



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

2020/21 - 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.....	6
6. Actividades y criterios de evaluación.....	8
7. Recursos didácticos.....	10
8. Otra información.....	12

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	33000731 - Instalaciones Solares Fotovoltaicas Integradas en Edificios y Entornos Urbanos
<b>No de créditos</b>	4 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Primer curso
<b>Semestre</b>	Primer semestre Segundo semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	03AM - Master Universitario en Arquitectura
<b>Centro responsable de la titulación</b>	03 - Escuela Tecnica Superior De Arquitectura
<b>Curso académico</b>	2020-21

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
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.

\* 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

CE66 - Aptitud para concebir, calcular, diseñar, integrar en edificios y conjuntos urbanos y ejecutar sistemas de cerramiento, cubierta y demás obra gruesa

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

#### CRONOGRAMA SEMESTRE DE OTOÑO 2020-2021

**El curso empezará el miércoles 7 de octubre con una clase presencial**

#### Descripción

El planteamiento de diseño que se sigue usando de los edificios y de las ciudades como centros en los cuales exclusivamente se consume energía ya no es viable por sus impactos medioambientales y sociales. La transición energética hacia un modelo de suministro neutro en carbono requiere, entre muchas otras transformaciones, concebir los entornos construidos como centros de generación de energía de bajo impacto medioambiental. Esta asignatura pretende acercar los estudiantes a la problemática energética, para que sean conscientes del papel central que tiene la arquitectura en esta transformación, y de las posibilidades que ofrece la energía solar fotovoltaica en este proceso.

#### 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. Conceptos básicos de energía, potencia y transformaciones energéticas
2. Historia energética de la humanidad
3. Sistemas energético y eléctrico mundiales, europeos y nacionales actuales y objetivos para 2050
4. Edificios y ciudades como centros de consumo: el modelo centralizado
5. Edificios y ciudades como centros de consumo y generación: el modelo distribuido
6. Rol de la energía solar fotovoltaica y de la arquitectura en la transición energética
7. Recurso solar en el ámbito urbano
8. Criterios de diseño de sistemas fotovoltaicos integrados en edificios
9. Componentes de sistemas fotovoltaicos integrados en edificios
10. Dimensionado de sistemas fotovoltaicos integrados en edificios
11. Estimación de la energía esperable
12. Evaluación de la viabilidad técnica y económica de instalaciones fotovoltaicas integradas
13. Condicionantes legales y normativos

## 5. Cronograma

### 5.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1				
2				
3				
4				
5	Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Taller y tutorías</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas			
6			Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Taller y tutorías</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas	
7			Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Taller y tutorías</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas	
8			<b>Taller y tutorías: Elaboración de un proyecto detallado de un sistema fotovoltaico integrado en un edificio</b> Duración: 04:30 OT: Otras actividades formativas	
9			<b>Taller y tutorías: Elaboración de un proyecto detallado de un sistema fotovoltaico integrado en un edificio</b> Duración: 04:30 OT: Otras actividades formativas	<b>Entrega proyecto de sistema fotovoltaico integrado en un edificio</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 00:00  <b>Entrega proyecto de sistema fotovoltaico integrado en un edificio</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación sólo prueba final No presencial Duración: 00:00



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 continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
9	Entrega proyecto de sistema fotovoltaico integrado en un edificio	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	100%	5 / 10	RD6 CT5 RD9 CT4 CE67 CT3 CT6 CE66

#### 6.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
9	Entrega proyecto de sistema fotovoltaico integrado en un edificio	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	100%	5 / 10	RD6 CT5 RD9 CT4 CE67 CT3 CT6 CE66

#### 6.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 6.2. Criterios de evaluación

### ACTIVIDAD DE EVALUACIÓN

Para la evaluación según la modalidad de Evaluación Continua es imprescindible entregar el Trabajo de Evaluación final (Trabajo en grupo, 100%) en las fechas, lugares y formatos exigidos.

