

**Seguimiento prueba Bioestimulante para la reducción de la
producción de fangos en la depuradora de Tossa de Mar.**

Grup de Biotecnología Ambiental
Profesor Joan Mata Álvarez

Barcelona, 12 de Junio de 2017

INDEX

1. Antecedentes	1
2. Descripción de la prueba y adición del bioestimulante	1
3. Metodología Analítica	4
4. Resultados y discusión.....	5
4.1. Entrada de la EDAR.....	5
4.2. Reactor biológico	8
4.3. Efluente de la EDAR	8
4.4. Lodos purgados del espesador	10
4.5. Lodos deshidratados.....	12
5. Reducción de la producción de lodos.....	12
6. Conclusiones.....	15

1. Antecedentes

MANCAR Tecnologías, S.L (MANCAR) dispone de un aditivo compuesto por oligoelementos naturales, que según pruebas realizadas en la EDAR de Bellvis reduce en un porcentaje elevado la producción de lodos del proceso biológico. Por otra parte, reduce la suciedad de la instalación y mejora la calidad de la salida del efluente sin producir ningún efecto adverso. En el Grupo de Investigación de Biotecnología Ambiental de la Universidad de Barcelona se realizó una investigación previa a escala de laboratorio con dicho aditivo, denominado bioestimulante, que ha demostrado efectivamente una mejora en el proceso de eliminación de materia orgánica, mejores propiedades de sedimentación de los lodos y mayor limpieza en la instalación, así como la ausencia de toxicidad del aditivo para los lodos activos.

Para mostrar la efectividad de este aditivo en una depuradora de mayor tamaño, MANCAR se puso en contacto con el Consorci de la Costa Brava (CCB) y con el consentimiento de la Agència Catalana de l'Aigua (ACA) se acordó realizar una prueba una vez finalizada la temporada de verano de 2016.

La EDAR de Tossa de Mar tiene una capacidad de diseño para unos 43.000 habitantes equivalentes con mucha estacionalidad, que corresponden a un caudal de diseño de unos 4.500 m³/d y una concentración de materia orgánica biodegradable de diseño de unos 380 mg DBO₅/L. Es una depuradora de tipo biológico (lodos activos) que cuenta con un pretratamiento, reactor de lodos activos de baja carga y sedimentador secundario. En la línea de lodos hay un espesador seguido por una centrífuga para su deshidratación (Ficha ACA).

Los resultados que se reportan en este informe están referidos a esta EDAR y corresponden a los análisis que se realizaron en el laboratorio del Departament d'Enginyeria Química i Química Analítica de la Universitat de Barcelona y en el propio Consorci de la Costa Brava (CCB).

2. Descripción de la prueba y adición del bioestimulante

Se realizó una monitorización de la planta durante aproximadamente cuatro meses, de acuerdo al plan analítico detallado a continuación y en la sección 3 de este informe. El

objetivo principal de la experimentación era conseguir una reducción en la producción de lodos, y en segundo lugar una mayor limpieza de los elementos de la planta de tratamiento que entraran en contacto con los lodos: sedimentadores, reactor, espesador y el resto de instalaciones.

La prueba se dividió en cuatro fases que se comentarán a continuación:

- Primera fase: Obtención de información de la planta (2 semanas, del 16 al 23/11/2016)
- Segunda fase: Adición del bioestimulante para proceder a la limpieza de la planta (4 semanas, del 23/11 al 21/12/2016)
- Tercera fase: Adición de nuevo de bioestimulante para reducir los lodos (4 semanas, del 21/12 al 18/01/2017)
- Cuarta fase: Adición de las dosis de mantenimiento de bioestimulante (8 semanas, del 18/01 al 15/03/2017)

Según los resultados obtenidos en la EDAR de Bellvis y los resultados de la primera fase, MANCAR calculó cuál sería la cantidad necesaria de bioestimulante a adicionar en el reactor biológico y en el espesador de lodos dando lugar al inicio de la segunda fase. La adición de dicho bioestimulante, supervisada tanto por personal del CCB como de la UB se realizó por primera vez, para proceder a la limpieza de la instalación, el día 23/11/2016 (Fotografía 2.1). A señalar que el muestreo correspondiente a dicho día se realizó antes de la adición del bioestimulante y que la monitorización continuó para comprobar los efectos del bioestimulante en la EDAR. Además, a la semana se tomaron fotografías del decantador n°1 observándose una mejora evidente en el mismo.



Fotografía 2.1. Primera adición del Bioestimulante y aspecto del reactor



Fotografía 2.2. Recogida de las muestras



Fotografía 2.3. Limpieza del decantador

La monitorización continuó para comprobar los efectos del bioestimulante en la EDAR. El personal de MANCAR calculó que el bioestimulante mantendría su eficacia durante un mes, por lo que en el día 35 del experimento (21/12/2016) se realizó una nueva adición del mismo iniciándose la tercera fase de experimentación (Fotografía 2.4). Realizada dicha dosificación, la monitorización de la EDAR continuó durante casi un mes más hasta el día 63 (18/01/2017) donde se inició la cuarta fase de la prueba añadiéndose de nuevo bioestimulante (Fotografía 2.5 y Fotografía 2.6 del día 15/02/2017). Además, se hizo una monitorización durante dos meses más, finalizándose el día 119 de experimentación (15/03/2017). A señalar que en el mes de enero del 2017 de los día 65 al 71 (20 al 25/1/2017) se produjeron grandes lluvias que interfirieron en la interpretación de los resultados.



Fotografía 2.4. Segunda adición de Bioestimulante



Fotografía 2.5. Tercera adición de Bioestimulante



Fotografía 2.6. Detalle del decantador secundario después de la tercera adición

3. Metodología Analítica

En este informe se muestran los resultados de los análisis efectuados a las muestras suministradas por Mancar Tecnologías, S.L. Las muestras llegaban al laboratorio de Biotecnología Ambiental del Departament d'Enginyeria Química i Química Analítica en recipientes cerrados y convenientemente rotulados y tenían un volumen aproximado de 500 mL. Algunas de las tomas de muestras fueron supervisadas directamente por personal del Departamento, ya que en ocasiones se visitaba la EDAR. El transporte de las muestras se efectuaba con algún sistema portátil de refrigeración para evitar su degradación.

