



XII CONGRESO INTERNACIONAL AEDyR

23-25
Octubre
2018



12th
INTERNATIONAL
CONGRESS
23-25 October 2018

AEDyR 20 AÑOS
ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE
DESALACIÓN Y REUTILIZACIÓN 1998-2018



ANTI-INCRUSTANTE EFECTIVO PARA PREVENIR LA FORMACIÓN DE INCRUSTACIONES Y DISPERSAR EL MATERIAL COLOIDAL EN LAS DESALADORAS DE AGUA DE MAR



adiquímica

Análisis de la situación

Ensuciamiento de las membranas de osmosis inversa

El ensuciamiento de las membranas es un problema persistente en los sistemas de osmosis inversa que reduce el rendimiento de las plantas y aumenta los costes de operación

Análisis de la situación

Ensuciamiento de las membranas de osmosis inversa

1. Incrustaciones y ensuciamiento por metales, causados por la precipitación de las sales inorgánicas de baja solubilidad y de óxidos/hidróxidos metálicos en el rechazo
2. Taponamiento de la superficie de la membrana por material coloidal y particulado
3. Contaminación microbiológica y formación del biofilm
4. Adsorción de materia orgánica

Análisis de la situación

Ensuciamiento de las membranas de osmosis inversa

1. Incrustaciones y ensuciamiento por metales, causados por la precipitación de las sales inorgánicas de baja solubilidad y de óxidos/hidróxidos metálicos en el rechazo
2. Taponamiento de la superficie de la membrana por material coloidal y particulado
3. Contaminación microbiológica y formación del biofilm
4. Adsorción de materia orgánica



ADIC RO-20B → 10 años de éxito tratando desaladoras → Solución eficaz para prevenir el ensuciamiento de las membranas en desaladoras de agua de mar

OBJETIVOS

Evaluar la eficacia del anti-incrustante ADIC RO-20B en desaladoras para:

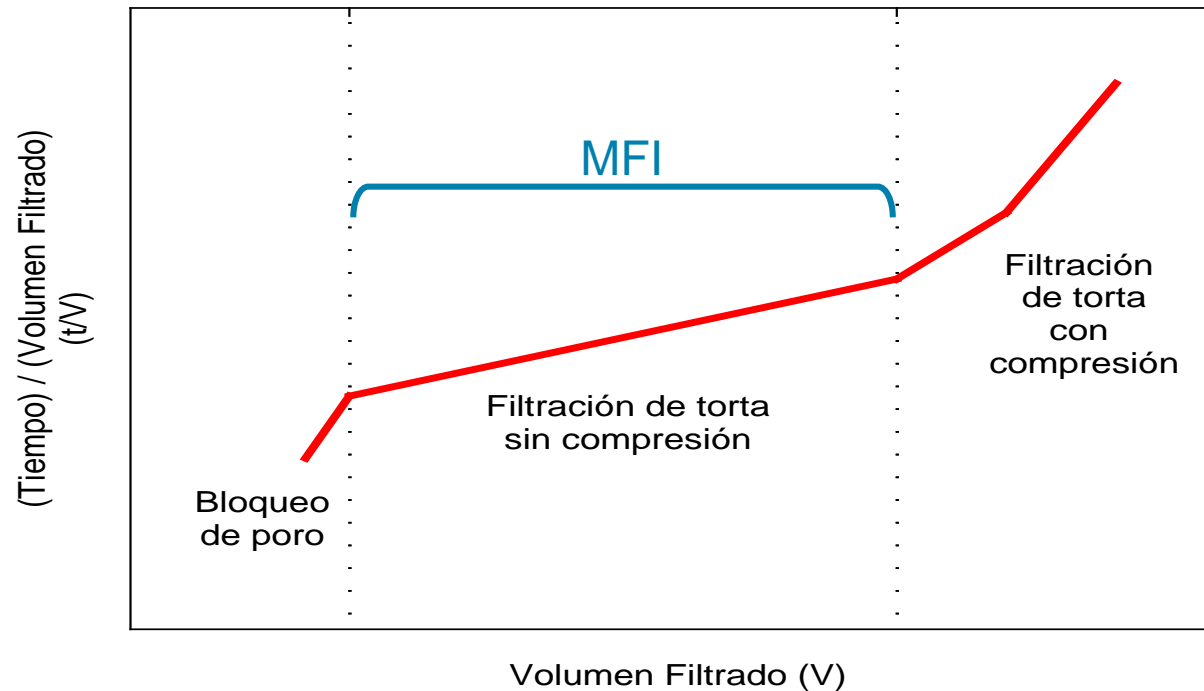
- > Dispersar el material coloidal**
- > Prevenir la formación de incrustaciones**

ADIC RO-20B dispersa los coloides

Estudio de la eficacia como dispersante en desaladoras

MFI - Modified Fouling Index → Filtración agua de mar antes de los filtros seguridad

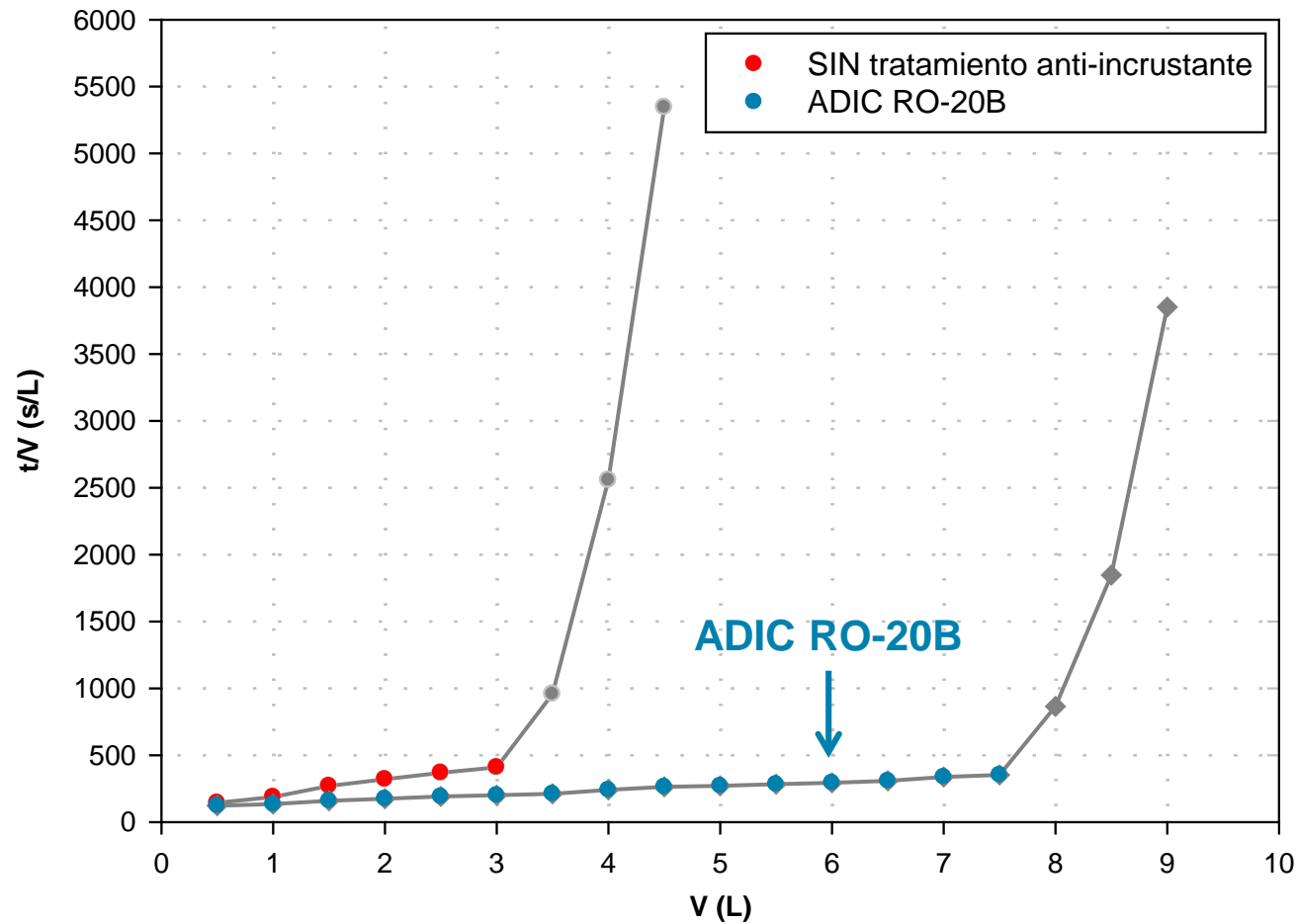
Curva de filtración operando a presión constante



