

Ampliación de la ETAP de Majadahonda, Madrid

***Extension of the Potable
Water Treatment Plant
in Majadahonda, Madrid***

© Infoenviro



TEYDI

instalaciones de vanguardia



TEYDI Técnicas Eléctricas y Desarrollo Integral

Somos una empresa con clara vocación internacional.

Nacemos en 1999, de la fusión de varias empresas que contaban con más de 25 años de experiencia acreditada en este sector.



Instalaciones

- Eléctricas de media y baja tensión
- Control y supervisión (automatización)
- Telecomunicaciones
- Cableados informáticos
- Detección de incendios

La competitividad y la apertura de las fronteras - dos productos de la globalización -, suponen nuevos retos y oportunidades, que junto con la clara vocación internacional de nuestra empresa hacen que el lugar no sea un obstáculo sino un nuevo escenario en donde desarrollar nuestra actividad con éxito. Prueba de ello son las obras realizadas en países de prácticamente los 5 continentes: República Dominicana, Cabo Verde, Túnez, Tanzania, Grecia, Portugal, Andorra y España.

SECTOR TRATAMIENTO DE AGUAS

SECTOR HOSTELERÍA

SECTOR SERVICIOS

SECTOR TERCIARIO

SECTOR ENERGÍAS RENOVABLES

La organización es la clave del éxito, y el éxito es responder plenamente a las necesidades y expectativas de nuestros clientes.



TÉCNICAS ELÉCTRICAS Y DESARROLLO INTEGRAL, S.L.

Molinos de Antero, 22 - 24. 27400 Monforte de Lemos. Lugo (España)

Tel.: +34 982 416 317 · Fax: +34 982 416 526

www.teydi.es · teydi@teydi.es



Certificación
ambiental
verificada



© Infoenviro

La Estación de Tratamiento de Aguas Potables de Majadahonda (Madrid) fue construida a finales de los años sesenta para tratar el agua procedente del embalse de Picadas. A la largo de estos últimos años, esta ETAP ha sufrido varias ampliaciones con el fin de mejorar el proceso. La última ha sido la realizada recientemente por la empresa Drace, que ha contado con una inversión de 7.730.792,16 euros.

Las obras de ampliación de la ETAP de Majadahonda, ubicadas dentro de los terrenos propiedad del Canal de Isabel II en la propia ETAP, tienen como principal objetivo actualizar y dotar a la planta de tratamiento de plena capacidad para tratar el agua hasta el caudal de 4 m³/s, con todas las garantías de calidad exigibles.

La ampliación ha consistido en la construcción de una fase de floculación y una decantación lamelar entre la cámara de mezcla existente y el canal de reparto a filtros. Además se ha diseñado y construido un sistema de tratamiento de fangos para recuperación del agua de lavado de filtros y la correspondiente de las purgas de fangos de los decantadores.

En la planta antigua se han llevado a cabo además una serie de actuaciones para optimizar el funcionamiento de la misma. Entre ellas, se sustituyó la arena de los filtros, se impermeabilizaron los fondos de los mismos y se llevaron a cabo trabajos de reparación y reposición en el sistema de lavado de filtros. También se desarrollaron una serie de actuaciones en cuanto a reactivos, centros de transformación, bombeo de agua tratada y en lo referente al sistema informático de automatismo y control de toda la planta, que se ha actualizado, ampliado y mejorado.

The potable water treatment plant in Majadahonda (Madrid) was built in the late 1970's to treat water from the Picadas Reservoir. The plant has been extended several times over recent years. The most recent addition was carried out by the company Drace, with a cost of euros 7,730,792.16.

This extension was built on land owned by Madrid's water utility Canal de Isabel II, on the premises of the original PWTP. The works were performed to modernise the processes and enlarge capacity, to treat a flow of up to 4 m/s in compliance with all the quality standards in force.

The project consisted of building a flocculation and lamellar decanting stage between the existing mixing chamber and the canal that distributes the flow to the filters. In addition, a sludge-treatment system to recover the water from the filter washing process and the sludge settling tank drainage outlet were designed and built.

Improvements were also made to optimise the treatment processes. These included replacing the sand in the filters, waterproofing the bottoms of the sand filters and repairing and replacing elements in the filter-washing system.

Additionally, the reactive dosing system, transformer centres, treated-water pumping system and the computer system for operating automatic devices and control of the plant were upgraded, enlarged and improved.

ETAP de Majadahonda (Planta existente)

Antes de realizar las obras de ampliación y mejora de la ETAP de Majadahonda, su capacidad de tratamiento era de 4 m³/s y estaba formada por los siguientes procesos y equipos:

- Chimenea de rotura de carga
- Precloración
- Corrección del contenido de arsénico por acidificación con ácido clorhídrico
- Cámaras de microfloculación, con un volumen de 360 m³, en dos cámaras y cuatro agitadores verticales
- Filtración mediante 20 filtros de arena de 125 m² cada uno
- Acondicionamiento de pH, con lechada de cal
- Desinfección final, con cloro y amoníaco en fase líquida

Se disponía de las siguientes instalaciones de almacenamiento, preparación y dosificación de los siguientes reactivos:

- Ácido clorhídrico, compuesto por 3 depósitos de 30.000 litros, dos bombas de carga y 3 bombas dosificadoras de hasta 400 l/h
- Hipoclorito sódico, compuesto por 2 depósitos de 15.000 litros y 5 bombas dosificadoras de hasta 170 l/h
- Hidróxido amónico, compuesto por 4 depósitos de 10.000 litros y 2 bombas dosificadoras de 25 l/h
- Sulfato de alúmina, compuesto por unos tanques de obra, agitados con aire mediante dos soplantes fuera de servicio y 2 bombas dosificadoras de 290 l/minuto a 17 m.c.a.
- Hidróxido cálcico, compuesto por dos silos metálicos con sistema de extracción del silo, 2 dosificadores de producto sólido, 2 depósitos de dilución, 2 soplantes para fluidificación de la parte inferior del silo y 4 bombas centrífugas de 12 m³/hora

Por último, la planta existente dispone de un Centro de Transformación compuesto por 3 transformadores de 800 KVA, con entrada de 20.000 V, que no sólo dan servicio a la planta.

DESCRIPCION GENERAL

LÍNEA DE AGUA

Las obras de ampliación en la línea de agua incluyen todos los procesos de tratamiento físico-químico y de decantación que, para una capacidad máxima de la planta de 4 m³/s, se han diseñado en cuatro bloques, cada uno de 1 m³/s.