Se tomaron muestras en un período de casi cuatro meses, entre el 16 de noviembre del 2016 y el 15 de marzo del 2017. A destacar el severo inconveniente que representó la presencia de fuertes lluvias la tercera semana de enero como se ha indicado anteriormente. Los análisis y frecuencias se muestran en la Tabla 3.1

Tabla 3.1 Estrategia de muestreo y tipo de analítica. A partir del día 18 de muestreo, las muestras son en presencia de bioestimulante en la planta.

Fase	Fecha	Día de muestreo	Entrada	Salida	Reactor biológico	Espesador	Lodo deshidratado centrífuga
1	16/11/2016	0	✓	✓	✓	✓	✓
1	23/11/2016	7	✓	✓	✓	✓	✓
2	30/11/2016	14	✓	✓	✓	✓	✓
2	07/12/2016	21	✓	✓	✓	✓	✓
2	14/12/2016	28	✓	✓	✓	✓	✓
2	21/12/2016	35	✓	✓	✓	✓	✓
3	28/12/2016	42	✓	✓	✓	✓	✓
3	04/01/2017	49	✓	✓	✓	✓	✓
3	11/01/2017	56	✓	✓	✓	✓	✓
3	18/01/2017	63	✓	✓	✓	✓	✓
4	25/01/2017	70	✓	✓	✓	✓	✓
4	01/02/2017	77	✓	✓	✓		
4	08/02/2017	84	✓	✓	✓		
4	15/02/2017	91	✓	✓	✓		
4	22/02/2017	98	✓	✓	✓	✓	✓
4	01/03/2017	105	✓	✓	✓	✓	✓
4	08/03/2017	112	✓	✓	✓	✓	✓
4	15/03/2017	119	✓	✓	✓	✓	✓

En la primera fase se realizó una analítica completa de los parámetros de la depuradora a fin de tener una buena caracterización de la planta y así poder ajustar la dosificación del bioestimulante. Para ello se realizaron analíticas de la Entrada: pH, Sólidos Totales (ST), Sólidos Suspendidos Totales (SST), Sólidos Volátiles (SV), Sólidos Suspendidos Volátiles (SSV), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Amonio y Nitrógeno Total Kjeldahl (NTK). Para la Salida, se realizaron las mismas analíticas sumando también la caracterización de nitritos y nitratos. Esporádicamente se realizaron pruebas de toxicidad y análisis de metales por ICP-MS sobre el efluente. Además, se realizó la caracterización morfológica del reactor.

Con respecto a las muestras del espesador y del lodo deshidratado, su principal finalidad era monitorizar la concentración y la calidad de los lodos retirados de la planta. Por ello a estas muestras sólo se les realizaron medidas de ST y SV en el caso del lodo deshidratado y de ST, SST, SV y SSV en el lodo purgado.

En la segunda fase, solo se realizaron las analíticas de ST, SST, SV, SSV y DQO comentadas anteriormente para la entrada, salida, lodos purgados y lodos purgados deshidratados.

Por último, la fase 3 y la fase 4 alternaron las analíticas completas comentadas en la primera fase y las de la segunda fase tal y como se mostrará en la discusión de resultados.

Todos estos análisis se realizaron de acuerdo con Standard Methods for Water and Wastewater (APHA, AWWA, WEF, 2012. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd ed. Washington DC, 2012).

4. Resultados y discusión

4.1. Entrada de la EDAR

Las muestras analizadas de la entrada de la EDAR mostraron una notable oscilación en los valores de los parámetros analizados. Tal y como se puede observar, los valores de sólidos fueron poco constantes rondando una media de 1 g ST/L. Por su parte, los SV

tienen una media de 0,4 g SV/L con la misma tendencia que los ST representando un 43,4% de los ST (SV/ST).

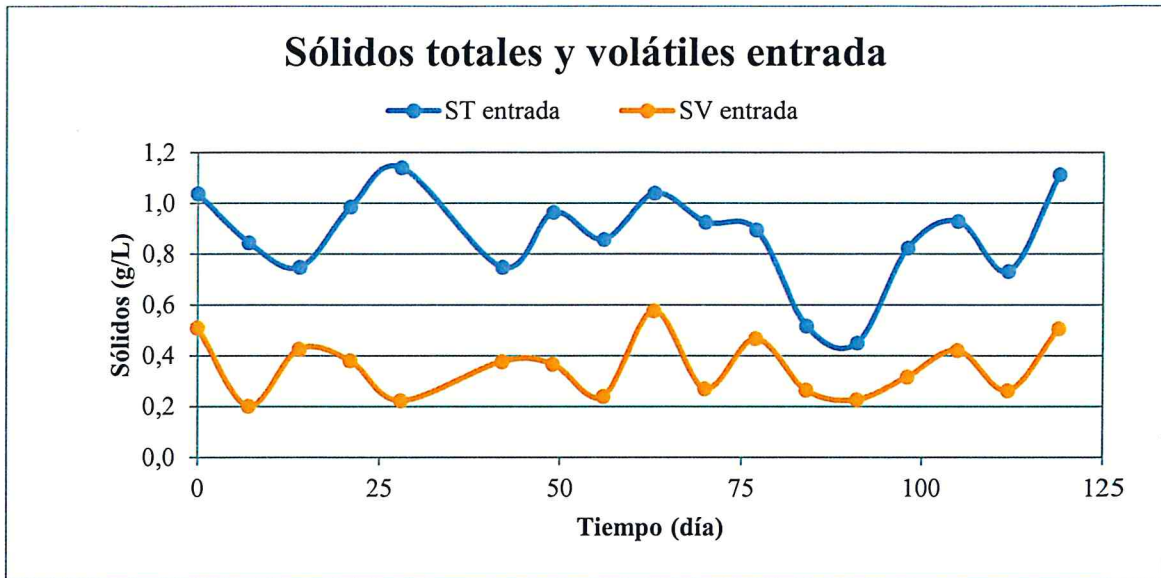


Figura 4.1. ST y SV a la entrada de la EDAR.

Por otra parte, se caracterizaron los sólidos suspendidos (SST y SSV) de la entrada tal y como se muestra en la Figura 4.2.; tal y como se puede apreciar, la variación de la concentración de SST y SSV a lo largo de la experimentación fue más notable aunque hay que considerar que estas concentraciones eran muy pequeñas, con valores medios de 0,15 g SST/L y 0,12 g SSV/L con un porcentaje de 79% de SV/ST.

