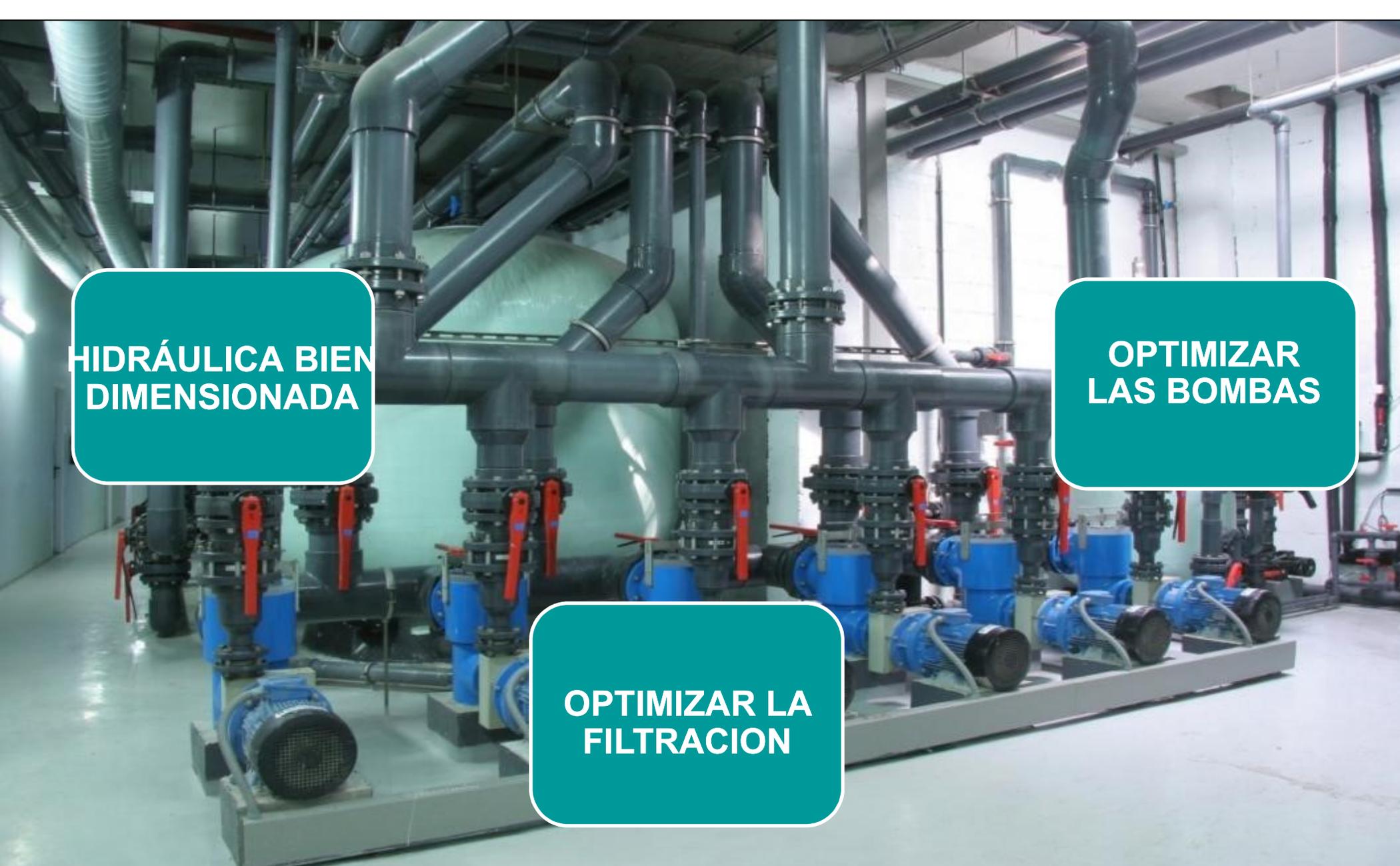


An outdoor swimming pool with a cityscape in the background. The pool has a blue tiled edge and a metal handrail. Two waterfalls are visible on the right side of the pool. The sky is clear and blue.

“Optimización de los sistemas de filtración en piscinas”



La máxima calidad de agua, con la máxima eficiencia, los máximos ahorros y el mínimo impacto medio-ambiental

A photograph of a water treatment plant's machinery room. The room is filled with a complex network of grey pipes, blue pumps, and large cylindrical tanks. The equipment is mounted on a grey metal base. The floor is light-colored and reflective. The lighting is bright, coming from overhead fixtures.

**HIDRÁULICA BIEN
DIMENSIONADA**

**OPTIMIZAR
LAS BOMBAS**

**OPTIMIZAR LA
FILTRACION**

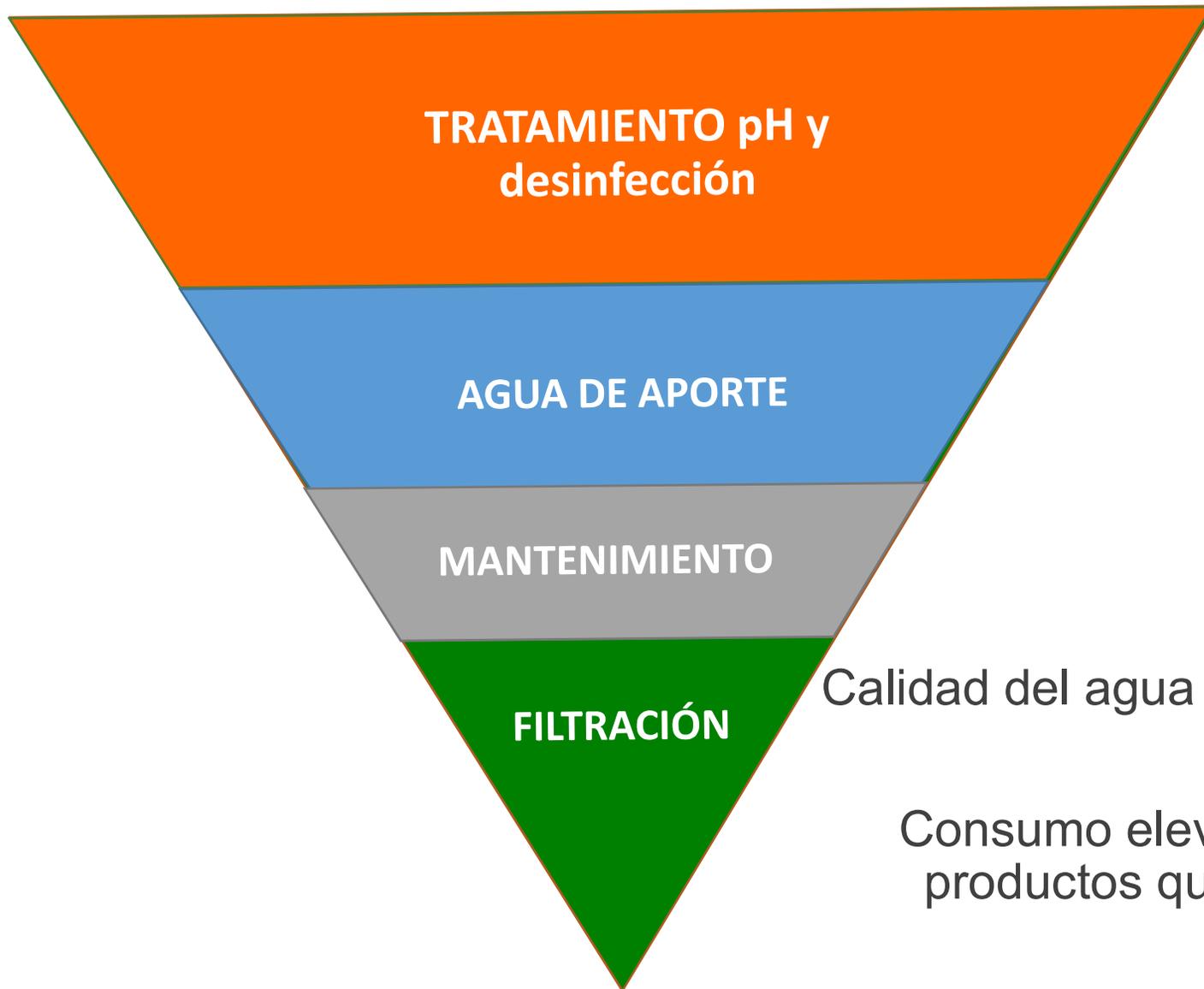


¡MAL!
PRIORIZA EL
TRATAMIENTO

Mayoría de instalaciones

Calidad del agua pobre, Sistema inestable

Consumo elevado de energía, agua,
productos químicos, mano de obra.





Mejor calidad,
agua más estable

Ahorro en energía,
agua, productos químicos,
mantenimiento e inversión

¡BIEN!
PRIORIZA
LA FILTRACIÓN





RENOVACIÓN

Volumen de agua de la piscina + depósito compensación
4 horas

A photograph of an indoor swimming pool at night. The pool is illuminated by warm lights, and the water reflects the surrounding environment. The pool deck is tiled, and there are lane lines visible in the water. The background shows the interior of the pool facility with windows and some posters on the wall.

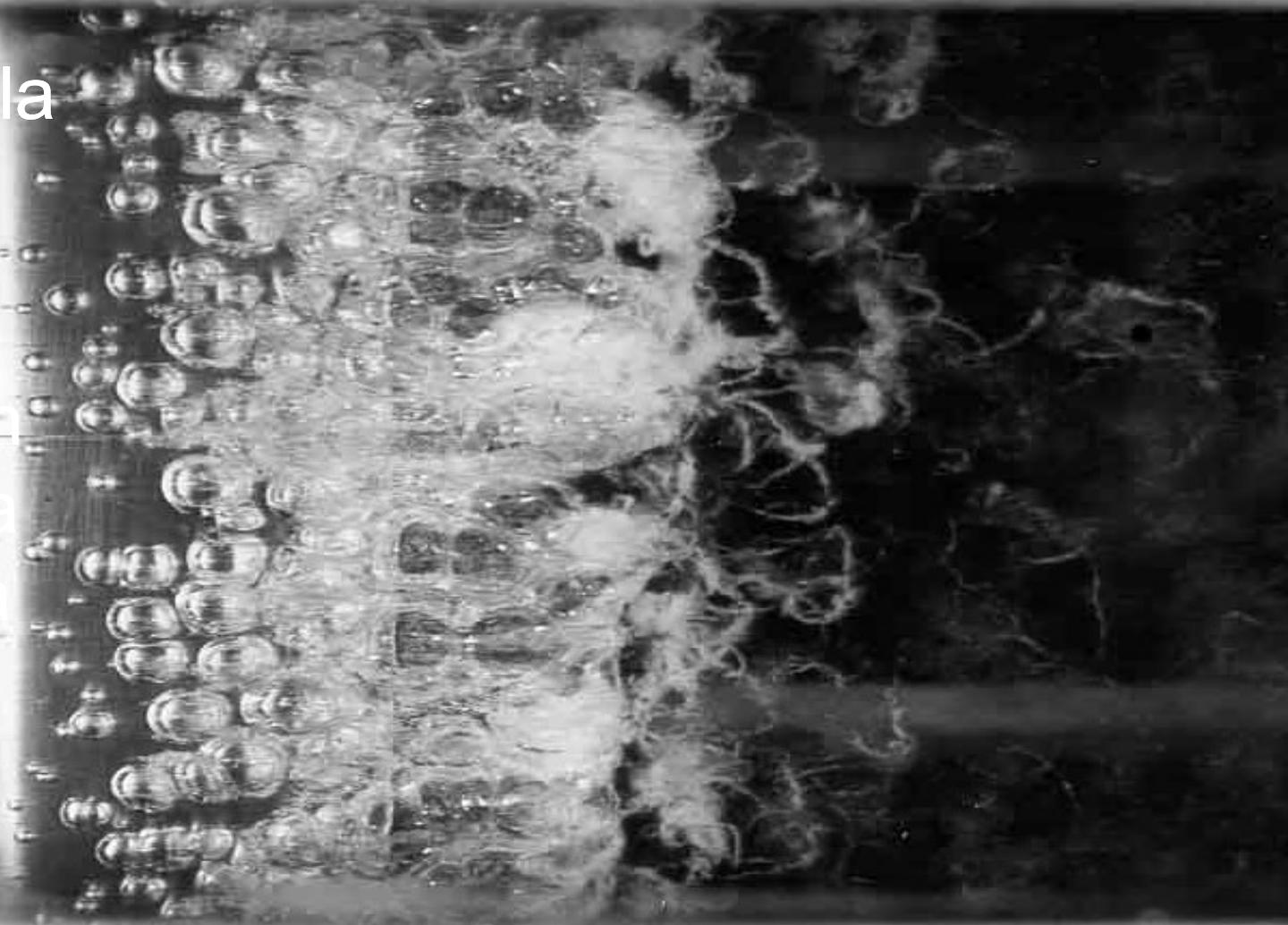
SIEMPRE RECOMENDABLE FILTRACIÓN LAS 24 HS.

- 4 h. teóricas = 15 h. en realidad (60% en 4 h.)
- 5 h. teóricas = 24 h. en realidad (60% en 5 h.)
- 6 h. teóricas = 30 h. en realidad (60% en 6 h.)

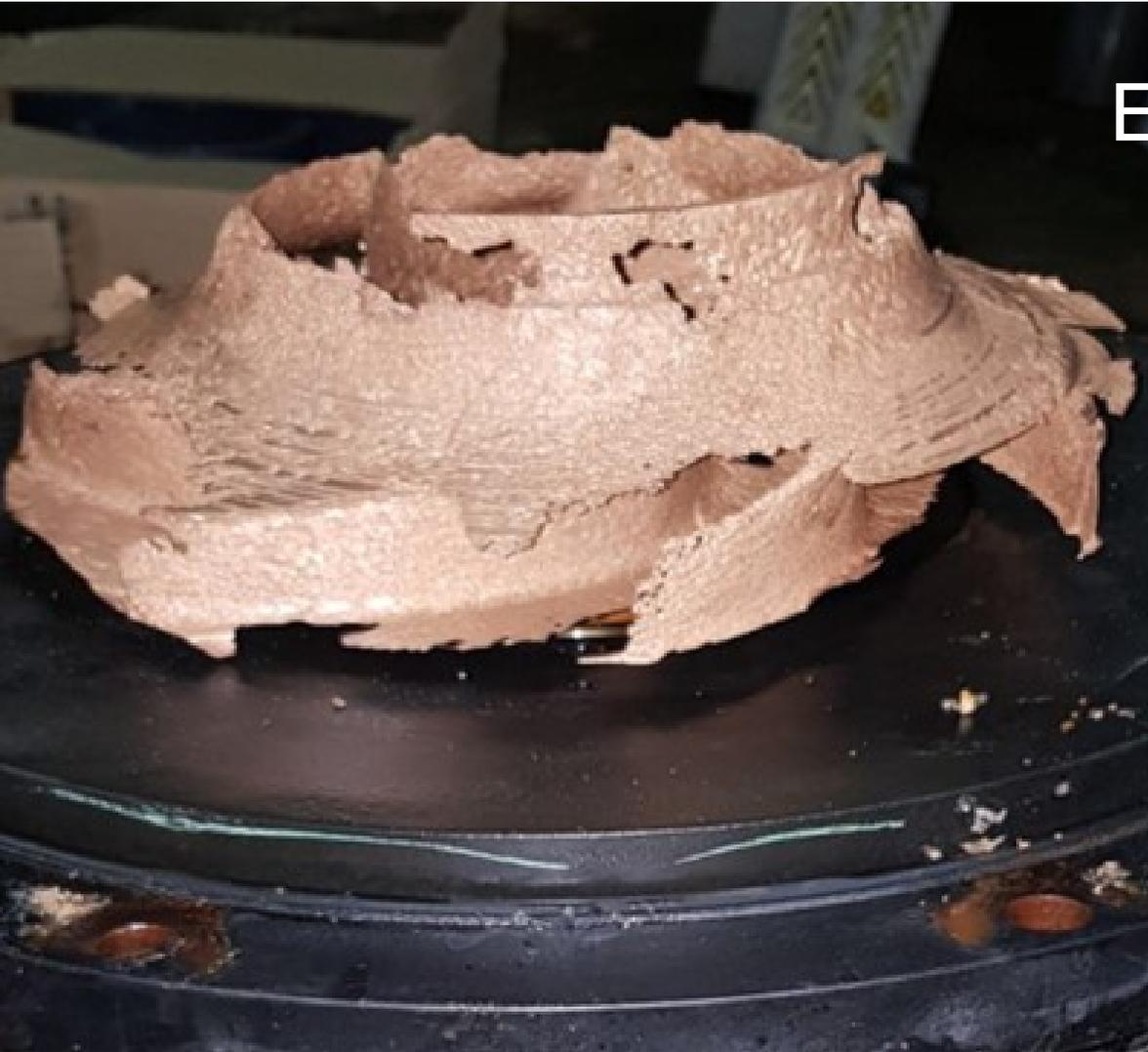
Cavitación

Existe mientras la presión en la turbina es baja.

Cuando entra en una zona de alta presión vuelve a ser aire disuelto en el agua.



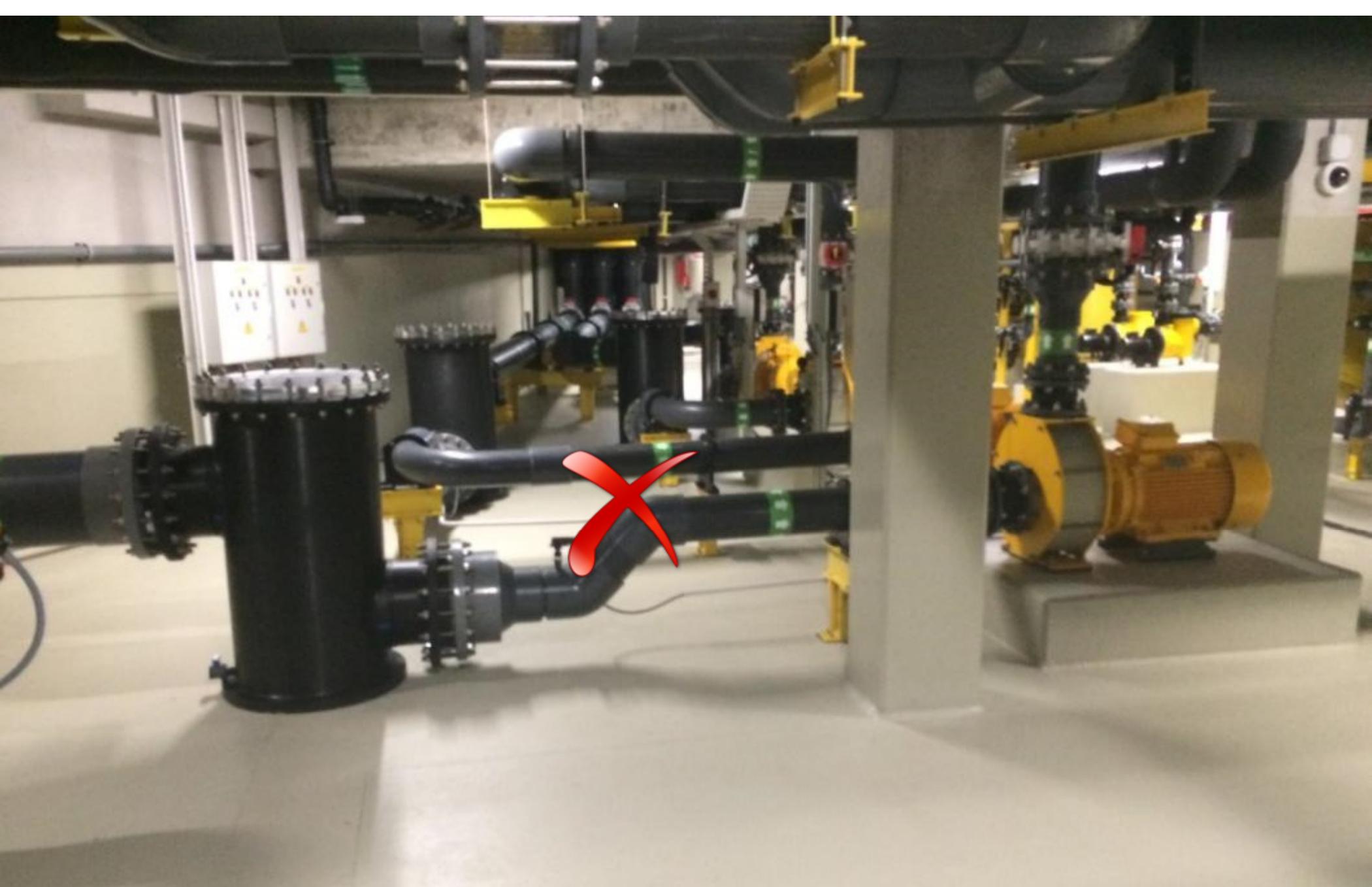
Cavitación



Esta transformación es:

- muy agresiva,
- genera mucha energía,
- provoca daños muy importantes en turbina y cuerpo de la bomba,
- produce ruido de piedras o pequeñas explosiones.





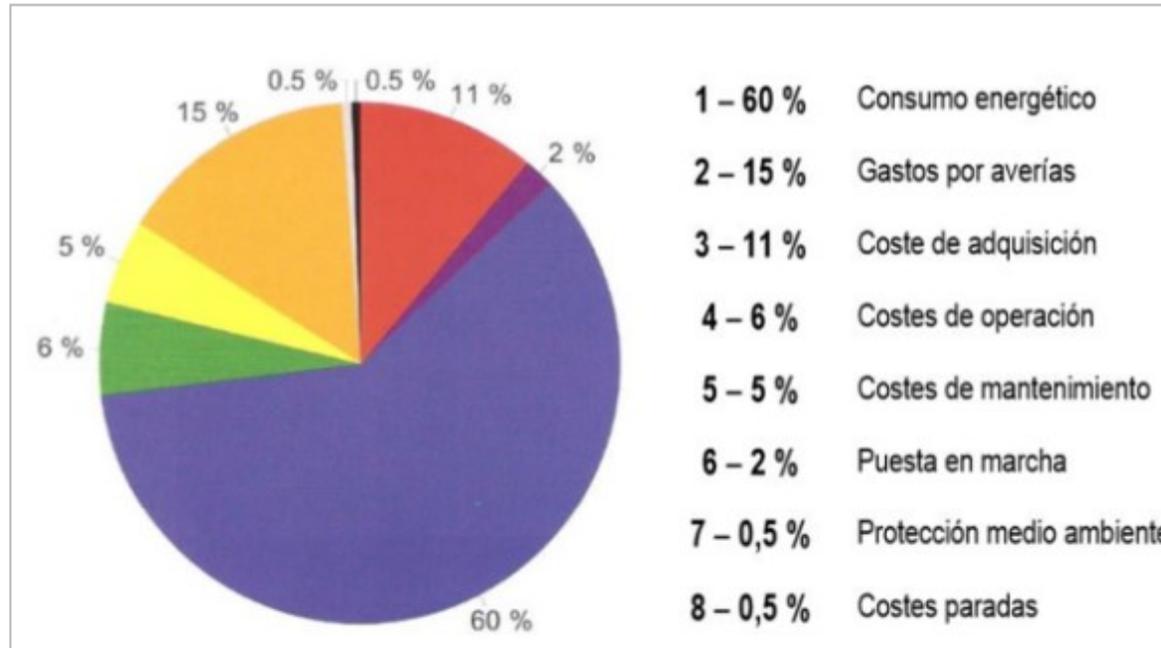
PISCINA DE 30 x 15 m.

- **APLICACIÓN:**
- **EJEMPLO:**
- **RENOVACIÓN:**
- **CAUDAL REQUERIDO:**
- **ALTURA MANOMÉTRICA:**

Bomba centrífuga para piscina pública
 $30 \times 15 \times 1,5 = 630 \text{ m}^3$
4 horas = $157,5 \text{ m}^3/\text{hora}$
2 bombas de $80 \text{ m}^3/\text{h}$
12 m.c.a.



Análisis del ciclo vital de una bomba



LA INVERSIÓN SE AMORTIZA EN POCOS AÑOS



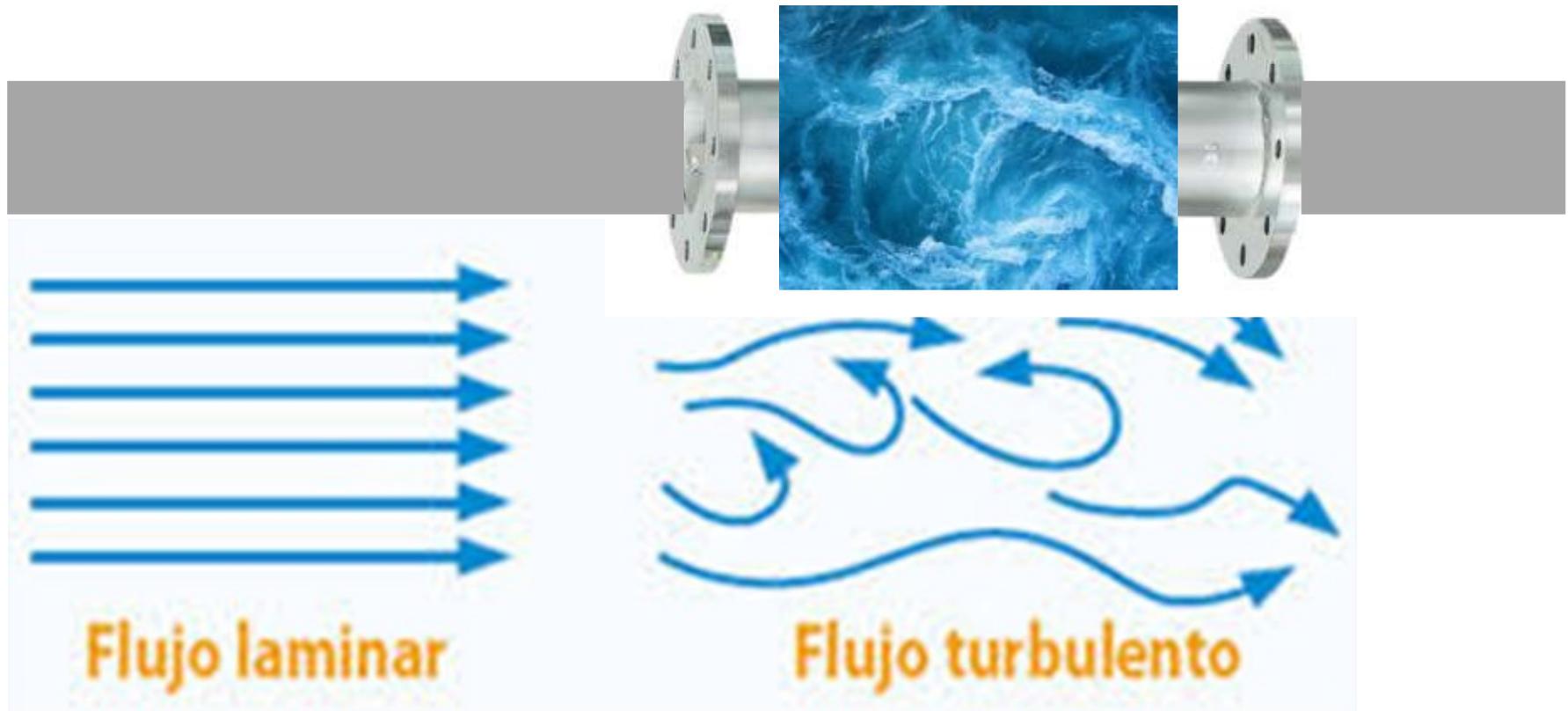
¿Cómo funciona APF?

- Coagulando
- Floculando



1.-Coagulando:

Es necesario una cavitación energética



EJEMPLO:

Si agitamos la leche



Obtendremos suero de leche
y mantequilla

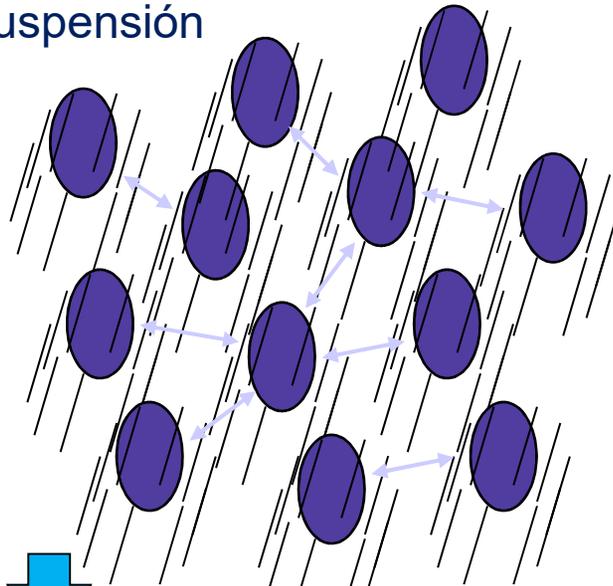


2.-Floculando:

Agrupar estas suspensiones coloidales pequeñas (células, bacterias y parásitos) para formar una partícula más grande o **flóculo** que es fácilmente retenido en el filtro



Coloides estables en suspensión

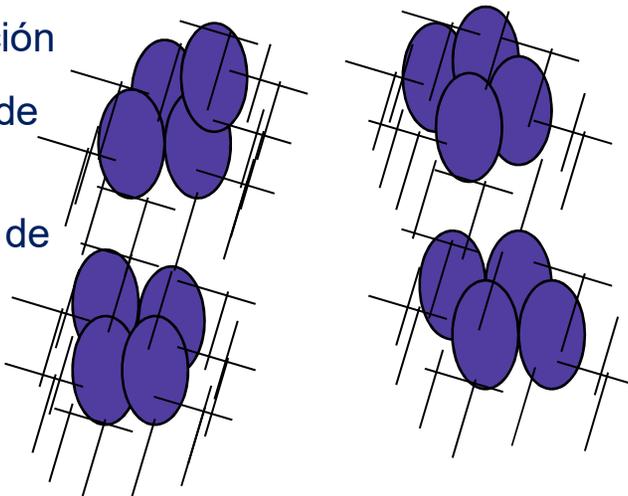


Medio coagulante
(Adición de sales minerales)

Desestabilización

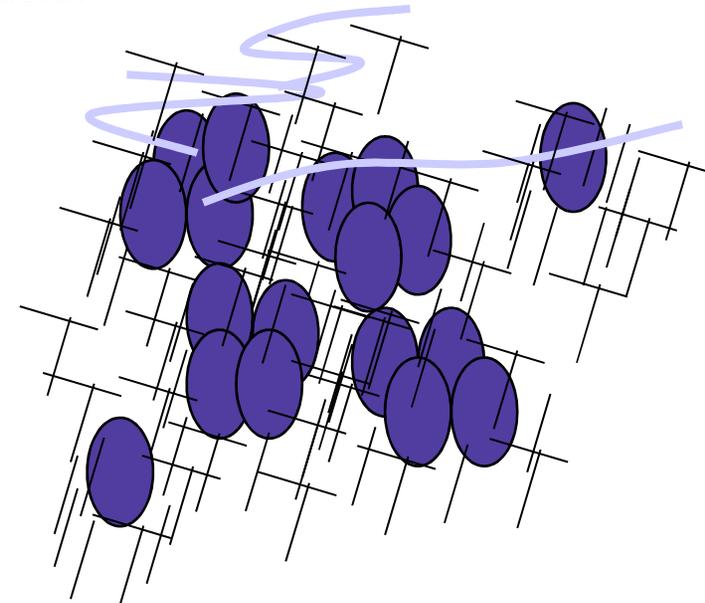
Coagulación de partículas

Aglomeración de partículas

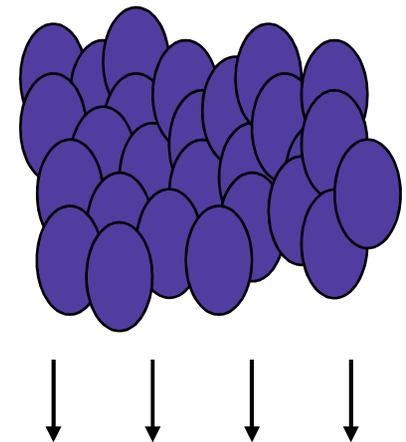


Floculación

Adición de polielectrolitos o polímeros catiónicos



Flóculo
Sedimentación
Filtración



La Filtración

DRYDEN
AQUA



**Filtros de
Arena**



**Filtros de
cartucho**



**Filtros de
Diatomeas**

Filtros de Arena...Con Arena (pros y contras)

Rendimiento de filtración aceptable
Hasta 20-30 micras



1

**Filtros de
Arena**



Fácil de usar/ Fácil de limpiar

Se adaptan a cualquier tipo de tratamiento de piscina

**Se puede usar Floculación => Lo que multiplica el
rendimiento por 10**

Aptos para aguas duras y blandas



La arena forma biofilm y canales preferentes

**Necesita una alta velocidad de contralavado (Mayor
consumo de agua)**

Vida útil limitada: Debe cambiarse cada 5 años

Filtros de Cartucho (pros y contras)

Rendimiento de la filtración **Normalmente 50 micras**



Facil de instalar, compactos y baratos
No necesitan contralavados– Bajo consumo de agua

Los cartuchos se deben lavar frecuentemente y/o
reemplazarse en aguas duras

No son los mejores para contralavados => **NO HAY**

RENOVACIÓN DE AGUA

Apropiados para piscinas desmontables

No aptos para coagulación / floculación

No pueden retirar orgánicos disueltos ni fosfatos



2

**Filtros de
Cartuchos**

Filtros de Diatomeas (pros y contras)



3

Filtros de Diatomeas



Mucho mantenimiento y altos costes operacionales

- Contralavado cada 2 – 4 semanas
- Limpieza cada 2 -4 meses
- Se debe añadir 0.5kg de diatomeas por cada m2 después de cada contralavado (8 – 16€)
- Los elementos del filtro (Velas) tienen que ser cambiadas cada cierto tiempo

No aptos para coagulación/floculación

No pueden retirar orgánicos disueltos ni fosfatos

Dimensionamiento de filtros de arena

- **V : Velocidad** de filtración/lavado, medido en $\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2 = \text{m}/\text{h}$

$$V = Q / A$$

$$\text{Ej: } 40\text{m}^3/\text{h} / 2\text{m}^2 = 20\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$$

- **Q : Caudal** de agua m^3/h

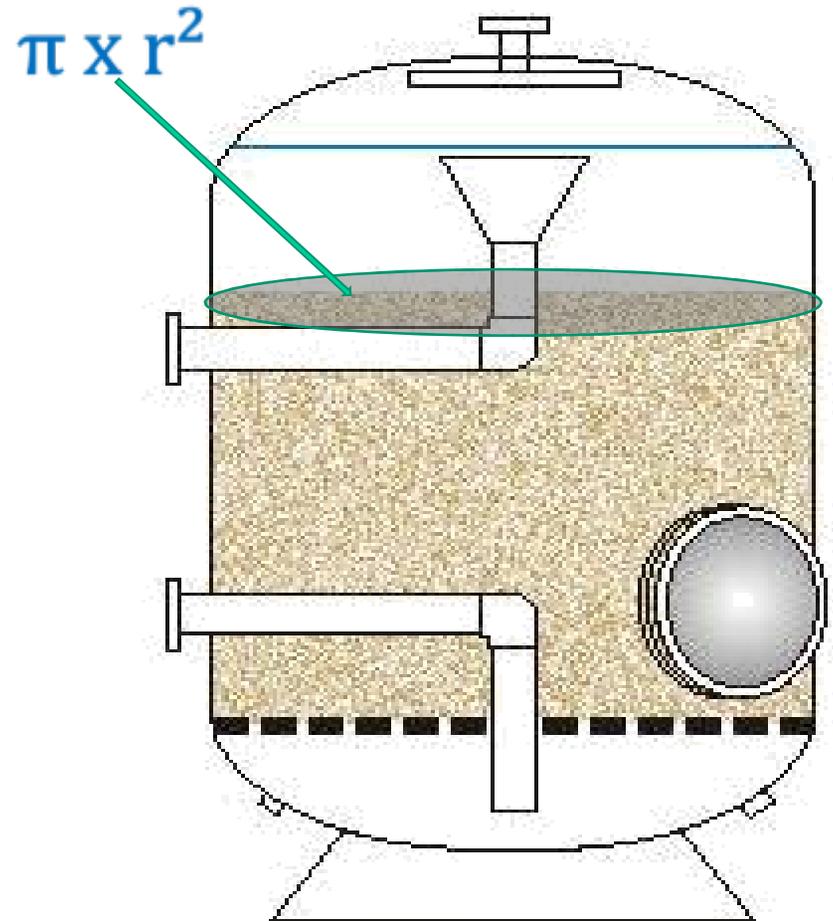
$$Q = V * A$$

$$\text{Ej: } 20\text{m}/\text{h} * 2\text{m}^2 = 40\text{m}^3/\text{h}$$

- **A : Área** de superficie del filtro
(radio x radio x 3.14) m^2

$$A = Q/V$$

$$\text{Ej: } 40\text{m}^3/\text{h} / 20\text{m}/\text{h} = 2\text{m}^2$$



Velocidades

Ejemplo : $20 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2 = 20 \text{ m/h}$

Filtración: **20-30 m/h**

Lavado - con filtro de arena: **55 m/h**
: - con filtro AFM: **45 m/h**



EJEMPLO :

- Filtro : 2.000 mm Ø
- Área : 3,14 m²

Caudal de filtración a velocidad de 20 m/h x 3,14 m² = 63 m³/hora (110 Ø)
Caudal de lavado a velocidad de 45 m/h x 3,14 m² = 141 m³/hora (160 Ø)





- Sección suficiente para un lavado a velocidad de 50/55 m/h
- Comprobar que la tubería de lavado esté bien dimensionada

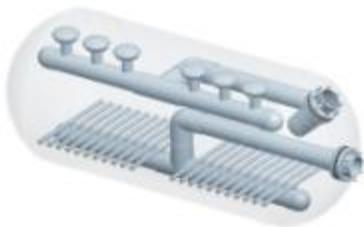
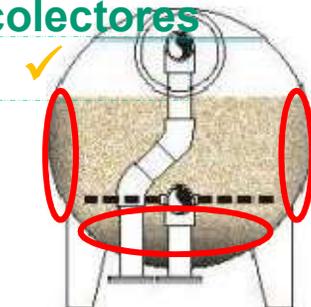
LA HIDRAULICA DEL FILTRO: LA IMPORTANCIA DEL DISEÑO INTERIOR



- El medio filtrante se apelmaza en zonas de poco flujo
- Se forman canales preferentes
- **Lavados ineficaces**

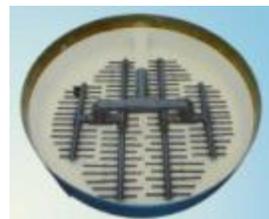
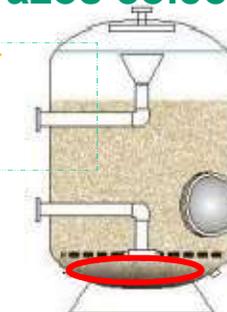
Filtro horizontal con brazos colectores

Operation: ✓



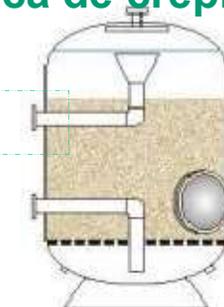
Filtro vertical con brazos colectores

✓✓



Filtro vertical con placa de crepinas

✓✓✓

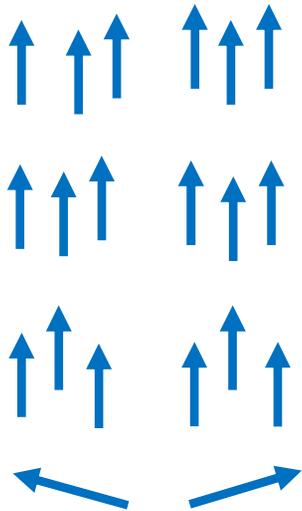


Diseño de colectores e influencia en el contralavado

!!! Lo que entra durante la filtración debe salir en el contralavado!!!

