



## **66305 - Captura y almacenamiento de CO<sub>2</sub>: tecnologías "emisiones cero"**

**Guía docente para el curso 2011 - 2012**

**Curso: 1, Semestre: 2, Créditos: 5.0**

---

### **Información básica**

---

#### **Profesores**

- **Luis Miguel Romeo Giménez** [luismi@unizar.es](mailto:luismi@unizar.es)
- **Luis Ignacio Diez Pinilla** [luisig@unizar.es](mailto:luisig@unizar.es)

#### **Recomendaciones para cursar esta asignatura**

Se trata de una asignatura de carácter eminentemente técnico. Para cursarla con aprovechamiento, son necesarios los siguientes **prerrequisitos**

- conceptos básicos de termodinámica técnica, conceptos básicos de química,
- planteamiento y resolución de balances de materia y energía.
- conocimiento suficiente de inglés para manejo de documentación

#### **Actividades y fechas clave de la asignatura**

Curso 2011/2012

La asignatura se impartirá en el periodo 2.

Comienzo de las clases: lunes 31/01/2012

Finalización de las clases: viernes 11/05/2012

Evaluación: desde el lunes 14/05 hasta el viernes 25/05 de 2012

---

### **Inicio**

---

## Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

**El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...**

**1:**

Conoce el fenómeno del efecto invernadero, las repercusiones que su alteración tiene sobre el cambio climático global, y los principales agentes causantes de tal alteración.

**2:**

Analiza y critica las políticas destinadas a la mitigación del cambio climático, y relaciona las diferentes posturas internacionales con los intereses económicos y sociales de las partes involucradas.

**3:**

Conoce las principales tecnologías destinadas a la captura de emisiones de CO<sub>2</sub>, en uso y emergentes, susceptibles de ser aplicadas en instalaciones industriales intensivas en el consumo de energía.

**4:**

Conoce las alternativas de transporte y almacenamiento permanente de CO<sub>2</sub>.

**5:**

Revisa y documenta las líneas de investigación actuales en el campo de la captura y almacenamiento de CO<sub>2</sub>

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

Desde finales del siglo XIX el aumento de emisiones de gases de efecto invernadero fruto de actividades humanas ha provocado un incremento significativo de su concentración en la atmósfera. Sin lugar a dudas, la aportación más relevante proviene del uso intensivo de combustibles de origen fósil, cuya combustión produce emisiones de CO<sub>2</sub> a gran escala. Las alteraciones del clima detectadas a finales del siglo XX y comienzos del siglo XXI, manifestadas en los incrementos de temperatura superficial en el planeta, del nivel medio de los océanos o de los ritmos de desaparición de los hielos polares, están originadas por la alteración de los procesos naturales de fijación y producción de gases de efecto invernadero.

La movilización internacional para afrontar la problemática del cambio climático desembocó en la firma del conocido Protocolo de Kyoto (1997), en el que se estableció un marco de compromisos de control de emisiones tomando como horizonte el año 2012. En la actualidad, las negociaciones entre los países más industrializados del planeta con los países en vías de desarrollo no han permitido alcanzar un consenso de cara a unificar políticas y actuaciones para horizontes temporales más lejanos (2020, 2050). Resulta obvio que la mezcla de intereses de índole político, económico, social y medioambiental dificulta enormemente tal objetivo.

Técnicamente, una de las posibilidades para reducir las emisiones antropogénicas de CO<sub>2</sub>, señaladas por el IPCC y la Unión Europea es el desarrollo y puesta en marcha de tecnologías de captura de dióxido de carbono en sistemas centralizados de producción de electricidad, basados en combustibles fósiles. El carácter estacionario y de gran tamaño de este tipo de instalaciones favorece un desarrollo tecnológico más eficaz y económicamente viable. La asignatura presenta a los alumnos las posibilidades tecnológicas para llevar a cabo la captura de CO<sub>2</sub> en grandes plantas de producción eléctrica, y se introducen las posibilidades de almacenamiento geológico, con el fin de tener una visión completa del proceso.

---

## Contexto y competencias

---

# Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura

**La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:**

## Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Técnicamente, una de las posibilidades para reducir las emisiones antropogénicas de CO<sub>2</sub>, señaladas por el IPCC y la Unión Europea es el desarrollo y puesta en marcha de tecnologías de captura de dióxido de carbono en sistemas centralizados de producción de electricidad, basados en combustibles fósiles. El carácter estacionario y de gran tamaño de este tipo de instalaciones favorece un desarrollo tecnológico más eficaz y económicamente viable

La asignatura es de carácter finalista, no siendo prerrequisito de ninguna de las del máster, pero se relaciona de forma especial con

- Simulación avanzada de ciclos de potencia y refrigeración
- Combustión para generación termoeléctrica: eficiencia energética e impacto ambiental
- Laboratorio experimental de combustión
- Termotecnia

## Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...

### 1:

En esta materia se trabajan las dos **competencias específicas de la titulación, aplicadas a** la captura de CO<sub>2</sub> en grandes instalaciones de combustión:

- 1) En el campo de especialización del estudiante, responder técnicamente con soluciones técnicas al problema de las emisiones de CO<sub>2</sub>.
- 2) Ser capaz de analizar y reflexionar sobre las implicaciones sociales, técnicas y económicas de los acuerdos internacionales referentes a la lucha contra el cambio climático

### 2:

También se trabajan las siguientes **competencias generales del nivel de máster:**

- 1) Capacidad para adquirir conocimientos y procesar información técnica y científica
- 2) Capacidad de resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio
- 3) Habilidades para comunicar sus conclusiones –y los conocimientos y razones últimas que las sustentan – a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
- 4) Habilidades de aprendizaje que le permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo

## Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:

La captura de CO<sub>2</sub> es una tecnología emergente con posibilidades de éxito en el futuro, tal y como han señalado el IPCC y la Agencia Internacional de la Energía.

Los conocimientos adquiridos en esta asignatura son le darán al estudiante una perspectiva básica que puede serle de ayuda a la hora de incorporarse a equipos de investigación o empresas de I+D que trabajen directamente en estos temas, pero también en integración reducción de emisiones de CO2

---

## Evaluación

---

### Actividades de evaluación

**El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación**

#### 1:

##### 1) Trabajos Prácticos Evaluables (20 %)

Con el fin de incentivar el trabajo continuado a lo largo del periodo docente, se realizarán actividades evaluables distribuidas a lo largo del cuatrimestre, consistentes en la preparación y participación en debates relacionados con los contenidos de la asignatura y en la resolución de pequeños problemas.

Se calificarán de 0 a 10 puntos. El estudiante que no participe en el debate o no entregue los problemas obtendrá un cero en los mismos.

Los trabajos evaluables supondrán el 20% de la nota global del estudiante. Para superar los trabajos evaluables se exigirá una nota promedio mínima de 5 puntos.

El estudiante que no supere los trabajos evaluables en el período docente, deberá el examen correspondiente en el marco de las Pruebas Globales correspondientes a las Convocatorias Oficiales.

##### 2) Trabajo de Asignatura (40 %)

Elaboración de un trabajo de asignatura propuesto por el profesor o por el alumno. Defensa pública del mismo durante las dos últimas semanas del periodo docente, ante el grupo completo y el profesor. Debate con los asistentes. Entrega de un resumen escrito.

Se calificará de 0 a 10 puntos. El estudiante que no entregue el trabajo en la fecha establecida obtendrá un cero en el mismo.

El trabajo de asignatura supondrá el 40% de la nota global del estudiante. Para superar el trabajo se exigirá una nota mínima de 5 puntos.

El estudiante que no supere el trabajo de asignatura en el período docente, deberá realizar la entrega y defensa del mismo en el marco de las Pruebas Globales correspondientes a las Convocatorias Oficiales.

##### 3) Examen Final Escrito (40%)

Consistente en un test de los contenidos teórico-prácticos vistos durante el curso.

Calificación de 0 a 10 puntos. Supondrá el 40% de la calificación global del estudiante. Para superar el examen se exigirá una nota mínima de 5 puntos.

#### 2:

##### **PRUEBA GLOBAL (CONVOCATORIAS OFICIALES - 100%)**

En las dos convocatorias oficiales se llevará a cabo la evaluación global del estudiante, realizándose las pruebas que se detallan a continuación:

1) Examen Final Escrito (40%): ya referido anteriormente.

2) Examen de Trabajos Prácticos Evaluables (20%). Aquellos alumnos que hayan superado los trabajos prácticos evaluables durante el periodo docente no tendrán obligación de realizar este examen.

3) Entrega y Defensa del Trabajo de la Asignatura (40%). Aquellos alumnos que hayan superado el trabajo de asignatura durante el periodo docente no tendrán obligación de realizar este examen.

Si el alumno supera el examen final, el examen de trabajos prácticos evaluables o la entrega de trabajo de asignatura durante la primera convocatoria oficial, no tendrá obligación de superarlos en la segunda convocatoria.

---

## Actividades y recursos

---

### Presentación metodológica general

**El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:**

El desarrollo de la asignatura se estructura en torno a tres ejes: las sesiones de teoría, las sesiones prácticas y la realización de un trabajo de asignatura. En las sesiones de teoría se explican los conceptos básicos y se relacionan con las características técnicas de los procesos utilizando ejercicios cortos que se resuelven en la pizarra, sirviendo de apoyo para fijar la comprensión de los conceptos. En ambos casos la metodología son clases magistrales. En las sesiones de debate se analizarán y se reflexionará sobre distintos aspectos de la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>, las técnicas y políticas a adoptar para la consecución de los acuerdos internacionales sobre mitigación del cambio climático. El trabajo de asignatura tendrá un enfoque de introducción a la investigación. En este trabajo, los alumnos deberán estudiar y analizar nueva documentación sobre un tema concreto asignado por el profesor y obtener y presentar sus propias conclusiones en un aspecto concreto de la asignatura, con mayor profundidad. Dado el carácter fuertemente multidisciplinar de la materia, en este trabajo se permitirá al alumno profundizar en aquellos campos que por su formación sean más adecuados.

### Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)

**El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...**

**1:**

EMISIONES DE CO<sub>2</sub>: IMPACTO AMBIENTAL Y MECANISMOS DE REGULACIÓN: Impacto ambiental de los gases de efecto invernadero. Acuerdos internacionales para control de emisiones de gases de efecto invernadero. Asignación de derechos, regulación del mercado de emisiones de CO<sub>2</sub>, mecanismos conjuntos de reducción.

**2:**

TECNOLOGÍAS DE CAPTURA DE CO<sub>2</sub>: Técnicas en investigación para captura de emisiones de CO<sub>2</sub> en grandes sistemas centralizados de combustión. Sistemas de precombustión. Oxidación. Sistemas postcombustión: tecnologías de tratamiento de gases por absorción química y física. Ciclos de carbonatación-calcinación. Otras tecnologías

**3:**

ALMACENAMIENTO DE CO<sub>2</sub>: Introducción a la problemática del almacenamiento de CO<sub>2</sub>. Problemas técnicos y legales abiertos. Antecedentes: técnicas EOR y ECBM. Proyectos en curso.

### Planificación y calendario

#### Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

Los trabajos se presentarán la última semana de curso. El resto del curso se alternarán clases magistrales con debates y visitas.

## **Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada**