

Resumen

Los estudios previos a obras de construcción o ampliación de plantas depuradoras de aguas residuales, así como la identificación de problemáticas existentes y sus posibles soluciones, cuentan con un aliado en el uso de una Planta Piloto portátil, capaz de trabajar en condiciones reales y alimentarse con el agua residual problema.

En este sentido, una Planta Portátil ha sido usada para estudios de tratabilidad sobre el terreno en la EDAR de Crevillente-Derramador (Alicante), en un proyecto impulsado y dirigido desde la Entidad Pública de Saneamiento de Aguas Residuales de la Comunidad Valenciana, estando los trabajos enfocados a la solución de los problemas existentes en dicha planta y el predimensionamiento de sus futuras instalaciones.

Palabras clave:

EDAR, planta piloto, alternativas, tratamiento, dimensionado, rendimiento.

Abstract

Pilot plant study for treating sewage in the waste water treatment plant at Crevillente-Derramador, Alicante, Spain

It is much easier to carry out preliminary studies before a waste water treatment plant is built or enlarged or to identify existing problems and their possible solutions by using a portable pilot plant that is capable of operating under real conditions using the actual waste water that is causing the problem.

A pilot plant was used to conduct treatability studies on the ground in the waste water treatment plant at Crevillente-Derramador, Alicante, Spain. The project was set up and directed by the Public Waste Water Treatment Agency of the Autonomous Community of Valencia. The work was aimed at finding a solution to existing problems in the plant and in predimensioning its future facilities.

Keywords:

WWTP, pilot plant, alternatives, treatment, dimensioning, performance.

Estudio con planta piloto para el tratamiento de aguas residuales en la EDAR de Crevillente-Derramador (Alicante)

Por: Entitat Pública de Sanejament d'Aigües de València
C/Álvaro de Bazán nº 10. 46010 VALENCIA.
Tel.: 96 360 45 55, Fax: 96 360 34 69.

Red Control, S.L.

Plaza Mestre Ripoll, nº 9, pta 4-dcha. 46022 VALENCIA.

Tel.: 96 372 06 42, Fax: 96 355 60 63

E-mail: explotacion@redcontrol.com

1. Problemática en la EDAR de Crevillente-Derramador

Debido al elevado componente industrial del influente, la Entidad Pública de Saneamiento de Aguas de Valencia se ha planteado la necesidad de realizar obras de ampliación y mejora en la EDAR de Crevillente-Derramador (Alicante).

Esta depuradora tiene dos líneas diferenciadas. La primera, preparada para tratar el agua de origen doméstico, está compuesta por un decantador 1º, tratamiento biológico con un reactor de mezcla completa y clarificador. La segunda línea, destinada al agua industrial, tiene dos balsas de homogeneización aireadas, tratamiento fisicoquímico y clarificador. El tratamiento de fangos adoptado es de tipo aerobio, con espesado posterior y deshidratación con filtro-banda.

El efluente de la línea biológica se destina a riego agrícola, mientras que el de la línea fisicoquímica se vierte a un barranco seco que discurre junto a la EDAR.

Hasta el momento, la depuradora nunca ha tenido claramente diferenciados los aportes domésticos de los industriales. Tampoco está preparada para la reducción de nutrientes del agua (N y P). Así mismo, la línea industrial sin tratamiento biológico no permite que el efluente cumpla los límites marcados para su vertido.

Así pues, se planteó la necesidad de modificar el proceso de depuración con el fin de adecuar la calidad del efluente a los límites exigidos, considerando además la posibilidad de incrementar la capacidad de las instalaciones frente a futuras necesidades.

Sin embargo, existía la duda acerca de si el agua puramente industrial, dadas sus características, podría ser depurada por medio de un tratamiento biológico, con eliminación de nutrientes.

De esta forma, desde la Entidad se planteó la posibilidad de realizar un estudio de tratabilidad previo mediante el uso de una Planta Piloto de Aguas Residuales.

2. Descripción de la planta piloto

La Planta Piloto está integrada por un gran número de equipos susceptibles de ser conectados entre sí, simulando diferentes tipos de tratamientos de aguas. Estos elementos están mandados por un PLC central, junto con los sistemas de lógica cableada y funcionamiento manual. El sistema informático puede proporcionar una gran cantidad de datos gracias al elevado número de sondas instaladas en los distintos bloques de tratamiento.

Todo el conjunto se encuentra montado en un contenedor de 900 x

250 cm, de forma que puedan ser transportables en camión hasta el punto donde se requiera su actividad.

A *grosso* modo tiene tres bloques de tratamiento: Físicoquímicos, Biológicos y Terciarios.

Dado que el reactor biológico está compartimentado, la planta puede simular un gran número de procesos biológicos de lecho líquido y lecho sumergido de soporte fijo.

Entre los posibles tratamientos a realizar, están: Air. Prolongada, Sistema Convencional, Sistema de Doble Etapa, (con o sin eliminación de N), Sistema A2O, Sistema Zud-zack-Ettinger o Sistema Wuhr-

mann. En todos se puede realizar un proceso de eliminación de P por vía química.

Por último, para conocer la calidad del agua sometida a tratamiento, hay un equipo de medida de la respirometría, capaz de calcular los siguientes parámetros: DBO₅ del influente a biológico, carga másica del reactor y existencia de procesos de nitrificación en el reactor biológico.

3. Planteamiento de los trabajos

Teniendo en cuenta la problemática presentada por la naturaleza de los vertidos, el trabajo se planteó inicialmente para comprobar la posibilidad de someter los diferentes influentes (doméstico con aporte industrial por un lado y exclusivamente industrial por el otro) a tratamiento biológico.

En ese sentido se probaron dos tipos diferenciados de tratamientos biológicos, utilizando como caudal influente la mezcla del agua de origen doméstico y la de origen industrial, respetando las proporciones en las que cada una llega a la EDAR de Crevillente-Derramador. Durante los estudios, se probó la mezcla con y sin tratamiento físicoquímico para el aporte industrial.

Durante los tratamientos, se controlaron la caracterización de las aguas y los diferentes procesos unitarios, tanto a nivel analítico, como microbiológico.

4. Metodología seguida

Los tratamientos que se aplicaron sobre los influentes a la EDAR, fueron los siguientes:

1. Caracterización de influentes Urbano e Industrial.
2. Tratamiento biológico mediante sistema convencional de fangos activados con eliminación de nutrientes, aplicado exclusivamente al Influyente Urbano.
3. Tratamiento físicoquímico más tratamiento biológico con sistema convencional de fangos activados y eliminación de nutrientes, aplicado al Influyente Industrial.



Figura 1. Vista de la Planta Piloto estacionada en Crevillente.

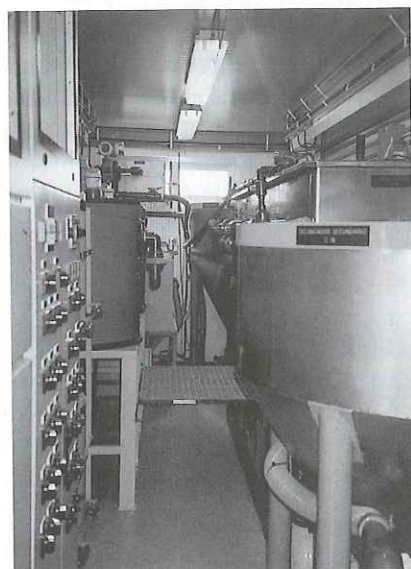


Figura 2. Dos imágenes de equipos existentes en la Planta Piloto

Tabla 1

| | pH (vd.pH) | Conductividad (uS/cm) | Tubidez (NTU) | SS (mg/l) | DBO ₅ (mg/l) | DBO ₅ soluble (mg/l) | DQO (mg/l) | N total (mg/l) | NTK (mg/l) | NH ₄ (mg/l) | P total (mg/l) |
|------------|------------|-----------------------|---------------|-----------|-------------------------|---------------------------------|------------|----------------|------------|------------------------|----------------|
| Urbana | 7,30 | 2.128 | 572 | 476 | 610 | 249 | 1.198 | 74,9 | 70,1 | 49,3 | 17,6 |
| Industrial | 7,00 | 4.815 | 787 | 383 | 463 | 220 | 961 | 46,9 | 46,3 | 15,9 | 6,2 |

4. Tratamiento conjunto de los influentes Urbano e Industrial a través de un proceso de doble etapa, con eliminación de nutrientes.
5. Tratamiento conjunto de los influentes Urbano e Industrial con un sistema convencional de fangos activos y eliminación de nutrientes con dos fases:

5.1. Primera fase, en la que al agua industrial se le aplicó un tratamiento fisicoquímico previo a su mezcla con el agua urbana.

5.2. Segunda fase, eliminando el tratamiento fisicoquímico del agua industrial.

El tiempo para cada tratamiento fue de un mes, excepto para el tratamiento número 3 que fue de dos meses, uno para cada una de las fases. Para acelerar el proceso de implantación, se "sembró" el reactor biológico de la P. Piloto con fango de aireación de la propia EDAR.

5. Resultados

5.1. Caracterización de los influentes Urbano e Industrial

En un primer momento se procedió a caracterizar, de forma separa-

da, los influentes de origen urbano e industrial, mediante el uso de equipos de muestro automáticos colocados en los colectores correspondientes. Los resultados medios obtenidos se indican en la **Tabla 1**.

5.2. Tratamiento biológico mediante sistema convencional de fangos activados con eliminación de nutrientes, aplicado exclusivamente al Influyente Urbano

Diagrama del proceso (Figura 3).

Resultados del ensayo (Figura 4).

Mediante este proceso se puede observar que una vez estabilizado, los tres parámetros de calidad quedaron por debajo de los límites establecidos por el R.D.506/96. Los rendimientos de eliminación de SS, DBO₅ y DQO se mantienen altos en todo momento:

En cuanto a la eliminación de nutrientes en el proceso, la evolución la podemos ver en la **Figura 5**.

El contenido en Nt del efluente se redujo conforme el proceso biológico se estabilizaba y aumentaba la edad del fango, hasta que al final del tratamiento quedó por debajo del límite de la legislación. El rendimiento de eliminación de N tiene una

tendencia al alza a lo largo del ensayo.

La concentración de P en el efluente de la Planta Piloto presentó muchas fluctuaciones durante el ensayo no viéndose una tendencia clara a quedar por debajo del límite establecido por la legislación.

Conclusiones del ensayo

1. El influente urbano resultó susceptible de tratamiento mediante un sistema convencional de fangos activos con selector anóxico para eliminación de nutrientes.

2. La evolución de los parámetros DBO₅, DQO y Sólidos en Suspensión fué regular durante la totalidad del período de pruebas, con rendimientos de eliminación similares trabajando tanto a carga másica media como a carga másica baja.

3. Los resultados analíticos reflejaron que, a partir de la 1ª semana, se obtuvieron rendimientos superiores al 90 % en todos los parámetros. Los rendimientos se incrementaron hasta alcanzar el 97-98% en el caso de los Sólidos suspendidos y la D.B.O.₅ y del 93-95 % en el caso de la DQO.

4. A nivel microbiológico se confirmó la buena marcha del proceso depurador, por la favorable evolución del proceso biológico.

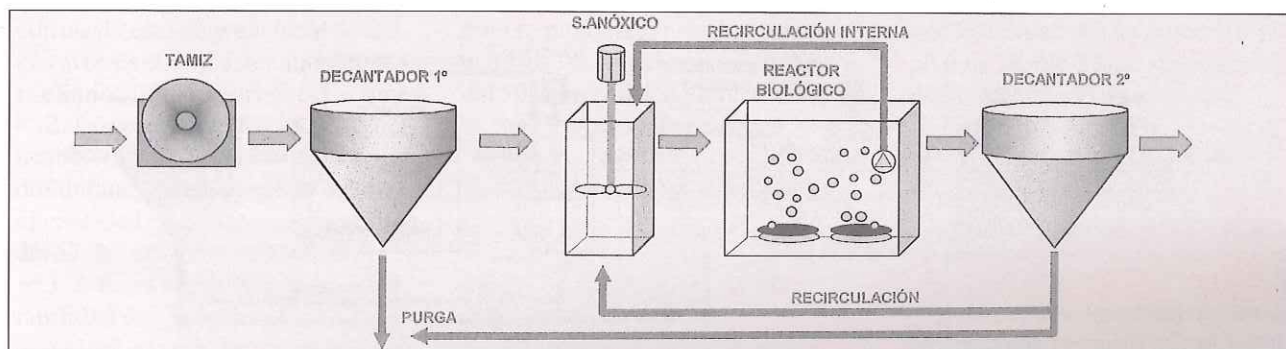


Figura 3. Diagrama del proceso.

