



# Guía Docente

## Escenarios 1, 2 y 3:

### MECÁNICA DE FLUIDOS

---



**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS**  
**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**  
**CURSO 2021-2022**



**ESCENARIO 1. PRESENCIAL**

**I.- IDENTIFICACIÓN**

**NOMBRE DE LA ASIGNATURA:** Mecánica de Fluidos  
**NÚMERO DE CRÉDITOS:** 9  
**CARÁCTER:** Obligatoria  
**MATERIA:** Bases de la Ingeniería  
**MÓDULO:** Ingeniería Industrial  
**TITULACIÓN:** Grado en Ingeniería Química  
**SEMESTRE/CUATRIMESTRE:** Segundo (segundo curso)  
**DEPARTAMENTO/S:** Ingeniería Química y de Materiales

**PROFESOR/ES RESPONSABLE/S:**

<b>Coordinador de la asignatura</b>	<b>Profesor:</b> EDUARDO DÍEZ ALCÁNTARA <b>Departamento:</b> Ingeniería Química y de Materiales <b>Despacho:</b> QP-110 <b>e-mail:</b> <a href="mailto:ediezalc@quim.ucm.es">ediezalc@quim.ucm.es</a>
<b>Coordinador de prácticas</b>	<b>Profesor:</b> JUAN GARCÍA RODRÍGUEZ <b>Departamento:</b> Ingeniería Química y de Materiales <b>Despacho:</b> QA-150 <b>e-mail:</b> <a href="mailto:jgarciar@ucm.es">jgarciar@ucm.es</a>

<b>Grupo A</b>	
<b>Teoría Seminario Tutoría</b>	<b>Profesor:</b> JOSÉ M <sup>a</sup> GÓMEZ MARTÍN <b>Departamento:</b> Ingeniería Química y de Materiales <b>Despacho:</b> QA-152 <b>e-mail:</b> <a href="mailto:segojmgm@quim.ucm.es">segojmgm@quim.ucm.es</a>
	<b>Profesora:</b> ARACELI RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ <b>Departamento:</b> Ingeniería Química y de Materiales <b>Despacho:</b> QA-149 <b>e-mail:</b> <a href="mailto:arodri@quim.ucm.es">arodri@quim.ucm.es</a>
	<b>Profesor:</b> EDUARDO DÍEZ ALCÁNTARA <b>Departamento:</b> Ingeniería Química y de Materiales <b>Despacho:</b> QP-110 <b>e-mail:</b> <a href="mailto:ediezalc@quim.ucm.es">ediezalc@quim.ucm.es</a>



<b>Grupo B</b>	
<b>Teoría Seminario Tutoría</b>	<b>Profesor:</b> JUAN GARCÍA RODRÍGUEZ <b>Departamento:</b> Ingeniería Química y de Materiales <b>Despacho:</b> QA-150 <b>e-mail:</b> <a href="mailto:jgarciar@ucm.es">jgarciar@ucm.es</a>
	<b>Profesora:</b> SILVIA ÁLVAREZ TORRELLAS <b>Departamento:</b> Ingeniería Química y de Materiales <b>Despacho:</b> QA-143 <b>e-mail:</b> <a href="mailto:satorrellas@ucm.es">satorrellas@ucm.es</a>
	<b>Profesor:</b> MARCOS LARRIBA MARTÍNEZ <b>Departamento:</b> Ingeniería Química y de Materiales <b>Despacho:</b> QP-B07 <b>e-mail:</b> <a href="mailto:marcoslarriba@ucm.es">marcoslarriba@ucm.es</a>

## II.- OBJETIVOS

### ■ OBJETIVO GENERAL

Estudio del flujo compresible e incompresible de fluidos y de las operaciones unitarias en dicho flujo de fluidos.