$$\frac{t}{V} = a + \text{MFI} \cdot V$$

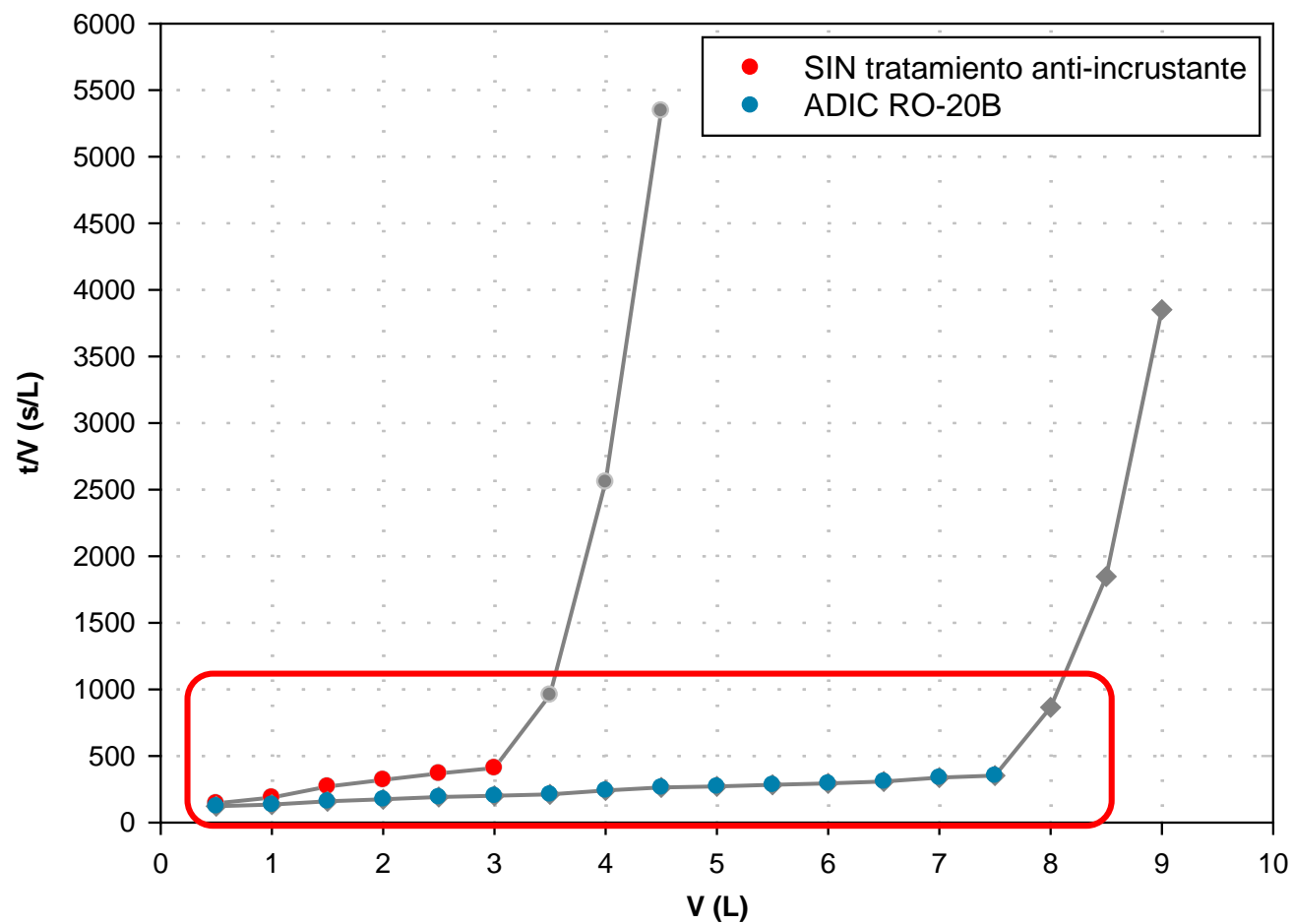
V: volumen (L)
t: tiempo (seg)
a: constante

MFI → Filtración del volumen necesario de agua de mar para alcanzar el colapso del filtro

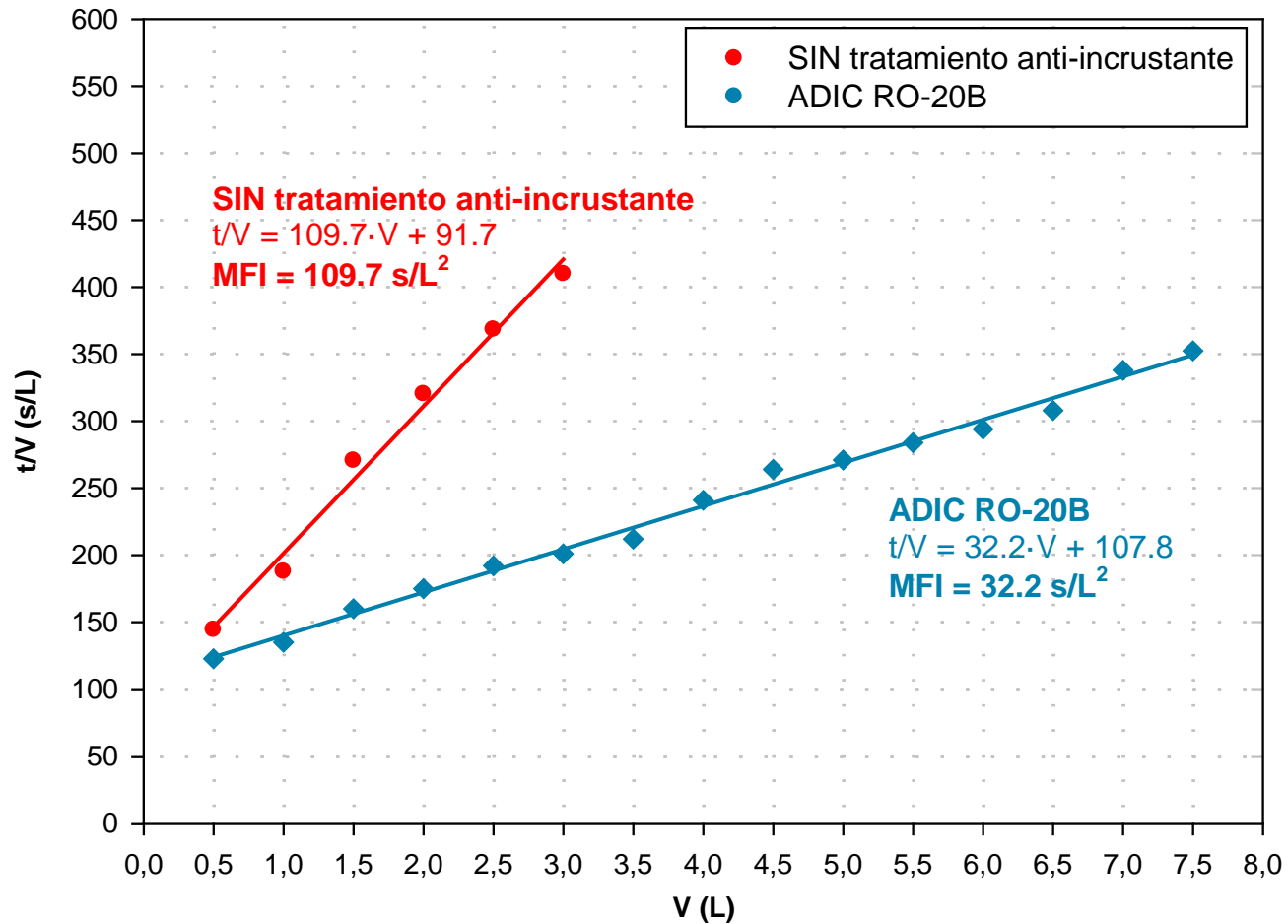


El ADIC RO-20B
retarda el colapso
de los filtros

MFI → Filtración del volumen necesario de agua de mar para alcanzar el colapso del filtro



MFI → Filtración del volumen necesario de agua de mar para alcanzar el colapso del filtro



El ADIC RO-20B reduce un 71% el potencial de ensuciamiento por coloides del agua de mar

MFI → Filtración del volumen necesario de agua de mar para alcanzar el colapso del filtro

ADIC RO-20B

- > **Previene el colapso prematuro de los filtros de seguridad**
- > **Retarda el ensuciamiento de los filtros**
- > **Reduce la cantidad de coloides (arcilla), hierro y manganeso retenidos en los filtros**

ADIC RO-20B inhibe incrustaciones y previene ensuciamiento por coloides

Validación de la eficacia como anti-incrustante y dispersante en desaladoras

Ensayos dinámicos en planta piloto de osmosis inversa

> Composición → Agua de mar antes de los filtros de seguridad

pH	8.20	Sulfato	2927 mg/L SO ₄
Calcio	526 mg/L Ca	Cloruro	22453 mg/L Cl
Magnesio	1474 mg/L Mg	Fluoruro	0.650 mg/L F
Sodio	12382 mg/L Na	Bicarbonato	182.0 mg/L HCO ₃
Potasio	453 mg/L K	Carbonatos	11.7 mg/L CO ₃
Bario	0.014 mg/L Ba	CO ₂	1.3 mg/L H ₂ CO ₃
Estroncio	6.7 mg/L Sr	Nitrato	2.0 mg/L NO ₃
Hierro	0.067 mg/L Fe	Sílice	1.80 mg/L SiO ₂
Aluminio	0.019 mg/L Al	Fosfato	<0.005 mg/L PO ₄
Manganeso	0.319 mg/L Mn	Fuerza iónica	0.736

> Temperatura → 20°C

> Conversión → 45%

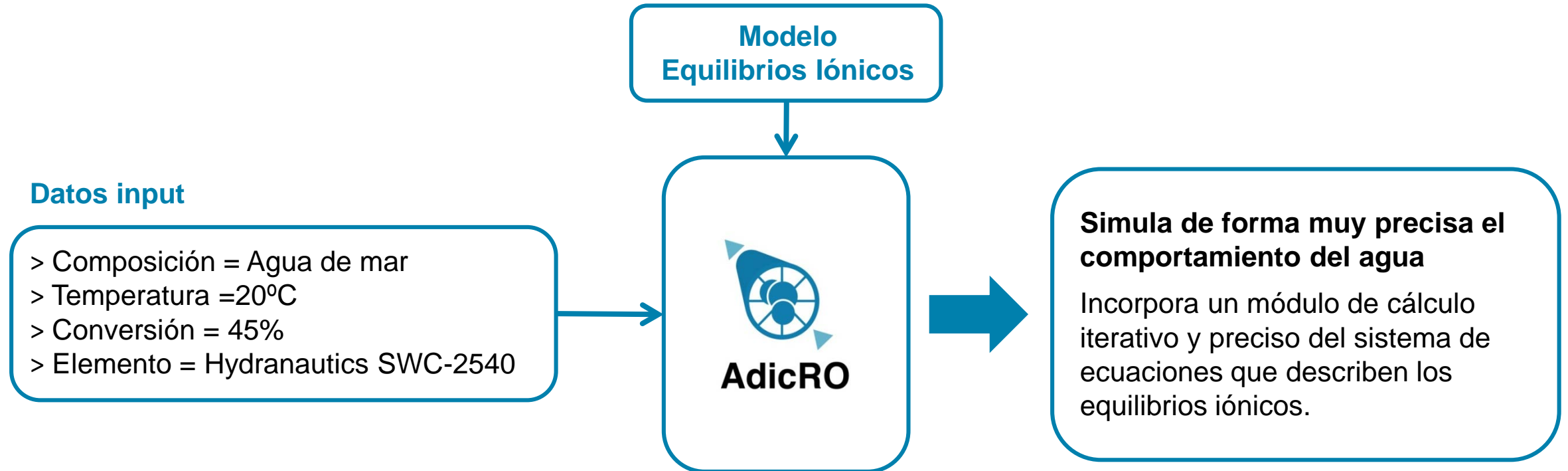
> Elementos → Hydranautics SWC-2540

Software AdicRO → 20 años aportando conocimiento y un tratamiento efectivo a las desaladoras

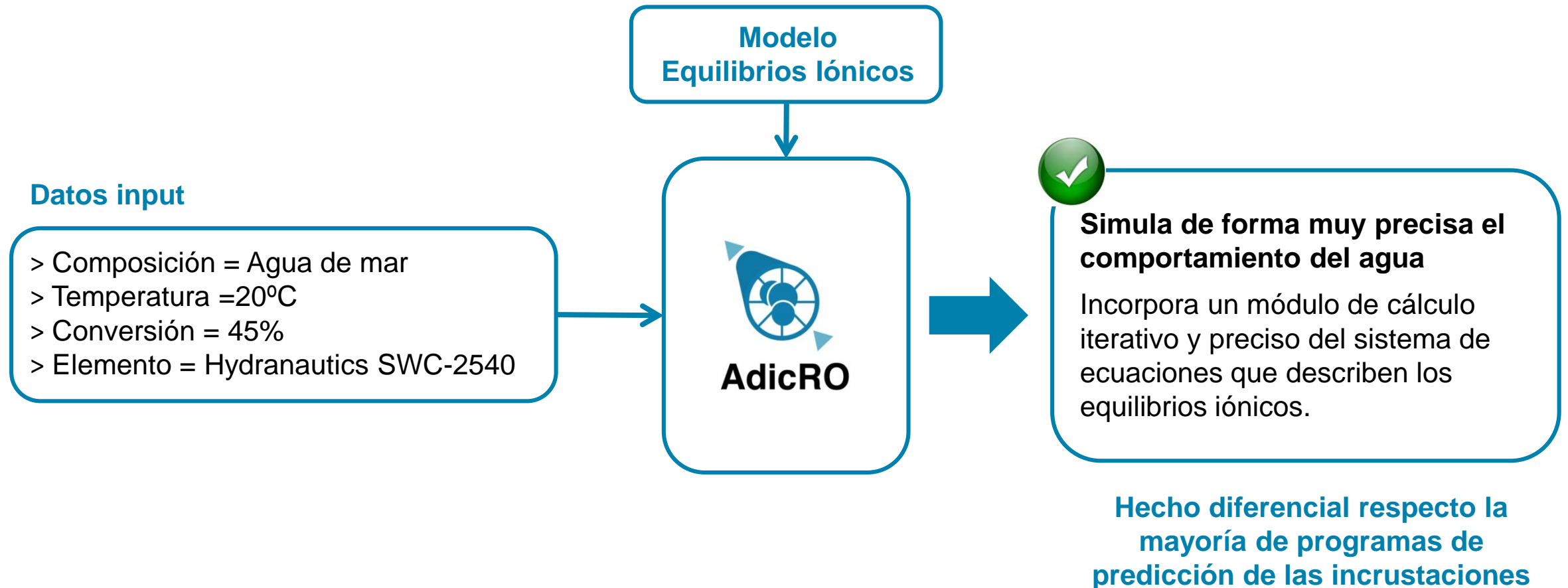


INSTALACIÓN	
DATOS INPUT	<ul style="list-style-type: none">> Composición del agua de alimentación> Temperatura> Conversión de la ósmosis inversa> Membranas instaladas
DIAGNÓSTICO	<ul style="list-style-type: none">> Modelización de los equilibrios iónicos> Predicción de la formación de incrustaciones
DISEÑO TRATAMIENTO	<ul style="list-style-type: none">> Sistema Experto para el diseño del tratamiento> Modelos de dosificación de anti-incrustante

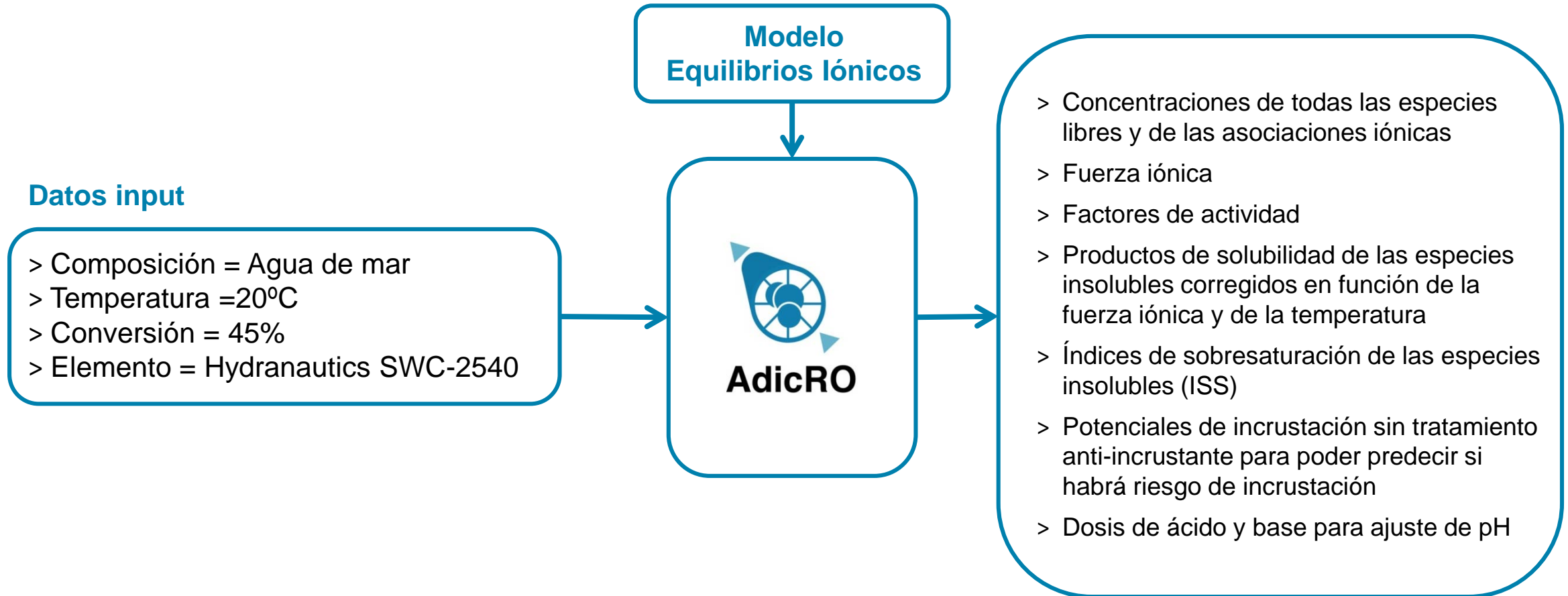
Modelización de los equilibrios iónicos



Modelización de los equilibrios iónicos



Modelización de los equilibrios iónicos



Modelización de los equilibrios iónicos

> Elementos en solución

Ca, Mg, Na, K, Ba, Sr, Fe, Al, Cu, Mn, SO₄, Cl, F, CO₂, NO₃, SiO₂, PO₄, B

> Asociaciones de iones (anión + catión)

CaOH⁺, Ca(OH)₂, CaF⁺, CaCl⁺, CaNO₃⁺, CaSO₄, CaCO₃, CaHCO₃⁺...

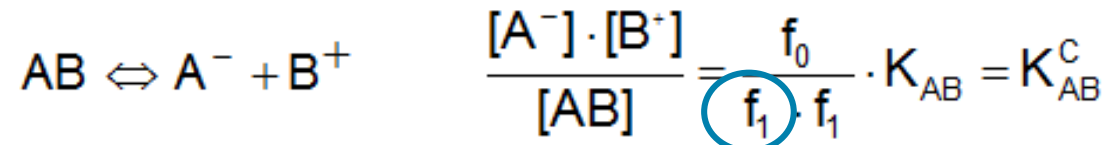
> Concentraciones totales de los elementos en solución se determinan por análisis químico

$$C_{tCa} = [Ca^{2+}] + [CaOH^+] + [Ca(OH)_2] + [CaF^+] + [CaCl^+] + [CaNO_3^+] + [CaSO_4] + [CaCO_3] + [CaHCO_3^+] + \dots$$


130 pares iónicos y sus interacciones
Predicción de la distribución exacta de las asociaciones iónica

Modelización de los equilibrios iónicos

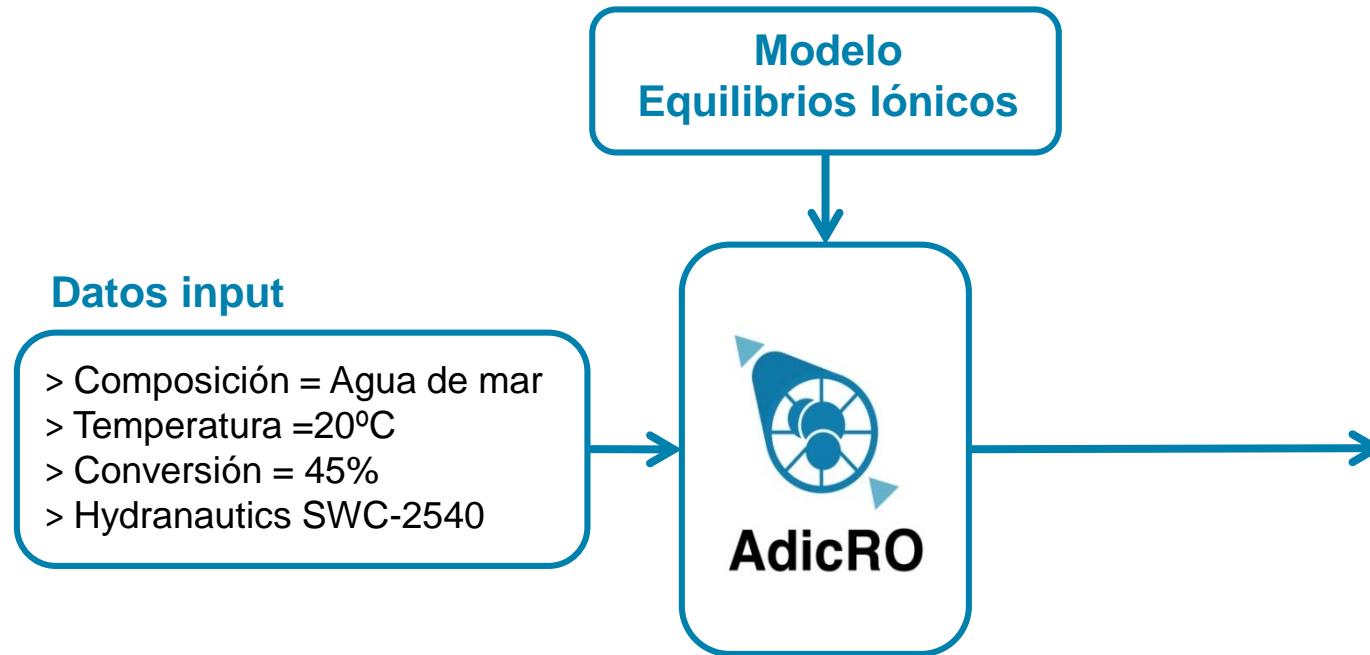
> **Constantes de equilibrio** → $K^C = f(\text{Temperatura, Fuerza Iónica})$