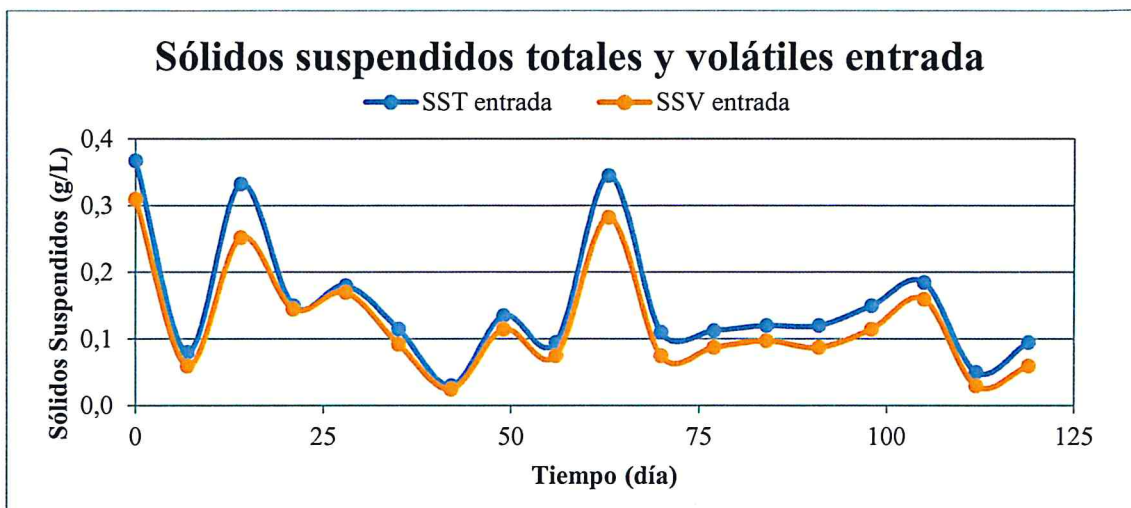


Figura 4.2. SST y SSV a la entrada de la EDAR

Por otra parte, en lo que respecta a la DQO en la entrada, se observaron muchas variaciones en la concentración con valores entre 1.126 mg DQO/L y 380 mg DQO/L y valores medios de 662 ± 209 mg DQO/L (Figura 4.3.).

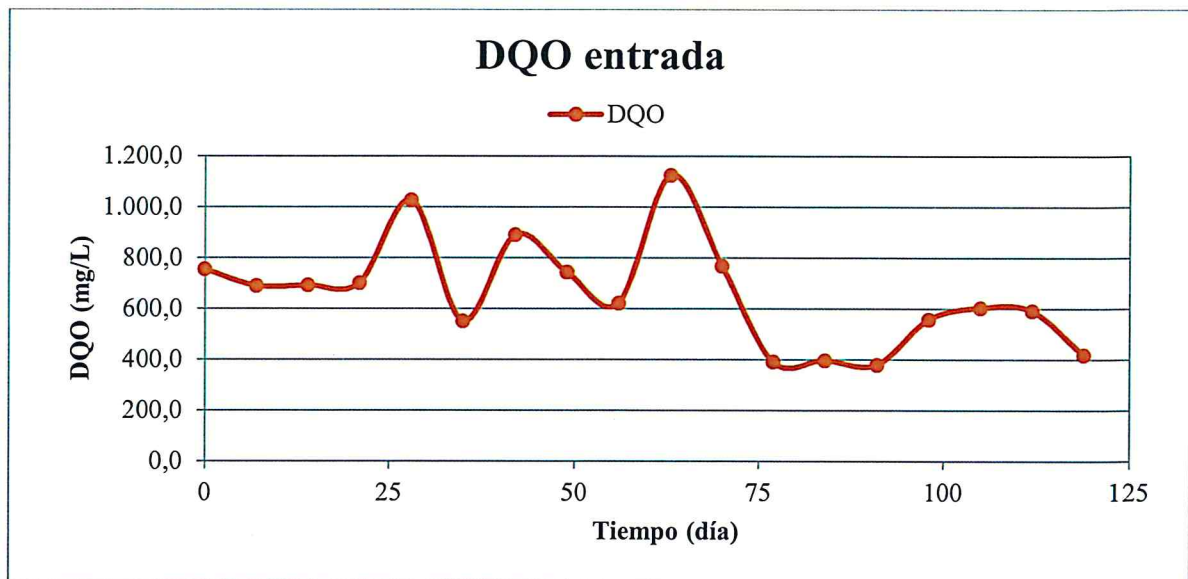


Figura 4.3. DQO a la entrada de la EDAR

A destacar la gran variabilidad de los datos de entrada, los cuales experimentan variaciones a diario y que, al tomar datos puntualmente un día a la semana, esta variabilidad incide negativamente en los cálculos que se realizan más adelante.

Por último, la concentración media de NTK fue de 48 ± 16 mg N-NH_4^+ /L y la de nitrógeno amoniacal disuelto de 19 ± 7 mg N-NH_4^+ /L (Figura 4.4). Además, el valor de pH de la entrada fue de $7,24 \pm 0,24$.

