

Estación de pretratamiento de afino para el agua bruta de la ETAP de la Ciudad de Melilla, con capacidad para producir 15.000 m³/día de agua potable

Pre-treatment Plant at the Drinking Water Treatment Station in the City of Melilla, producing 15,000 m³/day of potable water

© Infoenviro

La Estación de pretratamiento de afino (Desalobrador) de Melilla, puesta en marcha recientemente, constituye una obra de mejora de la eficacia de la Estación de Tratamiento de Agua Potable de la ciudad (ETAP) ya que permite normalizar la calidad del agua que actualmente se sirve a la ciudad, cuyo contenido en sales es muy elevado. Además, se trata de una importante actuación hidráulica que pretende complementar la oferta de abastecimiento a Melilla asegurando así el suministro de agua potable a todos sus ciudadanos.

La instalación tiene una capacidad de tratamiento de aproximadamente 21.600 m³/día de agua bruta procedente tanto de los pozos profundos como de las aguas recogidas en la balsa de regulación de las Adelfas, situada en las inmediaciones de la planta, con el objetivo de aportar 15.000 m³/día a la red de abastecimiento de la ciudad.

Las nuevas instalaciones de la planta desalobrador están ubicadas dentro del actual recinto de la ETAP, aprovechando en parte las instalaciones existentes. La línea de tratamiento efectuada en la planta se compone de las siguientes fases: dosificación de reactivos para el correcto pretratamiento del agua bruta, filtración sobre cartuchos, ósmosis inversa (2 líneas de 7.900 m³/día de tratamiento) con su correspondiente sistema de limpieza y desplazamiento, desinfección y acondicionamiento final del agua producto.

Estas obras, impulsadas por el Ministerio de Medio Ambiente y que han supuesto una inversión de 3,6 millones de euros, se han ejecutado por el procedimiento de obra de emergencia. La empresa DRACEmedioambiente ha desarrollado tanto el diseño, como la construcción y la puesta en marcha de la instalación, y actualmente es la empresa Agua y Gestión quien explota la planta.

A pre-treatment plant for removing the salt content from brackish raw water has been started up recently in the City of Melilla (a Spanish territory in North Africa). This plant improves the quality of the drinking-water treatment station that services the city, which, until the pre-treatment plant went in operation, produced water with a high salt content. The new plant also contributes to increasing the water supply to Melilla to ensure the availability of sufficient potable water to its entire population.

The plant has a treatment capacity of 21,600 m³/day of raw water, which is supplied both from deep wells and the Las Adelfas regulating basin, located near the plant, in order to supply 15,000 m³/day to the city's water supply network.

The new pre-treatment plant is located on the premises of the Drinking-water Treatment Plant, and makes use of part of the existing facilities. The treatment line recently built is formed by the following stages: dosing in of reactive agents to condition the raw water, cartridge filtering, reverse osmosis (2 treatment lines of a capacity of 7900 m³/day) with their corresponding cleaning and displacement systems, disinfection and final conditioning of the produced water. These works, carried out under the auspices of the Ministry of Environment, were built at a cost of € 3.6 M. The project was given emergency status to speed up its execution. It was carried out by the company Drace and is currently operated by the company Agua y Gestión.

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.

Antecedentes

La Ciudad de Melilla se abastecía principalmente de los pozos ubicados en las proximidades de la ciudad, lo que ha supuesto una sobreexplotación de los mismos y por lo tanto el aumento de su contenido en sales. Frente a esto y con el objetivo de garantizar un abastecimiento de calidad a la ciudad, se llevó a cabo la construcción de la balsa de regulación de las Adelfas con capacidad para 400.000 m³, donde se recogen las aguas procedentes del subálveo del río de Oro y su escorrentía superficial.

Estas infraestructuras se han completado recientemente con la construcción de una Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP). Esta instalación responde a una planta de tratamiento de agua potable convencional, apta para el tratamiento de aguas superficiales procedentes tanto de la balsa de regulación adyacente a la planta como de los pozos profundos, con un caudal de diseño a la entrada de 21.600 m³/día. Se compone de las siguientes fases de tratamiento:

- Medición y regulación del caudal
- Cámara de mezcla
- Decantación con recirculación de fangos (1 unidad de 16,5 m de diámetro)
- Filtración sobre arena (3 filtros cerrados de 40 m²)
- Dosificación de sulfato de alúmina
- Dosificación de polielectrolito
- Dosificación de cloro
- Dosificación de cal. Para ello la empresa Sodimate Ibérica suministró un silo en AC de 17 m³ para almacenamiento de hidróxido cálcico, equipado con filtro de mangas, niveles, válvula de seguridad de sobrepresión-depresión, un equi-



po rompebóvedas dosificador modelo DDS400 DDMR40, con un caudal de dosificación de 20 Kg/h, ajustable mediante convertidor de frecuencia, y una cuba de preparación de lechada de cal de 1 m³, equipada con agitador y niveles.

La ETAP, tal y como estaba concebida inicialmente, no permitía eliminar hasta valores admisibles las sales disueltas en el agua por lo que las aguas generadas no presentaban el nivel óptimo de calidad, siendo necesario mejorarlo.

Por este motivo la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir puso en marcha una serie de actuaciones complementarias mediante la instalación de una desalobradora o estación de pretratamiento de afino para el agua bruta de la ETAP, que permitiría reducir la salobridad de las aguas de abastecimiento.

The Melilla water pre-treatment plant contributes 15,000 m³/day of de-salted water to the total supply flow. This represents 18,933 m³/day of which 15,733 m³/day is sent to a reverse-osmosis process to obtain 11,800 m³/day and the rest (3,200 m³/d) is mixed with the 11,800 m³/day of RO-treated water, to complete the necessary supply of 15,000 m³/day.

The desalination facility consists of two lines, with a production capacity of RO-treated water per unit of 5900 m³/day.

TREATMENT LINE

Sulphuric-acid dosing

Sulphuric acid is dosed in to correct the pH to meet three objectives: avoid the precipitation of calcium carbonates, enable the chlorine to carry out its bactericide function and facilitate the action of the coagulant.

Sodium bisulphite dosing

Sodium bisulphite is added to eliminate any residual chlorine that may remain in the water resulting from its chlorination in the mixing chamber. This reducing element also avoids the development of bacteria and reduces the pH of the residual water, thus preventing the precipitation of calcium carbonates.

Anti-fouling dosing

In order to eliminate the risk of precipitation of CaSO₄ and other salts on the membranes, a dispersant doser is installed. The dispersant employed is sodium hexametaphosphate at a design dosage of 3 ppm.

Pumping to cartridge filters

The pre-treated water is pumped by means of 1+1 standby horizontal centrifugal pumps



Solución adoptada

En conjunto, las obras llevadas a cabo para reducir el contenido de sales de las aguas de abastecimiento de la Ciudad de Melilla son básicamente las siguientes:

- Tratamiento de afino para el agua bruta de la ETAP mediante ósmosis inversa
- Tubería de rechazo de la salmuera
- Instalaciones auxiliares

La desalobradora de Melilla produce un total de 11.800 m³/día de agua osmotizada, para ello necesita un caudal de alimentación de 15.733 m³/día de agua bruta. Esta agua osmotizada junto con los 3.200 m³/día aportados por los pozos de Melilla, aportan al abastecimiento de la ciudad un total de 15.000 m³/día de agua potable.

La instalación para desalobración consta de dos líneas, con una capacidad de producción de agua osmotizada por unidad de 5.900 m³/día.



- Acondicionamiento final del agua producto
- Vertido del agua de rechazo

Dosificación de ácido sulfúrico

La dosificación de ácido sulfúrico al agua salobre para corregir el pH tiene una gran importancia y cumple un triple objetivo:

- Dosificación de ácido sulfúrico, bisulfito y anti-incrustante
- Bombeo a filtros de cartuchos
- Filtros de cartuchos
- Bombeo a ósmosis inversa
- Ósmosis inversa
- Depósito de almacenamiento de agua osmotizada
- Desinfección
- Impedir la precipitación de carbonatos cálcicos
- Permitir la acción bactericida del cloro
- Facilitar la acción del coagulante

El pH del agua de entrada a las membranas es necesario corregirlo desde el valor de 7,8 hasta 6,5, mediante la adi-

ción de ácido sulfúrico. El caudal de dosificación necesario se calcula en función del LSI necesario en el rechazo de la ósmosis inversa y de la salinidad del agua de alimentación. En este caso se ha previsto una dosis de diseño de 10 mg/l, a pesar de que la dosis de ácido sulfúrico necesaria para la corrección del pH hasta el valor de 6,5 requerido sin que exista ácido libre es 6,9 mg/l.

Los equipos previstos para la dosificación son los siguientes:

- Depósito de almacenamiento con 15.000 litros de capacidad, construido en acero al carbono con 3 mm de sobre-espesor por corrosión y dispuesto en el interior de un cubeto de seguridad para posibles fugas o roturas.
- Una bomba de trasvase para carga desde el camión de suministro, del tipo centrífuga horizontal, de 12,00 m³/h a 10 m.c.a.
- Dos bombas dosificadoras (una de reserva), con una capacidad de 10 l/h. Dichas bombas aspiran directamente del tanque de almacenamiento de ácido.

