

ETAP de Monforte de Lemos (Lugo, España)

Monforte de Lemos DWTP (Lugo, Spain)





Nueva ETAP con un tratamiento muy completo, versátil y completamente automatizado

El bajo rendimiento de la antigua ETAP de Ribasaltas y el avanzado estado de deterioro de la ETAP que carecía de línea de tratamiento de fangos y que funcionaba casi completamente de modo manual, incluso el lavado de filtros, hizo necesaria la renovación, ampliación y mejora del sistema de abastecimiento de agua potable a Monforte de Lemos mediante la construcción de una nueva ETAP con un tratamiento muy completo y versátil y completamente automatizado que incluye una línea de tratamiento de fangos. Además, toda la instalación está dentro de un edificio, dándole el tratamiento de una instalación industrial, para facilitar su mantenimiento y aumentar su vida útil.

Las obras han sido ejecutadas por la sociedad estatal Aguas de las Cuencas de España (ACUAES), del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

En 18 meses se construyó en la parcela adyacente a la antigua ETAP de Ribasaltas una nueva ETAP con capacidad para 230 l/s ampliables a 300 l/s. La planta consta de dos líneas independientes, con predestabe, oxidación mediante ozono, ajuste de pH, tratamiento físico-químico, decantación lamelar, filtración a presión tricapa en grava, arena y antracita y desinfección final mediante hipoclorito sódico. Ambientalmente la planta presenta mejoras importantes ya que incorpora una línea de tratamiento de los fangos generados en los decantadores y filtros, con flotación por aire disuelto y deshidratación mediante centrifugas.

Colindante con la planta, se ha construido un depósito de regulación de 3.200 m³. Además, se ha ejecutado una estación de bombeo entre Ribasaltas y O Cornado con capacidad para 300 l/s, y una conducción de impulsión de 251 metros de longitud.

El presupuesto total de la actuación ha sido de 7,4 M€ (IVA incluido) de los que, aproximadamente, el 50% los aporta la Sociedad Estatal ACUAES (10% de recursos propios y 40% fondos FEDER), el 40% el Organismo Autónomo Augas de Galicia y el 10% el Concello de Monforte de Lemos.

El estudio de alternativas y, posteriormente, el anteproyecto fueron redactados por la empresa Eptisa Servicios de Ingeniería y las obras fueron ejecutadas por la U.T.E. Técnicas de Desalinización de Agua, S.A. (TEDAGUA) – Constructora San José, S.A., que ha realizado también el proyecto de construcción.

La asistencia técnica a la dirección de obra fue realizada por la U.T.E. Prointec, S.A. - Inserco Ingenieros, S.L.

New DWTP with comprehensive, versatile and fully automated treatment

The poor performance and advanced state of deterioration of the old Ribasaltas DWTP, which lacked a sludge treatment line and operated almost entirely in manual mode (even filter cleaning was manual) made it necessary to renovate, expand and improve drinking water supply to Monforte de Lemos. This has been achieved through the construction of a new DWTP with comprehensive, versatile and fully automated treatment which includes a sludge line. Moreover, the entire facility is housed in a single industrial building to facilitate maintenance and prolong lifespan.

The project was developed by state-owned company Aguas de las Cuencas de España (ACUAES), which belongs to the Ministry of Agriculture, Food and Environmental Affairs.

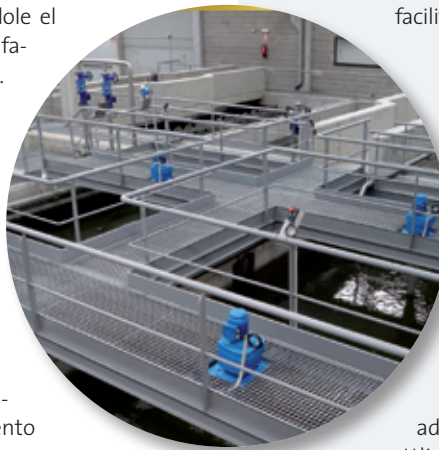
In a period of 18 months, a new DWTP with a capacity of 230 l/s, which can be increased to 300 l/s, was built on a site adjacent to that of the old Ribasaltas DWTP. The plant consists of two independent lines, with pre-filtering, ozone oxidation, pH adjustment, physicochemical treatment, lamella settling, triple-layer gravel, sand and anthracite pressure filtering, and final disinfection with sodium hypochlorite. The facility features important environmental enhancements such as a treatment line featuring dissolved air floatation and dewatering in centrifuges of sludge generated in the settling tanks and filters.

A 3,200 m³ regulating tank was built alongside the plant. A pumping station with capacity for 300 l/s and a pressure pipeline of 251 metres in length was built between Ribasaltas and O Cornado.

The total budget for the project was €7.4 million (including VAT) of which approximately 50% was provided by ACUAES (10% from proprietary funds and 40% from the ERDF), 40% by regional body Augas de Galicia and 10% by the Municipal Council of Monforte de Lemos.

The study of alternatives and the subsequent draft design were drawn up by Eptisa Servicios de Ingeniería and the final design and construction work was carried out by a consortium made up of Técnicas de Desalinización de Agua, S.A. (TEDAGUA) and Constructora San José, S.A.

Technical assistance to the works management was provided by a consortium made up of Prointec, S.A. and Inserco Ingenieros, S.L.



LÍNEA DE AGUA

El caudal de tratamiento de la planta es de 230 l/s (828 m³/h), configurada en dos líneas de tratamiento del 50% de capacidad del caudal de tratamiento. No obstante, tanto la obra civil como todos los equipos están diseñados para tratar el caudal máximo de diseño, 300 l/s, excepto los filtros de arena y el bombeo de baja y de entrada a los filtros, que se han diseñado para el caudal de tratamiento actual, dejando el espacio disponible necesario para instalar otros dos filtros y aumentar el caudal máximo de la ETAP para cubrir la demanda de una población de 20.000 habitantes en el año horizonte de 2035, a los que hay que añadir el consumo en el polígono industrial y en el puerto seco.

Aducción, captación y filtración previa

Se ha aprovechado la conducción de aducción que desde el azud de Freixo conducía el agua bruta hasta las antiguas instalaciones, alargándose en 170 metros e incorporándose mejoras en el sistema de captación como medida para reducir la incidencia de los flotantes y residuos de dimensiones considerables sobre la línea de tratamiento de agua. La distribución de agua hasta la planta de tratamiento fue realizada mediante una conducción de tubería y accesorios de fundición dúctil de la marca Electrosteel de clase K9, con diámetro nominal DN 600 mm. Esta tubería cuenta con un tipo de revestimiento externo de zinc con un espesor mínimo de 200 g/m² con capa de acabado de pintura bituminosa de color negro con espesor de 70 micras, lo que permite garantizar su resistencia a la corrosión y durabilidad para su instalación en este tipo de terreno.