### ■ OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los diferentes tipos de fluidos y flujo de fluidos.
- Clasificar reológicamente un fluido.
- Deducir, describir y entender el significado físico de las ecuaciones macroscópicas de conservación de materia total, de energía total, interna y mecánica, y de cantidad de movimiento.
- Calcular las pérdidas de energía por rozamiento en los diferentes tipos de fluidos.
- Determinar las pérdidas menores en un sistema de flujo de fluidos.
- Establecer la potencia necesaria para el flujo de un fluido en una instalación.
- Resolver sistemas complejos de flujo de fluidos, redes, mediante el método iterativo de Hardy-Cross.
- Conocer y comprender los distintos tipos de flujo en canales abiertos.
- Calcular los parámetros característicos del flujo uniforme en canales abiertos.
- Aplicar las ecuaciones de conservación macroscópicas a flujo compresible.
- Comprender la relación entre velocidad, presión y sección en flujo isentrópico y en flujo isoterma.
- Determinar la presión de diseño en toberas convergente y ampliada.
- Calcular el trabajo de compresión realizado por un compresor.
- Analizar los conceptos de presión en un fluido y la forma de medirla.
- Conocer los diferentes tipos de instrumentos usados para medir el flujo de un fluido.
- Conocer los diferentes tipos de bombas y criterios de selección.



- Conocer y calcular los parámetros característicos de una bomba centrífuga, así como su punto de operación.
- Comprender el concepto de capa límite.
- Analizar el flujo externo alrededor de cuerpos sumergidos.
- Analizar y cuantificar el flujo a través de lechos de partículas.
- Conocer las particularidades del flujo de fluidos en dispositivos de intercambio de calor.
  
- Conocer los distintos tipos de filtros.
- Diseñar filtros discontinuos y continuos.
- Distinguir los distintos tipos de sedimentación.
- Dimensionar sedimentadores y centrífugas.
- Conocer los elementos implicados en agitación y mezcla de fluidos.
- Calcular la potencia necesaria para la agitación de un determinado sistema.

### III.- CONOCIMIENTOS PREVIOS Y RECOMENDACIONES

#### ■ CONOCIMIENTOS PREVIOS:

Cálculo numérico y ecuaciones diferenciales.

#### ■ RECOMENDACIONES:

Se recomienda haber cursado la asignatura “*Fundamentos de Ingeniería Química*” de primer curso.

### IV.- CONTENIDOS

#### ■ BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS:

Propiedades de los fluidos. Cinemática y dinámica de fluidos. Flujo de fluidos compresibles e incompresibles por conducciones. Flujo en canales abiertos. Máquinas hidráulicas: bombas y compresores. Circulación por lechos porosos. Fluidización. Filtración. Movimiento relativo partícula-fluido. Sedimentación. Centrifugación. Agitación de fluidos. Experimentación en instalaciones de flujo de fluidos.

#### ■ PROGRAMA:

##### **Tema 1: Introducción**

Introducción. Fluidos y flujo de fluidos: definición y tipos. Dinámica y cinemática de fluidos. Clasificación reológica de los fluidos. Equipos para el flujo de fluidos (conducciones, accesorios y válvulas).

##### **Tema 2: Ecuaciones macroscópicas de conservación**

Ecuaciones macroscópicas de conservación aplicadas al flujo interno de fluidos. Materia total o de continuidad. Energía total, interna y mecánica.

##### **Tema 3: Rozamiento sólido-fluido**



Rozamiento entre sólidos y fluidos. Cálculo de las pérdidas de energía por rozamiento en flujo interno de fluidos newtonianos y no newtonianos: factores de rozamiento. Pérdidas menores.

**Tema 4: Flujo interno incompresible**

Flujo incompresible. Cálculo de la potencia necesaria para el flujo. Ejemplos. Máquinas hidráulicas: Bombas.

**Tema 5: Sistemas complejos en flujo interno**

Sistemas complejos. Análisis de redes de flujo. Flujo en canales abiertos y en conducciones parcialmente llenas.

**Tema 6: Flujo interno compresible**

Flujo compresible. Flujo isoterma y adiabático de gases ideales. Introducción al diseño de toberas y difusores. Flujo de gases reales. Trabajo de compresión. Compresión escalonada. Máquinas hidráulicas: Compresores.

**Tema 7: Instrumentación en flujo de fluidos**

Instrumentación en flujo de fluidos: medidores de presión, velocidad y caudal.

**Tema 8: Introducción al flujo externo**

Flujo externo: concepto de capa límite. Flujo alrededor de cuerpos sumergidos: placas planas, cuerpos cilíndricos y redondeados.

**Tema 9: Flujo externo a través de lechos de partículas.**

Lecho fijo y lecho fluidizado.

**Tema 10: Flujo bifásico líquido-gas.**

Patrones de flujo. Mapas de flujo. Modelos de flujo.

**Tema 11: Filtración**

Filtración discontinua a presión y a caudal constantes. Filtración continua. Tortas compresibles e incompresibles. Aspectos prácticos de la filtración.

**Tema 12: Sedimentación**

Sedimentación de partículas en campo gravitatorio y centrífugo. Sedimentación libre e impedida. Dimensionado de equipos de sedimentación.

**Tema 13: Agitación**

Agitación y mezcla de fluidos. Equipo. Cálculo de la potencia necesaria.

## V.- COMPETENCIAS

■ **GENERALES:**

- **CG1-MII2:** Utilizar los principios básicos de la mecánica de fluidos.

■ **ESPECÍFICAS:**

- **CE8-B1:** Describir las propiedades de los fluidos.



- **CE8-B2:** Aplicar los principios del flujo de fluidos (cinemática y dinámica) al diseño de sistemas de transporte de líquidos y gases.
- **CE8-B3:** Dimensionar y seleccionar los equipos y accesorios implicados en el flujo de líquidos y gases.
- **CE8-B4:** Dimensionar lechos fijos y fluidizados, equipos de sedimentación, filtración, centrifugación y agitación.

**■ TRANSVERSALES:**

- **CT2-III:** Demostrar capacidad de análisis y síntesis en la Ingeniería Industrial.
- **CT5-III:** Consultar, utilizar y analizar fuentes bibliográficas.
- **CT5-II2:** Usar bibliografía y bases de datos especializadas de recursos accesibles a través de Internet.
- **CT7-III:** Trabajar en equipo.
- **CT10-III:** Integrar los conocimientos adquiridos y aplicarlos a la resolución de problemas en la Ingeniería Industrial.
- **CT11-III:** Aprender de forma autónoma.
- **CT13-III:** Demostrar iniciativa y creatividad para resolver nuevas situaciones.

**VI. – HORAS DE TRABAJO Y DISTRIBUCIÓN POR ACTIVIDAD**

Actividad	Presencial (horas)	Trabajo autónomo (horas)	Créditos
Clases teóricas	45	65	4,4
Seminarios	15	22,5	1,5
Tutorías/Trabajos dirigidos	4	6	0,4
Laboratorios	30	22,5	2,1
Preparación de trabajos y exámenes	6	9	0,6
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>125</b>	<b>9</b>

**VII.- METODOLOGÍA**

La práctica docente seguirá una metodología mixta basada en el aprendizaje cooperativo, el aprendizaje colaborativo y el autoaprendizaje. Esta metodología se desarrollará a través de clases teóricas, clases de seminarios, trabajos individuales o en grupo, tutorías dirigidas y prácticas de laboratorio.



Las **clases teóricas** consistirán, de forma prioritaria, en lecciones magistrales en las que se expondrá de forma ordenada el temario completo de la asignatura con ayuda de material audiovisual.

Los **seminarios** consistirán en el planteamiento y resolución de problemas, propuestos previamente al estudiante, que impliquen la aplicación de los conocimientos teóricos, así como el desarrollo de algunos temas de carácter complementario y eminentemente prácticos.

Las **tutorías**, que se desarrollarán en dos grupos, consistirán en la dirección y supervisión del progreso de los estudiantes en su **trabajo personalizado**, así como en la resolución de las dudas planteadas y la realización de pruebas de respuesta múltiple.

Las **prácticas de laboratorio** consistirán en la toma de datos experimentales y el cálculo de los diferentes parámetros implicados en el desarrollo de la práctica. La discusión crítica y el análisis de los resultados obtenidos en cada práctica constituirán la parte fundamental de las memorias técnicas a entregar en cada caso.

Se utilizará el **Campus Virtual** de la UCM como instrumento para poner a disposición de los estudiantes el material que se utilizará en las clases teóricas, de seminario, tutorías y laboratorios, y como medio de comunicación entre el profesor y los estudiantes.

