

Experiencia en la potabilización de aguas continentales mediante el uso de RO

NICOLÁS URGOITI



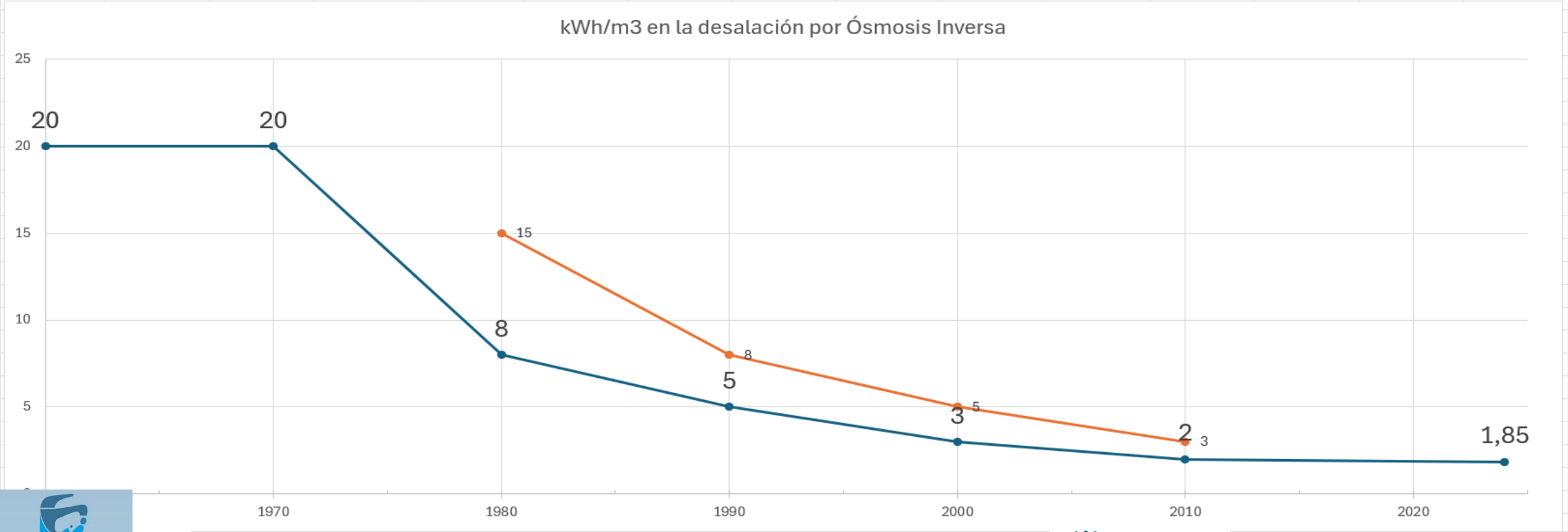
Ayuntamiento
de Málaga



Empresa Municipal
Aguas de Málaga

CONSUMO ENERGÉTICO EN ÓSMOSIS INVERSA

Década	Minimo	Máximo	kWh/m3 en la desalación agua de mar por Ósmosis Inversa (SWRO)
1960	20		Primeras plantas comerciales
1970	20		Tecnología rudimentaria, membranas y bombas poco eficientes
1980	8	15	Mejoras significativas. Introducción de membranas de película delgada compuesta (TFC)
1990	5	8	Optimización de procesos. Mejoras en diseño de plantas y recuperación de energía
2000	3	5	Avances tecnológicos importantes. Implementación de intercambiadores de presión y mejores membranas
2010	2	3	Plantas altamente eficientes. Uso de energías renovables, membranas avanzadas y diseños optimizados
2024	1,85		DESALRO 2.0, Instituto Tecnológico de Canarias (ITC). Muy cercano al límite termodinámico

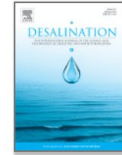


EVOLUCIÓN DE RENDIMIENTO EN OI



Desalination

Volume 427, 1 February 2018, Pages 1-9



Desalination and energy consumption. What can we expect in the near future?

Domingo Zarzo ^a, Daniel Prats ^b

^a Valoriza Agua, Paseo de la Castellana, 83-85, 28046 Madrid, Spain

^b University Institute of the Water and the Environmental Sciences, University of Alicante, San Vicente del Raspeig s/n, Alicante, Spain



Review

Requirements for the Construction of New Desalination Plants into a Framework of Sustainability

Francisco Berenguel-Felices *, Antonio Lara-Galera * and María Belén Muñoz-Medina

Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Universidad Politécnica de Madrid, 8040 Madrid, Spain; mariabelen.munoz@upm.es

Correspondence: franciscoberenguel@ciccp.es (F.B.-F.); alargal@ciccp.es (A.L.G.)

Received: 4 May 2020; Accepted: 18 June 2020; Published: 23 June 2020



- **Mejoras actuales** y evolución futura de la tecnología de membranas de OI.
- **Equipos y sistemas** de recuperación energética.
- Importancia de la **selección de membranas** y equilibrio entre:
 - Rendimiento energético
 - Resistencia al ensuciamiento
 - Durabilidad de la membrana
- Valorar el factor de rendimiento de la OI y **la relevancia de un óptimo pretratamiento** para aumentarla.
- Se trata sobre todo de:
 - Reducir todo lo posible las **perdidas de carga**
 - **Ahorrar** y recuperar toda la posible **agua** tratada y sin tratar