Dada la existencia de tramos con fuerte pendiente entre la planta de tratamiento y el depósito de almacenamiento de la red, se optó por la instalación en dichos tramos de tubería y accesorios de fundición dúctil Electrosteel con junta acerojada externa Ve. Este tipo de sistema de unión aporta ventajas tales como facilidad de instalación (eliminando macizos de anclaje), altas presiones de funcionamiento admisibles y desviaciones angulares en cada junta. Además, las uniones acerojadas externas con contrabrida y cordón de soldadura son idóneas para su instalación en fuertes pendientes y terrenos inestables ya que soportan esfuerzos de tracción sin riesgo de deslizamiento.

En la captación de agua situada en el Azud de Freixo se ha instalado un filtro estático de marca Quilton de AISI-304 L, de caudal máximo 1.080 m³/h y luz de paso 6 mm, siendo capaz de retener los sólidos de un tamaño mayor en la superficie del filtro. El filtro estático tiene de un diámetro exterior de 686 mm y una longitud de 2.200 mm. Está diseñado para que se mantenga una velocidad media de paso de 0,15 m/s, la cual permite minimizar el arrastre de sólidos alrededor del filtro y por tanto, disminuyendo el impacto sobre la fauna y flora.

Para la limpieza automática del filtro estático, se ha instalado un compresor de 6,50 m³/h y 10 bar de presión. A través del compresor de la marca Centralair y un calderín de presurización de 300 l, se suministra el aire en el interior del filtro estático para realizar un contralavado, de forma que los sólidos adheridos al filtro se mandan a una cierta distancia.



WATER LINE

The treatment flow at the plant is 230 l/s (828 m³/h) and the facility is configured in two treatment lines, each with a capacity of 50% of total treatment capacity. However, the plant itself and all the equipment in it is designed to treat the maximum design flow of 300 l/s, with the exception of the sand filters, and the low-pressure pumps and feeder pumps to the filters. These are designed for the current treatment flow but the necessary space has been reserved for the installation of another two filters to increase the maximum capacity of the DWTP in order to meet the drinking water demands of a population of 20,000 in the horizon year of 2035, not forgetting consumption in the industrial estate and the dry port.

Intake, piping and pre-filtering

The raw water intake pipeline from the Feixo Weir to the old facility was availed of. It was extended by 170 metres and improvements were made to the intake system to reduce the impact of large floating solids and waste on the water treatment line. The water is carried to the treatment plant by means of Electrosteel class K9 ductile iron pipes and fittings, with a nominal diameter of DN 600 mm. These pipes have an external zinc coating with a minimum thickness of 200 g/m² and a bituminous paint finish of 70 microns to provide resistance to corrosion and durability in this type of terrain.

In the areas between the treatment plant and the network storage tank with the steepest grades, it was decided to install Electrosteel ductile cast pipes and fittings with VE self-restraining joints. This type of jointing system affords benefits such as ease of installation (no need for concrete anchor blocks), capacity for high operating pressures and angular deviations in each joint. Moreover, self-restraining joints with counter flange and weld seam are ideal for installation on steep slopes and unstable terrain due to the fact that they withstand tensile stress without risk of slippage.

The intake works, which are located at the Freixo Weir, are equipped with a Quilton AISI-304 L static filter with a maximum flow capacity of 1,080 m³/h and a mesh size of 6 mm to prevent large solids from passing through the filter surface. The static filter has an external diameter of 686 mm and a length of 2,200 mm. It is designed to maintain an average throughput rate of 0.15 m/s, which enables minimisation of solids being carried away around the filter, thereby reducing the impact on fauna and flora. An air compressor with a capacity of 6.5 m³/h at a pressure of 10 bar is installed for automatic cleaning of the static filter. By means of this Centralair compressor and a 300-litre compressed air tank, the necessary air is supplied to the interior of the static filter to carry out backwashing in such a way as to dislodge and displace adhered solids.

Cámara de desarenado y bombeo de agua bruta

El sistema de tratamiento comienza con un desarenador en el que se separan las arenas que hayan podido ser arrastradas hasta este punto. El agua bruta llega hasta la planta mediante un colector de 600 mm de diámetro de fundición, donde descarga a la cámara de desarenado en la que se alberga una bomba de achique, tipo centrífuga horizontal, de 122,6 m³/h, 12 m.c.a. y 5,9 kW de motor, prevista para la eliminación de arenas y partículas que hayan atravesado la malla del filtro estático.

Seguidamente, el agua bruta pasa al depósito de bombeo, de dimensiones 6,95 x 5,40 x 5,90 m de altura total. El bombeo de baja, previsto para alimentar a las cámaras de preozonización, está compuesto por 3 (2+1R) bombas centrífugas sumergibles de 381 m³/h, 14,8 m.c.a. y 22,3 kW de potencia unitaria. En la obra civil del depósito de bombeo se ha dejado el espacio necesario para instalar la cuarta bomba futura, de similares características a las instaladas.

Para llevar a cabo el mantenimiento de la cámara de desarenado y el depósito de bombeo, se dispone de un polipasto manual de 1000 kg de capacidad.

Las bombas instaladas en el depósito de bombeo disponen de variadores de frecuencia que posibilitan el funcionamiento a caudal variable de la ETAP, proporcionando así la necesaria regulación del caudal de tratamiento previsto. Se ha instalado además un caudalímetro de tipo electromagnético de EH a la salida del bombeo de baja, de diámetro 400 mm, el cual sirve para actuar sobre los variadores de frecuencia a través del autómata de la planta por el correspondiente lazo de control.

Preoxidación con ozono

El agua bruta bombeada desde la estación de bombeo se conduce a través de una conducción de AISI-316L de 500 mm de diámetro hasta la obra de reparto que actúa de cabecera en el proceso de ozonización, mezcla y floculación.

Con el fin de poder realizar el reparto a cada una de las líneas de preozonización, se han instalado dos compuertas de entrada suministradas por Orbinox, tipo mural automática, las cuales poseen unas dimensiones de 0,50 x 0,50 m y 0,16 kW de potencia.

En el caso de que el caudal que llegue a la planta sea superior al que se permite tratar a través de la regulación (caso de incidencias en el lazo de control que regula la frecuencia de los variadores), se dispone en el canal de reparto a ozonización de un vertedero por el que rebosa el exceso hacia el depósito de bombeo de agua bruta.

