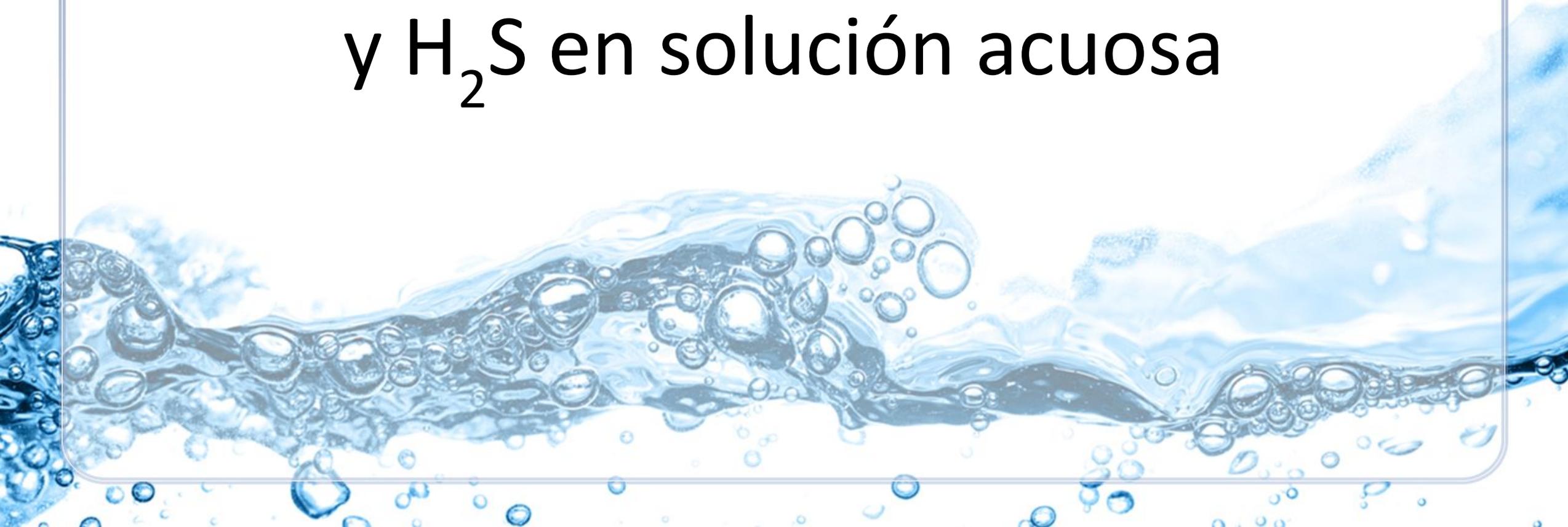


# Química del hierro, manganeso y H<sub>2</sub>S en solución acuosa



# ¿Cuáles son los problemas con el Fe, Mn y H<sub>2</sub>S en el agua?



**Hierro**



**Manganeso**



**Ácido sulfhídrico**

¿Cuál es la mejor tecnología para disminuir su concentración?



## Reacciones de oxidación del hierro y su estequiometría

Oxidante	Reacción	mg de oxidante/mg Fe <sup>2+</sup>
Oxígeno	$2 \text{Fe}^{2+} + \frac{1}{2} \text{O}_2 + 5 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{Fe}(\text{OH})_{3(s)} + 4 \text{H}^+$	0.14
Ozono	$2 \text{Fe}^{2+} + \text{O}_3 + 5 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{Fe}(\text{OH})_{3(s)} + \text{O}_2 + 4 \text{H}^+$	0.43
Cloro libre	$2 \text{Fe}^{2+} + \text{HOCl} + 5 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{Fe}(\text{OH})_{3(s)} + \text{Cl}^- + 5 \text{H}^+$	0.64
Permanganato de potasio	$3 \text{Fe}^{2+} + \text{MnO}_4^- + 7 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 3 \text{Fe}(\text{OH})_{3(s)} + \text{MnO}_{2(s)} + 5 \text{H}^+$	0.94
Dióxido de cloro	$5 \text{Fe}^{2+} + \text{ClO}_2 + 13 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 5 \text{Fe}(\text{OH})_{3(s)} + \text{Cl}^- + 11 \text{H}^+$	0.24

## Reacciones de oxidación del manganeso y su estequiometría

Oxidante	Reacción	mg de oxidante/mg Mn <sup>2+</sup>
Oxígeno	$\text{Mn}^{2+} + \frac{1}{2} \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MnO}_{2(s)} + 2 \text{H}^+$	0.29
Ozono	$\text{Mn}^{2+} + \text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MnO}_{2(s)} + \text{O}_2 + 2 \text{H}^+$	0.88
Cloro libre	$\text{Mn}^{2+} + \text{HOCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MnO}_{2(s)} + \text{Cl}^- + 3 \text{H}^+$	1.30
Permanganato de potasio	$3 \text{Mn}^{2+} + 2 \text{MnO}_4^- + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 5 \text{MnO}_{2(s)} + 4 \text{H}^+$	1.92
Dióxido de cloro	$\text{Mn}^{2+} + 2 \text{ClO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MnO}_{2(s)} + 2 \text{ClO}_2^- + 4 \text{H}^+$	2.45



# Oxidación con aire

pH para hierro: 7.5 – 8.0 (15 minutos)

pH para manganeso: > 9.5 (1 hora)



# Oxidación con cloro

pH para hierro: 8.0 – 8.5 (15 a 30 minutos)

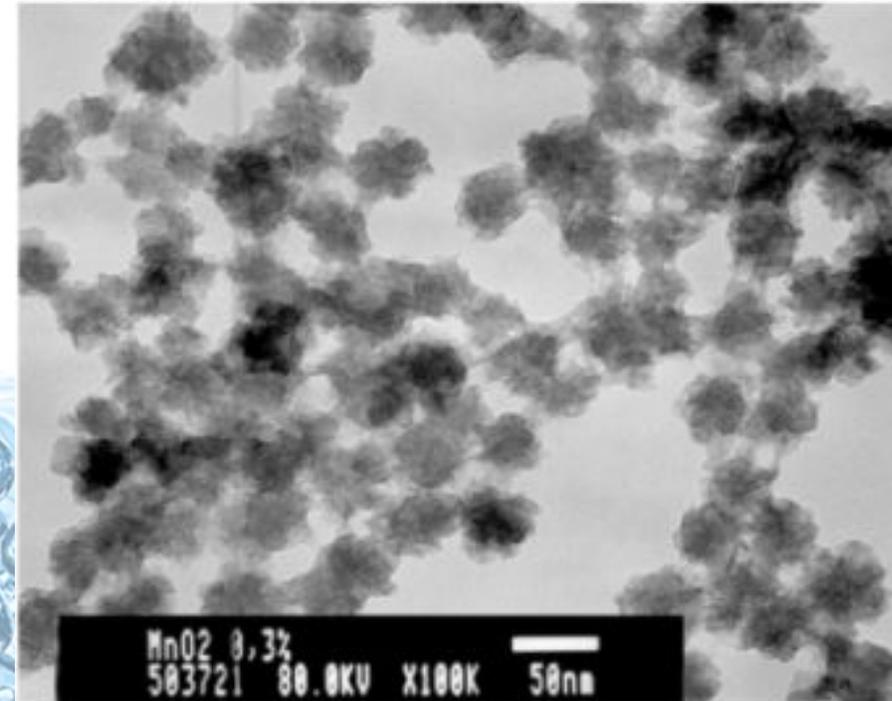
pH para manganeso: 8.0 – 8.5 (2 a 3 horas)



# Oxidación con $\text{ClO}_2$

pH para hierro: >5.5 (5 segundos)

pH para manganes: >5.5 (20 segundos)



# Oxidación con permanganato de potasio

pH para hierro: >7.5 (5 minutos)

pH para manganeso: >7.5 (5 minutos)



# Oxidación con ozono

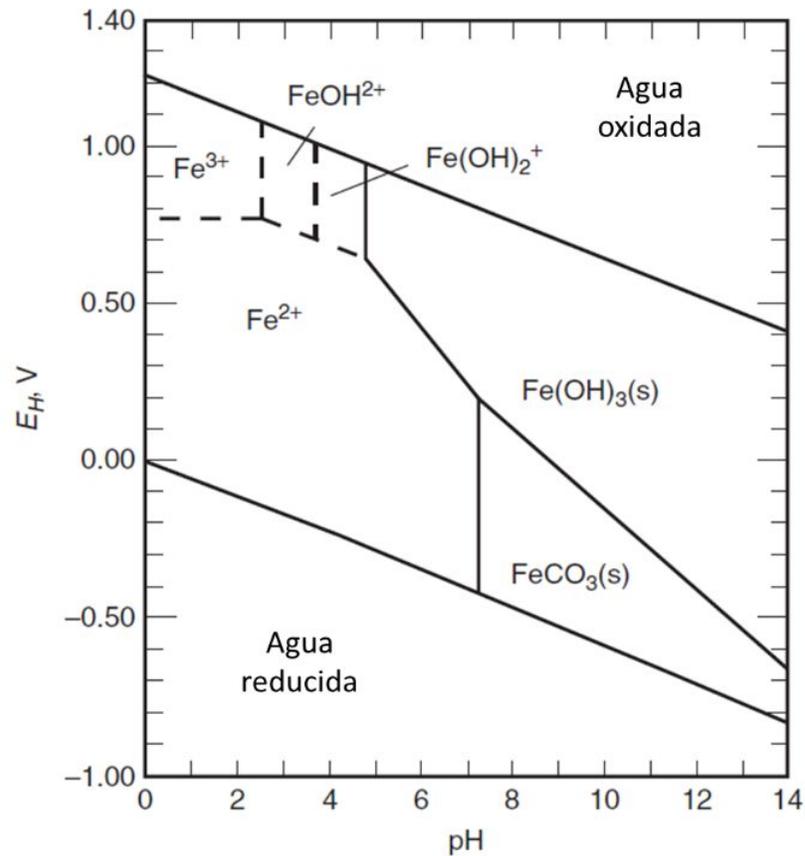
pH para hierro: >6.5 (instantánea)

pH para manganeso: >6.5 (30 segundos)

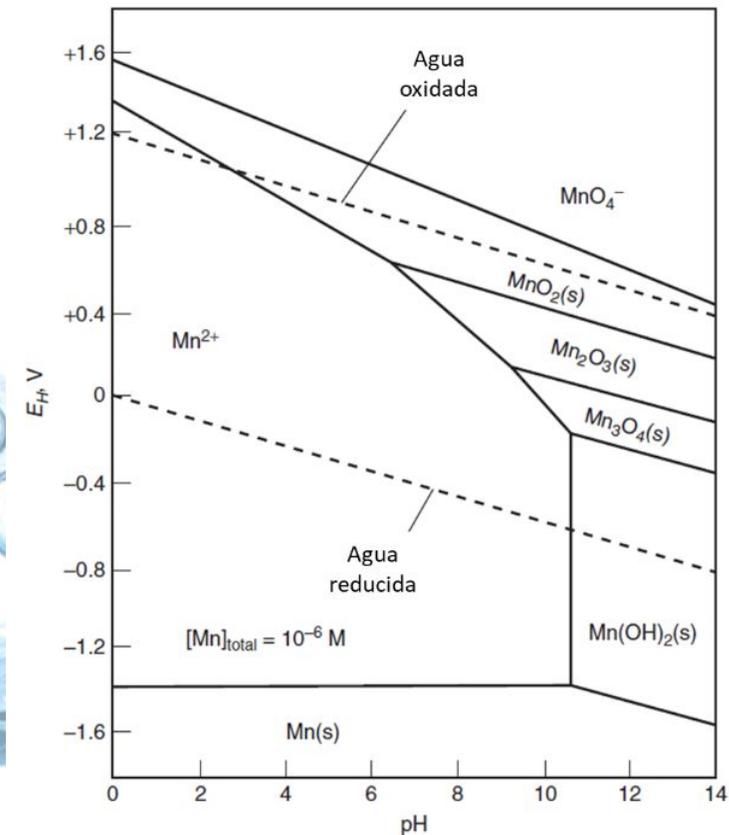


# Condiciones que favorecen la precipitación del hierro y el manganeso

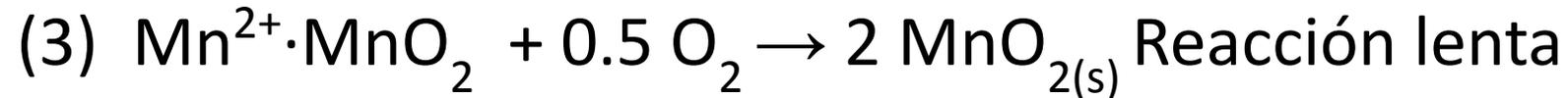
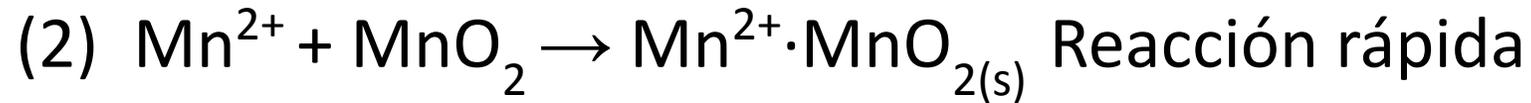
## Hierro