Para la evaluación según la modalidad de Evaluación Solo Prueba Final es imprescindible entregar el Trabajo de Evaluación final (Trabajo individual, 100%) en las fechas, lugares y formatos exigidos.

La memoria descriptiva del proyecto, cuya extensión máxima es de 10 hojas DIN A4, tiene que incluir el siguiente contenido mínimo:

- **Descripción general de la actuación, incluyendo la problemática abordada.**
- **Instalación fotovoltaica:**
  - Análisis del emplazamiento del generador(es) fotovoltaico(s) en lo que respecta a la captación de energía solar, y cuantificación de las pérdidas de captación solar por sombras.
  - Generador o generadores fotovoltaicos: Potencia nominal, características eléctricas en las Condiciones Estándar de Medida y justificación de la elección del módulo fotovoltaico.
  - Potencia nominal del inversor o de los inversores.
  - Justificación de la compatibilidad eléctrica con el (los) correspondiente(s) generador(es) fotovoltaicos en términos de potencia, tensiones y corrientes.
  - Descripción de las medidas de protección a adoptar para garantizar la seguridad de las personas, equipos y la red eléctrica.
  - Diagrama eléctrico de la instalación fotovoltaica, incluyendo las protecciones, en el que se indique dónde se realizaría la interconexión con infraestructura eléctrica existente.
  - Cálculo de la producción eléctrica (energía útil) anual de la instalación .
  - Cálculo de la productividad de referencia (YR) y de la productividad final de la instalación (YF).
  - Cobertura esperada del consumo eléctrico anual del edificio.
- **Análisis económico y medioambiental:**
  - Presupuesto estimado de la inversión fotovoltaica.
  - Análisis aproximado de tiempo de retorno de la inversión.
  - Beneficios medioambientales asociados (ahorro estimado en emisiones de CO2 y otros contaminantes) y beneficios sociales (utilidad, valor demostrativo, educativo, etc.).

**Los trabajos implicarán una dedicación fuera del horario de clase, de todas formas los estudiantes dispondrán de tiempo y del apoyo de los docentes para la elaboración del proyecto en horario de clase a lo largo del curso.**

## 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 de la solución.
- Adecuación de los cálculos y estimaciones.
- Calidad de la memoria y diagramas eléctricos.

## 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	<a href="https://www.pvp4grid.eu/guidelines-policy-papers/">https://www.pvp4grid.eu/guidelines-policy-papers/</a>
<a href="http://www.bipv.ch">www.bipv.ch</a>	Recursos web	<a href="http://www.bipv.ch/index.php/en/">www.bipv.ch/index.php/en/</a>
PVSites project	Recursos web	<a href="https://www.pvsites.eu/">https://www.pvsites.eu/</a>
Snapshot of Global PV Markets, IEA, 2019	Recursos web	<a href="http://www.iea-pvps.org/fileadmin/dam/public/report/statistics/IEA-PVPS_T1_35_Snapshot2019-Report.pdf">http://www.iea-pvps.org/fileadmin/dam/public/report/statistics/IEA-PVPS_T1_35_Snapshot2019-Report.pdf</a>
Energy Efficiency 2019, IEA, Paris, 2019	Recursos web	<a href="https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2019">https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2019</a>
Tracking Buildings, IEA, Paris, 2019	Recursos web	<a href="https://www.iea.org/reports/tracking-buildings">https://www.iea.org/reports/tracking-buildings</a>
Tracking Power, IEA, Paris, 2019	Recursos web	<a href="https://www.iea.org/reports/tracking-power-2019">https://www.iea.org/reports/tracking-power-2019</a>
Renewables 2019, IEA, Paris, 2019	Recursos web	<a href="https://www.iea.org/reports/renewables-2019">https://www.iea.org/reports/renewables-2019</a>

## 8. Otra información

---

### 8.1. Otra información sobre la asignatura

La asignatura está íntimamente relacionada con los ODS:

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