Con objeto de disponer de agua bruta para su análisis, se ha instalado una toma de muestras en la tubería de impulsión de agua bruta antes de su entrada a la obra de reparto a las cámaras de preozonización. El caudal requerido para este fin es de 0,60 m³/h.

La preozonización tiene por objeto la oxidación de determinadas sustancias disueltas en el agua bruta previamente a su reducción o eliminación en fases posteriores del tratamiento.



Degritting chamber and raw water pumping station

The system begins with a degritter to remove sand that may have been carried to this point. The raw water is transported to the plant in a ductile iron pipeline with a diameter of 600 mm, which discharges it to the degritting chamber. This chamber is fitted with a horizontal centrifugal bilge pump with a power rating of 5,9 kW and a capacity of 122.6 m³/h at 12 wcm for the removal of sand and particles that have passed through the static filter mesh.

The raw water is then sent to the pumping tank, which has dimensions of 6.95 x 5.40 x 5.90 m. The low-pressure pumping station, which feeds the ozone pretreatment chambers, comprises 3 (2+1 standby) submersible centrifugal pumps with a unitary capacity of 381 m³/h at 14.8 wcm and a unitary power output of 22.3 kW. The necessary space has been reserved in the pumping station for the future installation of a fourth pump of similar characteristics to the existing pumps.

A manual chain hoist with a capacity of 1,000 kg is installed for maintenance operations in the degritting chamber and the pumping tank.

The pumps installed in the pumping tank are fitted with frequency converters to facilitate variable flow functioning of the DWTP and provide the necessary flow regulation required for treatment. An EH electromagnetic flowmeter with a diameter of 400 mm is installed at the outlet of the low-pressure pumping station. The plant PLC enables this flowmeter to regulate the frequency converters by means of the corresponding loop.





Pre-ozonation

The raw water is pumped from the pumping station through an AISI-316L pipe with a diameter of 500 mm to the distribution chamber which acts as the header tank for the ozonation, mixing and flocculation process.

Two sluice gates supplied by Orbinox with dimensions of 0.5 x 0.5 m and a power rating of 0.16 kW are installed to enable distribution to each of the ozone treatment lines.

In the event that the flow arriving to the plant is higher than that which can be treated through flow regulation (incidents in

the control loop that regulates the frequency converters), the distribution channel to ozone treatment is fitted with a spillway, which sends the excess water to the raw water pumping tank.

To facilitate raw water analysis, a sample taker is installed in the raw water pressure pipe before the inlet to the distribution tank that feeds the ozonation chambers. The required flow rate for this purpose is 0.6 m³/h.

The aim of pre-ozonation is the oxidation of certain dissolved substances in the raw water, prior to reduction and removal in subsequent treatment stages.

This treatment stage takes place prior to the reagent mixing chambers. On leaving this chamber, residual ozone in the water should be negligible.

Ozone dosing in pre-oxidation is carried out in two contact chambers (one per line), each of which has two compartments. The first is a reaction compartment with a contact time of 1.5 minutes, while the second is a degasification compartment with a contact time of 2.5 minutes.

Porous air diffusers ensure that the diffusion of ozonised air is as homogenous as possible, without dead zones or areas with excess ozone. The ozone diffusion system is made up of eight porous ceramic diffusers (3+1 standby per line) with a maximum capacity of 0.3-3.00 Nm³/h, installed in the first compartment of each chamber. The pre-ozonation system is designed for an average dose of 2 mg/l.

The ozone is generated by means of the decomposition of liquid oxygen in Xylem Wedeco reactors specifically designed for this purpose. All materials that come into contact with ozone, such as manhole covers, feeder pipes, reactors, etc., are made of AISI-316L stainless steel, as is the conduit that feeds pure oxygen from the cryogenic tank.

An ozone generator with a nominal capacity of 2.44 Kg O₃/h is cooled by treated water obtained by means of a pump installed in the decanted water channel for this purpose.

Excess ozone is removed by means of a thermal-catalytic ozone destroyer with

Esta fase se sitúa en la línea de tratamiento previamente a las cámaras de mezcla de reactivos. El ozono residual en el agua a la salida de esta cámara deberá ser nulo.

La dosificación de ozono en preoxidación se realiza en dos cámaras de contacto (una por línea) con dos compartimentos cada una, el primero de reacción, con un tiempo de contacto de 1,50 minutos; y el segundo compartimento, de desgasificación, con un tiempo de contacto de 2,50 minutos.

La difusión del aire ozonizado en el agua será lo más homogénea posible mediante difusores porosos, sin que se produzcan zonas muertas o con exceso de ozono. Este sistema de difusión de ozono está constituido por ocho difusores cerámicos-porosos (3+1 por línea) instalados en el primer compartimento de cada cámara, con una capacidad máxima de 0,3-3 Nm³/h. El sistema de pre-ozonización está previsto para una dosis media de 2 mg/l.

El ozono es generado mediante descomposición del oxígeno líquido en reactores diseñados a tal efecto de marca Wedeco suministrados por Xylem. Todos los materiales que se encuentran en contacto con el ozono tales como tapas de registro, tuberías de alimentación, reactores, etc. son de acero inoxidable AISI-316L, al igual que la conducción que alimenta de oxígeno puro desde el depósito criogénico.

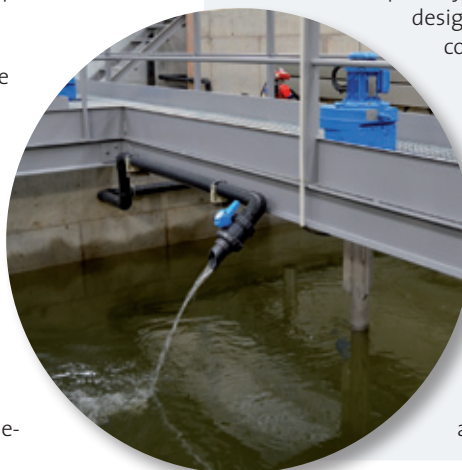
Existe un reactor de generación de ozono de 2,44 Kg O₃/h de capacidad nominal que está refrigerado mediante agua tratada, la cual se obtiene por medio de una bomba instalada a tal fin dentro del canal de agua decantada.

El exceso de ozono es eliminado mediante un destructor de tipo térmico- catalítico de 0,58 kW de potencia unitaria, con tomas en los segundos compartimientos de cada línea de preozonización.

En el caso de ser requerido realizar un by-pass de la ozonización se dispone de un canal de by-pass en la obra de reparto, cuya entrada está regulada mediante rebosadero, para que en caso de cerrarse las compuertas de entrada a las cámaras de preozonización, el agua de la obra de reparto pase al canal de by-pass al superar el nivel del rebosadero.

