



Diseño y construcción de un sistema de ósmosis inversa de agua salobre de alta eficiencia energética

Rafael Buendía Candel
Responsable de desalación
Área Técnica

17/10/2022

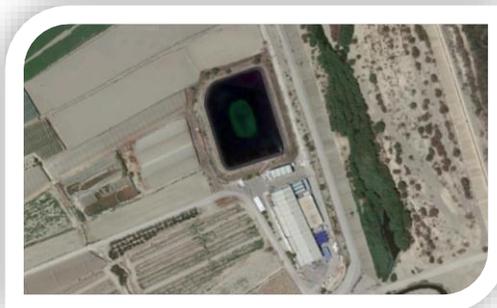
INTRODUCCIÓN



- *El uso de técnicas de desalación es esencial para asegurar la disponibilidad de agua en el sureste Español.*



- *Los principales usos son como agua potable, industrial y sobre todo para riego agrícola.*



- *A pesar del uso de modernas técnicas de cultivo, la demanda de agua se incrementa cada día mas y los recursos tradicionaeales de agua son mas escasos.*

- *La planta está en operación desde 2003.*
- *Se trata de una instalación privada.*
- *Hasta ahora ha producido mas de 120 Hm³ de agua desalada para riego de cultivos.*
- *La planta ha disfrutado de varias ampliaciones durante los últimos 15 años hasta llegar a alcanzar la producción de 25,000 m³/día.*

- *La nueva ampliación fué realizada para aportar una cantidad de agua adicional que puede variar de entre 6,000 m³/día a 10,000 m³/día.*
- *Objetivos:*
 - *Producir agua para riego agrícola(<500 µS)*
 - *Minimizar el consumo específico medio de la instalación.*
 - *Incrementar la disponibilidad de la planta.*
 - *Reducir los costes de operación y mantenimiento.*
 - *Reducir la huella de carbono.*

COMO LOGRAR ESTOS OBJETIVOS...?

- *Mediante el uso de la diferencia geométrica entre la ubicación de los pozos y la de la desaladora.*
- *Mediante el uso de membranas de alta permeabilidad.*
- *Mediante el diseño de un bastidor que minimice el consumo energético.*
- *Mediante el uso de sistemas de recuperación de energía (Turbocharger).*

QUÉ HAY DENTRO DE ESA CAJA...?

- *Sistema de Captación: 6 pozos 20-30 m de profundidad. Bombeo con variador de frecuencia.*
- *Depósito de agua bruta: 1,500 m³*
- *Pretratamiento físico:*
 - *4 Bombas de baja presión.*
 - *4 Filtros de arena.*
 - *4 Filtros de cartuchos.*
 - *Bombas de contralavado de filtros y soplantes.*
- *Chemical Pretreatment:*
 - *Ácido clorhídrico.*
 - *Hipoclorito sódico*
 - *Bisulfito sódico*
 - *Antiincrustante. (Actualmente solo se dosifica antiincrustante).*



- *Trenes de ósmosis inversa:*

- *4 Bombas de alta presión 350 m³/h, 24,5 bar con Variador de Frecuencia.*
- *4 Trenes de ósmosis inversa, 5,000 m³/día cada uno.*
- *2 Trenes de ósmosis inversa, 2,500 m³/día cada uno.*
- *4 Recuperadores de energía (turbochargers).*
- *Sistema de limpieza química de membranas.*
- *Embalse de agua producto 23,000 m³*
- *Estación de bombeo de agua producto.*



HASTA AQUÍ TODO ES MUY NORMALITO,... Y AHORA,... QUÉ HAY DE NUEVO...?