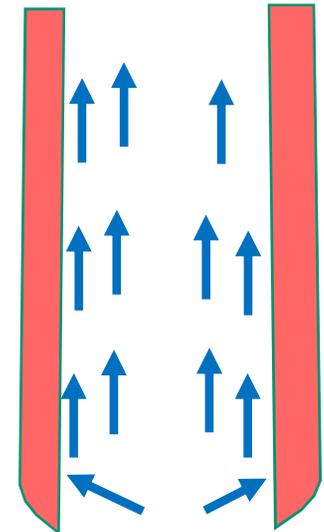
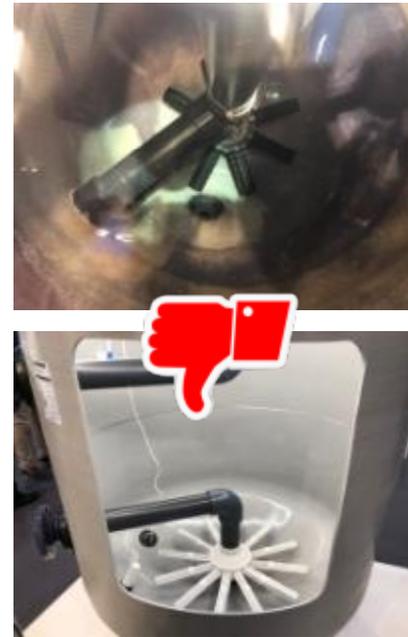
DISEÑO CORRECTO

CONTRALAVADO ADECUADO Y UNIFORME



DISEÑO INCORRECTO

"ZONAS MUERTAS"
NUNCA SERÁ LAVADO
ADECUADAMENTE

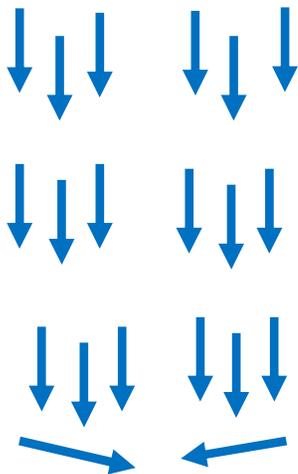


Qué pasa con el rendimiento de la filtración

Reducción de sup. filtrante = Reducción del rendimiento de filtración

DISEÑO CORRECTO

DISTRIBUCIÓN CORRECTA DEL AGUA
NO HAY PERDIDA DE SUPERFICIE FILTRANTE



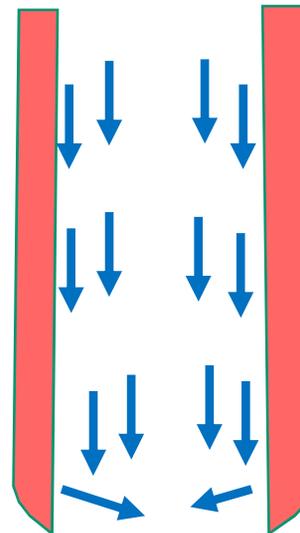
CAUDAL: 36m³/h
DIAMETRO 1260 mm
SUP. FILT. = 1,2 m²

VELOCIDAD: 30 m/h

RENDIMIENTO ESPERADO

DISEÑO INCORRECTO

DEFICIENTE DISTRIBUCION HIRAUICA
PERDIDA DE SUPERFICIE FILTRANTE



CAUDAL: 36m³/h
DIAMETRO REAL 1000 mm
SUP. FILT. = 0,8 m²

VELOCIDAD: 45 m/h

RENDIMIENTO DEFICIENTE

iii Hemos pagado por un filtro de \varnothing 1260mm cuando realmente es un filtro de \varnothing 1000mm!!!

¡Lo mismo aplica a la placa de crepinas!

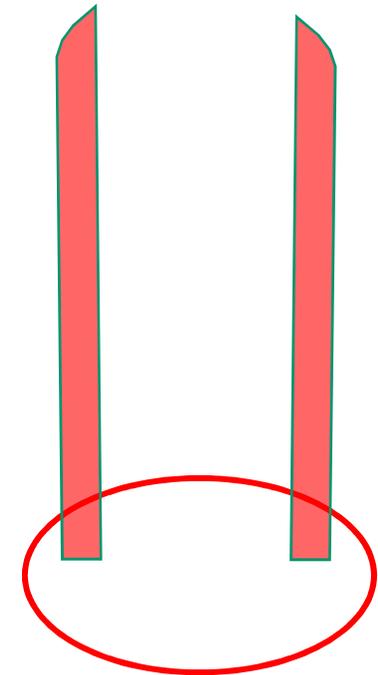
**DISEÑO
CORRECTO**

**DISTRIBUCION UNIFORME
DEL AGUA
CONTRALAVADO
ADECUADO Y UNIFORME**

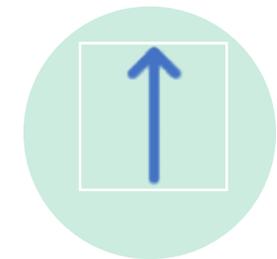


**DISEÑO
INCORRECTO**

**“ZONAS MUERTAS”
NUNCA SERÁ LAVADO
ADECUADAMENTE**



La importancia del difusor superior y la altura

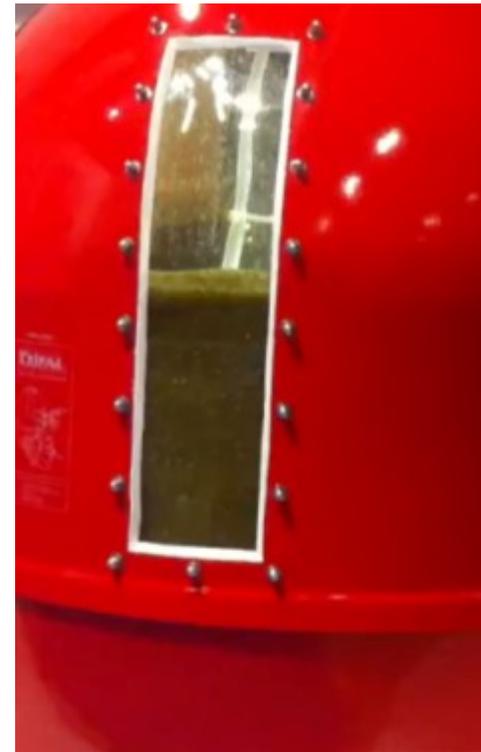


**Cuanto más alta sea la
altura del lecho
Mejor será la filtración**

**La altura del lecho
filtrante puede
variar desde los
300mm hasta los
3000mm. Si el filtro
cumple con la
norma DIN, Tendrá
un lecho entre los
1200mm a 1400mm**

EL RESULTADO..

!!! Lo que entra durante la filtración tiene que salir en el lavado!!!



Los buenos filtros tienen una buena hidráulica interior

MEDIOS DE FILTRADO

Arena de Silex (Sílice)

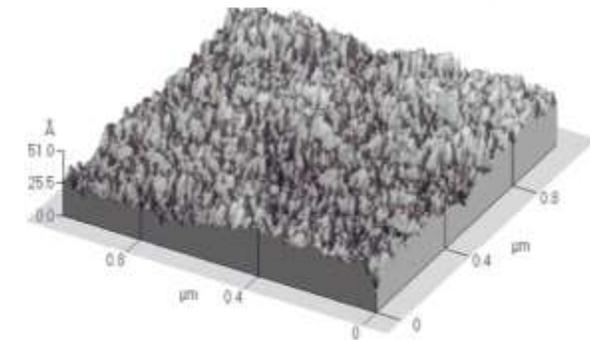
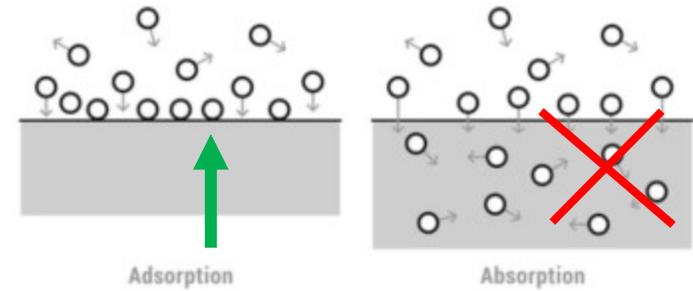
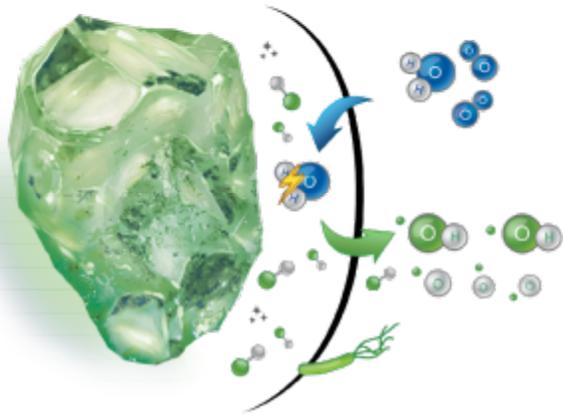
- Filtración mecánica.
- Porosidad ideal para la proliferación de bacterias.
- No es bio-resistente =“BIOFILM”
- El biofilm la apelmaza y genera canales preferentes





AFM[®] - ACTIVATED FILTER MEDIA

¿EN QUE CONSISTE LA ACTIVACION?



