

ÓSMOSIS INVERSA: “NOCIONES BÁSICAS DE BUENAS PRÁCTICAS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO”

Carlos Pernía Ríos – Gerente Comercial

SOBRE NUESTRO PANELISTA

Ing. Carlos Pernia



- Ingeniero Ambiental egresado de la Universidad del Táchira – Venezuela.
- Estudios de Maestría en Electroquímica Fundamental y Aplicada en la Universidad de los Andes – Venezuela.
- Profesional del agua desde el año 2010.
- Diplomado en Gerencia Estratégica de Proyectos por el Centro Interamericano de Investigación Ambiental y Territorial CIDIAT – ULA.
- Experiencia laboral como Coordinador de Gestión Ambiental en el rubro de Frigoríficos Industriales con la empresa Frigouraba en Colombia, Jefe de Proyectos en EDS Industriales SA en Venezuela, Ingeniero de Proyectos en Mercantil Interamericana SAC en Perú y actualmente liderando la Gerencia Comercial en ACQUETECH.
- Promotor de nuevas tecnologías y soluciones en el tratamiento de agua en industrias y municipalidades.
- Apasionado indiscutible por el rubro del tratamiento del agua.

AGUA: ASPECTOS GENERALES

AGUA: ASPECTOS GENERALES

- ✓ RECURSO AGUA Y CONTAMINACIÓN AMBIENTAL:
 - ✓ Distribución y cantidad del recurso disponible



- Provisión fija aproximada de $1,36 \times 10^{18} \text{ m}^3$ (Van Der Leeden et al., 1990).
- 97,2% océanos, El 2,8% agua dulce.
- De ese 2,8%, el 75% son glaciares y hielos polares y atmosfera.
- Solo 25% como agua dulce superficial, del cual, 99% es de difícil absceso.
- Disponible, solo 0,0004% de la cantidad original, de 17300 L/persona.día, solo se cuenta con **35 L/persona.día**.

CONTEXTUALIZANDO TU SISTEMA DE TRATAMIENTO

¿DÓNDE ESTAMOS Y A DONDE QUEREMOS LLEGAR?



¿?



¿DÓNDE ESTAMOS Y A DONDE QUEREMOS LLEGAR?



**NO ES SOLO DISEÑO... TAMBIEN CUENTA
COMO GESTIONAMOS Y OPERAMOS**

¿DÓNDE ESTAMOS Y A DONDE QUEREMOS LLEGAR?

CONCEPTUALIZACION

DISEÑO

EJECUCION

PROGRAMAS Y PLANES
DE GESTIÓN

DOCUMENTOS
TECNICOS

IMPLEMENTACION

ESTANDARIZACIÓN

CONTROL Y
SEGUIMIENTO

MEJORA CONTINUA

¿POR DONDE EMPEZAR?

Parámetros y Criterios de diseño:

- Fuente de agua
- Calidad del agua fuente
- Aplicación o uso del agua.
- Espacio disponible.
- Suministro eléctrico.
- % eficiencia esperada.
- Relación Producto/agua cruda.
- Vida útil de los componentes.
- Supervisión requerida.
- Actividades requeridas – Operación
- Costo del m3.



CONCEPTUALIZACION

DISEÑO

¿POR DONDE EMPEZAR?

Herramientas

- Memoria descriptiva de la planta.
- Manual de operación y mantenimiento
- Parámetros operativos de los equipos que componen al sistema.
- Preparación de soluciones químicas.
- Programa químico.
- Control de horas operativas.
- Contadores de agua tratada y usada en la planta de tratamiento.
- Contadores de agua producto.
- Programa de control de parámetros de calidad.
- Control de insumos y consumibles.
- Control de “No Conformidades”



DISEÑO

EJECUCIÓN

PROGRAMAS Y
PLANES DE GESTIÓN

DOCUMENTOS
TECNICOS

PRINCIPALES PARAMETROS DE CALIDAD DE AGUA

PARÁMETROS DE CALIDAD

FISICOS

- Sólidos Suspendidos Totales.
- Sólidos Disueltos Totales.
- Turbidez.
- pH
- Conductividad Eléctrica.
- Color.
- Olor.
- Sabor.
- Temperatura.
- SDI

QUIMICOS

- Alcalinidad.
- Dureza.
- Aceites y Grasas.
- Acidez.
- COT y NOM.
- Contenido de Hidrocarburos.
- Compuestos Orgánicos.
- Metales Disueltos y Totales.
- Cloruros.
- Sulfatos.
- Nitratos y Nitritos.
- Carbonatos y bicarbonatos.
- NTK.
- Sílice.

MICROBIOLOGICOS

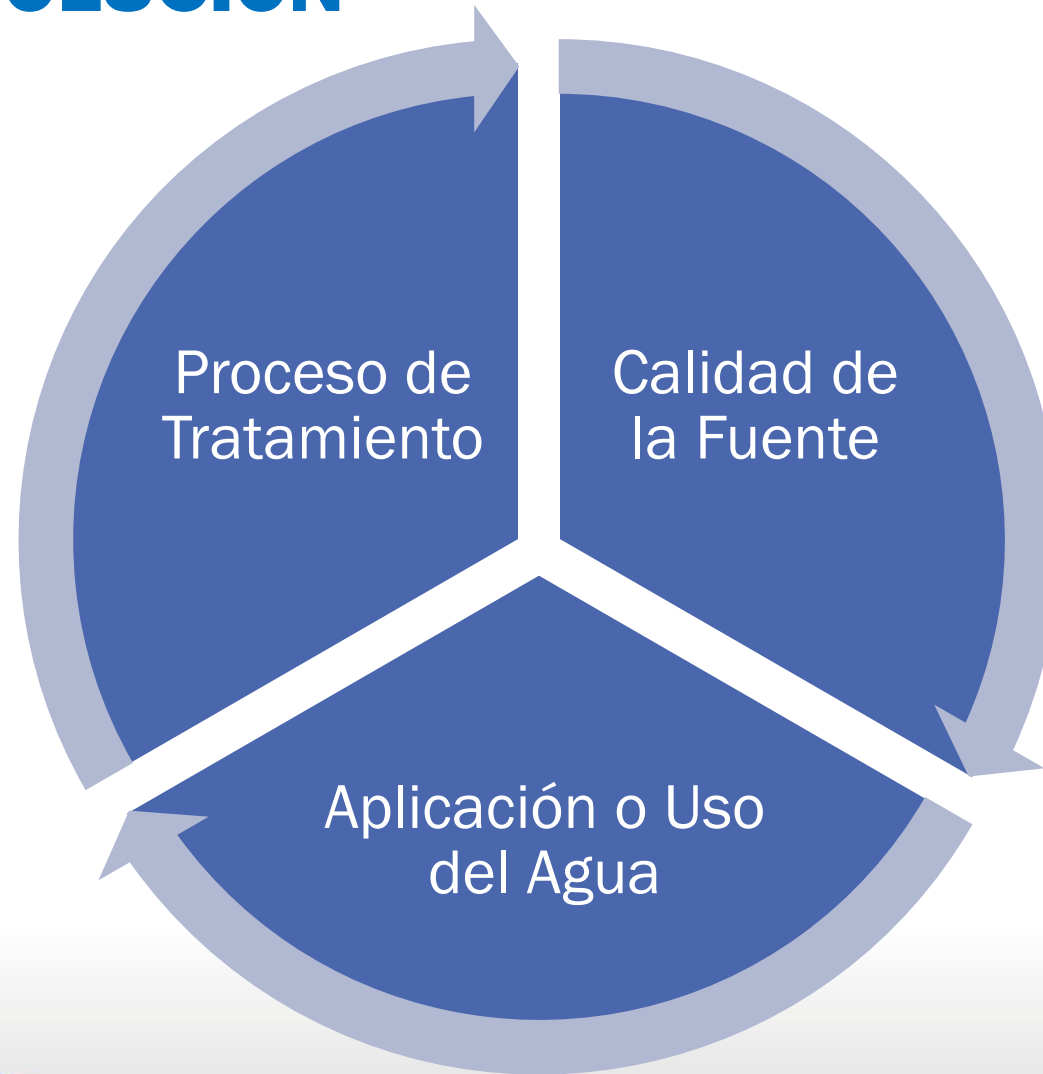
- Coliformes Totales.
- E. Coli.
- Coliformes Fecales.
- Heterótrofos.
- Huevos y larvas de Helmintos.
- Protozoarios patógenos.
- Virus.
- Algas.
- Nematodos.
- Legionela.

¿ES MI PLANTA DE TRATAMIENTO SUFICIENTE?