- *El nuevo tren consiste en:*

- *2 nuevos pozos.*

- *Salinidad: 4,300 mg/l*
- *SS < 4 mg/l*
- *Fe II 2,29 mg/l*
- *pH 6,94*
- *Tª: 15-25°C*

- *Cascada de oxidación para precipitar el Fe.*

- *Embalse de agua bruta junto a los pozos.*

- *18 Km tubería hasta la planta.*



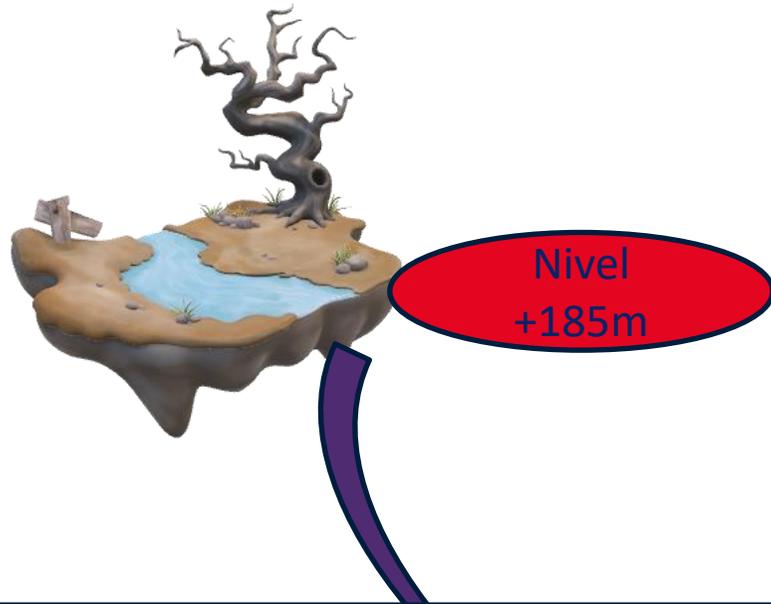
Y...QUÉ LE HACEMOS A ESTA AGUA...?

- *El nuevo tren está formado por:*
 - *Filtración presurizada multimedia*
 - *Aquamandix*
 - *Anthracita*
 - *Arena*
 - *Granate*
 - *Tren de ósmosis inversa*
 - *10,000 m³/día (49:29) 6 membranas por tubo de presión*
 - *Modelo de membrana: TMG20D-400*



PERO,... CÓMO CONSEGUIMOS LOS OBJETIVOS...?

- *Entremos en los detalles del sistema:*



- Presión disponible: 125 m.c.a.
- Conversión del nuevo bastidor de ósmosis: 65%
- Presión máxima para 6,000 m³/d de producción: 7,2 bar (3,2 años y 18°C)
- Membranas de agua salobre de alta permeabilidad con espaciador de salmuera de 34 milésimas.
- Turbocharger instalado para rebompear la segunda etapa de ósmosis inversa.

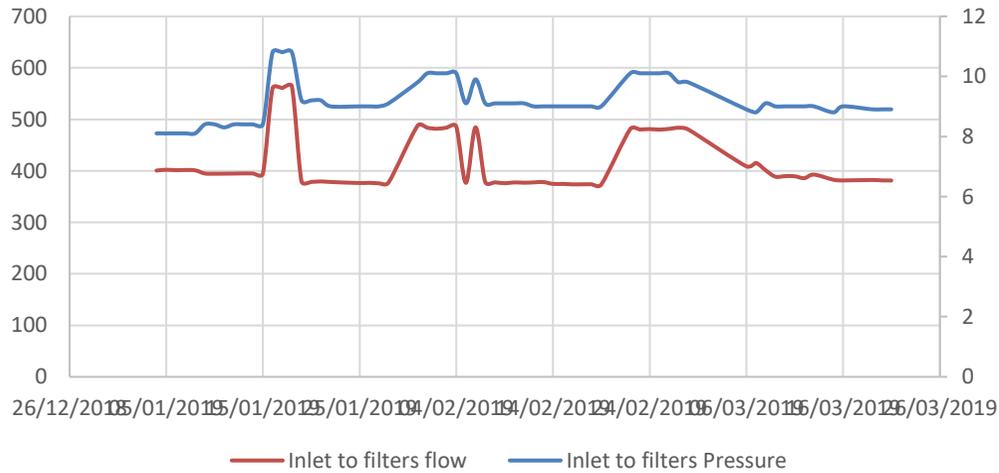
Diferencia de nivel: 175m
Perdidas para un caudal de 15,500 m³/d : 50
m.c.a.