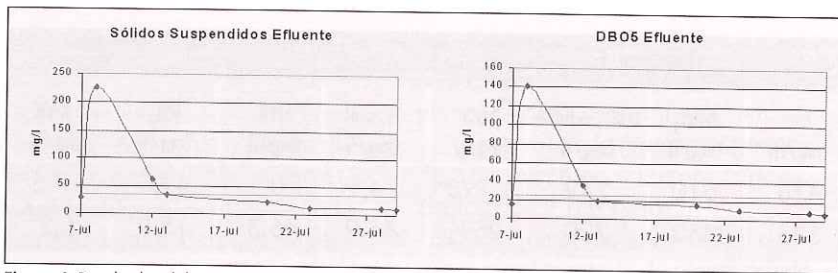


Figura 4. Resultados del ensayo.

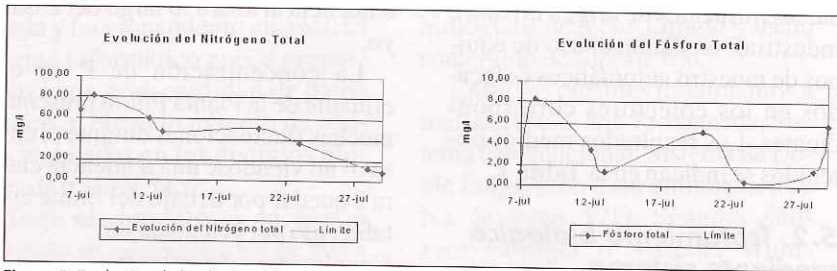


Figura 5. Evolución de la eliminación de nutrientes.

5. En el caso del N total, se observó que el rendimiento de eliminación aumentó conforme se redujo la carga másica y aumentó la edad del fango. El aumento de rendimiento es palpable cuando la carga másica queda por debajo de 0,2 kg DBO₅/kg SSVLM.

6. El tratamiento aplicado, permite una eliminación del P total que prácticamente lo sitúa en niveles próximos a los marcados por la legislación vigente.

5.3. Tratamiento fisicoquímico más tratamiento biológico con sistema convencional de fangos activos y eliminación de nutrientes, aplicado al Influyente Industrial

Diagrama de proceso (Figura 6).
Resultados del ensayo (Figura 7).

En este caso se utilizaron dos dosificaciones de Cloruro férrico dife-

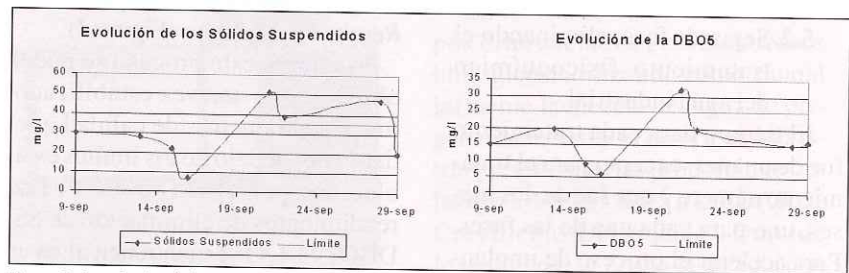


Figura 7. Resultados del ensayo.

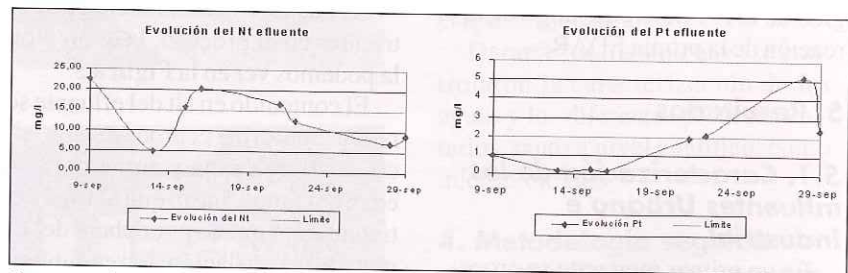


Figura 8. Evolución de la eliminación de nutrientes.

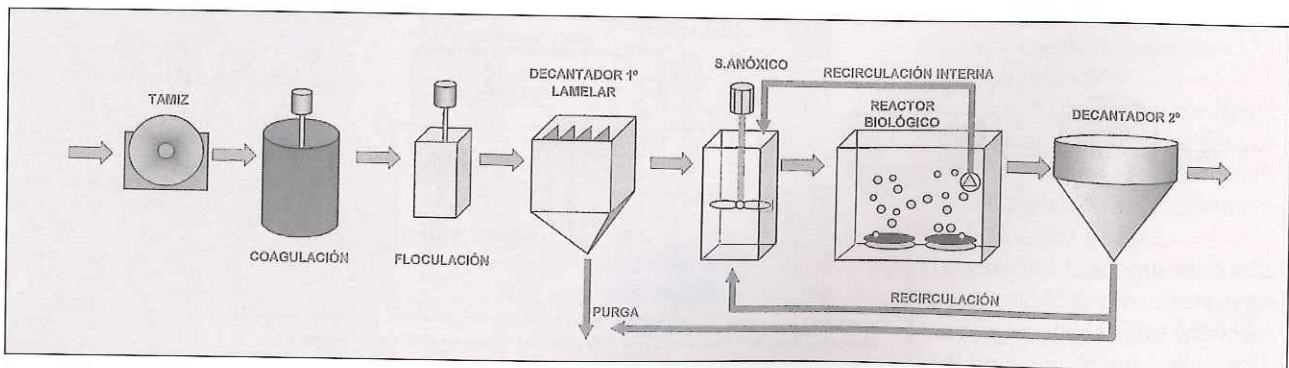


Figura 6. Diagrama del proceso.

rentes; 190 ppm durante las dos primeras semanas y 40 ppm durante las dos últimas. Durante el primer período, los rendimientos obtenidos fueron elevados, pero a partir del día 15/09/99, al reducir la dosificación de Cl₃Fe, la calidad del efluente (SS, DQO y DBO₅) empeoró bruscamente llegando a superar los límites del RD 509/96. Sin embargo, posteriormente se apreció una evolución favorable de los valores de SS, DQO y DBO₅, hasta que se volvieron a situar por debajo de los límites correspondientes.

En cuanto a la eliminación de nutrientes, se obtuvieron los resultados que podemos ver en las Figura 8.

La concentración de Nt se mantuvo por debajo del límite, una vez estabilizado el proceso. A su vez, la concentración de Pt se mantuvo por

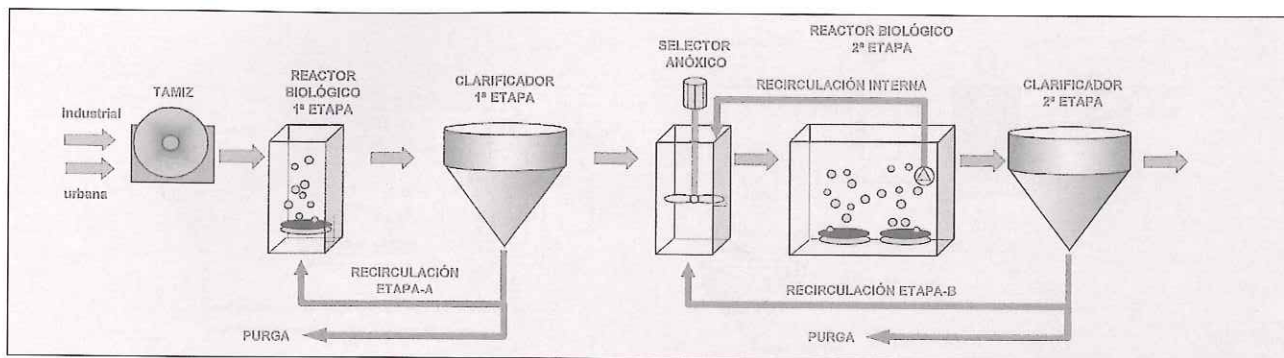


Figura 9. Diagrama del proceso.

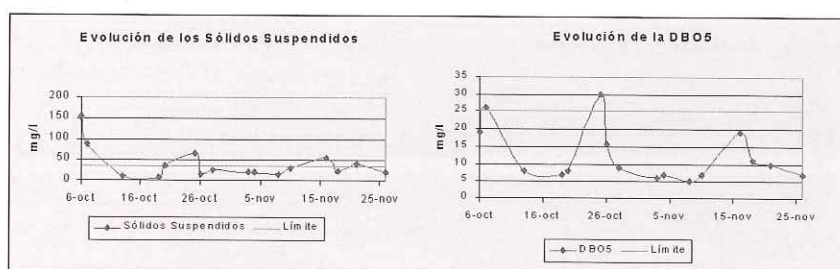


Figura 10. Resultados del ensayo.

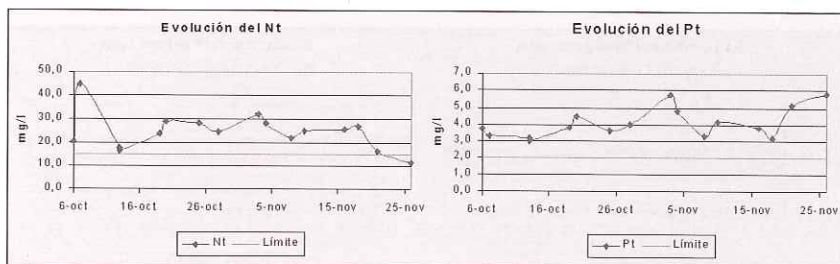


Figura 11. Evolución de la eliminación de nutrientes.

debajo del límite mientras se estaban dosificando 190 ppm de Cl_3Fe , y comenzó a subir a partir del 20 de Septiembre, en cuanto se empezaron a dosificar sólo 40 ppm (ver gráfica).

Conclusiones del ensayo

1. El influente industrial, resultó susceptible de depuración con tratamiento fisicoquímico combinado con un sistema convencional de fangos activos con selector anóxico para eliminación de nutrientes.

2. Los rendimientos, medios del tratamiento fisicoquímico obtenidos durante los ensayos fueron, para el caso de los sólidos suspendidos del 57 % y del 49% para la DBO_5 .

3. A nivel microbiológico, la tratabilidad del influente se confirmó con el estudio de la evolución del proceso biológico.

4. Para el conjunto del proceso, se obtuvieron unos rendimientos medios de depuración del 92 % para el caso de los sólidos suspendidos, del 95 % para la DBO_5 y del 91 % para la DQO.

5. Respecto a los nutrientes, se obtuvo una reducción media del nitrógeno total del 33 % en el agua decantada y de un 75 % después del tratamiento biológico, mientras que para el fósforo se obtuvieron rendimientos del 50 % en el fisicoquímico y del 82 % con el tratamiento biológico.

5.4. Tratamiento conjunto de los influentes Urbano e Industrial a través de un proceso de doble etapa, con eliminación de nutrientes

Diagrama del proceso (Figura 9).

Resultados del ensayo.

En la Figura 10 se representa, de forma gráfica, la evolución que tuvieron durante el ensayo las concentraciones de SS, DBO_5 y DQO del efluente del tratamiento.

Una vez consolidado el proceso, los parámetros de calidad del efluente de la Planta Piloto se mantuvieron por debajo de los límites establecidos por el R.D. 509/96. Los rendimientos de eliminación se mantienen estables a lo largo de todo el proceso.

Respecto a la eliminación de nutrientes, se pueden observar los resultados en la Figura 11.

En cuanto al N total, no se consiguió obtener concentraciones por debajo del límite del R.D. 509/96. En la etapa A se eliminaba gran parte de la DBO_5 soluble, por lo que no quedaba suficiente carbono para que en la cámara anóxica de la etapa B se produjese la desnitrificación. Respecto a la concentración de P, no se llegó a quedar por debajo del límite legal.

Conclusiones del ensayo:

1. La mezcla de influentes a la EDAR de Crevillente-Derramador puede tratarse con un proceso biológico de Doble Etapa sin necesidad de tratamiento fisicoquímico.