## VIII.- BIBLIOGRAFÍA

### ■ BÁSICA:

- Franzini, J .B.; Finemore, E.J.: “*Mecánica de fluidos con aplicaciones en Ingeniería*”, 9ª ed., McGraw-Hill, 1999.
- Munson, B.R.; Young, D.F.; Okiishi, T.H.: “*Fundamentals of Fluid Mechanics*”, John Wiley & Sons Inc, 1990.

### ■ COMPLEMENTARIA:

- Costa, E. y col., “*Ingeniería Química. Vol.3. Flujo de Fluidos*”, Alhambra, 1985.
- Streeter, V. L.; Wylie E. Benjamin/Bedford; Keith W.: “*Mecánica de fluidos*”, 9ª ed., McGraw Hill, Santafé de Bogotá., 1999.
- Wilkes, J.O.: “*Fluid Mechanics for Chemical Engineers*”, Prentice Hall, 1999.
- Holland, F.A.; Bragg, R.: “*Fluid Flow for Chemical Engineers*”, 2ª ed., Butterworth-Heinemann, 1995.
- Mott, R.L.: “*Applied Fluid Mechanics*”, 6ª ed., Pearson-Prentice Hall, 2005.
- Daugherty, R.L. y col.: “*Fluid Mechanics with Engineering Applications*”, McGraw-Hill, New York, 1985.
- McCabe, W.L.; Smith, J.C.; Harriot, P.: “*Operaciones Básicas de la Ingeniería Química*”, McGraw-Hill, 1991.
- White, F.M.: “*Mecánica de Fluidos*”, 6ª ed., McGraw-Hill, 2008
- Miranda, R.: “*Ingeniería de Procesos*”, 1ª ed. DEXTRA, 2020.

## IX.- EVALUACIÓN

Para la evaluación final es obligatoria la participación en las diferentes actividades propuestas. Es obligatorio asistir a todas las tutorías dirigidas así como a todas las sesiones



de laboratorio. Para poder acceder a la evaluación final será necesario que el alumno haya participado al menos en el 70% de las actividades presenciales de aula.

El rendimiento académico del alumno y la calificación final de la asignatura se computarán, de forma ponderada, atendiendo a los porcentajes que se muestran en cada uno de los aspectos recogidos a continuación.

#### ■ EXÁMENES ESCRITOS 70%

La evaluación de las competencias adquiridas en la asignatura (CG1-MII1, CE8-B1, CE8-B2, CE8-B3, CE8-B4, CT2-II1, CT10-II1) se llevará a cabo mediante la realización de dos exámenes escritos en convocatoria ordinaria de junio y extraordinaria de julio, de carácter principalmente práctico, que representarán el 70% de la evaluación global. Será necesario obtener una puntuación mínima de 5,0 puntos sobre 10 en el examen final para acceder a la calificación global de la asignatura

#### ■ TRABAJO PERSONAL Y ACTIVIDADES DIRIGIDAS (TRABAJOS) 15%

Se propondrá un conjunto de problemas modelo de cada una de las partes de la asignatura para que el alumno desarrolle un trabajo personalizado, cuya evolución se contrastará en las tutorías dirigidas. Asimismo, se llevarán a cabo pruebas formativas de carácter teórico-práctico para una evaluación continuada, discutiéndose los resultados para mejorar el aprendizaje del estudiante (feedback). La evaluación permitirá conocer el grado de consecución de las competencias CG1-MII2, CE8-B2, CE8-B3, CE8-B4, CT2-II1, CT5-II1, CT5-II2, CT10-II1, CT11-II1, CT13-II1. Todo esto representará el 10% de la evaluación global. Para la convocatoria extraordinaria se mantendrá la calificación del trabajo personal y actividades dirigidas

#### ■ PRÁCTICAS DE LABORATORIO 15%

La asistencia a todas las sesiones de laboratorio es **obligatoria**. Una única falta sin justificar implicará un SUSPENSO en la asignatura. La evaluación en la convocatoria ordinaria se realizará teniendo en cuenta la aptitud y actitud del alumno en las sesiones prácticas, sus respuestas a cuestiones concretas planteadas por el profesor, así como la calidad de la memoria técnica sobre las prácticas realizada y presentada por cada alumno. La evaluación permitirá conocer el grado de consecución de las competencias CG1-MII2, CE-B3, CE-B4, CT2-II1, CT5-II1, CT5-II2, CT7-II1, CT10-II1, CT11-II1 y CT13-II1. En la convocatoria extraordinaria, se realizará un examen de prácticas del laboratorio para aquellos alumnos que no hubieran superado este apartado en la convocatoria ordinaria.

Las calificaciones de las actividades previstas para la evaluación de la asignatura (pruebas intermedias, laboratorios, tutorías, entrega de problemas,...) se comunicarán a los estudiantes con la antelación suficiente antes de la realización del examen final, para que puedan planificar adecuadamente el estudio de ésta u otras asignaturas.

En especial, las notas de los exámenes parciales se comunicarán en un plazo máximo de 20 días, salvo en el caso del segundo parcial, en el que el plazo puede ser menor para adaptarse al examen final.

En todo caso, se respetará el plazo mínimo de siete días entre la publicación de las calificaciones y la fecha del examen final de la asignatura.



## PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES – CRONOGRAMA

TEMA	ACTIVIDAD	HORAS	GRUPOS	INICIO	FIN
<b>1. Introducción</b>	Teoría	2	1	1ª Semana	1ª Semana
	Seminario	1	2	1ª Semana	
<b>2. Ecuaciones macroscópicas de conservación</b>	Teoría	3	1	1ª Semana	2ª Semana
	Seminario	1	2	2ª Semana	
<b>3. Rozamiento sólido-fluido</b>	Teoría	3	1	2ª Semana	3ª Semana
	Seminario	1	2	3ª Semana	
<b>4. Flujo interno incompresible</b>	Teoría	6	1	3ª Semana	5ª Semana
	Seminario	2	2	4ª Semana	5ª Semana
<b>5. Sistemas complejos en flujo interno</b>	Teoría	4	1	5ª Semana	6ª Semana
	Seminario	2	2	6ª Semana	7ª Semana
<b>6. Flujo interno compresible</b>	Teoría	6	1	7ª Semana	8ª Semana
	Seminario	3	2	8ª Semana	10ª Semana
<b>7. Instrumentación en flujo de fluidos</b>	Teoría	2	1	9ª Semana	9ª Semana
<b>8. Introducción al flujo externo</b>	Teoría	3	1	9ª Semana	10ª Semana
<b>9. Flujo externo a través de lechos de partículas</b>	Teoría	3	1	10ª Semana	11ª Semana
	Seminario	1	2	11ª Semana	
<b>10. Flujo bifásico líquido-gas</b>	Teoría	3	1	11ª Semana	12ª Semana
	Seminario	1	2	12ª Semana	
<b>11. Filtración</b>	Teoría	3	1	12ª Semana	13ª Semana
	Seminario	1	2	13ª Semana	
<b>12. Sedimentación</b>	Teoría	3	1	13ª Semana	14ª Semana
	Seminario	1	2	14ª Semana	
<b>13. Agitación</b>	Teoría	4	1	14ª Semana	15ª Semana
	Seminario	1	2	15ª Semana	
<b>TUTORIAS</b>	Tutoría*	4	4	Semanas 5, 8, 10 y 13	
<b>LABORATORIOS</b>	Prácticas	30	2	3ª Semana	7ª Semana

\* Las tutorías programadas y las sesiones de laboratorio están sujetas a posibles modificaciones según la planificación conjunta del curso.



## RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES

Actividad docente	Competencias asociadas	Actividad Profesor	Actividad alumno	Procedimiento de evaluación	P	NP	Total	C
<b>Teoría</b>	CG1-MII2, CE-B1, CE-B2	Exposición verbal de las líneas maestras de cada tema del programa.	Atención y participación activa en el desarrollo de la clase.	Exámenes escritos.	45	65	110	---
<b>Seminarios</b>	CG1-MII2, CE-B2, CE-B3, CE-B4, CT2-II1, CT5-II1, CT5-II2, CT10-II1	Planteamiento y resolución de cuestiones y problemas de carácter numérico.	Discusión y resolución de las cuestiones y problemas propuestos.	Exámenes escritos y participación del estudiante en la resolución de las cuestiones y problemas propuestos.	15	22,5	37,5	15%
<b>Tutorías/Trabajos dirigidos</b>	CG1-MII2, CT2-II1, CT5-II1, CT5-II2, CT10-II1, CT11-II1, CT13-II1	Supervisión del progreso de los estudiantes en su trabajo personal.	Desarrollo de su trabajo personal.	Valoración del trabajo realizado por el estudiante en el desarrollo del trabajo personal propuesto.	4	6	10	
<b>Prácticas de laboratorio</b>	CG1-MII2, CE-B3, CE-B4, CT2-II1, CT5-II1, CT5-II2, CT7-II1, CT10-II1, CT11-II1, CT13-II1	Explicación y supervisión del desarrollo de la práctica.	Aprender los contenidos necesarios para comprender y realizar la parte experimental. Toma, análisis y discusión de los datos experimentales para calcular los distintos parámetros. Preparación de la memoria técnica del desarrollo de la práctica.	Valoración del trabajo del estudiante durante el desarrollo de la práctica y de la memoria técnica.	30	22,5	52,5	15%
<b>Exámenes</b>	CG1-MII2, CE-B1, CE-B2, CE-B3, CE-B4, CT2-II1, CT10-II1	Diseño y corrección del examen. Calificación del alumno.	Realización del examen.	Examen.	6	9	15	70%
<b>P : Presenciales; NP: no presenciales (trabajo autónomo); C: calificación</b>								

## ESCENARIO 2. SEMIPRESENCIAL

### VII.- METODOLOGÍA

- **Clases de teoría y seminarios** impartidos por el profesor en el régimen habitual, como en el Escenario 1, y con el mismo contenido. Atendiendo al principio de *máxima presencialidad* aprobado por el Rectorado de la UCM, la sesión será seguida presencialmente por los alumnos en el aula, hasta aforo completo considerando distancia social. Los alumnos ubicados en aulas provistas de cámaras, y que no quepan en el aula, seguirán la sesión virtualmente, bien desde su domicilio o en las zonas de uso público habilitadas por la Facultad para este fin, que estarán debidamente publicitados en el CV. Para las aulas que no tienen cámara, se establecerá un turno rotatorio de alumnos presenciales en el aula, atendiendo a la numeración del DNI. Este procedimiento podrá ser modificado por el profesor a lo largo del curso, según considere oportuno, para ir ajustando el aforo del aula con los estudiantes asistentes a su clase.
  - El material docente utilizado serán las presentaciones de clase habilitadas en el Campus Virtual UCM empleadas también en el Escenario 1, así como vídeos relacionados con la materia y otros tipos de materiales que los profesores de la asignatura consideran de relevancia e interés. Todo el material estará con antelación a disposición de los estudiantes a través del Campus Virtual para su utilización.
  - Los medios telemáticos utilizados para que los alumnos sin presencialidad en el aula sigan virtualmente las sesiones serán las plataformas: Teams disponible en el CV, Google Meet, o Zoom. El profesor mantendrá abierta una sesión de este tipo para mantener una relación directa y fluida con los estudiantes que asisten virtualmente, pudiendo así proyectarse simultáneamente la presentación power point y seguir las tradicionales explicaciones que se den en la pizarra.
- **Prácticas de laboratorio** previstas con una presencialidad general mínima del 60% para poder cumplir con la distancia social necesaria. Atendiendo a las particularidades de cada práctica, si es posible en algún caso la presencialidad podrá verse modificada ligeramente. La organización docente experimental se sustenta en los siguientes aspectos:
  - Se tiene previsto la resolución de un test antes del inicio de cada sesión.
  - La impartición de cada sesión práctica se estructura en tres partes: introducción teórico-práctica, procedimiento experimental y tratamiento de resultados.
  - El procedimiento experimental se desarrollará de forma presencial. En los casos en los que esto no pueda ser viable se prevé la utilización de material grabado o de videos comerciales.
  - Las otras dos partes serán impartidas atendiendo a alguna de estas situaciones, o combinaciones entre ellas:
    - (a) Presenciales en un aula, manteniendo así mayor distancia social.
    - (b) Virtuales en sesiones síncronas
    - (c) Virtuales en sesiones asíncronas.
  - El material docente empleado será el mismo que el utilizado en el Escenario 1, además de material escrito en forma de manuales, resultados numéricos y gráficos y/o presentaciones en PowerPoint acompañadas de explicaciones.
  - Todo el material estará a disposición de los alumnos con antelación a través del Campus Virtual.
- **Tutorías Individuales**  
Se realizarán por video conferencia y/o correo electrónico.



- **Seguimiento del alumnado**

En la parte de docencia que se realiza de forma presencial se seguirán las mismas técnicas empleadas de forma tradicional.

En la parte de docencia virtual el seguimiento se realizará por diversas técnicas, según considere el profesor: mediante la herramienta de registro de actividades de cada sesión (Teams), el nombre de los asistentes (Google Meet), hoja de firmas habilitada en el CV a modo de cuestionario, análisis de descargas efectuadas por los alumnos en el CV, etc.

## IX.- EVALUACIÓN

Se realizarán exámenes presenciales con el procedimiento descrito en el Escenario 1

## ESCENARIO 3. TOTALMENTE VIRTUAL

## VII.- METODOLOGÍA

- **Clases de teoría virtual** consistirán, en sesiones síncronas y/o asíncronas que se grabarán apoyadas en presentaciones PowerPoint narradas (con audio y/o chat) en las que se expondrá de forma ordenada el temario correspondiente con ayuda de material audiovisual, videos, enlaces a páginas web.
- **Seminarios virtuales** consistirán en el planteamiento y resolución de problemas, en sesiones síncronas y/o asíncronas que se grabarán apoyadas en presentaciones PowerPoint narradas (con audio y/o chat). Los problemas serán propuestos previamente al estudiante, y su resolución se ampliará con cuestiones complementarias apoyadas en hojas Excel.
- En las **Tutorías virtuales** se realizará el seguimiento de la resolución de problemas individualizados constatando la supervisión del progreso de los estudiantes en su trabajo personalizado, así como en la resolución de las dudas planteadas y/o la realización de pruebas de respuesta múltiple.
- Se utilizará el Campus Virtual de la UCM como instrumento para poner a disposición de los estudiantes el material que se utilizará en las clases teóricas, de seminario, tutorías y laboratorios, y como medio de comunicación entre el profesor y los estudiantes. Se utilizará Teams, Meet o Zoom para las sesiones síncronas, que darán lugar a material disponible en el Campus Virtual.
- Las **prácticas de laboratorio** serán sustituidas por **sesiones síncronas** virtuales apoyadas por presentaciones explicativas.
  - Se emplea el material que se detalla a continuación y que está disponible en el CV de cada subgrupo de prácticas:
    - Guión de la práctica.
    - Presentación explicativa.
    - Datos experimentales proporcionados por los docentes.
  - Se realizarán sesiones síncronas con Google Meet/Teams en la que se abordará el tratamiento y discusión de los datos experimentales proporcionados y se resolverán dudas por parte del equipo docente. Cada uno de los subgrupos deberá entregar una



memoria de la práctica con la discusión de los resultados y las principales conclusiones extraídas.

### IX.- EVALUACIÓN

#### DESCRIPCIÓN DEL PROTOCOLO DE EVALUACIÓN

- **Conexión, Identificación y firma comportamiento ético.**

La identificación de los alumnos que realicen el examen deberá ser llevada a cabo a través de:

- Su acceso al Campus Virtual (usuario y contraseña UCM), lo cual queda registrado.
- Envío de DNI, pasaporte, o carnet de estudiante UCM (escaneado o foto).
- Imagen de video a través de Google Meet o Teams (desde la cámara del ordenador o del móvil).

La identificación debe realizarse antes del inicio del examen. Así, se les debe convocar con suficiente tiempo para que puedan acceder al campus virtual (usuario y contraseña UCM), lo cual queda registrado. También puede programarse una TAREA en el espacio del Campus virtual de la asignatura para que los estudiantes envíen una imagen escaneada o una foto de su carnet de estudiante UCM, del DNI, NIE o PASAPORTE junto a una declaración manuscrita y firmada indicando que su comportamiento durante el examen va a ser ético aceptando las normas a tener en cuenta respecto a la utilización o cooperación en procedimientos fraudulentos. El profesor incluirá en la tarea el texto del documento que tienen que escribir y firmar. El documento enviado por los estudiantes para la identificación se albergará en el Campus Virtual bajo la protección legal de la UCM y, transcurrido el plazo legalmente establecido, se procederá a su borrado permanente. Adicionalmente pueden realizarse comprobaciones telemáticas a lo largo del examen por parte del profesor mediante la cámara y en cualquier momento el profesor podrá requerir a cualquier estudiante que identifique su presencia mediante voz y vídeo.

En este periodo antes del examen el profesor recordará en qué va a consistir el examen y como pueden contactar los estudiantes si hay eventualidades: por correo electrónico o a través del chat de Moodle.

- **Tipo de Examen:**

Los profesores subirán con antelación suficiente al Campus Virtual de su asignatura, las instrucciones detalladas en las que se informe correctamente a los estudiantes del formato de examen a utilizar. Además deberá indicar los recursos y material necesario así como el tipo de identificación antes y durante el examen y cómo debe realizarse la entrega. Se recomienda llevar a cabo un simulacro telemático, utilizando las mismas herramientas que en el examen final, en fecha anterior a la del examen, de carácter explicativo, a fin de que se puedan adelantar y solucionar distintos problemas técnicos que los alumnos puedan encontrar durante el desarrollo de la prueba. El propósito del simulacro es que los estudiantes comprendan y se familiaricen con la metodología con la que se realizará el examen y comprueben que todo funciona.

El examen comenzará con un cuestionario de una pregunta para la identificación de los estudiantes, en la que deberán adjuntar su DNI escaneado, así como un documento firmado de aceptación de las condiciones del examen que estará disponible en el Campus Virtual. La duración será de 30 minutos y se realizará previamente a la hora de inicio del examen.



- **Seguimiento de estudiantes durante la prueba:**

El seguimiento de estudiantes durante la prueba se podrá efectuar tanto de forma síncrona mediante conexión abierta de Teams en Moodle o mediante Google Meet, así como de forma asíncrona, comprobando el correcto desarrollo de la prueba mediante la sección de registros de actividad de la asignatura en el Campus Virtual. Google Meet dispone de dos extensiones que pueden resultar de utilidad y se instalan en el navegador con facilidad: Grid View (para poder ver un mosaico en pantalla con todos los que están conectados) y Meet Attendance (para obtener un Excel con la lista de asistentes). Los alumnos podrán dirigir al profesor sus dudas y preguntas durante la realización del examen por vía telemática utilizando el chat o el correo electrónico del Campus Virtual.

- **Revisión de exámenes:**

Consistirá en revisiones síncronas previa solicitud razonada de los estudiantes, asignando un espacio de tiempo a cada uno; el estudiante tiene el derecho a revisar todas las evidencias que se hayan usado para decidir su calificación. Para ello, se creará la pertinente actividad en el Campus Virtual haciendo uso de Teams o Google Meet. Por otra parte, el profesor podrá requerir del alumno la revisión y discusión interactiva de su examen dentro del plazo que se establezca para la revisión de los mismos que se notificará en el CV. Si ha sido necesaria la realización de alguna prueba oral a algún estudiante, se dispondrá de la correspondiente grabación. Las videoconferencias de las revisiones serán grabadas.

- **Mecanismo empleado para la documentación/grabación de las pruebas de evaluación para su posterior visualización y evidencia:**

Los exámenes y demás evidencias utilizadas para la evaluación se grabarán y almacenarán en el Campus Virtual, de manera que sean accesibles para todos los profesores de la asignatura. Dichas grabaciones no se podrán utilizar para fines distintos que la identificación de los estudiantes o el seguimiento de la realización de los exámenes. Las grabaciones realizadas durante la entrevista para la revisión de las calificaciones solicitada por un estudiante sólo podrán utilizarse para este fin. Todas las sesiones grabadas se mantendrán únicamente durante el tiempo previsto en la normativa académica para la conservación de las pruebas de evaluación y para futuras auditorías externas y serán almacenadas en los servidores de la UCM con las medidas de seguridad adecuadas, nunca en dispositivos privados.