



**ALADYR**  
ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE  
DESALACIÓN Y REÚSO DE AGUA

# **LA FILTRACIÓN POR CARTUCHOS EN EL PRE-TRATAMIENTO DE SISTEMAS DE ÓSMOSIS INVERSA DE AGUA DE MAR Y SALOBRE**

Por: Leo Tua Parra – Piedmont Sales Manager (Américas)

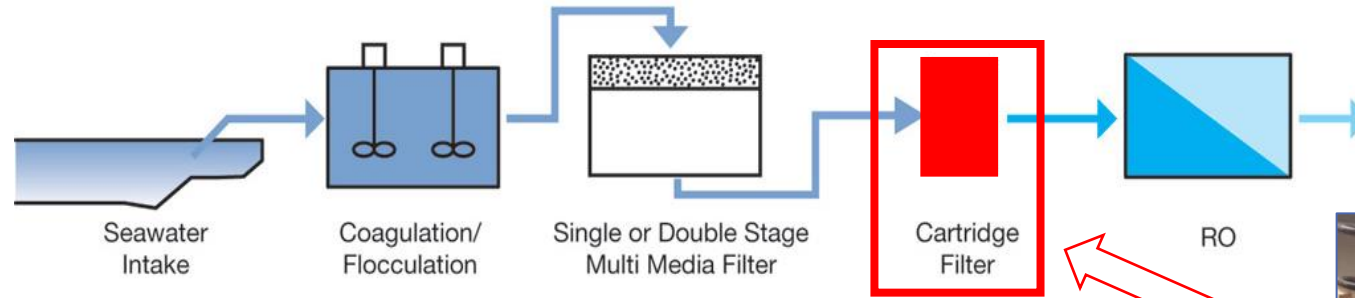
# SOBRE NUESTRO PONENTE



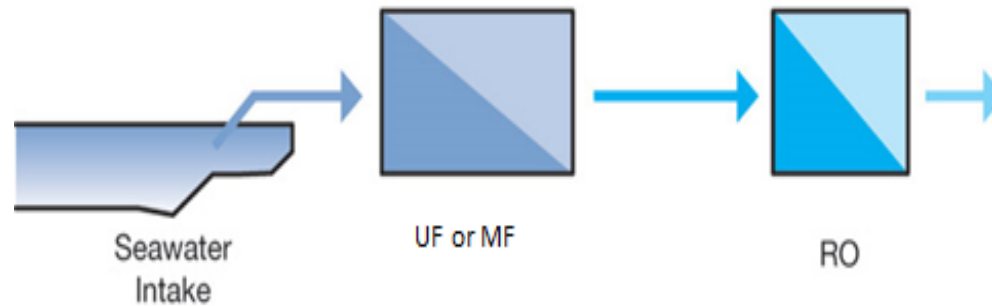
Leo Tua Parra es Ingeniero de Producción de la Universidad Simón Bolívar - Venezuela, con Máster en Tratamiento de Aguas de la Universidad de Alicante - España. Cuenta con 13 años de experiencia en el sector del agua. Desde el año 2016 se une a la empresa Piedmont Pacific como Gerente de Ventas, para América del Norte y América del Sur, estableciendo estrategias exitosas y alianzas claves, para el desarrollo de negocios. Leo Tua Parra es un profesional orientado a los negocios, apasionado por agregar valor a los clientes en la industria del agua.

