

LABORATORIO DE TRATAMIENTO SOLAR DE AGUA



OBJETIVOS:

Tratamiento (descontaminación y desinfección) de aguas utilizando energía solar

ÁMBITO:

Contaminación microbiológica y química en medio acuoso procedente de todo tipo de aguas contaminadas: urbanas, industriales (farmacéuticas, plaguicidas, textiles, procesado de alimentos, aguas de hospital, de vertedero), agua de bebida y aguas subterráneas.

ÁREA TEMÁTICA:

Energías renovables y ahorro energético

TIPO DE SERVICIOS:

Investigación, Desarrollo e Innovación

Servicios técnicos (ver <http://www.ciemat.es/portal.do?IDM=196&NM=3>)

FUNCIONES:

- Eliminación de micro-contaminantes y patógeno (desinfección)
- Tratamiento de aguas industriales
- Potabilización y reutilización de aguas
- Evaluación de materiales fotocatalíticos en reactores solares
- Diseño de nuevos fotoreactores solares
- Producción de hidrógeno mediante fotocátalisis solar
- Estudio de la viabilidad del tratamiento solar de agua contaminada
- Estudios de eficiencia química y microbiológica de los procesos de purificación de agua

UBICACIÓN:

Plataforma Solar de Almería (PSA). Ctra. de Senés km. 4,5 - 04200 Tabernas (Almería).

www.psa.es

CONSTA DE:

1) Laboratorio de tecnologías del agua

Realiza el análisis físico-químico y microbiológico del agua antes, durante y tras la realización de los experimentos así como la preparación de las aguas para la realización de los mismos. Consta de:

- √ *Sala principal.* En este espacio se encuentra el equipamiento necesario para el análisis convencional de aguas. Además, se realizan medidas de toxicidad mediante *Vibrio fischeri* y respirometría con fangos activos, medida de biodegradabilidad y demanda química y biológica de oxígeno. También cuenta con un sistema automático de extracción en fase sólida (Automatic Solid Phase Extraction, ASPEC) y un equipo de revestimiento para producir foto-catalizadores inmovilizados.
- √ *Sala de microbiología con nivel de Bioseguridad 2.* En ella se realizan los análisis microbiológicos enfocados a la desinfección de aguas conteniendo distintos microorganismos (bacterias, virus, hongos). Cuenta con un equipo de análisis de PCR (Polymerase Chain Reaction) cuantitativo a tiempo real ultrarrápido, un espectrofotómetro (NanoDrop) usado para la cuantificación genética de micro-volumenes, un microscopio FISH con módulo de fluorescencia para la visualización de la hibridación de ADN con sondas específicas en células vivas que se utilizan para el control de los microorganismos clave dentro de una población heterogénea.
- √ *Sala de cromatografía.* Destinada a la realización de análisis cromatográficos, dispone de dos cromatógrafos de líquidos (bomba cuaternaria con detector de diodos e inyector automático, HPLC-DAD y UPLC-DAD), un cromatógrafo de gases con detector de espectrometría de masas con sistema de purga y trampa (análisis de volátiles disueltos en agua), dos cromatógrafos iónicos: uno configurado para análisis de aniones y otro cationes, aminas y ácidos carboxílicos, ambos con detectores de conductividad. Dos analizadores de carbono orgánico (análisis de carbono total mediante combustión catalítica a 670 °C) y analizador de nitrógeno total.
- √ *Sala del microscopía electrónica.* Dotada de un microscopio electrónico de barrido (SEM) con sistema de enfriamiento para muestras biológicas y analizador EDX de superficie. El sistema se completa con un equipo de recubrimiento metálico y un secado en punto crítico.

2) Plantas piloto de descontaminación de agua mediante tratamiento solares y no solares

Se trata de un conjunto de plantas piloto basadas en tratamientos solares y no solares para purificación de aguas. El equipamiento que incluye es:

- √ *Plantas piloto de fotoreactores tipo CPC* (captadores cilindroparabólico compuestos). Se trata de un conjunto de plantas piloto para el tratamiento de aguas compuestas por varios módulos que pueden ser conectados en serie. Cada módulo consiste en un número de foto reactores de tipo CPC de distintas geometrías optimizados para concentrar los fotones en el tubo fotoreactor situados sobre una plataforma inclinada 37° respecto a la horizontal.

Las distintas plantas pueden ser equipadas con sistemas adicionales como: tanques de sedimentación, sistemas de calentamiento y refrigeración para el control de temperatura, sistemas de acople con otros tratamientos...

Actualmente se encuentran activas varias plantas piloto de ensayo de distintas características entre las que se destaca:

- Banco de ensayo CADOX. Se trata de un prototipo para aplicaciones del efecto foto-Fenton solar. El módulo se caracteriza por un diámetro de foto reactor de 50 mm con un volumen aproximado de 75 l, una superficie irradiada de 4 m² y 45 l de volumen irradiado. El módulo está acoplado a un sistema de ozonización (50 l, con un sistema de producción de ozono de hasta 15 g O₃/h). Además, se puede integrar con un sistema biológico de lecho fijo para el tratamiento de aguas que consta de un tanque cónico de 165 l de volumen total en el que se acondiciona el agua residual a tratar, un tanque de recirculación también cónico de 100 l y un reactor biológico aerobio de lecho fijo con fondo plano de 170 l de volumen total.
 - Banco de ensayos ELECTROX. Se trata de un colector CPC de 2 m² con 10 tubos de borosilicato de 50 mm de diámetro, con un volumen iluminado de 25 l respecto a un total de 40 l conectado con cuatro electroceldas que permiten el estudio del proceso electro-foto-Fenton.
- √ *Planta piloto de nanofiltración (NF)*. Consiste en tres membranas de capa fina dispuestas en paralelo con una superficie total de 7,8 m² con unas condiciones de operación de temperatura máxima de 45°C, presión máxima de 41 bar y un caudal máximo de 1,4 m³/h. con un rango de pH de operación permitido es de entre 2 y 11. Además dispone de un sistema de control automático de pH para mejorar las limpiezas y evaluar la separación de diferentes compuestos en las membranas en función del pH.
- √ *Planta piloto de ozonización*. Tienen una capacidad máxima de 20 l que opera en modo discontinuo y dispone de un generador de ozono de más de 44 g O₃/Nm³ para un caudal de entrada de gas de 0,2 Nm³/h. Además se ha acoplado un destructor de ozono térmico a la salida del reactor.
- √ *Planta piloto de depuración biológica*. Consiste en una línea de tratamiento mediante reactores de lecho fijo (RLF) de 60 l de capacidad total (tres RLF de 20 l cada uno) y otra línea secundaria de tratamiento mediante reactores tanque agitado (RTA) de 40 l de capacidad total (dos RTA de 20 l cada uno). Ambos procesos de depuración pueden operar en discontinuo o continuo así como de forma independiente o combinados. El sistema permite la adquisición y control del pH, el oxígeno disuelto y la temperatura.

El equipamiento se completa con dos simuladores solares provistos con lámparas de Xenón para experimentos a pequeña escala donde la intensidad de la radiación puede modificarse y es monitorizada. Además, uno de ellos posee un filtro UV con limitación a 290 nm para simular la luz solar externa.

3) Plantas piloto de desinfección de agua mediante tratamiento solares y no solares

Consta de un conjunto plantas piloto que utilizan distintas tecnologías basadas en tratamientos solares y no solares o convencionales para la desinfección de aguas. Los equipos que forman parte de ella son:

- √ *Plantas piloto de fotoreactores tipo CPC* (captadores cilindroparabólico compuestos). Entre las que destaca:
 - Banco de ensayos NOVO 75 V1. Consta de 2 módulos colectores de 2 m² con diferentes formas de los espejos (espejos CPC y espejos en U). Está alimentado por un tanque de polipropileno con un volumen total de 192 l y un tanque preparatorio de 92,5 l conectados por gravitación a los fotoreactores de tipo CPC y U. Presenta una superficie de irradiación de 1,92 m² con un volumen recomendado de operación de 53 l en el caso del módulo CPC y 35 l en el módulo U.
- √ *Planta piloto UVC-H₂O₂*. Consiste en tres carcasas de acero inoxidable que contienen tres lámparas UV-C (caudal máximo de 25 m³/h, 254 nm y máxima potencia de 400 J/m², cada una). La planta está equipada con dosificación automática de reactivos. El volumen total es de 200-250 l con un volumen iluminado de 5,5 l por módulo que contiene una lámpara. Control automático de pH y oxígeno disuelto.
- √ *Invernadero experimental para aplicaciones de reúso de agua tratada*. Está diseñado como una cámara de cultivo de 30 m² con 4 salas iguales e independientes, para realizar cultivos en condiciones controladas y estudiar in vivo la viabilidad de la reutilización de aguas residuales tratadas para riego. La cubierta es de policarbonato de 10 mm para evitar la radiación ultravioleta. La cámara consta de 4 áreas individuales de 3 × 2,5 m². Cada área está equipada con un sistema de control de temperatura, humedad, riego y aireación independientes entre sí.

4) **Planta piloto para la generación fotocatalítica de hidrógeno.**

Se trata de un banco de ensayos conectado a un fotoreactor CPC para la eliminación de contaminantes orgánicos presentes en la solución acuosa y la generación de hidrógeno simultáneamente. Consta de un banco de ensayos de CPC denominado HIDRO-CPC, un tanque de acero inoxidable de 22 l de volumen, con una entrada y salida de gas y líquido y un sistema de extracción de muestras.

5) **Planta piloto de oxidación húmeda**

Se trata de un banco de ensayo utilizado como pretratamiento severo para reducir la complejidad de los efluentes industriales y el tiempo de reacción. Puede operar a distintas temperaturas y presiones así como a distintas proporciones de oxígeno y nitrógeno y distintos oxidantes (peróxido de hidrógeno o peroxymonosulfato). Consta de un reactor de acero inoxidable con un volumen total de 1 l que puede operar a una presión de 200 bar y una temperatura máxima de 300°C .