Llegada de agua bruta

Se ha mantenido la conducción existente, mediante tubería enterrada de 1.600 mm de diámetro, que llega a la cámara de mezcla por la parte inferior, en forma de galería circular. Dicha tubería funciona en todo momento a sección llena, ya que siempre y cuando esté en servicio la planta necesariamente estará llena la cámara de mezcla y al entrar la tubería por la parte inferior del tanque, necesariamente el tubo tendrá toda su sección con agua. Igualmente, se han mantenido todas las condiciones de la obra de llegada anteriores en cuanto a lámina de agua y estructuras.

Las obras de ampliación en este punto han consistido en la instalación de un sistema de medida de caudal de agua bruta de llegada a la ETAP, en arqueta seca previa a la obra de llegada. Se trata de un sistema de medida del tipo ultrasónico apropiado para las condiciones de trabajo.



Derivación a las nuevas líneas

El canal que une la cámara de mezcla con el canal de filtros, en el que anteriormente se medía el caudal de agua bruta antes de entrada a filtros, se ha aislado mediante una compuerta motorizada suministrada por Tecmoncade. Ésta se encuentra situada antes del canal de filtros, y funciona también como by-pass, permitiendo al agua pasar directamente al canal de filtros. Sin embargo, actualmente la derivación se efectúa directamente de la cámara de mezcla, mediante un canal cerrado y tubo de amplia sección, para minimizar las pérdidas de carga. Esta conducción desemboca por debajo de un amplio canal de reparto que distribuye el agua a las distintas líneas.

En puntos comunes al flujo del agua, como es este orificio de llegada al canal de reparto a líneas de floculación, es donde se aprovecha para realizar las dosificaciones de los reactivos. Con el fin de mejorar la distribución de los reactivos y que llegue a toda la masa de agua, la dosificación se lleva a cabo mediante colectores perforados de distribución.

Floculación

El diseño de la instalación incluye 4 líneas de floculación, para un caudal de 1 m³/s cada una. La floculación se realiza en cámaras situadas en paralelo, dotadas de agitadores verticales montados sobre pasarela rígida y que disponen de variadores de frecuencia para poder modificar la velocidad del eje de salida. A caudal medio, se ha determinado que el tiempo de retención del conjunto sea superior a 30 minutos.

Durante esta fase se dosifica polielectrolito, mediante un total de 3 bombas de tornillo de la marca Netzsch suministradas por Compair Ibérica.

Dosificación de reactivos

A la hora de diseñar las obras de ampliación de la ETAP de Majadahonda



© Infoenviro

da, se consideraron suficientes las instalaciones de ácido clorhídrico, hipoclorito, amoníaco y cal ya existentes.

En lo que respecta al sistema de dosificación de cal, se ha sustituido la parte inferior del cono, para incluir un nuevo equipo rompebóvedas y un tornillo dosificador. Así mismo, se procedió a dotar al silo con sondas de pesado para conocer la evolución del contenido de estos depósitos. Se utilizan las cubas de hormigón existentes, en las que antes se preparaba la lechada de cal a partir del producto sólido. Estas cubas han sido remozadas y preparadas adecuadamente para contener el reactivo, el cual es altamente corrosivo. Por este mismo motivo se optó también por cubrir los depósitos. Los trabajos de remodelación de los silos de cal han correspondido a la empresa Proeqma.

Como coagulante, actualmente se emplea cloruro férrico, por lo que las instalaciones existentes se han adaptado a este reactivo, instalando nuevas bombas dosificadoras.

Se ha dotado al sistema con un equipo automático de preparación y dosificación de polielectrolito. La preparación se realiza dentro de la sala ya existente. La dosificación se realiza mediante 3 (2+1R) bombas de tornillo helicoidal, suministradas por Compair.

Junto a la sala de los silos de cal se ha dispuesto la instalación de carbón activo en polvo para eventuales cargas de elementos orgánicos que sea preciso eliminar. La razón de situarlo en sala independiente del edificio de reactivos es que es un



producto que tiene tendencia a ensuciar bastante el ámbito de almacenamiento, con lo que su aislamiento es muy apropiado. Este silo tiene también células de pesado para conocer el contenido del mismo. La preparación de la suspensión del carbón activo se realiza en una cuba con agitador prevista para funcionar a nivel constante. El transporte hasta los puntos de aplicación, situados a cierta distancia, se realiza a través de una tubería, utilizando una bomba centrífuga especial con rodete antiabrasivo, dotada de variador de frecuencia.

Así mismo, se han implantado las instalaciones necesarias para aportar dióxido de cloro en preoxidación y desinfección final. Para ello se dispone de almacenamiento para clorito sódico y ácido clorhídrico. Este sistema se ubica en un nuevo edificio independiente del resto de los reac-



WATER LINE

Incoming Raw Water

The existing intake lines have been maintained, while a raw water flow measurement system for the incoming water has been installed.

Flocculation

The design of the extension included four flocculation lines for a flow of 1 m³/s each. The flocculation process takes place in chambers arranged parallel to each other fitted with vertical agitators. Polyelectrolyte is dosed in at this stage.

Dosing of reactive agents

The existing dosing facilities for hydrochloric acid, hypochlorite, ammonia, and lime were considered basically sufficient. Therefore, only a few modifications and, in some cases, enlargements, were made.

Lamellar decanting

The wide canals on the sides of the plant are arranged with bores to distribute water to each of the four decanting lines, each of a capacity of 1 m³/s. A lamellar decanting system, with a specially-designed honeycomb structure was chosen.

The concentrated sludge is collected from the bottom of the entire settling system by means of a bottom scrapers employing purpose-designed wedge-shaped scrapers which deposits it in twelve catch pits. The concentrated sludge is removed from the pits by means of hydrostatic pressure by pneumatic valves with a flexible sleeve installed in each one of the twelve pits. The sludge is sent by means of automatic valves to the homogenising tank, from where it goes onto the sludge lines.

AGUA, un bien precioso a recuperar

ALLEGRI ecología

las soluciones ideales para su desarrollo
con rendimientos elevados y costes
de gestión reducidos al mínimo

- ✓ Experiencia desde hace 30 años en el sector
- ✓ Tecnología italiana patentada
- ✓ Asesoramiento y proyectos a medida

Nuestros
equipos:

Lamelas para
sedimentación
y separación
de aceites

Biodiscos

Plantas de filtración

Sedimentación final
y filtración
en una única balsa

Fitodepuración
integrada

chiariflus[®]



chiariflus monovasca[®]

chiarifilter[®]



Hispania Ecológica, S.L.

