

Reutilización de las aguas residuales del Baix Llobregat



Reuse of the Wastewater Outlet at the Baix Llobregat Purification Plant



Ampliación del tratamiento biológico e incorporación de un tratamiento terciario en la EDAR del Baix Llobregat



© Infoenviro

La sociedad estatal Depuradora del Baix Llobregat, S.A., empresa dependiente del Ministerio de Medio Ambiente y de la Generalitat de Catalunya a través de la Agencia Catalana del Agua, ha gestionado la construcción de la reutilización del efluente de la depuradora del Baix Llobregat, la mayor reutilización de España. La inversión total necesaria (incluyendo la barrera contra la intrusión salina) es de 100 millones de euros. El Ministerio de Medio Ambiente aporta un 85%, con ayuda de los Fondos de Cohesión de la Unión Europea, y el 15% restante proviene de l'Agència Catalana de l'Aigua.

La reutilización de las aguas de la depuradora del Baix Llobregat, inaugurada el pasado verano por la Ministra de Medio Ambiente, Cristina Narbona, aumentará los recursos hídricos de Cataluña en unos 50 millones de m³ al año, evitando que dicho volumen de agua tenga que proceder de los embalses de la cabecera del río Llobregat. El empleo de estos nuevos recursos contribuirá a mejorar el equilibrio medioambiental del tramo final del Llobregat, manteniendo el caudal del río y conservando los humedales del delta.

Esta nueva instalación completa la actuación medioambiental más importante del Mediterráneo, con una inversión global que supera los 500 millones de euros y que comprende el sistema de saneamiento y depuración del Baix Llobregat, el tratamiento biológico de la depuradora del Besòs y la reutilización del efluente de la estación depuradora de aguas residuales del Baix Llobregat.

The state-owned company Depuradora del Baix Llobregat, S.A., pertaining to the Environment Ministry, was in charge of the construction works of the water reclamation system at the outlet of the Baix Llobregat wastewater treatment plant, the biggest water reuse facility in Spain. The investment required (including the salt water intrusion barrier wells) totalled euros 100 million. The project was funded 85% by the Environment Ministry with the assistance of the EU Cohesion Fund, and the rest through the Catalanian Water Agency.

The Baix Llobregat water reuse plant, inaugurated last summer by the Minister of Environment, Cristina Narbona, will increase the water available in Catalonia by around 50 million m³ per year, thus avoiding the need to take that volume from the reservoirs at the head of the Llobregat River. The water from this new source will contribute to improving the environment along the final length of the River, by maintaining the flow and thus preserving the marshlands on the delta.

This new facility is the final stage of the most important environmental project on the Mediterranean, for a total investment in excess of euro 500 million. It includes the Baix Llobregat wastewater treatment plant, ceded by the Environment Ministry to the Environmental Agency of Catalonia (Entitat del Medi Ambient) and now in operation; the Besòs Biological Treatment Plant and the reuse system for the Baix Llobregat wastewater treatment plant outlet.

El agua constituye un recurso escaso y de innegable importancia en todo el territorio catalán y, especialmente, en el ámbito del Área Metropolitana de Barcelona, donde se concentra una gran parte de la población y de la actividad económica e industrial de Cataluña. El proyecto que describimos pretende subsanar una parte de este déficit mediante el incremento de recursos que supone la reutilización de una parte importante del efluente de la depuradora del Baix Llobregat.

El proyecto de Reutilización de las aguas residuales del Baix Llobregat pretende aportar nuevos recursos para ayudar a resolver el problema del déficit hidráulico para usos ecológicos y ambientales que padecen las cuencas internas de Cataluña. Está

previsto poder aportar 50 hm³/año de agua regenerada de la EDAR del Baix Llobregat que se utilizará como caudal ecológico del río, sustitución de riego agrícola y mantenimiento de zonas húmedas.

Para que el agua a reutilizar tenga la calidad que estos usos exigen, ha sido necesario ampliar el tratamiento biológico que disponía la depuradora para eliminar nutrientes (nitrógeno y fósforo), construir un tratamiento terciario que mejore la calidad del efluente, una estación de bombeo y las conducciones que permitan transportar el agua regenerada hasta sus puntos de aplicación.

Las empresas que han participado hasta ahora en la construcción de las

diferentes partes de la reutilización, son las siguientes:

- UTE FCC–SPA–Aqualia: Redacción del proyecto y construcción del tratamiento terciario. Presupuesto: 18.142.388 euros
- UTE INIMA–GUINOVART: Ampliación tratamiento biológico de la depuradora del Baix Llobregat. Presupuesto: 11.976.817 euros
- UTE SACYR–SCRINSER: Tramo I del proyecto de bombeo y conducciones del agua regenerada. Presupuesto: 12.207.096 euros
- COPISA: Tramo II del proyecto de bombeo y conducciones del agua regenerada. Presupuesto: 11.047.362 euros
- Acciona Infraestructuras. Tramo III del proyecto de bombeo y conducciones del agua regenerada. 13.526.696 euros
- COMSA: Tramo IV del proyecto de bombeo y conducciones del agua regenerada. Presupuesto: 2.726.686 euros.