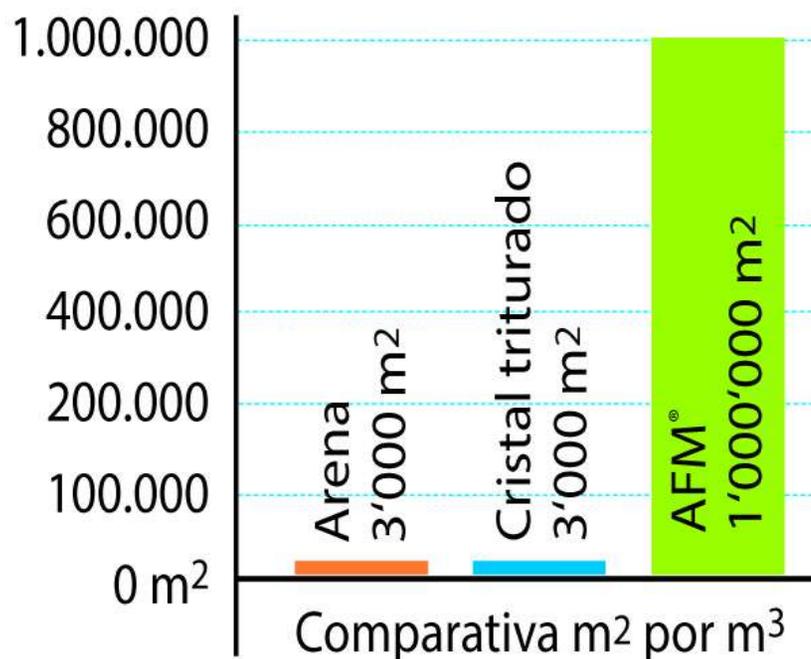
1

**Superficie
Autoesterilizante**
Resistente al crecimiento
bacteriano

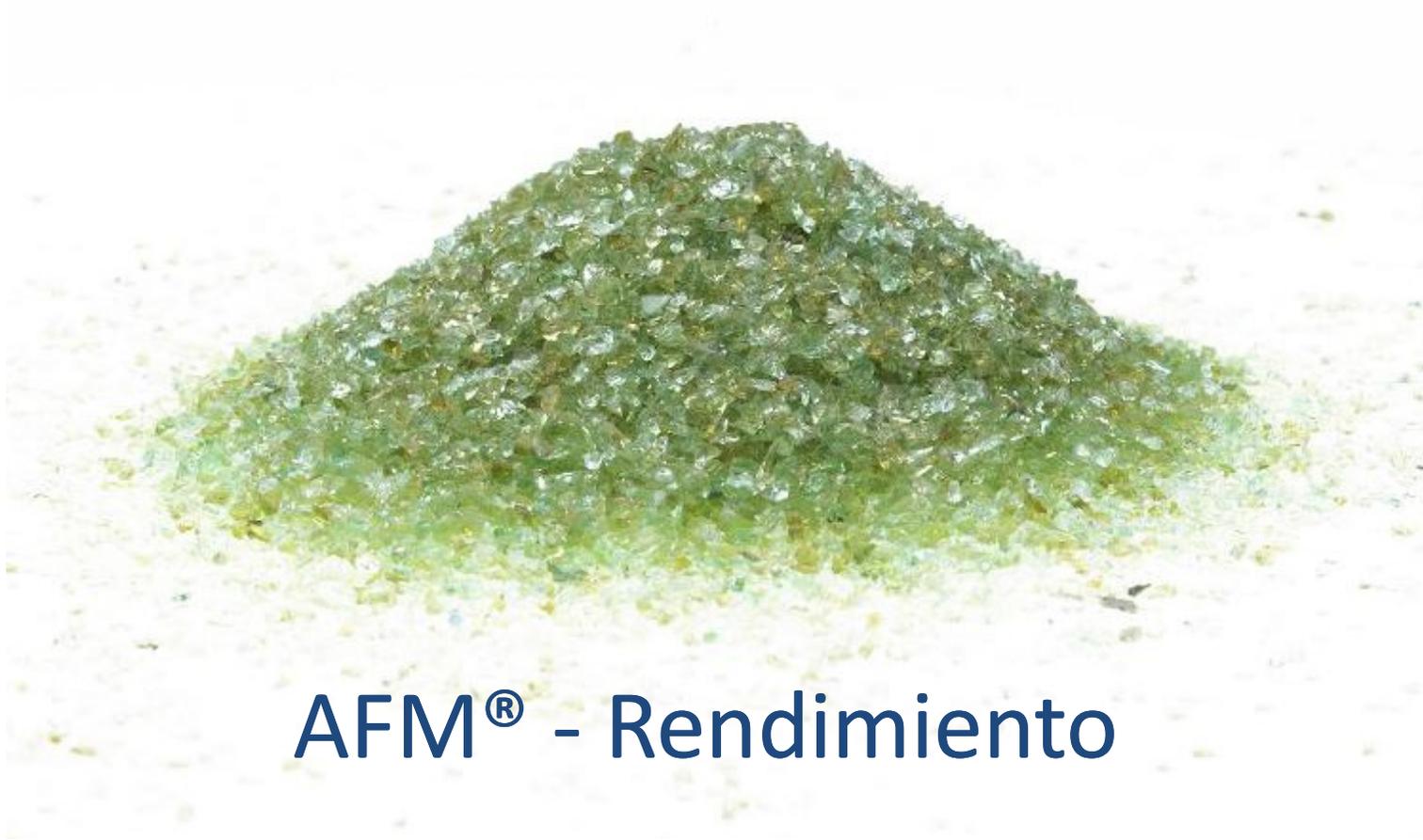
2

Incremento de superficie
Mayor superficie de
adsorción Mejor filtración
mecánica

Comparativa arena, cristal triturado y AFM[®]



El AFM[®] tiene aproximadamente una superficie 300 veces mayor que la arena o el cristal triturado.



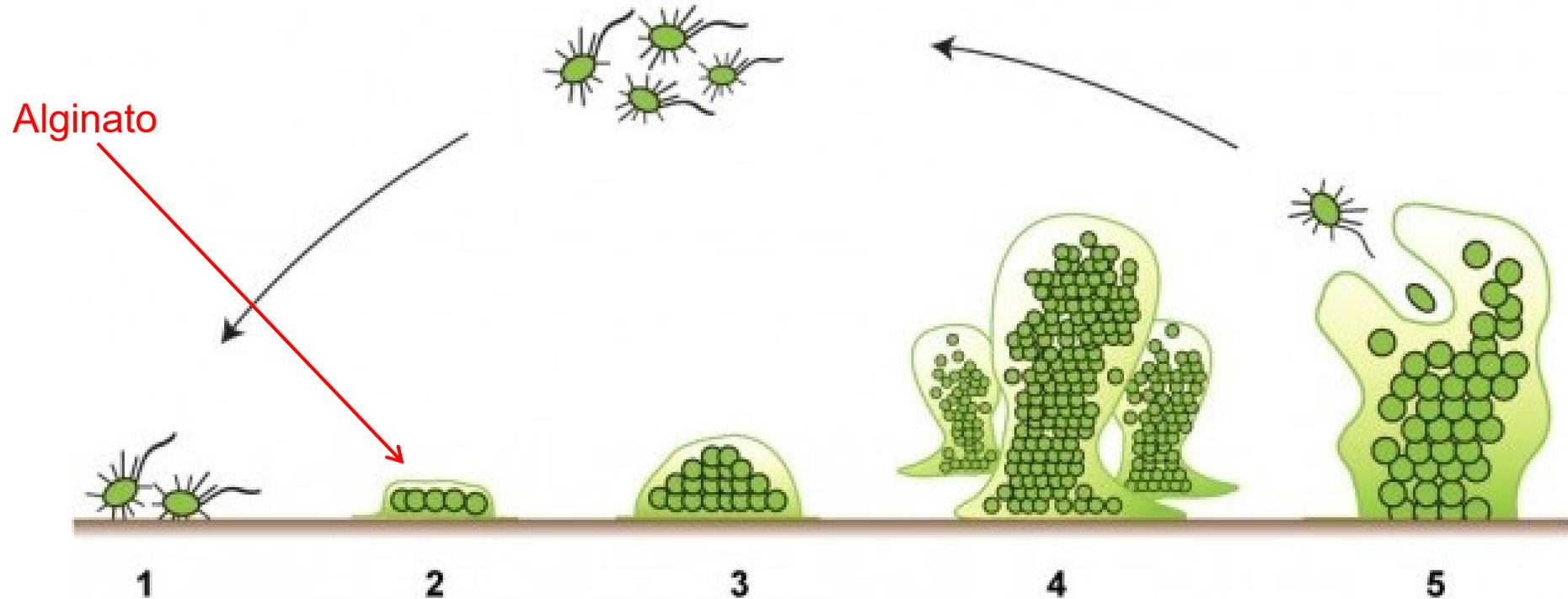
AFM[®] - Rendimiento

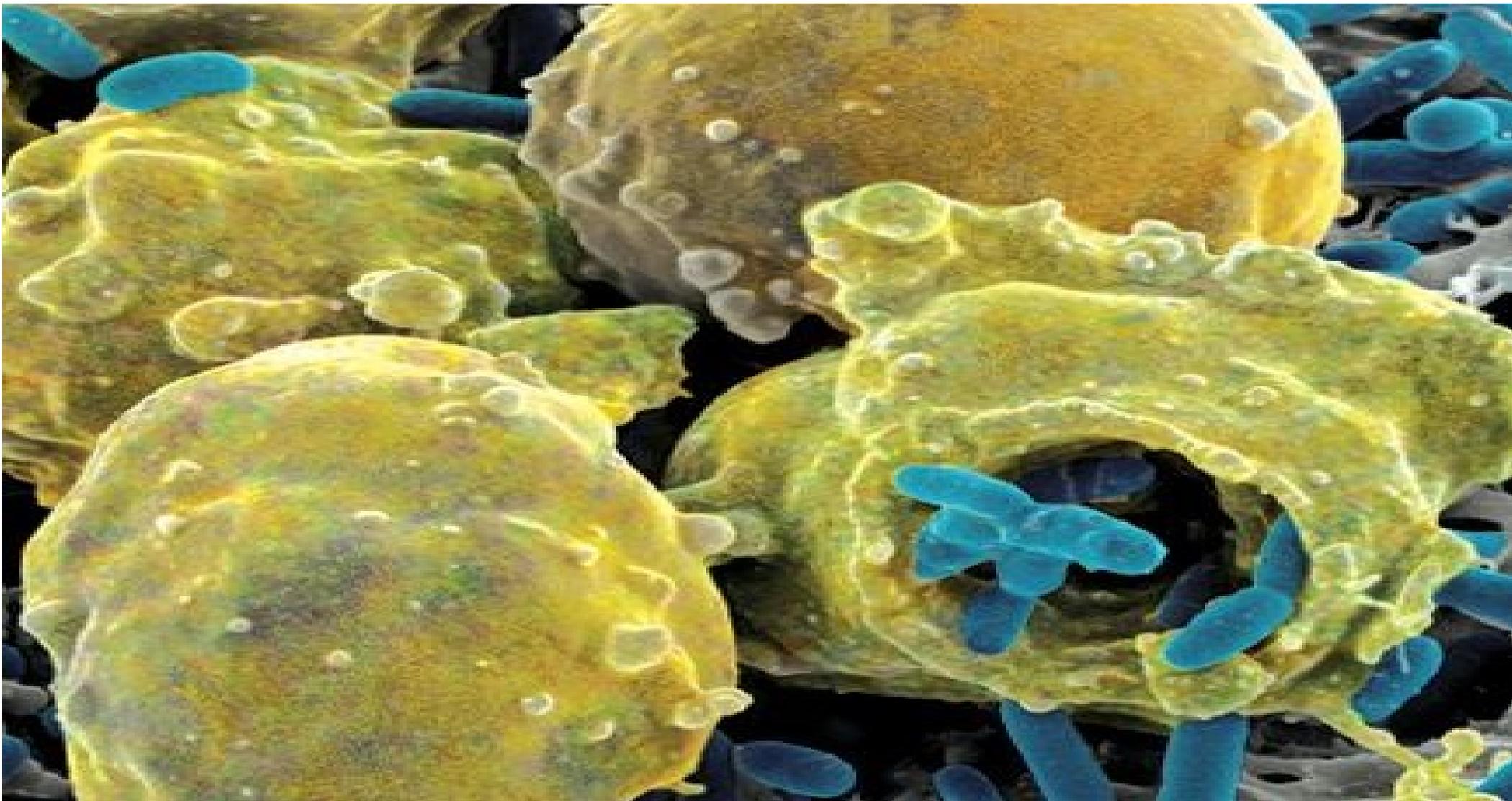
¿En qué consiste el enfoque biológico?



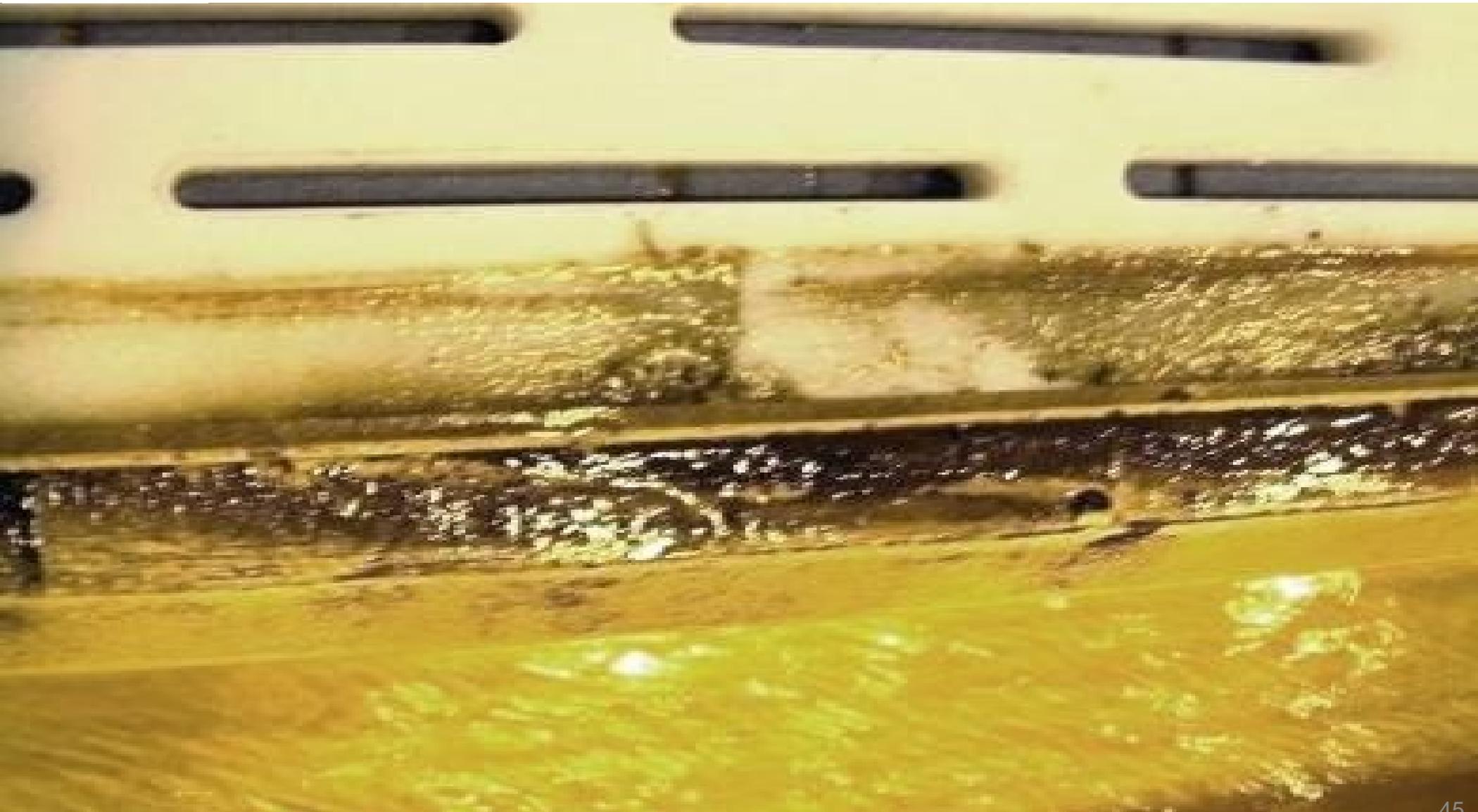


ETAPAS DE CRECIMIENTO DE BIOFILM









► ¿Cómo sobreviven las bacterias en el agua?

