

Tecnologías aplicadas en el pretratamiento de la IDAM de Escombreras

Miguel Ángel Fernández López-Guevara

Director técnico de TEDAGUA, miembro de Asagua.

asagua@asagua.es

Hydromanagent S.L., participada actualmente por TEDAGUA S.A., promueve la construcción de una Planta Desaladora de Agua de Mar y de la red de distribución a distintos puntos de la Región de Murcia. TEDAGUA S.A. ha realizado el diseño y la construcción de las instalaciones y llevará a cabo la explotación durante 25 años.

Estas infraestructuras se han construido para dar servicio a las necesidades del Ente Público del Agua de la Región de Murcia, quien mantiene convenios de suministro de agua potable con gran número de Ayuntamientos de la Región. La planta desaladora se ubica en una parcela de tan solo 10.000 m², en el Valle de Escombreras, en el término municipal de Cartagena. La parcela se encuentra dividida en dos mitades a diferentes alturas, lo cual se ha utilizado para diferenciar la zona de pretratamiento, de la de ósmosis y remineralización.

La superficie ocupada por todas las construcciones de la planta para las instalaciones contempladas, incluida la ampliación prevista, es únicamente de 7.000 m². El depósito regulador para abastecimiento de agua potable se sitúa a la cota 165, en uno de los montes que cierran el valle y tiene una superficie de ocupación de 3.860 m². La red de distribución discurre por los Municipios de Cartagena, Torre Pacheco y Fuente Álamo, a lo largo de más de 60 km de longitud.

La solución adoptada se ha basado en la necesidad de obtener agua de calidad para consumo humano, en cumplimiento con el RD 140 / 2.003. Esto ha condicionado la elección de las distintas etapas del pretratamiento, con el objetivo de cubrir cualquier posibilidad que permita hacer frente a las peores condiciones de toma y garantizar unos bajos costes de operación.

Esta garantía de suministro se completa con la instalación de membranas de ósmosis de alto rechazo de boro, manteniéndose la concentración en el permeado siempre por debajo de los valores máximos permitidos y en las condiciones más exigentes.

El agua se mantendrá en condiciones óptimas de suministro para consumo humano con los tratamientos de acondicionamiento posteriores: remineralización, corrección de pH y cloración, cumpliendo siempre con la normativa vigente.

La ubicación de la planta en el Valle de Escombreras y cercana al núcleo urbano de Cartagena, se beneficia de la disponibilidad suficiente de energía eléctrica, así como de potenciales consumidores en la zona.

La capacidad de producción máxima de la planta actual es de 63.000 m³/día, siendo posible una futura ampliación a 72.000 m³/día, con la instalación de una línea más, para lo cual se han dejado previstas todas las instalaciones. La Desaladora de Escombreras dispone del tratamiento más exigente de todas cuantas se han construido hasta la fecha, lo que la ha convertido en la primera referencia mundial en cuanto a proceso y garantía de suministro.

1 Caracterización mediante planta piloto

1.1 Datos analíticos agua de entrada

Se realizaron analíticas completas del agua de entrada a la planta piloto cuyos resultados se resumen a continuación en la gráfica 1, durante los meses marzo 2007 a septiembre 2007.

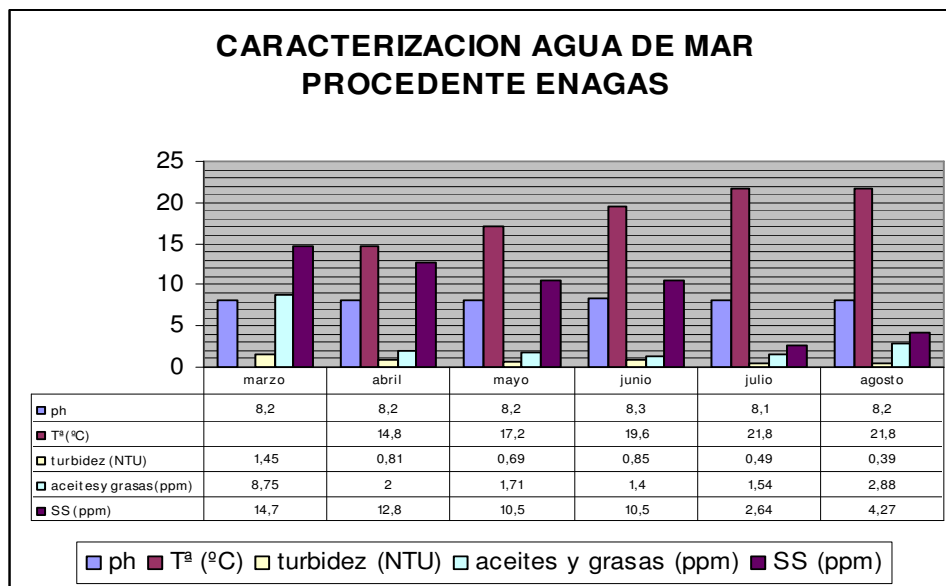


Figura 1 Caracterización del Agua de Mar

1.1.1 Aceites y Grasas

El registro de valores de aceites y grasas desde el mes abril hasta el mes de septiembre no supero en ningún momento el valor de 14 ppm (método gravimétrico), valor que se alcanzo únicamente de forma puntual.

1.1.2 Sólidos en Suspensión

La media de los valores de sólidos suspendidos analizados por mes, fue menor de 15 ppm. En cuanto a la naturaleza de las partículas suspendidas o coloidales no se encuentra ninguna razón para pensar que no puedan ser eliminadas por el proceso eficazmente y que influyan en el ensuciamiento progresivo de las membranas. Observándose en las analíticas completas realizadas del agua bruta, así como en la evolución de las consignas de la ultrafiltración.

1.1.3 Microbiología

De los resultados microbiológicos, se muestra que la concentración de materia orgánica en el agua bruta es mínima, con una concentración en coliformes menor de 3 UFC/100ml y colonias a 22°C de 13 UFC/100ml, y valores de DBO menores de 5 mg O₂/l.

La concentración de algas muestra valores menores de 1UFC/ml y de larvas de bivalvo menor de 1 unidad/l.

Los resultados microbiológicos son favorables para que no se genere crecimiento de bio-fouling en las membranas de la desaladora.

1.1.4 Materias disueltas

No se encuentra en el agua bruta materias disueltas en exceso de ningún tipo, obteniéndose al final del proceso un agua producto que cumple el RD140/2003 para aguas potables.

1.1.5 Metales Pesados

La concentración de metales pesados en el agua bruta (tabla 1) es menor de la concentración que exige la normativa para aguas potables.

Tabla 1 Valores medios medidos de metales pesados en el agua de mar

METALES PESADOS	AGUA BRUTA	RD140/2003
MERCURIO (ug/l)	<0,5	1
CADMIO (ug/l)	<2	5
PLOMO (ug/l)	2	50
HIERRO (ug/l)	5	200
MANGANESO (ug/l)	<2	50
ARSENICO (ug/l)	<0,1	10
ALUMINIO (ug/l)	<0,1	200
COBRE (ug/l)	2ug/l	2mg/l
CROMO (ug/l)	<5	50
NIQUEL (ug/l)	<2	20
ZINC (ug/l)	<0,02	-----

De la caracterización del agua de entrada durante los meses de marzo a septiembre se puede concluir que:

- Las concentraciones de metales pesados esta dentro de los limites permitidos por ley, y no se encontraron materias disueltas extrañas o toxicas,
- Los caracteres microbiológicos del agua bruta así como la concentración de materia orgánica demuestra la ausencia de elementos que pudieran fomentar el biofouling o problemas derivados de la presencia de los mismos.
- La concentración de sólidos en suspensión es la estándar para un agua de mar,
- La concentración de aceites y grasas es mínima y perfectamente eliminable con el proceso adoptado, sin haberse registrado ningún caso puntual de exceso de aceites y grasas.

1.2 Parámetros de entrada y salida de la planta piloto

En las graficas podemos observar la evolución de los resultados de la planta piloto.

Para interpretar los resultados de rendimiento en sólidos en suspensión, hay que considerar una serie de cuestiones al analizar la grafica:

-El límite de detección de los laboratorios acreditados es de 2ppm,

-Durante los primeros meses los laboratorios elegidos cometieron errores a la hora de realizar la analítica dando resultados mayores de los que se estaban obteniendo. Hecho evidente al comprobar que la calidad del agua a la entrada de la osmosis daba resultados de turbidez menores de 0,1 NTU Y SDI (15 min) menores de 1,5 en %/min.

Por tanto, con los resultados obtenidos queda patente el rendimiento de Sólidos en suspensión del proceso (gráfica 2).