La distribución de la inversión en porcentaje entre ampliación del biológico para eliminación de nutrientes, tratamiento terciario, bombeo y conducciones ha sido la siguiente:

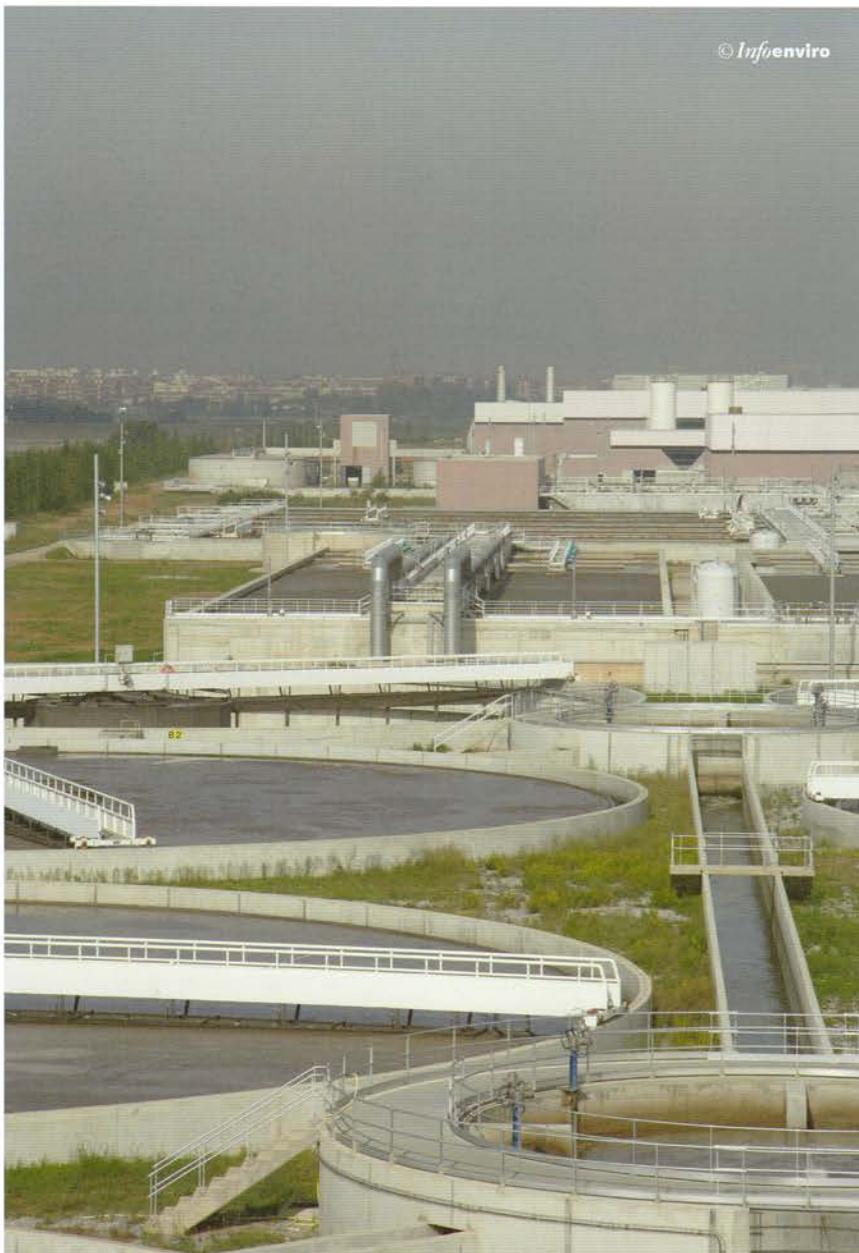
- Ampliación biológico: 18%
- Tratamiento terciario: 27%
- Bombeo y conducciones: 55%

Con el fin de resolver el problema de intrusión salina que padece el acuífero del tramo bajo del río Llobregat, está previsto usar parte del agua regenerada para crear una barrera hidráulica contra la intrusión salina. Para ello se está también construyendo una planta de ósmosis inversa que produzca un agua regenerada de calidad adecuada y las conducciones y pozos de inyección necesarios para inyectar esta agua en el acuífero profundo del Llobregat. Así se elevará el nivel de agua del acuífero y se evitará la intrusión del agua del mar, solucionando la creciente salinización que padece, desde hace décadas, el acuífero profundo del delta del Llobregat.

Usos del agua

En resumen, el agua regenerada en las nuevas instalaciones tendrá los siguientes usos principales:

- Aportación al caudal ecológico del río Llobregat, entre Sant Joan Despí y la desembocadura
- Sustitución por agua regenerada de una parte del caudal que se deriva desde el río al canal de riego de la margen derecha del río Llobregat



- Riego de las zonas húmedas construidas en la desembocadura del nuevo cauce y del aeropuerto del Prat
- Creación de una barrera hidráulica contra la intrusión salina para que proteja el acuífero del delta

Los caudales necesarios para satisfacer cada una de estas demandas son los siguientes:

- Contribución al caudal ecológico: 2 m³/segundo
- Sustitución caudales riego agrícola: 0,75 m³/segundo
- Mantenimiento de zonas húmedas: 0,40 m³/segundo
- Barrera intrusión salina (1ª fase): 5.000 m³/día
- Barrera intrusión salina (2ª fase): 15.000 m³/día

Todas las demandas, excepto la barrera contra la intrusión salina, son estacionales y sólo son requeridas en tiempo seco, siendo necesario un volumen anual de unos 50 hm³ en un año de pluviometría media.

En base a estas demandas que se pretendía satisfacer, se dimensionaron las instalaciones de tratamiento terciario, impulsión y conducciones para un caudal de 3,5 m³/segundo.

Calidad del agua regenerada

Aunque las calidades de agua regenerada que exige cada uso previsto son diferentes, se ha adoptado como criterio producir dos calidades de agua: una destinada a la contribución del caudal ecológico, agua para riego agrícola y mantenimiento de las zonas húmedas, y otra dife-



rente y más exigente para la barrera contra la intrusión salina.

La calidad del agua para caudal ecológico, riego y mantenimiento de zonas húmedas será:

- DBO₅ ≤ 10 mg/l
- MES ≤ 5 mg/l
- Turbidez < 5 NTU
- Coliformes fecales < 10 UFC/100ml
- Huevos nemátodos intestinales < 1 U/1.000 ml
- Cloro residual > 0,6 mg/l
- O₂ ≥ 7,5 mg/l

El agua destinada a la barrera contra la intrusión salina será sometida a unos procesos adicionales de ultrafiltración y ósmosis inversa para alcanzar los siguientes valores:

- MES < 1 mg/l
- Turbidez ≤ 0,1 NTU
- Coliformes fecales 0
- Materia orgánica < 10 mg/l

The reclaimed water will be used to create an ecological flow of the Llobregat river basins and irrigate the farmlands and the vegetation on the hinterlands. To ensure that the reused water meets the required quality standards various works were carried out. They included enlarging biological treatment plant at the WWTP for eliminating nutrients (nitrogen and phosphorous), building a tertiary treatment plant to improve the quality of the effluent, building a pumping station and laying the necessary pipelines to convey the regenerated water to its destination.

Various companies participated in the construction of the different segments of the wastewater outlet reuse system, as follows:

- Consortium FCC-SPA-Aqualia: Writing up of the project specifications and construction of the tertiary treatment. Cost: €18,142,388
- Consortium Inima-Guinovart: Enlargement of the Baix Llobregat WWTP biological treatment section: € 11,976,817
- Consortium Sacyr-Scrinsler: Section 1 of the regenerated-water pumping and pipeline system. € 12,207,096
- COPISA: Section 2 of the regenerated-water pumping and pipeline system. € 11,047,392
- Acciona Infraestructuras. Section 3 of the regenerated-water pumping and pipeline system. € 13,526,696
- COMSA: Section 3 of the regenerated-water pumping and pipeline system. € 2,726,686.

Part of the regenerated water will be used to create a saline intrusion barrier to protect the Llobregat River and its associated aquifer. A reverse-osmosis plant is being built to produce regenerated water of the necessary quality for this process. This system will have its own pipelines and wells to inject water into the deep Llobregat aquifer.



AMPLIACIÓN DEL TRATAMIENTO BIOLÓGICO

La reutilización del agua regenerada obtenida en la depuradora del Baix Llobregat debía procurar una calidad que permitiera su utilización posterior para la totalidad de los usos contemplados, excepción hecha del uso industrial que puede requerir un tratamiento complementario en la propia industria según cada caso específico y el del agua destinada a la creación de una barrera positiva para el control de la intrusión salina en el acuífero del alto Llobregat que exigirá un tratamiento complementario avanzado de ósmosis inversa.

La obtención de los niveles indicados de N-total, NH_4 y P-total ha exigido por lo tanto la aplicación de procesos complementarios a los previstos inicialmente en la EDAR, ya que los grados de reducción de esos parámetros obtenibles con las instalaciones que se disponía no eran suficientes para garantizar aquellos.

La solución adoptada ha respondido a una variante específica de proceso convencional de tratamiento con fangos activados, denominado A2O (Anaerobiosis, Anoxia, Aerobiosis). El proceso A2O combina en un único reactor las condiciones necesarias para la eliminación biológica, tanto del fósforo como del nitrógeno.

Se ha desarrollado una configuración específica caracterizada por la subdivisión compartimentalizada de las zonas anaerobias, anóxicas y óxicas con la finalidad de conseguir un rendimiento óptimo del sistema.

Obras realizadas

Teniendo en cuenta que el proceso de nitrificación-desnitrificación exige una edad del fango mayor que en un sistema convencional, y por tanto un mayor volumen de reactor, la conversión de la instalación para la eliminación del nitrógeno implicaba un aumento notable del volumen de reactor aunque el caudal a tratar fuese al mismo. El volumen total de reactor necesario era prácticamente el 150% del previsto inicialmente. Ello conllevaba tener que ampliar el número de reactores a construir, pasando de 8 a 12 unidades.

En previsión de situaciones de problemas de proceso que pudieran afectar a



la capacidad de eliminación de fósforo, se ha dispuesto una instalación de almacenamiento y dosificación de cloruro férrico para la realización de la desfosfatación.

Finalmente, se ha dispuesto también una instalación de dosificación de hipoclorito sódico para su eventual adición al caudal de recirculación del fango para el control de posibles episodios de bulking.

Descripción del proceso

El efluente de la operación unitaria de decantación primaria llega a las instalaciones de bombeo intermedio, a caudal máximo. Se instalaron 4+1 bombas de hélice para impulsar el agua a tratar en el proceso biológico. El caudal de diseño de las bombas es de $8.750 \text{ m}^3/\text{h}$ y la altura geométrica de elevación de 4 m.

Junto con las obras de bombeo intermedio existe un sistema de alivio que permite evacuar el caudal punta a tratar en el proceso biológico al by-pass general.

El agua elevada en el bombeo intermedio se conduce por un canal de hormigón, por donde vierte el agua hacia los canales de reparto del biológico, situados a ambos extremos para cada grupo de 4 reactores. La longitud de este canal es de 10 m, al igual que el vertedero de reparto de reactores biológicos.

El agua se conduce al grupo de 4 reactores biológicos mediante una tubería enterrada de DN 1800, una por grupo, en las que se instalaron medidores de caudal electromagnéticos regulados por compuerta. El reparto a cada grupo se realiza con arqueta circular con 4 vertederos iguales.

El proceso biológico se compone de los 8 reactores (4 por línea) existentes y de los 4 de nueva construcción.