Cámara de mezcla rápida

El siguiente paso es una cámara de mezcla rápida en la que se dosifica el coagulante y en la que se pue-



de proceder a una oxidación con hipoclorito sódico, en caso de fallo del sistema de ozonización, o como sustituto del mismo en función de la calidad de agua de entrada. En las cámaras de mezcla rápida también se dosifica hidróxido cálcico y CO₂ para remineralizar el agua y ajustar el pH.

El agua se conduce hasta un tratamiento físico-químico convencional compuesto por dos líneas con una cámara de mezcla en cada una de ellas, de 13,65 m³ de volumen útil unitario y un agitador de 2,20 kW/Ud, que facilita la mezcla del agua con el coagulante. Las cámaras disponen de dispositivos de vaciado mediante válvulas de compuerta, que permite eventuales operaciones de mantenimiento y limpieza.

Mediante dos compuertas, tipo mural automáticas, de 0,50 x 0,50 m y potencia de 0,16 kW/Ud se regula la entrada a las cámaras de mezcla.

Asimismo, con el fin de poder by-passear las cámaras de coagulación, cuenta con un rebosadero a la entrada del canal de by-pass, similar al de las cámaras de preozonización. El tiempo de retención del agua en estas cámaras de mezcla es de 1,52 minutos, con el fin de formar exclusivamente unos microfloculos y poder enviar este agua a filtros, después de pasar por la cámara de floculación, en el caso de baja turbidez.

En las cámaras de mezcla rápida, se lleva a cabo la dosificación de polihidroxiclorosulfato básico de aluminio, debido a que, a sus buenas condiciones como coagulante, se unen sus reconocidas propiedades como agente floculante y su mayor rango operativo con respecto al agua a tratar. La dosis media es 10 ppm y la dosis máxima es 100 ppm. El coagulante se dosifica en su forma comercial pura, al objeto de simplificar las labores de mantenimiento.

Deyma La Mancha ha ejecutado los trabajos de las líneas de tuberías para la ETAP de Monforte de Lemos, habiendo realizado el suministro, la fabricación y montaje de las líneas de filtración, dosificación y tratamiento de lodos entre otros. Para el almacenamiento y dosificación de polihidroxiclorosulfato de aluminio se dispone de un depósito, tipo vertical, de PRFV de 9.000 litros suministrado por Dimasa; una bomba de trasvase de 10,00 m³/h, 8 m.c.a. y 1,5 kW y 3 (2+1R) bombas dosificadoras de membrana, de 50 l/h, 30 m.c.a. y 0,12 kW.

Desinfección mediante hipoclorito sódico

Se ha instalado un sistema de pre-cloración con dosificación del hipoclorito sódico serán las cámaras de mezcla rápida por si falla el sistema de ozono y otro sistema de post-cloración con dosificación del hipoclorito sódico en la tubería de entrada a los depósitos de



a power output of 0.58 kW and there are outlets in the second compartments of each pre-ozonation line.

The distribution tank is fitted with a by-pass channel should ozonation by-pass be required. The inlet to this by-pass channel is regulated by a spillway in such a way that if the inlet sluice gates to the pre-ozonation chambers are closed, the water from the distribution tank goes to the by-pass channel when the overflow level is exceeded.

Rapid mix chamber

The next stage is a rapid-mix chamber for coagulant dosing. Oxidation with sodium hypochlorite can also be carried out to substitute ozonation, or in the event of a failure in the ozonation system, depending on the quality of the feedwater. Calcium hydroxide and CO₂ are also dosed in the rapid mix chamber to remineralise the water and adjust the pH.

The water is sent to conventional physicochemical treatment composed of two lines. Each line is fitted with a mixing chamber with an effective volume of 13.65 m³ and an agitator with a power rating of 2.20 kW, which facilitates the mixing of the water with the coagulant. The chambers are fitted with emptying systems featuring sluice gate valves to facilitate cleaning and maintenance operations.

Inlet flow to the mixing chambers is regulated by means of two automatic sluice gate valves, each with dimensions of 0.5 x 0.5 m and a power output of 0.16 kW.

A spillway, similar to that of the pre-ozonation chambers, is installed at the inlet to the by-pass channel to enable the coagulation chambers to be by-passed. The retention time in the mixing chambers is 1.52 minutes, with the aim of forming just a few micro-flocules so that this water can be sent to the filters, prior to going through the flocculation chamber, in the event of low turbidity.

Polyaluminium chloride hydroxide sulphate is dosed in the rapid mix chamber due to the fact that it is a good coagulant, it has acknowledged properties as a flocculating agent and it has a wider operating range with respect to the water to be treated. The average dose is 10 ppm and the maximum dose is 100 ppm. The coagulant is dosed in its pure commercially available form for the purpose of simplifying maintenance operations.

Deyma La Mancha carried out the work on the pipelines for the Monforte de Lemos DWTP and was responsible for the manufacture, supply and assembly of the filtration, dosing and sludge treatment lines, amongst others.

The equipment installed for polyaluminium chloride hydroxide sulphate storage and dosing comprises a 9,000-litre vertical GRP tank supplied by Dimasa; a transfer pump of 10 m³/h, 8 wcm and 1.5 kW, and 3 (2+1 standby) membrane dosing pumps of 50 l/h, 30 wcm and 0.12 kW.

Sodium hypochlorite disinfection

A pre-chlorination system with sodium hypochlorite dosing is installed in the rapid mix chambers in case of failure

agua tratada con el objeto de mantener el nivel de cloro residual en la red de abastecimiento.

Para el servicio de pre-cloración, se han instalado 2 (1+1R) bombas dosificadoras de membrana de 75 l/h y 60 mca, y para el servicio de post-cloración o desinfección final, se han instalado otras 2 (1+1R) bombas dosificadoras de hipoclorito sódico de 75 l/h y 60 mca. En ambos casos, la bomba de reserva es común a los dos servicios. Además, se ha instalado una bomba de trasiego de 10 m³/h y 20 m.c.a. y 2,21 kW de potencia, y un depósito de almacenamiento de 19,50 m³, tanto para el servicio de pre y post-cloración.

Las dosis en pre-cloración, es de 4 (media) y 7 ppm (máxima) respectivamente. Por otro lado, las dosis previstas en post-cloración, son de 3 (media) y 4 ppm (máxima) respectivamente.

Remineralización mediante hidróxido cálcico

Con el fin de evitar la formación de precipitados en el depósito de agua tratada y en las cámaras de preozonización, la dosificación de cal se realiza en las cámaras de mezcla.

Un silo de almacenamiento de 20 m³ fabricado por Sodimate almacena el hidróxido cálcico, que se dosifica mediante un tornillo dosificador-rompebóvedas de 0,37 kW de potencia. Además cuenta con un depósito de preparación de la lechada de cal, con una capacidad de 2,50 m³. Este depósito posee un agitador mecánico con potencia unitaria de 0,75 kW y 2 (1+1R) bombas dosificadoras, tipo centrífugas horizontales, de 30 m³/h de caudal unitario, 15 m.c.a. y 5,50 kW/ Ud.

Todo el sistema de dosificación ha sido suministrado por Sodimate. Se suministra una dosis continua de cal en producto puro de 27,00 ppm. La dosificación de cal es totalmente automática, en la cual el sistema de control actúa sobre el variador de frecuencia de las bombas dosificadoras, haciendo que la dosificación sea proporcional al caudal de agua a tratar.

Cámaras de floculación

De las cámaras de mezcla anteriores, el agua pasa a dos cámaras de floculación rectangulares (1 por línea) de 166,40 m³ de volumen útil unitario, donde se han instalado dos agitadores lentos por cámara de 0,55 kW/Ud a fin de no romper los flóculos creados, como consecuencia de la adición de reactivos.

Las cámaras disponen de dispositivos de vaciado, que permitan eventuales operaciones de mantenimiento y limpieza. El tiempo de retención del agua en estas cámaras de floculación será de 18,49 minutos. La entrada a las cámaras de floculación se realiza mediante dos compuertas automáticas, tipo mural, de dimensiones 0,50 x 0,50 m y 0,16 kW/Ud de potencia.

En el caso de ser requerido realizar un by-pass de la floculación, se dispone de otro rebosadero, similar a los anteriores, a la entrada del canal de by-pass.

En cuanto al almacenamiento y dosificación del reactivo floculante (poliDADMAC), se ha instalado un sistema de preparación compacto automático de 400 l de capacidad y 3 (2+1R) bombas dosificadoras de membrana de 75 l/h, 60 m.c.a. y 0,20 kW/Ud.

Decantación lamelar

La clarificación tiene por objeto conseguir que se separen las partículas que se encuentren en suspensión en el agua, tanto si se trata de partículas presentes en el agua bruta, como si se deben a la acción de un reactivo químico añadido en el tratamiento. Así el agua procedente de

of the ozone system. A post-chlorination system with sodium hypochlorite dosing is installed in the inlet pipe to the treated water tanks for the purpose of maintaining the residual chlorine level in the supply network.

2 (1+1 standby) membrane dosing pumps of 75 l/h at 60 wcm are installed for the pre-chlorination service and a further 2 (1+1 standby) sodium hypochlorite dosing pumps of 75 l/h at 60 wcm are installed for the post-chlorination or final disinfection service. The standby pump is common to the two services. In addition, a transfer pump of 10 m³/h at 20 wcm with a power rating of 2.21 kW and a storage tank of 19,50 m³ are installed for both the pre-chlorination and post-chlorination services.

The average pre-chlorination dose is 4 ppm, while the maximum dose is 7 ppm. The average dose in post-chlorination is 3 ppm and the maximum dose is 4 ppm.

Remineralisation with calcium hydroxide

Lime dosing is carried out in the mixing chambers to prevent the formation of precipitates in the treated water tank and the pre-ozonation chambers.

The calcium hydroxide is stored in a Sodimate 20 m³ silo and dosed by means of a screw dosing system-bridge breaker with a power output of 0.37 kW. The milk of lime is prepared in a tank with a capacity of 2.5 m³. This tank is fitted with a mechanical mixer with a unitary power output of 0.75 kW and 2 (1+1 standby) horizontal centrifugal dosing pumps, each with a flow of 30 m³/h at 15 wcm and a power output of 5.5 kW.

The entire dosing system was supplied by Sodimate. A continuous dose of 27 ppm of pure lime is supplied. Lime dosing is fully automatic, with the control system acting on the frequency converters of the dosing pumps to ensure that dosing is in proportion to the flow of water to be treated.



la floculación pasa hasta los dos decantadores lamelares de dimensiones unitarias de 9,30 x 8,75 x 3,80 m de altura útil.

Cada decantador consta de un paquete lamelar de 81,38 m² de superficie de decantación y 1 m de altura, compuesto por lamelas de PVC con una inclinación de 60°. La velocidad ascensional respecto a la superficie lamelar es de 0,77 m³/m²/h.

Se ha instalado para cada decantador lamelar una poceta central en el fondo, desde donde se realiza la purga de fangos mediante válvulas de manguito neumáticas, siendo conducidos por gravedad hasta el depósito de homogeneización de fangos. También se dispone de dispositivos de vaciado, que permiten eventuales operaciones de mantenimiento y limpieza. Cada decantador cuenta con un mecanismo diametral de arrastre de fangos, compuesto por rasquetas de fondo con motor de 0,37 kW.

Para regular la alimentación a los decantadores lamelares, se han instalado dos compuertas automáticas de tipo mural, de 0,50 x 0,50 m y 0,16 kW de potencia.

En aquellas situaciones en las que el agua bruta contiene una baja carga contaminante, se puede llevar el agua desde las cámaras de mezcla hasta los filtros de arena, sin someter al agua al proceso de decantación. Para ello, se ha instalado otro rebosadero a la entrada del canal de by-pass.

Bombeo a filtros de arena

El agua procedente de los decantadores lamelares, pasa a través de los vertederos de salida al canal de recogida de agua decantada, desde donde aspiran las bombas de alimentación a filtros de arena. Este bombeo está compuesto por 3 (2+1R) bombas centrífugas horizontales de Xylem de 414 m³/h de caudal unitario, 22 mca y 37 kW/Ud de potencia. Se ha dejado el espacio necesario para instalar la cuarta bomba futura de características similares. Todas estas bombas cuentan con variadores de frecuencia.

Se dispone de un medidor de caudal de 400 mm de diámetro, de tipo electromagnético, en el colector principal de 500 mm de diámetro, de alimentación a los filtros de arena.

Para la manutención del bombeo a filtros de arena se emplea el puente grúa de Vicinay de 8.000 kg de capacidad previsto para las labores de mantenimiento de los propios filtros.



Flocculation chambers

The water goes from the mixing chambers to two (1 per line) rectangular flocculation chambers, each with an operating volume of 166.4 m³. Each chamber is fitted with two slow speed mixers, each with a power rating of 0.55 kW, so as not to break the flocs created as a result of reagent dosing.