# INTRODUCCIÓN

# DOS OPCIONES DE PRE-TRATAMIENTO



Pre-Tratamiento Convencional de Ósmosis Inversa

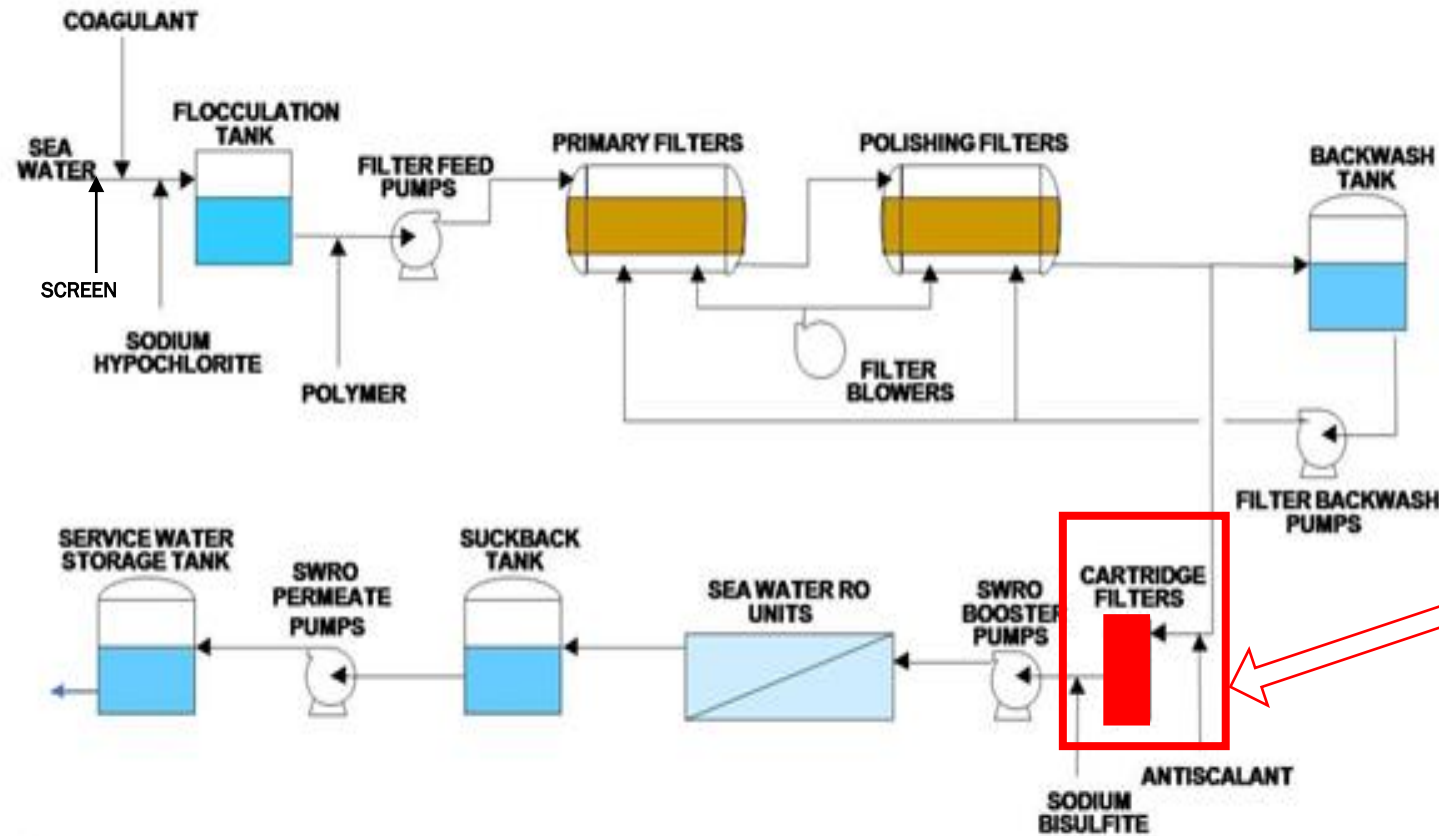


Pre-tratamiento de Ósmosis Inversa con Membranas





# DIAGRAMA DE PROCESO DE DESALADORA DE AGUA DE MAR



# INTRODUCCIÓN

## Objetivos de los Pretratamientos

Los pretratamientos químicos tienen como fundamento el eliminar los riesgos químicos y biológicos a los sistemas de desalación, como son:

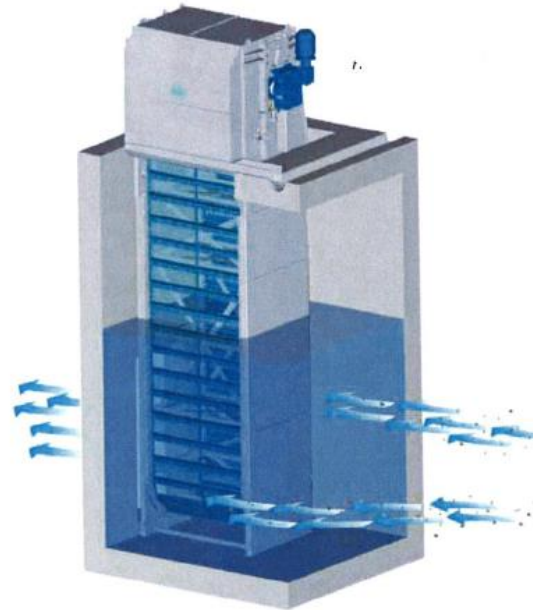
- Ensuciamientos químicos y/o biológicos
- Ataque a la estructura química de las membranas
- Proliferación de microorganismos
- Precipitaciones
- Corrosiones

Los pretratamientos físicos van encaminados a eliminar del agua partículas, grasas, elementos asociados a sólidos en suspensión, etc., es decir, básicamente aquellos componentes del agua que pueden ser separados por una barrera física, sea una membrana u otro sistema de separación

Cortesía del Dr. Domingo Zarzo

# INTRODUCCIÓN

Los sistemas de separación de sólidos gruesos, como el desbaste, tamizado, desarenado, desengrasado, etc. son sistemas convencionales en potabilización y depuración de aguas y por tanto no específicos de la tecnología de desalación.



**Sistemas de Desbaste y Tamizado.** Algunos ejemplos utilizados en agua de mar (normalmente de 3-6 mm paso)

Cortesía del Dr. Domingo Zarzo

# TRATAMIENTOS FÍSICO-QUÍMICOS

- Los tratamientos físico-químicos los mencionamos aquí por incluir operaciones de separación físicas, como la decantación, si bien deben ser considerados más bien como químicos, al utilizar coagulantes y floculantes para favorecer la separación de materia orgánica, sólidos y otras sustancias del agua.
- No vamos a describir en detalle estas tecnologías por ser suficientemente conocidas en el tratamiento de aguas en general.
- Sí cabe señalar que los tratamientos físico-químicos suelen emplearse como pretratamiento de sistemas de membranas (ósmosis inversa o electrodiálisis) cuando se parte de aguas a tratar muy cargadas de sólidos o materia orgánica, fundamentalmente en aplicaciones de reutilización de aguas residuales o en el tratamiento de aguas superficiales muy cargadas.
- En general cuando se utilizan los tratamientos físico-químicos como pretratamientos de desalación, se hace con sistemas de separación de alta eficacia, como decantadores lamelares o flotadores con aire disuelto (DAF).
- Indicar asimismo que el tratamiento físico-químico puede hacerse en línea sobre los filtros, sin decantación (coagulación en línea)

Cortesía del Dr. Domingo Zarzo



# FILTRACIONES

- A través de soportes delgados como rejas, mallas, tamices, microtamices, filtros –prensa o filtros a vacío.
- A través de precapas; filtros de bujías, discos o tambores.
- Filtraciones en profundidad.
- Sobre lechos filtrantes monocapa o multicapa.
- A través de soportes gruesos como filtros de material aglomerado o de cartuchos.

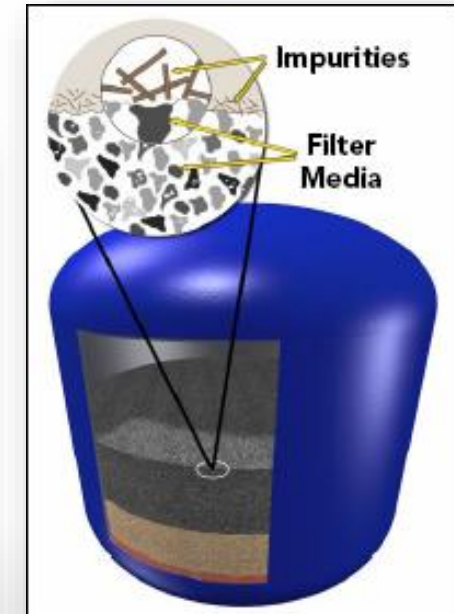
Cortesía del Dr. Domingo Zarzo

# LECHOS FILTRANTES (MONOCAPA/MULTICAPA) **Piedmont**

Filtración es el medio más universal para reducir el nivel de sólidos suspendidos en agua. Esto se consigue haciendo pasar el agua por algún tipo de medio o lecho filtrante dejando los sólidos depositados sobre su superficie

## Filtraciones en profundidad

- Sobre lechos filtrantes monocapa o multicapa



Cortesía del Dr. Domingo Zarzo

# TIPOS DE FILTROS

- De Gravedad
- A presión
- Según el medio filtrante
  - Monocapa
  - Multicapa
  - Multimedia: con distintos medios; sílex/ antracita /granate, etc.



## Medios filtrantes:

- El más común es la arena silíceo o sílex seleccionada, de la granulometría y uniformidad adecuadas, procedente de canteras o de ríos
- Hay otros medios naturales como la magnetita, el basalto, el granate, el óxido de aluminio, y la antracita, que es muy utilizada en la actualidad

Cortesía del Dr. Domingo Zarzo

# LAVADO CON AGUA A CONTRACORRIENTE



*In-Service*



*Backwash*

Para la limpieza de los filtros se necesitan sistemas auxiliares como bombas de agua de lavado y soplantes para el lavado con aire.

Cortesía del Dr. Domingo Zarzo



**¿PREGUNTAS?**

# **FILTRACIÓN POR CARTUCHOS EN PLANTAS DE ÓSMOSIS INVERSA DE AGUA DE MAR O SALOBRE**

- Remueve sólidos suspendidos en el agua pre-tratada a través de barrera física.
- Cartuchos tradicionales hechos de polipropileno, DOE de 2.5" de diámetro, longitud 10"-70".
- Selectividad del cartucho en plantas de ósmosis inversa es normalmente 5 micras.
- El material idóneo de la carcasa es poliéster reforzado con fibra de vidrio (FRP)