El licor mezcla procedente del reactor biológico se conduce a cuatro arquetas de reparto, 2 por línea, en las que se instalaron, en cada una de ellas, 4 vertederos iguales a los cuatro decantadores por grupo.

La decantación secundaria se realiza en 14 decantadores de 49,5 m de diámetro, 4,2 m de calado y distribuidos en cuatro grupos de 4 ó 3 decantadores, equipados con puentes radiales de aspiración diametral para la extracción de fangos.

Los sólidos decantados se recogen por succión mediante la instalación de tubos distribuidos a lo largo del diáme-



tro del decantador. El fango pasa de estos tubos a un canal y de este a la zona central del decantador de donde se extrae para su recirculación y bombeo a espesamiento.

El agua tratada en decantación secundaria se conduce, desde cada decantador, a la arqueta colectora de agua decantada, concéntrica con la arqueta de reparto.

Reactores biológicos

Los 4 reactores biológicos adicionales a los existentes se proyectaron en dos bloques de 2 reactores por bloque que se dispusieron adyacentes a los dos bloques existentes de 4 reactores por bloque.

Cada grupo de 2 reactores tiene una arqueta de reparto con vertedero de forma circular, dividida en 4 sectores iguales, de donde parten las alimentaciones a cada reactor con tubería de DN-1200 mm. En cabeza se dispone de compuerta.

Cada uno de los 4 reactores de nueva construcción está constituido por una zona anaerobia, una zona anóxica y cuatro zonas aerobias.

Zona anaerobia:

- Número de subzonas: 3 Ud
- Longitud: 3,3 m
- Anchura: 13,5 m
- Profundidad: 6 m
- Volumen unitario: 267,3 m³
- Volumen total: 801,9 m³
- Sistema de agitación: mecánico
- Tipo de agitador: hiperboloide
- Potencia instalada: 1,1 kW

Zona anóxica:

- Número de subzonas: (3+1) Ud
- Longitud: 9,1 m
- Anchura: 13,5 m
- Profundidad: 6 m
- Volumen unitario: 737,1 m³
- Volumen total: 2.948,4 m³



Uniones flexibles para la conexión de tuberías suministradas por Arpol

- Sistema de agitación: mecánico
- Tipo de agitador: hiperboloide
- Potencia instalada: 2 kW

La subzona 4 tiene carácter facultativo, pudiendo trabajar como zona óxica o anóxica.

Todas las zonas aerobias tienen un volumen de 1.660,5 m³, con una longitud de 20,5 m, una anchura de 13,5 m y una profundidad de 6 m. El sistema de aeración empleado en todas ellas es mediante difusores de membrana.

Zona aerobia 1:

- Demanda punta de oxígeno: 253,63 kg O₂/h
- Número de difusores instalados: 1.152 Ud

Zona aerobia 2:

- Demanda punta de oxígeno: 108,17 kg O₂/h
- Número de difusores instalados: 600 Ud

Zona aerobia 3:

- Demanda punta de oxígeno: 91,00 kg O₂/h
- Número de difusores instalados: 420 Ud

Zona aerobia 4:

- Demanda punta de oxígeno: 82,41 kg O₂/h
- Número de difusores instalados: 340 Ud

El número de difusores instalados es de 3.008 unidades por reactor y el total para los cuatro reactores es de 12.032 unidades.

El suministro de aire para la cobertura de la demanda de oxígeno se realiza desde la central de aire que disponía la planta. Aunque la implementación de la reducción de nutrientes dio lugar a un incremento de la demanda de oxígeno sobre la del tratamiento previsto originalmente, como la planta está dotada de 4+1 grupos turbosoplantes de 47.500 Sm³/h, tenía capacidad suficiente y no se precisó por lo tanto de ampliación de esta instalación, aunque sí la modificación de dos de ellos para ampliar su campo de trabajo y así poder conseguir una optimización desde el punto de vista energético, acompañado de la oportuna automatización.

El sistema de alimentación de aire a los reactores y a cada zona se realiza mediante conductos individuales de acero galvanizado para cada tanque,



© Infoenviro

EXTENSION OF THE BIOLOGICAL TREATMENT

The biological treatment chosen for the extension of the Baix Llobregat Wastewater Treatment Plant is a specific variant of the conventional activated sludge treatment, known as A2O (Anaerobiosis, Anoxia, Aerobiosis). This is a purpose-built configuration characterised by a compartmented subdivision of the anaerobic, anoxic and oxic zones, thus arranged to optimise the system.

The four biological reactors installed in addition to the previously existing units are arranged in two blocks of two reactors per block, adjacent to the two existing blocks containing four reactors each block.

3008 diffusers are installed in each of the four reactors, for a total of 12,032 units. The air supply to meet the oxygen demand comes from an air plant comprising five turbo-blowers.

Two storage and ferric chloride dosing facilities are installed, one per line. These facilities are situated between the end of the reactors and the secondary settling tanks.

ubicados longitudinalmente sobre el divisorio entre tanques y desde el cual se alimenta cada parrilla de difusores mediante bajante individualizada.

El dispositivo de regulación y control del sistema de aeración se basa en la utilización del caudal de aire como variable de control. Para ello, cada zona estará equipada con una sonda de oxígeno disuelto y cada bajante de medidor de caudal y válvula motorizada de regulación. Para el control del funcionamiento de las zonas anóxicas se ha instalado una sonda de potencial redox por tanque.

El paso del licor mezcla entre las diversas cámaras se realiza por la parte superior de los muros divisorios en la totalidad de la anchura del reactor, excepto en la intercomunicación entre las subzonas anaerobias en que, por razón de su escasa longitud (3,30 m) la circulación del licor mezcla se realiza por los extremos de cada subzona.