Factor de actividad para $FI > 0.5$ → Agua de mar → Metodología IUPAC
(International Union of Pure and Applied Chemistry)

Permite calcular con buena precisión las correcciones a introducir en las constantes de equilibrio y productos de solubilidad para $FI = 0.0 - 5.0$

Predicción de las incrustaciones



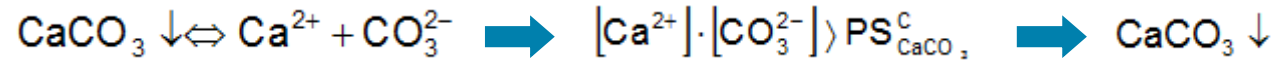
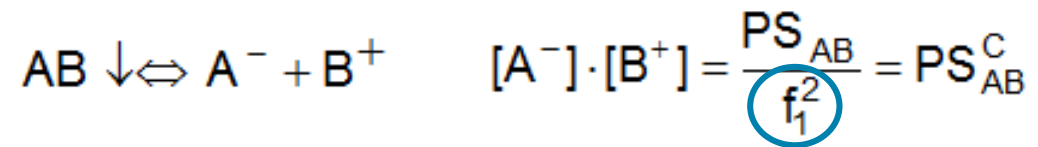
Composición del rechazo

pH	8.33
Calcio	954 mg/L Ca
Magnesio	2675 mg/L Mg
Sodio	22468 mg/L Na
Potasio	822 mg/L K
Bario	0.025 mg/L Ba
Estroncio	12.2 mg/L Sr
Hierro	0.122 mg/L Fe
Aluminio	0.034 mg/L Al
Manganeso	0.578 mg/L Mn
Sulfato	5311 mg/L SO ₄
Cloruro	40741 mg/L Cl
Fluoruro	1.179 mg/L F
Bicarbonato	303.4 mg/L HCO ₃
Carbonatos	34.5 mg/L CO ₃
CO ₂	1.3 mg/L H ₂ CO ₃
Nitrato	3.6 mg/L NO ₃
Sílice	3.27 mg/L SiO ₂
Fosfato	<0.005 mg/L PO ₄
Fuerza iónica	1.301

Predicción de las incrustaciones

A causa del proceso de concentración de la salinidad → Posibilidad de superar el límite de solubilidad de los compuestos insolubles.

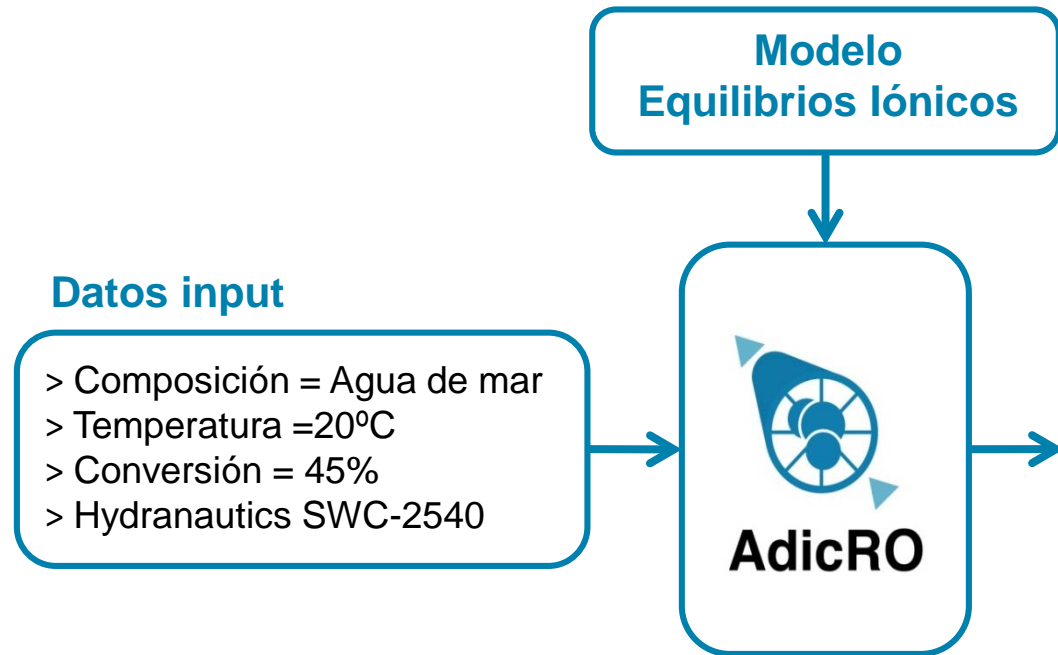
> **Productos de solubilidad** → $PS^C = f(\text{Temperatura, Fuerza Iónica})$