The chambers are equipped with emptying systems to facilitate cleaning and maintenance. The retention time of the water in these chambers is 18.49 minutes. Inlet flow to the flocculation chambers is regulated by means of two automatic sluice gate valves, each with dimensions of 0.5 x 0.5 m and a power output of 0.16 kW.

A spillway, similar to those described previously is arranged at the inlet to the by-pass channel so that flocculation treatment can be by-passed if necessary.

An automatic compact system with a capacity of 400 l and 3 (2+1 standby) membrane dosing pumps, each with a capacity of 75 l/h at 60 wcm and a power output of 0.20 kW, are installed for the storage and dosing of the flocculating reagent (poliDADMAC).

Lamella settling

Clarification has the objective of removing suspended solids in the water, whether these particles are present in the raw water or are produced as a result of the action of a chemical reagent added during treatment. The water from flocculation is sent to two lamella clarifiers, each with operating dimensions of 9.30 x 8.75 x 3.80 m.

Each clarifier comprises a lamella package with a settling surface area of 81.38 m² and a height of 1m, composed of PVC lamella plates with an inclination of 60°. The rise rate with respect to the lamella surface area is 0.77 m³/m²/h.

Each lamella settling tank has a central bowl at the bottom from which sludge is drained by means of pneumatic pinch valves and sent by gravity to the sludge homogenisation tank. The clarifiers also have emptying systems to facilitate cleaning and maintenance. Each of the clarifiers is equipped with a diametrical sludge removal system comprising bottom scrapers driven by motors with a power output of 0.37 kW.

Inlet flow to the lamella clarifiers is regulated by means of two automatic sluice gate valves, each with dimensions





Filtros de arena

La instalación cuenta con 6 filtros cilíndricos a presión verticales tricapa de Imetal, dotados con válvulas neumáticas de mariposa y de accionamiento automático. Cada filtro tiene un diámetro de 3,50 m y una altura de lecho de 1,20 m y para la futura ampliación de la planta se instalarán dos unidades más de idénticas características.

La velocidad normal de filtración con las seis unidades en funcionamiento es de 14,34 m³/m²/h, y la velocidad máxima con un filtro en proceso de lavado es de 17,21 m³/m²/h.

Los filtros cuentan con un lecho de antracita en la capa superior de 0,30 m de espesor, un lecho de arena de 0,80 m de espesor como capa intermedia y un lecho de grava de 0,10 m de espesor como capa inferior.

Para el lavado de estos filtros se ha instalado 2 (1+1R) bombas centrífugas horizontales de 222 m³/h de caudal, 24,70 m.c.a. y potencia unitaria 15 kW y una instalación de motosoplantes, compuesta por 2 (1+1R) soplantes de Mapner de 386 Nm³/h de caudal, 7 m.c.a. y 15 kW de potencia unitaria. Las bombas para lavado de filtros de arena aspirarán de los depósitos de agua tratada, disponiendo de un medidor de caudal de 200 mm de diámetro a la salida de dichas bombas, el cual es de tipo electromagnético.

Sistema de recuperación de agua de lavado de filtros

Las aguas de lavado de los filtros es recuperada en un depósito con unas dimensiones que le permite almacenar el agua de lavado producido a lo largo de un día y cuenta con una ligera pendiente en el fondo hacia una poceta lateral, con el objeto de concentrar en ella las materias en suspensión (arenas, etc...) que vayan sedimentando con el tiempo.

Los fangos del depósito de recuperación de agua de lavado son enviados al depósito de homogeneización de fangos mediante dos bombas centrífugas sumergibles de Xylem.

El agua de lavado clarificada del sistema de recuperación de aguas de lavado de filtros de arena es recirculada y reintroducida en el sistema, mediante un rebose situado en el depósito hasta el pozo de bombeo de baja.

of 0.5 x 0.5 m and a power output of 0.16 kW.

In situations where the raw water has a low pollutant load, the water can be sent directly from the mixing chambers to the sand filters, without the need for the settling process. For this purpose, another spillway is installed at the inlet to the by-pass channel.

Pumping to the sand filters

The water from the lamella clarifiers is sent by means of two outlet weirs to the decanted water collection channel, from where it is suctioned and sent to the sand filters by two feeder pumps. This pumping station is composed of 3 (2+1 standby) Xylem horizontal centrifugal pumps, each with a

flow of 414 m³/h at 22 wcm and a power output of 37 kW. The necessary space has been reserved for the future installation of another pump of similar characteristics. These pumps are all fitted with frequency converters.

An electromagnetic flowmeter of 400 mm in diameter is installed in the main feed pipe to the sand filters, which has a diameter of 500 mm.

A Vicinay overhead crane with a capacity of 8,000 kg is used for handling operations in this pumping station and to facilitate maintenance work on the sand filters.

Sand filters

The plant is equipped with 6 Imetal pressure sand filters housed in vertical cylindrical shells. Each triple-layer filter is equipped with automated pneumatic butterfly valves. The filters have a diameter of 3,5 m and a filter bed height of 1.2 m. A further two units of identical characteristics will be installed in the future extension to the DWTP.

Normal filtration rate with the six units in operation is 14.34 m³/m²/h and the maximum rate during filter cleaning is 17.21 m³/m²/h.

The filters have an upper-layer anthracite bed with a thickness of 0.03 m, an intermediate-layer sand bed of 0.08 m and a lower-layer gravel bed of 0.10 m.





Se ha instalado en la zona de los filtros de arena un puente grúa también suministrado por Vicinay de 8.000 kg de capacidad, 15,50 m de luz entre ejes y 10,91 kW de potencia unitaria, para poder llevar a cabo las labores de mantenimiento necesarias tanto de los filtros de arena como de las bombas de alimentación a los propios filtros.

Desinfección final

Para proceder a la desinfección final (post-cloración) del caudal tratado, la planta cuenta además con un equipo de dosificación de hipoclorito sódico a la salida de la filtración.

Depósitos de agua tratada y bombeo de alta

Desde la salida del sistema de filtración, se instalará una tubería de 500 mm de diámetro de AISI-316L, que conduce el agua tratada hasta el depósito de agua tratada para su posterior elevación hasta el depósito existente en el Cornado, inicio de la red de Monforte. El depósito actúa a todos los efectos como elemento de regulación de la estación de bombeo de alta de la ETAP.

