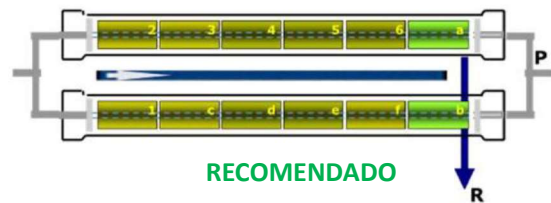
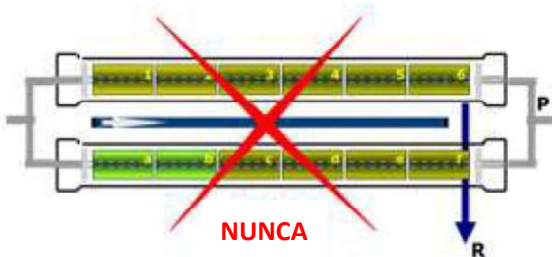




### Reemplazo de Membranas



### Reemplazo de Membranas





### Arranque del Sistema

#### Pre-arranque

- ✓ Verificar que el sistema de pretratamiento esta operando correctamente
- ✓ Residual de cloro libre = 0.00 ppm
- ✓ SDI : ideal < 3, máximo < 5
- ✓ Válvula de permeado abierta
- ✓ Válvula de rechazo abierta
- ✓ Llenar inicialmente el sistema con una presión < 7 bar

#### Arranque

- ✓ Comenzar a elevar la presión de alimentación a una tasa  $\leq 0.7$  bar/seg
- ✓ Desechar el rechazo y el permeado hasta obtener la calidad de agua requerida
- ✓ Comenzar a ajustar válvula de rechazo hasta obtener la recuperación deseada
- ✓ Asegurarse que la presión de alimentación no excede el nivel permitido
- ✓ Deje el sistema operando por una hora y verifique todos los parámetros de operación
- ✓ Confirme nuevamente estos valores 24 horas después. (Valores iniciales de Norm.)



### Parada del Sistema

#### • Procedimiento general

- ✓ Enjuagar el sistema, preferiblemente con permeado o agua fresca, sin cloro residual, al menos por 15 minutos
- ✓ El caudal del enjuague debe ser igual al utilizado para la limpieza de las membranas. Normalmente de 6.0 a 10.2 m<sup>3</sup>/hr
- ✓ Verificar que la conductividad del agua de entrada y del permeado es la misma antes de finalizar el enjuague
- ✓ Se debe interrumpir la dosificación de inhibidor de incrustación antes de realizar. El enjuague
- ✓ Si la parada va a ser menor de 24 horas no es necesario preservar las membranas
- ✓ No se deben dejar secar las membranas o los elementos perderán flujo irremediablemente.



## Preservación de las Membranas

- Procedimiento general
  - ✓ Se puede utilizar bisulfito de sodio al 1%.
  - ✓ Se debe medir el pH regularmente y reemplazar al solución si el pH < 3
  - ✓ Otra opción es utilizar productos comerciales a base de Isotiazolina solo si la membranas han estado en operación por lo menos durante un mes.
  - ✓ No utilizar glutaraldehído u otros aldehídos como biocidas



## Limpieza de Membranas... ¿Cuándo Realizarlas?

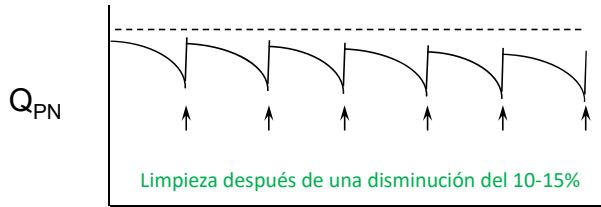
Es esencial limpiar las membranas en una etapa temprana de ensuciamiento. A menudo es difícil limpiar las membranas excesivamente sucias y pueden producirse daños irreversibles durante el proceso de limpieza. Se recomienda la limpieza cuando uno o más de los siguientes parámetros cambian en un 10 – 15% después de la normalización de los datos:

- Un aumento en la conductividad del agua permeado o en el paso de sales
- Un aumento en  $\Delta P$  en toda la planta
- Un aumento en la presión de alimentación
- Una disminución en el caudal de permeado normalizado (NPF)

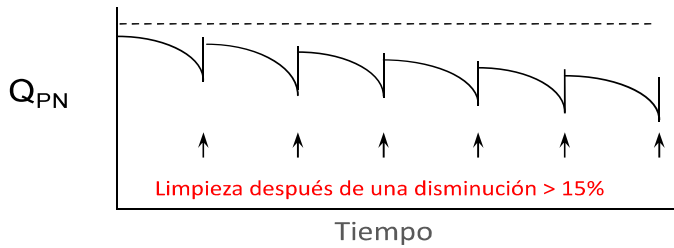
*Si alguno de los parámetros de desempeño anteriores se deteriora en más del 30%, puede ser imposible recuperar el rendimiento de la planta mediante prácticas de limpieza rutinarias.*



## Limpeza de Membranas... ¿Cuándo Realizarlas?



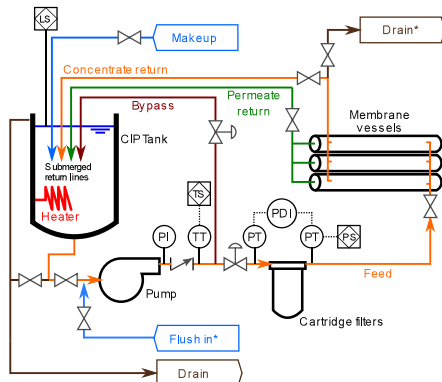
Limpezas después de una disminución del 10-15% maximiza el desempeño de la planta



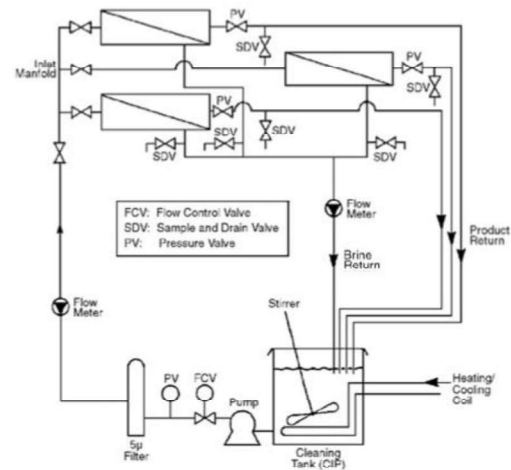
Esperar demasiado tiempo para limpiar reduce irreversiblemente el desempeño de la planta



## Limpeza de Membranas... Sistema de Limpieza en Sitio (CIP)



- LS- Level switch (low/high)
- PI- Pressure gauge
- TT- Temperature transmitter
- PT- Pressure transmitter
- PS- Pressure switch (set for max membrane diff. pressure)
- TS- Temperature switch
- PDI- Differential pressure indicator
- \*- Optional lines for faster CIP





## Limpieza de Membranas... Procedimientos Generales\*

- Caudales de recirculación de lavado recomendados

Díametro del elemento (plg)	Caudal de alimentación por vaso de presión (m <sup>3</sup> /hr)
2.5	0.7 - 1.2
4	1.8 - 2.3
6	3.6 - 4.5
8	6.8 - 9.1
8 (400 and 440 ft <sup>2</sup> area de membrana)	8.0 - 10.2

- La caída de presión máxima recomendada durante la limpieza de membranas de 8 pulgadas no debe exceder 1,4 bar [20 psi] por elemento o 4,1 bar [60 psi] para un recipiente a presión de varios elementos.
- Volumen de solución limpiadora recomendado por cada elemento:
  - Elementos de 4 plg – 19 Lts
  - Elementos de 8 plg – 55 Lts

\* Siempre consultar a los suplidores de los sistemas, membranas y químicos sus recomendaciones



## Limpieza de Membranas... Procedimientos Generales\*

- Temperaturas típicas recomendadas: 25 – 35 °C
- Remoje las membranas en solución de limpieza durante un mínimo de 15 minutos antes de la recirculación. Este procedimiento debe repetirse regularmente durante toda la limpieza.
- Enjuague bien las tuberías, las membranas y el tanque de limpieza con agua libre de cloro entre cada ciclo de limpieza y al devolver la planta al funcionamiento normal.
- Al limpiar una planta de varias etapas, limpie cada etapa individualmente

- **IMPORTANTE:**

No se asuste cuando la planta vuelva al servicio y las condiciones de operación no mejoren o sean incluso peores que al comienzo de la limpieza. Muchos de los limpiadores utilizados afectan temporalmente la estructura de soporte de membrana o polisulfona, y puede ser necesario un funcionamiento rutinario durante 4-24 horas para estabilizar las condiciones de funcionamiento.

\* Siempre consultar a los suplidores de los sistemas, membranas y químicos sus recomendaciones



### Limpieza de Membranas... Procedimientos Generales\*

#### 6 Pasos para realización de una limpieza de membranas:

1. Preparación de la solución limpiadora
2. Bombeo de la solución con bajo caudal (llenado/remojo)
3. Recirculación de la solución a bajo caudal hasta estabilizar temperatura de la solución limpiadora en el tanque de limpieza
4. Detener la bomba recirculadora y dejar en remojo por 1 hr aprox.
5. Recircular al caudal recomendado (normalmente por 30 – 60 min)
6. Enjuagar toda la solución limpiadora, preferiblemente con permeado a una temperatura mínima de 20°C.

\* Siempre consultar a los suplidores de los sistemas, membranas y químicos sus recomendaciones



### Limpieza de Membranas... Tipos de Limpieza\*

- Alcalinas
  - NaOH + EDTA – Para remoción de sulfatos ( $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{BaSO}_4$ )
  - NaOH + surfactante orgánico - Coloides, Sílice, Orgánicos, Biopelículas
- Ácidas
  - HCl – sales inorgánicas
  - $\text{Na}_2\text{SO}_4$  a pH 5 – óxidos metálicos
  - $\text{H}_3\text{PO}_4$  – alternativa de los dos anteriores
- Remoción de orgánicos
  - Limpieza alcalina seguida de limpieza ácida

\* Siempre consultar a los suplidores de los sistemas, membranas y químicos sus recomendaciones



## Limpieza de Membranas... Tipos de Limpieza\*

- Sanitización
  - Un surfactante alcalino para acondicionar y eliminar la biopelícula
  - Un biocida no oxidante de acción rápida para matar bacterias, levaduras y hongos
  - Un surfactante alcalino para descomponer y eliminar la biopelícula restante
  - Un lavado ácido para eliminar el hierro y los depósitos inorgánicos

\* Siempre consultar a los proveedores de los sistemas, membranas y químicos sus recomendaciones



### Agua cruda

- Muy baja salinidad o UHP (Pureza Ultra Alta) - TDS < 50 mg/l
- Baja salinidad (aguas municipales) – TDS ≤ 500 mg/l
- Salinidad mediana (Aguas subterráneas) - TDS ≤ 5.000 mg/l
- Alta salinidad (aguas salobres) – 5.000 > TDS ≤ 15.000 mg/l
- Agua de mar - TDS ≈ 35.000 mg/l

### Agua tratada

- Uso en aplicaciones industriales típicas
- Uso en aplicaciones industriales específicas
  - Farmacéutica
  - Alimenticia
  - Electrónica
  - Generación de vapor
- Uso potable
- Uso riego
- Uso recreativo



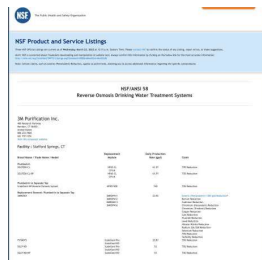
## Algunas normas nacionales de calidad de agua potable

- Argentina: Ley 26.221 - ANEXO A.- NORMAS MINIMAS DE CALIDAD DE AGUA PRODUCIDA Y DISTRIBUIDA
- Brasil: PORTARIA GM/MS Nº 888, DE 4 DE MAIO DE 2021
- Chile: NCh409/1.Of2005
- México: NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-127-SSA1-1994
- Venezuela: NUMERO SG-018-98 - Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable

Guías útiles de la OMS disponible en internet



NSF/ANSI 58  
Reverse Osmosis Drinking  
Water Treatment Systems



NSF/ANSI/CAN 60  
Drinking Water Treatment  
Chemicals - Health Effects