●



Ayuntamiento
de Málaga

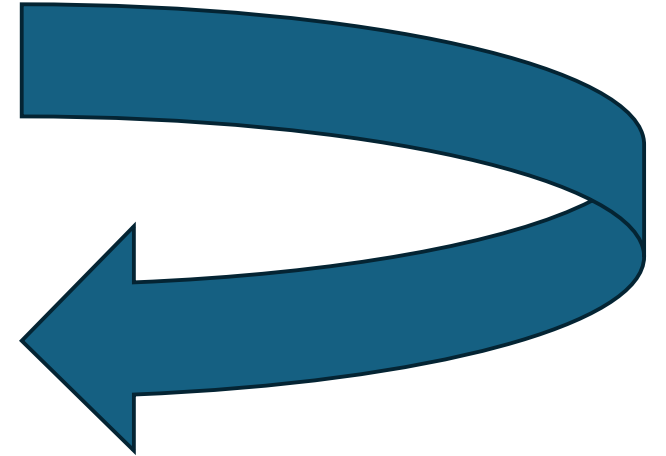


Empresa Municipal
Aguas de Málaga

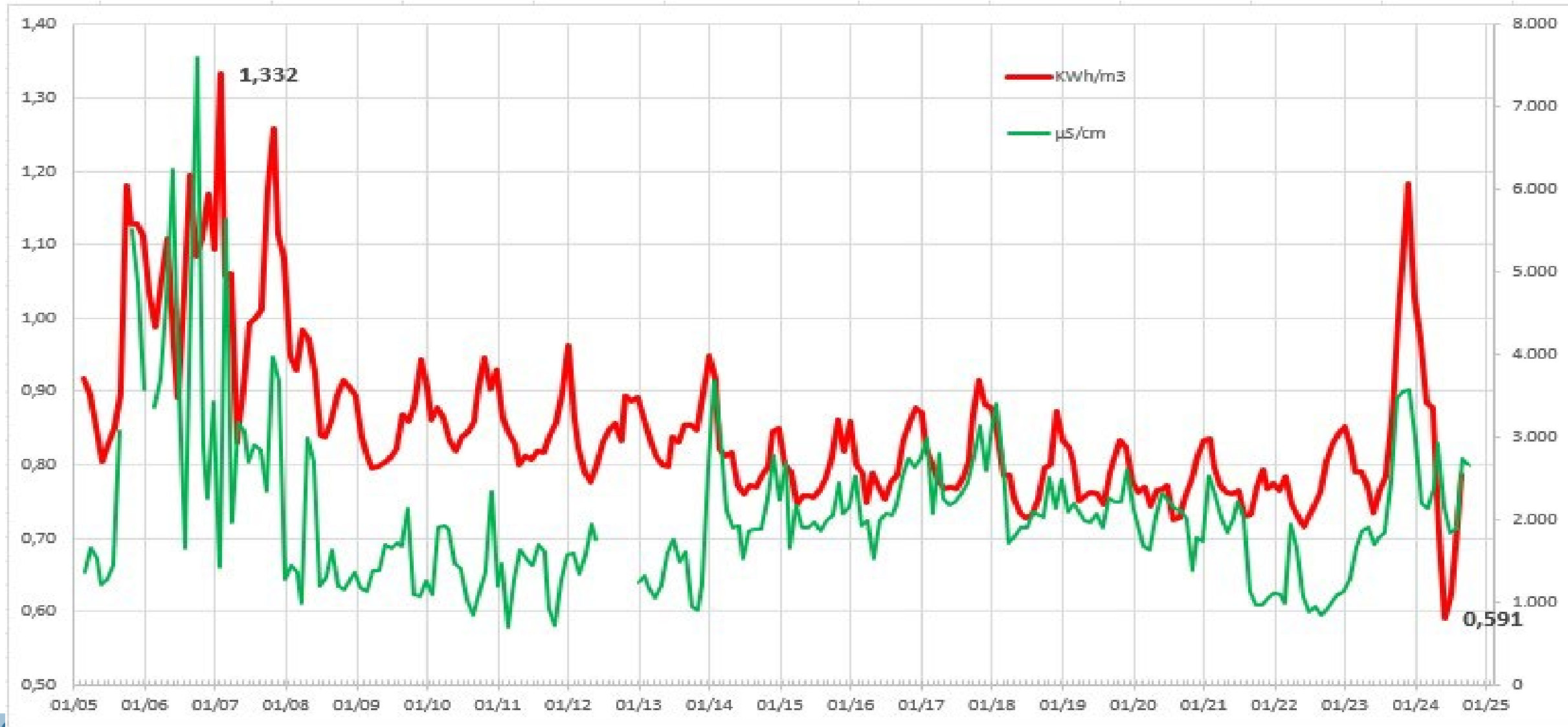
AGUAS CONTINENTALES: SALOBRES - BWRO

- **SALINIDAD MENOR (0,1 – 13 g/l SDT)**
- **MENORES PRESIONES (20 a 40 bar)**
- **MAYORES CONVERSIONES (65-80- ?? %)**

< 1,5 kW / m³

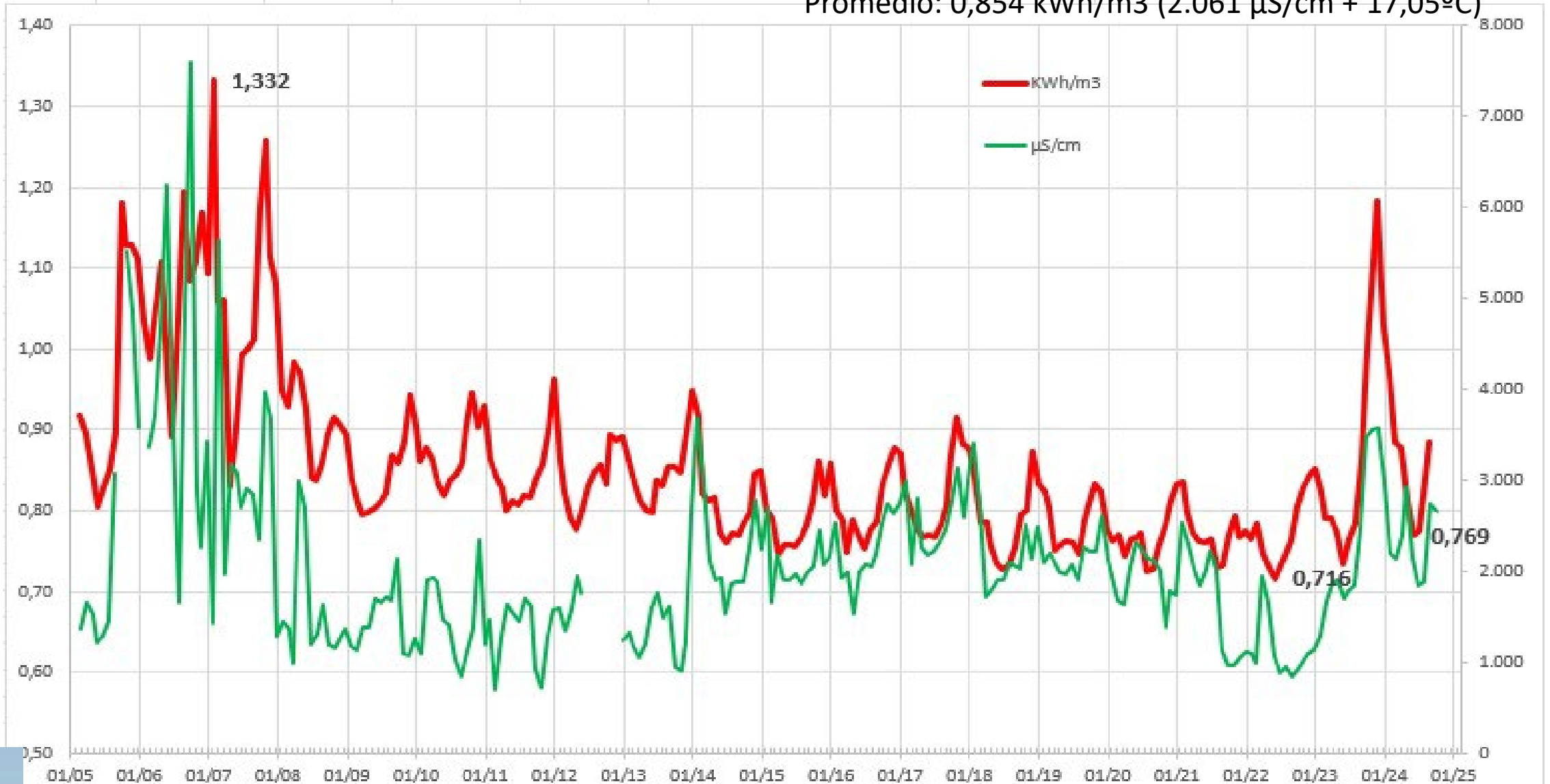


AGUAS SALOBRES – BWRO El Atabal



AGUAS SALOBRES – BWRO El Atabal

Promedio: 0,854 kWh/m³ (2.061 μ S/cm + 17,05°C)



