



Máster en Energías Renovables y Eficiencia Energética **66344 - Eficiencia energética en la edificación**

Guía docente para el curso 2015 - 2016

Curso: , Semestre: , Créditos: 5.0

Información básica

Profesores

- **Ignacio Zabalza Bribian** izabal@unizar.es

Recomendaciones para cursar esta asignatura

Se trata de una asignatura descriptiva con elementos prácticos que introducen en el análisis y mejora de la eficiencia energética en edificios y en una planificación energética básica de planes urbanísticos.

Es imprescindible cursar las asignaturas de “Energías Renovables” y “Ampliación de energía solar” y es recomendable la adquisición o revisión, en su caso, de conceptos básicos sobre transferencia de calor y acumulación de energía térmica.

Actividades y fechas clave de la asignatura

La asignatura se imparte en el segundo cuatrimestre del curso, en 2 sesiones de 2 horas cada una.

El primer día de clase se presentan los objetivos, contenidos y el sistema de evaluación de la asignatura.

A lo largo del curso, acomodándolo a las posibilidades de los estudiantes, se podrán realizar visitas a las instalaciones del Centro de Urbanismo Sostenible en Ecociudad Valdespartera, el edificio CIEM en Milla Digital y el edificio CIRCE en el Campus Río Ebro.

El curso incluye varias sesiones prácticas con herramientas de certificación energética y ambiental de edificios, simulación energética de edificios, y optimización energética en áreas urbanas.

Al final del curso se realizará un examen final y se deberán entregar los trabajos e informes previstos en el sistema de evaluación de esta asignatura.

Existe la opción de conectar los trabajos desarrollados en la asignatura con un posible trabajo final del master tras comentar el correspondiente proyecto con el profesorado.

Para conocer las fechas de comienzo de curso y las convocatorias de examen, consultar:

https://eina.unizar.es/estudios/index.php?option=com_content&view=article&id=85&catid=79

Inicio

Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

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

- 1:** Interrelacionar clima, diseño bioclimático y confort térmico. Conocer los pasos a seguir en el análisis de un microclima para una ubicación determinada.
- 2:** Identificar la arquitectura natural, su relación con el clima y la validez de los criterios que desarrolla en cada contexto.
- 3:** Adquirir los conocimientos necesarios sobre la certificación energética y ambiental de edificios, su contexto actual, así como una serie de técnicas relacionadas con la evaluación de edificios como la termografía, la medida de la transmisividad térmica (U) de los cerramientos y la medida de infiltraciones.
- 4:** Conocer los elementos básicos de la arquitectura bioclimática, así como las estrategias pasivas y activas para la mejora de la eficiencia energética de los edificios.
- 5:** Adquirir habilidades básicas sobre programas de simulación estacionaria y dinámica de sistemas de climatización en edificios.
- 6:** Identificar los elementos del urbanismo sostenible, y aplicarlos en la planificación urbanística ex novo y de rehabilitación.
- 7:** Conocer el peso de la rehabilitación en procesos urbanísticos y los elementos básicos de dicho proceso.
- 8:** Conocer los elementos base de la bioconstrucción e identificar distintos aspectos del ciclo de vida aplicables a productos de la construcción, soluciones constructivas, edificios y áreas urbanas.
- 9:** Identificar y aplicar en diferentes casos reales los conceptos de los puntos anteriores.

Introducción

Breve presentación de la asignatura

La edificación es una de las actividades con mayor impacto medioambiental. Consume el 60% de materias primas de la litosfera, el 12% del agua y produce el 50% de las emisiones de CO₂, teniendo en cuenta la construcción, uso y desmantelamiento de los edificios. En la actualidad, el sector de la edificación necesita reinventarse, aplicando nuevas soluciones y tecnologías con criterios de eficiencia energética y sostenibilidad en la construcción de edificios y, sobre todo, en la rehabilitación del gran parque de edificios existente, de modo que pueda reducirse su hipoteca energética. En España hay más de 2.300 millones de m² dedicados a viviendas, de los cuales un 75% corresponden a viviendas construidas hace más de 20 años, y por tanto incumpliendo los actuales criterios de eficiencia energética.

En este contexto, se persigue que los estudiantes de la asignatura adquieran un conocimiento experto que les permita identificar el impacto energético y medioambiental de los edificios, siendo capaces de aplicar las estrategias y tecnologías necesarias para reducir dichos impactos, al tiempo que se mejora la calidad, así como las condiciones de confort y salubridad de los edificios.