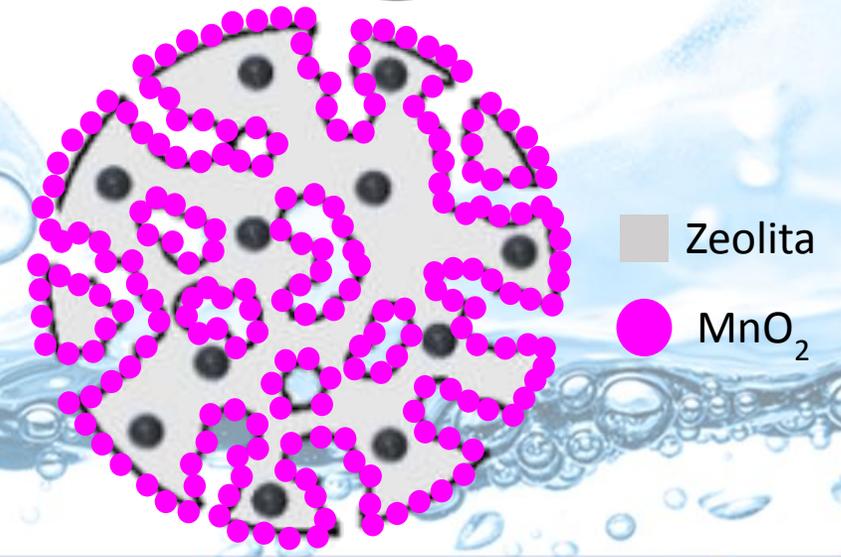
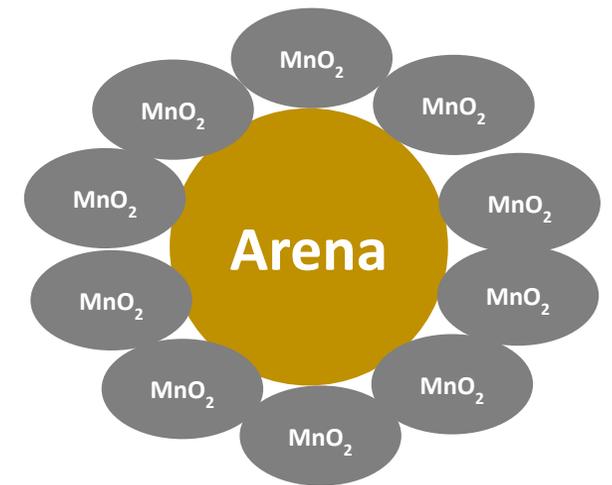
## Manganeso



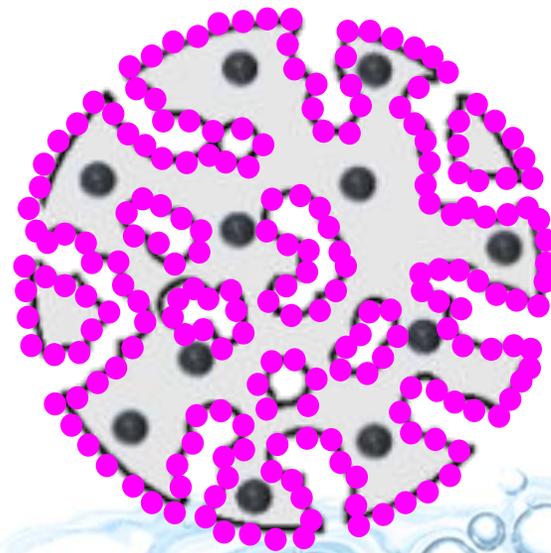
# ¿Puede ser más rápida la reacción de oxidación del manganeso?



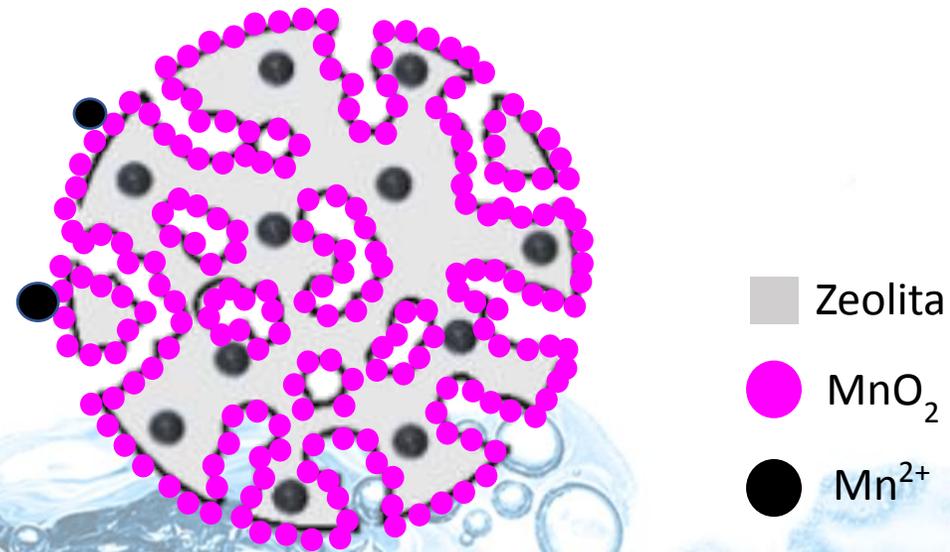
# ¿Qué es un catalizador de hierro y manganeso?

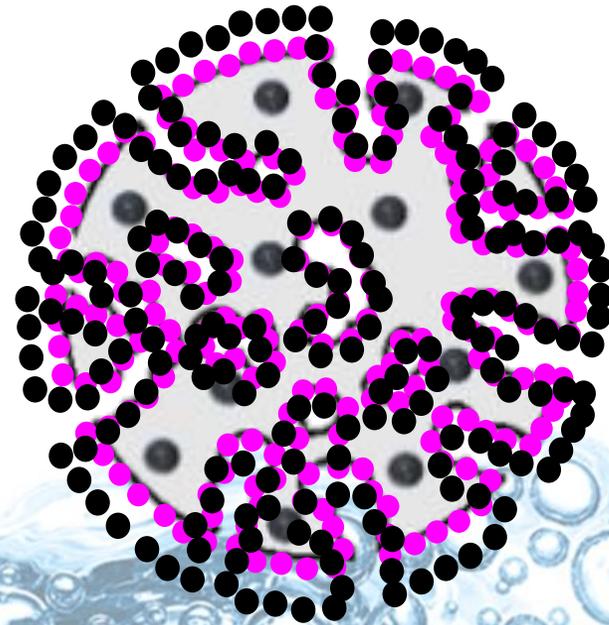


# ¿Cómo funcionan los catalizadores?



- Zeolita
- MnO<sub>2</sub>
- Mn<sup>2+</sup>

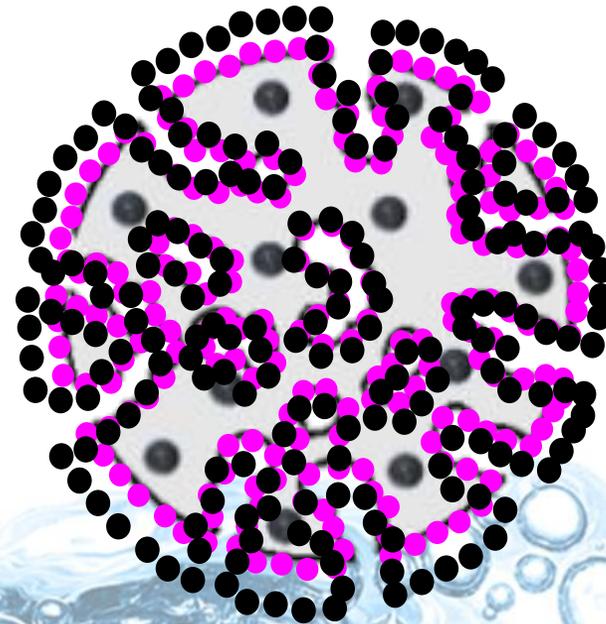




Zeolita

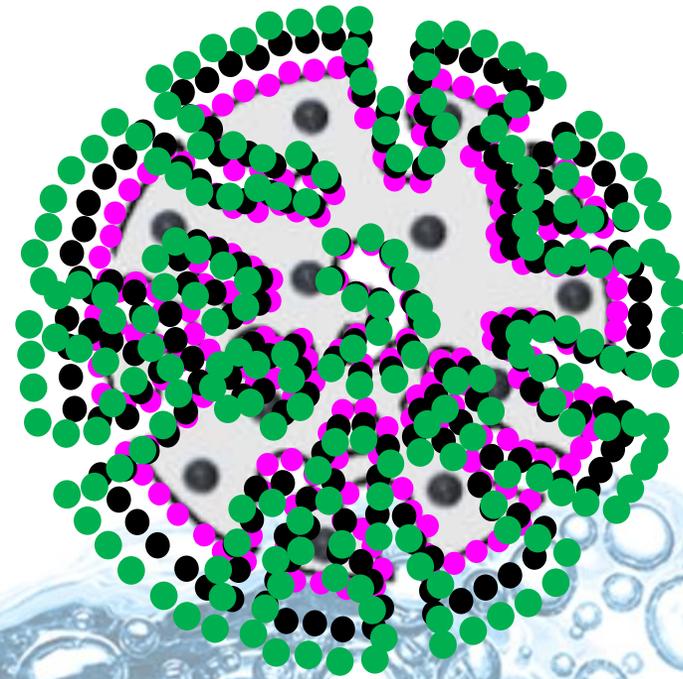
MnO<sub>2</sub>

Mn<sup>2+</sup>

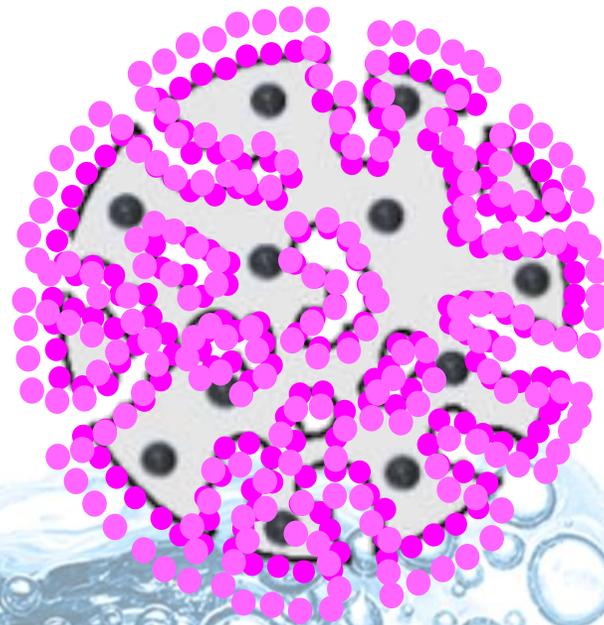


- Zeolita
- MnO<sub>2</sub>
- Mn<sup>2+</sup>
- HOCl



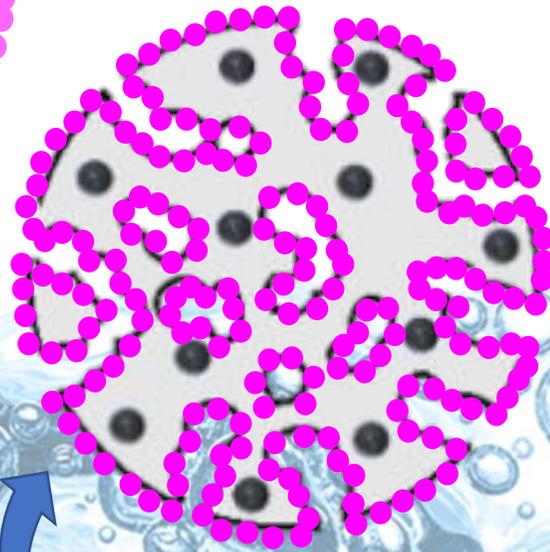
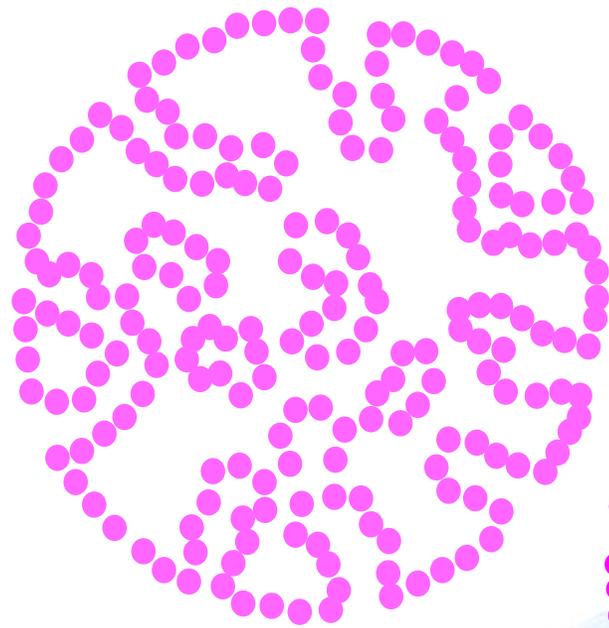


- Zeolita
- MnO<sub>2</sub>
- Mn<sup>2+</sup>
- HOCl



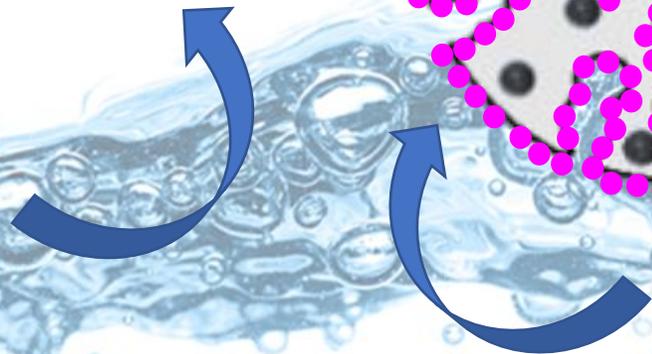
■ Zeolita

● MnO<sub>2</sub>

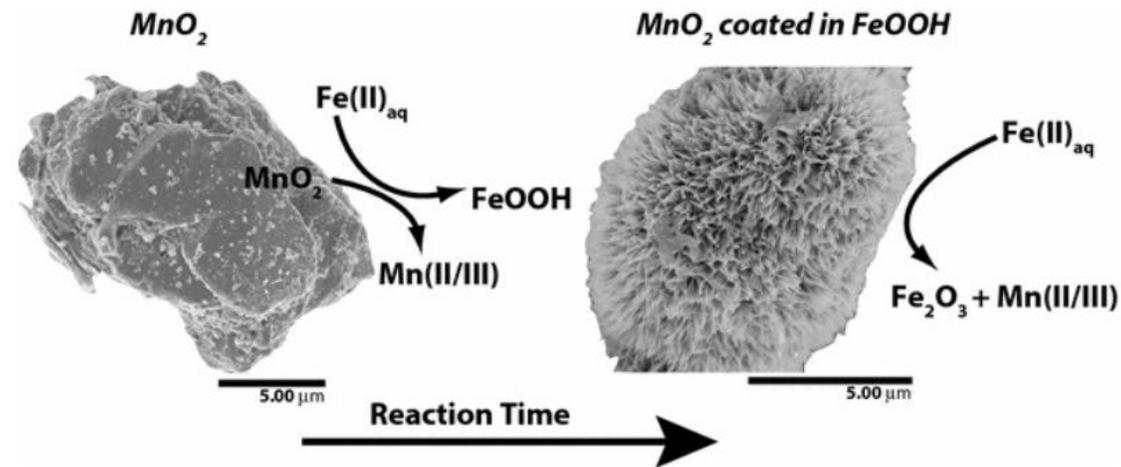


■ Zeolita

● MnO<sub>2</sub>



# Interacciones del $\text{MnO}_2$ con el Fe



# Interacciones del MnO<sub>2</sub> con el H<sub>2</sub>S



■ Zeolita

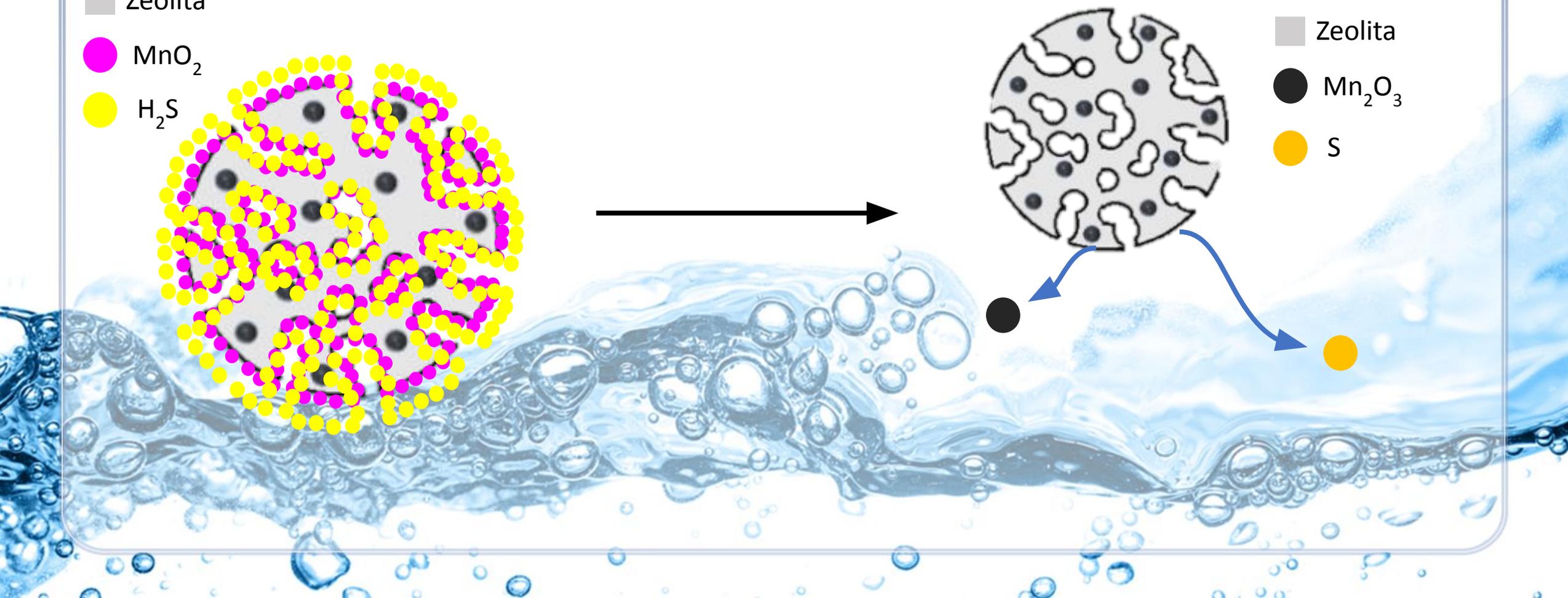
● MnO<sub>2</sub>

● H<sub>2</sub>S

■ Zeolita

● Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

● S



# Proceso típico

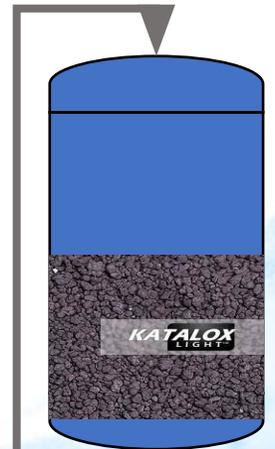
Dosificación de oxidante y ajuste de pH

Agua +  $H_2S$  +  $Fe^{2+}$  +  $Mn^{2+}$



$Fe(OH)_{3(s)}$   
 $S_{(s)}$   
Trazas  $Fe^{2+}$   
Trazas de  $H_2S$   
 $Mn^{2+}$

Trazas  $Fe^{2+}$   
Trazas de  $H_2S$   
 $Mn^{2+}$



$Fe(OH)_{3(s)}$  y  $S_{(s)}$

Agua tratada



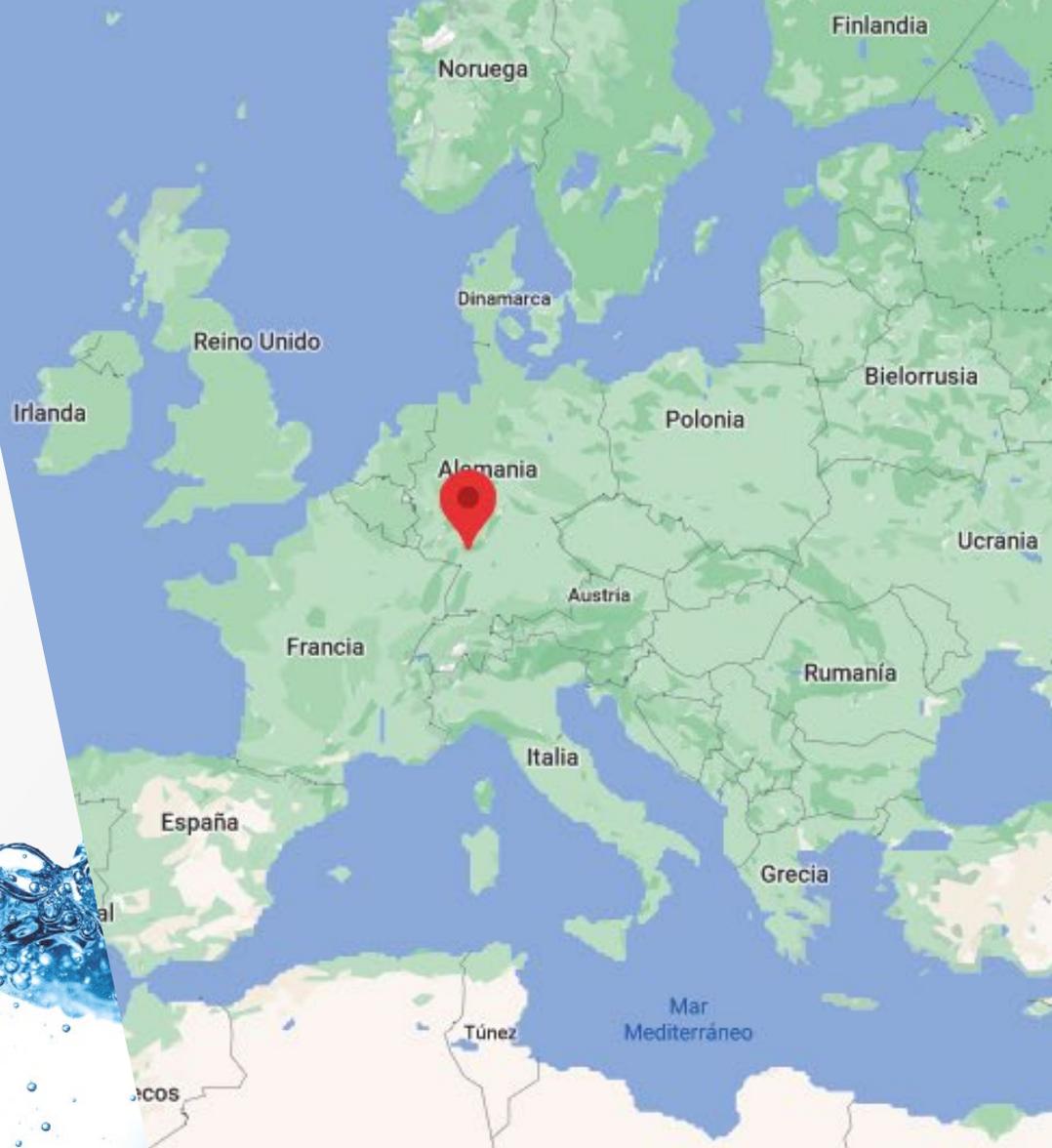
**Fabricante de medios filtrantes,  
adsorbentes y químicos.**

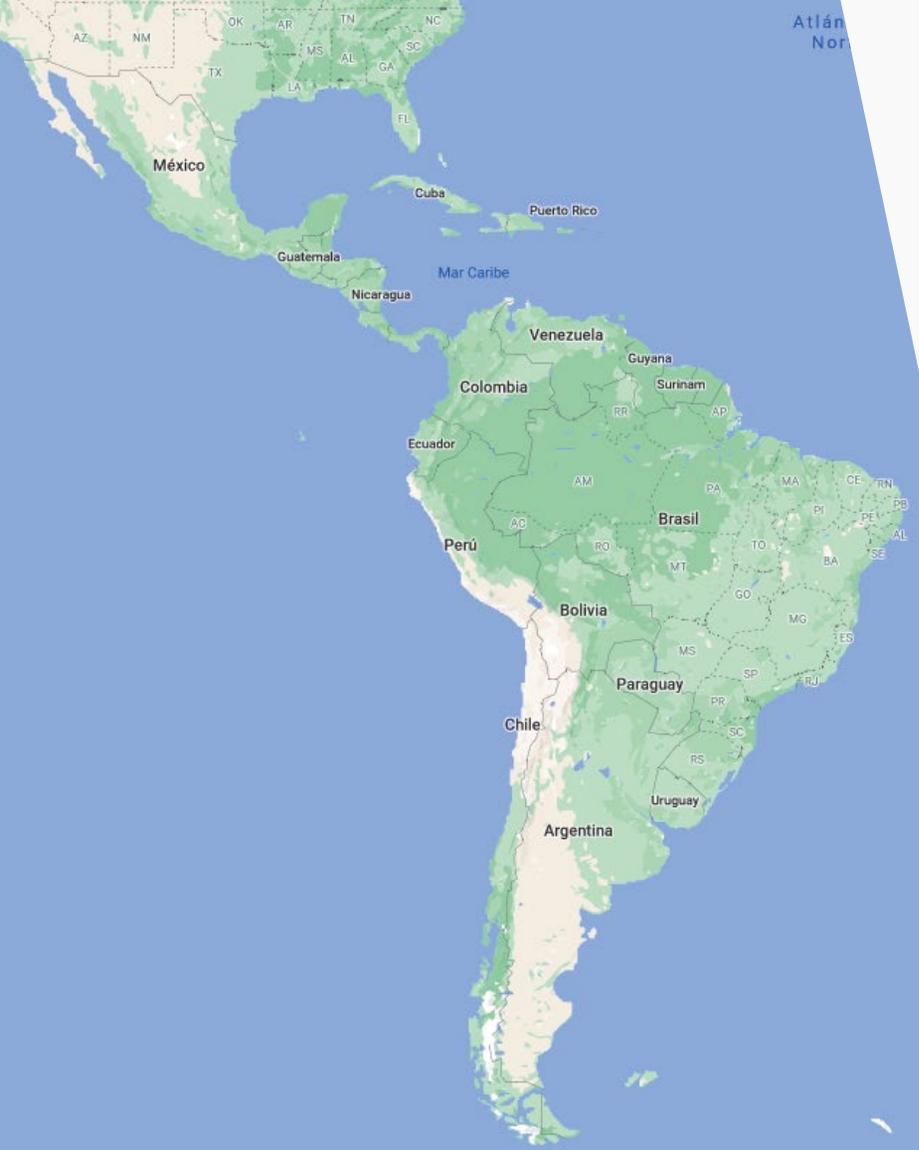
**Más de 40 años de innovación**

**Casa Matriz: Mannheim, Alemania**

**Presente en todos los continentes**

**Enfocado en desarrollar soluciones en  
tratamiento de agua.**





**Sucursal para México, Centro América y Suramérica**

**Bodegas en CDMX, Mérida y Torreón**

**Productos disponibles para entrega inmediata**

**Apoyo técnico en proyectos**





1. Presentación de la media
2. ¿Como funciona?
3. Ventajas competitivas
4. Dimensionamiento
5. Modo de operación
6. Casos de éxito



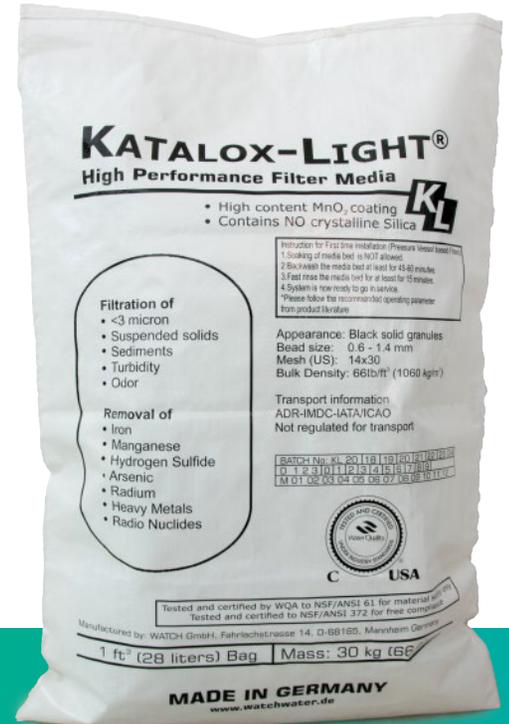
# Zeolita recubierta de alto contenido de dióxido de manganeso (MnO<sub>2</sub>)



NFS/ANSI 61



Hecho en Alemania



**Aplicaciones principales**

- Fe** Hierro
- Mn** Manganeso
- H<sub>2</sub>S** Ácido Sulfhídrico

**Aplicaciones secundarias**

- Metales pesados
- Radionúclidos
- Arsénico

CONTAMINANTE	CAPACIDAD DE REMOCIÓN SIN USO DE OXIDANTE
Solo Fe <sup>2+</sup>	aprox. 85,000 mg/pie <sup>3</sup>
Solo Mn <sup>2+</sup>	aprox. 42,500 mg/pie <sup>3</sup>
Solo H <sub>2</sub> S	aprox. 14,000 mg/pie <sup>3</sup>





**Plantas municipales**

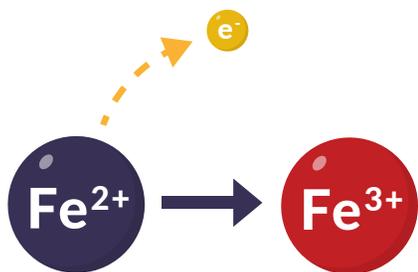
**Pre-tratamiento RO**

**Industria de bebidas**

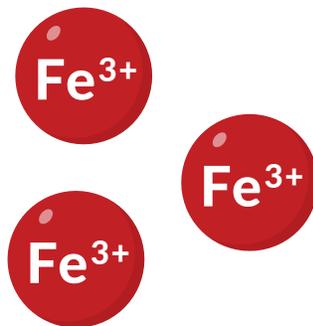
**Agua de proceso**

**Residencial**

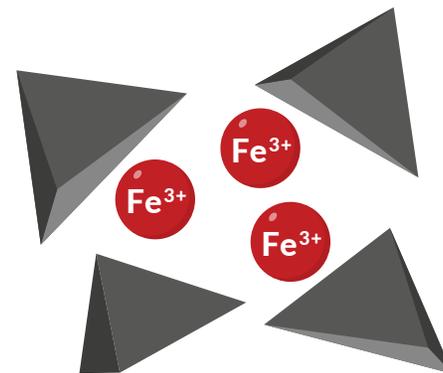
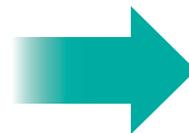
**entre otros...**



Oxidación



Forma Insoluble



Filtración



# CONOCE EL ESTUDIO COMPARATIVO DE KATALOX LIGHT VS OTRAS MEDIAS FILTRANTES



		GREENSAND	GREENSAND PLUS	MTM	BIRM	FILOX-R	METALEASE	PYROLOX
Fabricante	Watch Water	Clack	Inversand Company	Clack	Clack	Watts	SWT	Clack
Contenido MnO <sub>2</sub> (%)	> 10	3 - 4	3.2 - 4.8	< 1	10 - 20	75 - 85	75 - 85	90 - 100
Componentes principales	Núcleo de clinoptilita recubierto de MnO <sub>2</sub>	Núcleo de glauconita recubierto de MnO <sub>2</sub>	Núcleo de cuarzo recubierto de MnO <sub>2</sub>	Núcleo de SiO <sub>2</sub> cristalino y cuarzo recubierto de MnO <sub>2</sub>	Núcleo de cuarzo recubierto de MnO <sub>2</sub>	Mineral de MnO <sub>2</sub> mezclado con alúmina, óxidos de hierro y sílice	Mineral de MnO <sub>2</sub> mezclado con hierro, alúmina y sílice	Mineral de MnO <sub>2</sub> mezclado con hierro, cuarzo, dióxido de calcio, dióxido de aluminio, dióxido de magnesio
Contiene sustancias cancerígenas	No	No	Si	Si	Si	No	No	No
Filtración sólidos (µm)	3 - 5	> 20	> 20	No	No	No	No	No
Posibles oxidantes	Cloro, H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , KMnO <sub>4</sub> , OXYDES	KMnO <sub>4</sub>	Cloro, H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , KMnO <sub>4</sub>	KMnO <sub>4</sub>	Solo O <sub>2</sub> , Sensible al cloro		No conocido	Cloro, H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , KMnO <sub>4</sub>
Densidad (lbs/pie <sup>3</sup> )	66	85	88	39	40 - 45	114	114	125
Rango pH operación	5.8 - 10.5	6.2 - 8.5	6.2 - 8.5	6.2 - 8.5	6.8 - 9.0	5.9 - 9.0	5.0 - 9.0	6.5 - 9.0
Servicio (gpm/pie <sup>2</sup> )	4 - 8	3 - 5	2 - 12	3 - 5	3.5 - 5	6	No conocido	5
Retrolavado (gpm/pie <sup>2</sup> )	10 - 12	10 - 12	> 12	8 - 10	10 - 12	12 - 15	15 - 20	25 - 30
Francobordo (%)	40	> 40	> 40	20 - 40	50	30 - 50	30 - 40	> 40
Capacidad solo Fe (mg/pie <sup>3</sup> ) en RI*	42,500	37,850	16,416	10,000	No conocido	No conocido	No conocido	No conocido
Capacidad solo Mn (mg/pie <sup>3</sup> ) en RI*	21,250	18,925	8,208	5,000	No conocido	No conocido	No conocido	No conocido
Capacidad solo H <sub>2</sub> S (mg/pie <sup>3</sup> ) en RI*	7,000	7,570	3,283	3,000	No conocido	No conocido	No conocido	No conocido

\* Modo de operación en regeneración intermitente (RI)



- ✓ Filtración **hasta 3 micras**
- ✓ Tolerancia a **todos los oxidantes**
- ✓ **Ahorros** en costos de operación
- ✓ Alta capacidad de remoción
- ✓ Tiempo de vida **de 7 a 10 años**



Más información en nuestro estudio comparativo



<b>pH de entrada</b>	5.8 - 10.5
<b>Francobordo</b>	30 - 40%
<b>Profundidad mínima de la cama</b>	29.5"
<b>Profundida óptima de la cama</b>	47.0"
<b>Velocidad de servicio</b>	4 – 8 gpm/pies <sup>2</sup>
<b>Velocidad de retrolavado</b>	10 – 12 gpm/pies <sup>2</sup>
<b>Tiempo de retrolavado</b>	10 – 15 min
<b>Tiempo de enjuague</b>	2 – 3 min



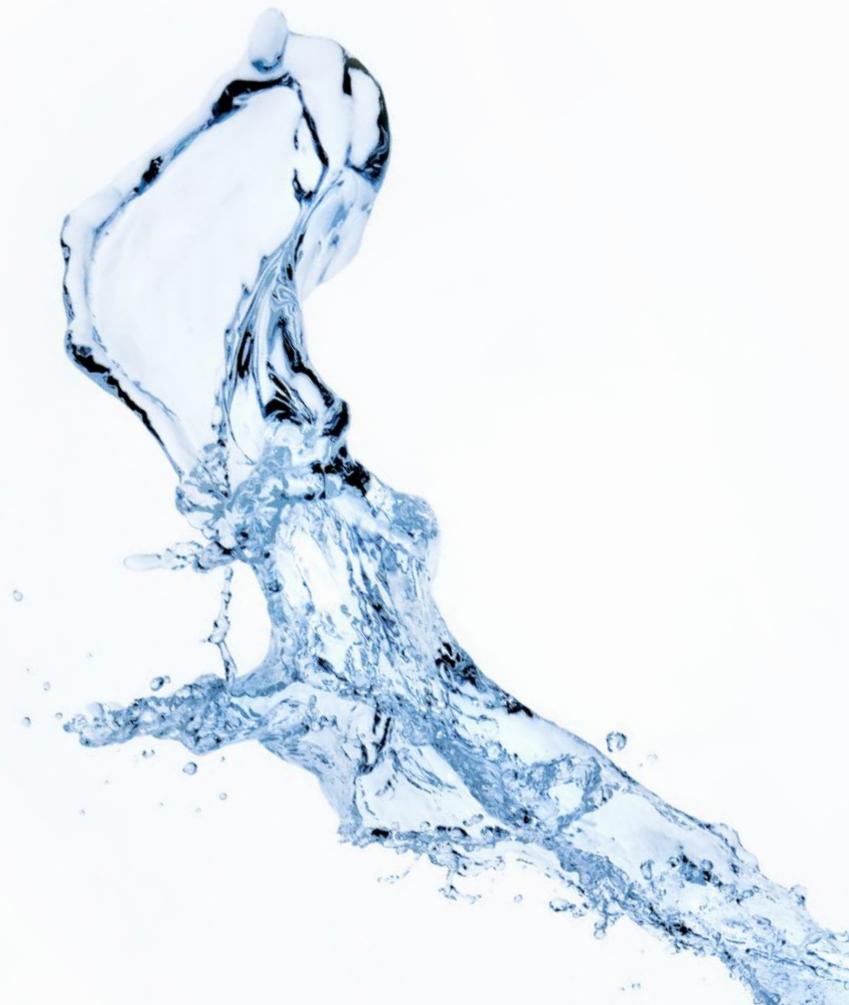


**1** Análisis físico químico del agua:

- ✓ Hierro
- ✓ Manganeso
- ✓ Ácido sulfhídrico
- ✓ pH
- ✓ Temperatura

**2** Flujo del agua

**3** Tiempo de operación por día



### MODELOS DE FILTROS KATALOX LIGHT

Tanque	Conexiones		Katalox Light	Flujo GPM				Retrolavado		Dimensiones <sup>(8)</sup>	
	E/S	D		Pies <sup>3 (1)</sup>	Lento <sup>(2)</sup>	Medio <sup>(3)</sup>	Alto <sup>(4)</sup>	Pico <sup>(5)</sup>	Min. <sup>(6)</sup>	Max. <sup>(7)</sup>	Diámetro (cm)
9"x48"	1"	0.75"	1	1.1	1.9	2.5	3.7	4.4	5.3	23	123
10"x54"	1"	0.75"	1.5	1.6	2.8	3.7	5.6	5.5	6.5	26	139
12"x52"	1"	0.75"	2	2.1	3.7	5.0	7.5	7.9	9.4	31	134
13"x54"	1"	1"	2.5	2.7	4.7	6.2	9.4	9.2	11	34	140
14"x65"	1.25"	1"	3	3.2	5.6	7.5	11.2	11	13	36	167
16"x65"	1.25"	1"	4	4.3	7.5	10.0	15.0	14	17	41	167
18"x65"	1.25"	1"	5	5.3	9.4	12.5	18.7	18	21	49	172
21"x62"	1.25"	1.5"	7	8	13	18	26	24	29	55	172
24"x72"	1.5"	1.5"	10	11	19	25	37	31	38	63	192
30"x72"	2"	2.0"	15	16	28	37	56	49	59	78	189
36"x72"	2"	2.5"	20	21	37	50	75	71	85	93	192
42"x72" <sup>(9)</sup>	2"	3"	30	32	56	75	112	96	116	109	236
48"x72" <sup>(9)</sup>	3"	4"	40	43	75	100	150	126	151	123	236
60"x94" <sup>(9)</sup>	4"	4"	50	53	94	125	187	196	236	152	264
63"x83" <sup>(9)</sup>	4"	4"	60	64	112	150	224	217	260	160	236
60"x110" <sup>(9)</sup>	4"	4"	70	75	131	175	262	196	236	152	305