C/Pau Claris, 97, 3º 1ª – 08009 Barcelona • Tel 646.979.877 – Fax 646.973.741
tecnico@allegriecologia.it – hispeco@telefonica.net – www.hispeco.com

tivos, con elementos de seguridad, detector de dióxido de cloro en la atmósfera, de la firma Severt Trent Services, y sistema de extracción de gases. La firma Apliclor suministró el generador de dióxido de cloro.

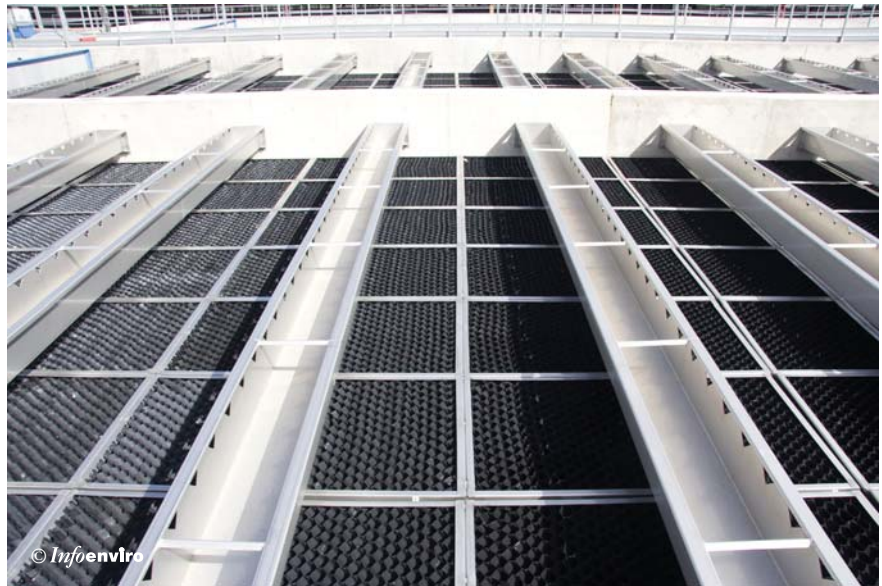
Para el clorito sódico se han instalado dos nuevas cubas de 20.000 l de capacidad unitaria, con sus cubetas de seguridad, medidores de nivel, ventos y todos los accesorios necesarios, así como bombas de carga. Los depósitos de este reactivo han sido suministrados por Allibert Manutención.

Finalmente, el ácido clorhídrico dispone de un nuevo tanque de 30.000 l, con cubeta de seguridad, niveles y accesorios, pero comparte tanto las bombas de carga como la torre de lavado de gases, con los tanques existentes de este mismo producto. También se ha instalado una bomba dosificadora de ácido clorhídrico con el objetivo de incrementar la capacidad de acidificación de las aguas a máximo caudal.

Decantación lamelar

Los amplios canales laterales con orificios de reparto distribuyen al agua a cada una de las cuatro líneas de decantación, cuya finalidad es eliminar los sólidos en suspensión que pueda contener el agua bruta antes de pasar a filtros. Cada decantador puede ser aislado mediante una compuerta sumergida con cierre a cuatro lados y funcionamiento motorizado, suministrada por Tecmoncade.

La solución adoptada ha sido la decantación lamelar, de estructura especial en nido de abeja, que crea en la proyección de los tubos a 60° equivalentes



de superficie del orden de 11 veces el área ocupada por m³ de equipo instalado. Las lamelas "Chiarifluis®", de la empresa italiana Allegri Ecologia S.r.l. (representada en España por Hispania Ecológica, S.L.), son de material plástico, de tipología a conductos tubulares continuos con la característica de ser las únicas realizadas con láminas verticales acopladas y no superpuestas, con una altura vertical de 1.350 mm. Están distribuidas en diferentes paquetes, todos de la misma medida (3.000 x 1.110 x 1.350 mm), soportados por una estructura de acero inoxidable que permite fácilmente su extracción. Frente a la ventaja mencionada, se puede presentar el problema de la acumulación de lodos sobre el soporte que suponen las lamelas. Por ello se ha previsto la posibilidad, si fuese necesario, de realizar periódicamente limpiezas de los paquetes de

lamelas, para mantener el sistema a pleno rendimiento.

En total se han diseñado cuatro líneas, para 1 m³/s cada una, de manera que al menos tres de ellas puedan mantenerse en servicio, mientras una pueda estar en fase de lavado. La línea que requiere el lavado cierra la compuerta de entrada, y mediante la bomba de vaciado se vaciará el elemento hasta justo por debajo del paquete de lamelas. Normalmente esto es suficiente para que el lodo sea arrastrado de la superficie plástica de las lamelas, pero en caso contrario puede ser ayudado simplemente mediante el riego de agua de servicio mediante manguera de riego. Una vez limpia la línea se vuelve a abrir la válvula de entrada y una vez alcanzado el vertedero de salida de agua decantada queda de nuevo a pleno rendimiento.



Válvulas de compuerta Proinval

La instalación dispone de 6 (5+1R) bombas de vaciado, suministradas por KSB ITUR.

Extracción de fangos

La primera zona en la que se divide la operación de decantación lamelar tiene varias funciones, una de las cuales es distribuir el caudal equitativamente a lo largo de toda la unidad, consiguiendo muy bajas velocidades. La zona inferior de flujo de entrada a los paquetes lamelares sirve para una sedimentación previa y para recoger la totalidad de los fangos. En el fondo de toda la unidad se van recogiendo los lodos, empleando para la extracción un sistema de barrido inferior con rasquetas especiales en forma de cuña, de la marca Zickert y suministradas por CTP Ibérica. Estas presentan en el sentido de recogida la cara plana del siste-

CTP FALTA

Las obras realizadas por Teydi en la remodelación de la Estación de Tratamiento de Aguas Potables de Majadahonda se componen de los siguientes apartados:

- Realización de un nuevo Centro de Transformación denominado AMPSO II compuesto por dos transformadores de 1250 kVA cada uno. Dichos trafos se encuentran alojados en un prefabricado de hormigón de 10 m de largo. Este Centro de Transformación sustituye al CT AMPSO II existente, adecuándose a la nueva previsión de potencia y tecnología actual.
- Diseño, fabricación y puesta en marcha del nuevo Cuadro General de Baja Tensión, que está formado por dos interruptores magnetotérmicos de 2000A cada uno y las salidas necesarias para alimentar tanto a

INSTALACIÓN ELÉCTRICA



los servicios auxiliares como a los Centros de Control de Motores necesarios para el funcionamiento de la Planta.

- Diseño, fabricación y puesta en marcha de los Centros de Control de Motores (CCM's) de los siguientes procesos:
 - CCM1: Centro de Control de Motores edificio de filtros

- CCM2: Centro de Control de Motores reactivos de entrada
- CCM3: Centro de Control de Motores reactivos sólidos.
- CCM4: Centro de Control de Motores bombeo nº15.
- CCM5: Centro de Control de Motores edificio de fango
- 10 unidades de pupitres de mando de filtros

- Alimentación, conexión y puesta en marcha de los motores de cada uno de los procesos anteriores.
- Automatización y control de la planta. Se ha dotado a la planta de un sistema de automatización y control de última generación compuesto por :
 - Anillo redundante de Ethernet en fibra óptica
 - Un autómata programable por CCM con tipología de entradas/salidas distribuidas
 - Una pantalla táctil por cada pupitre de control de filtros comunicada en red
 - Variadores y arrancadores conectados por tecnología de red ethernet.
 - Un software SCADA para el control integral de todos los procesos de la planta así como obtención de parámetros

ma, pasando en el retorno por debajo de los fangos. De esta manera apenas se alteran las condiciones de turbulencia bajo la zona de decantación y además este movimiento de vaivén tiene un efecto de concentración de los lodos, en el movimiento pulsante hacia las pocetas de recogida de lodos.

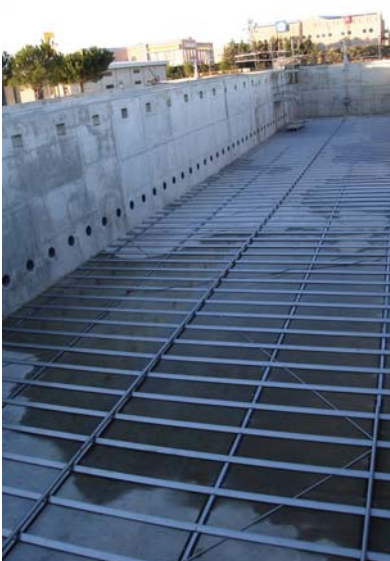
El fango concentrado se extrae de dichas pocetas por presión hidrostática, mediante una válvula neumática de manguito elástico por cada una de las 12 pocetas. Y mediante válvulas automáticas el fango es enviado al tanque de homogeneización para inicio de la línea de fangos.

Se dispone de un sistema de regulación de la frecuencia de purgas al objeto de obtener el fango con la mayor concentración posible. Y por otro lado, se mide el caudal de fango extraído de cada decantador, mediante un medidor electromagnético en la línea común de purga de fangos al tanque de homogeneización.

Recogida de agua decantada

El agua recogida en las canaletas por encima de la zona lamelar, se vierte a su vez a un canal longitudinal común a dos líneas, el cual vierte directamente a otro canal de agua clarificada. Dichas canaletas de recogida de agua decantada están construidas en acero inoxidable y son desmontables con el fin de facilitar la extracción de los paquetes de lamelas sobre los que se sitúan.

El agua clarificada se dirige mediante canal al canal de reparto a filtros existente, conectando en el centro del mismo, en una ampliación del ancho para minimizar el impacto de



la entrada de agua con un cambio de dirección.

Filtración

Uno de los principales objetivos de esta fase en el proceso de potabilización es retener parcial o totalmente los sólidos que debido a su tamaño no han podido decantar.

En general, se ha mantenido la batería de filtros existente, realizando las siguientes modificaciones:

- Sustitución de los equipos de bombas de lavado de filtros y la conexión a los colectores generales de agua y aire de lavado de la batería de filtración.
- Instalación de equipos de medida de caudales en agua y aire de lavado de filtros, así como sistema de regulación automático para mantener caudales de agua de lavado en todos los filtros.



On the other hand, the clarified water is collected in the troughs located above the lamellar zone, to be sent to the previously-existing filter distribution canal.

Filtering

In general, the battery of filters installed in the original plant has been maintained, with the following modifications:

- *The filter-washing pump sets and the connection to the general water manifolds and the filtering battery washing air supply have been replaced.*
- *Filter wash-water and air-flow measuring has been installed, along with an automatic regulating system to control the flow of wash water to all of the filters.*

SLUDGE LINES

The new sludge-treatment line contemplates two sludge-production points in the system: at the sludge drainage outlet on the settling tanks and in the filter wash-water outlet.

The sludge drained from the settling tanks is sent directly to the newly-built homogenising tank. Before the recent extension project was carried out, the wash water was sent directly to a collection box situated on the edge of the site. From that point it was released into a stream. Presently, all wash water is collected in a pipe that carries it to the desilter and subsequently to the new homogenising tank.

Desilting

During the filter-washing process, silt may be deposited in the flows of the water to be treated. To prevent silt from continuing on into the following stages, a desilter has been installed just before the inlet into the homogenising tank.