2. En la observación microscópica se apreció una escasa floculación en la etapa B.

3. Con este tratamiento se llegó a eliminar fósforo con un rendimiento medio del 61 %.

4. El sistema de tratamiento en doble etapa no permitió eliminar nutrientes hasta el punto de cumplir el

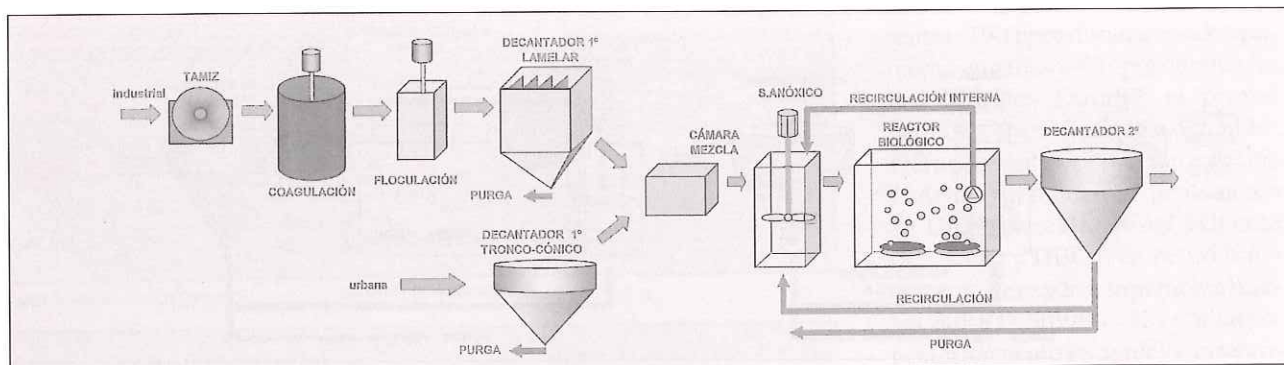


Figura 12. Diagrama del proceso.

R.D. 509/96. La reducción de N total se ve limitada por la escasa DBO5 soluble del efluente de la etapa A.

5.5. Tratamiento conjunto de los influentes Urbano e Industrial con un sistema convencional de fangos activados y eliminación de nutrientes con dos fases: Fase-1; en la que al agua industrial se le dio un tratamiento fisicoquímico previo a su mezcla con el agua urbana

Diagrama del proceso (Figura 12). Resultados del ensayo

En la Figura 13 se muestra de forma gráfica la evolución de los parámetros de calidad del efluente de la planta piloto durante el ensayo realizado.

Las gráficas muestran un excelente comportamiento del proceso durante el ensayo. Los parámetros del efluente se mantuvieron casi siempre dentro de los límites establecidos por el R.D. 509/96. Los rendimientos de eliminación permanecieron estables dentro del intervalo 95-100 %.

En cuanto a la eliminación de nutrientes, la evolución de la concentración de nitrógeno y fósforo en el efluente de la planta piloto se puede apreciar en la Figura 14.

Se ha observado que en todo momento la concentración del nitrógeno total en el efluente se mantiene muy por debajo del límite establecido por el R.D. 509/96. El rendimiento de eliminación de nitrógeno se ha mantenido estable durante to-

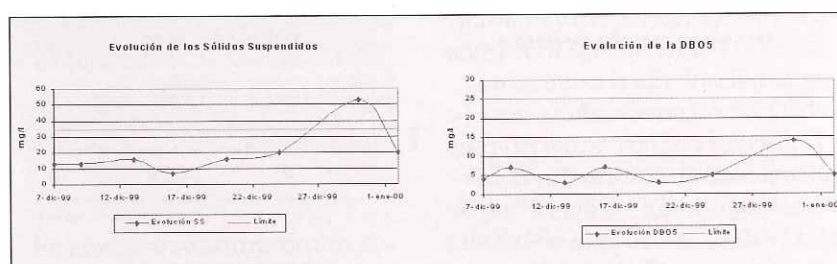


Figura 13. Resultados del ensayo.

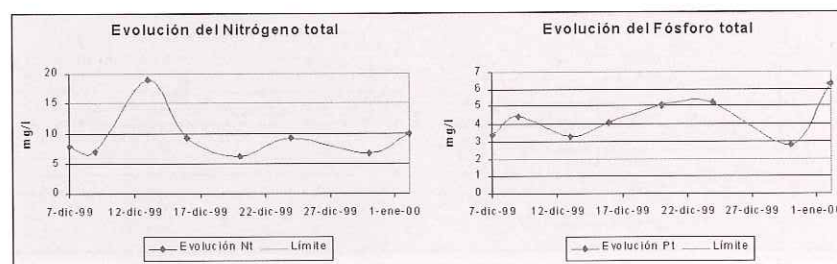


Figura 14. Evolución de la eliminación de nutrientes.

do el ensayo, en torno a un valor medio del 87 %.

Respecto a la concentración de P total, no se consigue por debajo del límite, aunque se alcanzan buenos rendimientos de eliminación (alrededor del 65 %).

Conclusiones del ensayo

1. Los rendimientos de eliminación de SS, DQO y DBO5 se mantienen altos y estables, en el intervalo 95-100 %. Con este tratamiento se pueden cumplir sobradamente los límites de vertido impuestos para estos parámetros por el R.D. 509/96.

2. El tratamiento permite cumplir el límite de vertido para el nitrógeno total.

3. Se elimina fósforo con un rendimiento medio del 68 %, aunque

no se consigue quedar por debajo de las 2 ppm que exige el R.D. 509/96.

4. Aunque la actividad biológica ha sido alta durante todo el ensayo, el flóculo formado en el reactor tiene forma irregular, está poco cohesionado y con mala sedimentabilidad.

5.5. (bis) Tratamiento conjunto de los influentes Urbano e Industrial con un sistema convencional de fangos activados y eliminación de nutrientes con dos fases: Fase-2; eliminando el tratamiento fisicoquímico del agua industrial.

Diagrama del proceso (Figura 15). Resultados obtenidos (Figura 16).