Del depósito aspiran tres (2+1) bombas de alta, tipo centrífuga horizontal de Xylem, de 540 m³/h y 72 m.c.a. con motor de 130 kW, que envían el agua tratada hasta el citado depósito existente en el monte de Cornado (4500 m³) mediante una tubería de 500,00 mm de fundición dúctil. También de estos depósitos se obtendrá el agua necesaria para el bombeo para lavado de filtros de arena, descrito anteriormente, formado por dos (1+1) bombas centrífugas horizontales de 200 m³/h, 20 m.c.a. y 15 kW/Ud. La aspiración de ambos grupos de bombeo podrá realizarse de forma independiente desde cada depósito mediante un juego de válvulas de mariposa. Asimismo cada impulsión estará equipada con válvulas de aislamiento y de retención.

Las bombas de alta se han instalado en un edificio anexo al depósito de bombeo, resultando el lugar idóneo para la alineación de la conducción de impulsión.

La multinacional WEG, fabricante de equipos eléctricos ha suministrado los motores de accionamiento de las bombas, los cuales, dentro de su familia W22, incorporan las últimas tecnologías para conseguir aumentar la eficiencia. Son motores de fundición de hierro, con soporte en patas, y su gama de potencias pueden ir desde 0,12 kW hasta 1.200 kW en baja tensión.

Se dispondrá de un medidor de caudal de agua tratada en la conducción de salida de las bombas de alta, de diámetro 400 mm, de tipo electromagnético.

Dada altura manométrica de los equipos de bombeo, y como medida para paliar los efectos de un eventual corte de tensión de suministro eléctrico que provocarían la parada brusca de las bombas con el consiguiente golpe de ariete, se ha instalado un calderín de presión de Ibaiondo de 3.000 l de volumen.

Filter cleaning is by means of 2 (1+1 standby) centrifugal horizontal pumps, each with a flow of 222 m³/h at 24.7 wcm and a power output of 15 kW. These pumps are complemented by 2 (1+1 standby) Mapner blowers, each with a flow of 386 Nm³/h at 7 wcm and a power rating of 15 kW. The sand filter cleaning pumps suction from the treated water tanks and an electromagnetic-type flowmeter with a diameter of 200 mm is fitted at the outlet of these pumps.

Recovery system for filter cleaning water

The water used to clean the filters is recovered in a tank of sufficient dimensions to store all the cleaning water used in a day. It has a slight slope on the bottom leading to a lateral bowl so that suspended matter (sand, etc.) concentrates in this area and settles over time.

The sludge from the recovered cleaning water tank is sent to the sludge homogenisation tank by two Xylem submersible centrifugal pumps.

The clarified water from the sand filter cleaning water recovery system is recirculated and reintroduced into the system by means of a spillway in the tank, which sends it to the low-pressure pumping pond.

A Vicinay overhead crane with a capacity of 8,000 kg, a distance between girders of 15,5 m and a power output of 10,91 kW is installed in the sand filter area of the plant to facilitate maintenance operations on the filters and the pumps that feed them.

Final disinfection

A sodium hypochlorite dosing system is installed at the outlet from filtration for the purposes of final disinfection (post-chlorination) of the treated flow.

Treated water tanks and high-pressure pumping station

An AISI-316L pipe of 500 mm in diameter is installed at the outlet of the filtration system to carry the treated water for subsequent lifting to the existing tank in Cornado, which marks the beginning of the Monforte network. The tank acts, to all intents and purposes, as a flow regulation element for the DWTP's high-pressure pumping station.

Three (2+1 standby) Xylem high-pressure horizontal centrifugal pumps with a flow of 540 m³/h at 72 wcm and 130-kW motors send the water to the aforementioned tank (4,500 m³) in Cornado through ductile iron pipe with a diameter of 500 mm. These tanks also provide the water for filter cleaning, as previously described, which is pumped by means of two (1+1 standby) horizontal centrifugal pumps, each with a flow of 200 m³/h at 20 wcm and a power output of 15 kW.

The two pumping systems can suction independently from each tank by means of a set of butterfly valves. Similarly, each pumping system is equipped with isolation and check valves.

The high-pressure pumps are installed in a building adjacent to the pumping station tank, which is the ideal location in terms of aligning the pressure pipeline.



LÍNEA DE FANGOS

Producción de fangos y depósito de homogeneización

Tanto los fangos procedentes de la purga de los decantadores lamelares, como los fangos del sistema de recuperación de agua de lavado, son enviados a un depósito de homogeneización de fangos de 59,06 m³ de volumen útil, el cual está dotado de un agitador sumergible de 1,50 kW/Ud. En este depósito se encuentran ubicadas las bombas de recirculación de fangos a las cámaras de floculación y las bombas de fangos a espesador.

Las bombas previstas para la recirculación de fangos a floculación, enviarán los fangos a la cámaras de floculación mediante dos centrifugas sumergibles de caudal 10,3 l/s y para el envío de los fangos del depósito de homogeneización al espesador se han instalado dos bombas centrifugas sumergibles de 2,91 l/s. En la conducción de salida de las tuberías de impulsión de estas bombas se procede a la dosificación en línea del polielectrolito en un tubo floculador, con el fin de acondicionar el fango para espesamiento.

Espesamiento de fangos por flotación

El espesamiento de los fangos es mecánico, en una unidad de flotación de 3,50 m² y 0,12 KW de potencia total (compuesta por sistema de rasquetas y extractor de fangos). La purga de fango es automática y comandada por el sistema de control de la ETAP, y el envío de fangos espesados al depósito de almacenamiento de fangos espesados se realiza por gravedad. La concentración de salida del fango espesado es del 2,00%. Se dispone de un sistema de recirculación de fangos espesados de la unidad de flotación, compuesto por una bomba centrifuga horizontal y con el fin de conseguir un gran rendimiento en el espesamiento de los fangos, se dosifica polielectrolito a la entrada del espesador de flotación para conseguir la floculación del fango.

Para el acondicionamiento de los fangos se dispone de una planta compacta de polielectrolito catiónico de 2.800 l de capacidad, compartido para el servicio de dosificación a espesamiento y a deshidratación. La dosificación de polielectrolito a espesamiento se realiza mediante dos bombas dosificadoras de membrana.

Depósito de fangos espesados

A la salida del espesamiento, los fangos son conducidos por gravedad a un depósito de almacenamiento de fangos espesados de 29,25 m³ volumen útil, y dotado de un agitador sumergido de 1,50 KW de potencia. Este depósito permite un tiempo de alma-

WEG, a multi-national manufacturer of electrical equipment, supplied the motors selected to drive the pumps. These motors belong to the company's W22 range and feature the latest technology for optimum efficiency. The foot-mounted motors are made of cast iron and have power outputs ranging from 0.12 kW to 1,200 kW at low voltage.

An electromagnetic treated water flowmeter with a diameter of 400 mm is installed in the outlet pipe of the high-pressure pumps.

