2</sup> para la primera etapa y de 1.250 m<sup>2</sup> para la segunda.

La primera etapa se divide en seis celdas (lechos de percolación) que se agrupan por parejas creando así seis líneas de tratamiento. Para la segunda etapa se han previsto cuatro celdas agrupadas por pajeras igualmente. Con esta organización ambas etapas presentan la misma geometría, siendo las **celdas de ambas etapas de 312,5 m<sup>2</sup> (25 x 12,5 m<sup>2</sup>) y agrupadamente cuentan con una superficie de 625 m<sup>2</sup>**, todas concernientes a la superficie del nivel superior del primer sustrato de árido.

La primera etapa contará, por tanto, con 3 humedales mientras que la segunda etapa contará con 2 para así obtener una misma configuración en planta para todos los humedales de ambas fases.

#### 1.2.2.2 Alimentación de los humedales

Dadas las características orográficas de la parcela de implantación de la EDAR es necesario recurrir a equipos de impulsión para proporcionar la presión y caudal necesarios para alimentar a los humedales. Cada filtro se irriga durante 3,5 días y se mantiene en reposo durante 7 días para mineralización de los fangos.

Cada celda contará con alimentación propia compartiendo el sistema de bombeo de manera que, para la primera etapa se dispondrán dos bombas (una para cada 3 celdas) pero que están preparadas para poder alimentar a todas las celdas de dicha etapa. Igualmente ocurre con la segunda etapa, el sistema de bombeo contará con dos equipos de bombeo (uno para cada humedal o, equivalentemente, uno para cada dos celdas) que podrán alimentar a toda la etapa completa. El control de la alimentación a las celdas se realiza a través de las electroválvulas que se alojan en una arqueta anexa a las arquetas de bombeo.

Las etapas de filtro plantado es un lecho de infiltración vertical que debe ser alimentado de una manera secuencial, con un caudal importante, para asegurar una repartición correcta del efluente sobre toda la superficie del filtro en activo.

El ratio de aplicación para el dimensionamiento del caudal de bombeo de la primera etapa es de 0,3 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup><sub>humedal</sub> h mientras que para la segunda etapa se toma un caudal de 0,15 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup><sub>humedal</sub> h. Dado que las celdas cuentan, en este caso, con una superficie de 312,5 m<sup>2</sup>, los caudales de bombeo serán de aproximadamente:

- 1ª etapa: 100 m<sup>3</sup>/h
- 2ª etapa: 50 m<sup>3</sup>/h

Por otro lado, el volumen necesario a bombear será el que permita inundar el filtro o celda con una lámina de 2 cm lo que supone tener que bombear 6,25 m<sup>3</sup> para cada celda, tanto en la primera como en la segunda etapa.

#### 1.2.2.3 Descripción de implantación

Generalmente, los humedales artificiales se construyen por excavación en el terreno quedando la coronación de los taludes del confinamiento de los humedales más alta que el terreno circundante para así evitar que las lluvias puedan arrastrar materiales al interior de los mismos.

En cuanto a la configuración en planta, los HAFSSV suelen operar con relaciones 1/1 de longitud/anchura o superiores. Cumpliendo con esto, las celdas se han previsto de 25x12,5 m<sup>2</sup> guardando una relación 2/1 y de 1/1 para cada humedal independientemente.

Siguiendo el procedimiento constructivo, se comienza por la excavación de los humedales. Fijando la cota de la coronación de los humedales, se dejarán un resguardo de 0,5 metros con respecto a la superficie superior del primer estrato. Sumando a este resguardo la profundidad total del humedal se tiene la profundidad total a excavar. Se adoptan unos taludes con pendiente 1/1 tomando como la superficie de diseño la medida en la cara superior del primer estrato. Para favorecer la circulación de las aguas, el fondo presenta una pendiente del 1% hacia el punto de salida.

Tras la excavación, el confinamiento del humedal se realizará mediante la impermeabilización que evite infiltraciones que puedan contaminar las aguas subterráneas. Esta impermeabilización se materializará con una lámina de PEAD de 2 mm de espesor, suficiente para evitar la perforación por las raíces y rizomas de las plantas o dañarse por los propios áridos que constituyen el filtro.