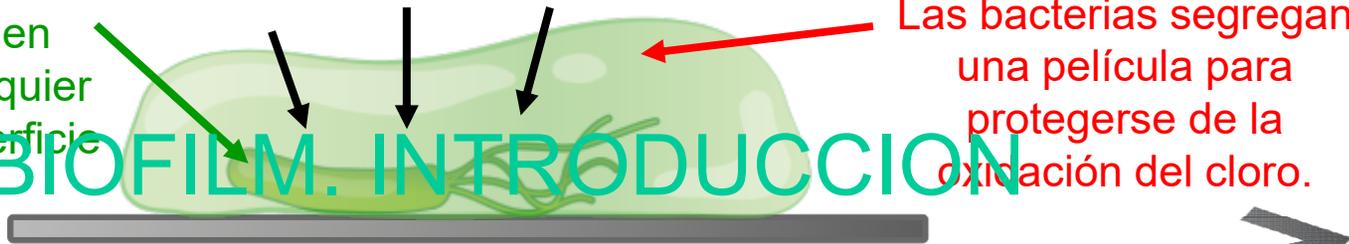
Las bacterias se “pegan” y sobreviven casi en cualquier superficie

Cloro 50ppm

No puede oxidar completamente el biofilm si es lo suficientemente estable y protege las bacterias

Las bacterias segregan una película para protegerse de la oxidación del cloro.

EL BIOFILM. INTRODUCCION



El Biofilm se puede desarrollar en paredes, suelos, tuberías y especialmente en el medio filtrante

El medio filtrante supone la mayor superficie del sistema de tratamiento.

1Tn de arena tiene una superficie de 3.000 m²





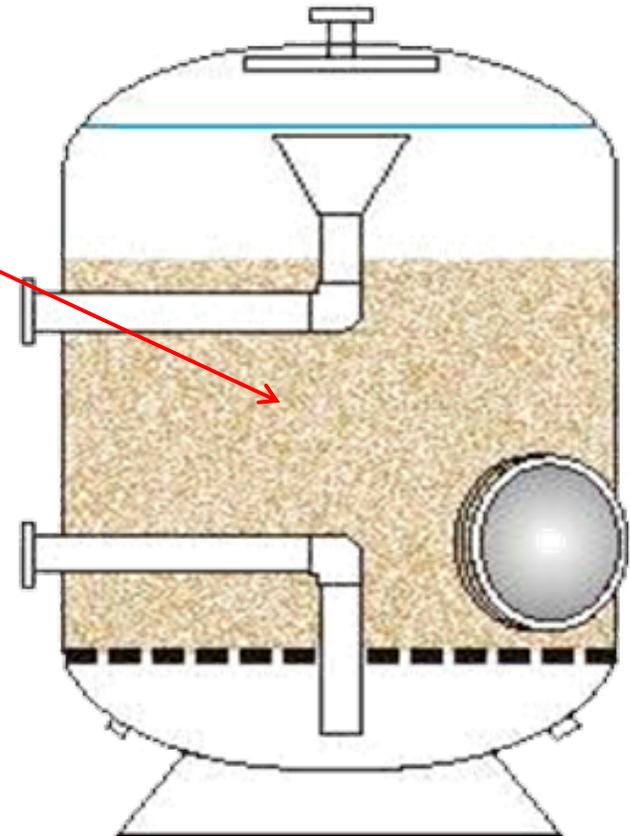
¿Cual es la mayor superficie de una piscina?

Piscina de $25 \times 12,5 \times 1,5 = 425 \text{ m}^2$

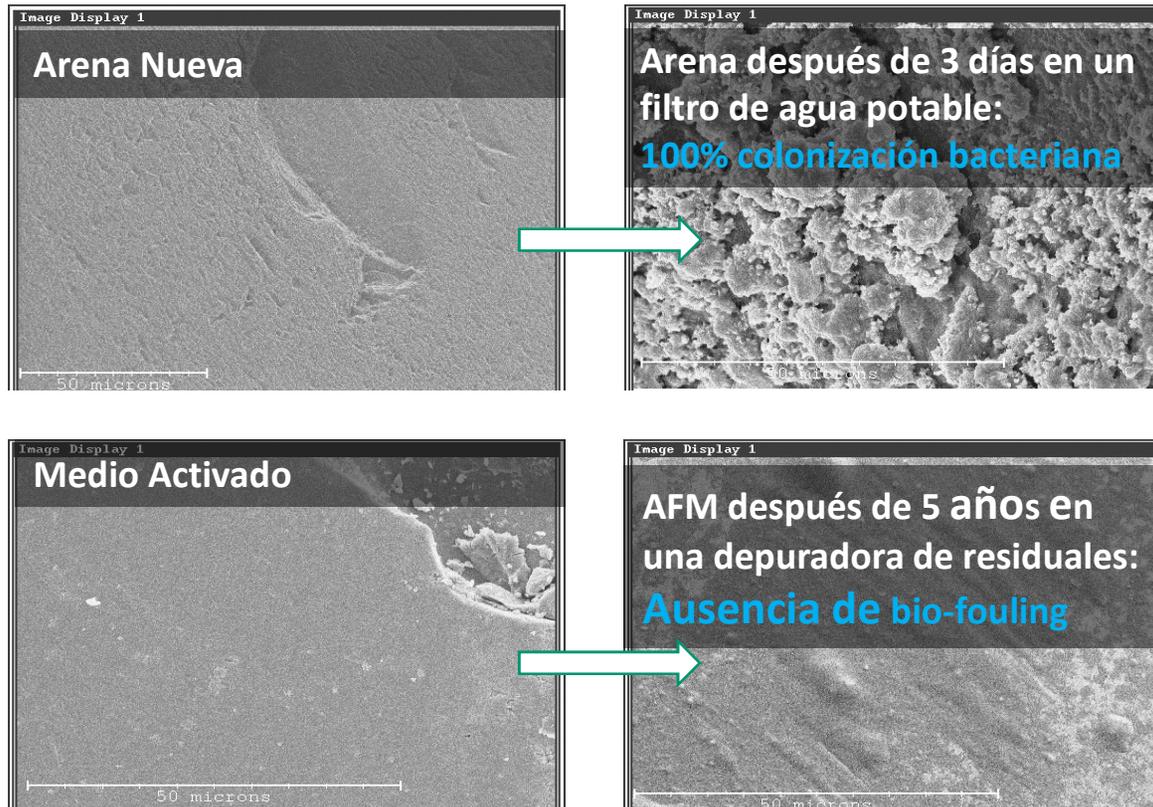
¡¡ Es el medio de filtrado !!

Ej: Filtro de \varnothing 2.000mm

- 5,7 toneladas x 3.000 m² = **17.100 m²**
- Piscina de 25 x 12,5 x 1,5 = **425 m²**



EL BIOFILM. Después de 5 años..



Recuento bacteriano en 5 g de medio filtrante con una temperature de agua de 37°C

AFM 18

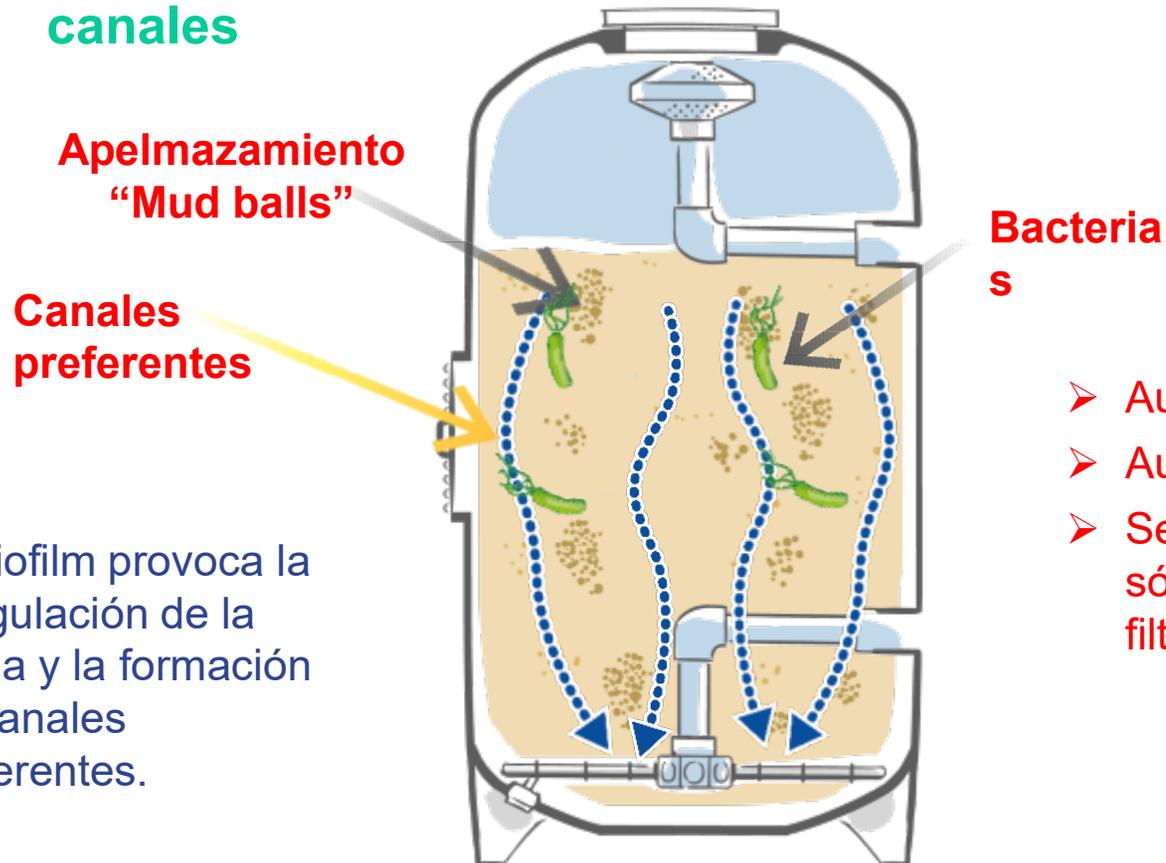
Aren 3,600,000
a

Las muestras fueron tomadas después del contralavado.

LOS PROBLEMAS DEL BIOFILM.

Problema nº1 ▶ canales

Apelmazamiento y formación de



- El Biofilm provoca la coagulación de la arena y la formación de canales preferentes.

- Aumento de turbidez.
- Aumento de biomasa.
- Se descargan bacterias y sólidos en suspensión al agua filtrada.

LOS PROBLEMAS DEL BIOFILM.

Problema nº 2 ▶

Patógenos

- En el biofilm conviven comunidades enteras de bacterias y otros patógenos incluidos Legionella, amebas, cryptosporidium, pseudomonas etc.
- En agua a 30°C, duplican su masa cada 30 minutos.
- Hasta las concentraciones más altas de cloro y los lavados más enérgicos no son capaces de parar este desarrollo



Criptosporidium

Es la enfermedad más común de origen acuático. Provoca diarrea, vómitos y deshidratación. 6.000 millones de infecciones cada año.