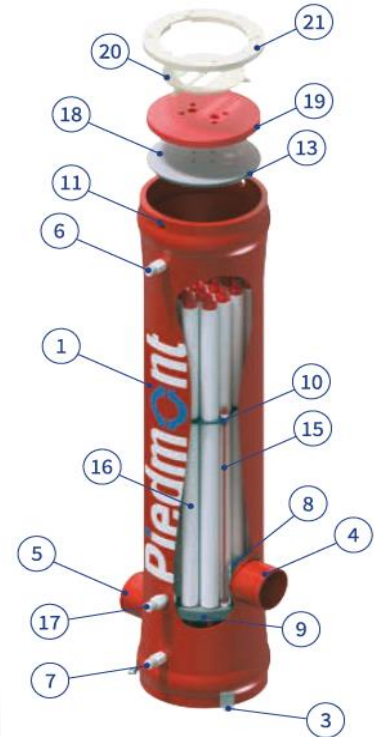


# PARÁMETROS DE DISEÑO

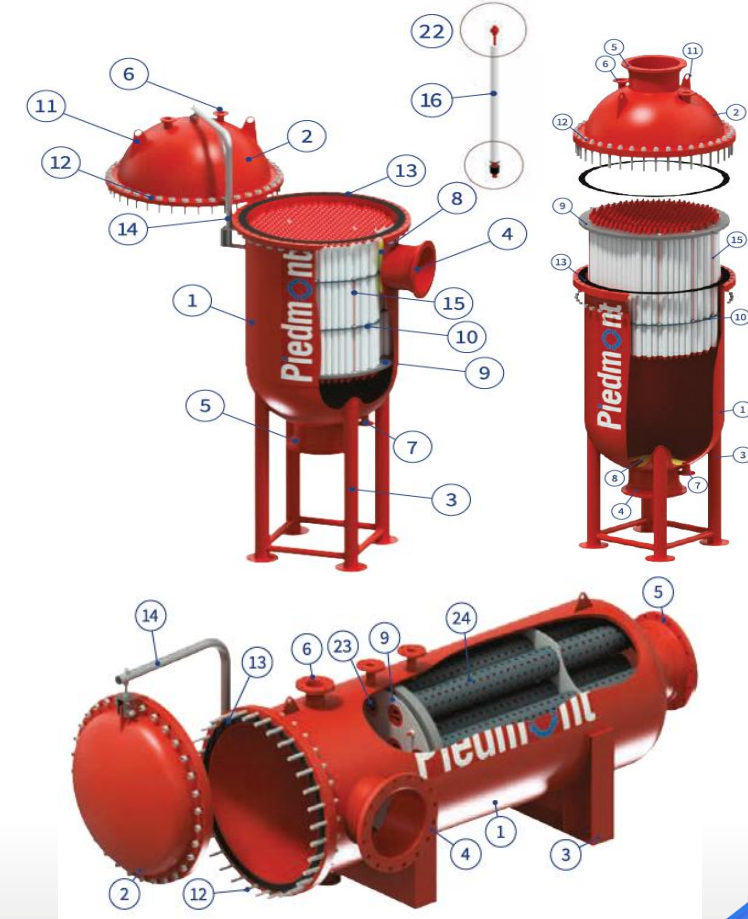


## PARÁMETROS DE DISEÑO

- Caudal por 10”: (Entre 3 y 5 gpm /10”)
- Tipo de agua
- Tipo de aplicación
- Calidad del agua
- Pre-tratamiento
- Tipo de cartucho:
- Tipo Tradicional
- De alto caudal
- Longitud del cartucho
- Tipo de Sistema de apertura
- Configuración



Cartridges	Flow rates:	Flow rates:	Flow rates:
	3gpm   0,68 m³/h/10”	4gpm   0,91 m³/h/10	5gpm   1,12 m³/h/10
Qty. x Length			
3 x 30	27   6	36   8	45   10
3 x 40	36   8	48   11	60   13
3 x 50	45   10	60   14	75   17
5 x 30	45   10	60   14	75   17
5 x 40	60   14	80   18	100   22
5 x 50	75   17	100   23	125   28
6 x 30	54   12	72   16	90   20
6 x 40	72   16	96   22	120   27
6 x 50	90   20	120   27	150   34
12 x 30	108   24	144   33	180   40
12 x 40	144   33	192   44	240   54
12 x 50	180   41	240   55	300   67
22 x 30	198   45	264   60	330   74
22 x 40	264   60	352   80	440   99
22 x 50	330   75	440   100	550   123
35 x 30	315   71	420   96	525   118
35 x 40	420   95	560   127	700   157
35 x 50	525   119	700   159	875   196
50 x 30	450   102	600   137	750   168
50 x 40	600   136	800   182	1000   224
50 x 50	750   170	1000   228	1250   280
70 x 30	630   143	840   191	1050   235
70 x 40	840   190	1120   255	1400   314
70 x 50	1050   238	1400   310	1750   392

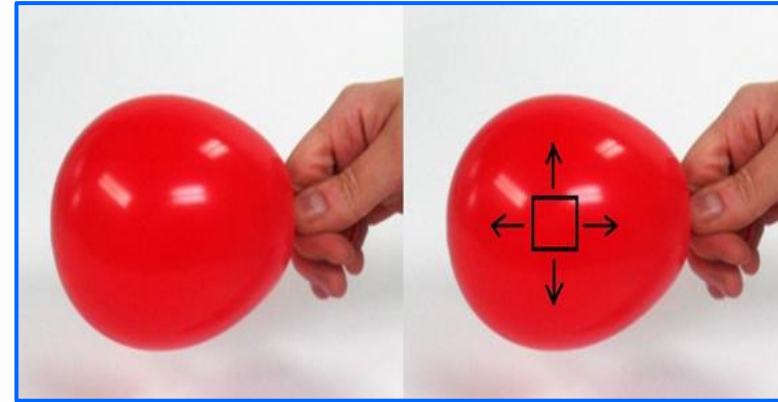


**¿PREGUNTAS?**

# ASPECTOS QUE IMPACTAN CAPEX Y OPEX

# ¿CÓMO LA PRESIÓN AFECTA LOS CÁLCULOS DE DISEÑO Y EL COSTO?

Los envases de FRP a presión consisten en una combinación de resina y capas superpuestas de fibra de vidrio... ¿ Por qué?



Las flechas representan la fuerza con la cual el cuadrado es estirado ante la Presión interna



# ¿CÓMO LA PRESIÓN AFECTA LOS CÁLCULOS DE DISEÑO Y EL COSTO?

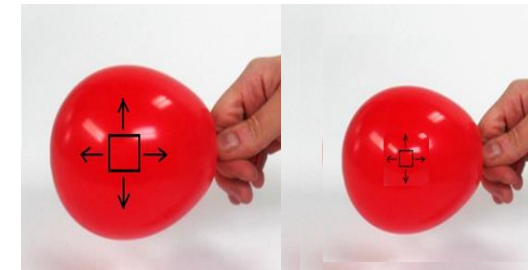
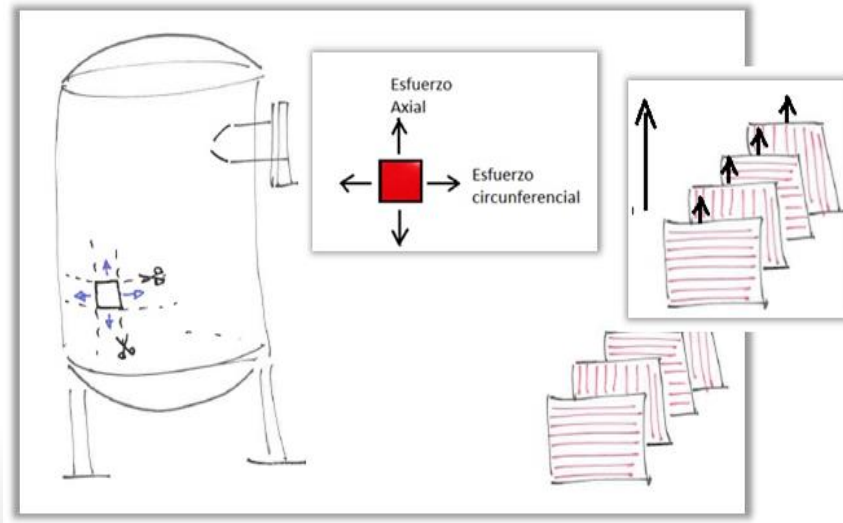
Un globo dentro del otro



Se divide el estrés entre el número de capas



Disminuye la longitud de las flechas



Incremento en CAPEX

↑ 3-5 %

/ bar adicional

# ESTÁNDAR DE DISEÑO PARA ENVASES DE PRFV (FRP) A PRESIÓN

Estándares de diseño más usados: Americano (ASME) y Europeo (EN)

ASME Code - Section X



EN13121-3:2017

(Reemplaza al código Admerkblatt)

¿Qué hace que el estándar ASME le suba el costo al equipo?

1. Cálculos según ASME resultan en un mayor espesor del equipo
2. Cálculos de diseño por Ingeniero Profesional acreditado por ASME
3. Prueba de Emisiones Acústicas al equipo terminado
4. Proceso de fabricación debe ser inspeccionado por agencia autorizada por ASME

Seguir estrictamente  
los requerimientos  
de ASME

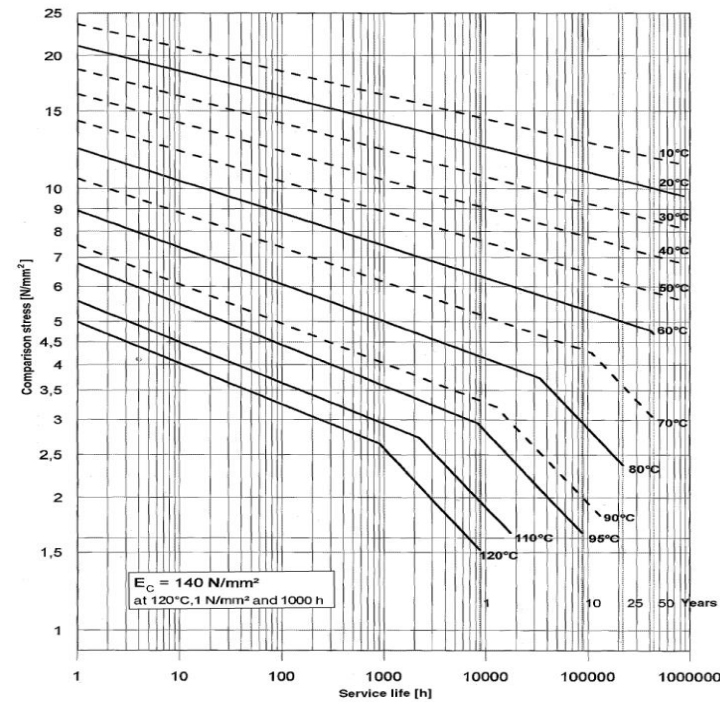
15% ↑ CAPEX

# MATERIALES – RESINAS

	Polyester Orthophthalic	Polyester Isophthalic	Vinyl ester
	The lowest cost widely used in FRP industry	Slightly higher cost than Ortho	Across between epoxy and polyester resins, as it falls between them in price and handling characteristics
	High mechanical properties, corrosion resistance, and thermal stability are NOT required	Improved strength	Excellent toughness and fatigue resistance
	Upper temperature limit is only 50°C	For moderate corrosion resistance applications to a temperature range around 60°C	Design T <sup>a</sup> < 90°C
	Not recommended for use in contact with chemicals	Improved chemical resistance. Good resistance to water, acids, weak bases, and hydrocarbons such as gasoline and oil	Excellent corrosion and abrasion resistance to a wide range of acids, alkalis, bleaches and solvents
<b>Chemical barrier</b>	Not recommendable	<b>Savings of ±1%</b> respect Vinyl Design T <sup>a</sup> < 60°C	Most recommended <ul style="list-style-type: none"> <li>- Higher life expectancy</li> <li>- Better corrosion resistance</li> <li>- Real warranty overtime</li> </ul>
<b>Structural Layer</b>	<b>Savings of 2%</b> respect ISO Possible problems in case of a leak in the chemical barrier	Recommended	Not necessary

# MATERIALES – COMPONENTES INTERNOS

## PLÁSTICOS



Impacto de temperatura en tubos de polipropileno Tipo 1 según DVS2205-1



# MATERIALES – GUÍA INTERNA DE SOPORTE DE CARTUCHO

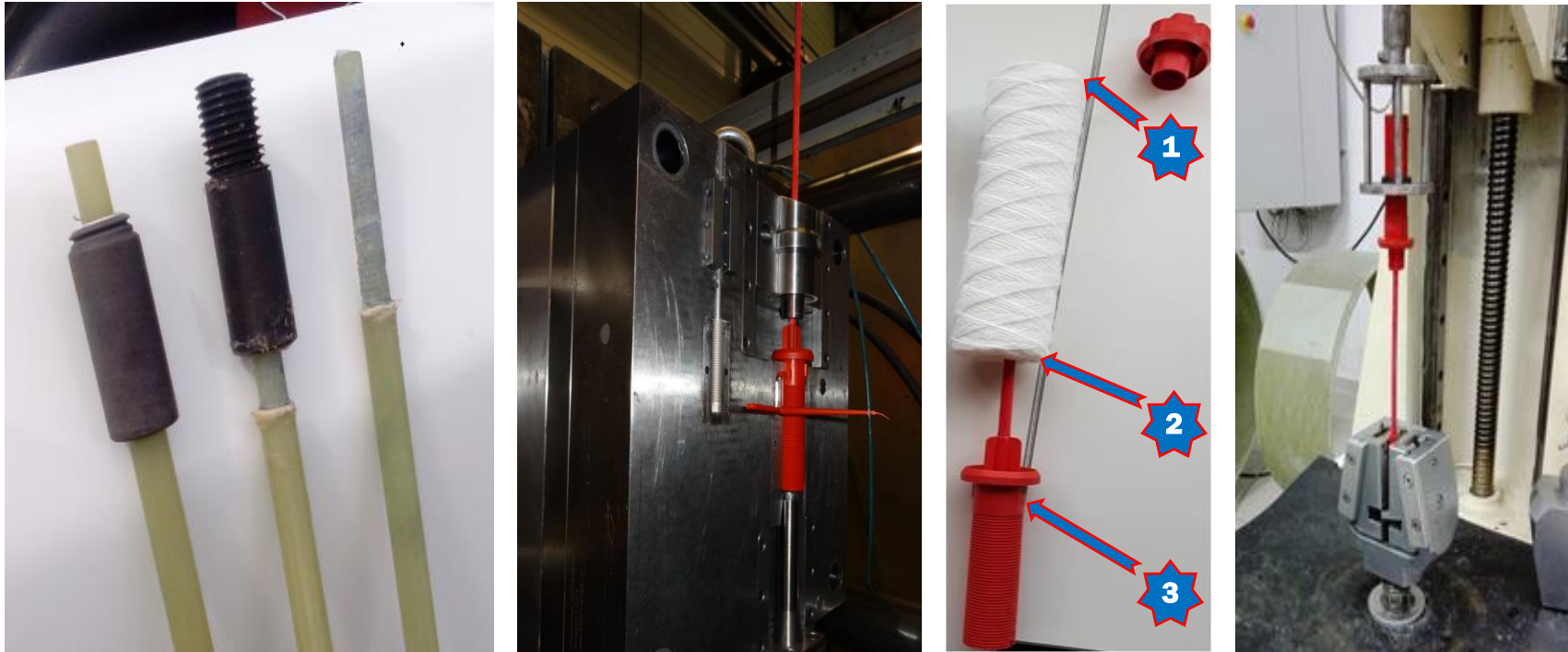


## Aspectos críticos para selección:

1. Debe asegurar soporte para los cartuchos.
2. Debe resistir ataques químicos y altas temperaturas.
3. Diseño debe considerar la mayor área transversal viable en la base. OPEX ↓
4. Diseño y calidad de fabricación deben garantizar que la guía selle bien → evitar fugas.



# MATERIALES – GUÍA INTERNA DE SOPORTE DE CARTUCHO



1. Componentes pegados entre sí Vs termofusionados.
2. Materiales deben soportar condiciones de operación.
3. Diseño de la guía debe garantizar sellado en 3 puntos clave.

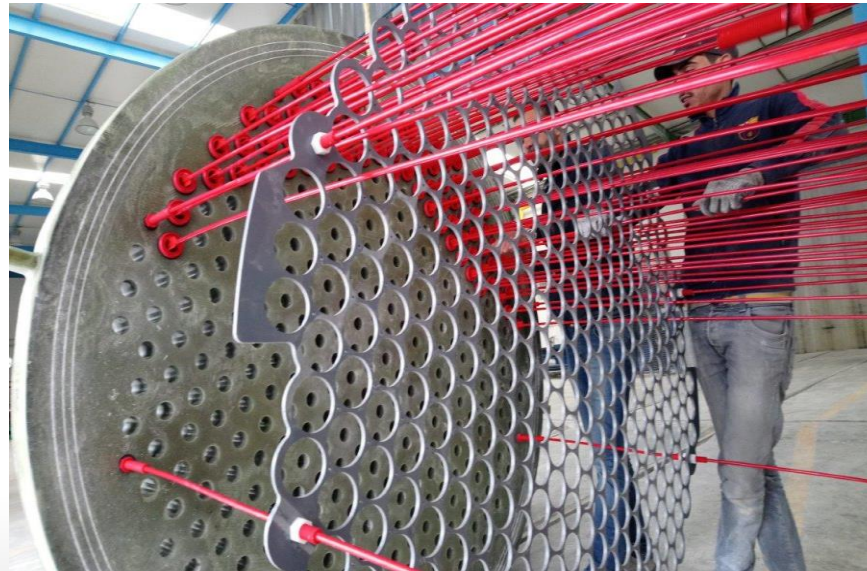
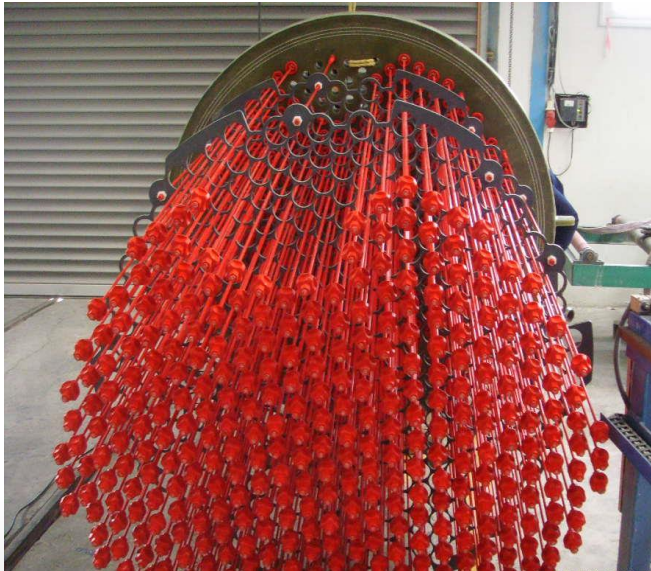
# MATERIALES – GUÍA INTERNA DE SOPORTE DE CARTUCHO

Guías pre-ensambladas desde fábrica

→ CAPEX ↑  
1%

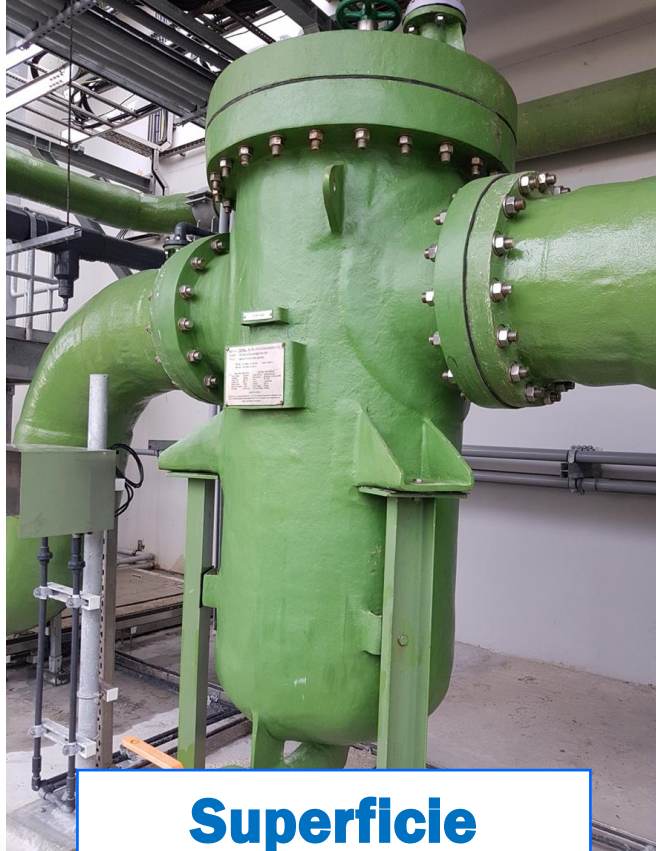
Sistema con barras guía y placa guía ahorran hasta 75% del tiempo de cambio de cartuchos

→ OPEX ↓





# ACABADO DE SUPERFICIE Y PINTURA



**Superficie  
No Pulida**

**CAPEX  
3-5 % ↑**



**Superficie  
Pulida**



# CERTIFICADO – AGUA POTABLE

- Certificado de que el equipo es apto para uso en planta potabilizadora de agua es un requisito común en cada vez más regiones.
- Certificado NSF es muy común en Estados Unidos y cada vez más común en LATAM

Certificación por la NSF



**CAPEX**  
**1%** ↑



# CONFIGURACIÓN

HORIZONTAL	VERTICAL
Brazo pescante requerido(x)	Brazo pescante no requerido(+)
Plataforma no requerida (+)	Plataforma es requerida (x)
Puente grúa no es requerido(+)	Puente grúa es requerido(x)
Huella es mayor (x)	Huella es menor (+)



# SISTEMA DE APERTURA

Sistema de  
Apertura Rápido



Sistema de Apertura  
Tradicional



→  
CAPEX ↑

Sistema Swing  
Bolts



→  
CAPEX ↑

# CASO DE ESTUDIO 1/2

## CAPEX Fn(Longitud/tipo de cartucho)

Design Parameters	40" elements	50" elements	70" elements	HF elements
Flow:	625 m <sup>3</sup> /hr (2,752 gpm)	625 m <sup>3</sup> /hr (2,752 gpm)	625 m <sup>3</sup> /hr (2,752 gpm)	625 m <sup>3</sup> /hr (2,752 gpm)
Filtration rate:	0.65 m <sup>3</sup> /hr/10" (2.86 gpm/10")	0.65 m <sup>3</sup> /hr/10" (2.86 gpm/10")	0.65 m <sup>3</sup> /hr/10" (2.86 gpm/hr/10")	57 m <sup>3</sup> /hr/element (264 gpm/element)
Design Pressure:	6 bar (90 psi)	6 bar (90 psi)	6 bar (90 psi)	6 bar (90 psi)
Number of Elements:	240	195	138	11
Model:	XB-PCF-240-40 PN6	XB-PCF-195-50 PN6	XB-PCF-160-70 PN6	HV-X-PCF-11-60 PN6
Diameter:	1200 mm (47")	1100 mm (43")	1000 mm (39")	900 mm (35")
Price:	Base Price	Price: <b>10% less</b>	Price: <b>17% less</b>	Price: <b>22% less</b>



# CASO DE ESTUDIO 2/2

## CAPEX Fn(Caudal de Filtración/10")

Design Parameters	0.65 m <sup>3</sup> /hr/10" (2.86 gpm/10")	0.80 m <sup>3</sup> /hr/10" (3.50 gpm/10")	1.00 m <sup>3</sup> /hr/10" (4.40 gpm/10")
Flow:	962m <sup>3</sup> /hr (4,235 gpm)	962m <sup>3</sup> /hr (4,235 gpm)	962m <sup>3</sup> /hr (4,235 gpm)
Design Pressure:	6 bar (90 psi)	6 bar (90 psi)	6 bar (90 psi)
Number of Elements:	370	300	240
Length of elements:	40"	40"	40"
Model:	XB-PCF-370-40 PN6	XB-PCF-315-40 PN6	XB-PCF-240-40 PN6
Diameter:	1500 mm (59")	1400 mm (55")	1200 mm (47")
Price:	Base Price	Price: <b>20% less</b>	Price: <b>40% less</b>

# TABLA RESUMEN

	Design Pressure	Opening System	Calculation Standard	Materials	Support rod	System to remove elements as a package	Finishing	NSF	Position Vtal vs Htal	Length and Type of elements (HF vs 2.5")	Design flow of filtration per 10"
CAPEX	3-6% / bar	Up to 40%	Up to 25% with ASME	Up to 5%	Preassembled from the factory 1%	Cost reduction up to 5%	Up to 5%	1%	Up to 15%	Up to 22%	Up to 40%
OPEX		A quick opening system will reduce the time it takes to open the equipment between 50% and 90%			Open area relates to energy consumption. Time of change. Breaks can affect to the OPEX cost	Reduces the time the equipment is out of service between 50% and 75%			Horizontal position increases the down time but saves movements	Pleated elements are more expensive and OPEX could be higher if filtration rate is high. Although may last longer and fewer number of elements save time during replacement	High design flow of filtration = higher energy consumption. Also, replacement of elements will increase exponentially as flow per 10" increases

Tomando como base un diseño estándar, el costo puede incrementarse en **>100%**

# SESIÓN DE PREGUNTAS Y RESPUESTAS. FINAL

Piedmont

Les da las  
**Gracias!**



# GRACIAS POR SU ATENCIÓN!

Ing. Leo Tua Parra

[leo.tuaparra@piedmontpacific.com](mailto:leo.tuaparra@piedmontpacific.com)

C: (+1) 346-818-4283

**Piedmont**