EVALUANDO CONTAMINANTES – TRATAMIENTO CORRECTO

PROBLEMA - SOLUCIÓN



PROBLEMA - SOLUCIÓN

DISEÑO

MICRO-ORGANISMOS	➡	• OXIDANTES. • SISTEMAS UV (120 mJ/cm²)
TURBIDEZ	➡	• COAGULACION – FLOCULACION – SEDIMENTACION • MODULO DE ULTRAFILTRACIÓN
SOLIDOS SUSPENDIDOS	➡	• FILTRACIÓN (ARENA, MULTIMEDIA, ZEOLITA) • FILTROS AUTOLIMPIANTES • MODULO DE ULTRAFILTRACIÓN
COMPUESTOS ORGANICOS (OLOR, COLOR, SABOR)	➡	• CARBON ACTIVADO

PROBLEMA - SOLUCIÓN

DISEÑO

ALUMINIO



- PRECIPITACION QUIMICA + FILTRACION
- ULTRAFILTRACIÓN
- RESINAS DE ADSORCION

BORO



- OSMOSIS INVERSA (PREVIO AJUSTE DE pH)
- RESINAS DE INTERCAMBIO IONICO

ARSENICO



- PRECIPITACION QUIMICA
- ULTRAFILTRACION.
- MEDIOS DE OXIDOS DE HIERRO
- MEDIOS DE OXIDOS DE TITANIO
- RESINAS DE INTERCAMBIO IONICO.
- OSMOSIS INVERSA (PREVIA OXIDACION)

HIERRO Y
MANGANESO



- AIREACIÓN – PRECIPITACIÓN - FILTRACIÓN
- MEDIOS DE OXIDO DE MANGANESO (KATALOX, BIRM, GREENSAND)
- ULTRAFILTRACIÓN

PROBLEMA - SOLUCIÓN

DISEÑO

DUREZA



- PRECIPITACIÓN QUÍMICA
- ABLANDADORES (RESINAS DE INTERCAMBIO IONICO)
- NANOFILTRACIÓN

ALCALINIDAD



- PRECIPITACIÓN QUÍMICA.
- DOSIFICACIÓN DE ACIDO.
- DESMINERALIZACIÓN (RESINAS DE INTERCAMBIO IONICO)

SULFATOS



- DESMINERALIZACIÓN (RESINAS DE INTERCAMBIO IONICO)
- NANOFILTRACIÓN
- OSMOSIS INVERSA

CLORUROS



- DESMINERALIZACIÓN (RESINAS DE INTERCAMBIO IONICO)
- OSMOSIS INVERSA

PROBLEMA - SOLUCIÓN

DISEÑO

SILICE



- ADSORCIÓN CON SALES DE MAGNESIO.
- RESINAS DE INTERCAMBIO IONICO.
- OSMOSIS INVERSA (JUNTO CON ANTIICRUSTANTES)

ACEITES Y
GRASAS



- DAF
- STRAINERS
- FILTRACIÓN CON TIERRAS DIATOMEAS.

CONDUCTIVIDAD
ELECTRICA Y
SOLIDOS
DISUELTOS



- DESMINERALIZACIÓN (RESINAS DE INTERCAMBIO IONICO)
- OSMOSIS INVERSA

TOC



- RESINAS DE INTERCAMBIO IONICO
- SISTEMAS UV.

¿ESTARÁ BIEN DIMENSIONADO?

MAL DIMENSIONAMIENTO

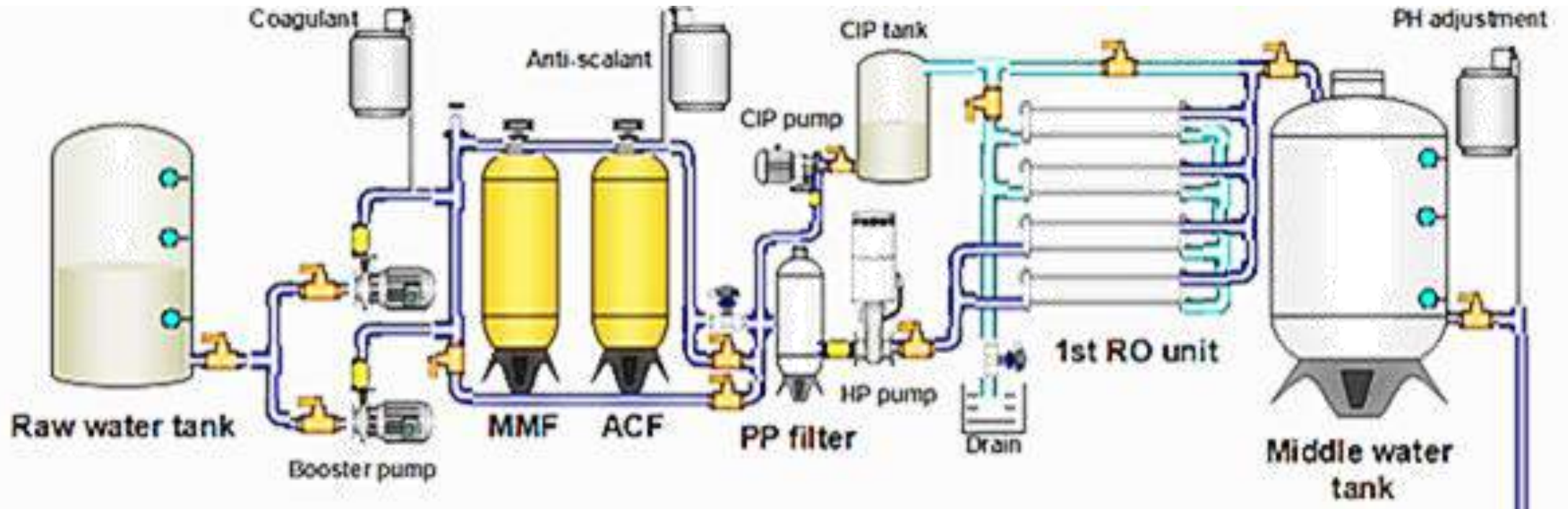
DISEÑO

- Saturación.
- Congestión.
- Inconvenientes.
- Accidentes.
- Imprevistos.
- Retrasos.
- Ineficiencia.
- Costos mas altos.



COMPONENTES DE UNA PLANTA DE OSMOSIS INVERSA

DISEÑO



ALIMENTACIÓN: SISTEMA DE BOMBEO

DISEÑO

EJECUCION

- Materiales correctos según la calidad del agua (ASME - ASTM).
- Correcta Instalación:
 - Base solida y nivelada.
 - Soportes para tubería.
 - Si la succión es negativa, inclinación ascendente la tubería.
 - Si la succión es positiva, inclinación descendente en la tubería.
 - Garantizar velocidad correcta en tubería de succión.
 - Si hay presencia de solidos, filtro Y en la succión.
 - Reducción excéntrica en succión, concéntrica en salida.
 - Válvula Check y Válvula de estrangulación o cierre.
 - Eje Bomba-Motor alineado.

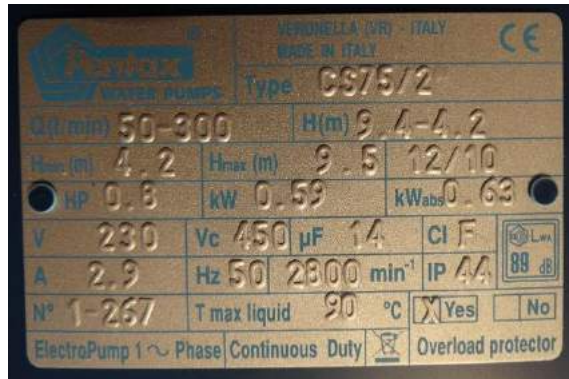


ALIMENTACIÓN: SISTEMA DE BOMBEO

DISEÑO

EJECUCION

- Garantizar el punto de operación correcto. (Presión – Caudal)
- Los valores de Presión y Caudal deben ser los óptimos para todos los ciclos en los P.U. aguas abajo.