Igualmente, se procederá al extendido, bajo y sobre esta lámina plástica, de láminas de geotextil de 300 g/m<sup>2</sup>. Este confinamiento debe quedar totalmente estanco por lo que es primordial la comprobación de las soldaduras de las láminas de PEAD y el anclaje de las mismas al terreno. El anclaje de estas láminas al terreno se realizará en el exterior del perímetro de cada humedal introduciendo los extremos en una zanja perimetral de 0,3x0,3 excavada y posteriormente rellena con el propio material excavado.

Tras atravesar el sustrato las aguas son recogidas por un conjunto de tuberías de drenaje de 160 mm de PVC ranurado dispuestas en el fondo del humedal (tal y como queda reflejado en las imágenes adjuntas a continuación) que descargan en el punto más cercano a la separación de las celdas que conforman un humedal y que las conducirán hasta la arqueta de salida. Estas canalizaciones quedan embutidas en el último estrato del humedal e instaladas a la cota más profunda. Debe evitarse que entren en carga ya que esto impide la libre circulación del aire a través de las mismas. A estas canalizaciones de drenaje se conectan otra serie de canalizaciones sensiblemente verticales y que sobresalen de la superficie superior del humedal ejerciendo un efecto de tiro y renovación del aire presente en los drenes.



Tras el confinamiento, se procederá al relleno del filtro. Los humedales de la primera etapa estarán compuestos (desde superficie hasta fondo) por los siguientes estratos:

- Capa filtrante: 40 cm de grava filtrante (2/6)
- Capa de transición: 20 cm de grava intermedia (15/25)
- Capa de drenaje: 20 cm de grava de drenaje (30/60) en fondo del filtro, donde se sitúa el drenaje

Por tanto, el espesor de los filtros para los humedales de la primera etapa será de 0,8 metros a lo que se suman 0,5 metros de resguardo proporciona una profundidad total de 1,3 metros.

Todos los áridos deben ser de naturaleza 100% silíceo, rodados y lavados. En caso de no disponer de árido rodado, se podrá utilizar árido machacado, pero bien lavado (el límite del porcentaje de árido con diámetro inferior a 0,08 mm debe ser del 2% del peso seco) evitando así la colmatación prematura del lecho y alargándose la vida útil del sistema de tratamiento. La granulometría de las gravas debe verificarse previa colocación.

La colocación del sustrato en el interior de los humedales puede recurrir a diversos métodos, tanto manuales como mecánicos, pero en todo caso se procurará no dañar la lámina impermeabilizante ni los sistemas de drenaje ni de ventilación.

Tras la nivelación de la capa de transición, se procede a la instalación de la distribución de la alimentación (apartado 2.2.2.4) y a la disposición de una separación entre las celdas aparejadas para diferenciar las zonas de infiltración de cada una, la cual se materializará con paredes divisorias fabricadas en poliéster (resistente a las radiaciones UV). Las paredes, por tanto, no llegan hasta el fondo del filtro, solo deben aislar las zonas de filtración hasta la capa de grava de drenaje. Esto permite una separación estanca de la superficie de los filtros. Los períodos de descanso de cada filtro están garantizados, lo que ayuda a prevenir el riesgo de colmatación biológico.



Se ha elegido la plantación de carrizo común o juncos (*Phragmites Australis*), los cuales se plantarán a razón de 4 plantas por metro cuadrado sobre toda la superficie de las celdas. Esta elección se justifica por sus propiedades intrínsecas ya que esta especie posee capacidades naturales de difusión de oxígeno, de almacenamiento de reservas y colonización rápidamente del medio. Por ello, será necesarias un total de 8.000 plantas para ambas etapas.