PLACAS FOTOVOLTAICAS Julio 2024



Càtedra ATL
de l'aigua potable



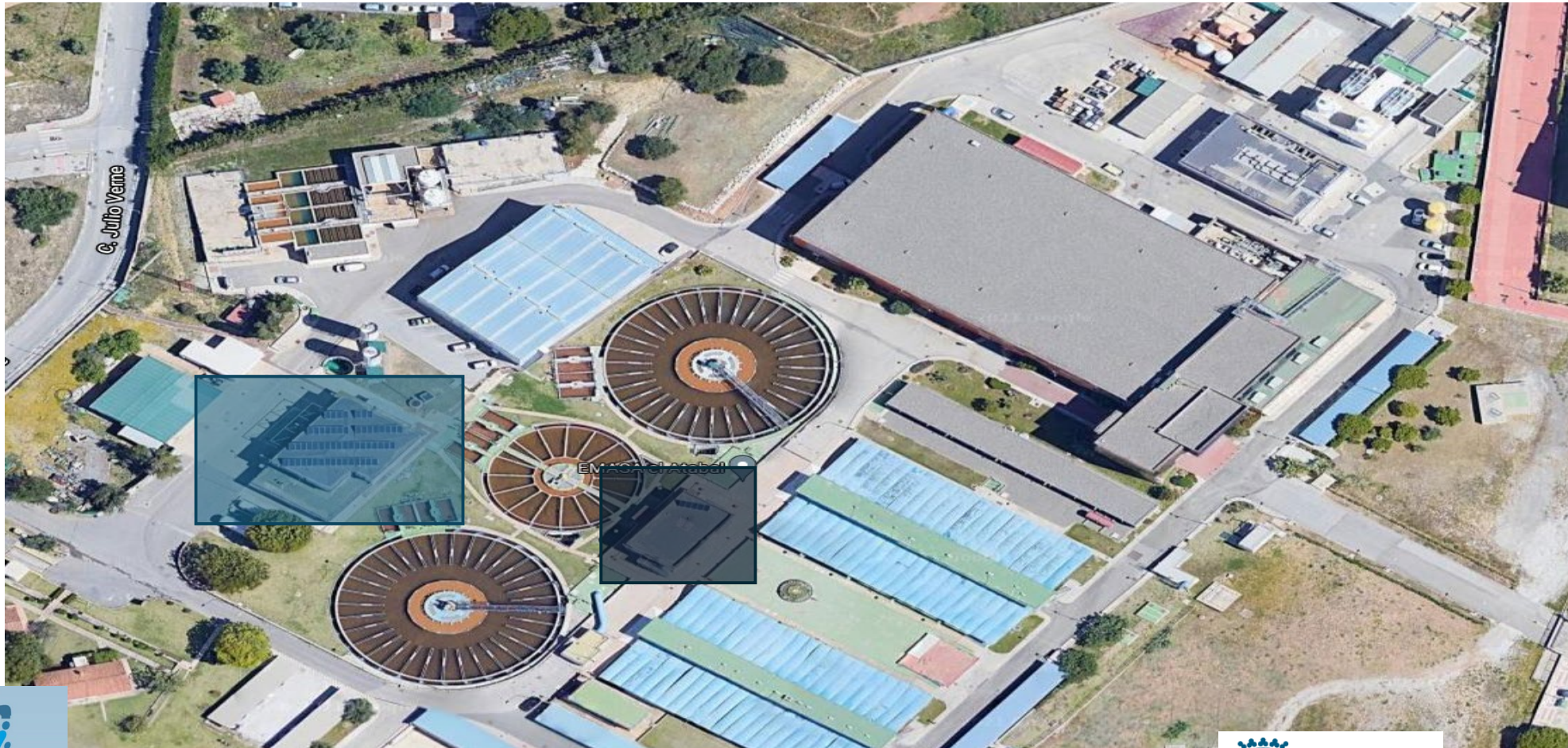
Ayuntamiento
de Málaga



Empresa Municipal
Aguas de Málaga

AGUAS SALOBRES – BWRO El Atabal

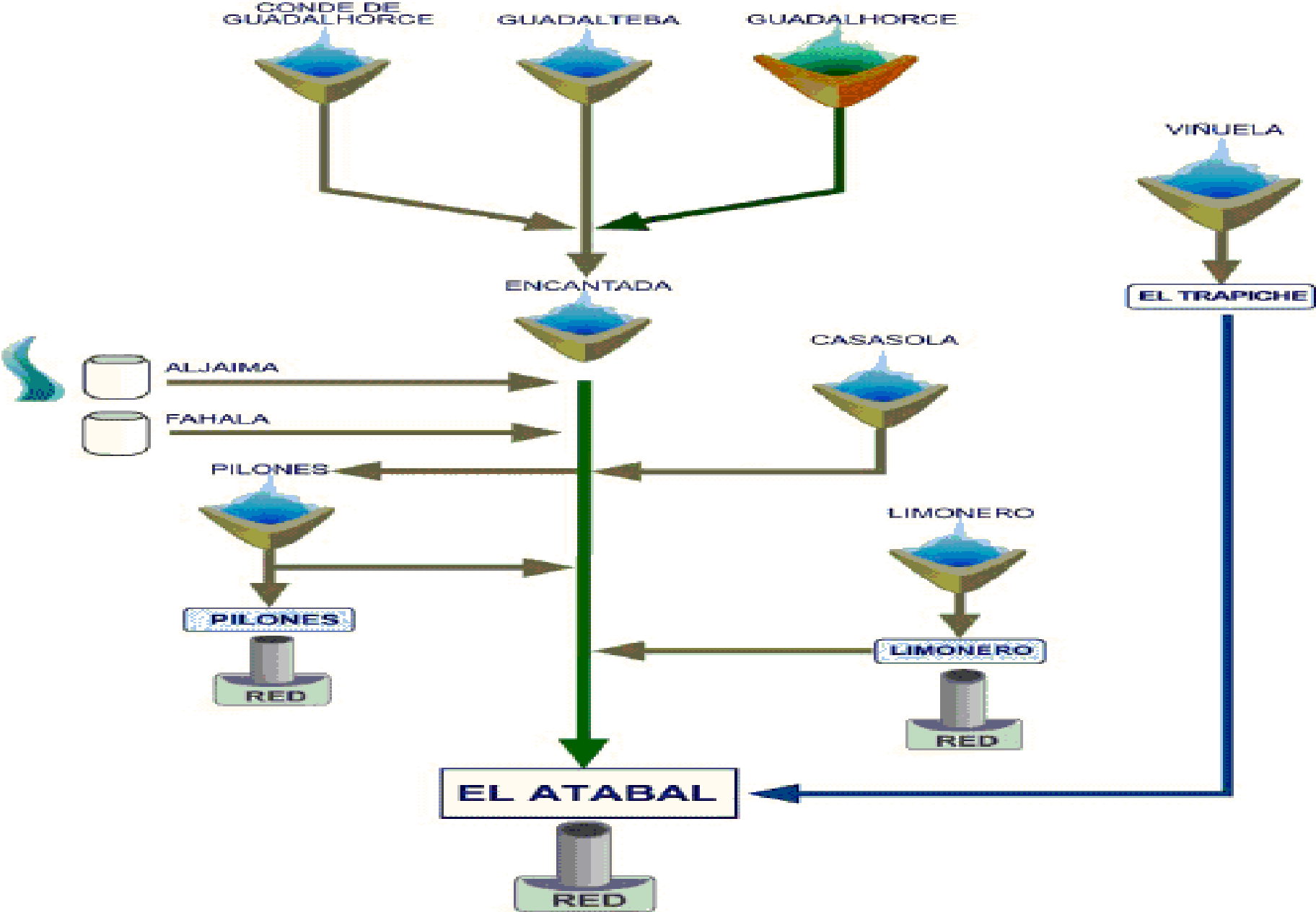
SOLAR TÉRMICA Y FOTOVOLTAICA



BWRO El Atabal: RECURSOS



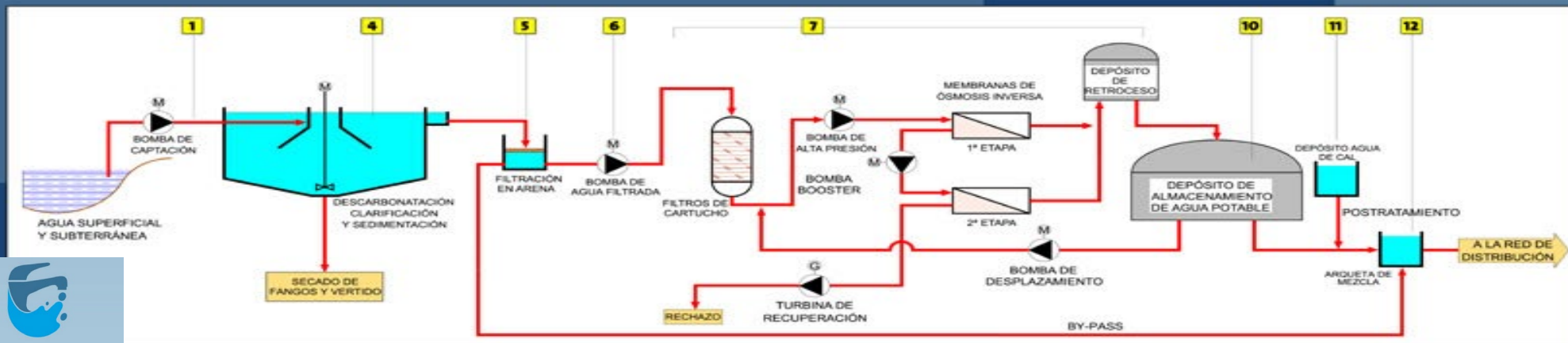
BWRO El Atabal: RECURSOS



ESQUEMA DEL TRATAMIENTO ETAP + IDAS “EL ATABAL”

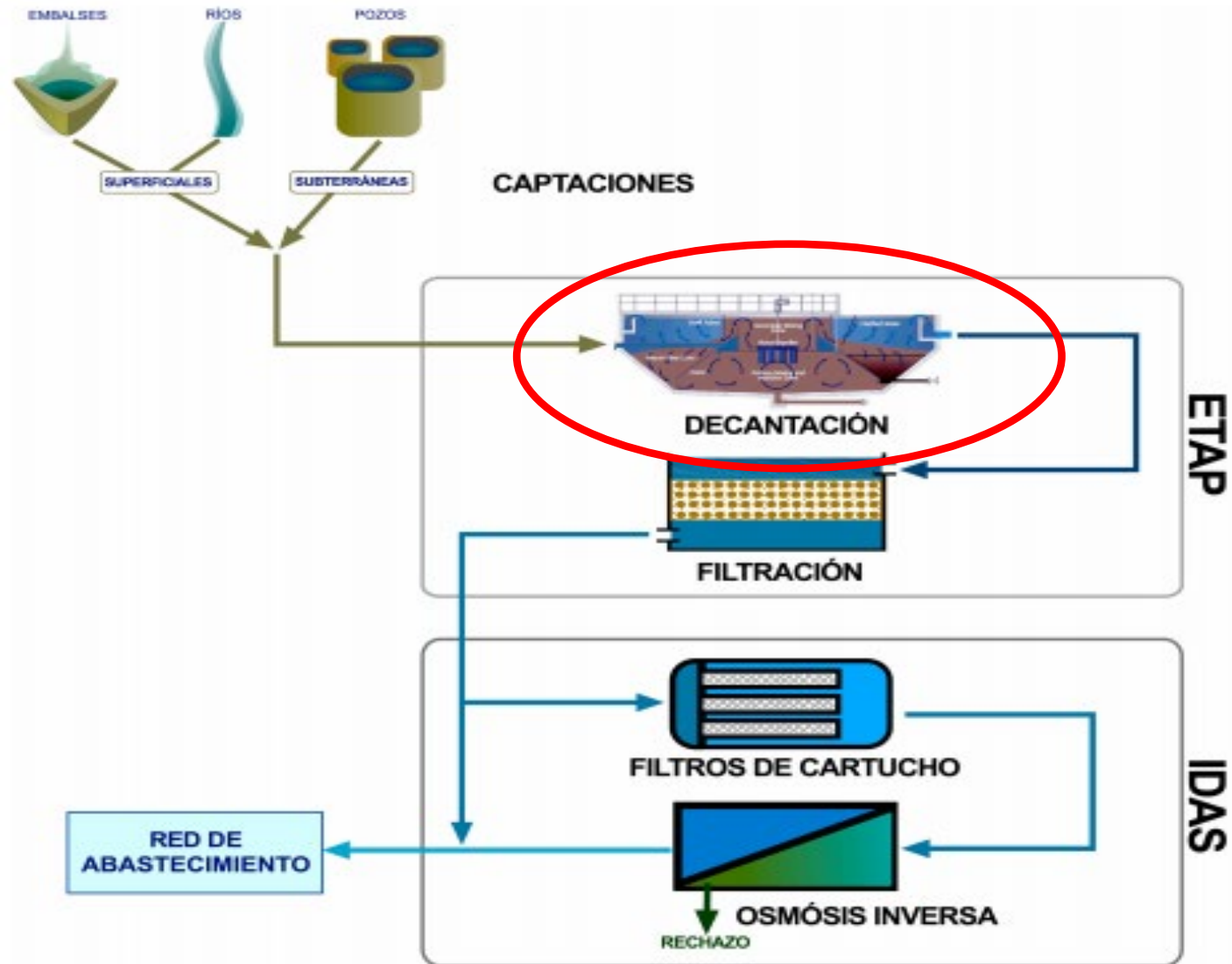


- 1 ENTRADA AGUA BRUTA. MEDIDOR VENTURI
- 2 SILOS DE CARBÓN ACTIVO
- 3 EDIFICIO PRODUCTOS QUIMICOS. ETAP
- 4 DECANTACIÓN
- 5 FILTROS DE ARENA
- 6 BOMBEO DE AGUA FILTRADA
- 7 PLANTA DESALADORA
- 8 DOSIFICACIÓN PRODUCTOS QUIMICOS. IDAS
- 9 EDIFICIO CONTROL PLANTA DESALADORA
- 10 DEPÓSITO ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE
- 11 DEPÓSITO AGUA DE CAL
- 12 ARQUETA DE MEZCLA