La recirculación interna del licor mezcla para el aporte de nitratos a la cabecera de las zonas anóxicas se realiza mediante bomba de hélice (una por tanque) ubicadas en el extremo final del tanque de aeración y de capacidad unitaria máxima de 3.828 m³/h.

La recirculación de fangos desde los decantadores secundarios se realiza de forma idéntica a la realizada en la fase anterior. El caudal bombeado desde las centrales de bombeo de cada grupo de 4 decantadores se descarga en unas arquetas adosadas a los reactores, desde donde pasa a un canal construido sobre el muro divisorio entre reactores con el cual se conducen hasta la cabeza de los mismos.

La medida del caudal recirculado se realiza mediante un medidor de canal



ubicado en el canal de transporte de los fangos.

Parámetros totales

Los parámetros característicos del sistema global (existente+ampliación) son los siguientes:

- Caudal a tratar: 315.000 m³/d
- Número de reactores: 12
- Volumen unitario: 10.392 m³
- Volumen total zona anaerobia: 9.622 m³
- Volumen total zona anóxica: 35.308 m³
- Volumen total: 124.702 m³
- Concentración sólidos en el reactor (SSLM): 4,0 kg/m³
- Tiempo de retención a Qmedio: 8,77 h
- Tiempo de retención a Qpunta: 5,85 h
- Producción diaria de fango: 49,637 kg MS/d
- Demanda diaria de oxígeno: 102,854 Kg O₂/d
- Demanda punta de oxígeno: 6,428 Kg O₂/h

Instalación de desfosfatación

Se proyectaron dos instalaciones de almacenamiento y dosificación del cloruro férrico, una por línea que, por razones de seguridad, se han ubicado en el interior de un cubeto ejecutado en hormigón armado. En cada cubeto se colocaron tres depósitos construidos en poliéster reforzados con fibra de vidrio de 25.000 l de capacidad total.

Estas instalaciones se sitúan en el espacio de seis metros que queda entre los reactores existentes y los de nueva construcción.

Para la impulsión del coagulante a los tanques de aeración se instalaron bombas de membrana (una bomba por reactor). Cada bomba dosificadora, mediante la señal proveniente de los caudalímetros de agua, puede variar la dosificación automáticamente en función de este caudal.

Control del bulking

Debido a la posibilidad del crecimiento de bacterias filamentosas en el fango activado, se previó la instalación de dosificación de hipoclorito sódico en el fango para eliminar el crecimiento de dichas bacterias.

Para el control del crecimiento de estas bacterias se ha previsto la dosificación de hipoclorito sódico en la superficie del reactor biológico.

Se proyectan dos instalaciones de almacenamiento y dosificación de hipoclorito, una por línea, que por razones de seguridad, se ubican en el interior de un cubeto. En cada cubeto se colocará un depósito construido en poliéster reforzado con fibra de vidrio de 17.000 l. de capacidad.

Para la impulsión del hipoclorito a los reactores biológicos se instalaron bombas de membrana (dos por depósito) con una capacidad de 60-600 lt/h dotadas de variador de caudal manual.

La instalación de las tuberías (de PP) de dosificación, que son seis (una por cada dos reactores), se realizó por las pasarelas existentes entre reactores.



TRATAMIENTO TERCARIO

La filial española de Veolia Water Solutions & Technologies fue la empresa encargada de suministrar las tecnologías utilizadas en la nueva planta de tratamiento terciario de la Estación Depuradora de Aguas Residuales del Baix de Llobregat. Este tratamiento se realiza mediante el denominado ACTIDisk®, proceso avanzado para tratamiento terciario desarrollado por Veolia que combina una primera fase de decantación lastrada, mediante el proceso ACTIFLO®, y una segunda fase de filtración terciaria con microtamices, que se lleva a cabo mediante el sistema Hydrotech. La etapa de decantación lastrada se realiza mediante 3 líneas ACTIFLO® y la etapa de filtración se realiza mediante 10 microtamices Hydrotech, con luz de paso de 10 micras.

ACTIDisk® ha supuesto una innovación en el campo de la reutilización de aguas residuales depuradas, ya que permite obtener un agua con garantías de cumplimiento de los requerimientos existentes en materia de calidad de agua reutilizada.

A modo de resumen, las principales ventajas del proceso ACTIDisk® son las siguientes:

- Garantiza la reducción de turbidez, sólidos en suspensión y huevos de helmintos parásitos
- Es un proceso muy estable, ya que mantiene la calidad del agua tratada independientemente de la variabilidad existente en la calidad del agua de entrada, con un tiempo de respuesta inferior a 20 minutos



- El ahorro de espacio reduce los costes de obra civil
- Permite su implantación en plantas ya existentes, que requieran ampliaciones para reutilización de sus aguas y carecen de espacio suficiente

Captación de agua bruta

Adosada a la arqueta de alimentación al tratamiento terciario se construyó la obra de toma, un canal de hormigón armado con una longitud de 20 m que permite aliviar el caudal punta del tratamiento biológico de la EDAR.

Depósito de regulación de agua bruta

De la obra de toma parte una conducción de 2,5 m de diámetro que lleva el agua al depósito de regulación.

Se ha dispuesto un depósito dividido en dos compartimentos de 59 m de longitud por 33 m de ancho cada uno, con una altura útil de 4 m de agua.

Para su aislamiento se instalaron compuertas motorizadas Coutex. Cada compartimento está además provisto de su propio grupo independiente de elevación al tratamiento.

El volumen útil total del depósito es de 15.615 m³.

Elevación y medida de agua a tratar

Cada línea de depósito está provista de un grupo de bombeo compuesto por dos bombas de hélice ABS de 3.150 m³/h de caudal y 7,3 m.c.a. de altura. Se dispuso una bomba de reser-

va para las dos líneas de características idénticas a las anteriores.