Por su parte, a la segunda etapa son totalmente aplicables los aspectos anteriores salvo la composición de los estratos. En este caso, los filtros estarán constituidos por:

- Capa protección: 5 cm de grava intermedia (15/25) para evitar la erosión de la arena
- Capa de arena: 40 cm de grava fina (0/4)
- Capa filtrante: 10 cm de grava intermedia (4/8)
- Capa intermedia: 10 cm de grava intermedia (15/25)
- Capa de drenaje: 20 cm de grava de drenaje (30/60) en fondo del filtro, donde se sitúa el drenaje

El espesor, para esta segunda etapa, de los filtros es de 85 cm por lo que la profundidad total de los humedales será de 1,35 metros. Análogamente a la primera etapa, los áridos deben ser de naturaleza 100% silícea.

#### 1.2.2.4 Distribución de la alimentación

Las impulsiones anteriores llevan el agua a tratar hasta los humedales mediante canalizaciones principales las cuales se ramifican para generar la distribución de los puntos de alimentación en el interior de cada celda o humedal, tal y como se muestra en la siguiente imagen para la primera etapa. La ramificación dota a cada celda de 1 punto de alimentación por cada 25 m<sup>2</sup> y un caudal mínimo de 0,5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> h tal y como se comentaba en el apartado 1.2.2.2 anterior.



Estas canalizaciones se instalarán en la base del primer estrato instalando en el final de cada derivación el punto de alimentación a modo de canalización vertical de manera que las aguas a tratar se verterán a modo de fuente. Para evitar la erosión de la zona adyacente a cada punto de alimentación, se rellenará con grava (15/25) tal y como se muestra en la imagen adjunta a continuación.



Las tuberías de alimentación estarán materializadas con PVC-O PN10 mientras que las salidas son de acero inoxidable. Se estima una velocidad mínima de 0,6 m/s para evitar la acumulación de residuos sólidos. La adopción de PVC-O para las canalizaciones de alimentación se basa en la resistencia a la corrosión y al impacto, su flexibilidad y menor precio.

En el caso de la segunda etapa, la distribución de las aguas a tratar se efectuará mediante una tubería perforada en ambos lados y colocada sobre la superficie del estrato superior del humedal. Estas canalizaciones estarán materializadas con PEAD y se dimensionan para tener una presión de servicio mínima de 0,3 m.c.a. En este caso, el número de puntos de alimentación es de 1 punto/m<sup>2</sup> de superficie de filtro.

Finalmente, es necesario aclarar que se instalarán electroválvulas posteriormente y junto a las antirretorno de las impulsiones de alimentación de manera que se activarán tras la finalización de cada impulsión permitiendo el vaciado de las canalizaciones de impulsión y distribución y su retorno a la arqueta de bombeo, evitando así el posible congelamiento de las aguas que se podría producir si se quedan estancadas en dichas canalizaciones.



### 1.2.2.5 Rendimientos

Según el Manual para la implantación de sistemas de depuración en pequeñas poblaciones, los rendimientos medios que se alcanzan con el empleo de HAFSs son los siguientes:

Tabla 6.1. Rendimientos de Humedales Artificiales de Flujo Subsuperficial

Parámetro	% Reducción	Efluente (mg/l)	% Reducción	Efluente (mg/l)
	Verticales		Horizontales	
Sólidos en suspensión	90-95	13-25	90-95	13-25
DBO <sub>5</sub> (mg/l)	90-95	15-25	85-90	15-30
DQO (mg/l)	80-90	60-120	80-90	60-120
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg N/l)	60-70	9-12	20-25	22-24
N <sub>total</sub> (mg N/l)	60-70	15-20	20-30	35-40
P <sub>total</sub> (mg P/l)	20-30	7-8	20-30	7-8
Coliformes fecales (UFC/100 ml)	1-2 u log	10 <sup>5</sup> -10 <sup>6</sup>	1-2 u log	10 <sup>5</sup> -10 <sup>6</sup>

Alternativamente, se ha consultado con diversas empresas especializadas en la instalación de humedales artificiales las cuales confirman en base a instalaciones ya en funcionamiento que los rendimientos de la reducción de los contaminantes asumibles para HAFSsV son:

- ✓ DQO:90%
- ✓ DBO<sub>5</sub>:95%
- ✓ SST: 90%

### 1.2.2.6 Calidad del efluente

A partir de los rendimientos anteriores, en este caso el efluente contará con las siguientes proporciones en contaminantes:

PARÁMETRO	ENTRADA (mg/l)	SALIDA (mg/l)	Reducción
DBO <sub>5</sub>	295	14,75	95,00 %
DQO	534	53,40	90,00 %
SST	240	24,00	90,00 %

## 2. JUSTIFICACIÓN DE MATERIALES PARA CANALIZACIONES

Se procede a continuación a la justificación de los materiales adoptados para las canalizaciones que conectan los distintos elementos del proceso de depuración descrito con anterioridad.

Los materiales utilizados para las distintas canalizaciones son:

- Policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U)
- Policloruro de vinilo orientado (PVC-O)
- Acero inoxidable
- Polietileno de alta densidad corrugado de doble pared ranurada

### 2.1 POLICLORURO DE VINILO NO PLASTIFICADO (PVC-U)

El PVC-U es un material mundialmente utilizado para aguas residuales y su funcionamiento por gravedad. Los diámetros usados para la presente actuación son variados, siendo los diámetros de 160, 200 y 315 los más representativos.

Las principales ventajas que justifican su uso son un adecuado comportamiento frente a la agresividad de las aguas residuales, paredes lisas que facilitan la instalación en pendiente menores a otras tuberías y, finalmente, el precio frente a otras alternativas plásticas.

### 2.2 POLICLORURO DE VINILO ORIENTADO (PVC-O)

Los tubos de PVC orientado se obtienen a través de un proceso físico de orientación molecular, el tubo inicialmente de PVC-U se estira bajo unas condiciones muy específicas de presión, de temperatura y de velocidad, reorganizando las cadenas moleculares y obteniendo una nueva estructura laminar que aumenta enormemente la resistencia de los tubos y mejora sus propiedades.

Las tuberías de PVC orientado utilizadas en la conducción de agua a presión, tienen mejor comportamiento y son considerablemente más resistentes que las tuberías de PVC fabricadas mediante el proceso de extrusión. Estas tuberías de PVC orientado son el doble de resistentes e incluso 10 veces más frente a impactos, que las tuberías de PVC extrusionado.



Las ventajas de este tipo de material son:

- Aumento de entre un 15% y un 40% de su capacidad hidráulica en comparación con otros materiales con igual diámetro exterior, como PVC fabricado por extrusión, polietileno de alta densidad, o fundición. En las tuberías de PVC orientado el espesor de pared necesario para soportar la presión nominal es menor, gracias a las mejoras en sus propiedades mecánicas, dejando una mayor sección libre y por tanto más paso de caudal que a su vez conlleva menor pérdida de carga por fricción. Además, al tener menos grosor de pared son más fáciles de transportar y de instalar.
- Mayor resistencia hidrostática, de hasta dos veces la presión nominal.
- Gran resistencia a los impactos, la estructura laminar previene la propagación de grietas.
- Mejor comportamiento frente a golpes de ariete, habituales en las conducciones a presión.
- Muy resistente a la corrosión.
- Notable incremento de su flexibilidad, pudiendo soportar deformaciones del 100% de su diámetro interior sin generar fisuras.

Adicionalmente, el PVC-O es más barato que otras alternativas para su uso en sistemas de impulsión como la fundición dúctil.

### 2.3 ACERO INOXIDABLE

El uso de canalizaciones de acero inoxidable en esta nueva instalación es debido a que estas canalizaciones quedan instaladas a la intemperie expuestas a todas las condiciones climatológicas por lo que no es de aplicación las canalizaciones plásticas previstas para el resto de instalación.

El acero inoxidable soporta estas condiciones con un mejor mantenimiento con el paso del tiempo.

### 2.4 POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD CORRUGADO DE DOBLE PARED RANURADA

Se trata de un tipo de tuberías especialmente fabricadas y diseñadas para cumplir las funciones fundamentales de captación y evacuación de las aguas subterráneas. El sistema de tuberías corrugadas de doble pared ranurada realizada con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) es fabricado mediante un proceso continuo de coextrusión en línea.

En el campo de canalizaciones de drenaje, este tipo de tuberías son con diferencia las más utilizadas.