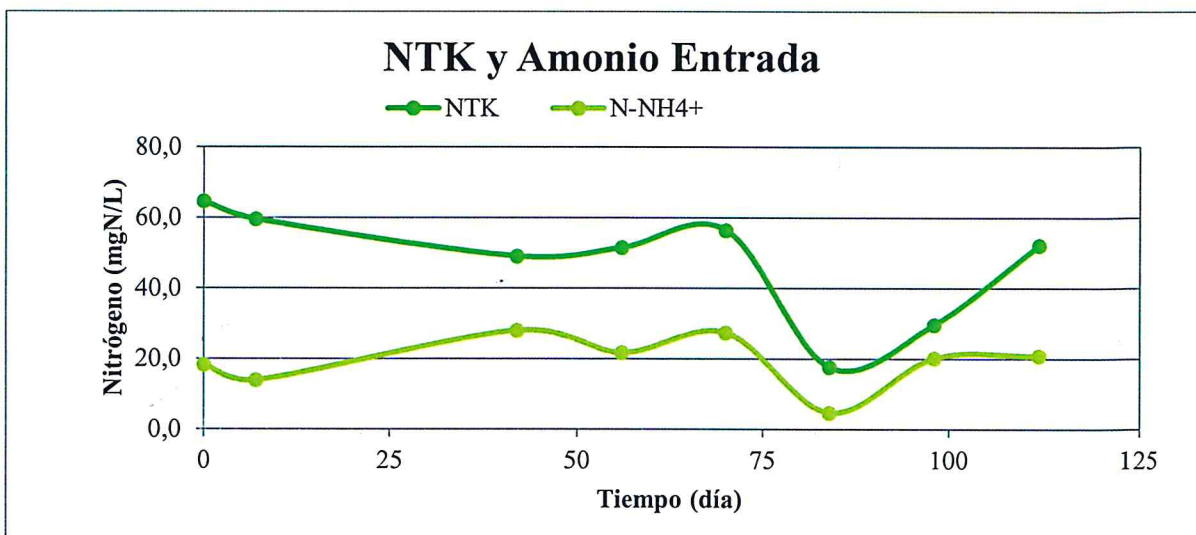


Figura 4.4. NTK y nitrógeno amoniacal en la entrada de la EDAR

4.2. Reactor biológico

Los resultados obtenidos por el reactor biológico en función de ST y SV son los mostrados en la Figura 4.5. con una media de $2,8 \pm 0,9$ gST/L y de $1,9 \pm 0,7$ g SV/L.

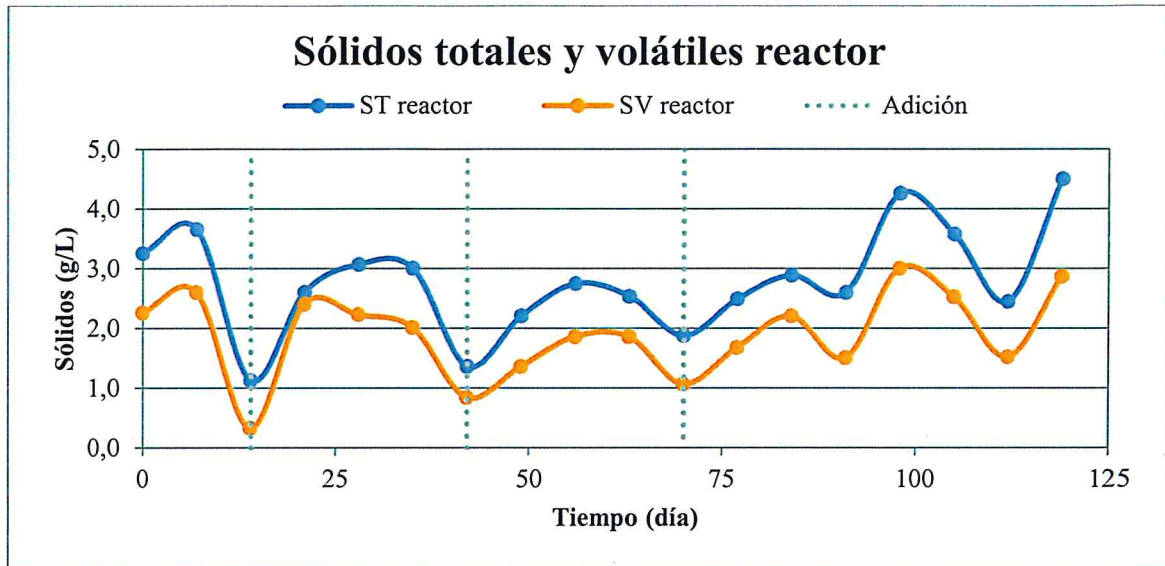


Figura 4.5. ST y SV en el reactor de la EDAR.

Además, durante la experimentación se hicieron caracterizaciones morfológicas del reactor para saber qué tipo de microorganismos se podían encontrar en el reactor (Véase informes complementarios realizados por el Departament de Biologia Evolutiva, Ecologia i Ciències Ambientals).

4.3. Efluente de la EDAR

Con respecto al efluente de la planta nuevamente hay que hacer mención a la significativa variabilidad que se produjo, derivada de las oscilaciones en los valores a la entrada.

Por una parte, y como era de esperar, se observó una disminución notable en los ST y SV de la salida con valores medios de $0,7 \pm 0,2$ g ST/L y de $0,2 \pm 0,1$ g SV/L (Figura 4.6.) sin una variación significativa después de la adición del bioestimulante.

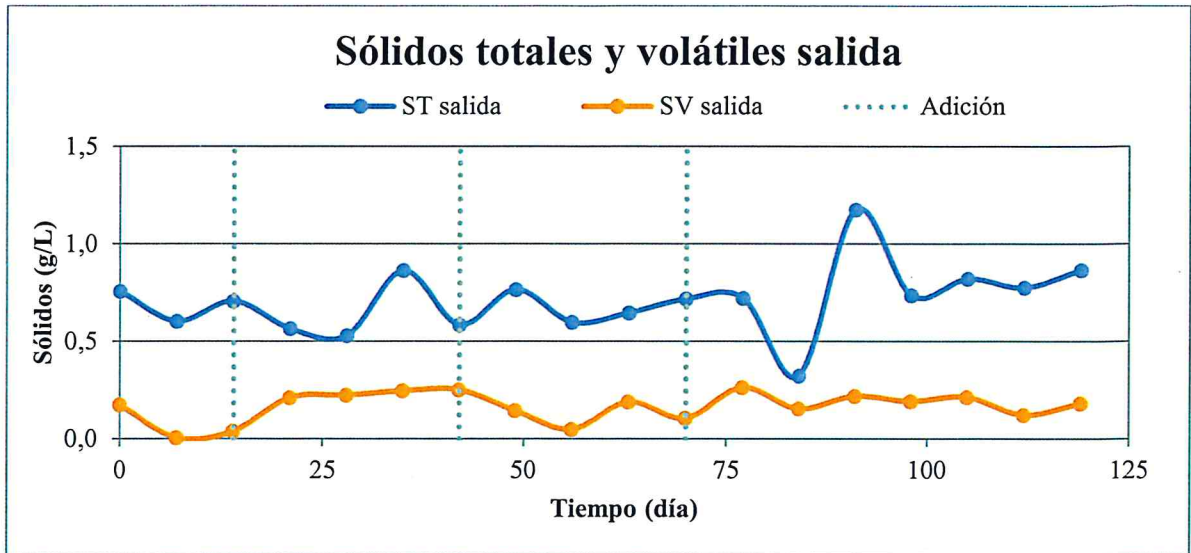


Figura 4.6. ST y SV en la salida de la EDAR.