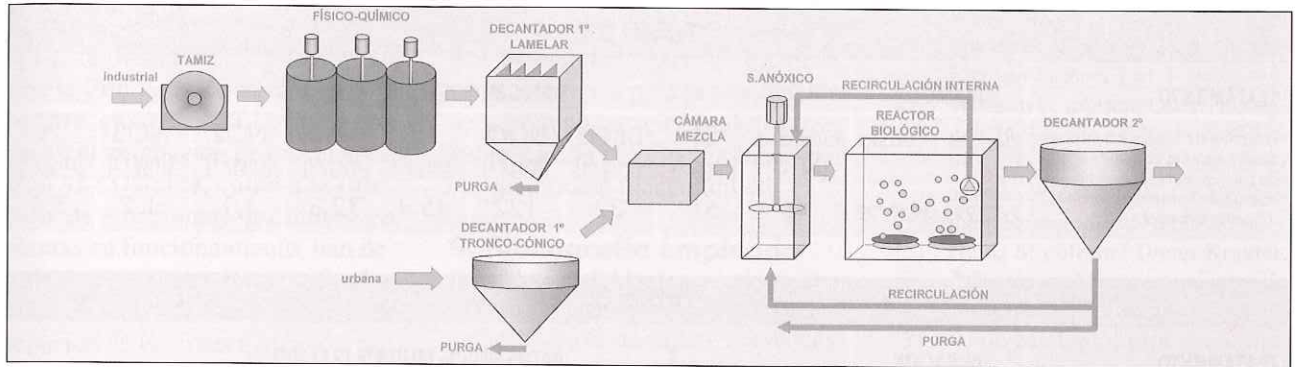


Figura 15. Diagrama del proceso.

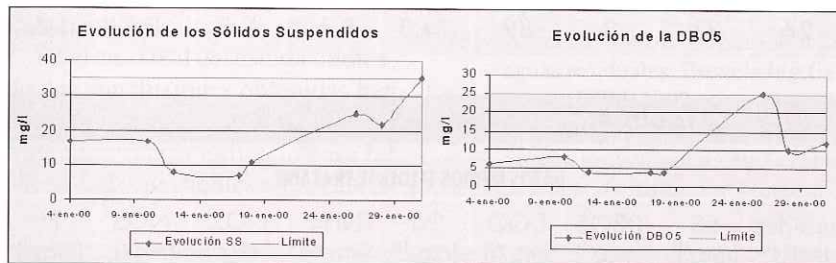


Figura 16. Resultados del ensayo.

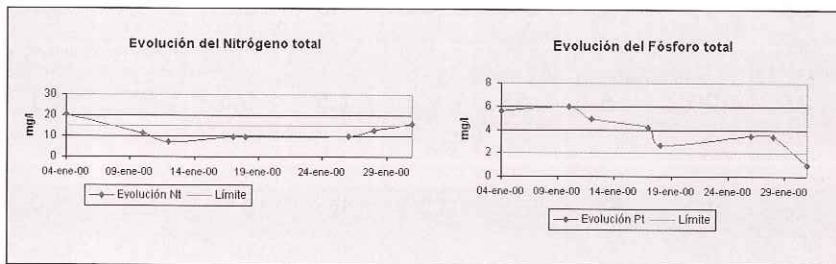


Figura 17. Evolución de la eliminación de nutrientes.

Los parámetros SS, DBO₅ y DQO se mantuvieron por debajo de los límites de vertido. El máximo que aparece en los últimos días del tratamiento se debió a la incorporación de un nuevo vertido a la red de colectores, si bien los rendimientos de eliminación han permanecido bastante estables.

En cuanto a los nutrientes, podemos mostrar las siguientes gráficas de evolución (Figura 17).

La concentración del N en el efluente de la planta piloto se mantuvo por debajo del límite de vertido, con un rendimiento de eliminación en torno al 83%. La concentración de P del efluente tiene tendencia a disminuir conforme avanza el

ensayo, hasta quedar por debajo del límite de vertido.

Conclusiones del ensayo

1. No se observan diferencias en la calidad del efluente con respecto al ensayo anterior.

2. El ensayo demuestra la posibilidad de un tratamiento conjunto de los influentes urbano e industrial por un procedimiento exclusivamente biológico, sin necesidad de dosificar reactivos. Con este tratamiento se pueden cumplir sobradamente los límites de vertido impuestos para los SS, DBO₅ y DQO por el R.D. 509/96.

3. La actividad biológica ha sido elevada durante todo el ensayo. Sin embargo el floculo formado en el reactor tiene forma irregular y poco cohesionado, con mala sedimentabilidad.

4. El método permite mantener el Nt del vertido por debajo del límite legal.

5. Durante el ensayo el contenido en fósforo del efluente ha tenido una

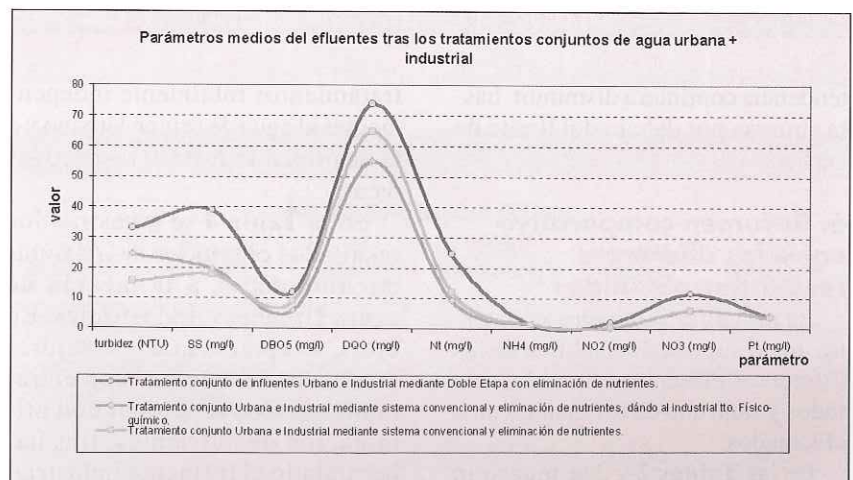


Figura 18. Rendimiento de los distintos tratamientos conjuntos.

