



Instituto de Materiales de Misiones (IMaM)



Universidad Nacional de Misiones

***Más allá de los  
tratamientos convencionales  
de potabilización***

**Dr. Hernán Darío Traid**

**Dra. María Laura Vera**

~ Posadas, Diciembre 2020 ~

# ¿Qué es convencional?



## Hagamos de cuenta que...

- ✓ Fuente: agua superficial (suficiente)
- ✓ Controles de calidad: periódica y completa
- ✓ Fluoración: se realiza
- ✓ Operación: adecuada, basamento técnico

## Qué pasa si...?

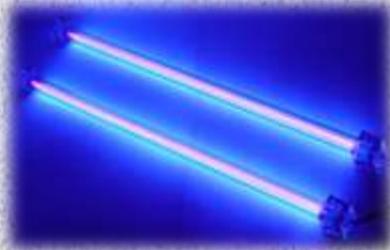
- No abastecido por red
- Fuente diversa (arroyito, vertiente, pozo)
- Posición “desfavorecida” en la cuenca
- No conocemos la calidad del recurso  
(microbiológico,  $\text{NH}_4^+$ , biocidas, metales pesados, ...)



# Alternativas a lo convencional

FOTÓLISIS

UV

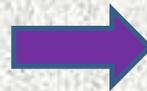


FOTOCATÁLISIS  
HETEROGÉNEA

UV + TiO<sub>2</sub>



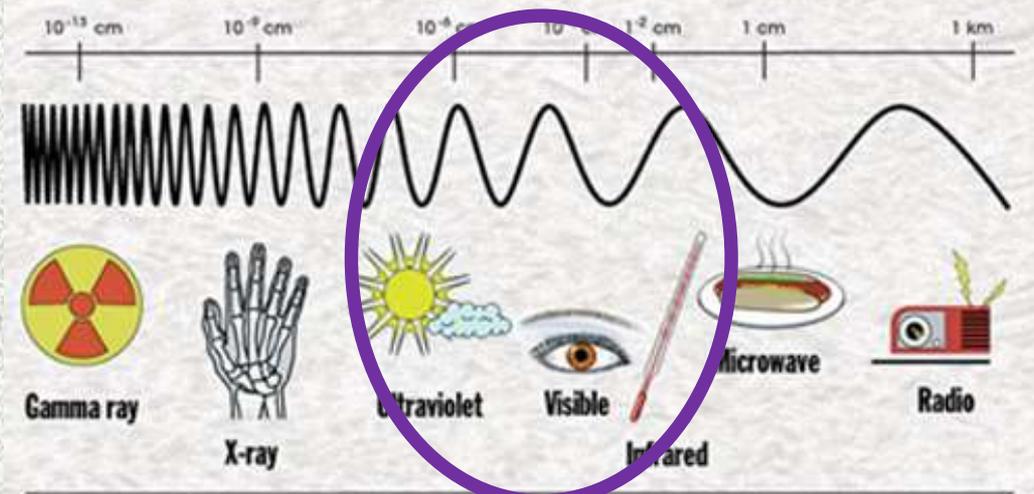
Principal especie oxidante: HO<sup>•</sup>



Tecnologías o Procesos  
Avanzados de Oxidación  
(TAOs, PAOs) Fotoquímicas

# Brevemente... FOTOQUÍMICA

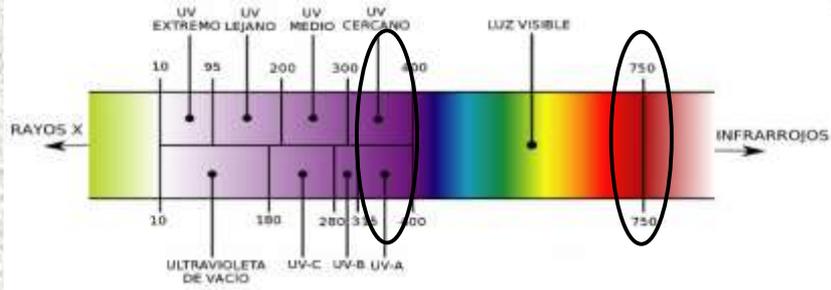
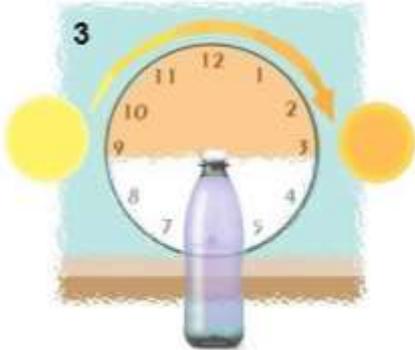
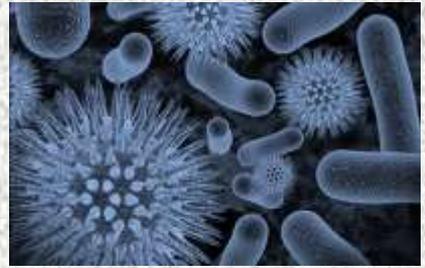
$$E = \frac{hc}{\lambda}$$



# FOTÓLISIS (UV)



**SOLAR DISINFECTION  
(SODIS): UV + IR**



- Proceso físico de **inactivación** de microorganismos
- Consumo dentro de 12 h

# FOTÓLISIS (SODIS)



# SODIS como una alternativa a la desinfección convencional

## Ventajas

## Desventajas

### Hervir agua

- ✓ Sencillo
- ✓ Tiempo 20 min
- ✓ Desinfecta

- X Riesgoso (fuego, fluido caliente)
- X Pérdidas por evaporación

### Cloración

- ✓ Sencillo
- ✓ Tiempo 20 min
- ✓ Disponibilidad
- ✓ Desinfecta
- ✓ Residualidad

- X Manejo de sustancia peligrosa
- X Formación de organoclorados en presencia de mat. org.

### SODIS

- ✓ No es riesgoso

se usan  
sustancias peligrosas  
subproductos  
ato

$NH_4^+$



longa  
ia de l  
media  
residual



# FOTOCATÁLISIS HETEROGÉNEA (UV + TiO<sub>2</sub>)

TiO<sub>2</sub>



Fotocatalizador (sólido) más utilizado:

- ✓ bajo costo,
- ✓ biocompatibilidad,
- ✓ fotoestabilidad,
- ✓ disponibilidad comercial,
- ✓ estabilidad en agua,
- ✓ elevada eficiencia fotocatalítica

Propiedad	TiO <sub>2</sub> Degussa P-25 (Evonik)
Área superficial	40-50 m <sup>2</sup> /g
Composición de fases cristalinas	15-30% rutilo, 85-70% anatasa
Diámetro medio de partículas	30 nm

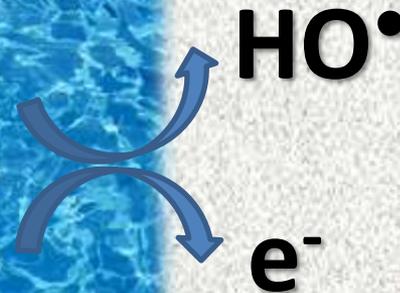
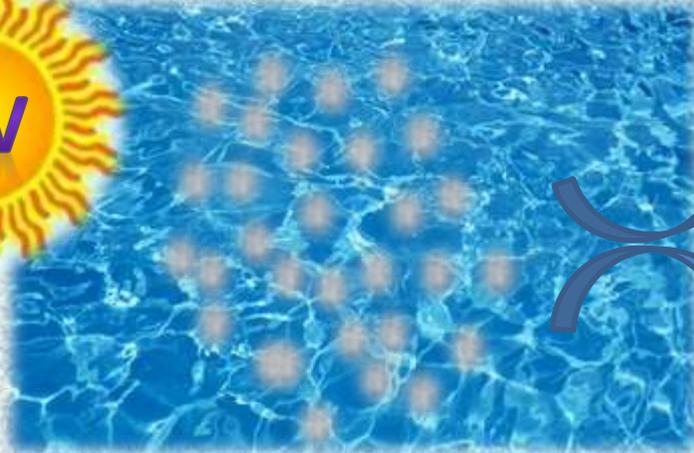
# FOTOCATÁLISIS HETEROGÉNEA (UV + TiO<sub>2</sub>)

TiO<sub>2</sub>



Fotocatalizador (sólido) más utilizado:

Propiedad	TiO <sub>2</sub> Degussa P-25 (Evonik)
Área superficial	40-50 m <sup>2</sup> /g
Composición de fases cristalinas	15-30% rutilo, 85-70% anatasa
Diámetro medio de partículas	30 nm

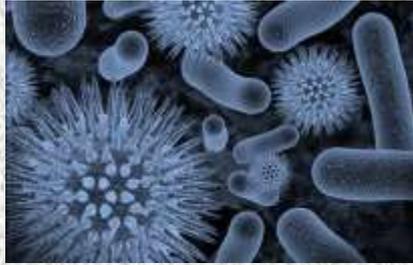


✓ Cambios en la estructura de los contaminantes

✓ Doble efecto!

- oxidaciones
- reductores

# FOTOCATÁLISIS HETEROGÉNEA (UV + TiO<sub>2</sub>)



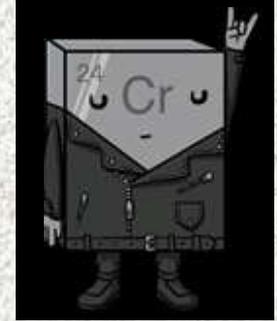
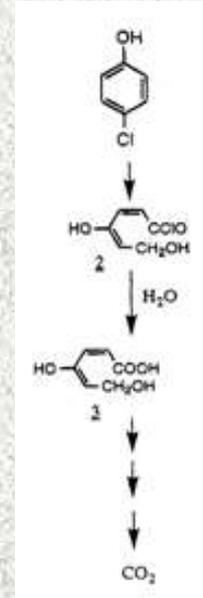
Desinfección por destrucción de la pared celular de microorganismos.



Degradación incluso en elevadas concentraciones.



Cambios en la estructura de contaminantes complejos.



Reducción de metales.

# FOTOCATÁLISIS HETEROGÉNEA (UV + TiO<sub>2</sub>)

Desarrollo de prototipos en diferentes partes del mundo.

Laboratorio



Reactor de flujo de película



Placa cerrada



Estanque solar



Tubular



# FOTOCATÁLISIS HETEROGÉNEA (UV + TiO<sub>2</sub>)

El catalizador no es soluble:



Hay que separar el catalizador previo al consumo o vertido.



# FOTOCATÁLISIS HETEROGÉNEA (UV + TiO<sub>2</sub>)



Suspensión P25  
en agua (2% p/v)



Agitación para  
promover adhesión  
de TiO<sub>2</sub> a paredes.



Dejar drenar para  
separar partículas  
no adheridas.



Meichtry y col.

# FOTOCATÁLISIS HETEROGÉNEA (UV + TiO<sub>2</sub>)



Captadores solares



Litter y col.

- caracterización inicial del agua
- determinación de tiempos de exposición (según irradiancia)
- estudios de cinética
- posibilidad de reutilización botellas con TiO<sub>2</sub>

# FOTOCATÁLISIS HETEROGÉNEA (UV + TiO<sub>2</sub>)

## Ventajas

### Fotocatálisis heterogénea

- ✓ Manejo seguro
- ✓ Desinfecta
- ✓ Oxida compuestos orgánicos (incluso aromáticos cíclicos, sin formar complejos tóxicos)
- ✓ Reduce metales
- ✓ No deja mal sabor

## Desventajas

- X No es un sistema común
- X Requiere más de 20 min
- X Sin efecto residual
- X Debe estudiarse el sistema particular (como con todas las tecnologías)

***INCLUSO SE PUEDE MEJORAR...***

# FOTOCATÁLISIS HETEROGÉNEA (UV + TiO<sub>2</sub>)

SOPORTE  $\longrightarrow$  inerte  
material, geometría



CERÁMICOS



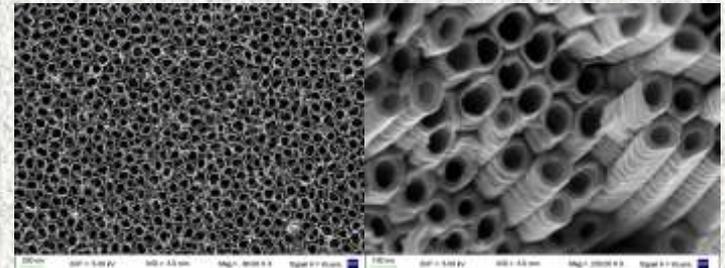
POLÍMEROS



METALES



Titanio



# FOTOCATÁLISIS HETEROGÉNEA (UV + TiO<sub>2</sub>)

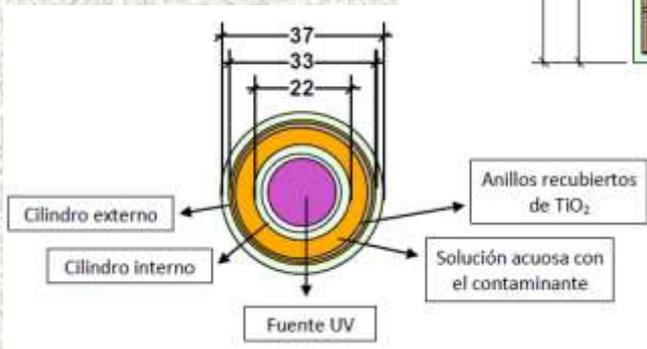
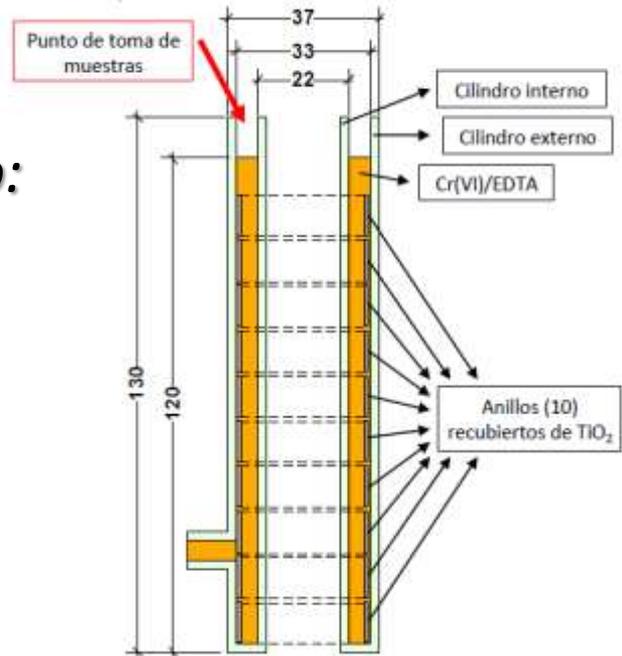
## OBJETIVO FINAL...: FOTORREACTOR

Con estos materiales se pueden diseñar reactores fotocatalíticos que trabajen con flujos y volúmenes aceptables.



# FOTOCATÁLISIS HETEROGÉNEA (UV + TiO<sub>2</sub>)

*A escala banco:*



**MUCHAS GRACIAS!!**

[veramalau@gmail.com](mailto:veramalau@gmail.com)

[traidhernan@gmail.com](mailto:traidhernan@gmail.com)