Taking account of the head of the pumps, an Ibaiondo pressure tank with a volume of 3,000 l is installed as a measure to mitigate the effects of a possible power cut, which

would cause sudden shutdown of the pumps and result in water hammer.

SLUDGE LINE

Sludge production and homogenisation tank

The sludge from the draining of the two lamella clarifiers and the sludge from the cleaning water recovery system are sent to a sludge homogenisation tank with an effective volume of 59.06 m³. The tank is fitted with a submersible agitator with a power output of 1.5 kW. The pumps for recirculating sludge to the flocculation chambers and the pumps that send the sludge for thickening are installed in this tank.

Two submersible centrifugal pumps of 10.3 l/s are installed for sludge recirculation to flocculation and two submersible centrifugal pumps of 2.9 l/s are installed to send the sludge from the homogenisation tank to the thickener. Inline dosing of polyelectrolyte in a flocculation tube takes place in the outlet of the pipes for the purpose of conditioning the sludge prior to thickening.

Sludge thickening by floatation

The mechanical sludge thickening process takes place in a floatation unit of 3,5 m² with a total power output of 0.12 kW (comprising a scraper and sludge extraction system). Sludge drainage is automatically controlled by the DWTP control system and the thickened sludge is sent to the thickened sludge storage tank by gravity. The output concentration of the thickened sludge is 2%.

A horizontal centrifugal pump is installed for recirculation of the thickened sludge. Polyelectrolyte is dosed at the inlet to the floatation thickener to achieve the flocculation of the sludge, thereby enhancing the thickening process. A compact cationic polyelectrolyte plant with a capacity of 2,800 l is installed for conditioning of the sludge sent to both the thickener and the dewatering facility. Polyelectrolyte dosing of the sludge to be sent to the thickener is carried out by means of two membrane dosing pumps.

Pumping of sludge to dewatering

The sludge is sent from the thickened sludge tank to the dewatering system by means of two progressive cavity pumps, with a unitary flow of 5 m³/h at 8 wcm and power output of 1.5 kW. These pumps are fitted with mechanical rotovariators.

cenamiento del fango espesado de hasta 2,62 días durante esta 1ª fase de las obras, por lo que puede actuar como arqueta de regulación de alimentación a la centrifuga, cuyo esquema de funcionamiento previsto es de 5 días/semana y 8 horas/día.

Bombeo de fangos a deshidratación

Los fangos almacenados en el depósito de fangos espesados se envían al sistema de deshidratación mediante dos bombas de tornillo helicoidal de 5 m³/h de caudal unitario, 8 m.c.a. y 1,50 kW/Ud, dotadas de rotovariador mecánico.

Deshidratación de fangos

La ETAP cuenta con una unidad centrifugadora decantadora marca Peralisi, de caudal 5 m³/h y un motor de 7,5 kW, la cual funciona cinco días a la semana durante ocho horas al día. La concentración de entrada del fango es de 2%, consiguiendo tras la deshidratación una concentración de salida del fango de 15%.

Para el acondicionamiento químico de los fangos a deshidratar se dispone de dos bombas dosificadoras y de una planta compacta de polielectrolito de 2800 l, compartida a su vez para dar servicio a la dosificación de polielectrolito para espesamiento.

Se ha instalado un polipasto eléctrico de 1.000 Kg de capacidad y motor de 0,75 kW en la sala de espesamiento y deshidratación de fangos, para el transporte y manejo del espesador, de la centrifuga, de las bombas y de los equipos preparadores de polielectrolito.

Almacenamiento y evacuación de los fangos

Los fangos deshidratados son descargados directamente desde la centrifuga sobre un tornillo transportador que conducirá los fangos hasta un contenedor de almacenamiento de 5,00 m³ de capacidad, que permite una autonomía de más de dos días. La zona de almacenamiento de fangos se ha diseñado con amplitud y pendientes adecuadas para el acceso y trabajo de camiones, y podrá baldearse para su limpieza, conduciéndose los escurridos y baldeos a la red de drenajes y vaciados.

SERVICIOS AUXILIARES

Los servicios auxiliares considerados para el buen desarrollo de las labores de explotación en la planta, son los siguientes:

- Agua de servicios
- Aire de servicios
- Fosa séptica
- Red de vaciados
- Laboratorio

Hach Lange suministró el laboratorio con un analizador de cloro, nitritos y otros parámetros DR900, un medidor de pH y conductividad modelos MM40+, un medidor de turbidez modelo 2100Q así como equipos para el control microbiológico y fungibles.



Sludge dewatering

The DWTP is equipped with a Peralisi decanter centrifuge unit with a flow of 5 m³/h and a 7.5-kW motor, which works for eight hours a day, five days a week. The feed sludge has a concentration of 2% and the dewatering process achieves outlet sludge with a concentration of 15%. The sludge undergoes chemical conditioning prior to dewatering.

This is carried out by means of two dosing pumps and a compact polyelectrolyte plant of 2,800 l, which is divided into compartments to enable polyelectrolyte dosing prior to thickening. An electric chain hoist with a capacity of 1,000 Kg and a 0.75-kW motor is installed in the sludge thickening and dewatering room for the transportation and handling of the thickener, centrifuge, pumps and polyelectrolyte preparation units.

Sludge storage and evacuation

The dewatered sludge is unloaded from the centrifuge onto a screw conveyer that takes it to a storage container with a capacity of 5 m³, which enables storage for over two days. The sludge storage area is designed with ample space and suitable slopes to enable truck access. It can be hosed down for cleaning purposes and the cleaning water is sent to the drainage network.

AUXILIARY SERVICES

The auxiliary services designed to facilitate smooth operation of the plant are as follows:

- Service water
- Service air
- Septic tank
- Drainage network

- Laboratory
Hach Lange's supply to this DWTP included the laboratory with a DR900 colorimeter for analysis of chlorine, nitrites and other parameters, MM40+ pH and conductivity meters, a 2100Q turbidimeter, as well as equipment for microbial control and consumables.



Agua de calidad para Monforte de Lemos

CONSTRUCCIÓN:

U.T.E. Técnicas de Desalinización de Aguas, S.A. (TEDAGUA) – CONSTRUCTORA SANJOSE, S.A



Cardenal Marcelo Spinola 10
28016 - Madrid - SPAIN
Tel: +34 91 456 95 00
tedagua@tedagua.com
www.tedagua.com



Ronda de Poniente, 11
28760 Tres Cantos - Madrid - SPAIN
Tel. +34 91 806 54 00
central@gruposanjose.biz
www.gruposanjose.biz



MINISTERIO
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN
Y MEDIO AMBIENTE



Cofinanciado Fondos FEDER