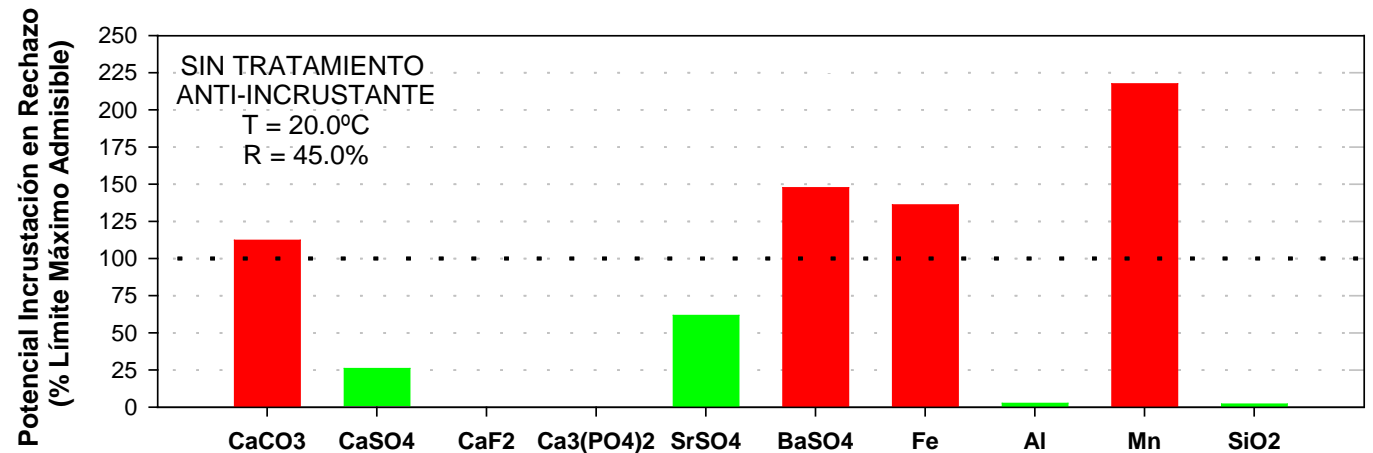
> **Índices de sobresaturación**

$$ISS_n = \frac{[A^-] \cdot [B^+]}{PS_n^C}$$

Predicción de las incrustaciones

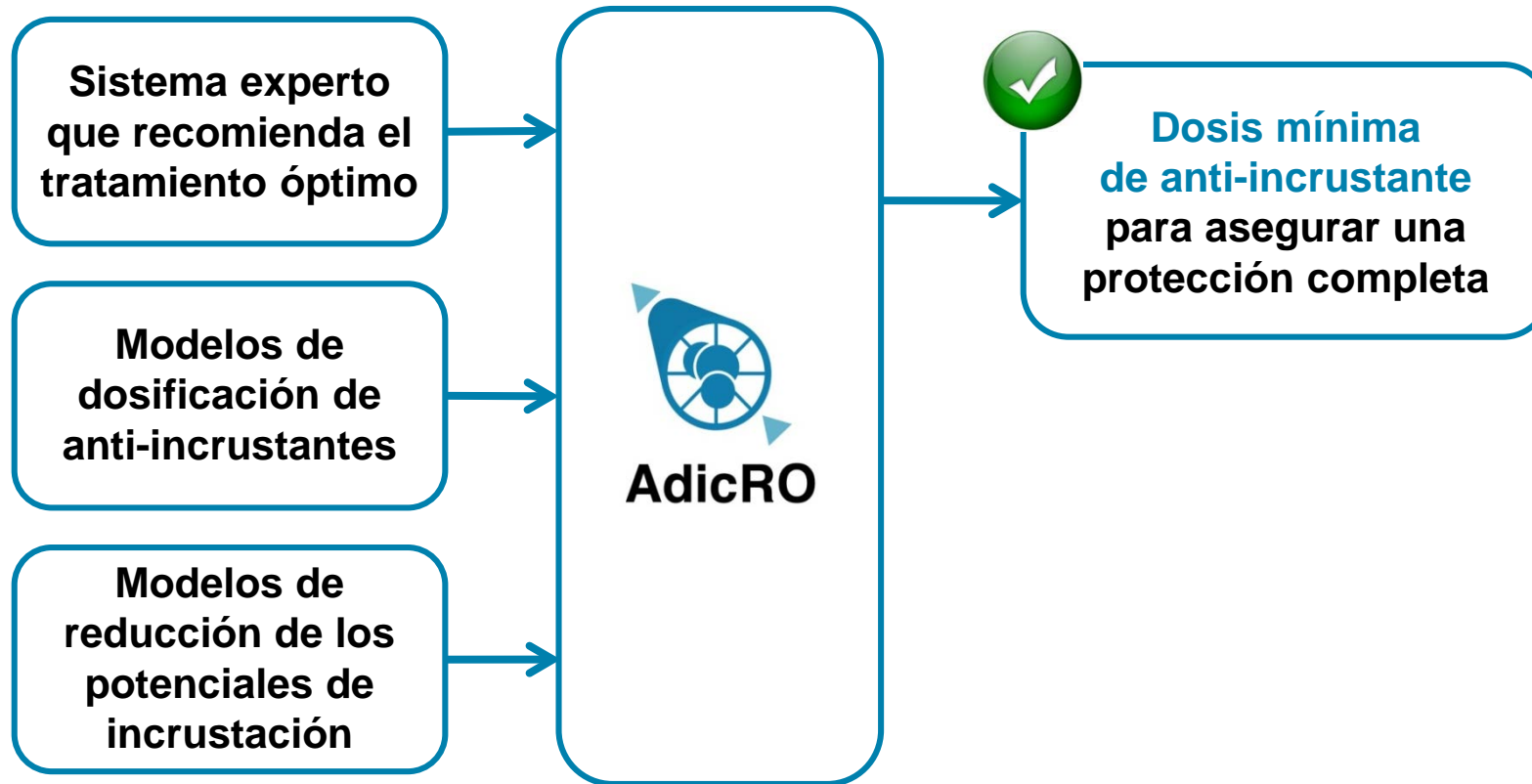


Potenciales de Incrustación en el rechazo % del límite máximo admisible para los ISS



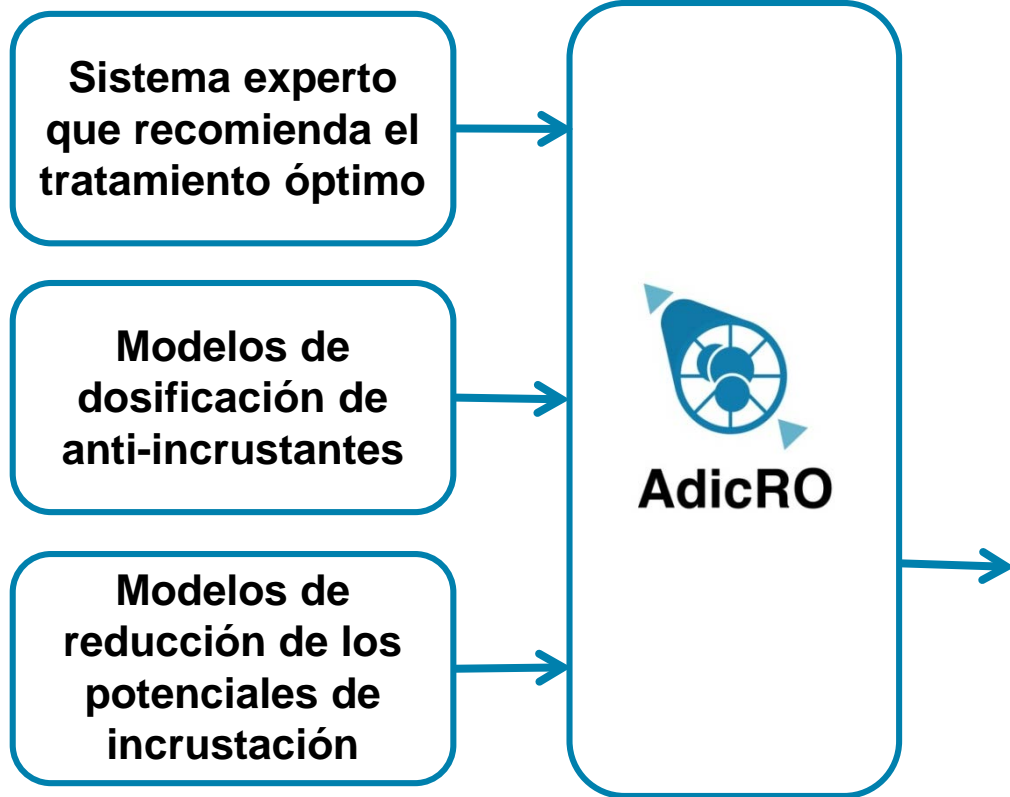
Potencial Incrustación > 100% → Precipitación de la especie insoluble

Optimización de la dosificación de anti-incrustante

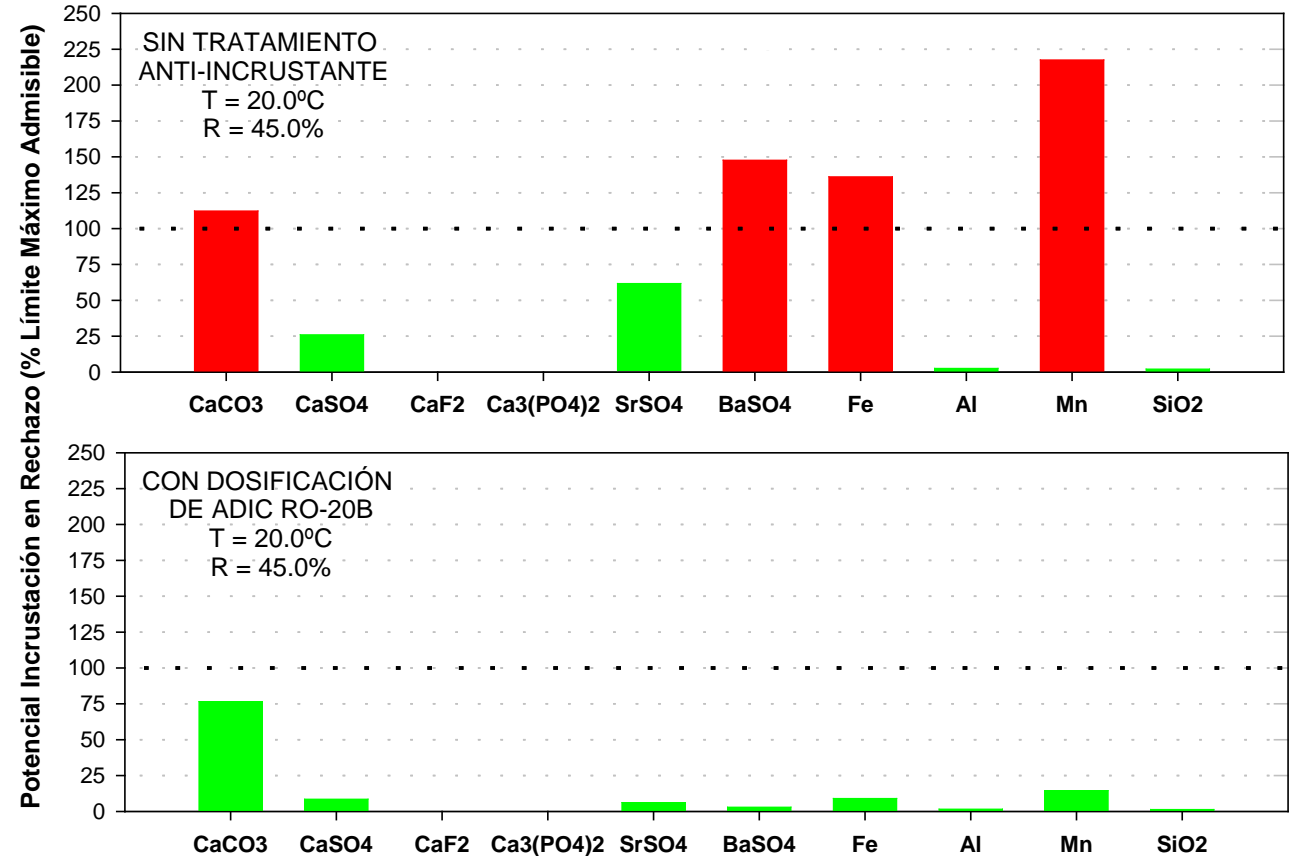


- > Reduce los costes de operación
- > Minimiza el impacto ambiental debido al vertido de los productos al medio

Optimización de la dosificación de anti-incrustante



Reducción de los potenciales de incrustación



Ventajas de la predicción de las incrustaciones con el AdicRO

Limitaciones y restricciones con la modelización de la formación de incrustaciones basada en **índices simplificados**



- > No tienen en cuenta los equilibrios iónicos en solución
- > Errores en la predicción del pH
- > Sobre-estimación del potencial de incrustación para el CaCO_3
- > Sobre-dosificación de anti-incrustante para inhibir la precipitación de CaCO_3
- > Predicción de la concentraciones de ácido superiores a las necesidades reales
- > Las estimaciones utilizadas para el cálculo de los factores de actividad solo son apropiadas para soluciones de fuerza iónica baja.

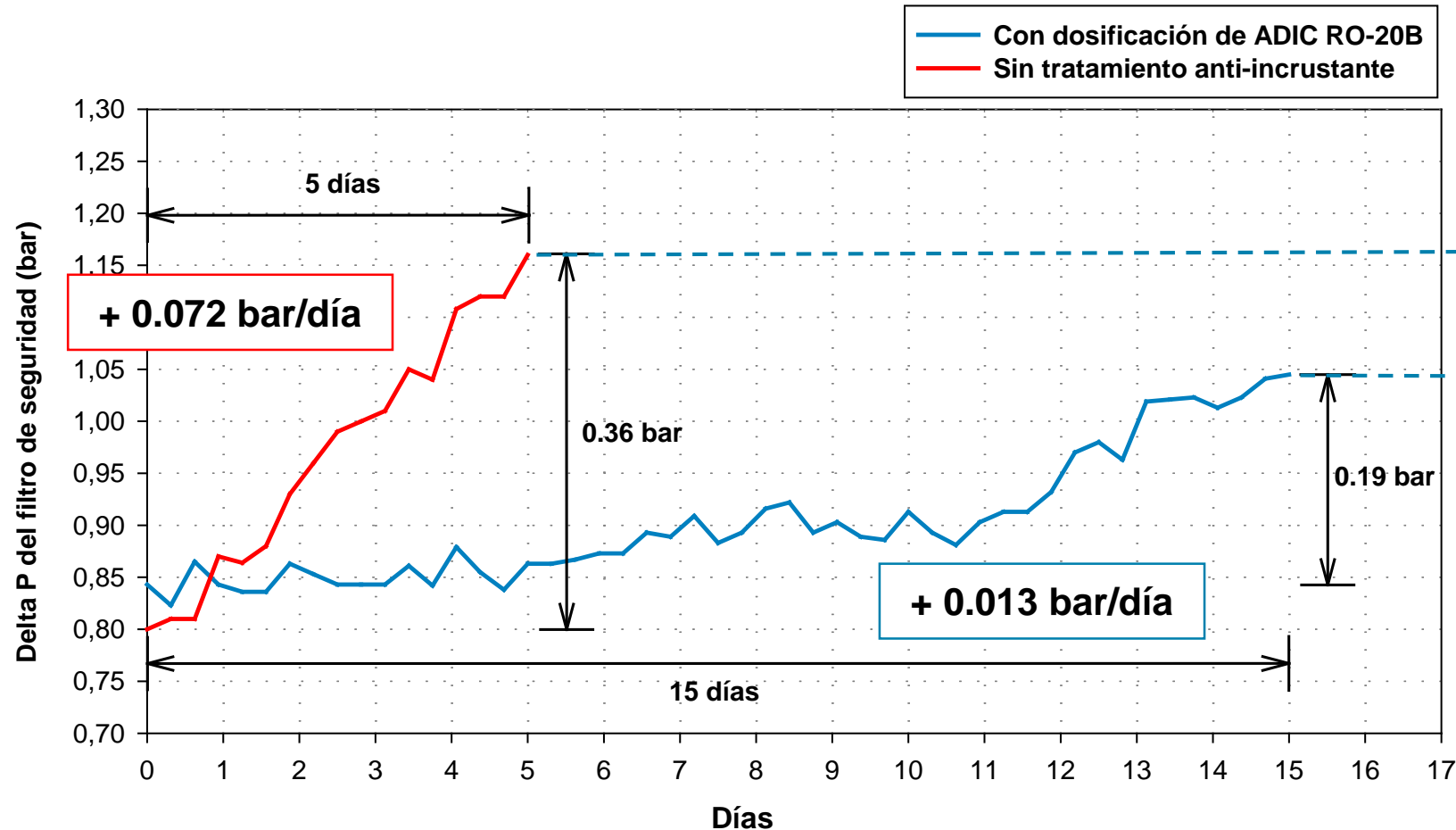


AdicRO



- > Elimina las limitaciones y restricciones de las predicciones de la formación de incrustaciones basadas en índices simplificados
- > Maximiza la conversión
- > Minimiza los costes de operación
- > Minimiza el impacto ambiental

Planta piloto de osmosis inversa - Filtro de seguridad

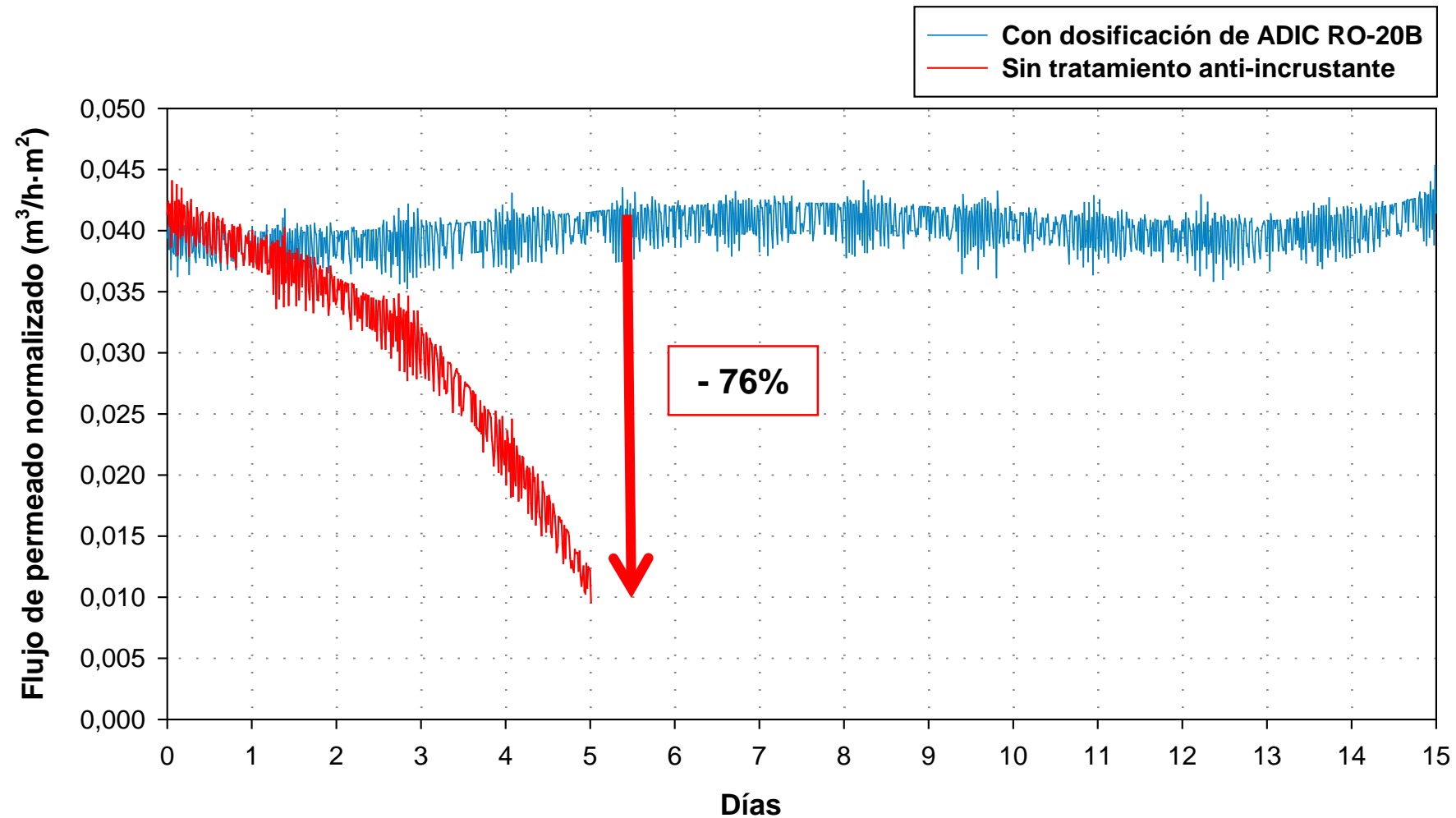


82% de reducción de la variación diaria de la Delta P

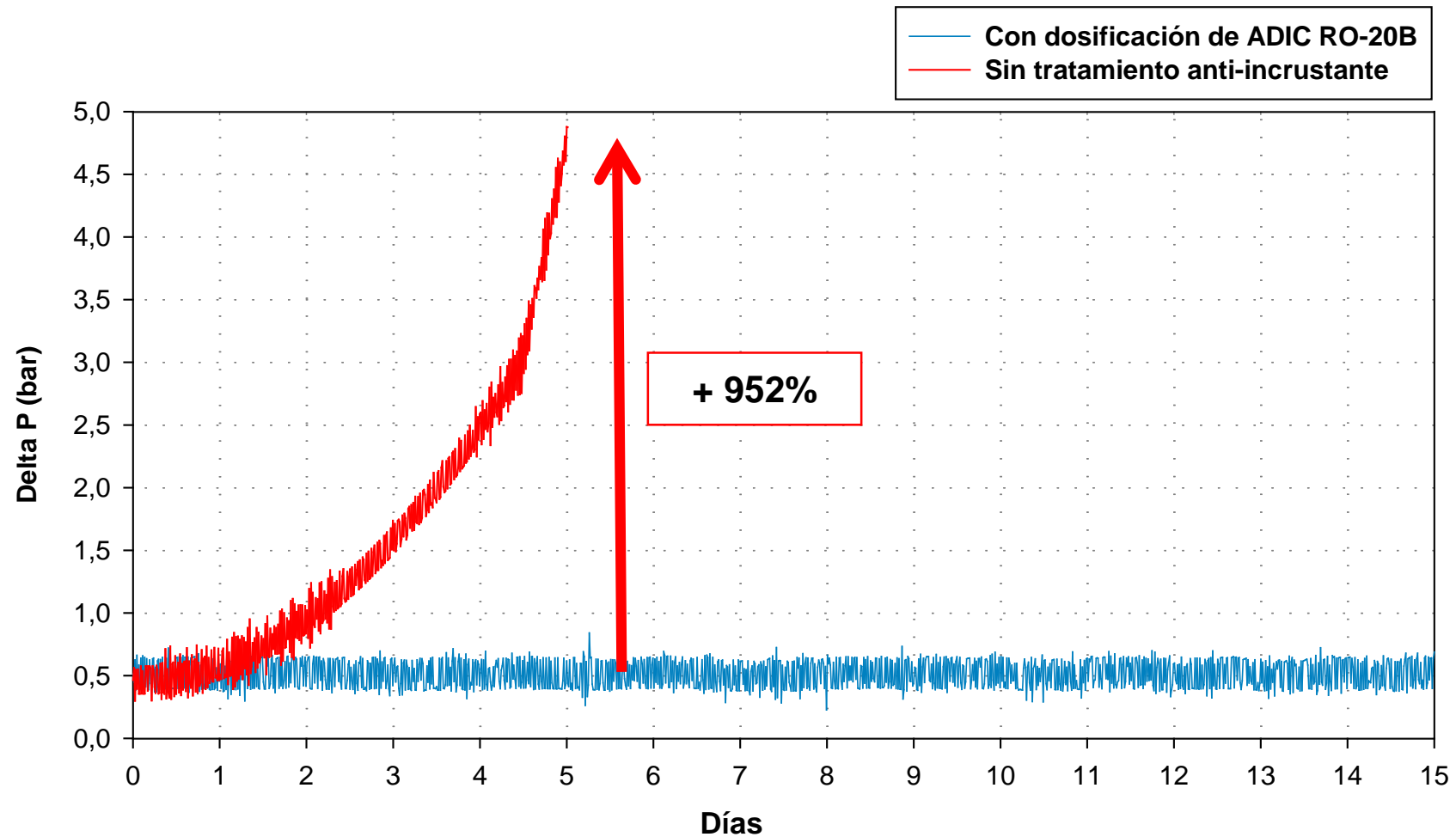
ADIC RO-20B

- > Previene el colapso prematuro de los filtros
- > Retarda el ensuciamiento por material coloidal

Planta piloto de osmosis inversa - Caudal de permeado normalizado



Planta piloto de osmosis inversa - Delta P



Conclusiones

- > El **ADIC RO-20B** es un anti-incrustante altamente efectivo que se está dosificando en desaladoras desde hace 10 años.

Presenta una dualidad anti-incrustante/dispersante:

- > Previene el colapso prematuro de los filtros, retarda su ensuciamiento y reduce la cantidad de coloides y precipitado de hierro y manganeso en la superficie de los filtros.
 - > Es efectivo para evitar la formación de incrustaciones en el rechazo y prevenir el ensuciamiento de las membranas por coloides en desaladoras
-
- > El **software ADICRO** es una herramienta que desde hace 20 años permite optimizar el funcionamiento de las plantas de osmosis inversa maximizando su conversión y minimizando los costes de operación y de impacto ambiental
 - > Modeliza exactamente la composición y el comportamiento del agua en el interior de las membranas
 - > Predice de forma muy precisa la formación de incrustaciones
 - > Calcula la dosis mínima de anti-incrustante para asegurar una completa protección de las membranas.



Gracias por su atención
www.adiquimica.com