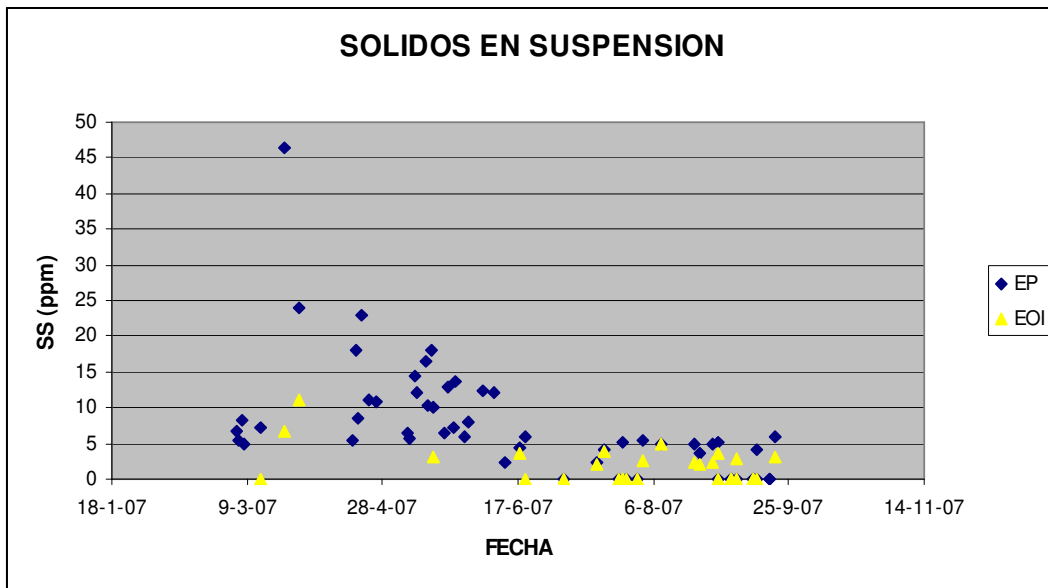


Figura 2 Valores de sólidos suspendidos obtenidos en estudio planta piloto

En la grafica podemos observar que los resultados en la eliminación de aceites y grasas son los esperados. Aparecen valores puntales que se desmarcan de la grafica 2, estos valores se contrastaron con un segundo laboratorio observándose el error del primero.

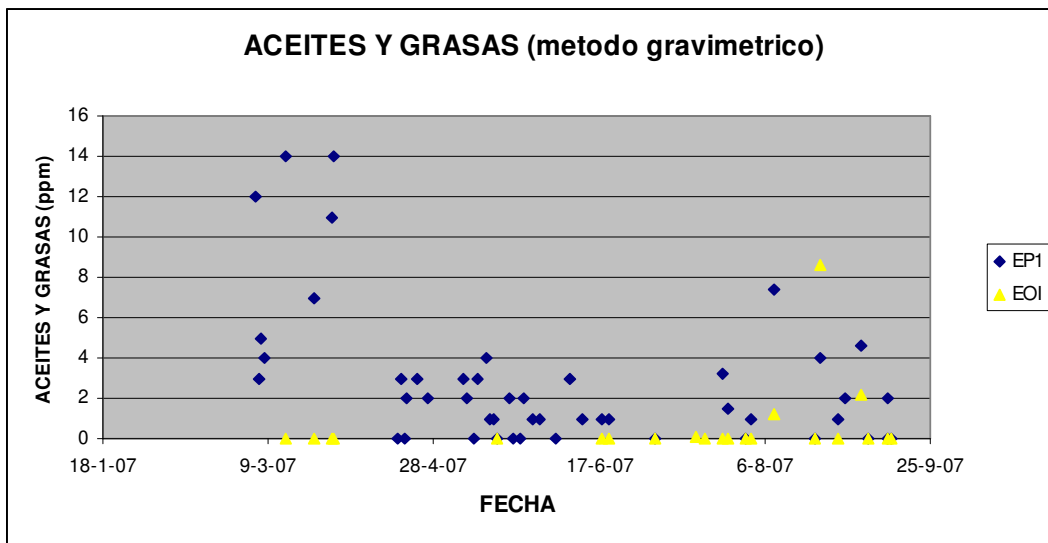


Figura 3 Valores de aceites y grasas obtenidos en estudio planta piloto

La turbidez registrada en la salida de la ultrafiltración fue regularmente menor de 0,1 NTU según la lectura de la sonda digital instalada en continuo y medidas tomadas en planta por Tedagua.