El ácido sulfúrico concentrado se almacena en dicha cuba, en cuyo venteo se ha instalado un secador de sílica-gel para evitar la entrada de humedad en la cuba. Además, está equipada con un indicador de nivel del tipo arrastre magnético, para evitar roturas y proyecciones hacia los operarios. La empresa Comaquiinsa ha sido la encargada del suministro de este nivel magnético modelo LL-Inox.

Dosificación de bisulfito sódico

Con el fin de eliminar el cloro residual que pueda existir en el agua debido a la cloración realizada en la cámara de mezcla se emplea el bisulfito sódico. Además, este elemento reductor impide el desarrollo bacteriano, al tiempo que rebaja el pH del agua residual, evitando la precipitación de CaCO₃.

El poder reductor de este reactivo se controla mediante un transmisor-indicador de potencial-oxidación-reducción instalado en panel, cuya sonda se ha instalado en la tubería de salida de los filtros de cartuchos.

El bisulfito sódico se almacena en dos depósitos de almacenamiento y preparación suministrados por la empresa Bupolsa. Se trata de dos depósitos de PRFV modelo Verticales Base Plana (VBP) de 7 m³ de capacidad y dotados de puentes de agitación

LÍNEA DE TRATAMIENTO

La línea de tratamiento establecida en la desalobradora de Melilla comprende las siguientes etapas:



para facilitar la preparación del reactivo. Se dosifica, a una dosis de diseño de 6 mg/l, mediante dos bombas de 25 l/h de caudal máximo. Estas bombas están provistas de válvulas de aislamiento de seguridad, construidas en PVC.

Dosificación de anti-incrustante

Con objeto de eliminar los riesgos de precipitación del CaSO_4 y otras sales sobre las membranas, se ha previsto dosificador hexametáfosfato sódico a una dosis de diseño de 3 ppm.

Los equipos de dosificación instalados son los siguientes:

- Dos depósitos Bupolsa de similares características que los anteriores.
- Dos bombas dosificadoras de 25 l/h de caudal máximo, provistas de válvulas de aislamiento y válvulas de seguridad.

Bombeo a filtros de cartuchos

El bombeo de agua pretratada se realiza mediante 1+1R bombas centrífugas horizontales KSB ltur capaces de elevar, cada una, 650 m³/h a 4 kg/cm² de presión, dotadas de motor ABB con 110 kW. El rendimiento hidráulico de las bombas es del 82,80%. Estas bombas aspiran de la conducción de salida de filtros de arena y la impulsan a la entrada a filtros de cartuchos.

La bomba de funcionamiento normal está equipada con variador de frecuencia para ajustar el caudal impulsado al necesario en el proceso de ósmosis inversa.



Para regular el caudal de mezcla necesario, se ha instalado en la tubería existente de salida de agua tratada al depósito general de almacenamiento, una válvula reguladora y, tras la incorporación de la salida de permeado del proceso de ósmosis inversa, un medidor de caudal. Por otra parte, en la tubería de aspiración de las bombas de alimentación a los filtros de cartucho se ha instalado también un medidor de caudal. El sistema de control posiciona la válvula reguladora en función de las dos medidas de caudal, para ajustar así el caudal de mezcla deseado.

Filtración sobre cartuchos

El tratamiento del agua mediante filtros de arena en la ETAP debe completarse posteriormente con una etapa de filtración sobre cartuchos, con el fin de adecuar la calidad del agua para que sea apta para su tra-

each capable of raising a flow of 650 m³/h at a pressure of 4 kg/cm². These pumps suction water from the pipeline outgoing from the sand filters and pump it to the inlet into the cartridge filters.

Cartridge filtering

The water treated in the sand filters at the Melilla Drinking-water Treatment Plant must be subsequently filtered through cartridges to ensure that it is apt for treatment in the reverse-osmosis membranes. A total of three cartridge filters (one on standby) have been installed. The filters are constructed of fibre-glass-reinforced polyester, in order to retain any possible escape of the material from the sand filters.

Pumping to the RO membranes

The RO process requires that the water to be desalinated be at a certain pressure when it comes in contact with the semi-permeable membranes. Consequently, the outgoing water from the cartridge filters is suctioned by a set of pumps that send it to the RO racks.

Two + one standby motor-pump sets that produce a flow of 327.80 m³/h are installed.

Reverse osmosis

The brackish water is desalinated in the RO racks, from which water with a low salt content, on one hand, and concentrated salt, on the other, are obtained.