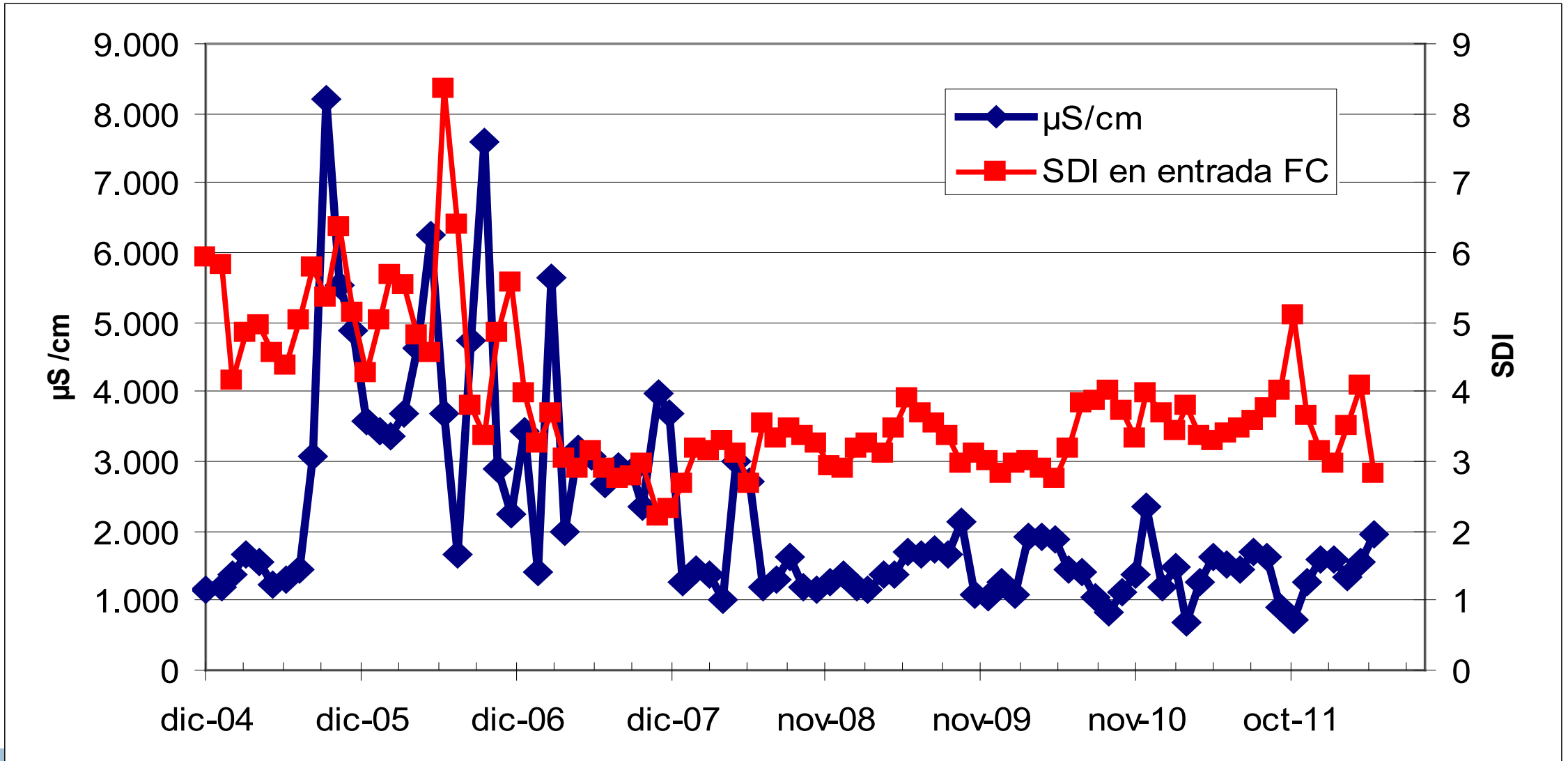


PRETRATAMIENTO, la losa/cruz de la ósmosis inversa

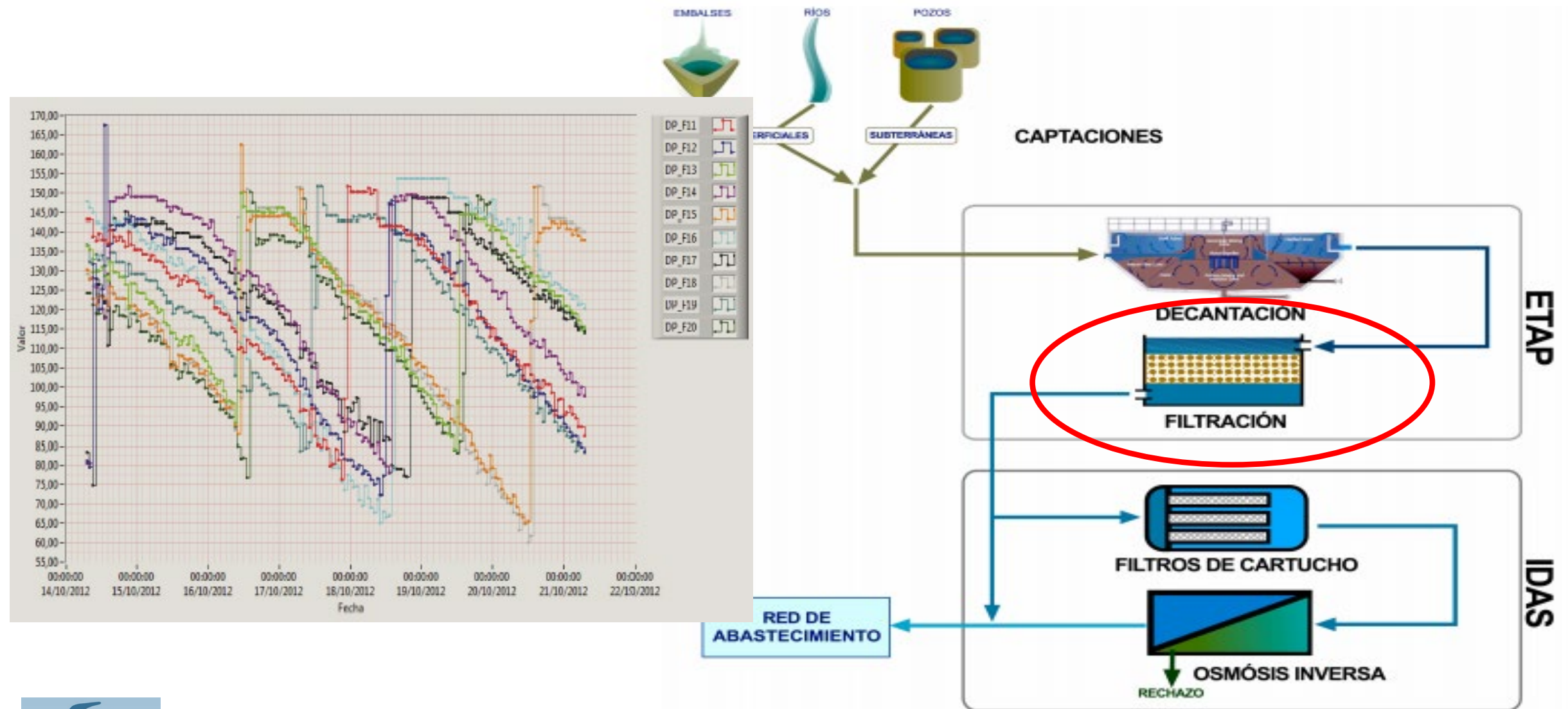
BWRO El Atabal TRATAMIENTO: DECANTACIÓN



BWRO El Atabal TRATAMIENTO: DECANTACIÓN

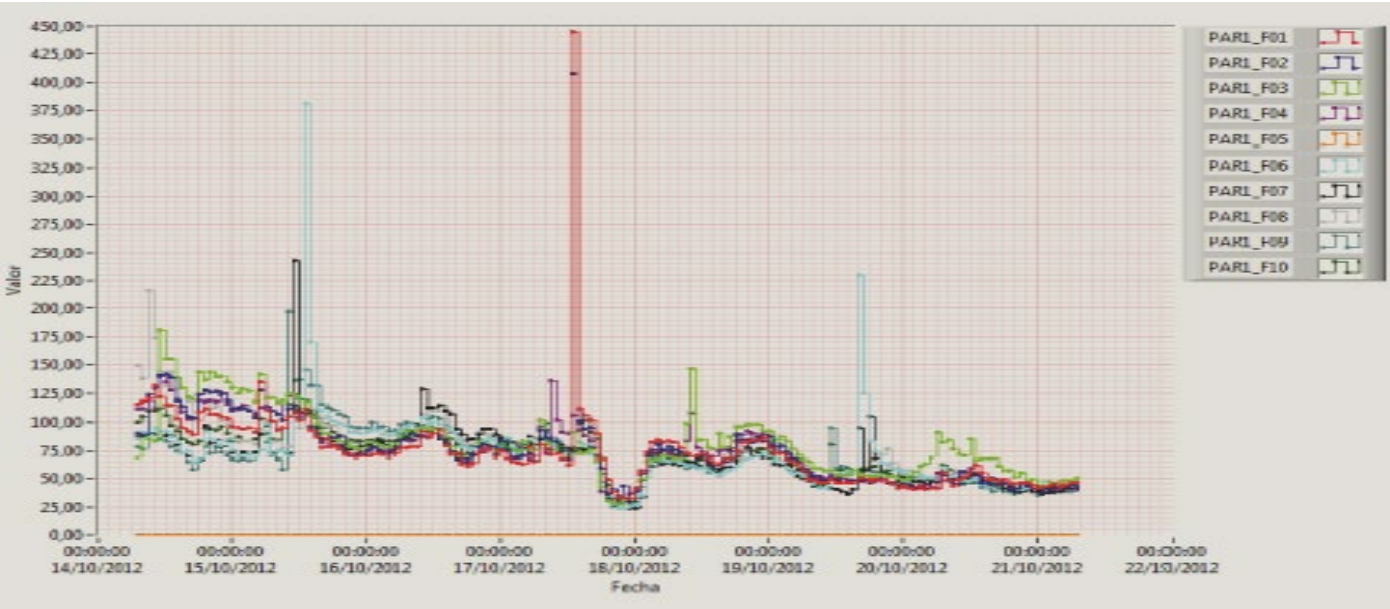