1 Considerando un espacio libre de expansión mínimo del 30%

2 Calculado en base de 7 min de TCCV (tiempo de contacto en cama vacía)

3 Calculado en base de 4 min de TCCV

4 Calculado en base de 3 min de TCCV

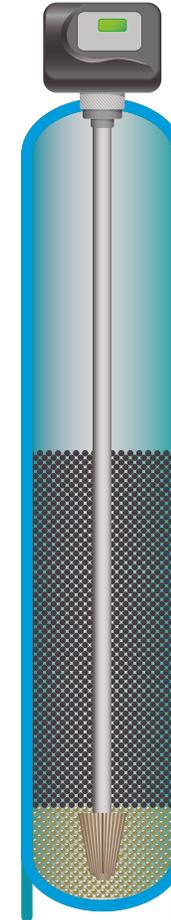
5 Calculado en base de 2 min de TCCV

6 Calculado en base de 10 gpm/pie<sup>2</sup>

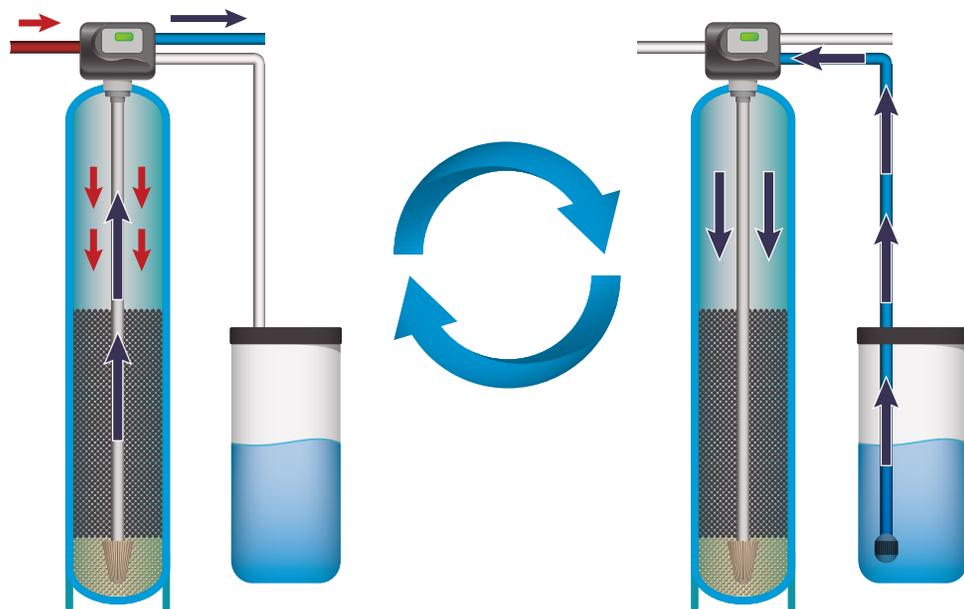
7 Calculado en base de 12 gpm/pie<sup>2</sup>

8 Dimensiones sin válvula de control

9 Requiere difusores de alto flujo

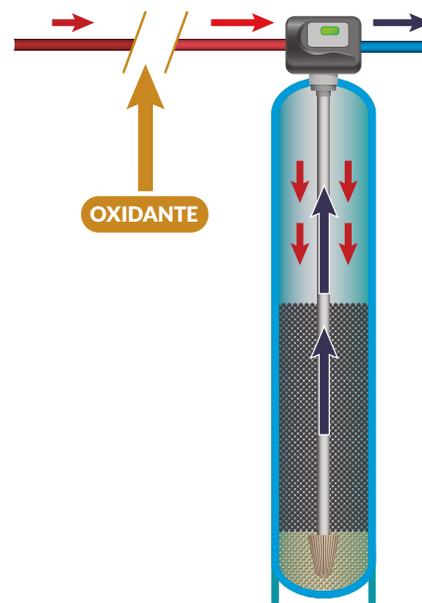


## Regeneración intermitente



Funcionamiento similar a un suavizador, regeneración con cualquier oxidante

## Oxidación continua



Dosificación previa de un oxidante, **sin regeneraciones**

## Oxidantes comunes

- Cloro
- Permanganato de potasio
- Peróxido de hidrógeno
- Otros oxidantes

## Nuestros oxidantes

**OX**YDES

**OX**YDES-P  
MICROBIOLOGICAL OXIDATION



Remoción de manganeso y metales pesados:  
**Ajustes de pH > 8.5**

Agua muy contaminada  
(> 10 ppm de Fe o > 5 ppm de Mn):  
**Realizar 2 pasos en serie**

Remoción de arsénico o radionúclidos:  
**Dosificación previa de hierro**

**REDX**

## Frecuencia

Diferencial de presión: > 7 a 10 psi

Tiempo: 24 a 72 h

## Velocidades

Retrolavado normal: 10 - 12 gpm/pies<sup>2</sup>

Retrolavado fuerte: 12 - 24 gpm/pies<sup>2</sup> (\*)

\*según temperatura del agua

## El retrolavado fuerte permite:

- Reducir la frecuencia de retrolavados
- Reducir el desperdicio de agua
- Asegurar una limpieza profunda de la media



## VELOCIDADES RETROLAVADO FUERTE

- 12 gpm/pie<sup>2</sup> (30 m/h) para 5 °C
- 14 gpm/pie<sup>2</sup> (35 m/h) para 10 °C
- 16 gpm/pie<sup>2</sup> (40 m/h) para 15 °C
- 20 gpm/pie<sup>2</sup> (50 m/h) para 20 °C
- 24 gpm/pie<sup>2</sup> (60 m/h) para 25 °C
- 28 gpm/pie<sup>2</sup> (70 m/h) para 30 °C



MODELO TANQUE	CARGA (pie <sup>3</sup> ) <sup>(1)</sup>	FLUJO SERVICIO (GPM)				FLUJO RETROLAVADO (GPM)						
		Lento <sup>(2)</sup>	Medio <sup>(3)</sup>	Alto <sup>(4)</sup>	Pico <sup>(5)</sup>	> 0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°
9x48	1	1.1	1.9	2.5	3.7	4.4	5.3	6.2	7.1	8.8	11	12
10x54	1.5	1.6	2.8	3.7	5.6	5.5	6.5	7.6	8.7	11	13	15
12x52	2	2.1	3.7	5.0	7.5	7.9	9.4	11	13	16	19	22
13x54	2.5	2.7	4.7	6.2	9.4	9.2	11	13	15	18	22	26
14x65	3	3.2	5.6	7.5	11.2	11	13	15	17	21	26	30
16x65	4	4.3	7.5	10	15	14	17	20	22	28	34	39
18x65	5	5.3	9.4	12.5	18.7	18	21	25	28	35	42	49
21x62	7	7	13	17	26	24	29	34	38	48	58	67
24x72	10	11	19	25	37	31	38	44	50	63	75	88
30x72	15	16	28	37	56	49	59	69	79	98	118	137
36x72	20	21	37	50	75	71	85	99	113	141	170	198
42x72 <sup>(6)</sup>	30	32	56	75	112	96	115	135	154	192	231	269
48x72 <sup>(6)</sup>	40	43	75	100	150	126	151	176	201	251	302	352
60x94 <sup>(6)</sup>	50	53	94	125	187	196	236	275	314	393	471	550
63x83 <sup>(6)</sup>	60	64	112	150	224	216	260	303	346	433	520	606
60x110 <sup>(6)</sup>	70	75	131	175	262	196	236	275	314	393	471	550

1 Considerando un espacio libre de expansión mínimo del 30%

2 Calculado con base en 7 min de TCCV (tiempo de contacto en cama vacía)

3 Calculado con base en 4 min de TCCV

4 Calculado con base en 3 min de TCCV

5 Calculado con base en 2 min de TCCV

6 Requiere difusores de alto flujo

En caso de que no se conozca la temperatura del agua, recomendamos usar 20°C



**Ejemplo:**

**1 Tanque de 48" x 72"  
Temperatura de 20°C**

**Retrolavadora normal: 151 GPM durante 15 min  
151 GPM \* 15 min = ?**

**Retrolavadora fuerte: 251 GPM durante 5 min  
251 GPM \* 5 min = ?**

**Ejemplo:** 1 Tanque de 48" x 72"  
Temperatura de 20°C

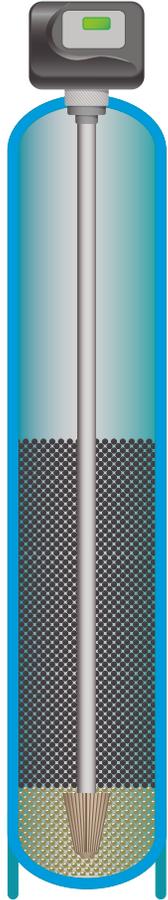
**Retrolavado normal: 151 GPM durante 15 min**

**151 GPM \* 15 min = 2,265 Gal = 8,6 m<sup>3</sup>**

**Retrolavado fuerte: 251 GPM durante 5 min**

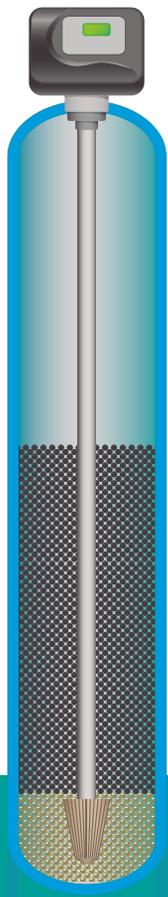
**251 GPM \* 5 min = 1,255 Gal = 4,6 m<sup>3</sup>**





- 1** Válvula
- 2** Restrictor de flujo
- 3** Difusor inferior
- 4** Bomba
- 5** Medidor de flujo (Opcional)

1



## Válvula

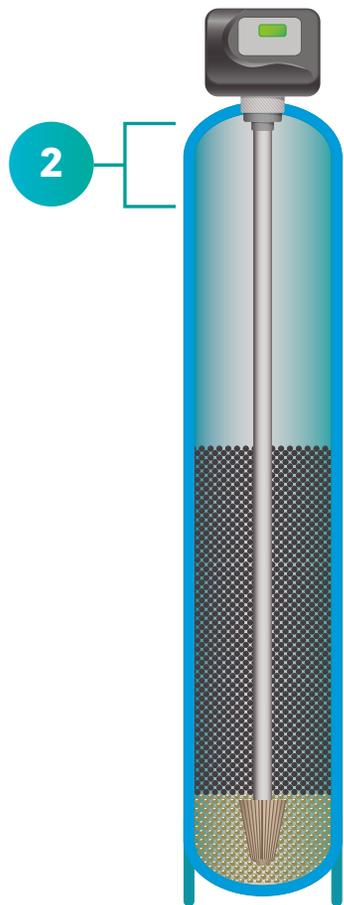
La válvula se elige en base al **flujo de retrolavado.**

Es necesario verificar siempre que la válvula sea compatible con el flujo de retrolavado requerido.



## Ejemplo de ficha técnica

Entrada/Salida (1) .....	2" FPT
Ciclos .....	hasta 6
Material de la válvula .....	Bronce libre de plomo
Regeneración .....	Descendente
<b>FLUJOS</b>	
Inicio @15 psi caída de presión (incluyendo medidor) .....	115 gpm
<b>Retrolavado @ 25 psi caída de presión</b> .....	<b>80 gpm</b>
Sv Servicio .....	25.7
Cv Retrolavado .....	16
<b>PRESIONES DE OPERACIÓN</b>	
Mínima/Máxima .....	20 psi – 125 psi
<b>TEMPERATURAS DE OPERACIÓN</b>	
Mínima/Máxima .....	40° – 110° F
<b>MEDIDOR</b>	
Exactitud .....	± 5%
Rango de medición de flujo .....	1.5 – 115 GPM
Rango en Galones .....	500 – 250,000 galones
Totalizador .....	1 – 9,999,000 galones
<b>DIMENSIONES Y PESO</b>	
Tubo Distribuidor .....	1.90" D.E. (1.5" NPS)
Cuerpo de válvula con Entrada/Salida hembra 2" NPT .....	50mm D.E.
Cuerpo de válvula con Entrada/Salida hembra 2" BSPT .....	1.5" FPT
Línea de drenaje .....	1" MPT o cementada ½" x 1"
Línea de inyección de salmuera .....	½" o Polí tubo 5/8" D.E.
Adaptadores disponibles .....	4" - 8 UN
Base de Montaje .....	6.5"
Altura desde la Boca del tanque .....	12.7 Kg (28 lbs).
Peso al embarcar incluyendo medidor .....	



## Restrictor de flujo



### No se debe usar difusor superior

Las partículas tapan el difusor superior durante el retrolavado, lo cual reduce el flujo real, afectando la efectividad del retrolavado.

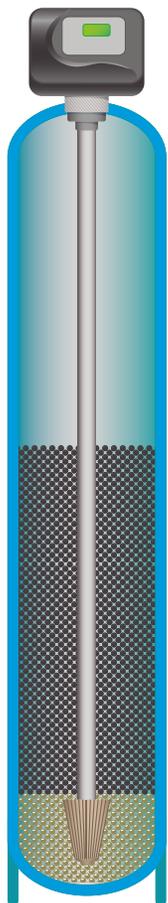
## Recomendaciones

Usar un **restricor de flujo** en la salida de drenaje

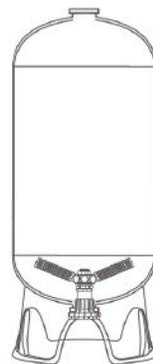


## Difusor inferior

El difusor inferior debe de ser elegido en base al flujo de retrolavado.



Tanque	Difusor inferior
9x48"	 <p>Difusor simple</p>
10x54"	
12x52"	
13x54"	
14x65"	
16x65"	
18x65"	
21x62"	
24x72"	 <p>Difusor doble</p>
36x72"	
42x72" <sup>(9)</sup>	
48x72" <sup>(9)</sup>	
60x94" <sup>(9)</sup>	
63x83" <sup>(9)</sup>	
60x110" <sup>(9)</sup>	



**TANK DIAMETER:**  
42"

**FOR VALVERS:**  
LATERAL VALVES

**FLOW RATE:**  
122 - 135 gpm



Flange

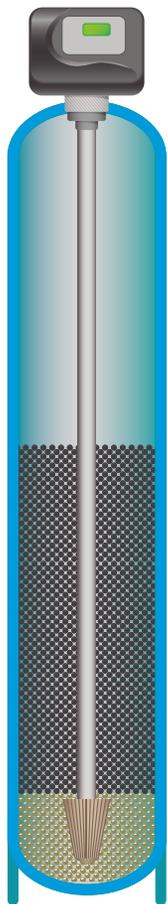


Thread



Lock

Ver en la ficha técnica del difusor si es compatible con el flujo de retrolavado del diseño



4

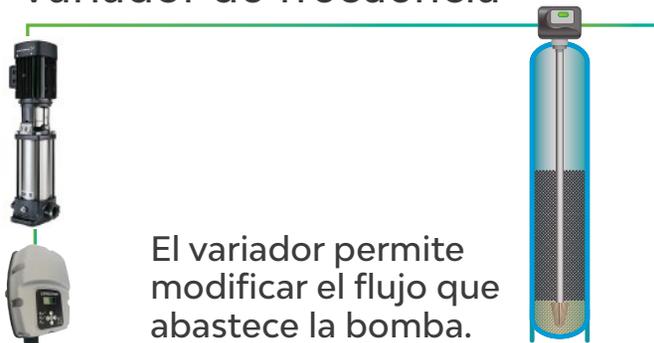


## Bomba

La bomba tiene que abastecer el flujo adecuado para el servicio y el retrolavado

### RECOMENDACIONES DE INSTALACIÓN:

#### Variador de frecuencia



El variador permite modificar el flujo que abastece la bomba.

#### Sistema duplex



La segunda bomba se enciende al momento de retrolavar



# TIP WATCH WATER

COMO HACER UNA INSTALACIÓN:

¿Con una sólo bomba?

¿Sin usar variador  
de frecuencia?

## Ejemplo:

**Se necesita tratar 100 GPM.**

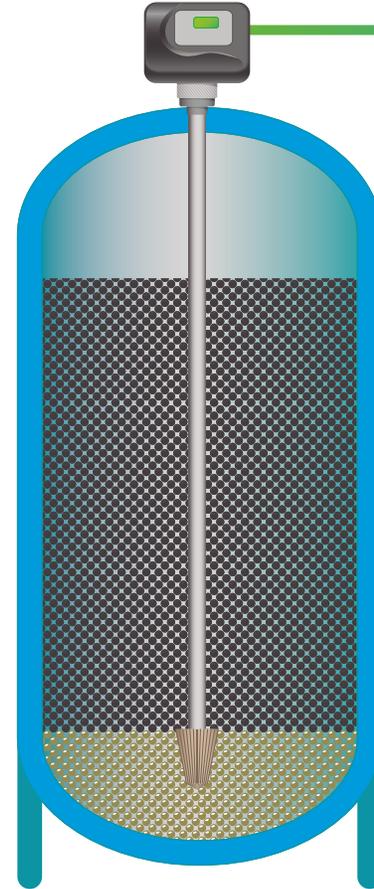
### OPCIÓN 1:

1 tanque de 48" x 72"

Servicio: 100 GPM

Retrolavado óptimo: 250 GPM\*

\*para una temperatura del agua mayor a 20°C



## OPCIÓN 2:

3 tanques de 30" x 72"

Servicio: 100 GPM (tanques)

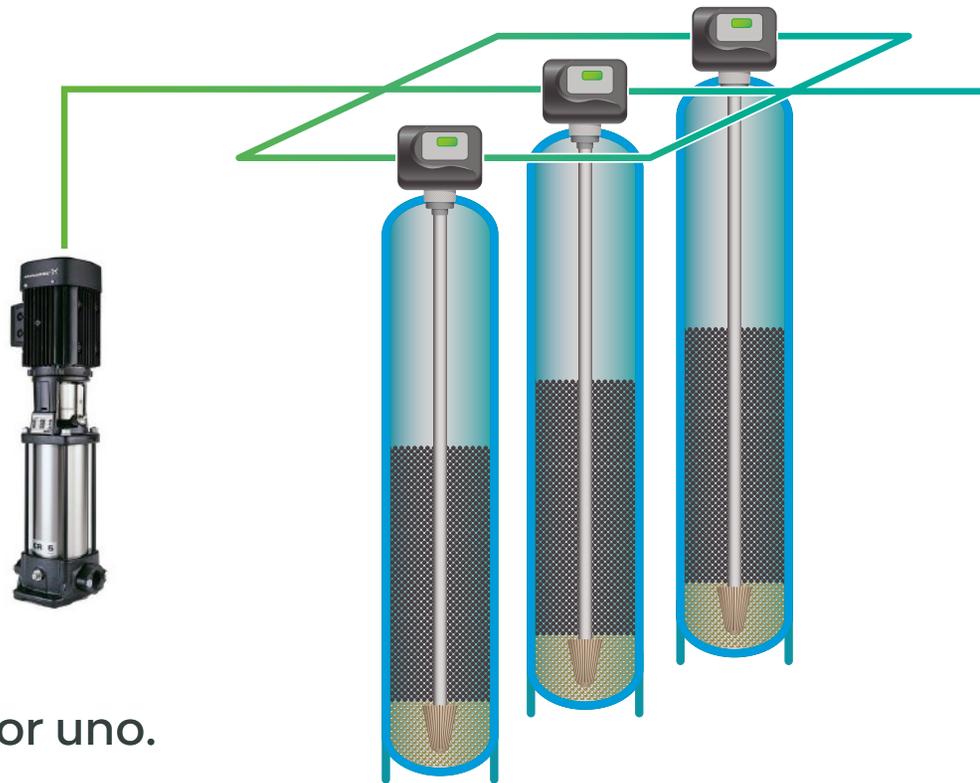
Retrolavado óptimo: 100 GPM (1 tanque)

## Solución

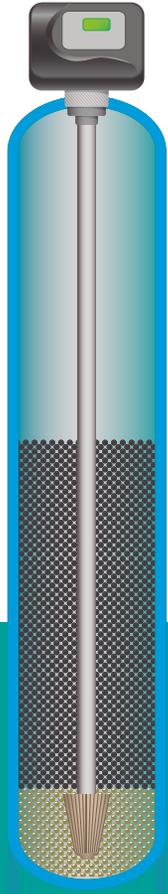
### MONTAJE EN PARALELO

**Servicio:** Los 3 tanques operan en paralelo.

**Retrolavado:** Se retrolava cada tanque uno por uno.



5



## Medidor de flujo

Recomendamos instalar un medidor de flujo a la salida del drenaje



✓ Asegurar el retrolavado efectivo de la media.

## Retrolavado inadecuado

La media se ensucia en servicio



El retrolavado no permite sacar las partículas ni borrar los canales preferenciales



Las partículas se acumulan en la media



Se forman canales preferenciales



Reducción de la capacidad de remoción

## Retrolavado adecuado

La media se ensucia en servicio



El retrolavado remueve las partículas y borra los canales preferenciales



La media funciona de nuevo con su mayor eficiencia



Instalación exitosa



**Bolsa de 1 pie<sup>3</sup> (30 Kg)**

**Tarimas de 40 pies<sup>3</sup>**



# KATALOX LIGHT™

- ✓ **NUEVO PROCESO**  
de lavado en planta.
- ✓ **MENOS** finos.
- ✓ **MÁS** eficiencia.



Contaminantes	Entrada	Salida	Pasos	Reducción relativa (%)	Ubicación
<b>Hierro</b>	20 mg/l	1 mg/l	1	96%	México
<b>Manganeso*</b>	19.9 mg/l	0.6 mg/l	1	97%	México
<b>Sulfuros</b>	33.7 mg/l	0.5 mg/l	1	98%	México
<b>Turbiedad</b>	253 NTU	7.67 NTU	1	97%	México
<b>TSS</b>	302 mg/l	6 mg/l	1	98%	China
<b>Arsénico**</b>	30 µg/l	5 µg/l	1	83%	Bangladesh
<b>Hierro</b>	130 mg/l	0.3 mg/l	3	99.8%	Irlanda

\* Aconsejamos un ajuste de pH hasta más de 8.5 para remover el manganeso

\*\* Con dosificación previa de **RED X®**





## California, Usa

Suministro de agua de riego

Caudal total: 200 m<sup>3</sup>/h

Katalox Light usado: 400 pies<sup>3</sup>



## Thessaloniki, Greece

Suministro de agua municipal

Caudal total: 1,080 m<sup>3</sup>/h

Volúmen de Katalox Light: 1,900 pies<sup>3</sup>

Director de proyecto: Dr. Ch. Papadopoulos

### RESULTADOS OBTENIDOS

Antes de la filtración µg/l:

**Fe: 900 Mn: 360**

Después de la filtración KL µg/l:

**Fe: 7 Mn: 17**



## Proyecto San Quintín

Tratamiento de agua para riego  
Protección de ósmosis inversa

Flujo: 269 GPM

6 tanques de 48"x72" en paralelo

Volúmen de Katalox Light: 240 pies<sup>3</sup>



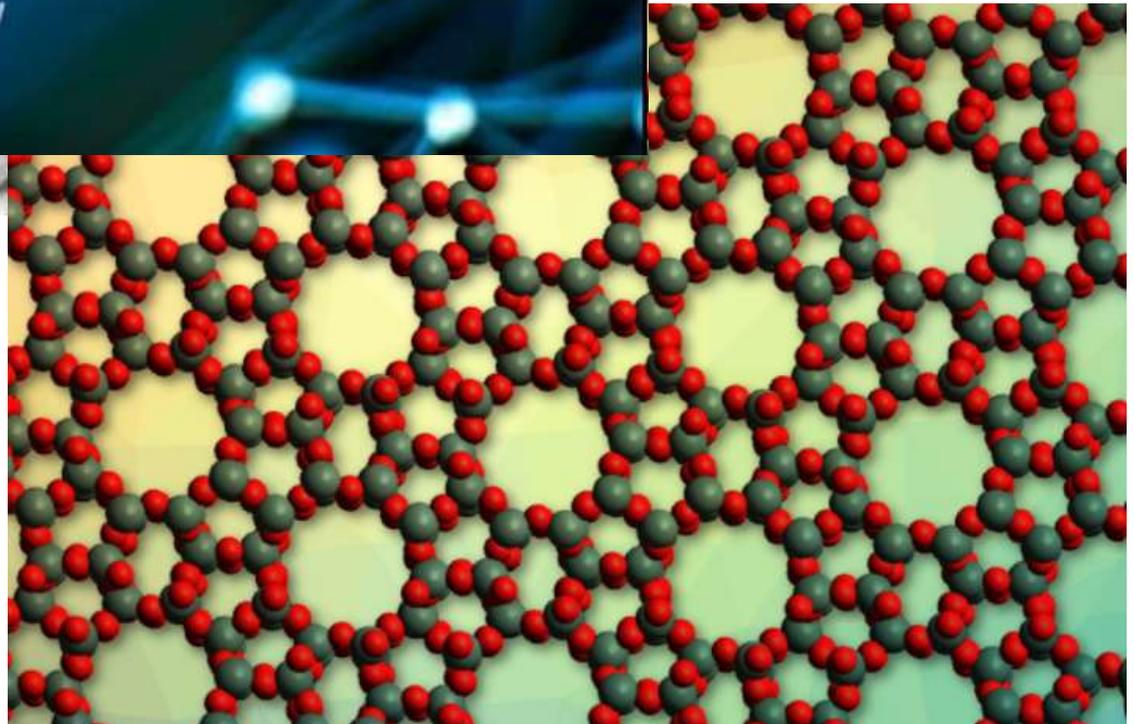




# Ventajas competitivas



Texture Of Heterogenous Catalysts: Surface Area and Porosity





**ZEOLITE**

**VS**



**SAND**

**14 x 30**

**4 μ**

**20 μ**



## Tres funciones:

- (1) Cataliza
- (2) Almacena oxidantes
- (3) Filtra



**Clinoptilolita con buena  
resistencia mecánica**

# MORTEROS Y LIGANTES



**Agente ligante de:**

**Alta resistencia química mecánica**

**Alta resistencia química**



**7 a 10 años**



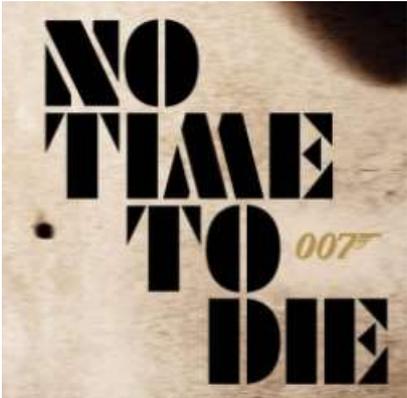
# Ventajas competitivas



ÉTICA



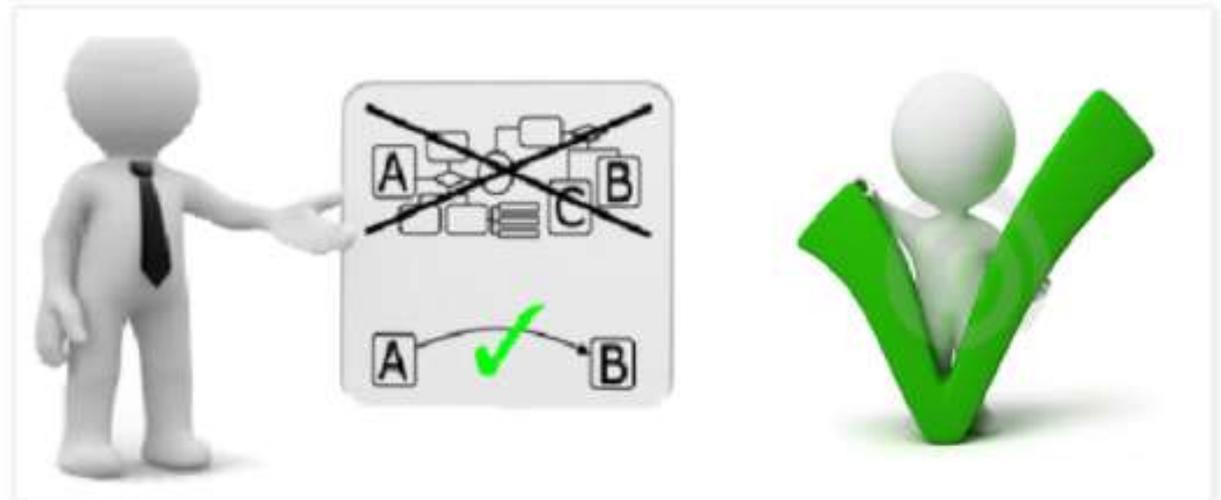




C<sup>a</sup>rbotecnia

# Ventajas competitivas







**NSF/ANSI/CAN 61**

**Drinking Water System Components - Health Effects**

Atención desde  
nuestro call center  
técnico formado por  
**más de 15 jóvenes  
profesionistas en el  
área de la química**



## MIP Preguntas técnicas que debemos hacernos ante un posible proyecto

### INTRODUCCIÓN

#### 1. ¿QUÉ LLEVÓ A LA PERSONA A BUSCARNOS? ¿QUÉ DESEA LOGRAR O RESOLVER?

SI EL CASO TIENE QUE VER CON PURIFICACIÓN DE AGUA

#### 2. ORIGEN DEL AGUA

#### 3. DESTINO DEL AGUA

#### 4. VOLUMEN DE AGUA QUE SE REQUIERE EN UNA UNIDAD DE TIEMPO, DÍAS Y HORARIOS DE OPERACIÓN, FORMA DE OPERACIÓN (CONTINUA, INTERMITENTE O SEMICONTINUA)

#### 5. TANQUES DE ALMACENAMIENTO (CISTERNAS, TINACOS, ETC.) CON LOS QUE CUENTAN O CON LOS QUE PODRÍAN CONTAR

#### 6. DATOS ADICIONALES QUE NOS PERMITAN DETERMINAR EL FLUJO MÁXIMO INSTANTÁNEO

#### 7. DATOS SOBRE EL SISTEMA DE BOMBEO QUE HACE LLEGAR EL AGUA AL PUNTO EN EL QUE SE REQUIERE EL TRATAMIENTO

#### 8. DATOS SOBRE EL ESPACIO Y LOS SERVICIOS DISPONIBLES

#### 9. DATOS NECESARIOS PARA ESBOZAR UN DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS

# Departamento de ingeniería



MIP Purificación de agua que contiene Fe, Mn y H<sub>2</sub>S mediante Katalox Light

## INTRODUCCIÓN

En ciertas regiones geográficas, el agua de origen natural contiene hierro, manganeso y ácido sulfhídrico.

Estos tres contaminantes tienen en común que reaccionan con todo tipo de oxidantes y precipitan al oxidarse. Aunque las reacciones de oxidación de los mismos son simples, el reto está en la lentitud con la que ocurren.

Una solución al problema de dicha lentitud, es el dióxido de manganeso (MnO<sub>2</sub>), un sólido que actúa como catalizador de la reacción de oxidación. El dióxido de manganeso se aplica como un medio granular a través del que se percola el agua que se va a tratar. El color de los gránulos de MnO<sub>2</sub> es entre morado y negro.

Existen varios catalizadores de MnO<sub>2</sub> que se ofrecen en el mercado. Algunos de estos catalizadores consisten en pirolusita, que es el mineral de MnO<sub>2</sub> en su estado natural. Otros son sustratos impregnados con MnO<sub>2</sub>. Ejemplos de estos sustratos son: arena silica, zeolita y glauconita.

La pirolusita tiene la ventaja de que, aunque se pierda el MnO<sub>2</sub> de la superficie (lo que ocurre debido a la erosión), la parte interior del gránulo sigue siendo MnO<sub>2</sub>. Su desventaja es que es más costoso que los catalizadores que se producen mediante la impregnación de sustratos. Una marca de pirolusita es "Pyrolox Ore" de la empresa Prince Minerals Inc.

A grid of 14 technical sheets from the 'C<sup>a</sup>rbotecnia' manual, arranged in two rows of seven. Each sheet contains detailed technical information, including:

- Technical Specifications:** Lists of parameters and their values.
- Tables:** Data tables for various components and materials.
- Graphs:** A prominent graph in the middle-right sheet shows 'Relative Humidity (%)' on the y-axis (0 to 100) and 'Time (hours)' on the x-axis (0 to 24). It features several curves representing different conditions or materials.
- Textual Content:** Descriptive paragraphs and sections such as 'MATERIALES' and 'REQUISITOS'.

The sheets are organized as follows:

- Row 1 (Top):** Sheets 1 through 7, covering initial technical details and material requirements.
- Row 2 (Bottom):** Sheets 8 through 14, including a detailed table in sheet 8, a graph in sheet 9, and further technical specifications in sheets 10-14.

CATALIZADOR	Densidad Ap. Verificado	% de MnO2	Contenido relativo de MnO2	Contenido relativo de MnO2	Costo Carbotecnia (USD/ft3)	Costo Carbotecnia referido a contenido de MnO2	Rango tamaño de partícula	V servicio recomendado (gpm/ft2)	V retrolavado @ 20°C (gpm/ft2)	TCCV mín.	Oxidantes	Sustrato
Katalox Light	1.09	10	0.109	13	88.05	6.87	14x30	4 a 8	20	2.3	Cl, H2O2, KMnO4	zeolita
Filox	1.55	75 a 85	1.24	146	210.00	1.44	20x40	10 (alt 20")	15 (@ 16°C)	1.25	Todos	
Greensandplus	1.51	3.2 a 4.8	0.0604	7	68.84	9.69	25x45	2 a 5	14	2.5	Cl, KMnO4, O3	arena sílica
Birm	0.71	10 a 20	0.1075	13	64.70	5.12	14x20	3.5 a 5	24	3.74	Cl menor a 0.5 ppm	
MTM	0.85	< 1	0.0085	1	93.20	93.20	16x40	2 a 5	18	3	Cl, KMnO4	
Z-OX	1.01	15	0.1515	18			14x40	15 máx.	18	1.5	Cl y O2	zeolita

# LA ÉTICA EN LA VIDA PROFESIONAL COMO AGENTE DE CAMBIO



## Envíos a todo México y Latinoamérica desde:



- Bodega de Carbotecnia en Jalisco



- Bodegas de Watch Water en CDMX, Mérida y Torreón

# Aspectos técnicos que vale la pena subrayar



**Medios granulares que causan  
cambios fisicoquímicos:**

**TCCV (3 a 14 min)**

**Medios granulares filtrantes:**

**Velocidad o carga hidráulica**

**(3 a 8 gpm/ft<sup>2</sup>)**

$$\text{TCCV} = V \text{ cama} / \text{Flujo}$$

$$\text{CH} = \text{Flujo} / \text{área de sección de la cama}$$

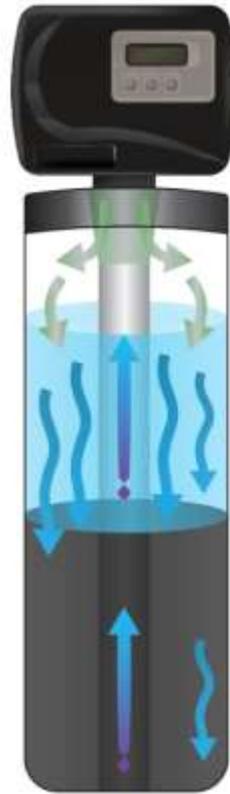
## Ejemplo

**Datos:**  $F = 100 \text{ l/min} = 26.4 \text{ gpm}$   
 $[\text{Fe}] = 2 \text{ mg/L}$   
 $[\text{Mn}] = 2.5 \text{ mg/L}$

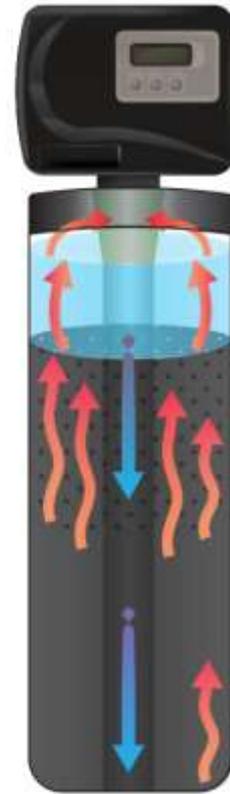
**Cálculos:**  $C = 2 + 2(2.5) = 7$   
TCCV recomendado = 7 min  
V Katalox requerido = 700 L = 24.7 ft<sup>3</sup> → 25 ft<sup>3</sup>  
Tanque de 42" x 72": Volumen de medio granular = 30 ft<sup>3</sup>  
A tanque = 9.62 ft<sup>2</sup>  
 $CH = 26.4 \text{ gpm} / 9.62 \text{ ft}^2 = 2.75 \text{ gpm/ft}^2$   
El valor es bajo.

Se propone colocar dos tanques de 30" x 72" conectados en serie.

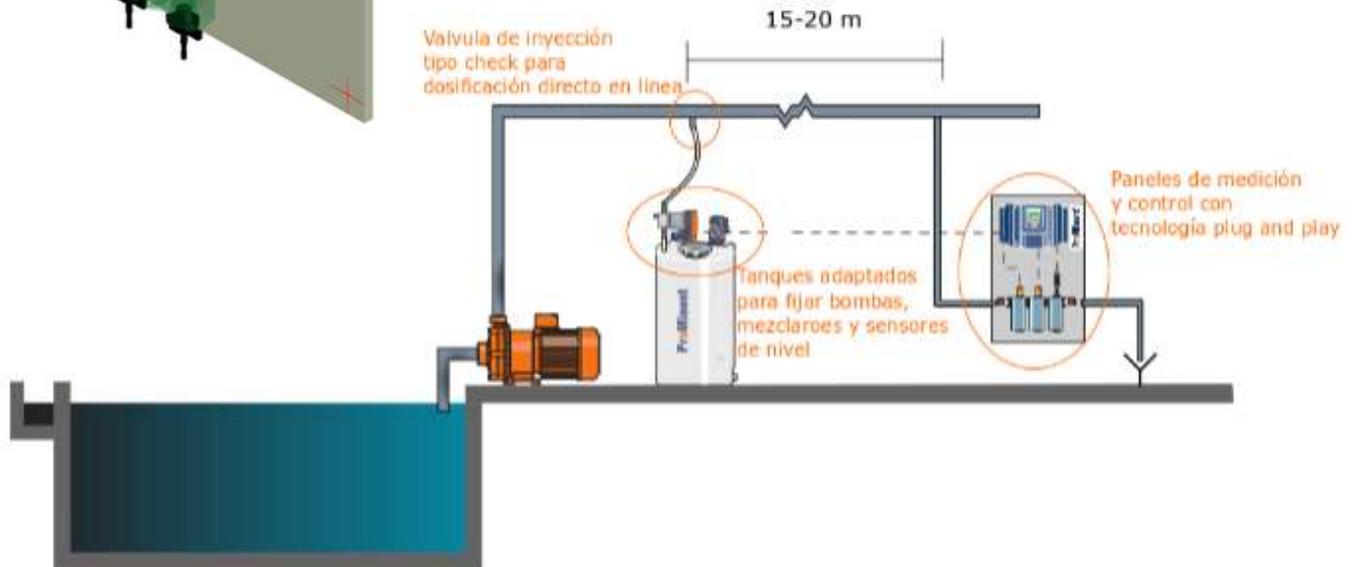
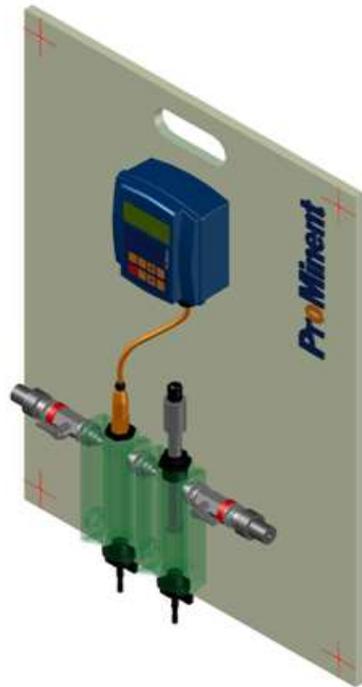
V Katalox por tanque = 15 ft<sup>3</sup>  
A tanque = 4.91 ft<sup>2</sup>  
 $CH = 26.4 \text{ gpm} / 4.91 \text{ ft}^2 = 5.38 \text{ gpm/ft}^2$



**Flujo en  
servicio**

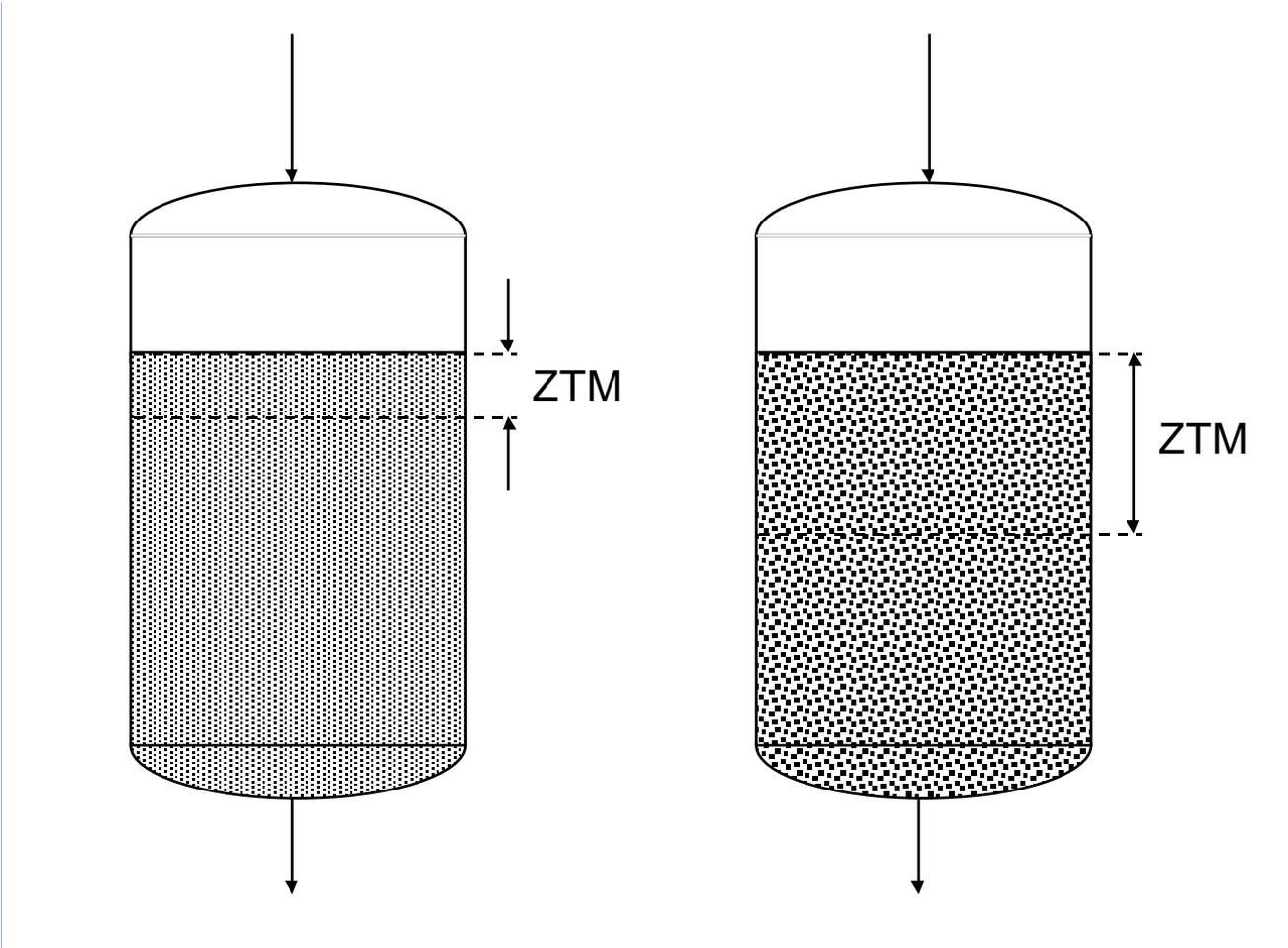


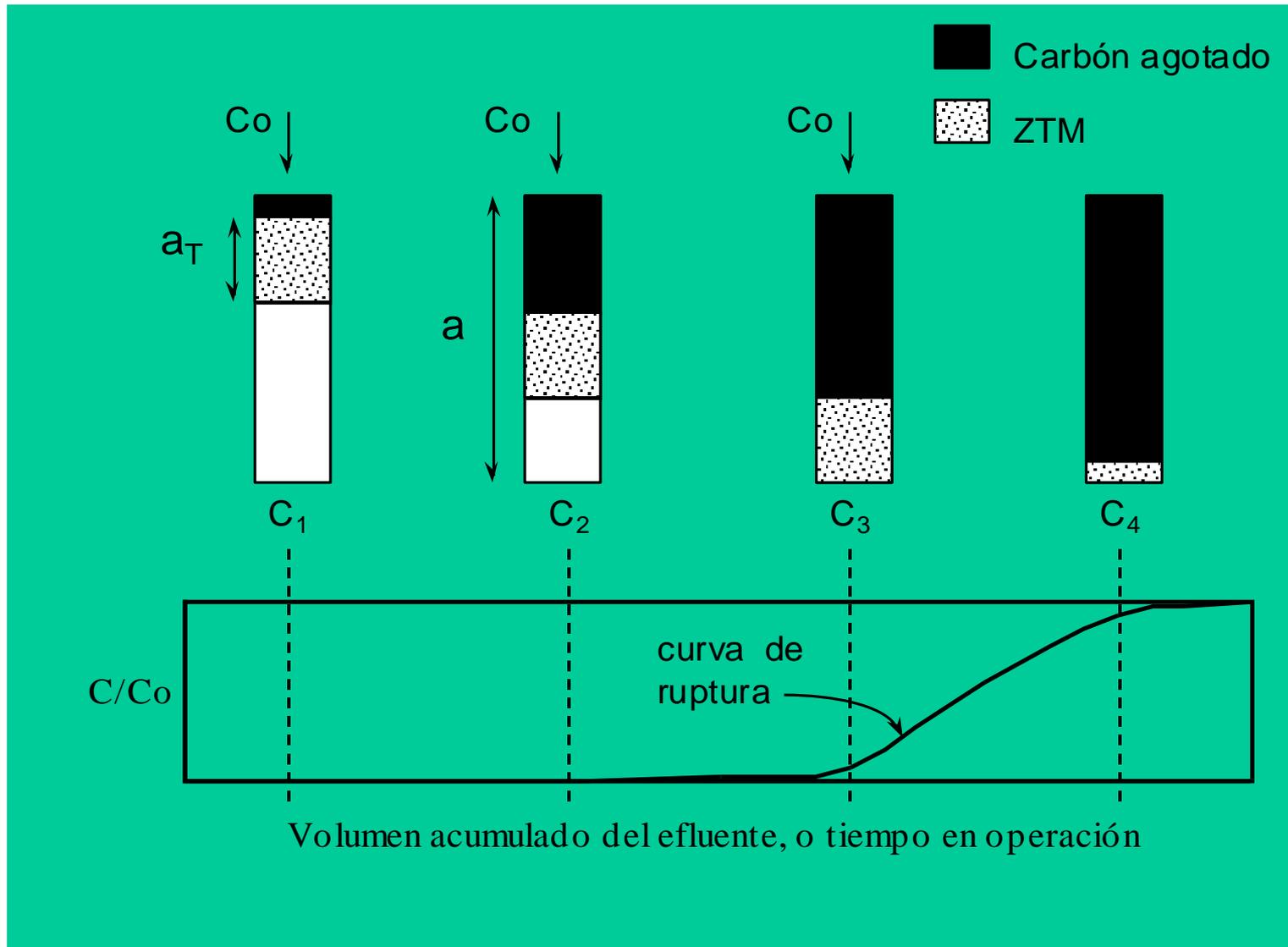
**Flujo en  
retrolavado**



## ¿Por qué se requiere un pH alto para facilitar la precipitación de manganeso?

<b>Compuesto</b>	<b>Potencial de oxidación (voltios)</b>
Ion hidróxido (OH <sup>-</sup> )	2.80
Ozono	2.07
Peróxido de hidrógeno	1.78
Ion clorito	1.57
Ácido hipocloroso (el denominado "cloro libre")	1.49
Cloro molecular	1.36
Dióxido de cloro	0.95





## Índice de Langelier

$$IL = pH - pH_s \left\{ \begin{array}{l} IL > 0 \text{ Incrustante} \\ IL = 0 \text{ Neutro} \\ IL < 0 \text{ Corrosivo} \end{array} \right.$$



## Química del agua

 ¿Qué es el pH del agua?

 ¿Qué son los Aniones y Cationes?

 Ácido-base: tabla comparativa

 Alcalinidad total del agua

 Aluminio

 Arsénico

 Asbesto

 Benceno

 Cobre

 Conductividad en el agua

 Contaminantes inorgánicos

 Contaminantes orgánicos

 Dureza del agua, ¿qué es?

 Electrolitos más comunes en el agua

 Fierro

 Fluoruros

 La tendencia incrustante, corrosiva o equilibrada de un agua, y el Índice de saturación de Langelier

 Lingüística del término "agua"







# RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL

- Son los que se generan en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos.



Residuos De Manejo Especial



# Gracias por su atención

Contacto:

[ventas@carbotecnia.com.mx](mailto:ventas@carbotecnia.com.mx)

Teléfono: (33) 38340906