Los resultados de los laboratorios externos daban los resultados con un límite de detección de 0,2 y 0,4 NTU según cada laboratorio. Se vuelve a comprobar errores analíticos puntuales.

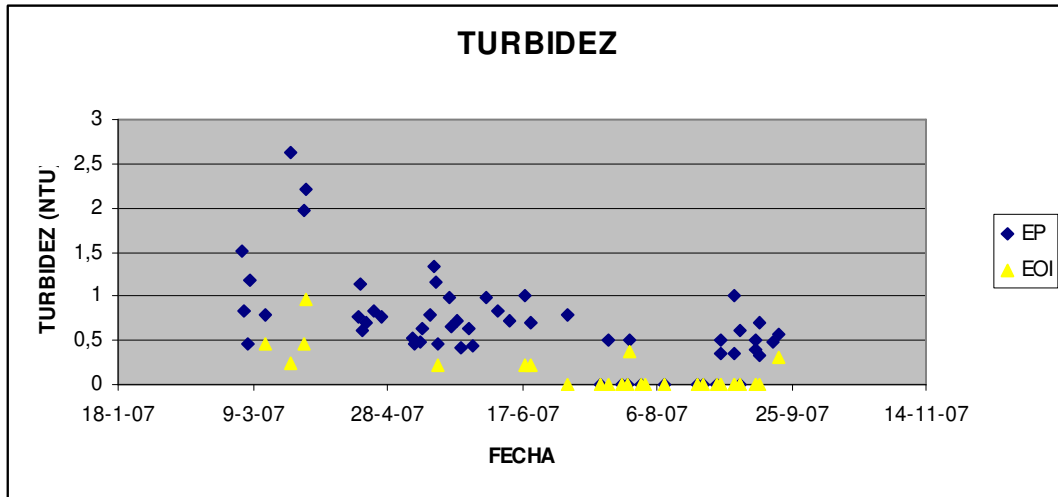


Figura 4 Valores de turbidez obtenidos en estudio planta piloto

La osmosis trabajo con interrupciones los primeros meses del pilotaje debido a:

- Modificación del modulo de osmosis de tres a ocho membranas
- Sustituciones y ajustes de elementos montados
- Caídas de presión de ENAGAS,
- Ensayos en pretratamiento que podrían causar daños en las membranas
- Pruebas y puesta a punto de los equipos previos a la osmosis, incluidos controles de las asistencias técnicas de cada proveedor.

De los resultados de los últimos meses del agua producto de la osmosis y de la desviación con respecto a las proyecciones facilitadas por el fabricante, se concluye la necesidad de sustituir las membranas. A partir de este momento la concentración de boro, que durante el mes de agosto y primeras semanas de septiembre estaba ligeramente por encima de 1 ppm, se reduce a valores inferiores a 0,8 ppm.