BWRO El Atabal TRATAMIENTO: FILTRACIÓN EN ARENA POR GRAVEDAD



BWRO El Atabal TRATAMIENTO: FILTRACIÓN EN ARENA POR GRAVEDAD

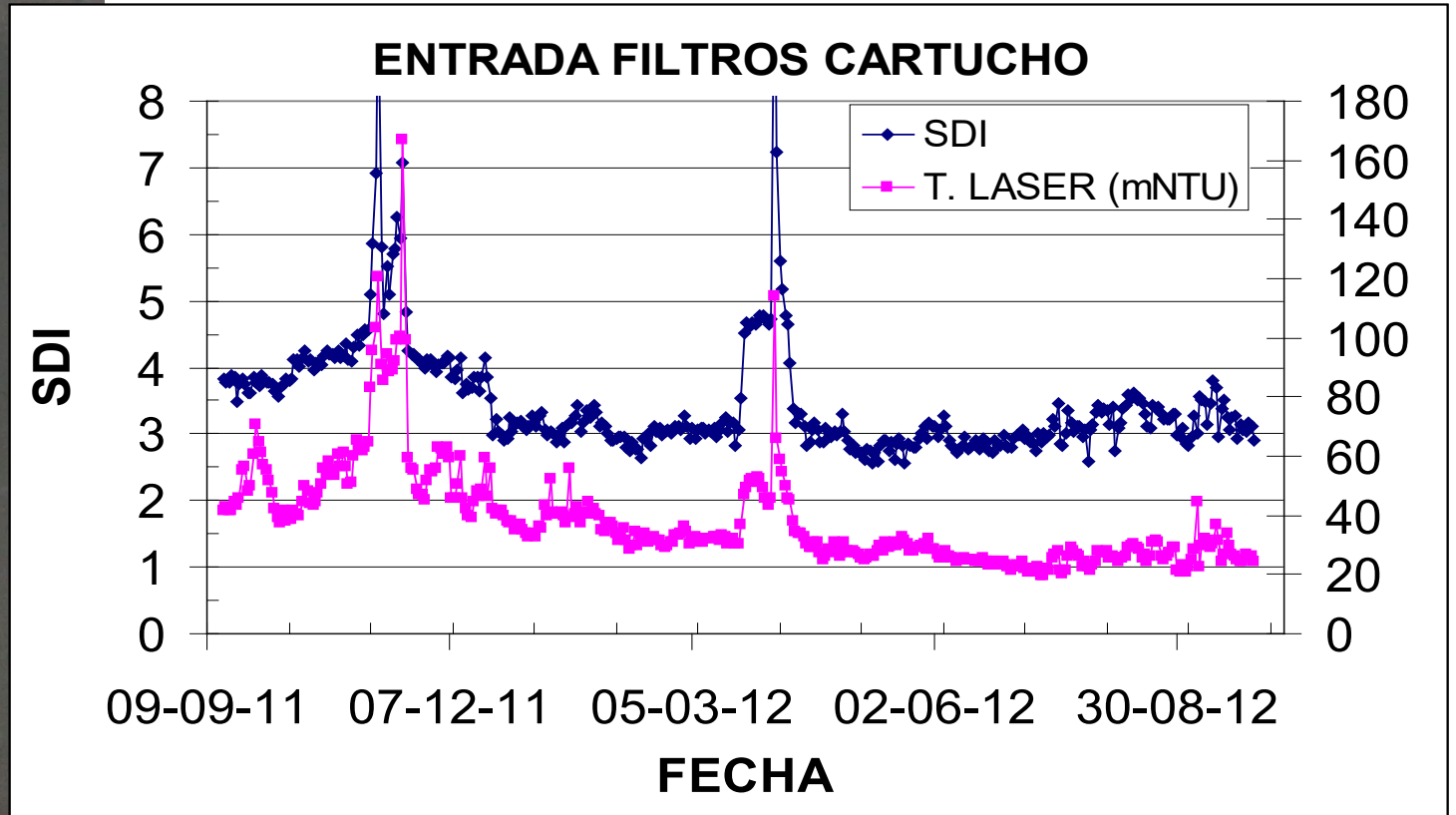
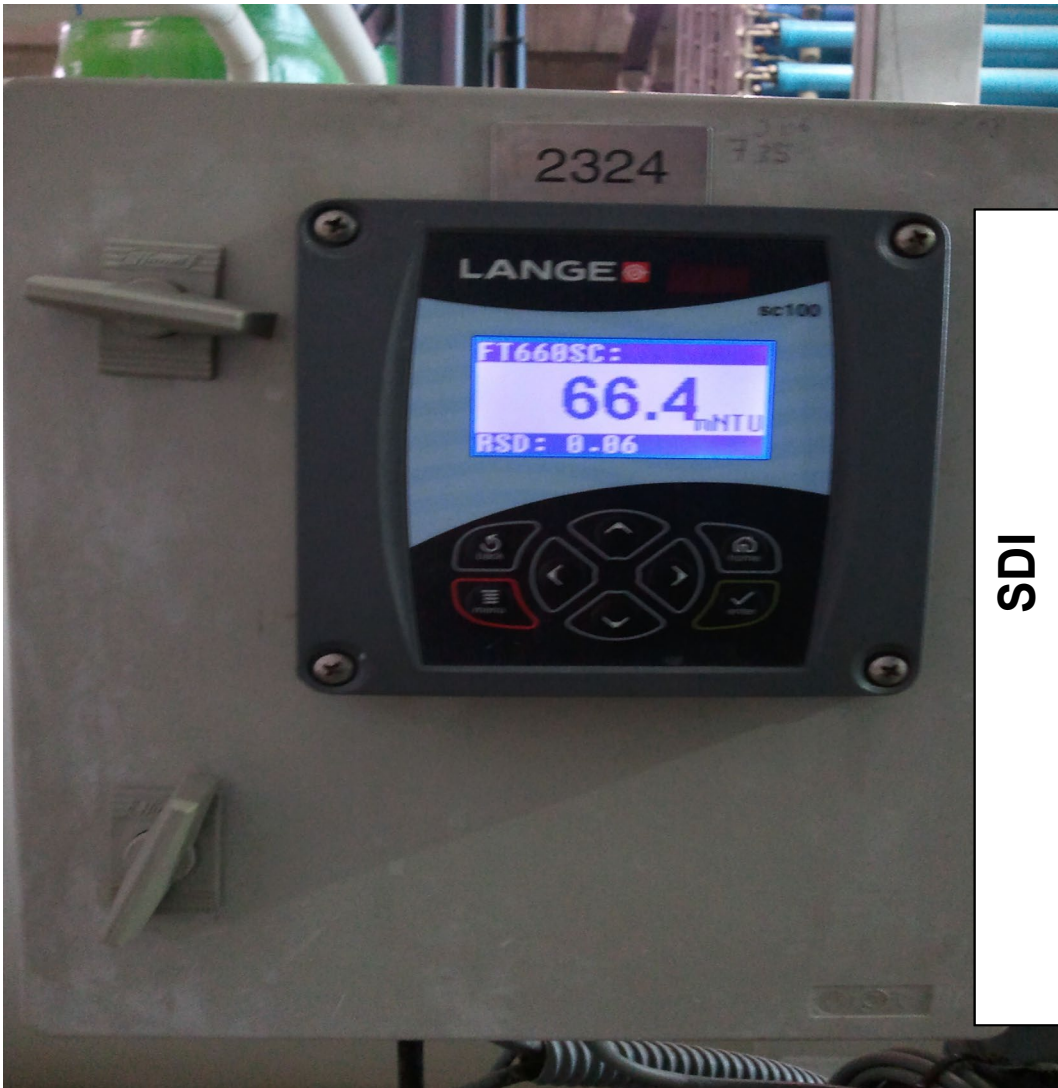
MEDIDOR DE PARTÍCULAS (Arti WPC-21A)