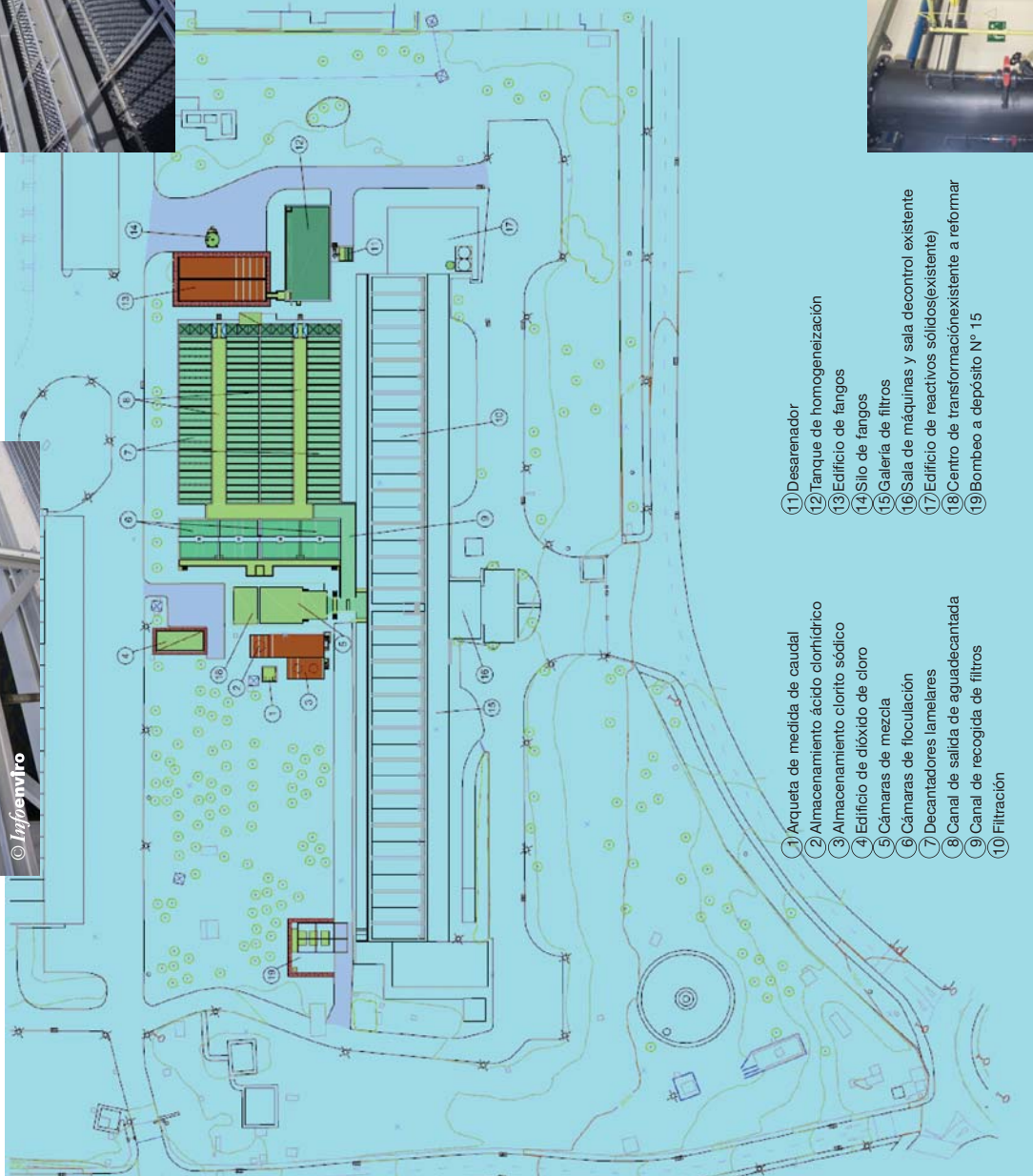
© Infoenviro



© Infoenviro



© Infoenviro



- 1) Arqueta de medida de caudal
- 2) Almacenamiento ácido clorhídrico
- 3) Almacenamiento clorito sódico
- 4) Edificio de dióxido de cloro
- 5) Cámaras de mezcla
- 6) Cámaras de floculación
- 7) Decantadores lamelares
- 8) Canal de salida de aguadaecantada
- 9) Canal de recogida de filtros
- 10) Filtración
- 11) Desarenador
- 12) Tanque de homogeneización
- 13) Edificio de fangos
- 14) Silo de fangos
- 15) Galería de filtros
- 16) Sala de máquinas y sala decontrol existente
- 17) Edificio de reactivos sólidos(existente)
- 18) Centro de transformación existente a reformar
- 19) Bombeo a depósito N° 15



© Infoenviro



© Infoenviro

Equipos de lavado de filtros

Además se ha llevado a cabo la sustitución de los equipos de lavado de filtros. Anteriormente, este sistema de lavado de filtros estaba compuesto por cuatro bombas centrífugas y 3 soplantes. Con las obras de ampliación de la ETAP, estas bombas han sido sustituidas por 3 unidades (2+1R), suministradas por KSB ITUR, que aportan 3.130 m³/h en total. Las válvulas de mariposa presentes en esta zona han sido suministradas por Interapp.

Dada la longitud de la batería de filtros, es muy previsible que las unidades más cercanas a las bombas de agua de lavado tengan una pérdida de carga terminada y aquellas alejadas otra bastante mayor. Este hecho sobre bombas funcionando a régimen redundaría en posibles diferencias en los caudales de lavado entre los diferentes filtros y a la larga se acumularían significativas diferencias de funcionamiento. Por este motivo se contempló el control automático sobre las bombas, que tuviese medidor de caudal en tubería y sensor de presión con señal analógica, así como variador de frecuencia para el control de la velocidad de la bomba.

Para el sistema de aire de lavado se ha instalado un medidor de caudal másico, con salida de señal para informar al autómatas. Se han mantenido las soplantes existentes y la totalidad de la red de distribución hasta llegar al comienzo de la batería de filtros, tanto de agua como de aire, ya que anteriormente se procedió a su sustitución. Además, se han revisado y puesto en servicio los compresores rotativos existentes en el edificio de lavado de filtros para servicio general de esa zona.

LÍNEA DE FANGOS

La nueva línea de tratamiento de fangos en la ETAP de Majadahonda contempla los dos puntos de producción de fangos del tratamiento: purga de



fangos de los decantadores y agua de lavado de los filtros. El montaje de los equipos correspondientes a esta línea ha sido llevado a cabo por la empresa Tecmoncade.

Conexión con las obras existentes

Los fangos purgados de decantación se conducen directamente al tanque de homogeneización, de nueva construcción en esta ampliación. Respecto a las aguas de lavado, hasta ahora éstas se conducían directamente a una arqueta situada en el extremo de la parcela y desde ésta al arroyo. Actualmente las aguas de lavado se recogen en una conducción que deriva el agua hacia el desarenador y posteriormente al nuevo tanque de homogeneización.

Desarenado

Durante el proceso de lavado de filtros pueden presentarse arenas en los caudales de la operación. Con la finalidad de evitar que esta arena pase a los siguientes procesos, se ha incluido un desarenador previo al tanque de homogeneización. Este equipo, de tipo estático con disposición prismática piramidal invertida, garantiza retener arenas de granulometría superior a 0,5 mm, evitando por otro lado retener otro tipo de sólidos o los mismos fangos, debiendo estos poder pasar a las siguientes etapas.

El tanque estático cuenta con una bomba especial para trasiego de aguas cargadas con arena. Además se dispone de un grupo soplante MPR, específico para la inyección de aire, facilitando así mantener la suspensión fluidificada y evitar de esta manera posibles atascos y problemas en la aspiración de la bomba.

Por último, se dispone de un equipo mecánico para lavado y concentración de estas arenas y su almacenamiento en contenedor, siendo un sistema de tornillo sinfín, fabricado en materiales resistentes a la abrasión.

El desarenador ha sido suministrado por Nuteco y la bomba sumergible para la retirada de arenas del desarenador es de la firma ABS.

Laminación y homogeneización de fangos

Los vertidos de aguas de lavado de filtros, una vez derivados, se vierten a la balsa de laminación y homogeneización de nueva construcción, mientras que los de purgas de decantación se dirigen directamente mediante tubería.

El tanque se ha construido a una cota tal que permite la llegada de fangos por gravedad. Tiene un volumen útil de 1.778 m³, suficientes para almacenar 2 lavados de filtros en el caso más desfavorable, junto con el volumen de fangos purgados en ese mismo intervalo, el retorno del clarificado de las centrífugas y unas dimensiones adaptadas a la implantación disponible. Además dispone de un aliviadero de seguridad, que permite verter desde el tanque las aguas que le llegan, en caso por ejemplo que las bombas de elevación al tratamiento queden fuera de servicio.

En este depósito se lleva a cabo la mezcla y homogeneización de ambos vertidos. Para asegurar que los sólidos no sedimenten en el fondo del mismo, se han instalado 2 (1+1R) agitadores sumergidos ABS, equipados con sistemas de izado para facilitar las labores de mantenimiento que deban realizarse sobre ellos. Por otra parte, se lleva a



cabo la laminación del caudal que pasa a las siguientes fases del tratamiento ya que la aportación a la balsa de ambos vertidos es muy puntual.

Los fangos homogeneizados son enviados a continuación a flotación mediante 3 (2+1R) bombas centrífugas sumergibles de 260 m³/h de caudal unitario, también ABS. Estas bombas están dotadas de variador de frecuencia que tiene como misión fundamental la posibilidad de bombear de una manera continua los fangos homogeneizados. El control de estas bombas se realiza mediante elemento ultrasónico de medida de nivel de agua en el tanque de homogeneización, pudiéndose comparar, por medio del sistema informatizado de control de planta, con la medida de caudal en tubería. Estas mismas bombas se utilizan también para el vaciado del tanque de homogeneización.

Tanto los agitadores como el grupo de bombas de elevación arrancan, paran y se regulan en función del nivel en el tanque, para lo que se ha instalado un medidor de nivel de lámina de agua del tipo ultrasónico. También se han dispuesto elementos de elevación en el exterior del tanque, mediante polipasto para el mantenimiento de las bombas sumergibles.

Espesamiento de los fangos por flotación

Los fangos purgados y bombeados desde el depósito de homogeneización son enviados a la instalación de espesamiento por flotación, formada por dos espesadores rectangulares de tipo compacto en tanque metálico y



con capacidad para tratar 260 m³/h cada uno, de la firma holandesa Nijhuis Water Technologies.

Previo a la entrada de los fangos a los flotadores, se ha instalado un cilindro de presurización por cada línea, el cual garantiza la difusión y presurización de los fangos con aire comprimido, para lo que se cuenta con un compresor exclusivo para este servicio. A la entrada de los flotadores se disponen las conexiones de los fangos y aquellas necesarias para inyección de reactivos, aire, toma de muestras e instrumentación, y donde se añade el polielectrolito de espesamiento.

Los flotadores incorporan el sistema de recirculación y presurización, necesi-tándose únicamente alimentación de aire de red externa. Además incorporan un barredor superficial de los fangos flotados hacia la descarga, con capacidad de regulación de la velocidad de desplazamiento.

Principio de funcionamiento

El proceso consiste en la inyección en el fluido de una corriente de aire finalmente disuelto en burbujas de aire, de tamaño adecuado para que las materias suspendidas de pequeño peso y tamaño se adhieran a ellas y se depositen en la superficie del fluido, que es donde las burbujas de aire tienden a dirigirse. Una vez allí se retira esta mezcla sólido/aire. Las partículas más pesadas que se depositan por gravedad en el fondo se retiran posteriormente mediante drenaje o incorporadas a los fangos flotados.

La base de este proceso de flotación se encuentra principalmente en el sistema de presurización. Se ha optado por un sistema compacto rectangular de funcionamiento automático en el que se integran los equipos de recirculación, retirada de fangos flotados, retirada de fangos decantados y sistema de presurización y control del conjunto, que es alimentado por la red de aire de servicios prevista para la nueva línea de tratamiento de fangos.

Tras el paso por el floculador, la mezcla entra en la unidad de flotación. En ella el fango pretratado se mezcla con la corriente de recirculación desde el compartimento del efluente. La recirculación se realiza por medio de una bomba y de un sistema de saturación de aire para conseguir una fina dispersión del aire en los fangos que conseguirá arrastrarlos hacia la superficie. Esta mezcla aire/partículas flota en la superficie del sistema donde se lleva a cabo una continua deshidratación

antes de realizarse la descarga en la arqueta de salida de fangos flotados del espesador de flotación.

Las partículas pesadas que pudieran encontrarse en los fangos, como arena, etc., son retenidas en la arqueta de sedimentos que hay en el fondo del tanque, mediante válvulas de operación automática controladas por el propio sistema. Esta purga se envía al depósito de fangos flotados. Respecto al sobrenadante clarificado del espesador de flotación, este es enviado al depósito de agua clarificada, desde donde se incorpora a la línea de agua por bombeo.

Dosificación de polielectrolito

Para la preparación de la solución del polielectrolito se han instalado 2 estaciones automáticas de preparación en continuo, con capacidad de preparación y dosificación de hasta 6 g/kg de SS, dosificado a una concentración del 0,5% con un tiempo de maduración de una hora.

La estación automática consta de un depósito dividido en tres compartimentos. El primero se utiliza para la mezcla y disolución del polielectrolito (suministrado en polvo) con el agua de servicios y está equipado con un agitador. Ya que el reactivo se suministra en polvo, este equipo incorpora un dosificador volumétrico de tornillo para alimentación del mismo, capaz de variar la dosis de polvo a mezclar. Este dosificador incorpora una tolva de almacenamiento de producto en polvo con capacidad suficiente para las necesidades de preparación en condiciones máximas.

Los otros compartimentos del depósito son de maduración y dosificación, que se encuentra comunicado con el de preparación. De este último compartimento es del que aspiran las 3 (2+1R) bombas dosificadoras de solución de polielectrolito de la marca Netzsch suministradas por Compair Ibérica, equipadas con válvulas de accionamiento eléctrico para que la maniobra de cambio de bombas activas se pueda realizar de manera automática.