Además, también se calculó el porcentaje de reducción de ST y SV en la salida de la depuradora en función del influente analizado el mismo día. Así pues, la reducción promedio ha sido de $25 \pm 17\%$ en el caso de ST y $54 \pm 26\%$ en el caso de los SV (nótese la alta desviación estándar, prueba de la alta variabilidad de los parámetros de salida).

Por otra parte se ha representado gráficamente el resultado de SST y SSV en la salida de la depuradora, pero, como era de esperar, estos valores son prácticamente nulos (Figura 4.7.) con una concentración media de $0,013 \pm 0,006$ g SST/L y $0,008 \pm 0,004$ g SSV/L. Siendo a estos niveles las oscilaciones poco significativas ya que estaban enmascaradas básicamente por el error experimental.

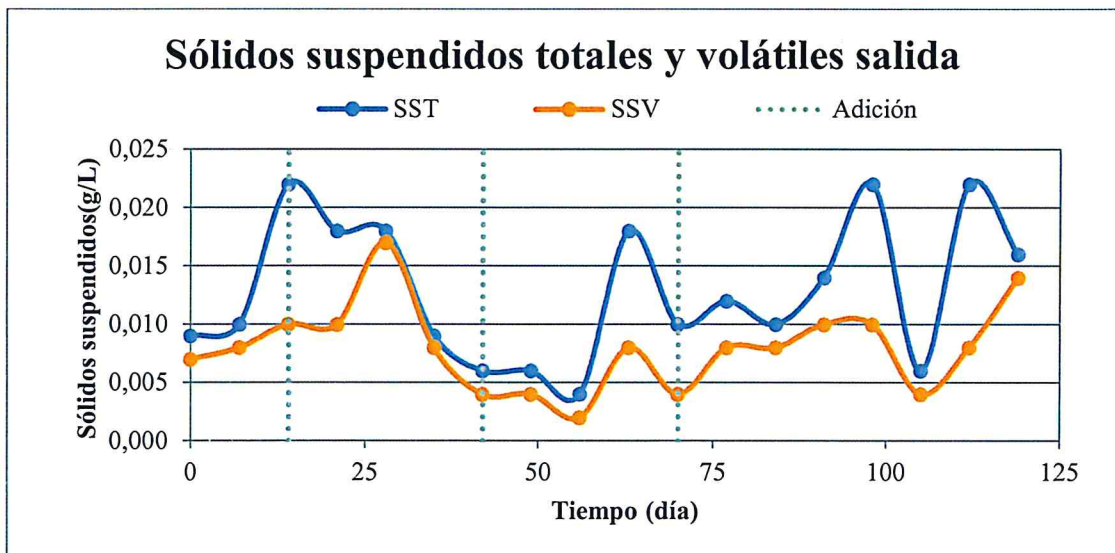


Figura 4.7. SST y SSV en la salida de la EDAR.

Por otra parte, se ha tenido en cuenta la concentración de NTK y de nitrógeno amoniacal en la salida (Figura 4.8.) con valores de concentración medios de 24 ± 12 mg N/L en el NTK y de 6 ± 5 mgN/L en el caso del $N-NH_4^+$. Además, se ha calculado la reducción del NTK y del nitrógeno amoniacal en la salida obteniéndose un valor medio de $50 \pm 17\%$ de reducción en el caso del NTK y de $63 \pm 31\%$ en el caso del $N-NH_4^+$ con valores de concentración medios de 24 ± 12 mg N/L en el NTK y de 6 ± 5 mgN/L en el caso del $N-NH_4^+$.

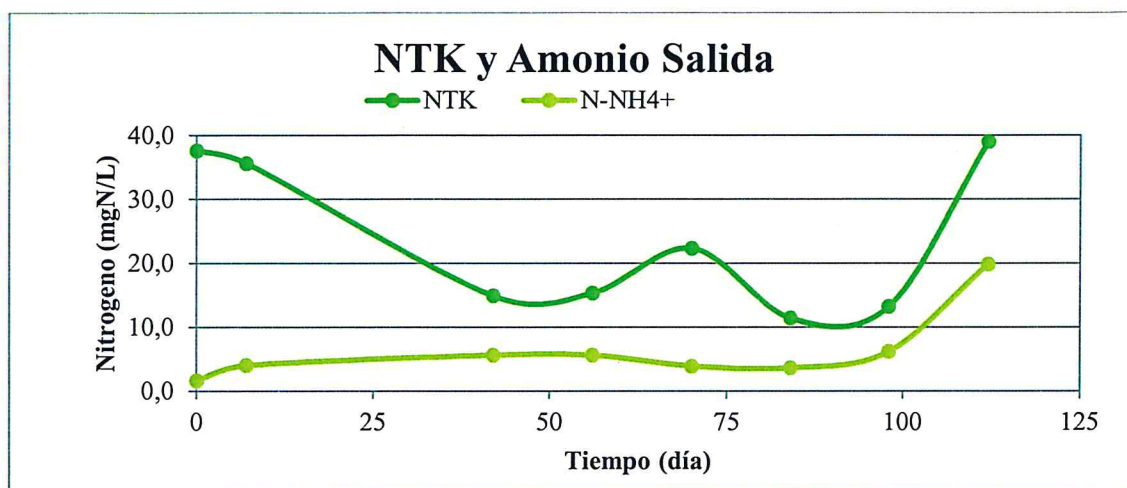


Figura 4.8. Concentración de NTK y del nitrógeno amoniacal en la salida.

Por último, se realizaron pruebas de toxicidad y de metales sobre el efluente y se ha observado que la salida de la depuradora en ninguna de las muestras analizadas resultó tóxica. Los análisis de metales pesados realizado en los Servicios Científico-Técnicos de la Universidad de Barcelona mostraron bajos niveles de concentración (del orden de las ppb) excepto en el hierro (ppm), lo que era de esperar dada la ausencia de toxicidad en todas las muestras. Estos análisis se muestran en los Anexos a este informe.

4.4. Lodos purgados del espesador

Los lodos purgados del espesador fueron analizados para determinar su contenido de ST y SV, y de SST y SSV. Tal y como se puede observar, el contenido de ST y SV es bastante constante hasta la tercera adición, donde se dejó de tener fangos de la EDAR para analizar hasta el día 98. En este día, la concentración fue mucho mayor (Figura 4.9). La cantidad de ST fue de 19 ± 5 g ST/L y 15 ± 4 g SV/L. Es importante observar en la Figura 4.10 que, después de la primera adición de bioestimulante, la tendencia fue creciente en el contenido de ST y SV

en el fango pasando de valores entre 15-20 g ST/L y 12-15 g SV/L pasen a valores del rango de 20-25 g ST/L y 15-20 g SV/L.

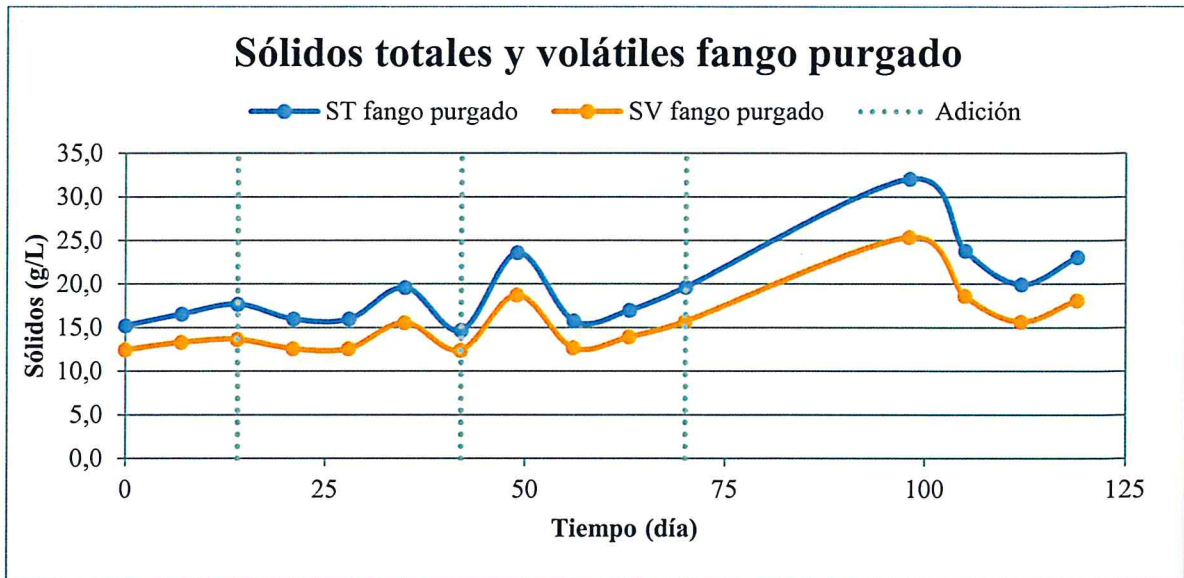


Figura 4.9. ST y SV en los fangos purgados de la EDAR.

Por otra parte, tal y como se ha comentado, se analizó en contenido de SSV y SST (Figura 4.10.) con una media de 18 ± 4 g SST/L y 15 ± 3 g SSV/L a lo largo de la prueba. Al igual que en el contenido de ST y SV, aparece una tendencia creciente en cuanto al contenido de SST y SSV que puede asociarse a la adición de Bioestimulante.

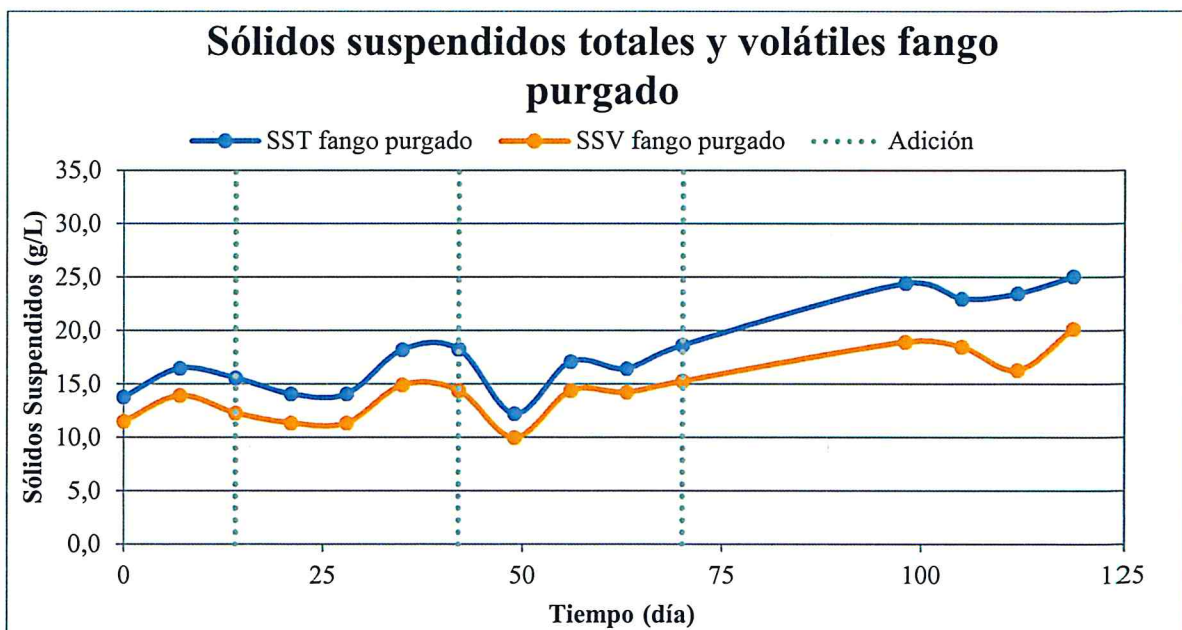


Figura 4.10. SST y SSV en los fangos purgados de la EDAR.

4.5. Lodos deshidratados

Por último, se analizaron los fangos que habían sido deshidratados y se calculó su contenido de ST y SV. Tal y como se aprecia en la Figura 4.11., la media es mucho superior con valores de 170 ± 11 g ST/L y de 139 ± 9 g SV/L a lo largo de la prueba. Al igual que en el caso de los fangos purgados, se puede observar una ligera tendencia creciente una vez añadido el bioestimulante en la planta.

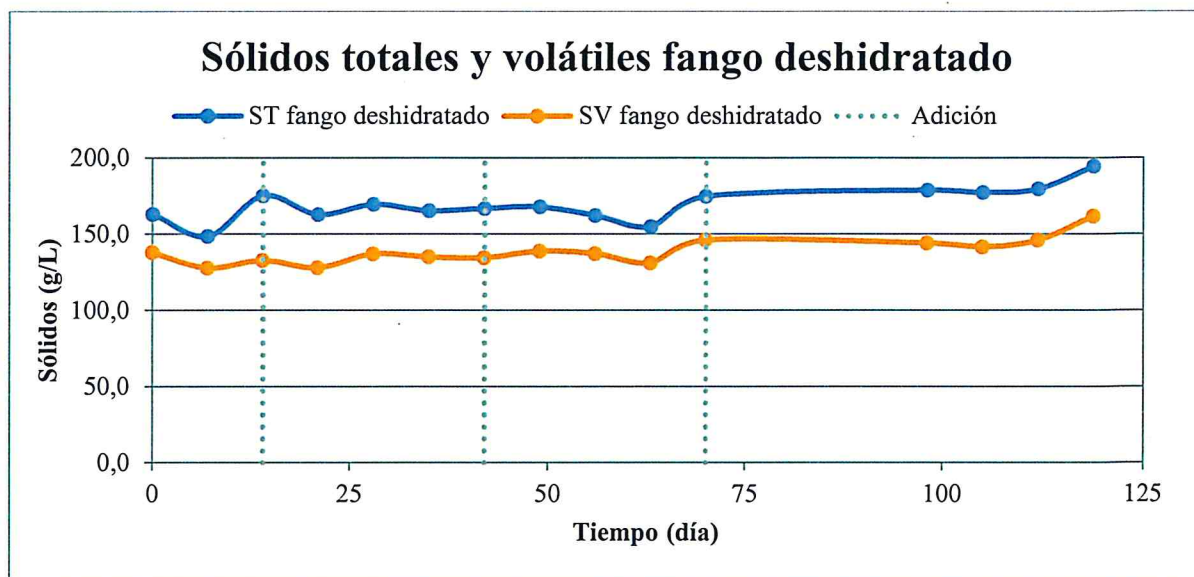


Figura 4.11. ST y SV en los fangos deshidratados de la EDAR

5. Reducción de la producción de lodos

La reducción en la producción de lodos es sin duda el efecto de mayor interés del bioestimulante. Pese a la notable variabilidad de los parámetros característicos del agua residual especialmente a la entrada de la planta, se ha procedido a calcular la reducción del rendimiento observado de la producción de fangos respecto a la disminución de los sólidos volátiles. Es decir, se ha calculado la producción de lodos (en Kg de SV) y se ha referido esta cantidad a la disminución de los sólidos volátiles, esto es, el caudal de entrada multiplicado por la diferencia entre los sólidos volátiles a la entrada y a la salida de la planta. A esta relación así obtenida se la ha denominado productividad específica (Pe).

Para el cálculo de los sólidos volátiles producidos se ha recurrido a los valores cedidos por el CCB referentes a la EDAR de Tossa. Dado que los datos no estaban disponibles (no se retiraban) diariamente, se ha debido de hacer medias a partir de la cantidad producida, y los días en que se ha producido. También se ha utilizado el valor diario del caudal de agua de entrada para calcular el caudal de SV desaparecidos.

La siguiente Tabla 5.1 muestra los resultados de los cálculos realizados. Las dos primeras filas se refieren al periodo sin bioestimulante, las ocho siguientes al período con adición de estimulante, antes de las lluvias y las tres últimas, al período una vez recuperado el funcionamiento estacionario.

Tabla 5.1. Cálculos de la producción de fangos relativos a la eliminación de sólidos volátiles (Productividad específica, Pe). El producto Q(Sve-SVs) indica los SV desaparecidos (en kg). Mientras que la columna Fangos DH, se refiere a los lodos que se han producido (en kg).

Fecha	Caudal (m ³)	SV entrada (kg)	SV salida (kg)	Q (Sve-SVs) (kg)	Fangos húmedos (t)	Fangos DH (kg)	Pe
16/11/2016	1.000	511,02	174,90	336,12	1,7964	247,96	0,67
23/11/2016	1.940	394,86	13,96	380,90	1,7964	229,78	
30/11/2016	930	397,31	36,41	360,90	1,2234	162,47	
07/12/2016	1.080	412,37	228,39	183,97	1,2234	156,74	0,61
14/12/2016	1.040	233,94	233,94	180,00	1,2234	167,67	
21/12/2016	1.120	1390,74	276,39	1114,35	1,445	195,22	
28/12/2016	1.130	427,83	285,02	142,80	1,445	194,49	Red.: 8,1%
04/01/2017	980	361,39	143,58	217,81	1,445	200,65	
11/01/2017	880	211,97	43,75	168,22	1,445	198,44	
18/01/2017	880	508,18	166,88	341,30	1,445	189,68	0,39
01/03/2017	1.640	693,10	351,26	341,84	1,3827	196,03	
08/03/2017	1.580	417,66	194,82	222,84	1,3827	201,88	
15/03/2017	1.570	797,32	284,97	512,34	1,3827	223,83	Red.: 41,1%

Como puede observarse, la razón entre fangos producidos y sólidos volátiles reducidos (desaparecidos) en el proceso, denominada aquí productividad específica (Pe), en las dos semanas previas a la adición era de:

$$Pe = 0.67$$

Mientras que, tras la adición pasó a ser de:

$$Pe = 0.61$$

Reduciéndose este parámetro indicativo de la producción específica de lodos en un 8.1%.

Si se hace referencia al período final, tras la estabilización después de las lluvias, el coeficiente es:

$$Pe = 0.39$$

Valor que indica una reducción del 41.1%

Estos valores se deben tomar con mucha precaución pues, por las circunstancias de la toma de muestras están sujetos a mucho error. Como ya se ha comentado anteriormente, los valores de los sólidos volátiles, tanto a la entrada como a la salida varían mucho. También sufre variación el caudal diario, por lo cual, el cálculo de los sólidos volátiles desaparecidos puede variar mucho de un día a otro, mientras que la producción de lodos es bastante constante debido a que se trata de un valor promediado en toda la semana. Por tanto, la reducción de lodos depende del día del muestreo. En este sentido, teniendo en cuenta la desviación estándar de los valores de los SV, resulta que el valor concreto de un día puede variar alrededor de +/- 50%. Tomando, por ejemplo, una variación positiva del 20% de los SV de entrada en el día 16 (pasando de 511 a 613 kg) la Pe pasaría de 0,67 a 0.59 y las reducciones pasarían calculadas anteriormente pasarían del 8,1% a -5% y de 41.1 a 32,7%. Así pues, estos datos se deben manejar con extrema precaución y sólo como orientativos. Por otra parte hay que notar que estos errores disminuyen al aumentar la escala de tiempo, por lo que sería aconsejable realizar la aplicación de bioestimulante durante un período largo de tiempo, como mínimo de un año. En este caso el período fue de cuatro meses y con incidencias negativas durante el mismo.

Otro parámetro que se puede utilizar para el cálculo de la reducción de lodos, es la producción de éstos referido al caudal de entrada. Este parámetro es menos específico, ya que no considera la carga orgánica que entra en el biorreactor, pero por este mismo hecho no está sujeto a la variabilidad de los parámetros de sólidos volátiles de entrada y salida.

Así para un período dado este parámetro se evaluaría de acuerdo con el siguiente cociente:

Producción de lodos durante este período / caudal de entrada de agua residual en este período.

Las unidades empleadas son kg de Materia Seca de lodos/ m³ de entrada.

La Tabla 5.2 muestra esta producción y comentarios a la misma.

TABLA 5.2 Reducción de la producción de lodos (en kg de materia seca) durante el período de pruebas respecto al período de control (1/11 a 22/11 de 2016)					
Período	t (MS)	m³ (Entrada)	kg(MS)/m³ entrada	Reducción	Comentario sobre el período
del 1 /11/2016 al 22/11/2016	46,920	27.570	1,7018498		Período de control (inicio pruebas)
del 23/11/2016 al 19/1/2017	83,820	65.060	1,2883492	24,30%	Funcionamiento con bioestimulante
del 20/1/2017 al 25/01/2017					<u>Período no significativo</u> debido a fuertes lluvias
del 26/1/2017 al 28/2/2017					Período de recuperación
del 1/3/2017 al 14/3/2017	14,140	26.460	0,5343915	68,60%	Funcionamiento con bioestimulante

Nuevamente, el periodo de control no es muy extenso, pero las reducciones observadas en períodos significativos 23 nov-19 ene y 1 mar-14 mar son elevados.

Como conclusión se podría confirmar que existe una reducción de los lodos producidos, pero para ofrecer resultados cuantitativos inequívocos sería necesario tener un período de experimentación mayor tanto del período inicial como del período tras la adición de bioestimulante. La planificación inicial así lo contemplaba, pero muchos de los resultados obtenidos han venido falseados por las fuertes lluvias.

6. Conclusiones


- Se realizó una prueba de cuatro meses de duración con un producto bioestimulante en una EDAR diseñada para 43.000 habitantes equivalentes con mucha estacionalidad.
- De acuerdo con los análisis de toxicidad y metales llevados a cabo, se ha observado que la adición del bioestimulante no era perjudicial para la operación de la planta ni para la calidad del efluente, manteniéndose perfectamente

satisfactoria durante toda la prueba. Tampoco aumentó el nivel de metales pesados del agua, como era de esperar.

- La variabilidad de los datos de entrada, junto con los problemas asociados en el período de lluvias han hecho que los resultados no sean lo abundantes que se deseaba para poder cifrar con certeza las mejoras introducidas con la adición de bioestimulante.
- El bioestimulante ha sido capaz de mejorar aspectos de la operación de la planta como su limpieza, observada en la clarificación o como las propiedades de sedimentabilidad del lodo. Esto se ha observado por la tendencia al aumento de la concentración de sólidos de los lodos purgados y en los deshidratados (se supone que las condiciones de adición de polielectrolito son similares durante este período). Parecería pues que la adición de bioestimulante produce asimismo unos lodos más fácilmente deshidratables en esta planta.
- Se ha estimado una reducción de la purga de lodos en presencia del bioestimulante con referencia a los sólidos desaparecidos en el biorreactor parámetro que se ha denominado productividad específica. Sin embargo, por la gran variabilidad en los sólidos volátiles tanto a la entrada como en la salida, los resultados de reducción están sujetos a mucho error y por tanto, no pueden considerarse suficientemente significativos.
- Para evitar la variabilidad en los sólidos volátiles de entrada y salida, se ha recurrido a estudiar la productividad de lodos en función del caudal de agua tratada. Este parámetro es teóricamente menos representativo, ya que no tiene en cuenta la carga de entrada, pero es orientativo. Las reducciones observadas son elevadas (del 24 y 69%). Sin embargo las cifras se deben manejar con precaución por los factores descritos anteriormente.
- Como conclusión final se podría decir que la adición de bioestimulante ha sido positiva en tres aspectos: a) la limpieza de los sedimentadores y otros elementos de la planta; b) el incremento, pequeño, de la deshidratabilidad; c) en una muy posible reducción de lodos difícil de cuantificar en este caso. Las grandes lluvias acaecidas y las circunstancias que han concurrido en la planta que han permitido el lavado de los microorganismos en las instalaciones han complicado la ya de por sí compleja tarea (debida a la gran variabilidad en entrada de materia orgánica) de cuantificar estas reducciones. Señalar también que para

estudiar con fiabilidad y obtener resultados cuantitativos de la eficacia de la adición de coagulante, sería necesario un período de aplicación del producto no inferior a un año.

Barcelona, 12 de Junio de 2017

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and lines, positioned below the date.

Prof. Joan Mata Alvarez