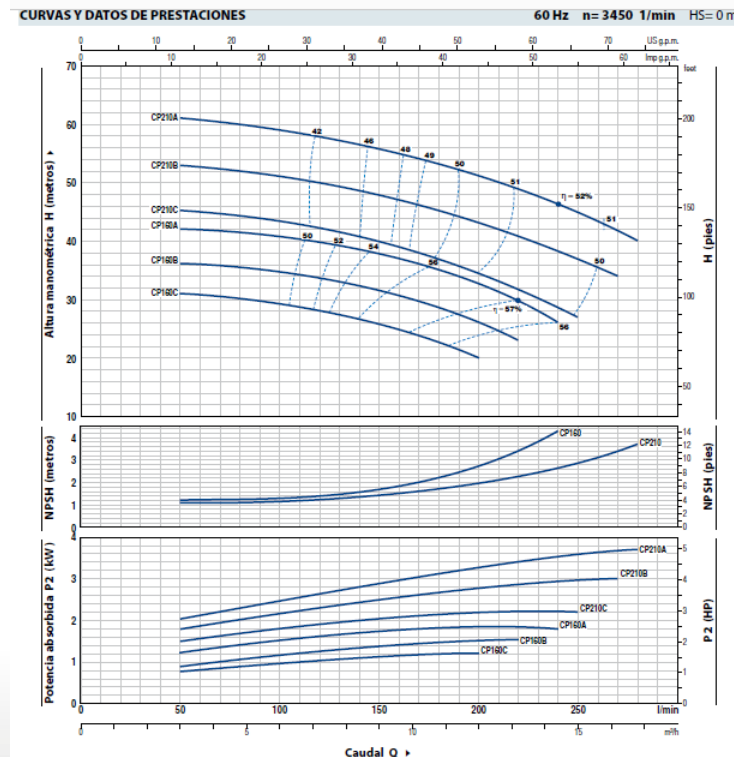


Dimensiones:

Tipo	Dimensiones mm.										Peso Kg.
	A	B	C	D	E	F	H1	H2			
CPA 40T	80	25	235	120	100	155	110	140			6
CPA 40M	80	25	235	120	100	155	110	140			6
CPA 60T	80	29	250	138	115	160	125	155			9.5
CPA 60M	80	29	250	138	115	160	125	155			9.5

Prestaciones y características:

Tipo	Motor P2	l/min	5	10	15	17	20	25	30	40	50	Ø 100P
	kW	HP	0.3	0.8	0.8	1	1.2	1.5	1.8	2.4	3	Ø 100P
CP 50M	0.37	0.5	40	33	28.5	24	20.5	15	9.5	3		Ø 1"
CPA 40T	0.37	0.5	35	29	24	20	15	10	5			Ø 1"
CPA 40M	0.37	0.5	35	29	24	20	15	10	5			Ø 1"
CPA 60T	0.6	0.8	32.5	47	43	40	37	32	27	26	7.5	Ø 1"
CPA 60M	0.6	0.8	32.5	47	43	40	37	32	27	26	7.5	Ø 1"

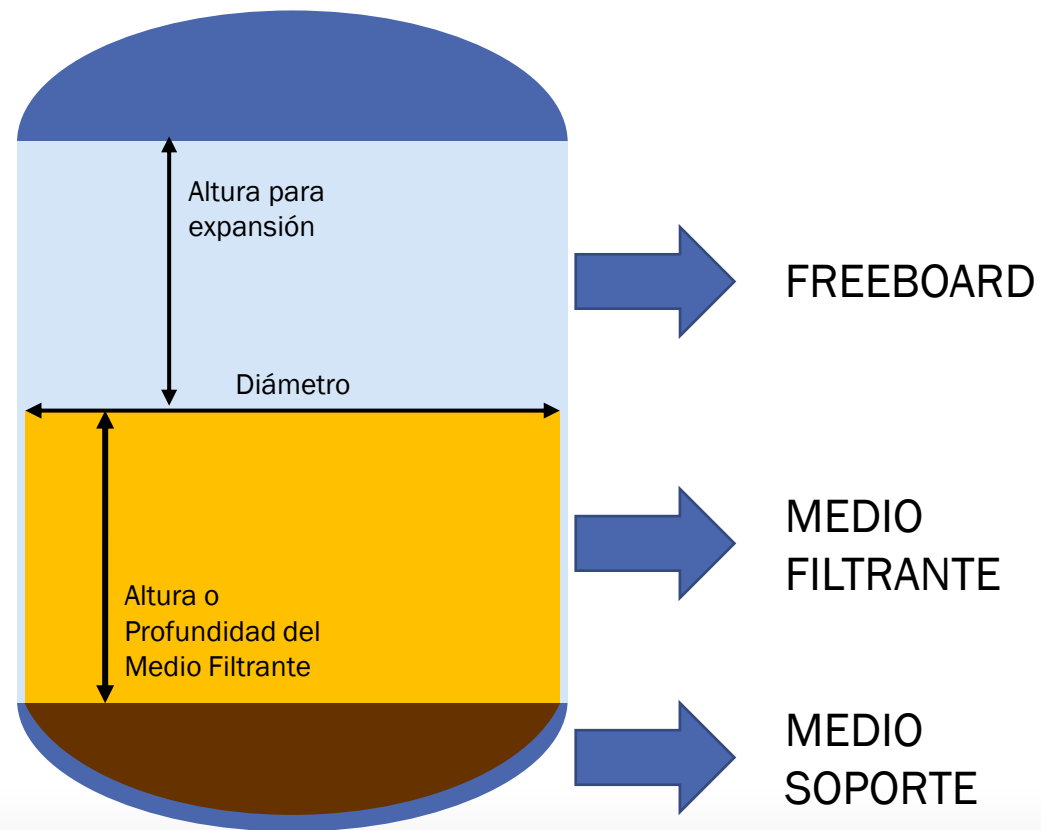
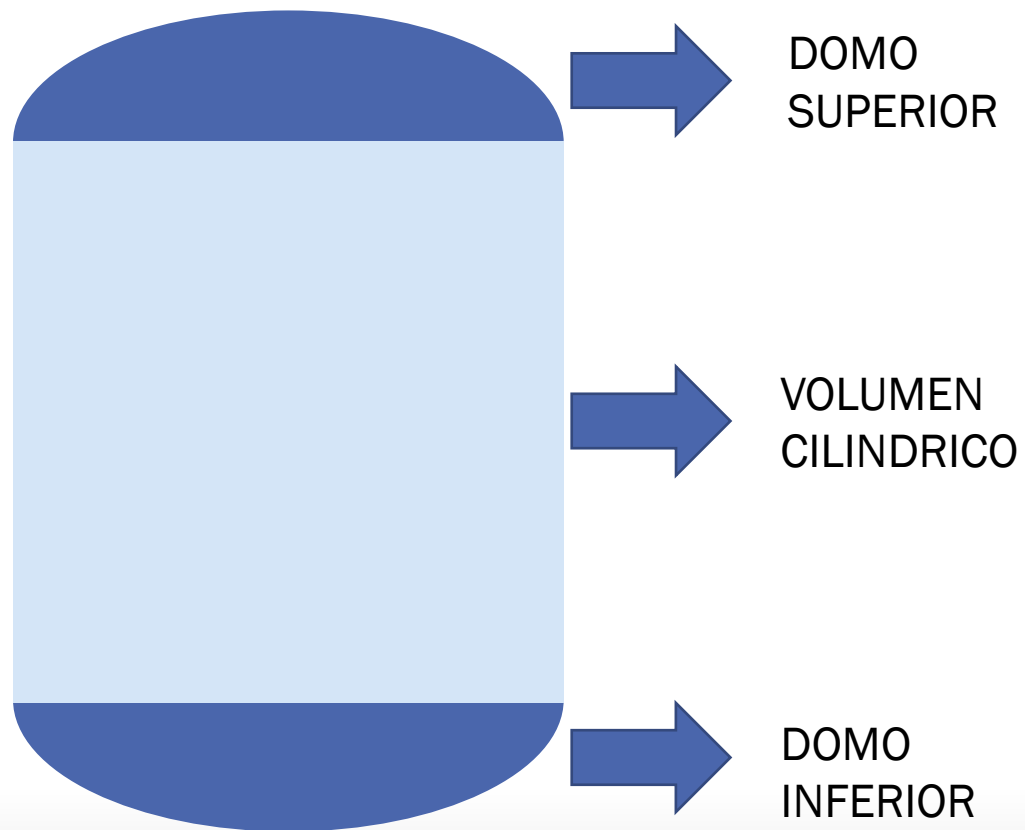