Nivel +10m

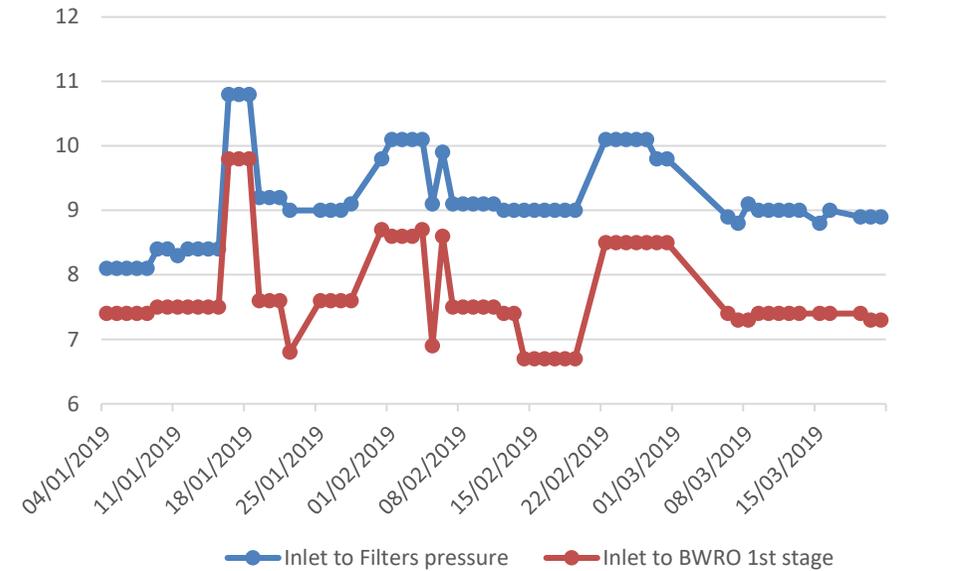
- *El consumo específico teórico de un diseño convencional sería del entorno de 1 Kwh/m³ (3,2 edad de membranas y 18°C)*
- *Consumo específico calculado con el concepto propuesto de 0,02Kwh/m³*
- *Ahorro energético anual: 1,881 Mwh para 320 días/año de producción.*
- *Respecto de las emisiones de CO₂, de acuerdo a las emisiones medias de 2016, la reducción alcanzada fué de 561,792 Kg CO₂/año*

DETALLES DE LA OPERACIÓN

PRESIÓN DE AGUA DE APOORTE Y CAUDAL



PRESIONES DE ENTRADA A FILTROS Y A ÓSMOSIS



CONCLUSIONES

- *Se han de buscar e implementar nuevos e innovadores métodos de producción de agua de alta calidad a precios asequibles para la industria agraria.*
- *El uso de la energía hidráulica proveniente del gradiente de nivel entre la Fuente de agua y la ubicación de la instalación es factible para su uso como Fuente de energía para desalar agua.*
- *El agua producida es de tan alta calidad que es adecuada para mezclar con aguas de otras procedencias de menor calidad y obtener una mezcla que maximice la cantidad de agua con calidad adecuada para riego de cultivos agrarios.*
- *Gracias a los diseños realizados en cuanto a ahorros energéticos, la planta tiene unos costes de operación y mantenimiento extremadamente bajos.*
- *La planta fué diseñada y construida con alto grado de flexibilidad en cuanto a capacidad de producción y requerimientos de presión de aporte.*
- *La alta eficiencia energética ayuda a la reducción de emisiones de CO2.*
- *Los datos de operación refrendan los parámetros de operación y costes previstos.*



GRACIAS

Pº de la Castellana, 83-85
28046 Madrid



Rafael Buendía Candel
rbuendia@Sacyr.com

17/10/2022