The RO system designed for this plant has the following main features:

- Conversion factor: 75%
- Number of lines: 2 (twin)
- Number of stages per line: 2
- Number of pressure pipelines: 28 (first stage), 14 (second stage)



tamiento por membranas de ósmosis inversa.

El objetivo es conseguir rebajar el índice de atascamiento (SDI) hasta un valor inferior a la unidad, lo que asegura una menor frecuencia de lavado de membranas, con el consiguiente ahorro de reactivos y un menor ensuciamiento permanente de las mismas y por lo tanto, el alargamiento de su vida útil.

En la planta se han instalado un total de tres filtros de cartuchos (uno de reserva) suministrados por la compañía Pall Corporation, en poliéster reforzado con fibra de vidrio, con objeto de retener posibles escapes de material de los filtros de arena. Sus características son las siguientes:

- Caudal unitario: 328 m³/h
- Diámetro: 915 mm
- Altura cilíndrica: 2.710 mm
- Presión de diseño: 6 bar
- Número de cartuchos: 130 cartuchos bobinados de 5 micras de paso

El atascamiento de estos filtros se mide mediante sendos manómetros, situados en las tuberías de entrada y salida de los filtros. Así mismo se dispone de un presostato diferencial, con el fin de producir la señal de alarma correspondiente cuando la pérdida de carga llegue al valor establecido.

Bombeo a ósmosis inversa

En el proceso de ósmosis inversa se requiere que el agua a desalobrar en contacto con la membrana semipermeable se encuentre a una cierta presión, por lo que el agua a la salida de los filtros de cartuchos es aspirada por un grupo de bombas que la impulsan hacia los bastidores de ósmosis inversa.

Se han instalado 2+1R grupos moto-bomba Flowserve con motor ABB, las dos en funcionamiento gobernadas por variadores de velocidad y la de reserva por arrancador estático. Sus características son las siguientes:

- Caudal impulsado: 327,80 m³/h
- Presión de descarga: 11,96 bar
- Presión diferencial: 8,33 bar
- Rendimiento: 79,90%
- Potencia absorbida: 105,08 kW
- Potencia instalada: 132 kW

Las bombas trabajan en función de las características solicitadas por los lazos de control. La señal del transmisor de agua producida actúa mediante un controlador sobre la válvula del rechazo, regulando de esta manera la conversión de trabajo. El controlador de



agua producto accionado por un transmisor situado a la salida del bastidor, actúa sobre el variador de velocidad de la bomba, de forma que el caudal producido se mantiene en el punto de consigna.

Todos los grupos van provistos, en su aspiración, de un presostato que detiene el grupo en caso de baja presión. Las bombas trabajan siempre a caudal y presión constante.

Ósmosis inversa

En los bastidores de ósmosis inversa se lleva a cabo la desalobración del agua, obteniéndose por una parte agua de muy baja salinidad y por otra una concentrada en sales.



La instalación diseñada para esta planta tiene las siguientes características principales:

- Factor de conversión: 75%
- N° de líneas: 2 (gemelas)
- Número de etapas por línea: 2
- Número de tubos de presión por línea: 28 (primera etapa), 14 (segunda etapa)
- Número de membranas por tubo: 7
- Número total de membranas: 588 unidades
- Caudal útil de tratamiento: 15.733 m³/día
- TDS agua tratada: <75 mg/l

A cada uno de los bastidores llegan 328 m³/h, siendo la capacidad de producción bruta de cada uno de ellos de 246 m³/h, y por lo tanto el caudal de rechazo es de 82 m³/h. Los tubos de presión suministrados por Vivaqua International, S.L. son de la marca CodeLine modelo 80E30-7W, cuyas características principales son:

- Cajas de entrada frontal
- Cierre rápido mediante anillo en espiral
- Presión de diseño: 300 PSI (20,7 bar)
- Capacidad para 7 elementos de ósmosis inversa de 8" de diámetro y 40" de longitud
- Acabado liso en poliuretano blanco

Las membranas de ósmosis inversa seleccionadas han sido las del fabricante DOW. Se trata del modelo FILMTEC™ LE-440i, cuyas características principales se resumen a continuación:

- Material: Poliamida aromática(TFC)
- Superficie activa: 41 m²
- Caudal de permeado: 48 m³/día

- Rechazo mínimo de sales: 99%
- Presión máxima de trabajo: 41 bar
- Temperatura máxima de trabajo: 45 °C
- Rango de pH: 2 - 11
- SDI máximo del agua de alimentación: 5
- Tolerancia al cloro libre: < 0,1 ppm
- Dimensiones: Longitud 1.016 mm, diámetro 201,9 mm

Estas membranas de arrollamiento en espiral se distribuyen en cuatro filas verticales en la primera etapa y en dos en la segunda, siendo la capacidad máxima del bastidor de filas verticales de 7 elementos cada una, lo que implica un número máximo de 42 tubos por bastidor.