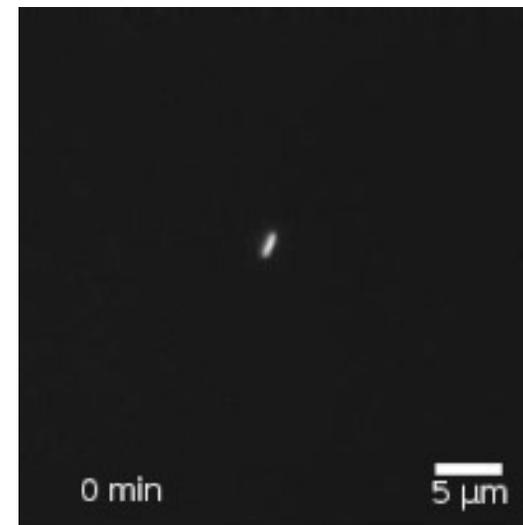
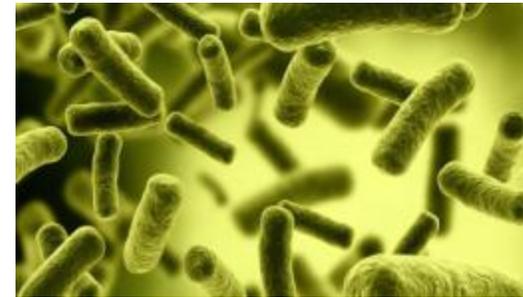
No se muere con el cloro (5.000 h a 5 ppm) pero se puede filtrar con AFM. (De 3 a 6 micras)



E.Coli

Algunas cepas de bacterias son patógenas. E.Coli se utiliza como un indicador de bacterias fecales. Si se encuentra, habrá probablemente problemas más graves en el agua.

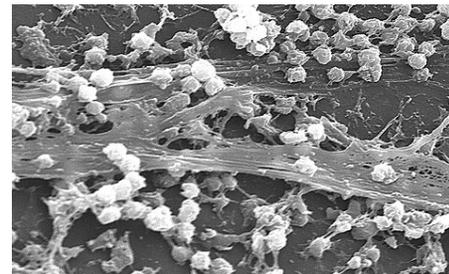
Mide $2.0 \mu\text{m}$ de largo y $0.2\text{-}1.0 \mu\text{m}$ de diámetro



Pseudomona aeruginosa

Son las constructoras y precursoras del biofilm. En forma de placton es fácil de oxidar, pero se protegen dentro del biofilm.

Miden de 0.5 - 3.0 micras



Legionella

Hay más de 70 especies. Su inhalación provoca la enfermedad del legionario o legionelosis. La causa más probable de su aparición es la formación de biofilm.

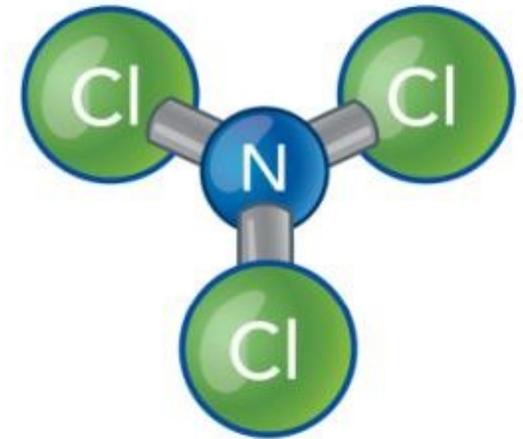
Miden unas 6.0 micras de largo y se reproduce entre 25 - 45 °C



PROBLEMA N°3 DEL BIOFILM

La formación de **SUBPRODUCTOS DE DESINFECCIÓN**

1.- Tricloraminas



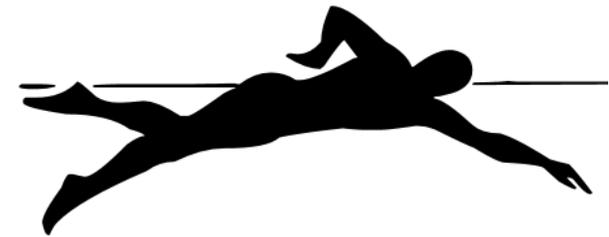
3 ► El Biofilm es el responsable de la formación de tricloraminas



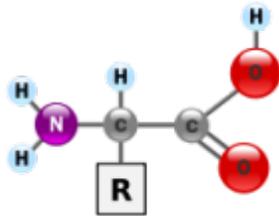
50 ml orina



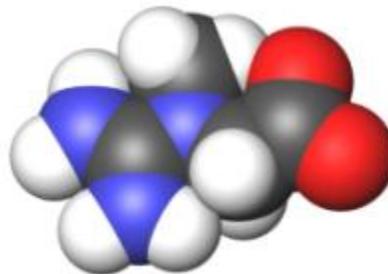
200 ml sudor



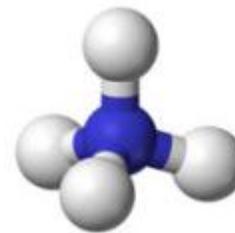
En 2 horas en el agua, un atleta segrega aprox. 1 litro de sudor y 80 ml de orina.



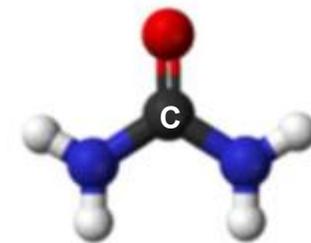
Aminoacidos



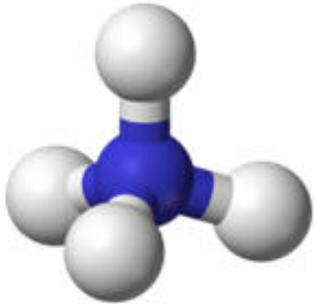
Creatina



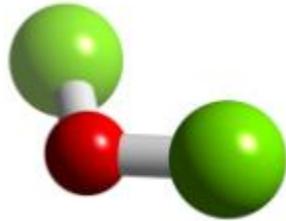
Amonio
10%



Urea
80%



Amonio



Cloro

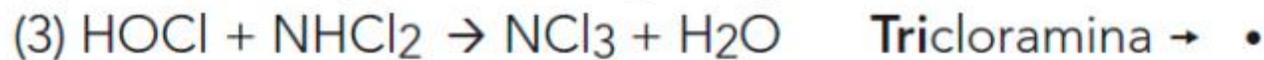


Reacciones de oxidación del cloro por sustitución



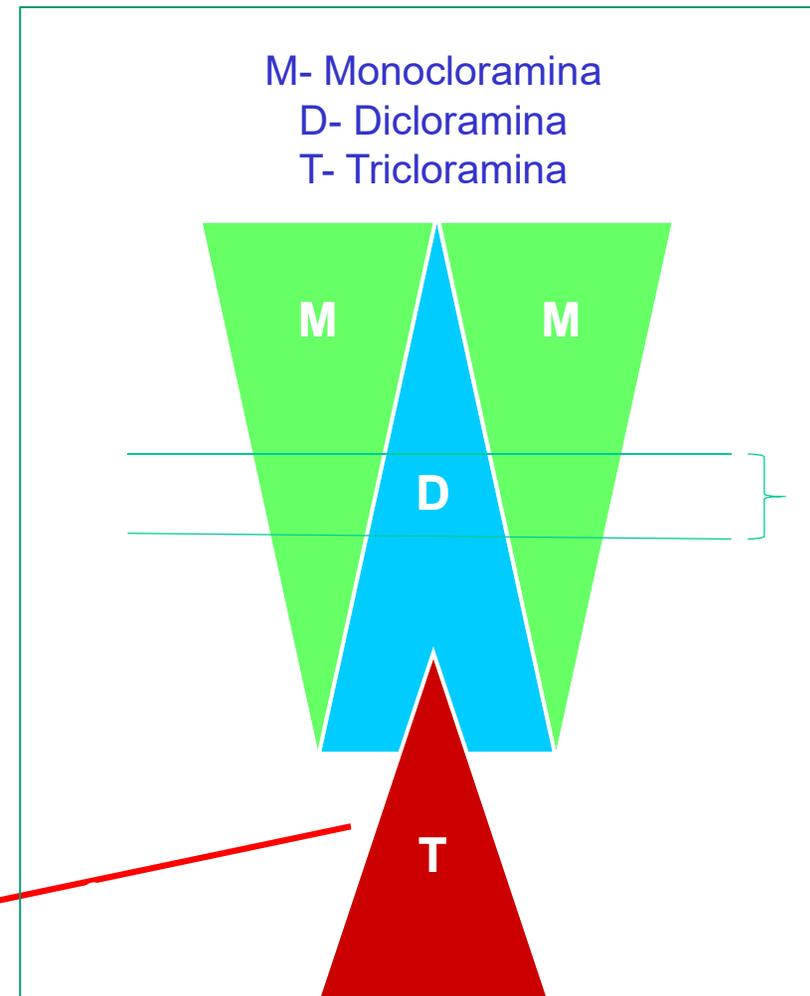
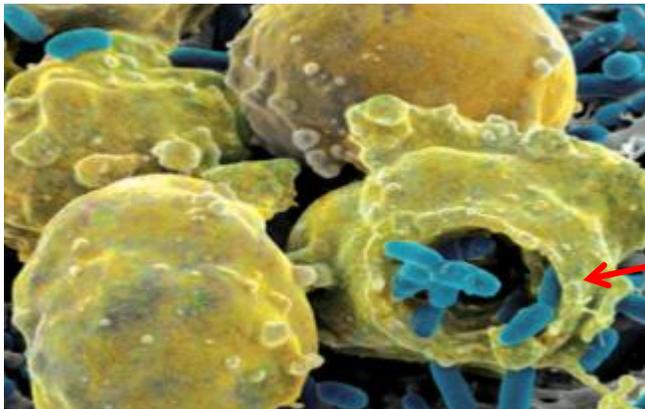
Hipocloruro + amonio = monocloramina + agua

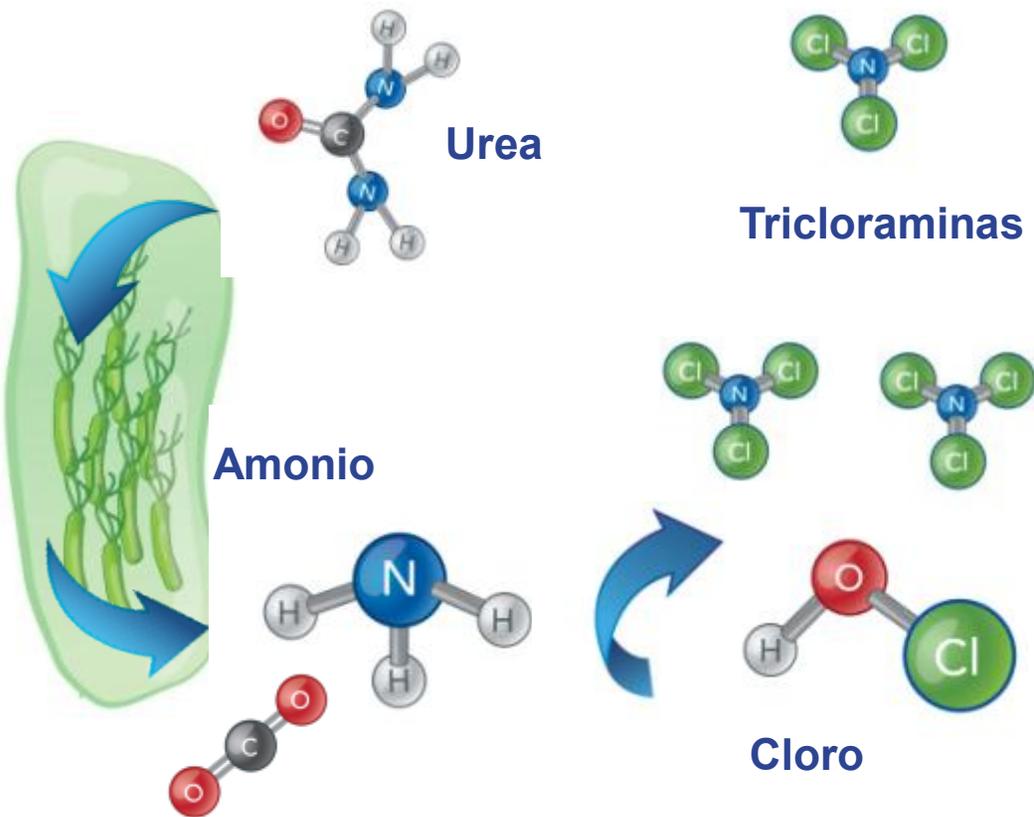
Formación de mono-, di y tricloramina



INFLUENCIA DEL pH

- Las **tricloraminas** se forman principalmente en valores de **pH por debajo de 5,5**.
- El lugar con **más acidez** (ph más bajo) en una piscina es es el **biofilm**.