FILTROS Y ABLANDADORES



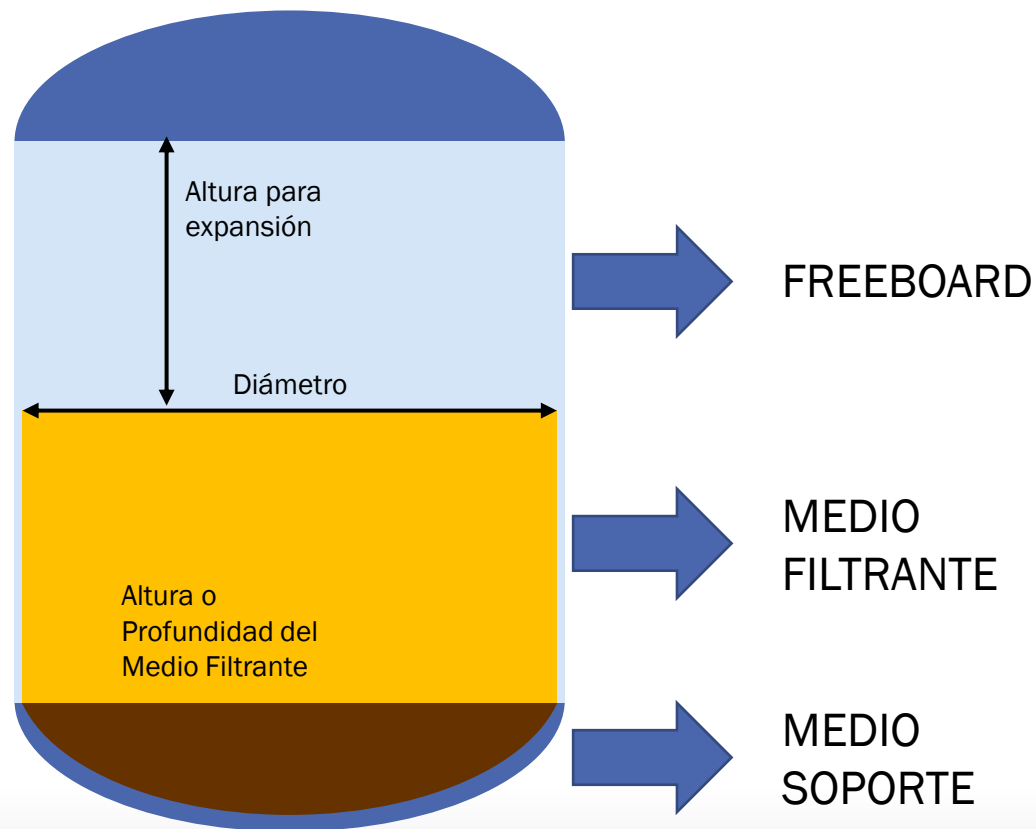
FILTROS Y ABLANDADORES

DISEÑO



FILTROS: ARENA – MM – ZEOLITA – GAC - GREENSAND

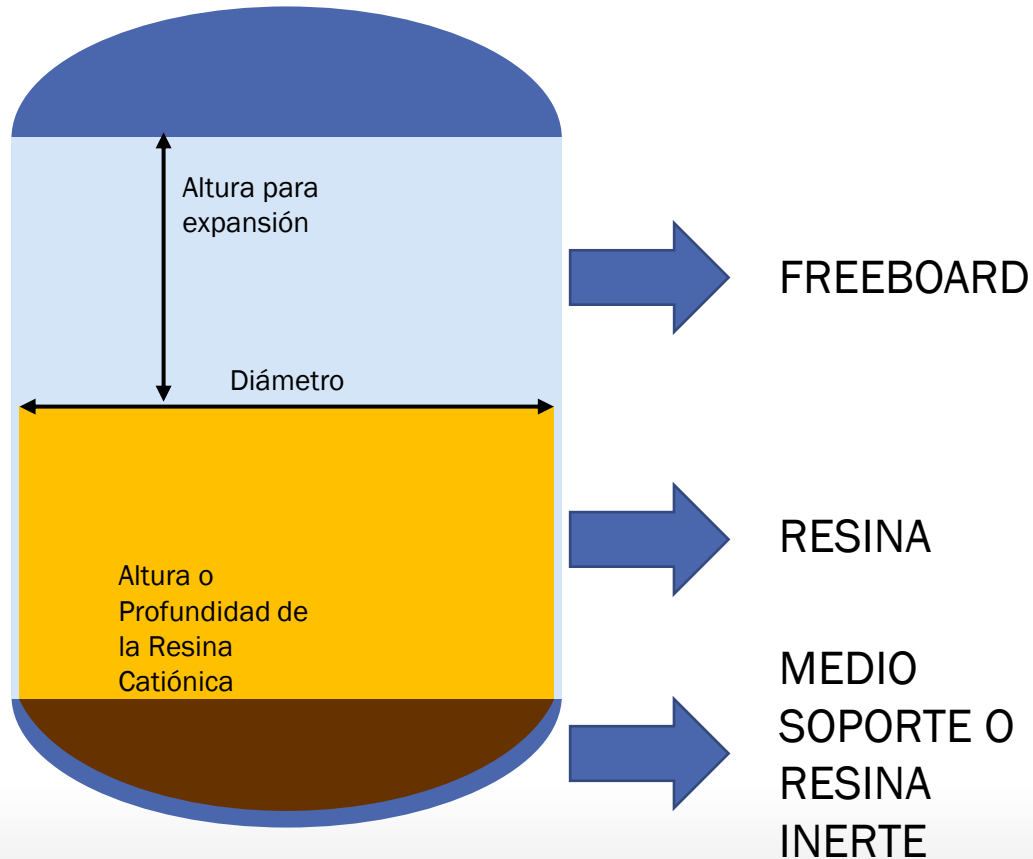
DISEÑO



- **VELOCIDAD O FLUX DE SERVICIO:**
 - $V = Q/A$; gpm/pie² ó m/h
- **VELOCIDAD O FLUX DE RETROLAVADO:**
 - $V = Q/A$; gpm/pie² ó m/h
- **FREEBOARD:**
 - $FB = ((\pi \cdot d^2)/4) \cdot h_e$
 - $\%FB = (FB/V_{mf}) \cdot 100$
 - El resultado debe estar dentro de lo establecido en ficha técnica.
- **VOLUMEN DE MF (V_{mf}):**
 - $V_{mf} = ((\pi \cdot d^2)/4) \cdot h_{mf}$

ABLANDADORES

DISEÑO



- **VELOCIDAD O FLUX DE SERVICIO:**
 - $V = Q/Vol_{res}$; gpm/pie³
- **VELOCIDAD O FLUX DE RETROLAVADO:**
 - $V = Q/A$; gpm/pie³
- **FREEBOARD:**
 - $FB = ((\pi.d^2)/4).h_e$
 - $\%FB = (FB/V_{res}).100$
 - El resultado debe estar dentro de lo establecido en ficha técnica.
- **VOLUMEN DE RESINA (V_{res}):**
 - $V_{res} = ((\pi.d^2)/4).h_{res}$

ABLANDADORES

DISEÑO



- El tanque de salmuera debe garantizar siempre una reserva para todas las regeneraciones demandadas al día.
- Tener siempre establecido la capacidad de adsorción de dureza del ablandador. (Revisar la capacidad por litro en ficha técnica).



PARAMETROS OPERATIVOS – FILTROS Y ABLANDADORES

DISEÑO

Medios Filtrantes	Velocidad de Servicio		Velocidad de Backwash		pH	Minima altura de Cama (IN)	Freeboard
Multimedia	5 - 10	gpm/pie ²	15 - 20	gpm/pie ²	-	-	
Antracita	5 - 20	gpm/pie ²	12 - 18	gpm/pie ²	1 - 14	24"-36"	
Arena	5	gpm/pie ²	15 - 20	gpm/pie ²	-	-	
Zeolita	12 - 20	gpm/pie ²	13 - 22	gpm/pie ²	1-11	36"-48"	40% - 50%
Katalox Light	4 - 8	gpm/pie ²	8 - 12	gpm/pie ²	5.8 - 10.5	29"-47"	30% - 40%
Carbón Activado	3 - 5	gpm/pie ²	8 - 10	gpm/pie ²	-	26" - 30"	30% - 40%

SISTEMAS DE DOSIFICACIÓN DE QUÍMICOS

DISEÑO

EJECUCION



DOSIFICACIÓN DE QUÍMICOS

DISEÑO

EJECUCION

COLORO



- REMOCION DE PATOGENOS Y MICROORGANISMOS
- OXIDACIÓN PREVIO KATALOX, GREENSAND.

METABISULFITO



- SECUESTRANTE DE COLORO

COAGULANTES
Y FLOCULANTES



- DESESTABILIZACIÓN Y AGREGACIÓN DE PARTICULAS
- PREVIO A FILTROS MM
- PREVIO A SISTEMA UF

ACIDOS O
BASES



- AJUSTE DE pH

ANTIINCRUSTANTE



- INHIBICION DE INCRUSTACIONES Y DISPERCIÓN DE SALES

DOSIFICACIÓN: PUNTOS DE INTERES

DISEÑO

EJECUCION

Conocer el químico a dosificar:

- Nombre del químico.
- Dilución de trabajo.
- Densidad del químico en solución.
- Viscosidad
- Dosis deseada del químico.

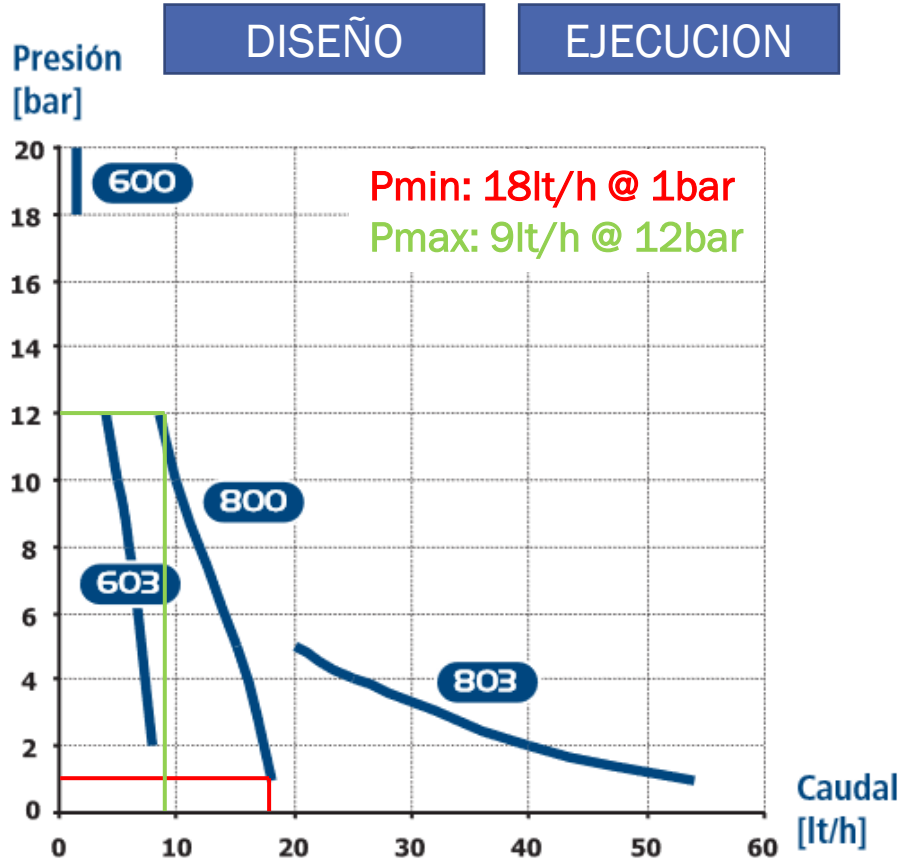
Conocer las condiciones operativas:

- Presión en el punto de dosificación.
- Caudal en el punto de operación.
- Altura respecto al suelo del punto de dosificación.

Conocer el sistema de dosificación

- Curva Q-P de la bomba dosificadora.
- ¿Se ajusta el caudal deseado a la contrapresión que ejerce la línea en donde se inyectará el químico?
- ¿La bomba trabaja dentro del rango de 20% - 80% de su capacidad?
- ¿Se hace necesario algún dispositivo de control como válvula de contrapresión o válvula multifunción?
- ¿La bomba ha sido seleccionada tomando en cuenta la viscosidad del fluido?
- ¿Para cuanto tiempo de operación a la dilución de trabajo tiene capacidad el tanque de químico?
- ¿Esta bien instalada la bomba según el manual de instalación del fabricante?

DOSIFICACIÓN: PUNTOS DE INTERES



Se conoce la dosis en ppm, se conoce el caudal de la línea a tratar, y se ha calculado el equivalente en lt/h que necesitamos inyectar:

- Se necesita dosificar 2lt/h
- Contrapresión de la línea: 2,8 bar
- Según curva: 16 lt/h @ 2,8 bar
- Porcentaje bomba: $(2\text{lt/h} / 16\text{lt/h}) * 100 = 12,50\%$ **NO CUMPLE**

Se necesita instalar una válvula de contrapresión en el punto de inyección, o en su defecto, una válvula multifunción.

Tengo la posibilidad de seleccionar una válvula de contrapresión, que eleva esta variable a 10 bar.

- Según curva: 10 lt/h @ 10bar
- Porcentaje bomba: $(2\text{lt/h} / 10\text{lt/h}) * 100 = 20\%$ **CUMPLE**

OPERANDO BIEN TU SISTEMA

DOSIFICACIÓN: PUNTOS DE INTERES

- Unidades de tratamiento son correctas.
- Pretratamiento bien diseñado.
- Contamos con:
 - Calidad de Agua a tratar.
 - Calidad de Agua requerida.
 - Memoria descriptiva de la planta de tratamiento.
 - Parámetros operativos de puesta en marcha.
 - Manual de operación y mantenimiento.

**TODO ESTÁ OK!!!
PODEMOS OPERAR**



SISTEMA EN GENERAL: OPERACIÓN

PROGRAMAS Y PLANES
DE GESTIÓN

DOCUMENTOS
TECNICOS

CONTROL Y
SEGUIMIENTO

- Verificar presiones de trabajo.
- Verificar fugas en tuberías, partes, accesorios y equipos.
- Verificar horas de retrolavado
- Realizar monitoreos de calidad de agua (Parámetros de interés) durante el pre y post tratamiento.
- Revisar calibración de instrumentos y sensores.



FILTROS Y ABLANDADORES: OPERACIÓN

RETROLAVADOS (FILTROS EN GENERAL)

Frecuencia:

- Programación por tiempo.
- Programación por diferencial de Presión.

Condiciones para retrolavar:

- Caída de presión = aumento de 10 psi
- Tiempo de duración: según ficha técnica.

Detalles de interés:

- Si la eficiencia no es la esperada y no se registra caída de presión, medio compactado.
- Fuga de material filtrante en servicio, toberas defectuosas.

REGENERACIONES (ABLANDADOR)

Frecuencia:

- Programación por tiempo.
- Programación por Volumen.
- Programación por diferencial de concentración de dureza.

Condiciones para Regenerar

- Fuga de dureza mayor a la permitida.
- Programación en función de lo requerido en ficha técnica y la válvula de control.

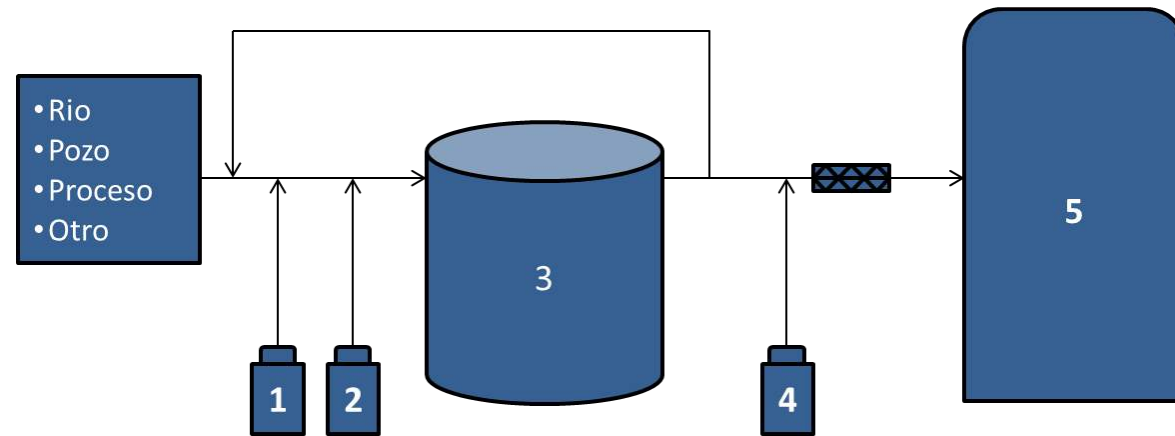
Detalles de interés:

- Si la eficiencia no es la esperada después de varias regeneraciones, evaluar realizar una limpieza química de la resina y en ultima instancia, el cambio de la misma.

FILTROS DE OXIDO DE MANGANESO: OPERACIÓN

EFICIENCIA (KATALOX, GREENSAND, FILOX)

- Cloro previo al medio filtrante.
- Mezclador estático.
- 0,5 ppm de cloro a la salida del filtro.
- Para la remoción de Manganeso, el pH debe ser mayor a 8,1.
- Para la remoción de Arsénico:
 - Fe:As - 20:1
 - pH entre 6,8-7,2.
- ¿No es eficiente?
 - ¿Puesta en marcha correcta?.
 - ¿Correcto dimensionamiento?.



1. NaOCl
2. Ajuste de pH
3. Tanque de Contacto
4. FeCl3
5. Filtro.

SISTEMAS DE DOSIFICACIÓN

PROGRAMAS Y PLANES
DE GESTIÓN

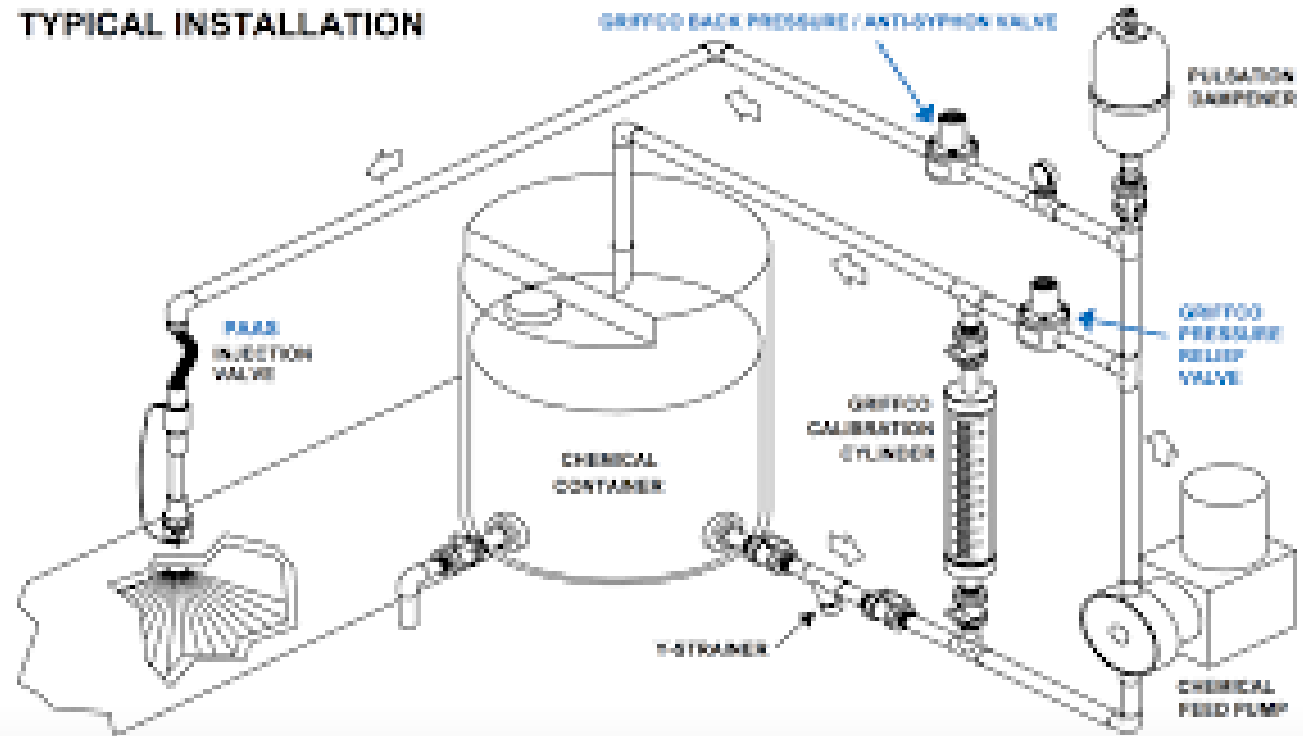
DOCUMENTOS
TECNICOS

CONTROL Y
SEGUIMIENTO

VERIFICACIÓN DE OPERACIÓN

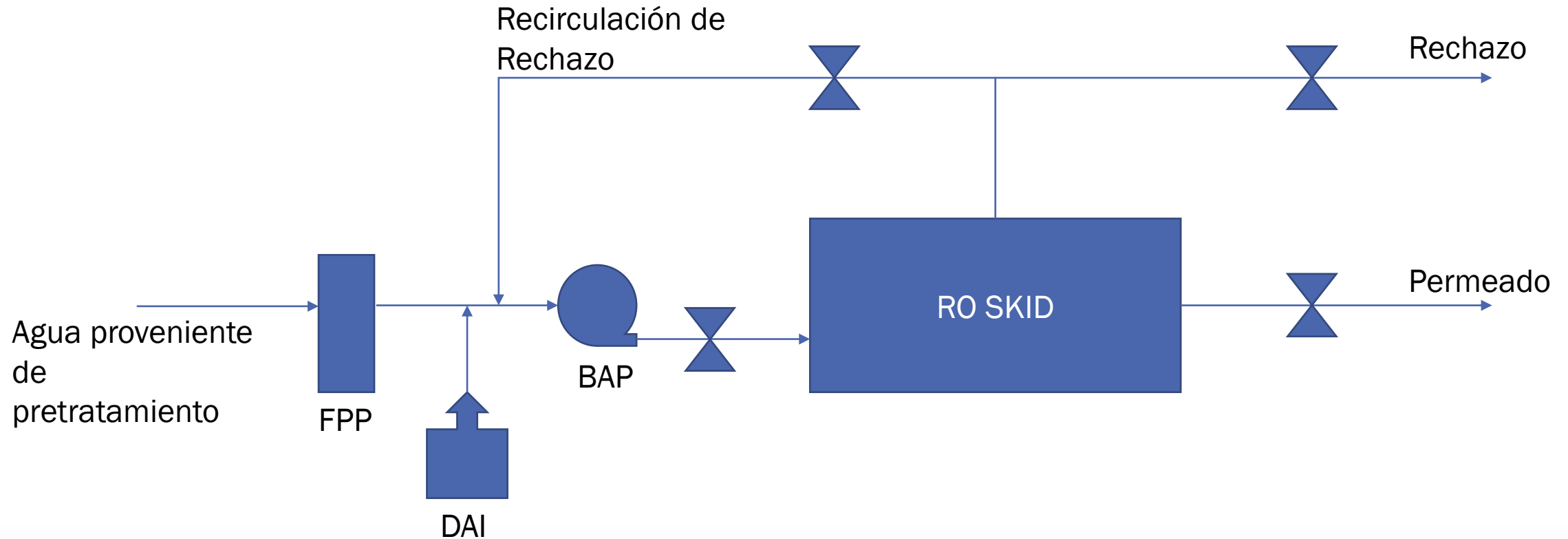
- Revisar líneas de succión y/o inyección.
- Revisar el punto de inyección.
- Revisar que las cantidades de solución química dentro del contenedor (homogénea?).
- Revisar la línea de alivio.
- Revisar la válvula de aislamiento en el punto de inyección.
- Verificar buen funcionamiento del sensor o boya de nivel.

TYPICAL INSTALLATION



OPERANDO EL SISTEMA DE OSMOSIS INVERSA

OSMOSIS INVERSA: EQUIPAMIENTO PRINCIPAL



EQUIPAMIENTO Y PARAMETROS OPERATIVOS



PRE-FILTROS TIPO
CARTUCHO



- GENERALMENTE DE POLIPROPILENO
- SU FUNCIÓN ES GENERAR UNA BARRERA DE PROTECCION ANTE UNA FALLA EN LOS FILTROS DEL PRETRATAMIENTO.
- SU FRECUENCIA DE CAMBIO LA DICTA EL DIFERENCIAL DE PRESIÓN EN EL TIEMPO, LA CUAL NO DEBE EXCEDER LOS 8 PSI



ANTI-
INCRUSTANTE



- SU FUNCION PRINCIPAL ES INHIBIR LA CRISTALIZACIÓN DE LAS SALES Y DISPERSARLAS
- HAY DIFERENTES TIPOS, SU SELECCIÓN DEPENDE DE LA CALIDAD DEL AGUA. NO ES UN COMMODITIE
- SU SOBREDOSIFICACIÓN PUEDE GENERAR ENSUCIAMIENTO EN LAS MEMBRANAS.



BOMBA DE
ALTA PRESIÓN



- SU FUNCIÓN ES GARANTIZAR LA PRESIÓN QUE REQUIERE EL SISTEMA PARA REMOVER LOS SOLIDOS DISUELTOS EN EL AGUA.

EQUIPAMIENTO Y PARAMETROS OPERATIVOS



SKID RO



- LO INTEGRA:
 - ESTRUCTURA METALICA
 - PORTAMEMBRANAS O HOUSINGS
 - MEMBRANAS
 - CONTROLADOR O PLC



MEMBRANAS
RO



- DIMENSIONES ESTANDAR.
- DIVERSOS TIPOS SEGÚN CALIDAD DEL AGUA FUENTE Y DESEADA:
 - ALTO RECHAZO
 - BAJA ENERGIA
 - BAJO ENSUCIAMIENTO
- LA PRODUCCIÓN DE PERMEADO ES DETERMINADA POR EL FLUX..
- LOS PARAMETROS OPERATIVOS GENERALMENTE LOS DICTA EL FABRICANTE SEGÚN LA CALIDAD DE AGUA, EN CUYO CASO EL DISEÑO SE REALIZA MEDIANTE UN SOFTWARE PROPIEDAD DEL MISMO



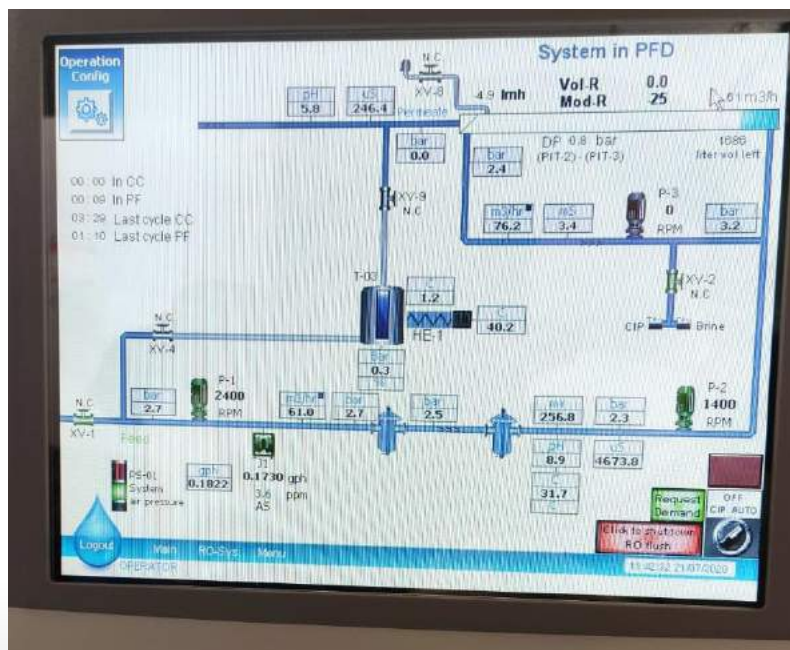
Raw Water Source	RO Perm.	Brackish		Brackish		Seawater		Seawater		Waste Tertiary	Waste Tertiary
Intake/Pretreatment Type	RO	Well Intake		Surface Intake		Well Intake, UF/MF with Surface Intake		Conv. with Surface Intake		MF/UF	Conv.
Fouling Potential	None	Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	High	High
Feed Water Parameters											
SDI (@ 15min % time)	1	3		5		3		5		3	5
Typical TOC (ppm as C)	0.5	2		3		2		2		5	5
Maximum BOD (ppm as O ₂)	1	4		6		4		4		10	10
Maximum COD (ppm as O ₂)	1.5	6		9		6		6		15	15
Design Parameters											
System Average Flux (gfd)	20	15.9	14.7	12.4	10.6	8.8	7.6	7.6	7.1	10.6	8.8
Element Average Flux (gfd)	32.9	24.7		18.8		20.6		18.8		16.5	14.1
Recommended Element Polarization	1.3	1.2		1.2		1.2		1.2		1.2	1.2
Q+ Projection Software Design Alarm Conditions											
Maximum Element Flux (gfd)	28	25		19		21		19		16	14
Maximum Element Recovery (%)	30	20		16		16		14		13	12
Maximum Element Feed Flow (gpm)	80	80		80		80		80		80	80
8" Minimum Element Concentrate Flow (gpm)	10	13		14		13		14		15	15
4" Minimum Element Concentrate Flow (gpm)	2	3		3		3		3		3	4
Maximum ΔP per Vessel (psi) for 7 Elements Length	50	50		50		50		50		50	50
Maximum ΔP per Element (psi)	15	15		15		15		15		15	15
Polarization Index	1.3	1.2		1.2		1.2		1.2		1.2	1.2

EQUIPAMIENTO Y PARAMETROS OPERATIVOS

CONTROL DEL SISTEMA



- LA PRODUCCION DEL SISTEMA Y EL FLUX ES CONTROLADO POR EL OPERADOR MEDIANTE LA VALVULA DE RECHAZO.
- UN SISTEMA RO DEBE REFLEJAR COMO MINIMO LOS SIGUIENTES VALORES OPERATIVOS (SEA ESTE AUTOMATIZADO O NO):



Parametro	Agua Cruda	Alimentación	Permeado	Rechazo
Fecha y Tiempo		X		
Caudal			X	X
Presión			X	X
Conductividad		X	X	X
Turbidez	X	X		
ORP		X		
SDI	X	X		

NORMALIZACIÓN DE DATOS



NORMALIZACIÓN DE DATOS



- Predicción de problemas operativos.
- Definir mantenimientos preventivos a tiempo.
- Reducción de OPEX.
- Permite diagnosticar con mayor facilidad cualquier tipo de problema en el sistema.
- Permite evaluar con mayor facilidad la eficiencia de productos nuevos como limpiadores químicos y Antiincrustantes.

NORMALIZACIÓN DE DATOS

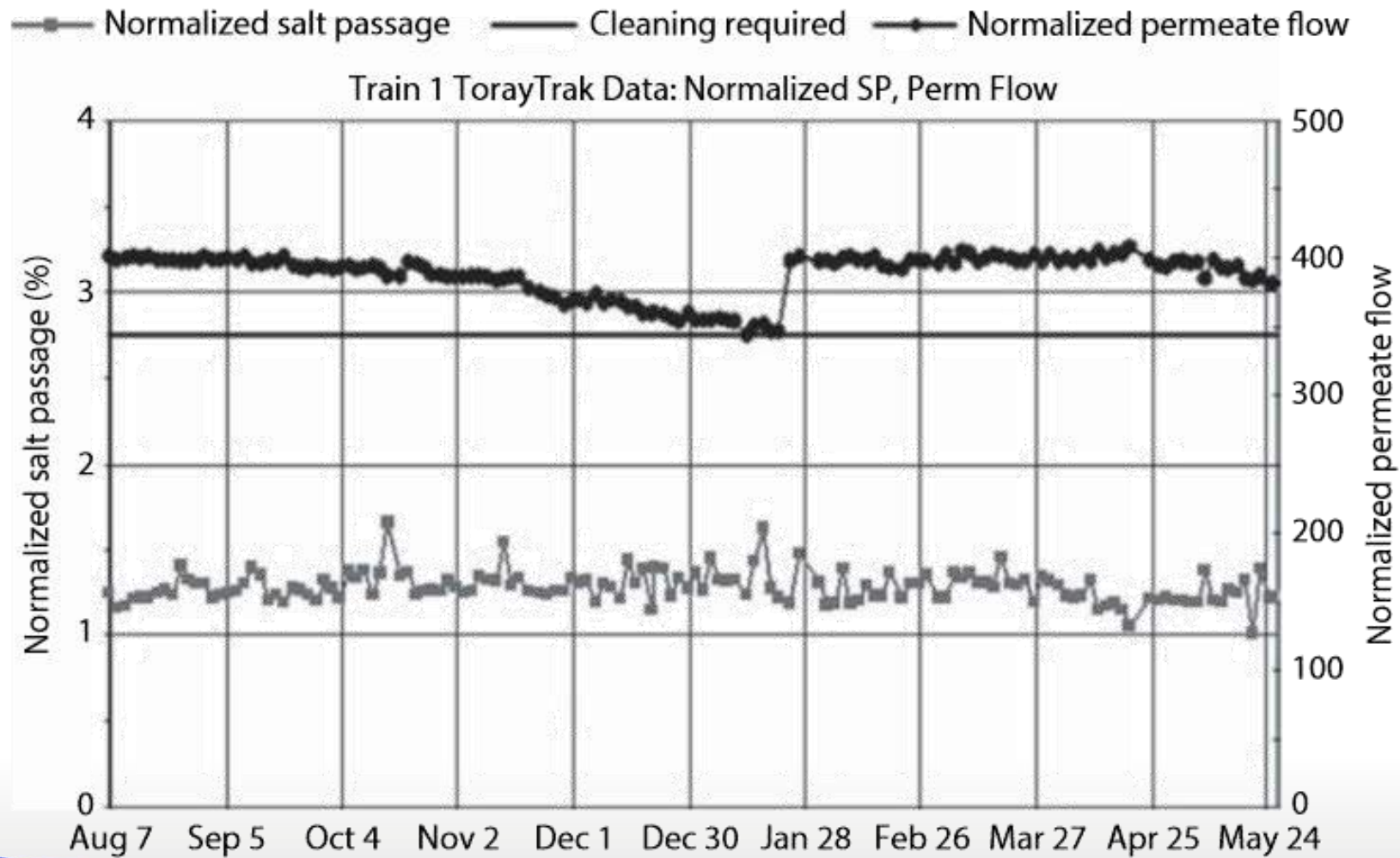
- Las condiciones operativas siempre son diferentes (temperatura, presión, concentración)
- Esta diferencia interfiere en la estandarización del proceso, y por ende la toma de decisiones.
- Factores como el ensuciamiento, incrustaciones y degradación de la membrana, en gran parte son consecuencia de las variables mencionadas anteriormente.