El caudal de alimentación desde las bombas de impulsión se reparte por igual entre los tubos de la primera etapa. El rechazo de estos se recoge en una tubería para seguidamente conducirlo a la alimentación de los tubos de segunda etapa.

A la salida de los tubos de presión, los caudales producidos por cada etapa son conducidos hasta un depósito de almacenamiento. Respecto al rechazo final, éste se envía posteriormente hasta las instalaciones de la desalinizadora de Melilla.

Control del proceso de funcionamiento

El control del proceso de ósmosis inversa se realiza a presión variable y caudal de producción constante. Para ello, se disponen los siguientes equipos por cada línea:

- Un variador de velocidad para las bombas de alta presión
- Una válvula de control en la tubería de rechazo
- Dos controladores "P and ID" para la realización del lazo de control
- Tres medidores de caudal de las tuberías de agua producto de cada etapa y de rechazo.

El lazo de control actúa del siguiente modo. Cuando la temperatura del agua de alimentación aumenta, las membranas comienzan a producir mayor caudal, por lo que el transmisor de caudal genera una señal de mayor intensidad al controlador.



- Number of membranes per pipeline: 7
- Total number of membranes: 588
- Working treatment flow: 15,733 m³/day
- Salinity (TDS) of treated water: < 75 mg/l

A flow of 328 m³/h reaches the racks; while the raw-water treatment capacity of each one is 246 m³/h. Consequently, a 82 m³/h reject flow is produced

The RO membranes installed are Model FILMTEC™ LE-400i from the Dow Chemical Company, the main characteristics of which are the following:

- Material: Aromatic polyamide (TFC)
- Active surface area: 41 m²
- Permeate flow: 48 m³/day
- Minimum salt rejection: 99%
- Maximum working pressure: 41 bar
- Maximum working temperature: 45° C
- pH range: 2 – 11
- Maximum admissible Silt Density Index (SDI) of feed water: 5
- Free chlorine tolerance: <0.1 ppm
- Dimensions: Length 1016 mm, diameter 201.9 mm

The flow produced by each stage at the outlets of the pressure pipelines are sent to a storage tank. The final reject is sent to the Melilla Desalination Plant.

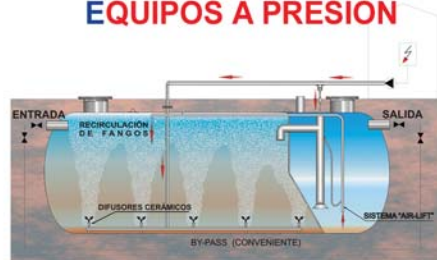
The RO plant is equipped with a process-control system, a cleaning system to prevent clogging of the RO modules and a displacement system by which, in case either of the two RO lines shuts down, the salt-saturated solution inside the RO pumps,





POLIÉSTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO

- DEPÓSITOS DE ALMACENAMIENTO DE LÍQUIDOS
- DEPÓSITOS DE DOBLE CÁMARA PARA PRODUCTOS QUÍMICOS E HIDROCARBUROS
- DEPURADORAS DE OXIDACIÓN TOTAL
- EQUIPOS PARA INSTALACIÓN DE DEPURADORAS
- FOSAS SÉPTICAS
- FILTROS BIOLÓGICOS
- SEPARADORES DE HIDROCARBUROS Y DE GRASAS
- COMPACTOS FOSA - FILTRO
- ESPEADORES – DECANTADORES
- EQUIPOS A PRESIÓN



www.bupolsa.com - bupolsa@bupolsa.com

La empresa Teydi llevó a cabo el montaje e instalación del sistema eléctrico.

Centro de transformación

El centro de transformación de la planta de tratamiento es existente y cuenta con capacidad para alimentar tanto los equipos de tratamiento existentes como los correspondientes a la ampliación de la planta (desalobadora).

El centro de transformación se aloja en un edificio prefabricado situado frente a la nave de proceso y aloja, además de las celdas de protección y medida en media tensión, un transformador de 1000 kVA relación 5-10/0,4 kV.

Cuadro general de baja tensión IDAS

Desde el secundario del transformador se alimenta un interruptor en carga de 1600 A y accionamiento manual, ya existente y alojado en el interior del centro de transformación.

