



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Arquitectura

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

33000731 - Instalaciones Solares Fotovoltaicas Integradas En Edificios Y Entornos Urbanos

PLAN DE ESTUDIOS

03AM - Master Universitario En Arquitectura

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2022/23 - Primer semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
4. Descripción de la asignatura y temario.....	3
5. Cronograma.....	5
6. Actividades y criterios de evaluación.....	7
7. Recursos didácticos.....	9
8. Otra información.....	11

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	33000731 - Instalaciones Solares Fotovoltaicas Integradas en Edificios y Entornos Urbanos
No de créditos	4 ECTS
Carácter	Optativa
Curso	Primer curso
Semestre	Primer semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	03AM - Master Universitario en Arquitectura
Centro responsable de la titulación	03 - Escuela Tecnica Superior De Arquitectura
Curso académico	2022-23

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Lorenzo Olivieri (Coordinador/a)	Aula de clase	lorenzo.olivieri@upm.es	X - 12:30 - 13:30
Maria Estefania Caamaño Martin		estefania.cmartin@upm.es	Sin horario. Horario por concretar con la profesora

* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

3. Competencias y resultados de aprendizaje

3.1. Competencias

CE67 - Capacidad para concebir, calcular, diseñar, integrar en edificios y conjuntos urbanos y ejecutar instalaciones de suministro, tratamiento y evacuación de aguas, de calefacción y de climatización

CT3 - Capacidad para adoptar soluciones creativas que satisfagan adecuadamente las diferentes necesidades planteadas.

CT4 - Capacidad para trabajar de forma efectiva como individuo, organizando y planificando su propio trabajo, de forma independiente o como miembro de un equipo.

CT5 - Capacidad para gestionar la información, identificando las fuentes necesarias, los principales tipos de documentos técnicos y científicos, de una manera adecuada y eficiente

CT6 - Capacidad para emitir juicios sobre implicaciones económicas, administrativas, sociales, éticas y medioambientales ligadas a la aplicación de sus conocimientos

RD6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

RD9 - Que los estudiantes sepan 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

3.2. Resultados del aprendizaje

RA5 - Instalaciones eficientes

RA6 - Integración de las instalaciones en el edificio

RA4 - Eficiencia energética

RA145 - Capacidad para buscar, valorar y gestionar información gráfica sobre el territorio y la ciudad

RA1 - Sostenibilidad

RA106 - Regeneración urbana con criterios de sostenibilidad

4. Descripción de la asignatura y temario

4.1. Descripción de la asignatura

Descripción

Esta asignatura pretende poner de manifiesto y transmitir a los estudiantes que el planteamiento de diseño de edificios y ciudades todavía muy extendido actualmente, según el cual se les concibe únicamente como centros de consumo energético, ha dejado de ser viable por sus impactos medioambientales y sociales.

La transición energética hacia un modelo de suministro neutro en carbono requiere, entre muchas otras transformaciones, pensar los entornos construidos como centros de generación de energía de bajo impacto medioambiental. Para ello, el curso pretende acercar los estudiantes a la problemática energética, mostrarles el papel central que tiene la arquitectura en esta transformación y proporcionarles los conocimientos necesarios para aprovechar todas las posibilidades que ofrece la integración arquitectónica de la tecnología solar fotovoltaica, conocida internacionalmente como *Building Integrated Photovoltaics - BIPV*.

Estas instalaciones se caracterizan por el hecho de que los mismos elementos constructivos, que constituyen la envolvente del edificio, son los encargados de convertir la radiación solar en energía eléctrica disponible en el punto de consumo, y constituye una herramienta extremadamente interesante para acercar los recursos energéticos renovables al entorno construido.

El objetivo general del curso es formar arquitectos conscientes de su papel central en el proceso de desvinculación de nuestra sociedad de los combustibles fósiles, apasionados por el desafío medioambiental y competentes para enfrentarse a semejante reto.

Objetivos cognitivos principales:

- Aprender a diseñar instalaciones solares fotovoltaicas integradas en edificios y entornos urbanos
- Apuntalar y enriquecer la cultura energética de futuros profesionales de un sector que tiene un peso extraordinario en el sistema energético mundial

Objetivos cognitivos específicos:

- Interiorizar las definiciones y los conceptos de energía
- Conocer e interiorizar la situación energética del mundo contemporáneo

- Conocer e interiorizar el papel de los edificios y de las ciudades para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible
- Analizar el papel de los edificios y de la energía solar fotovoltaica integrada en el entorno construido en el proceso de descarbonización de la economía
- Conocer las bases físicas y tecnológicas de la energía solar fotovoltaica
- Conocer las posibilidades tecnológicas y normativas de la integración de la energía solar fotovoltaica en la edificación

Objetivos no cognitivos:

- Favorecer el enfoque sistémico y la reflexión crítica sobre el modelo energético actual
- Favorecer el desarrollo de la intuición energética en el campo de la arquitectura

Temario

El temario se estructura en torno a tres grandes módulos temáticos:

1. Conceptos básicos de energía y modelo energético actual
2. Energía solar fotovoltaica en edificios
3. Autoconsumo fotovoltaico

En los tres módulos se tocarán los temas detallados en el siguiente apartado.

4.2. Temario de la asignatura

1. Introducción a la asignatura
2. Papel de la energía en la historia
3. Papel de la arquitectura y de la energía solar en la transición energética
4. Arquitectura solar: proyectos emblemáticos
5. Recurso solar en entornos urbanos
6. Diseño de edificios solares fotovoltaicos
7. Componentes de sistemas fotovoltaicos integrados
8. Dimensionado de sistemas fotovoltaicos integrados
9. Estimación de la energía esperable
10. Viabilidad técnica, económica, ambiental y condicionantes normativos

5. Cronograma

5.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Taller y tutorías Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas			
2	Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Taller y tutorías Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas			
3	Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Taller y tutorías Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas			
4	Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Taller y tutorías Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas			
5	Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Taller y tutorías Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas			Exposición de los avances del proyecto de sistema fotovoltaico integrado en un edificio. Evaluación progresiva. PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 00:00
6	Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Taller y tutorías Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas			

7	<p>Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Taller y tutorías Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas</p>			
8	<p>Taller y tutorías: Elaboración de un proyecto detallado de un sistema fotovoltaico integrado en un edificio Duración: 04:00 OT: Otras actividades formativas</p>			
9	<p>Taller y tutorías: Elaboración de un proyecto detallado de un sistema fotovoltaico integrado en un edificio Duración: 04:00 OT: Otras actividades formativas</p>			<p>Entrega proyecto de sistema fotovoltaico integrado en un edificio. Evaluación progresiva. (Entrega en la plataforma Moodle, Formato electrónico). TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 00:00</p> <p>Participación activa en clase. Evaluación progresiva. OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p> <p>Entrega proyecto de sistema fotovoltaico integrado en un edificio. Prueba de evaluación global. TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación sólo prueba final No presencial Duración: 00:00</p>
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.

6. Actividades y criterios de evaluación

6.1. Actividades de evaluación de la asignatura

6.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
5	Exposición de los avances del proyecto de sistema fotovoltaico integrado en un edificio. Evaluación progresiva.	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	00:00	30%	4 / 10	CT4 CT5 CT3 CT6 RD6 RD9 CE67
9	Entrega proyecto de sistema fotovoltaico integrado en un edificio. Evaluación progresiva. (Entrega en la plataforma Moodle, Formato electrónico).	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	50%	4 / 10	CT4 CT5 CT3 CT6 RD6 RD9 CE67
9	Participación activa en clase. Evaluación progresiva.	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	20%	0 / 10	

6.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
9	Entrega proyecto de sistema fotovoltaico integrado en un edificio. Prueba de evaluación global.	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	100%	5 / 10	CT5 CT3 CT6 RD6 RD9 CE67 CT4

6.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Entrega del proyecto de un sistema fotovoltaico integrado en un edificio. Prueba de evaluación global. Convocatoria extraordinaria	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	100%	5 / 10	CT4 CT5 CT3 CT6 RD6 RD9 CE67

6.2. Criterios de evaluación

ACTIVIDAD DE EVALUACIÓN

La evaluación de este curso se basa en la elaboración guiada del proyecto de un sistema fotovoltaicos integrado en un edificio. El proyecto incluirá una descripción general de la actuación, incluyendo la problemática abordada, las principales características térmicas, ópticas y eléctricas de los elementos utilizados, la descripción de la solución constructiva adoptada, el análisis del emplazamiento del generador fotovoltaico en lo que respecta a la captación de energía solar y la cuantificación de las pérdidas por sombras. Incluirá además las características eléctricas del generador, de los inversores, de las protecciones, el diagrama eléctrico de la instalación, el análisis del comportamiento esperado de la instalación y el análisis económico y medioambiental de la actuación.

En el caso de la evaluación según la modalidad de **Evaluación Progresiva**, opción preferible y aconsejada, el proyecto se realizará en grupos de dos o tres estudiantes y tendrá una contribución del 80% sobre la nota final. En particular, un 30% les corresponderá a las evaluaciones parciales del proyecto realizadas durante el curso, que se realizarán en las exposiciones que todos los grupos harán en las sesiones de taller y tutorías y un 50% le corresponderá a la entrega final del trabajo. Por último, la participación activa en clase, fundamental en esta asignatura en la cual uno de los objetivos es promover el enfoque sistémico y la reflexión crítica sobre los temas tratados, tendrá una contribución del 20%.

Para la evaluación según la modalidad de evaluación **Prueba Global**, el proyecto se realizará individualmente y tendrá una contribución del 100% sobre la nota final.

Dado el carácter presencial de la asignatura, para poder optar a la evaluación (progresiva o global) se

deberá asistir a un mínimo del 80% de las sesiones.

Los trabajos implicarán una dedicación fuera del horario de clase. Los estudiantes dispondrán del apoyo de los docentes en horario de clase, y en los horarios de tutorías, para la elaboración del proyecto.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La calificación se realizará atendiendo a los siguientes criterios:

- Justificación de las soluciones técnicas adoptadas a los requisitos funcionales y condicionantes definidos.
- Creatividad y calidad arquitectónica la solución.
- Adecuación de los cálculos y estimaciones.
- Calidad de la memoria y de las exposiciones.

7. Recursos didácticos

7.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Planning and Installing Photovoltaic Systems. Deutsche Gesellschaft für Sonnenergie, 3rd edition, Routledge, 2013	Bibliografía	
La envolvente fotovoltaica en la arquitectura. Criterios de diseño y aplicaciones. N. Martín, I. Fernández-Solla, Ed. Reverté, Colección Estudios Universitarios de Arquitectura, 2007	Bibliografía	

Designing with Solar Power. A source book for Building Integrated Photovoltaics. D. Prasad, M. Snow, Images Publishing, 2005	Bibliografía	
Building Integrated Photovoltaics: A Handbook. Simon Roberts, Nicolò Guariento, 2009	Bibliografía	
Performance of Semi-transparent Photovoltaic Façades, L. Olivieri, Springer, 2016	Bibliografía	DOI: 10.1007/978-3-319-27505-5_10
Building-Integrated Photovoltaic Systems (BIPVS) Performance and Modeling Under Outdoor Conditions. Aristizábal Cardona, Andrés Julián, Páez Chica, Carlos Arturo, Ospina Barragán, Daniel Hernán, Springer, 2018	Bibliografía	
Guía práctica para convertirse en autoconsumidor en 5 pasos. IDAE, 2019	Bibliografía	
Guía profesional de tramitación del autoconsumo. IDAE, 2019	Bibliografía	
Informes del proyecto PVP4Grid - Autoconsumo en Europa	Recursos web	https://www.pvp4grid.eu/guidelines-policy-papers/
www.bipv.ch	Recursos web	www.bipv.ch/index.php/en/
PVSites project	Recursos web	https://www.pvsites.eu/
Snapshot of Global PV Markets, IEA, 2019	Recursos web	http://www.iea-pvps.org/fileadmin/dam/public/report/statistics/IEA-PVPS_T1_35_Snapshot2019-Report.pdf
Energy Efficiency 2019, IEA, Paris, 2019	Recursos web	https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2019
Tracking Buildings, IEA, Paris, 2019	Recursos web	https://www.iea.org/reports/tracking-buildings

Tracking Power, IEA, Paris, 2019	Recursos web	https://www.iea.org/reports/tracking-power-2019
Renewables 2019, IEA, Paris, 2019	Recursos web	https://www.iea.org/reports/renewables-2019
IEA-PVPS Task 15. Successful Building Integration of Photovoltaics - A collection of International Projects. International Energy Agency; 2021.	Bibliografía	
Plataforma Solarchitecture https://solarchitecture.ch/	Recursos web	

8. Otra información

8.1. Otra información sobre la asignatura

Esta asignatura está íntimamente relacionada con varios de los objetivos de Desarrollo Sostenible definidos por la ONU. En particular:

- ODS 7. Energía asequible y no contaminante
- ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles
- ODS 12. Producción y consumo responsables
- ODS 13. Acción por el clima