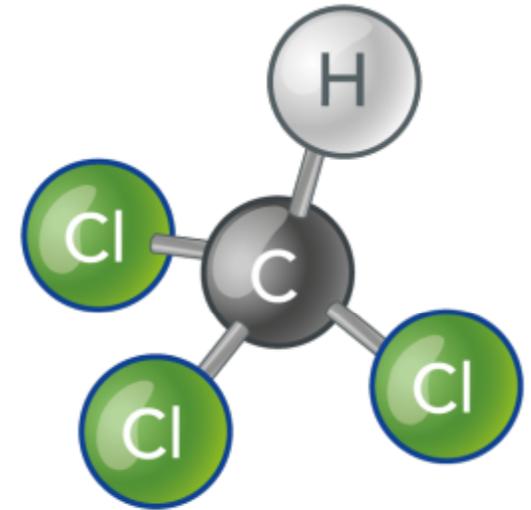
- 1 La urea y otros nutrientes orgánicos alimentan las bacterias del Biofilm.
- 2 La Ureasa es una encima que cataliza la urea y produce **amonio (NH3)**
- 3 El Amonio reacciona con el cloro en el entorno ácido del biofilm para formar **mono-di-tri-cloraminas** (gas) salen del agua hacia el aire: **Olor a cloro, irritación de ojos y pulmones**
- 4

Sin biofilm  → Reducción drástica o incluso cero

PROBLEMA N°3 DEL BIOFILM

La formación de **SUBPRODUCTOS DE DESINFECCIÓN**

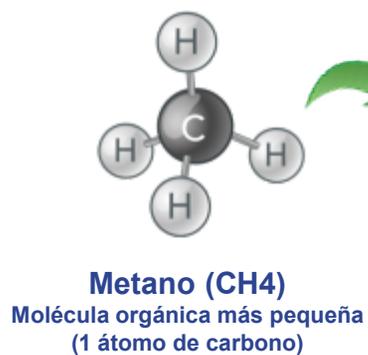
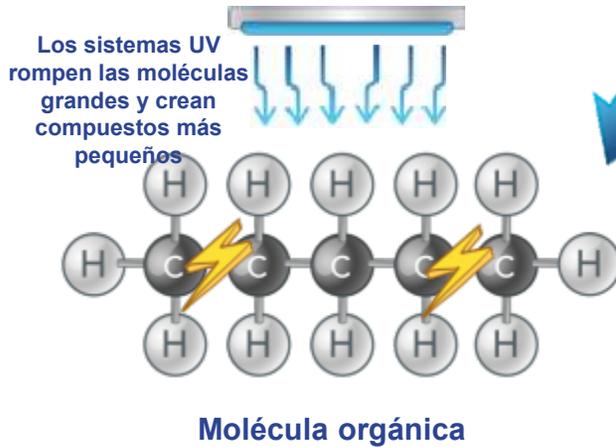
2.- Cloroformo



CHCl₃

3

El Cloroformo (THMs) se forma en el agua cuando el cloro reacciona con materia orgánica



► THM (trihalometano)
Metano con 3 átomos halogenados

Menos orgánicos = Menos posibilidad de formar THMs (cloroformo). Esto se puede confirmar midiendo el TOC (total organic carbon)



Compuestos Orgánicos
Formados principalmente por carbono e hidrógeno.



Cloro; Oxida las moléculas orgánicas como el aceite, grasas o proteínas



Los compuestos orgánicos siguen rompiéndose en partes más pequeñas.



Cloroformo (CHCl₃) Es un subproducto tóxico muy volátil.

¿Dónde van los subproductos?



An anatomical illustration of the human respiratory system. The lungs are shown in a reddish-orange color, and the trachea is depicted as a series of cartilaginous rings. At the top of the trachea, a cluster of green and blue spheres represents inhaled particles. The background is a dark blue gradient.

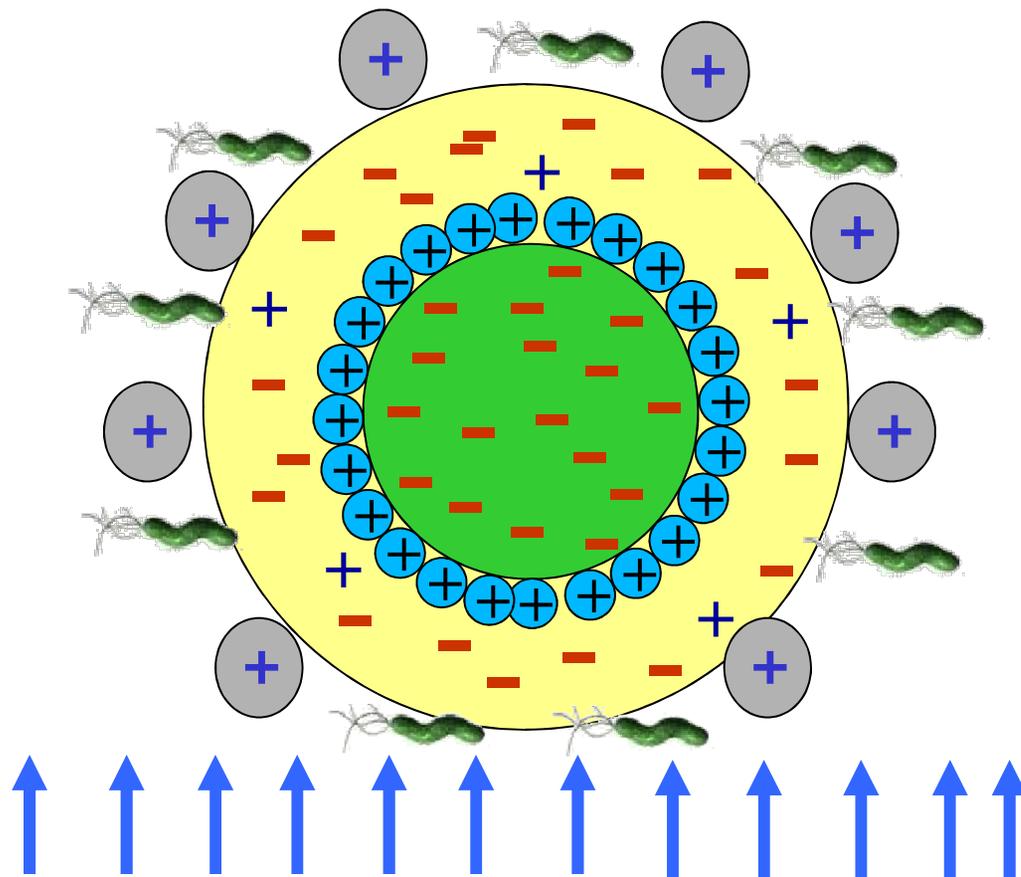
Por esta vía se inhalan las tricloraminas y los THM's (trihalometanos).

Por ello, la materia volátil es mucho más peligrosa que la materia disuelta en el agua.

A woman with blonde hair tied back, wearing a black and white striped bikini, is smiling and holding a baby in a swimming pool. The baby is looking towards the camera with an open mouth. The water is clear blue.

Los subproductos volátiles del cloro son especialmente peligrosos para los niños menores de 2 años ya que su barrera hematoencefálica aún no está completamente desarrollada.

Máxima eficiencia en lavados



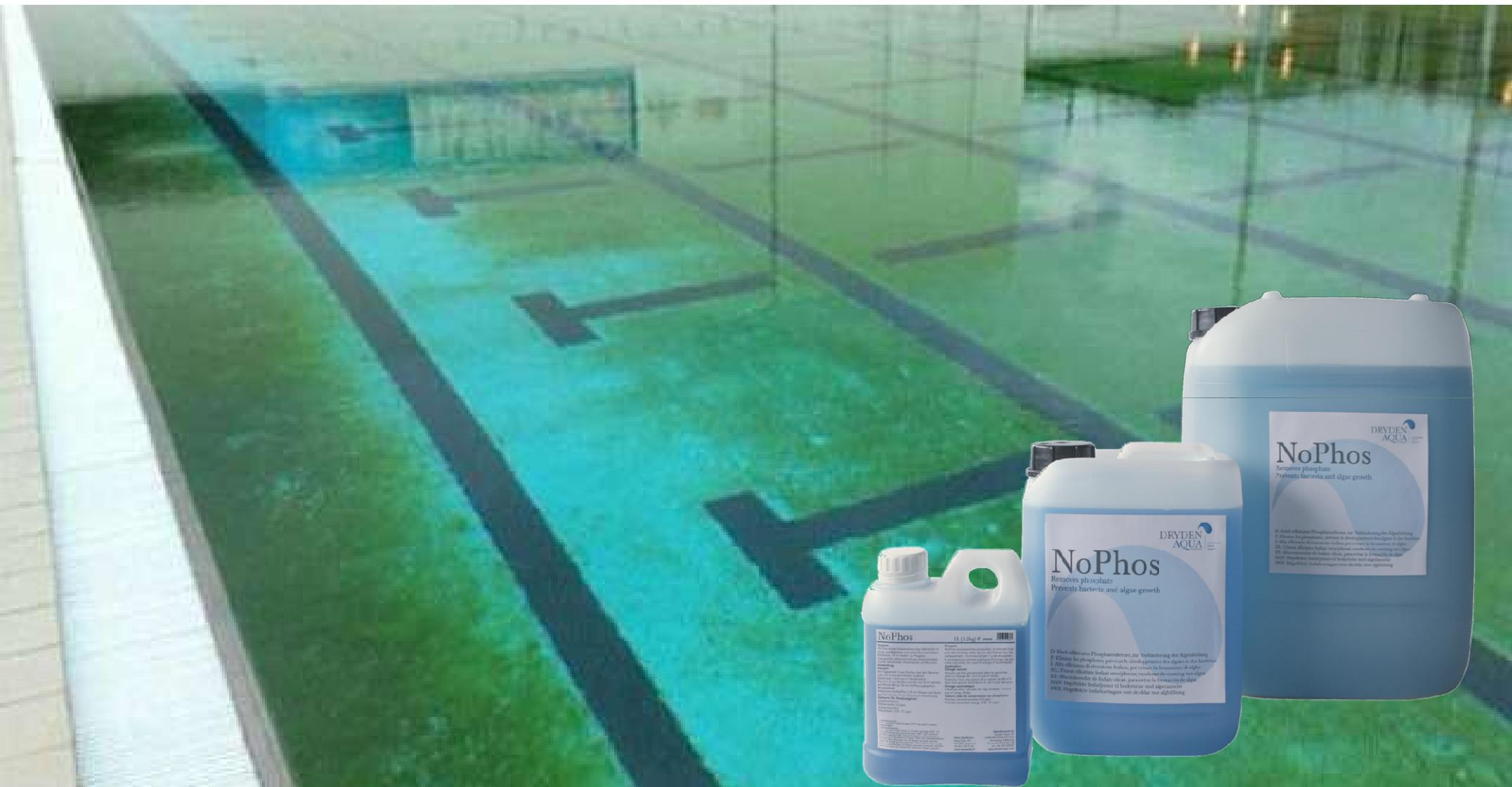
Las fuerzas mecánicas durante el lavado son superiores a la atracción electrostática entre el AFM y las partículas retenidas durante la filtración

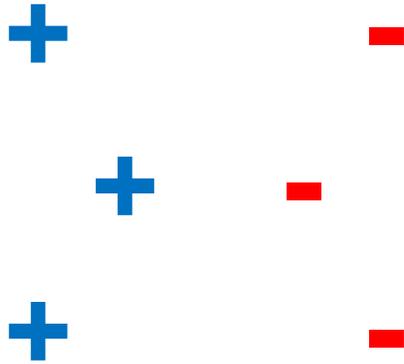
AFM[®] es capaz de expulsar el 100% de las partículas

Lavados un 20% más cortos y a menor velocidad de lavado

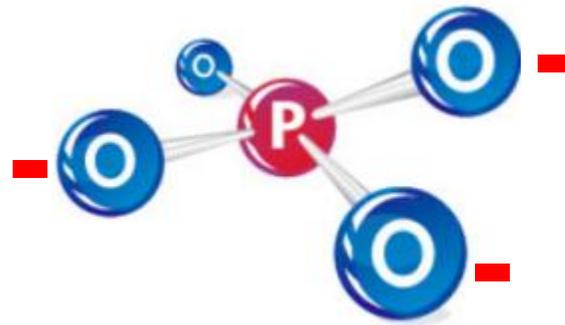
- ✓ Ahorra hasta un 50% de agua de lavados
- ✓ Menor impacto en el medio ambiente (menos agua = menos químicos = menos energía utilizada)
- ✓ Rápido retorno de la inversión

NoPhos®





El Lantano reacciona con el fosfato formando una sal insoluble que queda retenida en el filtro.



A scanning electron micrograph (SEM) showing numerous green, rod-shaped bacteria. The bacteria are elongated and have a textured, slightly irregular surface. They are scattered across the frame, with some appearing in clusters and others isolated. The background is dark, making the green bacteria stand out.

**Sin fosfatos en el agua
las bacterias y las algas
no pueden sobrevivir.**