Instalación eléctrica

Desde dicho interruptor se alimenta, mediante 3 conductores de 240 mm² de sección en cobre por fase y dos conductores de 120 mm² para el neutro (en instalación enterrada e instalados en 4 tubos de PVC de diámetro 160 mm), un cuadro general de distribución en baja tensión, protección y maniobra de motores de las instalaciones existentes. Para la ampliación de las instalaciones se ha previsto el refuerzo de la línea de acometida mediante un conductor más por fase y otro para el neutro (instalados en los tubos existentes).

La alimentación al cuadro está equipada con un interruptor automático tetrapolar (NS1600 N



de Merlin Gerin), dotados con relés electromagnéticos Micrologic 2.0. A continuación del interruptor general se ha instalado un analizador de redes (tipo CVM de circuito) con objeto de vigilar los principales parámetros eléctricos de las nuevas instalaciones. Así mismo, existen dos interruptores NS630 N y mando manual, para conexión de un grupo electrógeno (GENESAL TIPO GDIL-135-TAMI) y así poder realizar un desplazamiento de emergencia en caso de fallo del suministro eléctrico.

A partir del embarrado general se acomete a los distintos motores a través del aparellaje de mando y protección de cada motor.

El aparellaje de maniobra y protección instalado actualmente en el cuadro es de la firma Schneider (Merlin Gerin-Telemecánica).

El embarrado general del cuadro actual esta formado por dos pletinas de cobre de 50x10 mm

por fase y otra de las mismas dimensiones para el neutro.

Actualmente existe una batería de condensadores Merlin Gerin tipo Rectimat estándar de 120 kVAr, suficiente también para las nuevas instalaciones. No obstante, debido a la elevada potencia de los variadores de frecuencia previstos (que funcionan de forma simultánea y continua) es posible que aparezcan problemas de armónicos. Por ello se ha previsto la sustitución del analizador de redes de la acometida actual por otro nuevo con medida de tasa de distorsión armónica. De forma que si en un futuro se detectan problemas de este tipo se sustituya la batería actual por una batería de condensadores tipo SAH con filtrado de armónicos para solventar en parte este problema. Igualmente, los nuevos variadores instalados se han equipado con filtros y bobinas de choque para atenuar los problemas de armónicos.

Para las nuevas instalaciones se ha previsto la ampliación del cuadro existente para la maniobra y protección de las mismas.

De esta forma el sistema se va corrigiendo para volver al estado inicial y los dos controladores quedan enlazados de forma que siempre se mantenga la conversión de diseño cualquiera que sea la temperatura.

Además del control del proceso también se controlan parámetros como el caudal, la conductividad, la temperatura o el pH, entre otros.

Unidad de desplazamiento

En aquellos casos en los que alguna de las dos líneas de ósmosis inversa experimenta una parada por alguna alarma, o por orden del operador de la planta, es necesario realizar el desplazamiento de la solución saturada en sales que se encuentra en el interior de las membranas. Por este motivo se ha instalado una unidad de desplazamiento que sirve para desalojar el volumen de agua bruta en el interior de las bombas de ósmosis inversa, membranas y tuberías de presión. Para ello, se dispone de dos bombas centrífugas (una en reserva), que aspiran directamente del tanque de agua osmotizada.

Mientras una de las líneas permanece parada, se mantiene en funcionamiento la bomba de alimentación a filtros de cartuchos, hasta que la conductividad del rechazo corresponda con la de entrada. A partir de dicho momento arranca una de las bombas, abriendo, simultáneamente, las válvulas automáticas de entrada y salida de agua de desplazamiento.

El caudal de desplazamiento es de aproximadamente 336 m³/h, a una presión mínima de 3 kg/cm² con objeto de producir un buen barrido. Y su duración se estima en unos dos minutos y medio.

Equipo de lavado

Con la finalidad de mantener controlados los posibles atascamientos que se



produzcan en los módulos de ósmosis inversa, es necesario someterlos a una limpieza periódicamente (cada cuatro o seis meses), o siempre que concurra alguna de las siguientes situaciones:

- Que la pérdida de carga del haz del filtro aumente por encima de un 20% respecto al valor inicial.
- Que el paso de sales del módulo aumente igualmente por encima de un 30% respecto al valor inicial.
- Que el caudal producido sea inferior en un 15% al caudal inicial.
- Que hayan transcurrido más de 6 meses desde el último lavado.

Para realizar periódicamente el lavado o limpieza química de las membranas, se ha instalado un equipo de lavado constituido por:

- Un depósito marca Bupolsa, de PRVF modelo Vertical Base Planta (VBP) de 7 m³ de capacidad, para la preparación de las soluciones de limpieza. Cuenta con un puente de agitación para homogeneizar el reactivo. También dispone de una resistencia eléctrica, por si fuese necesario calentar la solución.
- Dos bombas centrífugas, una en reserva, de 200 m³/h a 4 kg/cm², utilizadas, igualmente, para desplazamiento.
- Un filtro de cartuchos de seguridad.