CAUDAL PERMEADO
NORMALIZADO (NPF)

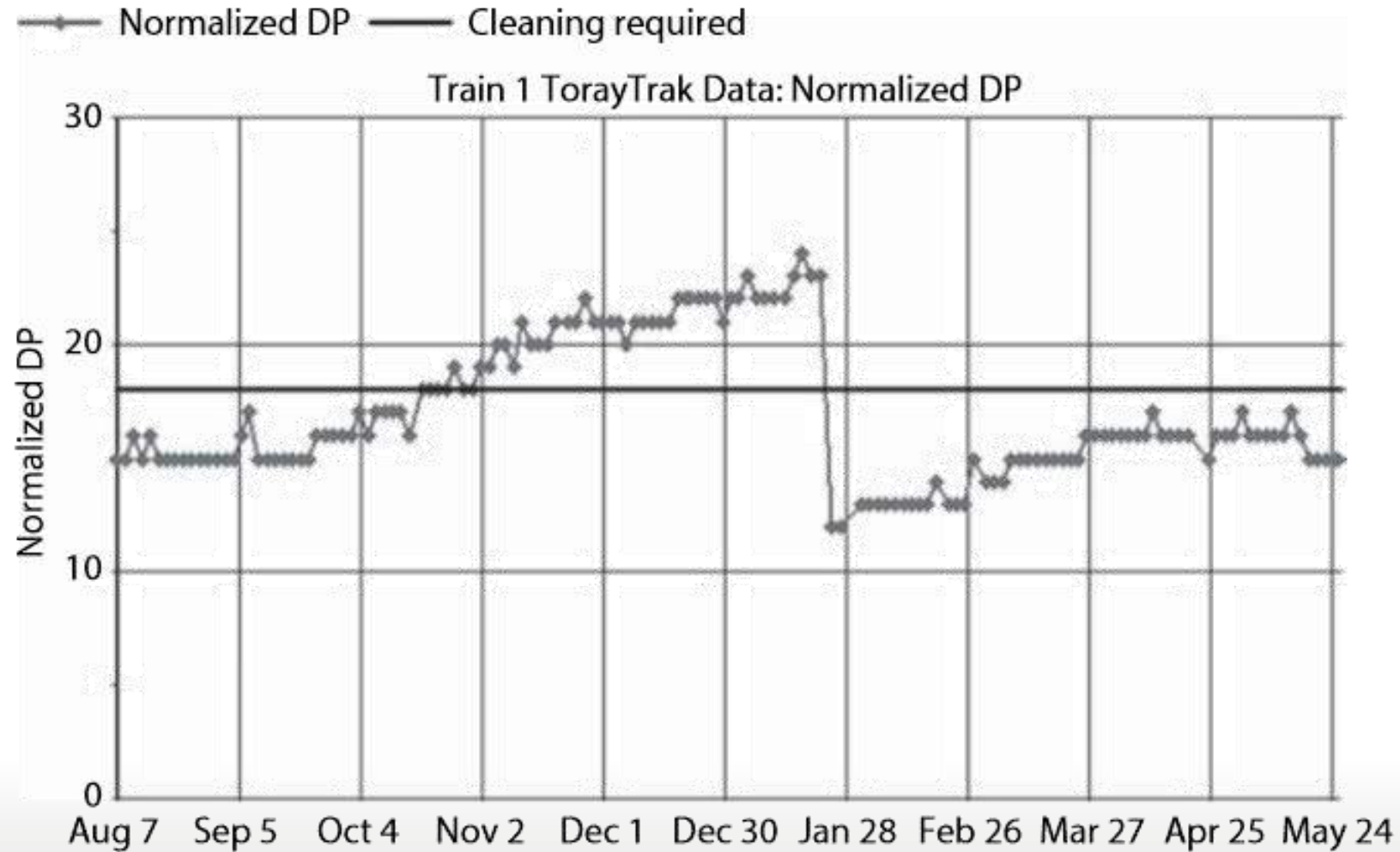
CAIDA DE PRESIÓN
NORMALIZADA (NDP)

RECHAZO DE SALES
NORMALIZADO (NSR)

NORMALIZACIÓN DE DATOS



NORMALIZACIÓN DE DATOS



NORMALIZACIÓN DE DATOS

FLUX PROMEDIO DEL
SISTEMA

RECHAZO DE SALES

FLUX ESPECIFICO

% DE RECUPERACIÓN

PRESIÓN OSMOTICA
PROMEDIO P/C y F/C

FACTOR DE CONCENTRACIÓN

PRESION OSMOSTICA
PROMEDIO DE LA
ALIMENTACION

NET PRESSURE DRIVING
FORCE

MANTENIMIENTO PREVENTIVO: RECOLECCIÓN DE DATOS

FRECUENCIA	Datos Diarios	Normalización	SDI	Calidad de Agua	Balance de Masa	Inspección de FPP	Revisión y Calibración de Sensores Críticos	Revisión y Calibración de Sensores	Revisión de Unidades de Pretratamiento	Calibración de bombas dosificadoras	Mantenimiento de Bombas	Estudios de Elución	Limpieza de Membranas
DIARIA	X	X	X										
SEMANAL		X*	X*			X**							
MENSUAL				X	X		X		X		X		
CUATRIMESTRAL								X		X		X	X

COMO REDUCIR LA VELOCIDAD DE ENSUCIAMIENTO E INCRUSTACION

LANGELIER
SATURATION
INDEX - LSI



CUANTIFICA LA TENDENCIA DEL AGUA A SER INCRUSTANTE O CORROSIVA. SE BASA EN EL pH Y TEMPERATURA. ES VALIDA HASTA 4000 ppm DE TDS

STIFF-DAVIS
SATURATION
INDEX - SDSI



CUANTIFICA LA TENDENCIA DEL AGUA A SER INCRUSTANTE O CORROSIVA. SE BASA EN EL pH Y TEMPERATURA. ES VALIDA A PARTIR DE LOS 4000 ppm DE TDS

COMO REDUCIR LA VELOCIDAD DE ENSUCIAMIENTO E INCRUSTACION

CCNI

API

SILICATO DE
CALCIO A pH
NEUTRO

SPKI

SILICATO DE
CALCIO A ALTO pH

Y SI SE ENSUCIAN O INCRUSTAN... PUES HAY QUE LIMPIAR

RECOLECCION Y NORMALIZACION DE DATOS
PERMITIRA IDENTIFICAR:

¿Cuándo Limpiar?

- Perdida del 10 al 15% del caudal de permeado normalizado.
- Incremento del 10 al 15% en la perdida de presión normalizada.
- Reducción del 1 al 2% in rechazo de sales normalizado.

En la limpieza siempre se debe seguir las instrucciones y procedimientos del fabricante de químicos y membranas.



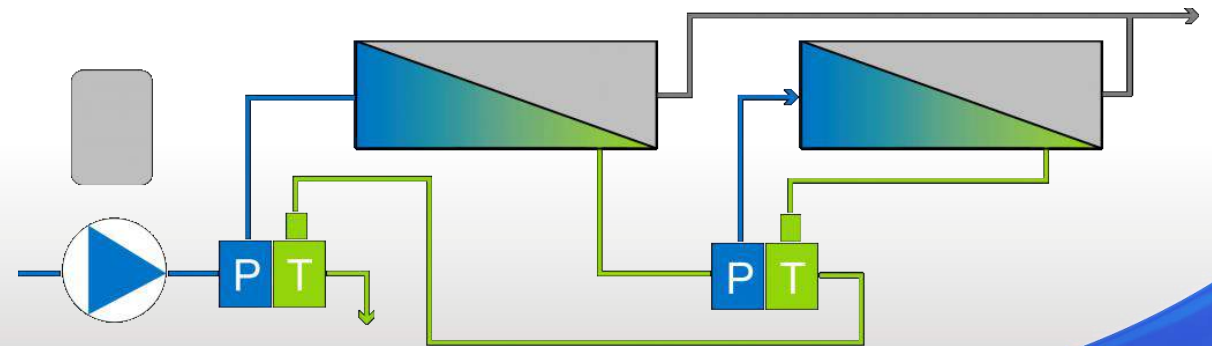
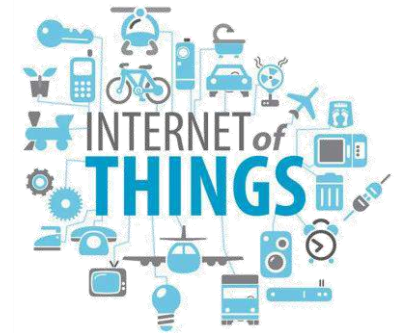
¿CÓMO AHORRAR?

- Siempre asesorarse con especialistas.
- Iniciar siempre con una caracterización completa de la calidad del agua.
- Selección correcta de membranas.
- Selección del antiicrustante correcto.
- Asegurando parámetros operativos óptimos.
- Documentación de datos que nos permitan saber el antes y el después.



¿CÓMO AHORRAR?

- **Cambios de tecnologías:**
 - Evaluar cambios de filtros media por filtros autolimpiantes.
 - Cambiar biocidas por sistemas UV a media presión.
 - Cambiar sistemas de tratamiento físico-químicos por sistemas UF.
- Automatización y control remoto por plataformas 4.0 e IoT.
- Recuperación de energía y optimización de flux.
- Energías Alternativas.
- Siempre asesorarse con especialistas.





GRACIAS POR SU ATENCIÓN!

ING. CARLOS DAVID PERNIA RIOS.

LinkedIn: CARLOS PERNIA RIOS.

TLF: +51 961 754 236

Mail: cpernia@acquetech.com