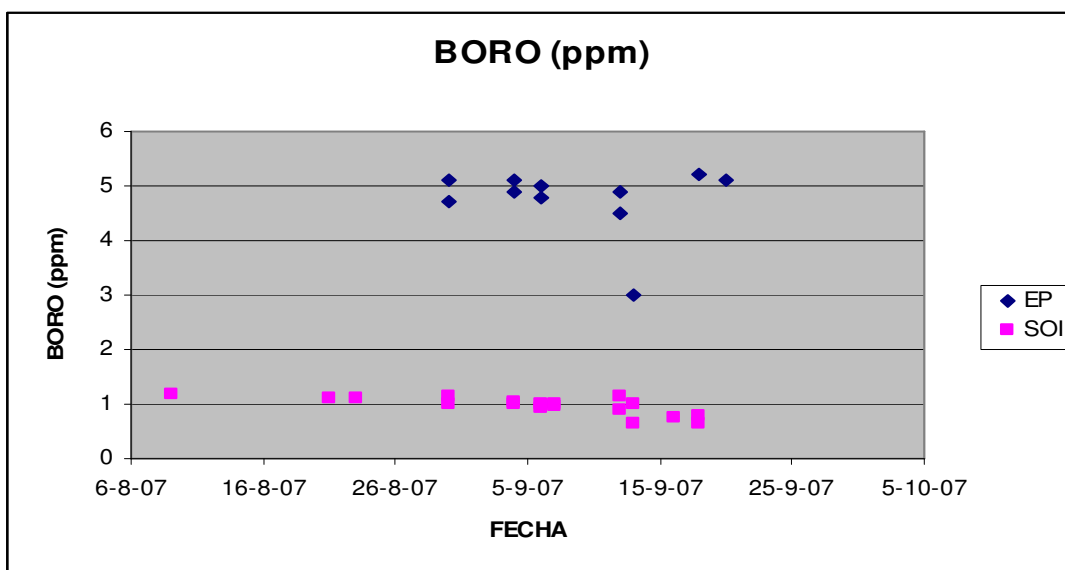


Figura 5 Valores de boro obtenidos en estudio planta piloto

2 Conclusiones del pilotaje

Los parámetros obtenidos para el agua producto de la osmosis cumplen con las proyecciones realizadas por hydranautics según las condiciones adoptadas para la planta comercial y consiguientemente todo indica que cumplirán con las limitaciones del RD 140/2003 para aguas potables, una vez remineralizada y clorada.

En concordancia con lo anterior, podemos concluir que el proceso elegido es adecuado para el tratamiento y desalación del agua de mar que nos ocupa, garantizando para cada periodo estival y para cualquier punta de concentración del agua bruta un rendimiento más que suficiente para asegurar una producción continua anual y que cumpla con la legislación actual para aguas potables.

Se garantiza en todo momento que la concentración de boro (parámetro actualmente más limitante para cumplir con el RD140/2003) en el agua producto estará por debajo de 1 ppm.

Con el pilotaje también se resolvieron problemas que pudieran surgir durante la puesta en marcha de la planta comercial, como son el ajuste de las consignas de dosificación de reactivos o puesta a punto de equipos.

3 Descripción del pretratamiento desaladora escombreras

3.1 Captación y vertido

La captación con toma abierta se realiza conjuntamente con la de ENAGAS, mediante un cajón de captación construido en hormigón. En él se ubica la instalación de bombeo de agua bruta, consistente en un grupo de tres bombas de eje vertical de 2.400 m³/h, rejas fijas, rejas autolimpiantes, así como las instalaciones eléctricas y mecánicas necesarias para el correcto funcionamiento.

El colector de toma desde el cajón hasta la planta se ha construido en PRFV de 1.400 mm de diámetro. Se dispone de un sistema de dosificación de hipoclorito en continuo o bien en dosis de choque, para control del desarrollo biológico en el agua bruta. El colector de vertido se ha dimensionado teniendo en cuenta el caudal de vertido de la planta desaladora y de sus futuras ampliaciones.

La recogida del agua de rechazo procedente del proceso de ósmosis inversa de la planta, se realiza en una arqueta situada en el exterior de la nave de ósmosis desde donde parte el colector de salmuera.

El trazado de la conducción, con una longitud total de 1.577m, se divide en dos tramos diferenciados. El primero, de 690 m de longitud, se ha resuelto con tubería de PRFV de 1.400 mm de diámetro, cuyo origen es la arqueta de salmuera y que discurre enterrada por los viales existentes en las antiguas instalaciones del Polígono Industrial donde se ubica la planta.

El segundo, con una longitud aproximada de 900 m, se resuelve mediante dos conducciones de polietileno de alta densidad y diámetro 1.000 mm.

La instalación de las tuberías de PE, debido a la gran cantidad de infraestructuras existentes, se realiza mediante perforación dirigida hasta su salida al mar a la cota -25.

El túnel se ha excavado de forma íntegra en terreno rocoso de calizas negras duras afectadas por una intensa red de conducciones.

Un aspecto considerado en la elección de la zona de vertido, es que estos fondos marinos son fondos dragados y sin vegetación, degradados durante años, por lo que la afección a la biología marina es nula.

3.2 Cámaras de mezcla, coagulación y floculación

El agua bruta procedente de la captación abierta, entra directamente en la cámara de mezcla y coagulación como paso previo al sistema de flotación con aire disuelto. El caudal de entrada de agua bruta es de 6.393 m³/h para la producción máxima actual de la planta desaladora.

Como equipos de floculación, se han elegido agitadores verticales marca AGITASER modelo SSC-47R con motor de 5,5 kW-1.500 r.p.m., reductor con velocidad de salida a 98 r.p.m., eje de 7,5 m. de longitud y hélice de 1200 mm. de diámetro. Se han instalado 5 por cada cámara de floculación.