El aislamiento de las cámaras de bombeo se realiza mediante compuertas murales motorizadas Coutex.

Las bombas de elevación descargan en un canal común del que parten tres conducciones de 1,2 m de diámetro que alimentan a las líneas de tratamiento físico-químico.

En la arqueta de descarga se han instalado dos aliviaderos de emergencia de 4 m de longitud cada uno, desde los que parten dos tuberías de 800 mm de diámetro que conducen el caudal aliviado nuevamente al depósito regulador.

Para poder regular el caudal de entrada a la planta de tratamiento se ha instalado en cada una de las tres grandes líneas, un sistema de medida de caudal de tipo electromagnético. La señal proveniente de estos caudalímetros controla el funcionamiento del bombeo de elevación mediante los variadores de frecuencia de las bombas.

Cada una de las líneas dispone de compuerta mural para aislamiento y regulación, controlados por su correspondiente caudalímetro. De este modo se garantiza un reparto equitativo de los caudales a tratar por cada línea.

Se instaló además un turbidímetro en la arqueta de descarga del bombeo.

Tratamiento físico-químico

El tratamiento físico-químico se realiza en tres líneas iguales, de capacidad unitaria 4.800 m³/h.

El agua bruta de cada línea procedente del bombeo se conduce a una



cámara de tranquilización previa al proceso ACTIFLO®.

El proceso ACTIFLO® es un proceso patentado por Veolia Water Solutions & Technologies para la clarificación de agua que consta de las etapas de coagulación, floculación, maduración y decantación lamelar, al que se le incorpora microarena que actúa como lastre, consiguiendo una mejor calidad del agua clarificada, mayores velocidades de decantación y menor espacio de implantación en comparación con otros procesos convencionales. El proceso incorpora un sistema de hidrociclones, que permite recuperar la microarena para su continua reutilización en el proceso.

Cada una de las tres líneas de la planta ACTIFLO® se compone de las siguientes unidades principales:

- Un tanque de coagulación con agitador
- Un tanque de inyección con agitador
- Un tanque de maduración con agitador

TERTIARY TREATMENT

The tertiary treatment of the Baix Llobregat WWTP has an average capacity of 302,400 m³/day. It is therefore one of the world's biggest water reclamation plants. The ACTIDisc™ process, developed by the Spanish subsidiary of Veolia Water Solutions & Technologies, is employed.

ACTIDisc™ represented an important step forward in treating wastewater for its reuse, since it makes it possible to obtain water guaranteed to meet the quality requirements in force for recycled water. This is a high-tech tertiary treatment that combines a first ballasted settling stage (ACTIFLO™), followed by a micro-filtration process (HYDRTOEC system).

Ballasted sedimentation

The ballasted settling process is carried out on three ACTIFLO™ lines, of a maximum treatment capacity of 4800 m³/hour and a sedimentation velocity of 120 m/h. The process comprises coagulation, flocculation-maturing and lamellar



- Un tanque de sedimentación con tolva de recogida de fangos y módulos de lamelas
- Un sistema de recirculación (bomba de recirculación e hidrociclón)

Principios del proceso ACTIFLO®

El proceso ACTIFLO® se basa en la precipitación química y separación lamelar combinada con floculación con microarena.

Se añade primero un coagulante (policloruro de aluminio) al agua bruta en el tanque de coagulación, con lo que una parte de la materia disuelta se convierte en una sustancia sólida no soluble en forma de coloide. El contenido de coloides en el agua, parte procedente de la precipitación química y parte del agua de entrada, es capaz ahora de coagular en grandes partículas primarias.

Los procesos de precipitación y coagulación se llevan a cabo simultáneamente, ya que los dos son procesos muy rápidos. El agua bruta se conduce posteriormente al tanque de inyección donde se añade microarena y se mezcla con el agua. La microarena tiene un tamaño efectivo de 130-150 micras.

Cuando el agua pasa del tanque de inyección al tanque de maduración, se añade un floculante. En el tanque de maduración un agitador de velocidad lenta proporciona las condiciones adecuadas para la formación de puentes poliméricos entre la microarena y las partículas desestabilizadas, formando grandes flóculos que sedimentan fácilmente. La gran área específica de la microarena favorece además este proceso.



Después de la floculación el agua entra en el decantador lamelar. Los flóculos sedimentan rápidamente puesto que la microarena aumenta considerablemente el peso de los flóculos en comparación con otros procesos de precipitación. Esto implica que la velocidad superficial en el separador lamelar puede ser de 30-80 veces superior que la de las plantas de precipitación química convencional. El agua tratada pasa a través de las lamelas y abandona el proceso ACTIFLO® por los canales de salida.

Los fangos decantados y la microarena se extraen del fondo del separador lamelar y se conducen hacia el hidrociclón. El caudal recirculado está comprendido generalmente entre un 4-5% del caudal influente, dependiendo de la concentración de sólidos de entrada.

La energía para el bombeo se convierte de manera efectiva en fuerza centrífuga dentro del cuerpo del hidrociclón, haciendo que el fango químico se separe de la microarena que tiene una densidad superior.

Una vez separada, la microarena se concentra y descarga desde la parte inferior del hidrociclón y se reinyecta en el proceso ACTIFLO® para su reutilización.

El fango de menor densidad se descarga por la parte superior del hidrociclón y se envía a tratamiento. El caudal de fangos es aproximadamente un 3-4% del total de agua tratada.

Se dispone a la salida de cada una de las líneas de medidores de pH y turbidez que aportan medidas informativas para salto de alarmas.

Alimentación a filtración

El agua decantada se recoge en un canal común desde el que se alimenta la filtración.

Las instalaciones de filtración se configuraron como dos grandes líneas que pueden funcionar de manera independiente. Cada línea trata así un caudal de 7.200 m³/h. Para el aislamiento de cada una de estas líneas se dispone de compuertas murales.

El canal de cada una de las líneas alimenta a cinco filtros y sus dimensiones aseguran una velocidad muy baja y un reparto uniforme entre todos los equipos. Se ha construido un canal de emergencia que desvía el agua de la planta en caso de sobrecarga sobre los filtros. El agua eventualmente aliviada se envía al depósito regulador mediante una tubería de 1,2 m de diámetro.

Al final de los canales de cada línea de filtración, se han instalado compuertas para poder realizar el bypass del proceso.

Filtración con microtamices

Después de la etapa de clarificación, el agua pasa a 10 microtamices Hydrotech (5 por línea), con luz de paso de 10 micras, que permiten el pulido final del agua residual regenerada. Cada microtamiz tiene una capacidad máxima de tratamiento de 1.440 m³/hora.

Hydrotech es un sistema de filtración superficial con microtamices de gran eficacia y versatilidad. Ofrece una alta superficie filtrante y tiene un



diseño compacto, lo que le convierte en un sistema muy apropiado para el pulido de efluentes donde se requiera un ahorro de espacio, con pequeño tamaño de paso y alta superficie de filtración.

Para el aislamiento individualizado de los filtros se han colocado compuertas motorizadas Coutex.

Los microtamices van equipados cada uno de ellos con 18 discos, que proporcionan una superficie unitaria de filtración de 100,8 m². Esto supone que para el caudal nominal de tratamiento (12.600 m³/h), la velocidad de filtración es de 12,1 m/h y de 13,83 m/h para el caudal máximo hidráulico (14.400 m³/h).

Los microtamices se instalaron dentro de un depósito de recogida de agua filtrada realizado en obra civil. Las dimensiones de los depósitos

clarification stages. Sand particles are added in the flocculation stage to enable the formation of flocules of a larger specific weight, which increases the settling velocity up to 60 times faster than that of conventional processes. The system includes hydrocyclones that make it possible to recover the micro grains of sand in order to reuse them in the subsequent stages of the process.

Tertiary filtration stage

After clarification is completed, the water goes through a final polishing stage consisting of ten Hydrotech microscreens, of a mesh size of 10 microns. Each microscreen has a maximum treatment capacity of 1440 m³/hour. Hydrotech is a surface filtering system employing highly efficient and versatile microscreens.

It features a large filter area and a compact design which makes it well suited to finishing effluents where space is limited.



son de 6,29 m de longitud y 3,1 m de ancho.

El agua entra por la parte central del tamiz y se distribuye a través de las ranuras del cilindro central entre cada uno de los 18 discos que forman el equipo. Los paneles filtrantes están sujetos a los segmentos de disco mediante una abrazadera permitiendo una fácil sustitución.

El agua filtrada se recoge en depósitos de obra civil en cuyo interior van instalados los tamices, recogiendo en otra serie de canales para su desinfección y aprovechamiento posterior.

Los discos están sumergidos en este tanque en un 60-65% para permitir que los filtros puedan seguir funcionando durante el lavado de las telas.

A medida que los sólidos son retenidos por la tela la pérdida de carga a través del filtro aumenta produciendo un aumento en el nivel de agua del canal de entrada. Cuando se alcanza el nivel de consigna, una sonda de nivel situada en el canal de reparto de cada línea activa automáticamente la rotación de los discos y la bomba de lavado de las telas. El lavado se realiza de modo secuencial de modo que se igualen los tiempos de lavado de todos los filtros.

Una bomba centrífuga vertical de caudal 8,4 l/s aspira agua filtrada desde el tanque de obra civil, impulsándola a una presión de unos 7,5 bar a través de unas boquillas que se mueven simultáneamente con los discos. El agua se bombea desde la parte exterior de los discos hacia el interior de los mismos. El agua cargada de sólidos se recoge



sobre unas bandejas que colectan el agua hacia una tubería embridada colocada en el frente del equipo.

Se instaló una tubería común a todos los equipos de una misma línea.

Todas las aguas de lavado se recogen en un depósito desde donde se bombean, junto con los fangos del proceso ACTIFLO®, a la salida de los desarenadores de la depuradora de aguas residuales.

Desinfección UV

El agua filtrada se recoge en un canal común desde el cual se alimentan los canales de desinfección UV. Esta parte del proceso se proyectó para el caudal de diseño de 12.600 m³/h.

La instalación consta de cuatro canales de obra de 1,905 m de ancho, 10,5 m de longitud y 0,65 m de calado medio. Cada canal incorpora 2 bancadas de lámparas.

Cada uno de los bancos dispone de 25 módulos con 8 lámparas por módulo, lo que hace un total de 1.600 lámparas. La distancia entre lámparas es de 7,62 cm.

El control de nivel se garantiza mediante compuerta basculante y asegura que las lámparas se mantengan sumergidas en un amplio rango de caudales.

Se ha instalado un sistema de limpieza físico-químico totalmente automático, que mantiene limpias las fundas sin interrumpir la desinfección.

Cada bancada incorpora un sensor U.V. que mide la intensidad a 254 nm.



El sistema de control, basado en microprocesador, monitoriza el equipo completo de desinfección, controlando el encendido de las bancadas y la potencia de las lámparas en función del caudal.

Restitución del efluente

Desde la salida de los canales de UV parte un canal hacia el bombeo de reutilización.

En el canal se ha dispuesto una salida de 300 mm de diámetro hacia la futura instalación de ósmosis inversa.

Oxigenación del efluente

Para la oxigenación del efluente se ha instalado un tanque criogénico de oxígeno suministrado por Air Liquide. Esta instalación se ha previsto para conseguir una concentración de O₂ en el agua igual a la concentración de saturación para una temperatura de 20 °C. La concentración de O₂ esperada en el efluente tratado en terciario es de 2 mg/l.

El oxígeno se dosifica automáticamente en las dos conducciones de impulsión de los bombeos de reutilización a las redes 1 y 2, de forma proporcional al caudal impulsado.

En la red 1 el caudal máximo es de 2,75 m³/s y la tubería de impulsión es de DN 1.600. En la red 2 el caudal máximo es de 0,40 m³/s y la tubería de impulsión es de DN 500.

Tanto la red 1 de alimentación al río y balsas de riego, como la red 2 de alimentación a parque litoral y zonas húmedas, disponen de medidores de caudal.



© Infoenviro

Línea de fangos

Los fangos procedentes de las purgas del tratamiento físico-químico, así como del lavado de filtros, se

conducen a un depósito de almacenamiento para su posterior bombeo al canal de salida de los desarenadores de la EDAR.

El depósito tiene unas dimensiones de 7,3 m de longitud, 4,5 m de ancho y 3,9 m de altura útil. Dispone en su interior de un aliviadero de emergencia desde el que se conduce el caudal aliviado, mediante una tubería de DN 400, hasta la obra de toma, en la salida hacia el canal de entrada al bombeo al emisario.

El depósito se encuentra ubicado en el sótano del edificio de tratamiento terciario, y está provisto de agitador sumergido para evitar sedimentaciones.

Para la impulsión de los fangos se dispone de 3 (2+1) bombas centrifugas sumergibles de 350 m³/h de caudal unitario.

La conducción de impulsión del bombeo es de DN 350 y discurre en su mayor parte por la galería existente. Se ha instalado un medidor de caudal magnético en la conducción de impulsión.

BOMBEO

La conducción principal que lleva el agua para el caudal de mantenimiento del río Llobregat y al canal de riego agrícola, tiene su origen en una estación de bombeo colocada en los terrenos de la depuradora. Esta estación de bombeo, al igual que la que provee a las zonas húmedas, utiliza bombas axiales, sumergibles de eje vertical, con variadores de velocidad para cada bomba, mediante convertidores de frecuencia. La longitud total de las conducciones de reutilización es de 18,8 km, siendo la mayor parte de 1.600 mm de diámetro en hormigón con camisa de chapa.

Para aportar el caudal ecológico al río Llobregat o al riego de las zonas húmedas no es necesaria ninguna regulación en su punto de descarga, pero sí que es necesaria una balsa de regulación para los caudales que se destinen al Canal de la Margen Derecha. Esta balsa tiene por objetivo independizar el régimen de explotación de los caudales del canal y de la planta de tratamiento terciario.



© Infoenviro

PUMPING

The main pipeline that carries the Llobregat River maintenance flow and takes water to the agricultural irrigation is connected to the pumping station located on the premises of the WWTP. This pumping station utilises submersible vertical axial-flow pumps, as does the station that pumps water to the delta marshlands. The reclaimed water pipelines have a total length of 18.8 km. Most of the pipes are 1600-mm in dia., and made of concrete with metal sheathing.



© Infoenviro

Adasa Sistemas ha sido la empresa responsable de numerosas obras de mejora de las instalaciones de la estación depuradora del Baix Llobregat. El alcance de estos proyectos engloban principalmente las instalaciones eléctricas, la instrumentación (tales como medidores de caudal, transmisores de nivel, de presión, etc.), las comunicaciones y el sistema de vigilancia que garantiza la seguridad ante cualquier tipo de situación de intrusismo, así como los sistemas de control de bombes,

Instalaciones complementarias

compuertas de regulación, válvulas, sistemas de limpieza, detectores de nivel, etc.

Adasa Sistemas ha efectuado el suministro e instalación de las instalaciones eléctricas, referentes a la ampliación del tratamiento biológico de la EDAR, a fin de optimizar el proceso de eliminación de los nutrientes de la estación depuradora. También ha desarrollado el sistema de control y electrificación de los tramos I, III y IV del proyecto de bombeo y conducciones para la reutilización del efluente del Baix Llobregat, comunicando los diferentes tramos mediante fibra óptica monomodo. El tramo III incluye el control y regula-

ción de nivel de la balsa de reutilización ubicada en Sant Boi de Llobregat.

Por otro lado, recientemente ha realizado el suministro e instalación de fibra óptica en Depurbaix, así como la instalación de un anillo de comunicaciones a fin de comunicar el centro de control existente con las nuevas salas de control de distintas instalaciones.

Finalmente, Adasa Sistemas ha integrado un Sistema de Información de la Calidad de las Aguas en la planta depuradora. Dicho sistema de información está compuesto por una estación automática de control de la calidad de las aguas resi-

duales, situada próxima a la línea de agua, y un sistema de envío y transmisión de datos hasta el centro de control donde se recibe la información proveniente de la estación.

La estación de control supone para el operador una herramienta que le permite poder localizar la existencia de valores anormales en los parámetros monitoreados y que frecuentemente dañan la planta o provocan que no se encuentre dentro del régimen de funcionamiento estable. Principalmente los parámetros analizados son DBO / toxicidad, parámetros físico – químicos tradicionales (pH, conductividad, oxígeno disuelto, temperatura, redox, turbidez), DQO, amonio, nitratos, cloruros, fosfatos, cromo y aceites en agua, así como un tomamuestras automático.