En esta asignatura se expondrán los criterios para la certificación y la optimización de la eficiencia energética en los edificios, presentando y analizando el actual marco normativo, y explicando nuevas visiones integradoras sobre el modo de plantear mejoras en los edificios a través de la rehabilitación energética, conforme a los nuevos requisitos normativos y necesidades sociales.

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

Existe una interrelación entre esta asignatura y diversos conceptos expuestos en el Módulo común del Máster.

De este modo, en esta asignatura se detallan los criterios y técnicas generales de eficiencia energética descritos en la asignatura “Eficiencia Energética” y se profundiza en su aplicación a los edificios y las áreas urbanas. Asimismo los conceptos básicos de radiación solar presentados en la asignatura “Energía solar y de la biomasa” son aplicados al balance, análisis y optimización de la eficiencia energética de los edificios.

Por otra parte, esta asignatura introduce el concepto de sostenibilidad en la edificación, que va más allá de la eficiencia energética, incluyendo conceptos de eficiencia en el uso del agua en los edificios, la calidad del ambiente interior, el emplazamiento del edificio y las necesidades de movilidad asociadas, el impacto y coste del ciclo de vida de los productos de construcción utilizados, etc.

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

- 1:** Conocer el marco legislativo actual y futuro necesario para la materialización de proyectos de rehabilitación de edificios y/o nueva construcción con criterios de eficiencia energética, a través de ejemplos y casos prácticos en edificios reales.
 - 2:** Saber caracterizar el comportamiento energético de la envolvente térmica de los edificios, identificando sus posibles deficiencias y proponiendo medidas correctoras.
 - 3:** Saber modelar el comportamiento energético de las instalaciones de climatización, iluminación y agua caliente sanitaria en los edificios, identificando sus posibles deficiencias y proponiendo medidas correctoras.
 - 4:** Evaluar y analizar los consumos energéticos y prestaciones de las instalaciones energéticas tanto de edificios nuevos, como de edificios a rehabilitar.
 - 5:** Conocer y saber aplicar técnicas de rehabilitación energética a la envolvente e instalaciones energéticas de los edificios, mejorando su operación y funcionamiento.
 - 6:** Aplicar las principales herramientas oficialmente reconocidas en España para la certificación energética de edificios nuevos y existentes: Herramienta unificada LIDER-Calener, CE3 y CE3X.
 - 7:** Proponer y cuantificar las medidas de ahorro energético más adecuadas para la mejora de la calificación energética de los edificios.
 - 8:** Aprender a utilizar la herramienta de simulación y diseño DesignBuilder con objeto de calcular, analizar y reducir las demandas y consumos energéticos de los edificios, evaluando medidas concretas para la mejora de su envolvente térmica y sus instalaciones energéticas.
-
- 9:** Evaluar, analizar y reducir el impacto del ciclo de vida de productos de la construcción, soluciones

constructivas, edificios y áreas urbanas, conociendo las principales herramientas y fuentes de datos existentes actualmente.

- 10:** Conocer los principales procedimientos de certificación medioambiental de edificios: LEED y VERDE, así como los criterios e indicadores de evaluación y ponderación que éstos incorporan.
- 11:** Conocer los principales impactos energéticos y ambientales asociados a las áreas urbanas, así como los criterios básicos para conseguir una planificación urbanística sostenible, aprendiendo a utilizar la herramienta URSOS.
- 12:** Es capaz de adquirir conocimientos avanzados y demostrando, en un contexto de investigación científica y tecnológica o altamente especializado, una comprensión detallada y fundamentada de los aspectos teóricos y prácticos y de la metodología de trabajo en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.
- 13:** Es capaz de aplicar e integrar sus conocimientos, la comprensión de estos, su fundamentación científica y sus capacidades de resolución de problemas en entornos nuevos y definidos de forma imprecisa, incluyendo contextos de carácter multidisciplinar tanto investigadores como profesionales altamente especializados en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.
- 14:** Es capaz de evaluar y seleccionar la teoría científica adecuada y la metodología precisa de sus campos de estudio para formular juicios a partir de información incompleta o limitada incluyendo, cuando sea preciso y pertinente, una reflexión sobre la responsabilidad social o ética ligada a la solución que se proponga en cada caso en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.
- 15:** Es capaz de predecir y controlar la evolución de situaciones complejas mediante el desarrollo de nuevas e innovadoras metodologías de trabajo adaptadas al ámbito científico/investigador, tecnológico o profesional concreto, en general multidisciplinar, en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.
- 16:** Es capaz de transmitir de un modo claro y sin ambigüedades a un público especializado o no, resultados procedentes de la investigación científica y tecnológica o del ámbito de la innovación más avanzada, así como los fundamentos más relevantes sobre los que se sustentan en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.

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

La asignatura presenta un elevado interés para dos perfiles que deben completarse: el de ingeniería térmica aplicada a la edificación, y el de arquitectura con un enfoque cada vez más solicitado en los proyectos de arquitectura.

Los resultados de aprendizaje de la asignatura son fundamentales, ya que con ellos el estudiante será capaz de analizar, evaluar y certificar la eficiencia energética de los edificios, así como aplicar aquellos criterios y medidas de ahorro capaces de reducir drásticamente los consumos de energía y los impactos ambientales. La formación recibida permitirá al estudiante sugerir cambios en la envolvente térmica de los edificios, así como en sus sistemas e instalaciones energéticas, mejorando la eficiencia energética y/o reduciendo los costes energéticos y económicos asociados.

Evaluación

Actividades de evaluación

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

1: Para superar la asignatura se plantea un sistema de evaluación global. Se considerarán los siguientes factores de ponderación para la obtención de la nota final de la asignatura:

[30%] Trabajo tutorado 1: Evaluación de la demanda térmica y consumos de energía de un edificio existente (a elegir por el estudiante) con DESIGNBUILDER, así como evaluación técnico-económica de al menos cinco propuestas de mejora (a elegir por el estudiante) en la envolvente y el equipamiento energético existente: Entrega de informe escrito y archivos del programa anexos.

[20%] Trabajo tutorado 2: Optimización del diseño de un área urbana existente (a elegir por el estudiante) con URSOS, haciendo una evaluación técnico-económica de al menos cinco propuestas de mejora (a elegir por el estudiante): Entrega de informe escrito y archivos del programa anexos.

[20%] Trabajo tutorado 3: Revisión de tres artículos científicos publicados en revistas indexadas sobre un tema relacionado con los contenidos de la asignatura (a elegir por el estudiante): Entrega de informe escrito en inglés y artículos anexos.

[30%] Examen final escrito de conceptos básicos de la asignatura, a través de cuestiones cortas de tipo teórico-práctico y/o cuestiones de tipo test y de tipo verdadero-falso.

Para poder mediar entre sí, la nota mínima en cada una de las actividades de evaluación anteriores deberá ser igual o superior a cuatro. No se podrá aprobar la asignatura si alguna de las notas es inferior a cuatro.

Los informes correspondientes a los trabajos tutorados se deberán presentar con anterioridad a la realización del examen final escrito, que tendrá lugar en las convocatorias oficiales correspondientes.

En todas las actividades de evaluación descritas se valorarán los siguientes aspectos y cualidades en el grado indicado en cada caso:

- Realización propia de las tareas.
- Correcto planteamiento del procedimiento de resolución de los problemas planteados.
- Exactitud del resultado obtenido.
- Corrección y claridad en la comunicación escrita: ortografía y gramática correcta, estructura de contenidos coherente, etc.
- Análisis crítico de los resultados: coherencia, relación con otros aspectos de la asignatura, posibilidades de mejora, etc.
- Entrega en el plazo estipulado: no se admitirán informes fuera de la fecha límite, salvo causa debidamente justificada.
- Entrega en el formato y procedimiento indicado por el profesor.

Actividades y recursos

Presentación metodológica general

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

El proceso de enseñanza se desarrollará en cuatro actividades principales: clases de teoría, clases de resolución de problemas, prácticas de ordenador, y realización de trabajos tutorados evaluables, con creciente nivel de participación del estudiante.

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.

Las **sesiones prácticas** consisten en sesiones con ordenador en la que se estudian casos prácticos más complejos que los presentados en la pizarra, donde es necesaria para su resolución cierta potencia de cálculo. De este modo, las sesiones de prácticas completarán los contenidos desarrollados durante las sesiones de teoría. Durante las prácticas se resolverán casos, mediante el uso de diversas herramientas informáticas, con la asistencia y ayuda del profesor durante la sesión. Los estudiantes dispondrán de un guion de cada práctica, que tendrán previamente que leer y preparar.

Los **trabajos tutorados** se realizarán de forma individual por cada estudiante, como una prolongación y ampliación de las sesiones prácticas, resolviendo problemas de mayor envergadura que los resueltos en las prácticas. De este modo, se potencia el aprendizaje autónomo del estudiante. Para el desarrollo de los trabajos se proporcionará a los alumnos las herramientas necesarias. Los trabajos a realizar se plantearán durante las sesiones presenciales, y se realizará posteriormente de forma no presencial. Estos trabajos tutelados estarán supervisados por el profesor, que resolverá todas las dudas que puedan surgir durante el desarrollo del mismo.

En las **sesiones de tutorías** (voluntarias), el estudiante que lo desee acudirá al profesor a plantearle dudas de la asignatura. El alumnado dispone de un horario de atención de tutorías. Se recomienda altamente el uso de estas tutorías para asegurar el adecuado progreso en el aprendizaje.

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:

Clases magistrales: se impartirán en 2 sesiones semanales de 2 horas cada una.

En esta actividad se exponen y explican los contenidos fundamentales de la materia y se resuelven ejercicios prácticos, seleccionados de entre los más representativos y relevantes, para facilitar la comprensión y la asimilación. Se pretende la participación directa del estudiante en la resolución. Esta actividad se realiza en el aula de forma presencial.

Los contenidos que se desarrollan en esta actividad corresponden al siguiente programa temático de la asignatura:

Tema 1.- Introducción: edificación y sostenibilidad.

Tema 2.- Definición de los elementos constructivos de la envolvente térmica de un edificio. Transmisividad y puentes térmicos.

Tema 3.- Análisis de la normativa sobre eficiencia energética edificatoria: Código Técnico de la Edificación - Documento Básico de Ahorro de Energía. Limitación del consumo y la demanda térmica en edificios (HE0 y HE1), eficiencia energética en las instalaciones de climatización (HE2) e iluminación (HE3) e integración de energía solar térmica en edificios (HE4).

Tema 4.- Balance de energía en un edificio: pérdidas y ganancias. Cálculo de la demanda térmica de un edificio.

Tema 5.- Certificación energética de edificios. Cálculo de la calificación energética de un edificio: Utilización de la herramienta unificada LIDER-CALENER - resolución de ejemplos prácticos.

Tema 6.- Arquitectura bioclimática y estrategias pasivas de ahorro energético en edificios: forma y orientación, adaptación al clima, confort térmico, microclimas, aislamiento, huecos, almacenamiento térmico, ventilación, calefacción/refrigeración pasiva, iluminación natural, estándar Passive House.

Tema 7.- Simulación energética de edificios: conceptos básicos. Utilización de DESIGNBUILDER: definición geométrica, cálculo de demanda, evaluación de mejoras en la envolvente de los edificios. Resolución de ejemplos prácticos de rehabilitación energética de edificios.

Tema 8.- Equipos de medición para edificios: Luxómetro, analizador de redes, pinza amperimétrica, cámara termográfica, medidor de transmitancias, analizador de gases de combustión y blower door.

Tema 9.- Edificación sostenible - Análisis de ciclo de vida: metodología general y aplicación a productos, soluciones constructivas (declaraciones ambientales de productos) y edificios. Principios básicos de la bioconstrucción.

Tema 10.- Metodologías de certificación ambiental: LEED y VERDE. Principios básicos e indicadores de evaluación. Guías de certificación y ejercicios prácticos.

Tema 11.- Urbanismo sostenible: conceptos básicos. Utilización de URSOS - resolución de ejemplos prácticos.

2:

Sesiones prácticas: Se consideran un ámbito privilegiado para el desarrollo en profundidad y la aplicación

de los conceptos teóricos expuestos en las clases magistrales Se realizarán un total de 4 prácticas en sala de informática.

Práctica 1.- Utilización de la herramienta unificada LIDER-CALENER (3 sesiones de 2 horas cada una: 6 horas, en total).

Práctica 2.- Utilización de la herramienta de simulación energética de edificios DESIGNBUILDER (4 sesiones de 2 horas cada una: 8 horas en total).

Práctica 3.- Utilización de la herramienta de ayuda al diseño HADES y evaluación de criterios en la certificación VERDE (1 sesión de 2 horas).

Práctica 4.- Utilización de la herramienta de planificación urbanística sostenible URSOS (2 sesiones de 2 horas cada una: 4 horas en total).

A principio de curso se informará del calendario de sesiones prácticas, que se fijará según el avance del programa y la disponibilidad de salas informáticas.

3:

Visitas: En función de la disponibilidad de los estudiantes, se podrán realizar visitas a las instalaciones del Centro de Urbanismo Sostenible en Ecociudad Valdespartera, el edificio CIEM en Milla Digital y el edificio CIRCE en el Campus Río Ebro.

Planificación y calendario

Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

Los informes correspondientes a los trabajos tutorados se deberán presentar con anterioridad a la realización del examen final escrito, que tendrá lugar en las convocatorias oficiales correspondientes.

Para conocer las fechas de comienzo de curso, impartición de las sesiones presenciales, así como las convocatorias de examen, consultar la página Web de la EINA:

https://eina.unizar.es/estudios/index.php?option=com_content&view=article&id=85&catid=79

Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada