



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros  
Industriales

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**53001420 - Calidad Aire Y Cambio Climático**

### PLAN DE ESTUDIOS

05BC - Master Universitario En Ingeniería Química

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2022/23 - Primer semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	3
6. Cronograma.....	5
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	13
9. Otra información.....	13

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	53001420 - Calidad Aire y Cambio Climático
<b>No de créditos</b>	4.5 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Segundo curso
<b>Semestre</b>	Tercer semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	05BC - Master Universitario en Ingeniería Química
<b>Centro responsable de la titulación</b>	05 - Escuela Técnica Superior De Ingenieros Industriales
<b>Curso académico</b>	2022-23

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Julio Lumbreras Martin	ETSII (TQ)	julio.lumbreras@upm.es	Sin horario. A demanda
Rafael Borge Garcia (Coordinador/a)	ETSII (QII)	rafael.borge@upm.es	Sin horario. A demanda
Juan Manuel De Andres Almeida	ETSII (TQ)	juanmanuel.deandres@upm. es	Sin horario. A demanda

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

## 2.3. Profesorado externo

Nombre	Correo electrónico	Centro de procedencia
David De La Paz	david.delapaz@upm.es	Investigador ETSII

## 3. Conocimientos previos recomendados

---

### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

El plan de estudios Master Universitario en Ingeniería Química no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Química general
- Tratamiento de efluentes gaseosos
- Mecánica de fluidos

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo

CB6 - 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

CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios

CB9 - 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

CG11 - Poseer las habilidades del aprendizaje autónomo para mantener y mejorar las competencias propias de la ingeniería química que permitan el desarrollo continuo de la profesión

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA89 - El alumno es capaz de valorar los efectos positivos y negativos de la solución a un problema de ingeniería que afectan a la sociedad, la economía y el medio ambiente.

RA63 - Ser capaz de aprender y actualizar autónomamente nuevos conocimientos y técnicas

RA87 - Haber adquirido conocimientos avanzados y demostrado, 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 uno o más campos de estudio.

RA94 - Utiliza el pensamiento crítico para la resolución de problemas

RA96 - Gestiona el tiempo de la presentación

RA95 - Utiliza los recursos gráficos y los medios necesarios para comunicar de forma efectiva la información

RA97 - Utiliza correctamente técnicas de comunicación oral.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Objetivos generales de la asignatura:

1. Identificar y entender los procesos de contaminación atmosférica
2. Seleccionar medidas apropiadas para cumplir unos límites de emisión de contaminantes
3. Seleccionar medidas apropiadas para alcanzar objetivos de concentración de contaminantes en el aire ambiente (calidad del aire)
4. Identificar las fuentes más relevantes en la contaminación atmosférica

5. Ser capaz de evaluar la concentración de un contaminante en un área en función de su emisión en una o varias fuentes

6. Tener conocimientos sobre modelización de la contaminación atmosférica

7. Conocer los impactos de la calidad del aire en la salud y los ecosistemas

8. Conocer los fundamentos e implicaciones del cambio climático

Metodología:

Desarrollo de un caso de estudio real para incorporar los conocimientos relevantes en materia de calidad del aire en un contexto ingenieril así como las habilidades necesarias para realizar un aprendizaje autónomo, trabajo en equipo y presentación y discusión de resultados a lo largo de todo el curso.

Selección, análisis síntesis y presentación de artículos científicos de investigación en materia de cambio climático o de capítulos específicos del IPPC assessment report

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Fundamentos
2. Aprendizaje basado en un problema real (PBL)
3. Visitas
4. Análisis de artículos científicos

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Introducción y fundamentos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Presentación del proyecto (project based learning, PBL)</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Desarrollo del PBL</b> Duración: 01:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas			<b>Desarrollo del PBL</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 01:00  <b>Desarrollo del PBL (trabajo autónomo y en grupo fuera de clase)</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 02:00
3	<b>Desarrollo del PBL</b> Duración: 01:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas			<b>Desarrollo del PBL</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 02:00  <b>Desarrollo del PBL (trabajo autónomo y en grupo fuera de clase)</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 03:00
4	<b>Desarrollo del PBL</b> Duración: 01:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas			<b>Desarrollo del PBL</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 02:00  <b>Desarrollo del PBL (trabajo autónomo y en grupo fuera de clase)</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 05:00
5	<b>Desarrollo del PBL</b> Duración: 01:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas			<b>Desarrollo del PBL</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 02:00  <b>Desarrollo del PBL (trabajo autónomo y en grupo fuera de clase)</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua No presencial

				Duración: 01:00
6	<p><b>Bases teóricas y antecedentes sobre cambio climático</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Desarrollo del PBL (trabajo autónomo y en grupo fuera de clase)</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 05:00</p> <p><b>Desarrollo trabajo de síntesis individual</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 02:00</p>
7	<p><b>Desarrollo del PBL</b> Duración: 01:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>			<p><b>Desarrollo del PBL</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 02:00</p> <p><b>Desarrollo del PBL (trabajo autónomo y en grupo fuera de clase)</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 03:00</p> <p><b>Desarrollo trabajo de síntesis individual</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 02:00</p>
8		<p><b>Práctica laboratorio modelización (aula de informática)</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Desarrollo del PBL (trabajo autónomo y en grupo fuera de clase)</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 01:00</p> <p><b>Desarrollo trabajo de síntesis individual</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 02:00</p>
9		<p><b>Práctica laboratorio modelización (aula de informática)</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Desarrollo del PBL (trabajo autónomo y en grupo fuera de clase)</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 02:00</p> <p><b>Desarrollo trabajo de síntesis individual</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 02:00</p>



10				<p><b>Memoria resumen prácticas</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 03:00</p> <p><b>Desarrollo del PBL (trabajo autónomo y en grupo fuera de clase)</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 05:00</p> <p><b>Desarrollo trabajo de síntesis individual</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 02:00</p>
11	<p><b>Desarrollo del PBL</b> Duración: 01:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>			<p><b>Desarrollo del PBL</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 01:00</p> <p><b>Desarrollo del PBL (trabajo autónomo y en grupo fuera de clase)</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 07:00</p> <p><b>Desarrollo trabajo de síntesis individual</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 02:00</p>
12	<p><b>Introducción y fundamentos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Desarrollo trabajo de síntesis individual</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 07:00</p>
13	<p><b>Desarrollo del PBL</b> Duración: 01:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>			<p><b>Desarrollo trabajo de síntesis individual</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 02:00</p> <p><b>Desarrollo del PBL (trabajo autónomo y en grupo fuera de clase)</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 08:00</p> <p><b>Desarrollo del PBL</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 02:00</p>

14				<p><b>Memoria resumen PBL</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 03:00</p> <p><b>Desarrollo trabajo de síntesis individual</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 07:00</p>
15				<p><b>Memoria resumen PBL</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 03:00</p> <p><b>Desarrollo trabajo de síntesis individual</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 06:00</p> <p><b>Presentación trabajo de síntesis artículos de investigación sobre cambio climático</b> PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación continua Presencial Duración: 03:00</p>
16				
17				<p><b>Test de mínimos (APTO o no APTO)</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 01:00</p>

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.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
2	Desarrollo del PBL	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	01:00	3.5%	/ 10	
2	Desarrollo del PBL (trabajo autónomo y en grupo fuera de clase)	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	No Presencial	02:00	%	/ 10	
3	Desarrollo del PBL	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	02:00	3.5%	/ 10	
3	Desarrollo del PBL (trabajo autónomo y en grupo fuera de clase)	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	No Presencial	03:00	%	/ 10	
4	Desarrollo del PBL	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	02:00	7%	/ 10	
4	Desarrollo del PBL (trabajo autónomo y en grupo fuera de clase)	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	No Presencial	05:00	%	/ 10	
5	Desarrollo del PBL	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	02:00	2%	/ 10	
5	Desarrollo del PBL (trabajo autónomo y en grupo fuera de clase)	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	No Presencial	01:00	%	/ 10	

6	Desarrollo del PBL (trabajo autónomo y en grupo fuera de clase)	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	No Presencial	05:00	%	/ 10	
6	Desarrollo trabajo de síntesis individual	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:00	0%	/ 10	
7	Desarrollo del PBL	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	02:00	10%	/ 10	
7	Desarrollo del PBL (trabajo autónomo y en grupo fuera de clase)	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	No Presencial	03:00	%	/ 10	
7	Desarrollo trabajo de síntesis individual	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:00	0%	/ 10	
8	Desarrollo del PBL (trabajo autónomo y en grupo fuera de clase)	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	No Presencial	01:00	%	/ 10	
8	Desarrollo trabajo de síntesis individual	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:00	0%	/ 10	
9	Desarrollo del PBL (trabajo autónomo y en grupo fuera de clase)	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	No Presencial	02:00	%	/ 10	
9	Desarrollo trabajo de síntesis individual	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:00	0%	/ 10	
10	Memoria resumen prácticas	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	03:00	10%	/ 10	
10	Desarrollo del PBL (trabajo autónomo y en grupo fuera de clase)	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	No Presencial	05:00	%	/ 10	
10	Desarrollo trabajo de síntesis individual	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:00	0%	/ 10	

11	Desarrollo del PBL	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	01:00	7%	/ 10	
11	Desarrollo del PBL (trabajo autónomo y en grupo fuera de clase)	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	No Presencial	07:00	%	/ 10	
11	Desarrollo trabajo de síntesis individual	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:00	0%	/ 10	
12	Desarrollo trabajo de síntesis individual	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	07:00	0%	/ 10	
13	Desarrollo trabajo de síntesis individual	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:00	0%	/ 10	
13	Desarrollo del PBL	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	02:00	8%	/ 10	
13	Desarrollo del PBL (trabajo autónomo y en grupo fuera de clase)	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	No Presencial	08:00	%	/ 10	
14	Memoria resumen PBL	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	03:00	0%	/ 10	
14	Desarrollo trabajo de síntesis individual	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	07:00	0%	/ 10	CG11 CB10 CB9 CB6 CB8
15	Memoria resumen PBL	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	03:00	19%	/ 10	
15	Desarrollo trabajo de síntesis individual	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	06:00	15%	/ 10	
15	Presentación trabajo de síntesis artículos de investigación sobre cambio climático	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Presencial	03:00	15%	/ 10	CB9

### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Test de mínimos (APTO o no APTO)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	%	/ 10	

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2. Criterios de evaluación

El grueso de la evaluación se relaciona con el desarrollo del PBL. Éste tiene un peso total del 70% de la nota. El 15% se asigna al grupo por la memoria entregada y el 55 restante se asigna durante las sesiones presenciales -o virtuales- en base a las presentaciones realizadas (individuales pero con efecto para todo el grupo). La participación individual puede matizar esta nota. La asistencia regular (en cualquiera de las posibles modalidades) es esencial para poder aprobar la asignatura. La calificación incluye los resultados de una memoria individual asociada a un laboratorio informático. Es requisito fundamental realizar las prácticas.

El 30% restante se asocia a la defensa de un trabajo de investigación sobre los fundamentos del cambio climático.

Al final del curso se realizará un tes sobre conocimientos mínimos que se han obtenido gracias al desarrollo del PBL que se calificará como APTO o NO APTO. Para que se consigne la nota obtenida en los dos criterios anteriores se exige un APTO.

## 8. Recursos didácticos

---

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Moodle de la asignatura	Recursos web	

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

La asignatura requiere un trabajo continuo, fundamentalmente en equipo con una distribución orientativa (acumulada) como la mostrada en el gráfico de esfuerzo sugerido en el Tema 0. El desarrollo de la parte relativa al trabajo individual podría reevaluarse en función del número de alumnos y desarrollo del curso.

#### Bibliografía y referencias

- Handbook of Environmental Engineering Calculations, C.C. Lee, Shun Dar Lin, McGraw Hill, 2000
- Gas Purification, Arthur Kohl & Richard Nielsen, 5th ed., Gulf Publishing Company, 1997
- Ingeniería y control de la contaminación del aire, Noel de Nevers, McGraw Hill, 1998
- Fundamentals of atmospheric modelling, Mark Z. Jacobson, 2nd ed., Cambridge University Press, 2005
- Introducción a la ingeniería medioambiental. Masters, G.M. y Ela, W. P. Pearson, 2008
- TECNAIRE-CM. Tecnologías innovadoras para la evaluación y mejora de la calidad del aire urbano. UPM. Borge, R. et al., 2018
- Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire. BOE nº 25. 29 de enero de 2011

- Reference Document on Best Available Techniques for Large Combustion Plants. Integrated Pollution Prevention and Control. JRC, European Commission, 2017
- EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016. EEA Technical report No 21/2016, (Updated September 2016)
- Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC, 2021
- Cambio Climático. Bases científicas y cuestiones a debate. Fundación Naturgy. Lumbreras, J. et al., 2020

#### Modalidad de impartición

La asignatura tiene carácter presencial en su totalidad. En caso de que las circunstancias sanitarias o limitaciones logísticas lo impidan, se convertirá total o parcialmente a modalidad telemática (a través de zoom o Teams; a concretar llegado el caso). No obstante, la orientación y contenido de las actividades y el temario serán exactamente iguales.

#### Contribución a los ODS

Esta asignatura tiene una relación muy clara con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y tiene vínculos directos muchas metas individuales de carácter medioambiental pero con implicaciones sociales de primer orden. En esencia, pretende dotar a los estudiantes con herramientas para desacoplar la evolución del bienestar humano y el incremento de los impactos medioambientales. Los objetivos a los que permite contribuir de una forma más evidente son (lista no exhaustiva):

- ODS 3: Salud y bienestar. Toda la regulación e instrumentos medioambientales relacionados con la calidad del aire están orientados a minimizar los efectos negativos en salud de la contaminación. Todas las actividades a desarrollar durante el curso buscan la minimización de dichos impactos.
- ODS 7: Energía asequible y no contaminante. La asignatura no trata específicamente sobre fuentes de energía, pero el caso práctico es absolutamente relevante para el sector de generación de energía.
- ODS 9: Industria, innovación e infraestructura. El caso práctico es una ilustración real de la integración de los factores medioambientales una instalación industrial.
- ODS 13: Acción por el clima. El caso práctico se centra en calidad del aire, pero muchos aspectos deben tratarse de forma consistente con la gestión de las emisiones de gases de efecto invernadero y SLCP. Además cuenta con una parte del temario específicamente dedicada a entender el fenómeno del cambio climático, como aspecto básico para poder atajar el problema
- ODS 15: Vida de ecosistemas terrestres. De forma análoga a lo expuesto para el ODS 3, está entre los objetivos esenciales de la asignatura la minimización de los impactos negativos de la actividad humana en los ecosistemas