	VALORES DEL AÑO 2012		
	PROMEDIO	MÁXIMO	MÍNIMO
TURBIDEZ SALIDA FILTROS DE ARENA (EFC)	0,19	2,23	0,07
Nº Partículas de más de 1,3 micras / ml	97,3	819,8	18,6
Nº Partículas de más de 3 micras / ml	24,1	957,9	0,2
TURBIDEZ EN EL NEFELÓMETRO LASER (N.T.U.)	0,04	0,17	0,02
Desde 22/10/2011 - 22/10/2012	 Ayuntamiento de Málaga	 Empresa Municipal Aguas de Málaga	

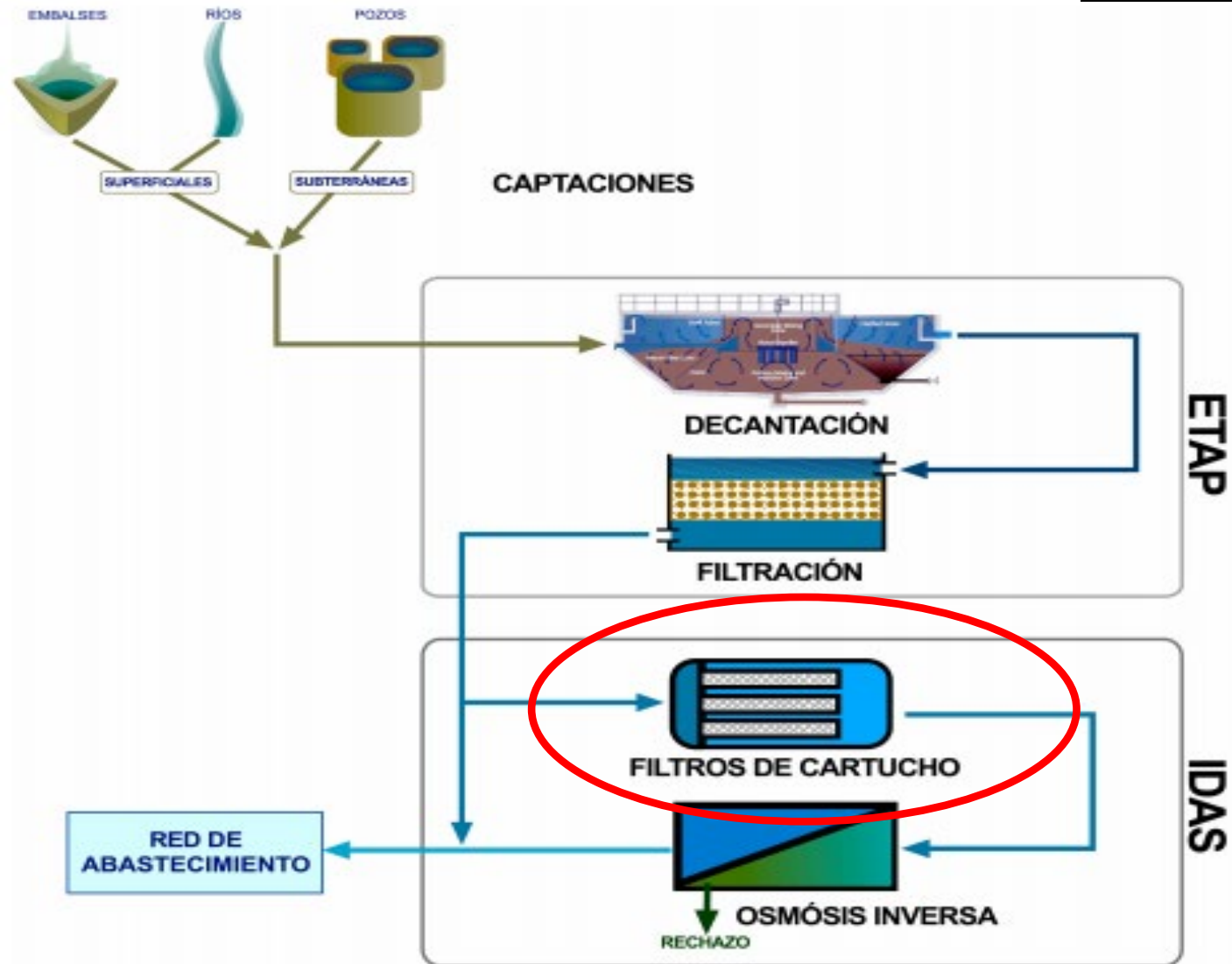
BWRO El Atabal TRATAMIENTO: FILTRACIÓN EN ARENA POR GRAVEDAD

NEFELÓMETRO LASER (FILTERTRACK660C)



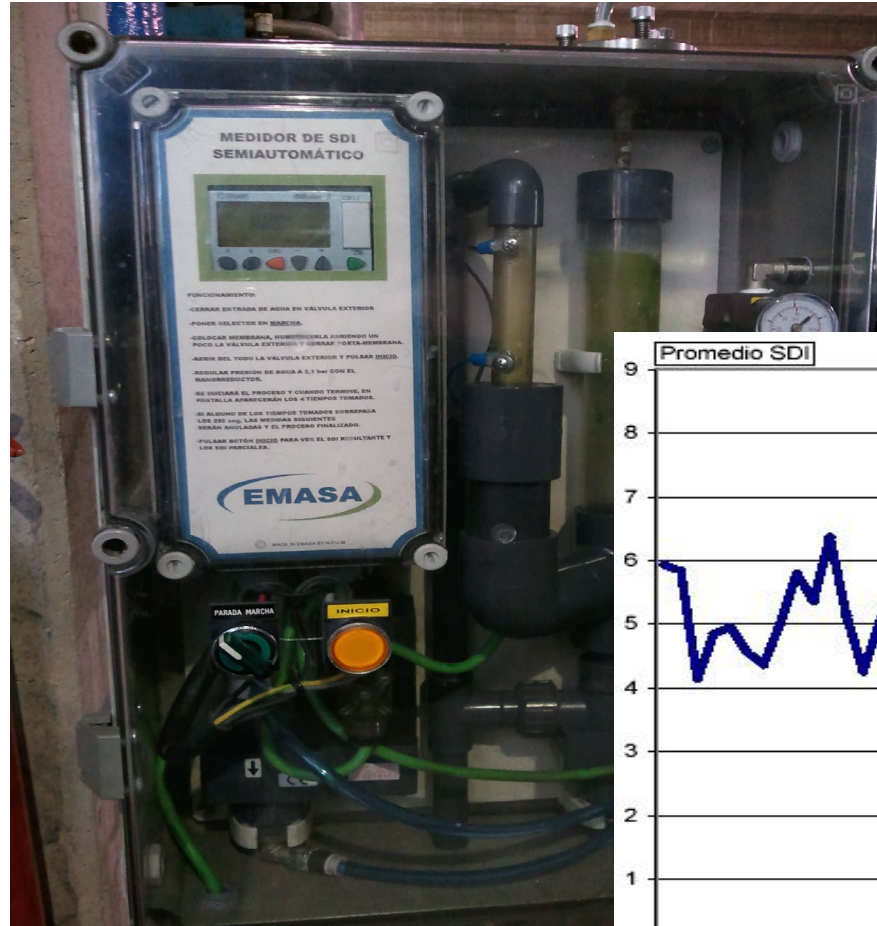
MEDIA DE 40 Mntu (0,040 N.T.U.)

BWRO El Atabal TRATAMIENTO FILTROS DE CARTUCHO DE SEGURIDAD



BWRO El Atabal TRATAMIENTO FILTROS DE CARTUCHO DE SEGURIDAD

MEDIDOR DE SDI SEMIAUTOMÁTICO



13.000 HORAS DE AHORRO DE MANO DE OBRA (en 2012)

PROMEDIO DEL SDI EN ENTRADA F.C.

MEDIA DE 3,3 PARA EL 2012

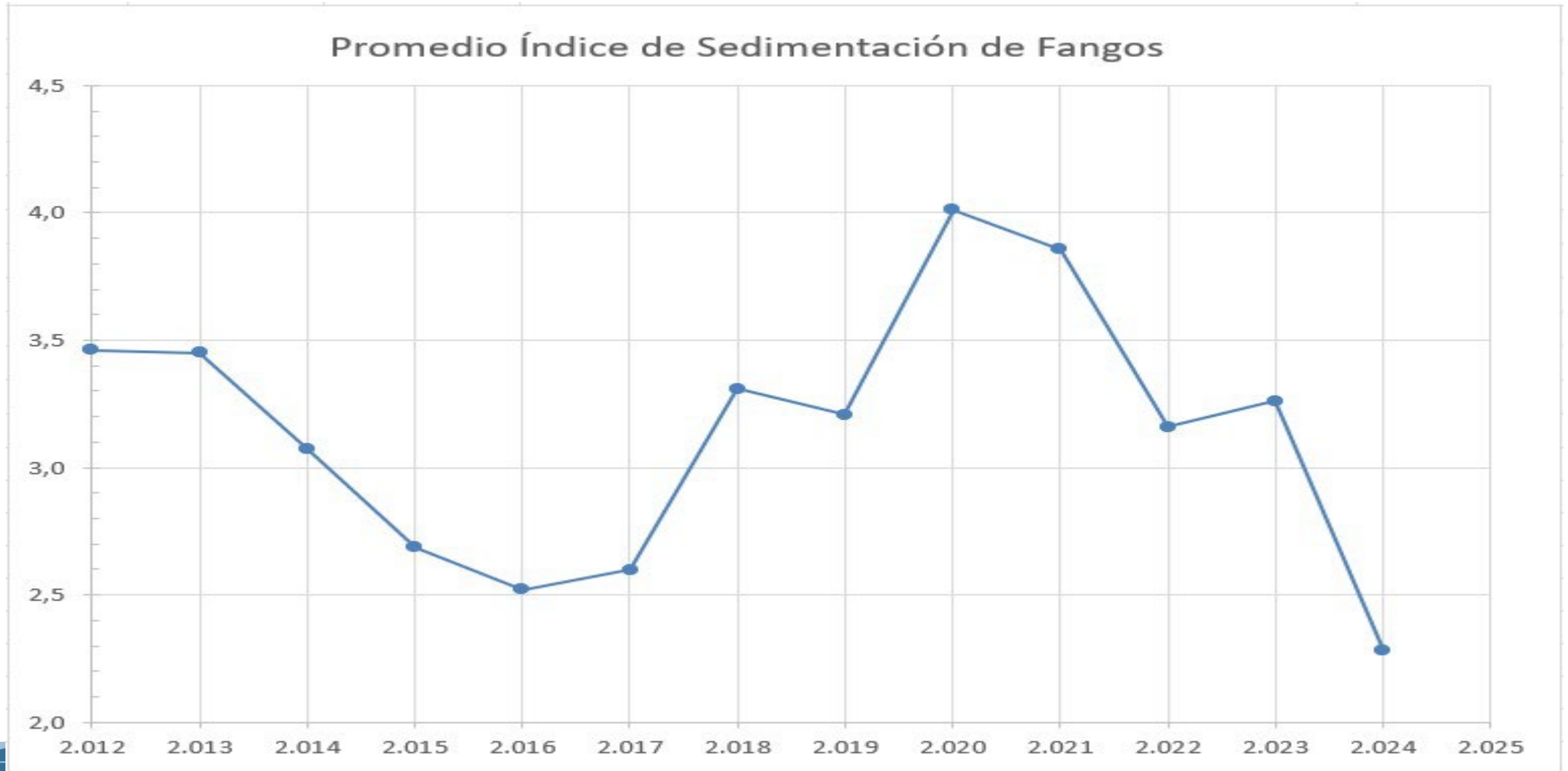


BWRO El Atabal TRATAMIENTO: FILTROS DE CARTUCHO DE SEGURIDAD



AÑO	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Nº DE REEMPLAZOS	7	5	5	2	2	0	1	1