Como elemento coagulante se utiliza cloruro férrico para eliminar coloides y reducir el SDI. El sistema de control regula automáticamente la dosis de coagulante en función del caudal de agua a tratar y del SDI requerido en la entrada a las membranas de ósmosis inversa. La dosificación de floculante se realiza en línea a la entrada del sistema de flotación con aire disuelto, siempre que sea necesario. El almacenamiento de todos los productos químicos se realiza en depósitos de PRFV dimensionados para una autonomía de entre 15 y 30 días y provistos de todos los elementos de control y seguridad necesarios. Las instalaciones se completan con las bombas dosificadoras y bombas de trasiego necesarias.

3.3 Sistema de flotación con aire disuelto

Con la flotación se conseguirá reducir sustancialmente partículas coloidales, sólidos en suspensión, así como aceites y grasas que puedan llegar ocasionalmente con el agua bruta.

El sistema de flotación con aire disuelto consta de dos líneas de tratamiento independientes. Cada línea consta de un tanque de hormigón con 20 módulos de polipropileno cada uno, los cuales forman 5 flotadores por línea. El agua presurizada con micro burbujas de aire se combina con el agua sin tratar en la zona de entrada al flotador, circulando después por los paquetes de lamelas en co-corriente.

El agua sucia se distribuye homogéneamente a lo largo del clarificador y el agua clarificada se recoge de cada uno de los módulos por los dos laterales de los canales de hormigón. El fango flotado se recoge en la parte superficial del flotador y es extraído mediante un rascador superficial.

Para la presurización se dispone de cinco tubos de disolución de aire (ADT), independientes para cada línea y tres bombas de presurización (1 por equipo + 1 de reserva). De la flotación, el agua será impulsada a los filtros de carbón activo o a los filtros de anillas con 3 bombas centrífugas horizontales más una de reserva, de 676 l/s de capacidad a 35m.

3.4 Sistema de filtración con carbón activo

El sistema de filtración con carbón activo consta de 14 filtros de carbón horizontales construidos en PRFV, de 7.040 mm de longitud y 2.800 mm de diámetro cada uno, colocados en dos filas paralelas y con el espacio suficiente para la ampliación a 2 filtros más.

El proceso puede trabajar con los filtros de carbón en continuo o en by-pass, de modo que el agua bruta pase directamente del flotador a los filtros de anillas. La finalidad principal de los filtros de carbón activo es la de eliminar aceites, grasas e hidrocarburos, eliminar olores y sabores, así como herbicidas y pesticidas. El carbón activo que se utiliza es granulado y elaborado en base mineral, siendo un producto de gran dureza y resistencia a la abrasión.

Para los contralavados de los filtros se dispone de 2 bombas centrífugas horizontales de 108 l/s a 77m.

3.5 Sistema de filtración de anillas

El agua, procedente del flotador o de los filtros de carbón activo, pasa por el sistema de filtración por anillas que consta de 10 módulos con 6 filtros cada uno. Se ha previsto una futura ampliación de 2 módulos más.

El sistema está construido en materiales poliméricos resistentes al agua de mar, formado por un conjunto de 10 + 2 módulos. Cada modulo consta de 6 filtros montados en paralelo, con grado de filtración de 100 micras – 140 mesh.

La función principal de los filtros es la protección de las membranas de ultrafiltración, asegurando un funcionamiento óptimo y reduciendo los tiempos de lavado.

3.6 Ultrafiltración

Se trata de un sistema de filtración por membranas sumergidas, con un tamaño de poro de 0,02 micras nominales y 0,1 micras absolutas. Las membranas están fabricadas en PVDF, siendo resistentes al Cl₂ y a oxidantes.

La finalidad de la ultrafiltración es la de garantizar un agua de calidad en la ósmosis inversa de forma que se asegure la protección de las membranas. Con la ultrafiltración se asegura un agua de entrada a la osmosis con valores de SDI menores de 3, con una turbidez menor de 0,1 NTU, además de ser una barrera eficaz ante partículas y patógenos.

En planta se disponen 7 módulos de membranas de 7 cassetes por módulo. En total se utilizan 2.499 membranas ZW-1000-V3. El agua procedente de los filtros de anillas entra en un canal de reparto que va alimentando individualmente cada tren. Cada tren de membranas esta contenido en un tanque de membranas que puede ser aislado debido a rutinas de mantenimiento, limpiezas, lavados, etc.

Los trenes operan en paralelo. Las bombas de vacío succionan el agua a través de las membranas de cada tanque. Estas bombas disponen de variador de velocidad para compensar el caudal perdido durante los tiempos de lavado de cada tren.

El caudal que pasa a través de las membranas es monitorizado en función de la presión de vacío en las membranas.