El lavado se realiza abriendo una serie de válvulas y poniendo la bomba de lavado en circuito cerrado durante una o dos horas. Transcurrido este tiempo se vacía la cuba de reactivos y se pone en marcha la ósmosis, procediéndose a comprobar la eficacia del lavado.

Depósito de agua osmotizada

A continuación, el agua producida por la ósmosis inversa es enviada hacia un depósito de almacenamiento de agua osmotizada de PRVF modelo Vertical Base Planta (VBP) de 12 m³ de capacidad, suministrado por Bupolsa.

La misión de este depósito es almacenar un volumen suficiente para mantener una cierta cantidad de agua tratada de forma que, cuando las bombas de ósmosis inversa se paren, automáticamente la bomba de lavado que aspira de dicho depósito proceda a lavar los módulos con agua tratada, impidiendo así la precipitación de sales en el interior de los mismos, el retorno del agua tratada por el fenómeno osmótico y la corrosión del acero inoxidable por parte del agua salobre concentrada.

El llenado del tanque y el lavado de los módulos con agua tratada se realizan de forma totalmente automática.

Desinfección de agua tratada

Finalmente, el agua tratada se desinfecta mediante la adición de hipoclorito sódico a una dosis de diseño de 1 mg/l.

Los equipos previstos para la dosificación son los siguientes:

- Depósito de almacenamiento (ya existente).
- 1+1R bombas dosificadoras (ya existentes), con una capacidad de 10 l/h.

Las bombas inyectan el hipoclorito en la tubería de salida del agua tratada en el punto existente de inyección.



La población de la Ciudad Autónoma de Melilla supera actualmente los 70.000 habitantes, a los que se une una población flotante diaria de aproximadamente 25.000 personas que cruzan la frontera con Marruecos. El consumo diario se sitúa en aproximadamente 27.000 m³, y las pérdidas en la red del 25%.

Las fuentes de suministro de agua potable para abastecer el caudal que demanda la ciudad, se reducen casi exclusivamente a la extracción de agua de pozos profundos. Estos pozos suministran diariamente unos 25.000 m³, lo que ha supuesto una sobreexplotación de los mismos y una repercusión directa en la salinización del agua, ya de por sí con un alto contenido en sales (hasta 3 g/l, seis veces mayor de lo admitido para un agua potable.)

A esta escasez de fuentes de abastecimiento se unen las pérdidas que se producen en las redes de abastecimiento y saneamiento (próximas al 40%).

Frente a todos estos problemas y con el objetivo de garantizar el abastecimiento de agua de calidad a la población y mejorar la gestión de los recursos hídricos disponibles, el Ministerio de Medio Ambiente ha puesto en marcha una serie de actuaciones en la ciudad. Se trata de ejecutar diversas infraestructuras hidráulicas que permitan normalizar, tanto en calidad como en cantidad, el suministro de agua.

Las actuaciones del Programa A.G.U.A. en la Ciudad Autónoma de Melilla suponen una inversión superior a los 130 millones de euros. En lo que respecta al abastecimiento urbano, se han puesto en marcha todas las infraestructuras necesarias para que los ciudadanos de Melilla puedan beneficiarse de un

Actuaciones del Programa A.G.U.A. en Melilla

suministro de agua normalizado en cantidad y calidad.

Las infraestructuras necesarias para la ciudad de Melilla se pueden definir en las siguientes tres grandes líneas de actuación:

Abastecimiento

- Planta desaladora de agua de mar mediante ósmosis inversa

- Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP 1ª Fase)
- Estación de pretratamiento de afino (Desalobrador) como complemento a la ETAP
- Línea eléctrica de alimentación, necesaria para el funcionamiento del sistema de abastecimiento: desaladora, planta de afinos, captación del río Oro, ETAP y el resto de instalaciones
- Nuevo depósito regulador de aguas con capa-

cidad para 25.000 m³. Sirve de depósito regulador de aguas captadas en el subalveo del río Oro

- Obras complementarias de la mejora de abastecimiento (1ª fase). Obras complementarias a la balsa de las Adelfas, que sirve de depósito regulador con 400.000 m³ de capacidad

Saneamiento

- Mejora de la red de saneamiento. Evitará las inundaciones de la zona baja de la ciudad y mejorará la red existente
- Mejoras en los emisarios submarinos. Actuación para evitar los vertidos y la contaminación en el puerto de Melilla

Defensa de avenidas

- Túnel de desvío de avenidas en el río Oro. Normalizará la capacidad de evacuación del río Oro evitando posibles riesgos de inundación
- Encauzamiento del río Oro. Obra de encauzamiento y mejora ambiental del último tramo del río hasta el perímetro fronterizo
- Encauzamiento de los arroyos de la ciudad. Actuaciones para mejorar el paso de los arroyos por el tramo urbano

Todas estas actuaciones forman parte del Programa A.G.U.A. del Ministerio de Medio Ambiente, que incluye proyectos de mejora de la gestión y del suministro de agua acordes con las necesidades existentes y futuras ligadas al desarrollo de los territorios de forma sostenible en términos económicos, sociales y ambientales, incluso en situación de sequía, así como medidas para la preservación del dominio público hidráulico y de los espacios asociados a los mismos.



Fuente: Ministerio de Medio Ambiente

1. Planta desaladora
2. Estación de pretratamiento de afino (Desalobrador)
3. Línea eléctrica de alimentación
4. Nuevo depósito regulador de aguas
5. Obras complementarias de la mejora de abastecimiento (1ª fase)
6. Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP 1ª fase)
7. Mejora de la red de saneamiento
8. Mejoras en los emisarios submarinos
9. Túnel de desvío de avenidas en el río Oro
10. Encauzamiento del río Oro
11. Encauzamiento de los arroyos de la ciudad

Acondicionamiento final del agua producto

El agua producida por la instalación de ósmosis inversa, con un caudal de alimentación de 15.733 m³/día y un factor de conversión del 75%, permite obtener un caudal de 11.800 m³/día de agua cuya salinidad total es de 64,4 ppm.

Esta agua producto, mezclada con un caudal de 3.200 m³/día de agua bruta cuya salinidad es de 1.803,8 ppm, permite obtener un caudal de 15.000 m³/día de agua mezcla con una salinidad total de 435,47 ppm.

Por otro lado, el agua producto resultante de la mezcla es ligeramente incrustante (LSI > 0) tal como se recomienda para evitar corrosiones en las tuberías, por lo que no es necesario corregir su composición química.

Finalmente, el agua producto obtenida de la ETAP y planta de afino es conducida hacia el nuevo depósito regulador de aguas, con una capacidad de 25.000 m³, para el almacenamiento de agua producto procedente tanto de esta instalación como de la desalinizadora.

Vertido del agua de rechazo

La salmuera resultante en el proceso de ósmosis inversa, aproximadamente 3.000 m³ diarios, es vertida por una tubería de PVC de 315 mm de diámetro, con sus correspondientes pozos de resalto, cambio de dirección y registro. Con una longitud total de 1.130 m, la tubería conduce el agua de rechazo desde las instalaciones de la ETAP de la Ciudad de Melilla hasta las de la desalinizadora de Melilla, donde se co-



© Infoenviro

necta con la salida de la salmuera de esta última.

AUTOMATISMO Y CONTROL

El sistema de control ya existente está formado por un PLC Modicon TSX Premium TSX P57 203 y un PC con su correspondiente Scada (Intouch versión 7.11 para 1000 Tag).

El sistema de control sea totalmente independiente del existente en la ETAP, aunque se han previsto sistemas compatibles que en un futuro puedan interconectarse añadiendo posteriormente los equipos de comunicación que sean necesarios. Dicho sistema de control se compone de un PLC y un PC con un Scada independientes de los existentes.

membranes and pressure pipelines can be removed.

RO-treated water tank

The desalinated water produced in the RO membranes is sent to a 12-m³ capacity treated-water tank.

Lastly, the treated water is disinfected by adding sodium hypochlorite at a design dosage of 1 mg/l. One + one standby dosing pumps inject the hypochlorite into the treated-water outlet pipeline at the injection inlet.

Final conditioning of the product water

The water produced by the RO facility, with a feed-in flow of 15,733 m³/day and a conversion factor of 75%, produces a flow of 11,800 m³/day of water of a total salinity of 64.4 ppm. This product water, mixed with a flow of 3200 m³/day of raw water of a salinity of 1803.8 ppm, produces a flow of 15,000 m³/day of mixed water with a total salinity of 435.47 ppm.

Finally, the product water obtained from the DWTP and the brackish-water pre-treatment plant is sent to a new water-regulating tank, of a capacity of 25,000 m³, where the product water from this plant and the desalination plant is stored.

Dumping of reject water

The brine resulting from the RO process, approximately 3000 m³/day, is dumped through a 315-mm diameter pipeline, of a total length of 1130 mm, which takes it from the Melilla DWTP to the Melilla Desalination Plant, where it connects with the brine outlet of the latter.