Cámara de mezcla de fangos espesados y desgasificación

Los fangos espesados en los flotadores pasan posteriormente a un depósito de almacenamiento y desgasificación, situado al igual que los anteriores en el edificio de fangos, facilitándose así la descarga de los lodos concentrados. Su función es proporcionar un único punto conjunto y homogéneo de aspi-

ración de las bombas de alimentación a deshidratación y laminar caudales para una operación de secado cómoda, además de asegurar que los flóculos pierdan prácticamente por completo las burbujas que puedan mantenerse adheridas a ellos a causa del proceso de flotación, lo cual dificultaría la deshidratación posterior. Su volumen garantiza un tiempo de retención de 18,75 horas a caudal medio.

En este depósito de desgasificación se pretende, mediante 2(1+1R) agitadores ABS, separar el aire que aún está en la masa de fangos como consecuencia de la presurización anterior, y evitar sedimentaciones. Cuenta también con medidor de concentración de sólidos y medidor de nivel por ultrasonidos, ambos en conexión con el PLC de las centrifugas. Esto permite automáticamente la puesta en funcionamiento de una o dos líneas de deshidratación, según las necesidades de cada momento.

Finalmente, los fangos son bombeados a deshidratación mediante 3(2+1R) bombas de tornillo helicoidal de hasta 15 m³/h, suministradas por Compair. Están equipadas con variadores de frecuencia y un medidor de caudal electromagnético en tubería por cada línea.

Deshidratación de fangos

El fango bombeado entra a las centrifugas donde es deshidratado hasta el 18 - 20% de sequedad. Se trata de 2 centrifugas Andritz, estando previsto que funcionen ambas.

El acondicionamiento químico de los fangos para facilitar la deshidratación



se lleva a cabo mediante la dosificación de polielectrolito en la línea de alimentación a centrifugas. El equipo aporta 6 kg/t de fango a caudal máximo. Esta se lleva a cabo mediante 3 (2+1R) bombas dosificadoras de tornillo helicoidal, suministradas al igual que en casos anteriores por Compair, que incorporan variador de frecuencia para regulación del caudal que aspiran del equipo compacto que produce polielectrolito al 0,5% de manera automática en función de la demanda marcada por las bombas dosificadoras.

Como elementos de control se incluyen los medidores de caudal de fangos a deshidratar electromagnéticos, medidores de polielectrolito al 0,5% también electromagnéticos y el medidor de sólidos en suspensión en el depósito de desgasificación de fangos flotados, lo que permite el ajuste automático de la velocidad diferencial tornillo - tambor de la centrifuga y el ajuste de la dosificación de polielectrolito al sistema.

Se ha previsto la instalación de un sistema automático para la limpieza de la centrifuga con agua limpia tras cada turno de funcionamiento o a voluntad del operador de la planta.

Transporte y almacenamiento de fango deshidratado

El fango deshidratado de cada una de las centrifugas se descarga directamente sobre las 2 bombas de tornillo helicoidal Netzsch situadas en la parte inferior (una por cada centrifuga), que conducen los fangos al silo de almacenamiento, suministrado por TAM.

Estas bombas de fangos deshidratados han sido suministradas por Compair. Cada una de ellas dispone en el conducto de carga de un mezclador, cuya misión es facilitar la entrada del fango deshidratado en el tornillo de la bomba.

El almacenamiento de los fangos deshidratados se realiza mediante silo de forma cilíndrica con estructura de sustentación para paso de camiones y un volumen de 100 m³. Este silo, dadas las características especiales de este tipo de fangos, está equipado con un sistema interior de extracción forzada, lo que garantiza la descarga y no formación de bóvedas en el seno de los fangos deshidratados dentro del mismo. Además incorpora un medidor de nivel ultrasónico, cuyos datos permiten almacenar



This static tank is fitted with a purpose-built pump to transfer the silt-loaded water. It is also fitted with a set of blowers. A mechanical washing unit for washing and concentrating the silt is installed. A spiral conveyor carries the silt to a storage container.

Lamination and homogenisation

The sludge laminating and homogenising tank has a working volume of 1778 m³. The two flows are mixed together in this tank. To ensure that solids do not settle on the bottom of the tank, two (1+ 1 standby) submerged agitators are installed. In addition, the flow that moves on to the following treatment stages is laminated, since water from these two flows is produced only on special occasions.

The homogenised sludge is then sent to the floatation zone by means of three (2+1 standby) submerged centrifugal pumps of a 260 m³/h flow each.

Thickening

The drained sludge is pumped out of the homogenising tank to the floatation-induced thickening facility, formed by two compact rectangular thickeners, in their respective metal tanks of a treatment capacity of 260 m³/h each one.

The sludge, reactive-dosing, air, sample-taking and instrumentation connections are arranged at the inlet into the floats. This is also where the polyelectrolyte thickener is added. Two automatic continual reactive preparation stations are installed to prepare the solution of this reactive agent.

A recirculation and pressurising system is built into the floats, only requiring air to be supplied from the external network. The floats are also equipped with a surface sweeper to remove the floating sludge to an outlet.

Thickened sludge mixing and degasification chamber

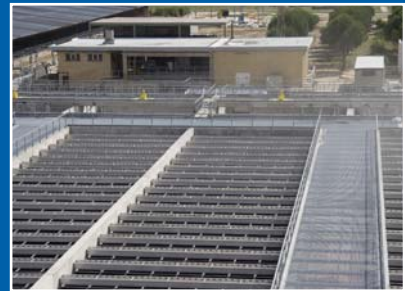
The sludge thickened in the floats is subsequently sent to a storage and

Ficha Técnica

Construcción:DRACE

LÍNEA DE AGUA

Compuertas:Tecmoncade
 Agitador vertical cámaras de floculación:Dosapro
 Bombas sumergibles vaciado cámara de floculación:ABS
 Lamelas:Allegri Ecología (representada en España por Hispania Ecológica)
 Bombas vaciado de decantadores:KSB ITUR
 Sistema de rasquetas de fangos:CTP Ibérica
 Bomba lavado de filtros:KSB ITUR
 Bombas dosificadoras de tornillo:Compair
 Remodelación silos de cal:Proeqma
 Depósitos de reactivos:Allibert Manutención
 Generador de dióxido de cloro:Aplicor
 Bombas dosificadoras:Boyser
 Bombas productos químicos:Tecnum



LÍNEA DE FANGOS

Desarenador:Nuteco
 Bombas sumergibles retirada de arenas desarenador:ABS
 Soplante desarenado:MPR - MAPNER
 Agitador sumergible depósito de homogeneización:ABS
 Bomba sumergible fango a flotación:ABS
 Espesadores por flotación:Nijhuis Water Technologies
 Equipos de preparación de polielectrolito:Dosapro
 Agitador sumergible depósito de fangos espesados:ABS
 Bombas tornillo fango a centrifugas:Compair
 Centrifugas:Andritz
 Bombas dosificadoras de tornillo:Compair
 Bomba de tornillo fango a silo:Compair
 Silo de fangos:TAM
 Bombas de agua a cabecera:KSB ITUR
 Bombas sumergibles de achique (edificio de fangos):ABS



BOMBEO DE AGUA TRATADA

Bombas de agua tratada al depósito nº 15:KSB ITUR

OTROS

Grupo de agua a presión:KSB ITUR
 Compresores de aire:Tecma Ingeniería
 Bombas agua a laboratorio:Grundfos
 Valvulería:CMO, Interapp, Praher, Proinval, Syresa
 Ventiladores:Syresa
 Pasamuros:Macer
 Polipastos:Vicinyay
 Instrumentación:krohne
 Montaje:Tecmoncade
 Instalación eléctrica y de control:Teydi





información sobre la producción de fangos deshidratados y ayudar a la gestión de la disposición final.

Finalmente, un total de 3 (2+1R) bombas KSB ITUR localizadas en el edificio de tratamiento de fangos, impulsan las aguas clarificadas de espesamiento desde la línea de fangos a cabecera de la planta.

BOMBEO Y EVACUACIÓN DEL AGUA TRATADA

El proyecto de ampliación de la ETAP de Majadahonda contempla también una serie de reformas en cuanto a las conexiones de la red de agua tratada con el depósito nº 15 y bombeo al mismo, y ramal de suministro al nudo de El Plantío.

En el nudo de salida de agua tratada se ha habilitado un sistema de bombeo con capacidad para elevar 3 m³/s a 9 m.c.a. hasta la cota del depósito nº 15, ubicado en la misma parcela y ligeramente sobreelevado sobre el terreno actual. En total se han instalado 5(4+1R, con posibilidad de ampliarlo a 6) bombas centrífugas horizontales con 0,75 m³/s de caudal unitario. Estas bombas, suministradas por KSB ITUR, disponen de variadores de frecuencia regulados por el nivel de agua en el depósito nº 15 y en el propio cubeto, en los



que se han instalado sendos niveles de ultrasonidos.

El cubeto de aspiración se ha construido en hormigón y presenta un volumen útil de aproximadamente 180 m³.

INSTALACIONES AUXILIARES

Como equipos auxiliares en la línea de tratamiento de fangos se incluyen los siguientes:

- Suministro de aire comprimido para servicios del edificio de fangos. Se dispone de un compresor rotativo de paletas, refrigerado por aire y diseñado para servicio continuo, con capacidad unitaria de 500 l/min. El conjunto dispone de secador frigorífico, filtro y regulación. Ha sido suministrado por Tecma Ingeniería.
- Grupo de agua a presión, suministrado por Bombas Itur.
- Interconexión de los equipos anteriores con el sistema general de la planta, con lo que se garantiza el suministro de aire de servicio y agua industrial.
- El nuevo edificio general para la línea de tratamiento de fangos cuenta con un puente grúa eléctrico de 5.000 Kg. de capacidad, para la manutención de los equipos existentes. Vicinay ha sido la empresa encargada de su suministro.

INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL

En lo relativo a instrumentación y control, se ha procedido a la renovación de todo el sistema de medida, gestión y control de la planta, de manera que en la actualidad es posible el funcionamiento automático de la estación de tratamiento con la máxima fiabilidad.

El seguimiento, control y proceso de la ETAP está gobernado por autómatas programables de zona (uno por cada CCM) que recogen el estado de las señales digitales y analógicas procedentes de los equipos e instrumentos de la planta, procesan las instrucciones de acuerdo con lo establecido en el programa de usuario y generan las salidas de proceso, transmitiendo esta información al sistema de supervisión general de la planta para el procesado de la información obtenida sobre todo el sistema, coordinación de los automatismos de la planta y seguimiento del proceso.

Los equipos e instrumentos de medida instalados en la planta han sido suministrados por la empresa Krohne.



degasification tank, located, like the previously-mentioned tanks, in the sludge building. Its volume guarantees a retention time of 18.75 hours at medium flow.

By means of two (1 + 1 standby) agitators, this degasification tank is intended to separate the air that remains in the sludge mass after the previous pressurising stage and to prevent settling.

The sludge is then pumped to the dehydration stage by means of three (2+1 standby) screw pumps of a capacity of up to 15 m³/h.

Sludge dehydration

The sludge is pumped into two centrifuges where it is dehydrated to a dryness of 18-20%. It is conditioned chemically to facilitate the dehydrating process by dosing in polyelectrolyte into the lines that supply the centrifuges.

Dehydrated-sludge transport and storage

The dehydrated sludge produced by the centrifuges is unloaded directly into a screw pump installed at the bottom of each centrifuge. The pumps remove the sludge to a storage silo of a volume of 100 m³.

Lastly, a total of three (2 + 1 standby) pumps installed in the sludge treatment building pump the clarified water produced in the sludge thickening process from the sludge line to the first stage of the PWTP.

REMOVAL OF TREATED WATER

A pumping system comprising five (4 + standby, with accommodation for a 6th) horizontal centrifugal pumps of a 0.75 m³/s flow each have been installed at the treated water outlet to send the water to the distribution network.

Nuestra actividad al servicio de la naturaleza

DRACE
medioambiente

**Tratamiento de aguas potables · Desalación · Depuración y reutilización
Procesos de biosólidos y residuos · Energías renovables · Tratamiento del aire
O&M / Explotación · I+D+i**

DRACE *medioambiente*, cuenta con más de 30 años de experiencia en el campo del diseño, la construcción y la operación de todo tipo de instalaciones dedicadas tanto al tratamiento de aguas como al sector de los residuos.

Nuestra clave es la aplicación global de las innovaciones técnicas en el diseño, construcción y ejecución de proyectos ofreciendo un variado abanico de actividades y la obtención de la mayor calidad en los resultados.