BWRO El Atabal TRATAMIENTO - SDI

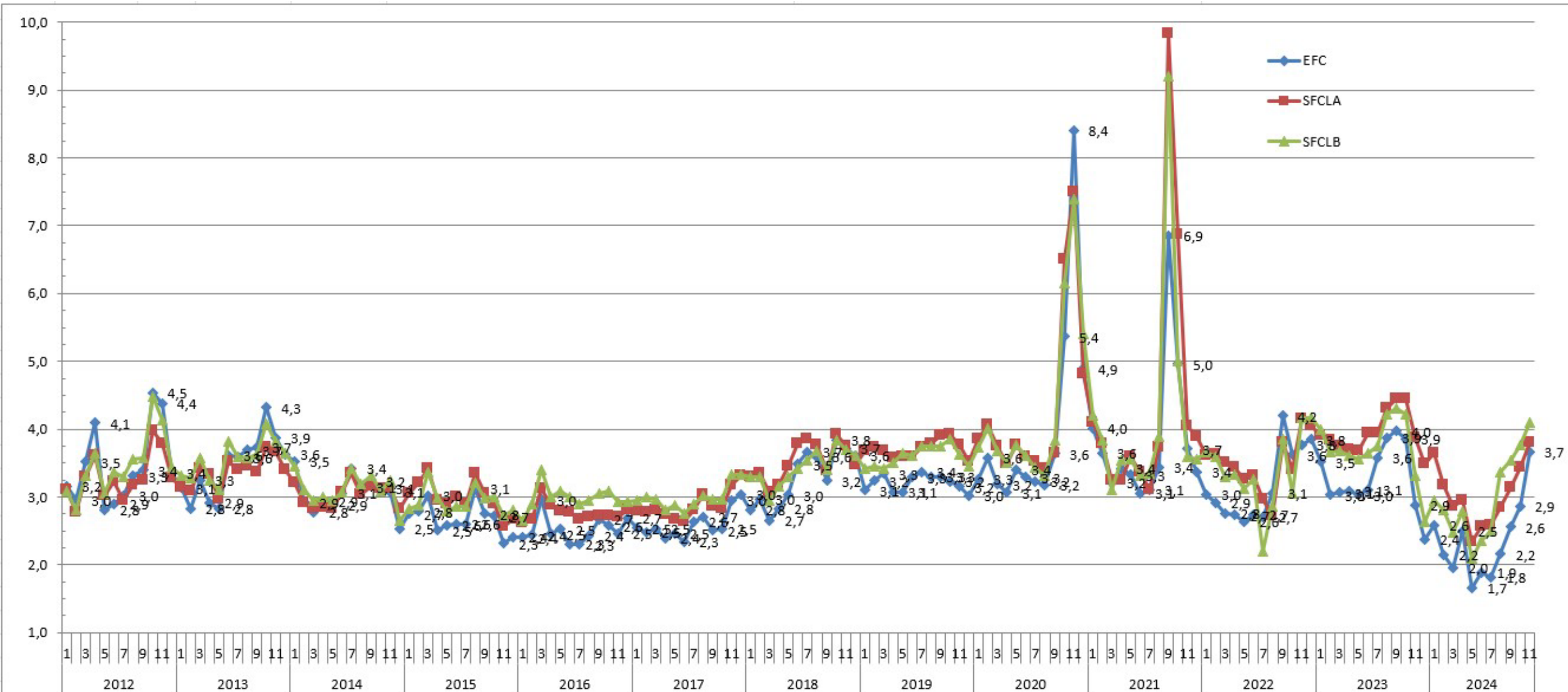


BWRO El Atabal TRATAMIENTO : SDI



PUESTA EN SERVICIO DEL OZONO COMO PREOXIDACIÓN 2024

BWRO El Atabal TRATAMIENTO : SDI



OSMOSIS INVERSA

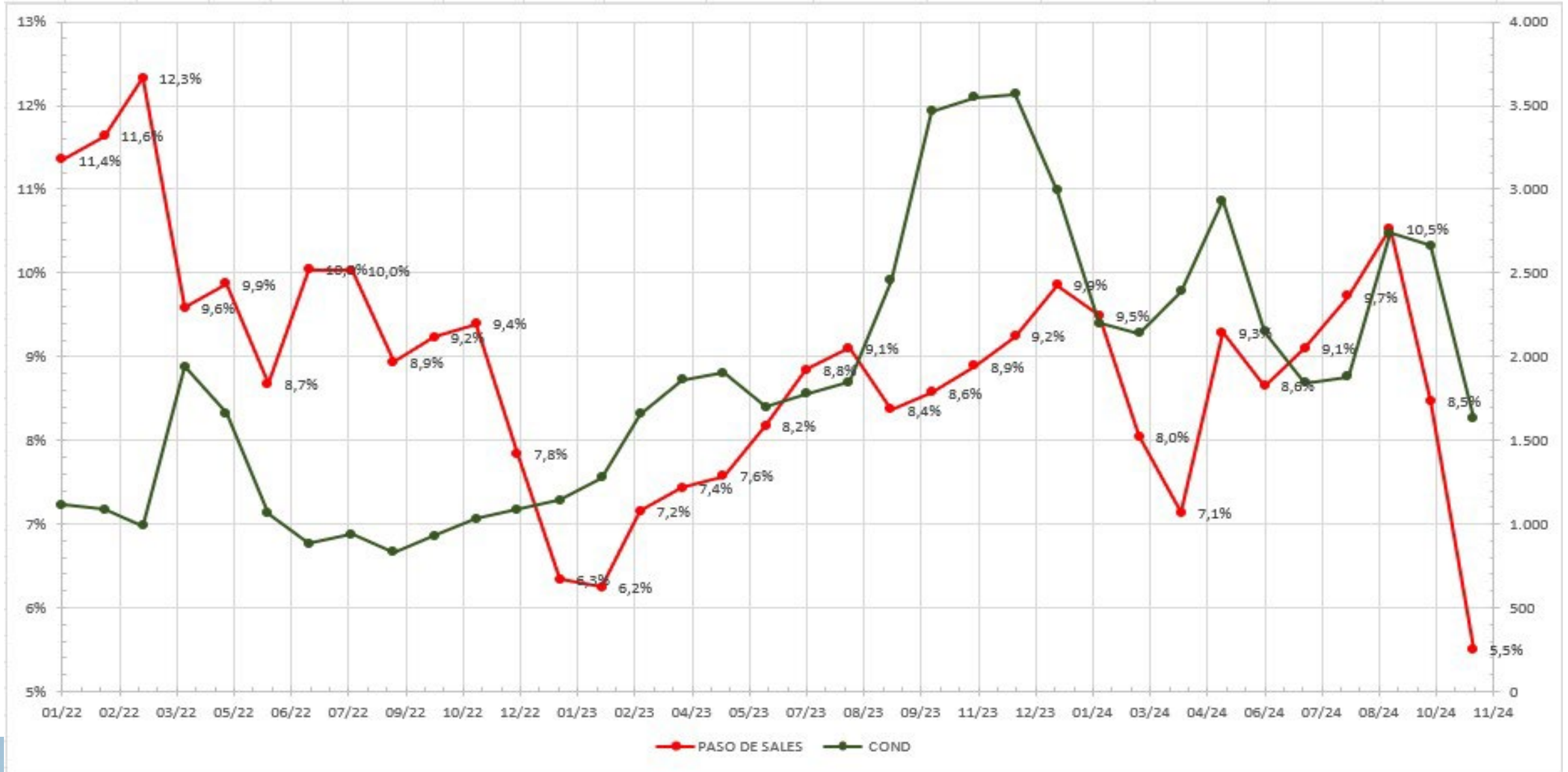
8.594 m³/h 2.387 l/s

Caudal 12 Bastidores de 717 m³/h (199,2 l/s)

7.193 Días 755.180.934 m³

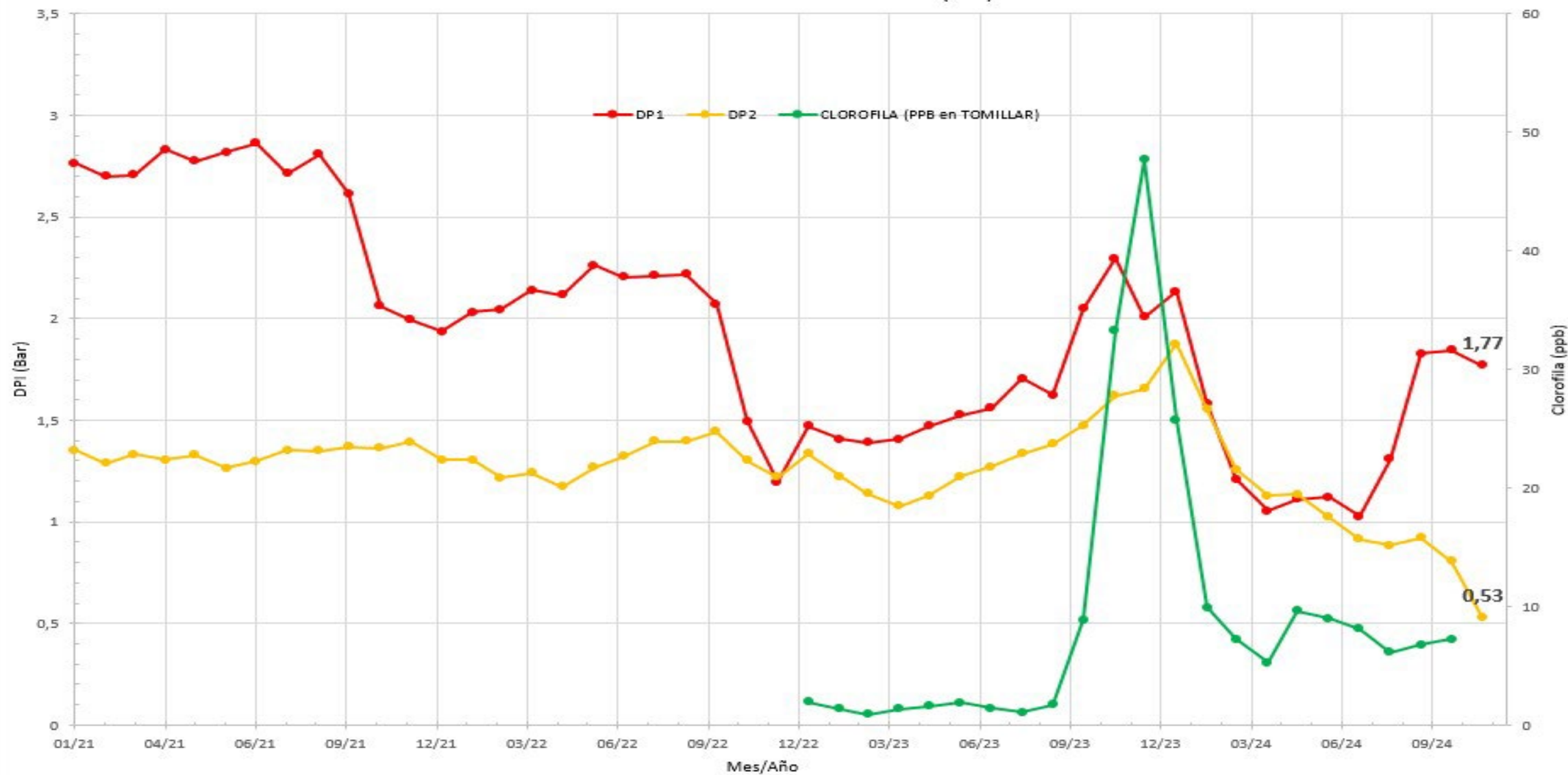
104.988 m³/día de media durante los 19,7 años

OI - PASO DE SALES



OI - PERDIDAS DE CARGA

PÉRDIDAS DE CARGA PROMEDIO (Bar)



OI – BIOFILM – LIMPIEZAS, BIOCIDAS Y CO2



Autopsia 2017



Autopsia 2021

OSMOSIS INVERSA: EQUIPOS PENDIENTES

- **MONITORIZACIÓN Y MEDIDA DEL BIOFILM, “MAPEO DINÁMICO DEL ENSUCIAMIENTO ORGANICO EN LA INSTALACIÓN” ¿CITOMETRIA DE FLUJO?**
- **UN EQUIPO DE MEDIDA DE LA INCRUSTACIÓN ONLINE FIABLE**
- **.....**

EL FUTURO DE LA OSMOSIS INVERSA

- LIMITES DE LA CONVERSIÓN PARA SALOBRES, >80%, **90% ó ++**
- PLANTAS DE SALOBRE QUE PUEDAN TRATAR AGUA DE MAR
BW+SWRO
- EVALUACIÓN DE LA VERDADERA RELEVANCIA DEL **BIOFILM**, (sobre todo en BW) Y SU CONTROL,.....
-

REFERENCIAS/BIBLIOGRAFÍA

- 1 Alaminos Camacho, F., Fernández Cano, Á., Urgoiti Moinot, N., 2006. Desalación de aguas salobres, nuevos recursos para el abastecimiento de Málaga capital. Congreso Agua in MED-06. Málaga, España.
<http://aguas.igme.es/igme/homec.htm>
- 2 Fernández Cano, Á., Sánchez García, D., Urgoiti Moinot, N., 2006. Itinerario por el bajo Guadalhorce: abastecimiento de agua a la ciudad de Málaga. Excursiones Congreso Agua in MED-06. Málaga, España.
http://aguas.igme.es/igme/aquainmed/esp/excursiones/exc_4.htm
- 3 Pérez Recuerda, R., Fernández Cano, Á., 2007. Congreso AEAS, Málaga, España.
- 4 Pérez Recuerda, R., Assiego de Larriva, C., 2011. Influencia de la materia orgánica natural en el proceso de potabilización de aguas continentales. XXXI Jornadas Técnicas de AEAS. Cartagena, España.
- 5 Pérez Recuerda, R., Assiego de Larriva, C. (2011). Influencia de la materia orgánica natural en el proceso de potabilización de aguas continentales. Tecnología del Agua, 334, pp. 52-58.
- 6 Urgoiti Moinot, N., Casañas González, A., Bertheas, U., Arzu, A., Pérez Recuerda, R., García Molina, V., 2008. El Atabal, primeros años de operación controlando el bioensuciamiento. VII Congreso AEDyR. 2008. Bilbao.
- 7 IDAS El Atabal. Siete años de lucha contra el SDI. Rocío Pérez Recuerda, Daniel Caño González, Carmen Assiego de Larriva y Nicolás Urgoiti Moinot. IX Congreso internacional AEDyR, Madrid 2012
- 8 Empleo del anhídrido carbónico para el control del biofilm e incrustación en la IDAS El Atabal. Nicolás Urgoiti Moinot, Daniel Caño González, María del Carmen Assiego de Larriva. 1er Congreso internacional Digital de Desalación y Reutilización. AEDyR 2021. <https://youtu.be/WytB5IREQf0>
- 9 Degremont, 1989. Memento technique de l'eau. Paris, Francia.
- 10 ASTM D4189 - 07 Standard Test Method for Silt Density Index (SDI) of Water.

MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN



**Ayuntamiento
de Málaga**



**Empresa Municipal
Aguas de Málaga**

SEGUIMIENTO 2021

COMPLETA 1,492 kW/m³



HISTORICO