Tabla 2

| TRATAMIENTO | DURACION | | DATOS MEDIOS EFLUENTE TRATADO | | | | | | | | |
|--|----------|---------|-------------------------------|-----------|-------------|------------|-----------|------------|------------|------------|-----------|
| | desde | hasta | turbidez (NTU) | SS (mg/l) | DBO5 (mg/l) | DQO (mg/l) | Nt (mg/l) | NH4 (mg/l) | NO2 (mg/l) | NO3 (mg/l) | Pt (mg/l) |
| Tratamiento biológico mediante sistema convencional de fangos activos con eliminación de nutrientes para el influente Urbano | 7/7/99 | 29/7/99 | 46 | 51 | 32 | 122 | 45,4 | 32,8 | 1,1 | 1,2 | 3,4 |

Tabla 3

| TRATAMIENTO | DURACION | | DATOS MEDIOS EFLUENTE TRATADO | | | | | | | | |
|---|----------|---------|-------------------------------|-----------|-------------|------------|-----------|------------|------------|------------|-----------|
| | desde | hasta | turbidez (NTU) | SS (mg/l) | DBO5 (mg/l) | DQO (mg/l) | Nt (mg/l) | NH4 (mg/l) | NO2 (mg/l) | NO3 (mg/l) | Pt (mg/l) |
| Físico-químico más tratamiento biológico convencional y eliminación de nutrientes para influente industrial | 9/9/99 | 20/9/99 | 24 | 31 | 8 | 89 | 14,8 | 8,1 | 1,6 | 0,8 | 1,6 |

Tabla 4

| TRATAMIENTO | DURACION | | DATOS MEDIOS EFLUENTE TRATADO | | | | | | | | |
|---|----------|----------|-------------------------------|-----------|-------------|------------|-----------|------------|------------|------------|-----------|
| | desde | hasta | turbidez (NTU) | SS (mg/l) | DBO5 (mg/l) | DQO (mg/l) | Nt (mg/l) | NH4 (mg/l) | NO2 (mg/l) | NO3 (mg/l) | Pt (mg/l) |
| Tratamiento conjunto de influentes Urbano e industrial mediante Doble Etapa con eliminación de nutrientes | 6/10/99 | 26/11/99 | 33 | 39 | 12 | 74 | 24,6 | 1,5 | 2,2 | 11,9 | 4,1 |
| Tratamiento conjunto Urbana e Industrial mediante sistema convencional y eliminación de nutrientes, dando al industrial tto. físico-químico | 2/12/99 | 3/1/00 | 25 | 20 | 6 | 55 | 9,4 | 1,5 | 0,4 | 6,2 | 4,3 |
| Tratamiento conjunto Urbana e industrial mediante sistema convencional y eliminación de nutrientes | 3/1/00 | 31/1/00 | 16 | 18 | 9 | 65 | 12,2 | 1,5 | 0,7 | 6,3 | 3,9 |

Tabla 5

| TRATAMIENTO | DURACION | | DATOS MEDIOS EFLUENTE TRATADO | | | | | |
|--|----------|---------|-------------------------------|---------------------------|--------------------|-----------------------|---------------------|-------------------|
| | desde | hasta | Caudal medio (l/h) | Vol cámara anóxica (ltrs) | Vol reactor (ltrs) | SSLM aireación (mg/l) | C. masica aireación | Edad fango (días) |
| Tratamiento biológico mediante sistema convencional de fangos activos con eliminación de nutrientes para el influente Urbano | 7/7/99 | 29/7/99 | 201 | 400 | 1.765 | 3.580 | 0,230 | 3,2 |

tendencia continua a disminuir, hasta situarse por debajo del límite de vertido.

6. Resumen comparativo entre los diferentes resultados obtenidos

En las tablas siguientes se muestra una recopilación analítica de los diferentes efluentes obtenidos con todos y cada uno de los tratamientos efectuados.

En las **Tablas 2 y 3** se muestran los resultados obtenidos, tras dar

tratamientos totalmente independientes al agua de origen Urbano y a la de origen Industrial respectivamente.

En la **Tabla 4** se muestran los resultados obtenidos de los tratamientos dados a la mezcla de aguas Urbanas e Industriales. En éstos, se aprecia que los mejores resultados se obtienen con el tratamiento Convencional con eliminación de nutrientes, tras haber tratado el influente industrial mediante proceso físico-químico.

Esto se aprecia mejor en la **Figura 18**.

En las **Tablas 5, 6, 7 y 7 bis** se presentan algunos datos de funcionamiento durante los diferentes tratamientos llevados a cabo.

7. Tabla-resumen de funcionamiento de los diferentes ensayos

En la **Tabla 8** se resumen las conclusiones obtenidas, así como las ventajas e inconvenientes observadas durante cada tratamiento:

8. Conclusiones

La realización de pruebas en Planta Piloto, enfocadas tanto a la construcción de una EDAR o a una eventual ampliación de una instalación ya existente, como a la solución de problemas presentes en plantas en funcionamiento, han demostrado ser uno de los métodos más eficaces y fiables, para la consecución de los fines marcados, por cuanto se trabaja a condiciones reales, sobre el propio terreno y con el caudal influente que será objeto de tratamiento.

En el caso real del estudio indicado, las conclusiones obtenidas han permitido precisar exactamente el tratamiento más indicado para las necesidades existentes en la EDAR

de Crevillente-Derramador, siendo éste un sistema Convencional con cámara anóxica para la eliminación de nitrógeno por vía biológica, tras haber tratado el influente Industrial con un proceso fisicoquímico.

9. Bibliografía empleada

- [1] Metcalf-Eddy, Ingeniería Sanitaria: tratamiento, evacuación y reutilización de aguas residuales, Ed.labor,S.A., 1985.
- [2] Tebbut, Fundamentos de control de la calidad del agua. Ed.Limusa, 1995.
- [3] A.Fdez. Muñoz, Depuración de aguas residuales. Escuela Ing.Caminos, UPM, 1992.
- [4] L.Prendl and H.Kroi_. Bulking Sludge Prevention by an Aerobic Selector. Institute for Water and Waste Management, Vienna, University o Tecnology. Published by Elsevier Science Ltd, 1998.
- [5] William L. marten, Glen T. Daigger. Full-scale evaluation of factors affecting the performance of anoxic selectors. Water Environment Researchs, vol 69, nº 7.
- [6] Heinz Streble and Dieter Krauter. Atlas de los Microorganismos de Agua Dulce. Ed.Omega. 1987.
- [7] Paolo Madoni. I protozoi ciliati degli impianti microbiologici di depurazioni. Istituto di Ecologia dell'Università di Parma. 1981. Ed. Consiglio Nazionale delle ricerche (Roma).
- [8] P. Madoni. A sludge biotic index (SBI) for the evaluation of the biological performance of activated sludge plants based on the microfauna analysis. Wat. Res. vol 28, nº 1. 1993.

Tabla 6

| TRATAMIENTO | DURACION | | DATOS MEDIOS EFLUENTE TRATADO | | | | | |
|---|----------|---------|-------------------------------|---------------------------|--------------------|-----------------------|---------------------|-------------------|
| | desde | hasta | Caudal medio (l/h) | Vol cámara anóxica (ltrs) | Vol reactor (ltrs) | SSLM aireación (mg/l) | C. masica aireación | Edad fango (días) |
| Físico-químico más tratamiento biológico convencional y eliminación de nutrientes para influente industrial | 9/9/99 | 23/9/99 | 128 | 400 | 1.765 | 5,800 | 0,215 | 4,1 |

Tabla 7

| TRATAMIENTO | DURACION | | DATOS MEDIOS EFLUENTE TRATADO | | | | | |
|--|----------|---------|-------------------------------|---------------------------|--------------------|-----------------------|---------------------|-------------------|
| | desde | hasta | Caudal medio (l/h) | Vol cámara anóxica (ltrs) | Vol reactor (ltrs) | SSLM aireación (mg/l) | C. masica aireación | Edad fango (días) |
| Tratamiento conjunto de influentes Urbano e Industrial mediante Doble Etapa con eliminación de nutrientes. ETAPA-A | 9/9/99 | | 120 | | 600 | 3.396 | 1,800 | 0,5 |
| Tratamiento conjunto de influentes Urbano e Industrial mediante Doble Etapa con eliminación de nutrientes. ETAPA-B | | 29/9/99 | | 400 | 1.200 | 3.652 | 12,700 | 0,3 |

Tabla 7 bis

| TRATAMIENTO | DURACION | | DATOS MEDIOS EFLUENTE TRATADO | | | | | |
|---|----------|---------|-------------------------------|---------------------------|--------------------|-----------------------|---------------------|-------------------|
| | desde | hasta | Caudal medio (l/h) | Vol cámara anóxica (ltrs) | Vol reactor (ltrs) | SSLM aireación (mg/l) | C. masica aireación | Edad fango (días) |
| Tratamiento conjunto Urbana e Industrial mediante sistema convencional y eliminación de nutrientes, dando al industrial tto. Físico-químico | 2/12/99 | 2/1/00 | 175 | 500 | 1.800 | 3.911 | 0,150 | 12,8 |
| Tratamiento conjunto Urbana e Industrial mediante sistema convencional y eliminación de nutrientes | 3/1/00 | 31/1/00 | | | | 4.897 | 0,236 | 8,8 |

| Tabla 8 | | | |
|---|---|--|--|
| ENSAYO | CONCLUSIONES | VENTAJAS | INCONVENIENTES |
| Influyente urbano con sistema convencional de fangos activos y eliminación de nutrientes. | <ul style="list-style-type: none"> • Influyente urbano tratable por vía biológica. • Buena marcha del proceso biológico. | <ul style="list-style-type: none"> • Altos rendimientos de depuración. • Se puede cumplir el límite de Nt. • Buen rendimiento de eliminación de Pt. Se puede cumplir el límite con Cl₃Fe. | <ul style="list-style-type: none"> • Sólo se trata influente urbano. |
| Influyente industrial con tratamiento fisico-químico, seguido de Tratamiento biológico por sistema convencional de fangos activos y eliminación de nutrientes. | <ul style="list-style-type: none"> • Influyente industrial tratable por vía biológica precedida de tratamiento fisico-químico. • Buena marcha del proceso biológico. | <ul style="list-style-type: none"> • Buenos rendimientos de depuración. • Alto rendimiento de eliminación de Pt. • Se cumple límite de vertido de Nt. | <ul style="list-style-type: none"> • Sólo se trata el influente industrial. • Se consumen gran cantidad de reactivos en el fisico-químico. |
| Influentes urbano e industrial a través de fangos activos mediante en sistema en doble etapa, con eliminación de nutrientes. | <ul style="list-style-type: none"> • La etapa A sirve para laminar las puntas de carga. | <ul style="list-style-type: none"> • No se precisan reactivos. • Se tratan en una misma línea el influente urbano y el industrial. • Buen rendimiento de eliminación de Pt. Se podría cumplir el límite añadiendo reactivos. | <ul style="list-style-type: none"> • Bajo rendimiento de eliminación de Nt. Se podría solucionar añadiendo metanol en la cámara anóxica. • Flóculo de la etapa B mal cohesionado y mala sedimentabilidad. Se precisa decantación con V. ascensional baja. |
| Influentes urbano e industrial, dando al industrial por un tratamiento fisico-químico antes de unirse al urbano a la entrada de un tto. biológico convencional de F.A. con eliminación de nutrientes. | <ul style="list-style-type: none"> • Método de tratamiento factible. • Rendimientos de depuración estables. | <ul style="list-style-type: none"> • Altos rendimientos de depuración. • Se cumple el límite de vertido para el Nt. • Altos rendimientos de eliminación del P. Se podría cumplir el límite añadiendo Cl₃Fe a la salida del reactor. | <ul style="list-style-type: none"> • Elevado consumo de reactivos en el fisico-químico. • Flóculo del reactor irregular, poco cohesionado y con mala sedimentabilidad. Se precisan decantadores con velocidad ascensional muy baja. |
| Influentes urbano e industrial, a través de tratamiento biológico mediante sistema convencional de F.A. con eliminación de nutrientes. | <ul style="list-style-type: none"> • No se observan diferencias con respecto al tratamiento anterior. • Se pueden tratar de forma conjunta los dos influentes sin necesidad de dosificar reactivos. • Tendencia a cumplir el límite de vertido para el Pt, sin que haya un motivo conocido para que esto ocurra. | <ul style="list-style-type: none"> • No se precisa tratamiento fisico-químico. • Buenos rendimientos depurativos. • Buena actividad biológica. Se cumple el límite de vertido para el Nt. • Altos rendimientos de eliminación de P. Se podría cumplir la legislación añadiendo Cl₃Fe a la salida del reactor. | <ul style="list-style-type: none"> • Sistema desprotegido de puntas con alta contaminación. • Flóculo del reactor biológico con forma irregular, está poco cohesionado y tiene malas características de sedimentabilidad. Se precisan decantadores con velocidad ascensional muy baja. |

Tabla 8. Resumen de funcionamiento de los diferentes ensayos

Visite nuestra web

www.elsevier.es



el mayor grupo especializado
en prensa profesional en España