



**FICHA DE MÓDULO DE
MÁSTER PROPIO - CURSO
2012-2014**

NOMBRE DEL MÓDULO 8.1

APLICACIONES DE LA ENERGÍA SOLAR AL TRATAMIENTO DE AGUAS

NOMBRE DEL MÓDULO EN INGLÉS

APPLICATIONS OF SOLAR ENERGY TO WATER TREATMENT

| | | | | | | | | |
|-----------------------|---|----------------------|---|------------------|-------------|---|----------|--|
| CRÉDITOS ECTS: | 5 | CUATRIMESTRE: | 2 | CARÁCTER: | Obligatoria | X | Optativa | |
|-----------------------|---|----------------------|---|------------------|-------------|---|----------|--|

DISTRIBUCIÓN DE CRÉDITOS

| | | | | | |
|-----------|---|------------|---|------------------------|--|
| Teóricos: | 3 | Prácticos: | 2 | Actividades dirigidas: | |
|-----------|---|------------|---|------------------------|--|

PROFESORADO

| | | |
|--|--------------------|-----------------------|
| Nombre: Julián Blanco Gálvez | | DNI: [REDACTED] |
| Teléfono: 950387900 | E-mail: [REDACTED] | Créditos: 1 T |
| Área de conocimiento: Ingeniería Eléctrica | | |
| Departamento: Plataforma Solar de Almería | | |
| Organismo: CIEMAT-MEC | | |
| | | |
| Nombre: Sixto Malato Rodríguez | | DNI: [REDACTED] |
| Teléfono: 950387900 | E-mail: [REDACTED] | Créditos: 0.2 T+0.4 P |
| Área de conocimiento: Ingeniería Química | | |
| Departamento: Plataforma Solar de Almería | | |
| Organismo: CIEMAT-MEC | | |
| | | |
| Nombre: Manuel I. Maldonado Rubio | | DNI: [REDACTED] |
| Teléfono: 950387900 | E-mail: [REDACTED] | Créditos: 0.4 T+0.4 P |
| Área de conocimiento: Ingeniería Química | | |
| Departamento: Plataforma Solar de Almería | | |
| Organismo: CIEMAT-MEC | | |
| | | |
| Nombre: Pilar Fernández Ibáñez | | DNI: [REDACTED] |
| Teléfono: 950387900 | E-mail: [REDACTED] | Créditos: 0.4 T+0.8 P |
| Área de conocimiento: Física Aplicada | | |



Departamento: Plataforma Solar de Almería

Organismo: CIEMAT-MEC

Nombre: Diego-César Alarcón Padilla

DNI:

Teléfono: 950387900

E-mail:

Créditos: 0.6 T+0.4 P

Área de conocimiento: Física Aplicada

Departamento: Plataforma Solar de Almería (

Organismo: CIEMAT-MEC

Nombre: Amadeo Rodríguez Fernández-Alba

DNI:

Teléfono: 950015034

E-mail: amadeo@ual.es

Créditos: 0.4 T

Área de conocimiento: Química Analítica

Departamento: Química Analítica

Organismo: Universidad de Almería

OBJETIVOS:

Todos los organismos internacionales reconocen ya que la escasez y/o falta de agua es uno de los principales retos a los que se va a enfrentar la Humanidad en el Siglo XXI. Todo ello conlleva el que las oportunidades y posibilidades que hay actualmente y que, con toda seguridad, habrá en un futuro para el desarrollo de tecnologías medioambientalmente benignas y que ofrezcan soluciones efectivas, sean muy importantes. En este contexto se plantea este Módulo sobre "APLICACIONES DE LA ENERGÍA SOLAR AL TRATAMIENTO DE AGUAS". Se estudiarán en profundidad los procesos asociados al uso de la radiación solar (tecnologías medioambientalmente benignas) para abordar diversas problemáticas del agua. Fundamentalmente la detoxificación de aguas residuales industriales, desinfección de agua potable y desalación solar de agua de mar. En todos estos casos, la problemática medioambiental relacionada con el agua es muy clara, existiendo una importante sensibilización ciudadana asociada.



OBJETIVOS EN INGLÉS:

Every international organism admits that water shortage is one of the main problems that the human being is going to face in the XXI century. This will favor the developing of environmental benign technologies, providing effective solutions. This is the scenario where the module "Application of solar energy to water treatment" is introduced. Processes associated to the use of solar radiation will be deeply studied (environmentally benign technologies) to confront various water problems, fundamentally gray water detoxification and sea water solar desalination.

In all the cases above, environmental problems related with water is very clear, with associated citizen awareness rising.

COMPETENCIAS:

El alumno deberá demostrar conocimientos suficientes en los siguientes aspectos:

- Problemática del agua potable y de riego en el contexto nacional e internacional.
- Tecnologías de tratamiento de aguas, incluyendo los Procesos de Oxidación Avanzada.
- Colectores solares de baja concentración.
- Evaluación de la carga contaminante y toxicológica de un agua residual.
- Cromatografía líquida y gaseosa.
- Evaluación de la potabilidad de un agua mediante métodos microbiológicos.
- Procesos de desalación de aguas.
- Evaluación de costes de procesos de tratamiento de aguas.

CONTENIDOS TEÓRICOS:

TEMA I: PRESENTACIÓN Y PROBLEMÁTICA DEL AGUA.

Aspectos generales de problemática del agua en el contexto nacional e internacional. Soluciones a medio y largo plazo.

TEMA II: FUNDAMENTOS BÁSICOS DE FOTOCATÁLISIS.

Introducción. Tecnologías convencionales de tratamiento de aguas. Procesos de Oxidación Avanzada. Fotocatálisis heterogénea y homogénea. Fundamentos teóricos. Parámetros principales.

TEMA III: REACTORES SOLARES FOTOCATALÍTICOS.

Colectores solares para fotoquímica. Reactores fotocatalíticos. Características tecnológicas de reactores para aplicaciones fotocatalíticas. Diseño de planta comercial. Evaluación económica.

TEMA IV: DESTRUCCIÓN DE CONTAMINANTES MEDIANTE FOTOCATÁLISIS.

Principios básicos de descontaminación de aguas. Evaluación de la descontaminación mediante parámetros fundamentales (HPLC, TOC, HPIC, DQO, Biodegradabilidad, etc.). Operación de plantas fotocatalíticas. Integración con otros métodos de tratamiento de aguas.

TEMA V: EVALUACIÓN ANALÍTICA DE PROCESOS DE OXIDACIÓN AVANZADA.

Estrategias para el tratamiento de las muestras. Extracción en fase sólida. Técnicas analíticas avanzadas: métodos basados en GC-MS y LC-MS. Estudios de toxicidad.

TEMA VI: DESINFECCIÓN DE AGUAS POR FOTOCATÁLISIS HETEROGÉNEA.

Introducción. Acción bactericida de la radiación solar (SODIS). Acción bactericida de la fotocatalisis. Fotocatálisis solar con TiO_2 . Análisis de parámetros fundamentales: electrolito, fuente de radiación, radiación solar, catalizador, concentración inicial de bacteria. Cinéticas de desinfección.

TEMA VII: EXPERIENCIAS DE DESINFECCIÓN DE AGUA CON RADIACIÓN SOLAR.

Generalidades. Metodologías de trabajo: elaboración de cultivos, preparación práctica y manipulación de muestras, evaluación de datos de radiación, métodos de detección y enumeración de indicadores de microorganismos, evaluación de resultado. Experiencias con reactores solares para desinfección de agua. Aplicaciones de interés. Legislación aplicable.

TEMA VIII: FUNDAMENTOS BÁSICOS DE LA DESALACIÓN DE AGUAS.

Introducción. Definición y clasificación de los procesos de desalación. Procesos de destilación térmica: destilación flash multietapa, destilación multi-efecto y compresión mecánica de vapor. Procesos de membranas: ósmosis inversa, electrodiálisis y destilación por membranas. Otros procesos alternativos.

TEMA IX: SISTEMAS SOLARES DE DESALACIÓN DE AGUA.

Introducción. La desalación de aguas con energía solar: sistemas directos e indirectos. El destilador solar: diseño básico y desarrollos avanzados. La energía solar térmica aplicada a sistemas de destilación térmicos: MSF, MED y destilación por membranas. La energía solar fotovoltaica aplicada a sistemas de desalación por ósmosis inversa y electrodiálisis. Experiencias existentes a escala mundial.

TEMA X: LOS COSTES DE LA DESALACIÓN.

Introducción. Factores que afectan el coste del agua producto. Elementos del cálculo de costes de capital directos, costes de capital indirectos y costes de operación. Evaluación de costes: ejemplos de las principales tecnologías utilizadas a escala industrial.

CONTENIDOS PRÁCTICOS:

PRÁCTICA I: Tratamiento de contaminantes mediante fotocátalisis heterogénea.

PRÁCTICA II: Tratamiento de contaminantes mediante fotocátalisis homogénea.

PRÁCTICA III: Detoxificación por SODIS y fotocátalisis (TiO)

PRÁCTICA IV: Desalación de agua del mar mediante destilación multiefecto.

ACTIVIDADES DIRIGIDAS:

No están previstas

BIBLIOGRAFÍA:

El-Dessouky H.T. & Ettouney H.M. (2002) *Fundamentals of Salt Water Desalination*. Elsevier, Amsterdam.

García-Rodríguez L. (2002) *Seawater desalination driven by renewable energies: a review*. Desalination 143, 103-113

Al-Shammiri M. & Safar M. (1999) *Muti-effect distillation plants: state of the art*. Desalination 126, 45-49.

Alawadhi A.A. (2002) *Desalination – where are we now? GCC Countries*. Desalination & Water Reuse 12(1), 12-21.

Vermey J.W. (2003) *Taweelah A-1 make breakthrough in large-scale MED plants*. Desalination & Water Reuse 12(4), 10-13.

Zarza E. (1995) *Solar Thermal Desalination Project. Phase II Results & Final Project Report*. ISBN: 84-7834-285-0. CIEMAT, Madrid.

Gogate P.R. and Pandit A.B. *A review of comparative technologies for wastewater treatment. I: oxidation technologies at ambient conditions*. Adv. Environ. Res., 8, 501-551. (2004).



Gogate P.R. and Pandit A.B. *A review of comparative technologies for wastewater treatment. II: Hybrid methods*. Adv. Environ. Res., 8, 553-597. (2004).

Herrmann J.M. *Heterogeneous photocatalysis: state of the art and present applications*. Topics in Catalysis, 14(1-4), 48-65. (2005).

Blake D.M., Maness P.C., Huang Z., Wolfrum E.J. and Huang J., *Application of the photocatalytic chemistry of titanium dioxide to disinfection and the killing of cancer cells*. Separation and Purification Methods, 28(1), 1-50 (1999).

Julián Blanco Gálvez, Sixto Malato Rodríguez. *Solar Detoxification*. UNESCO Publishing, France. ISBN 92-3-103916-4. 190 pag. 2003.

SISTEMA DE EVALUACIÓN:

Se realizará un ejercicio escrito, con dos partes:

- Un cuestionario donde el estudiante deberá de demostrar su conocimiento de los conceptos básicos.

Desarrollo de un tema relacionado con la materia impartida en el módulo.