



Guía Docente.

Escenarios 1, 2 y 3 :

MATERIALES PARA LA INDUSTRIA

MATERIALS FOR INDUSTRY



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



ESCENARIO 1. PRESENCIAL / SCENARIO 1. FULL ATTENDANCE

IDENTIFICACIÓN / COURSE CHARACTERISTICS

NOMBRE DE LA ASIGNATURA / COURSE TITLE:	Materiales para la Industria / Materials for Industry
CARÁCTER/ TYPE:	Optativa / Elective
MATERIA / MATTER:	Campos de Aplicación de la Ingeniería Química / Application Areas of Chemical Engineering
MÓDULO / MODULE:	Ingeniería de Procesos y Productos/ Process and product engineering
TITULACIÓN / DEGREE:	Master en Ingeniería Química: Ingeniería de Procesos / Master in Chemical Engineering: Process Engineering
SEMESTRE/CUATRIMESTRE: SEMESTER/QUATRIMESTER: semester	Primer Cuatrimestre/ First
DEPARTAMENTO/DEPARTMENT:	Ingeniería Química y de Materiales/ Chemical and Materials Engineering

PROFESOR/ES RESPONSABLE/S / PROFESSOR/S IN CHARGE:

Teoría/Theory Seminario/Seminars Tutoría/Tutorials Laboratorio/Laboratory practice	Profesora/ Professor: ENZHE MATYKINA Departamento/ Department: Ingeniería Química y de Materiales/ Chemical and Materials Engineering Despacho/ Office: QA-131D 1ª Planta Edificio A / QA-131D 1st floor Building A e-mail: ematykina@ucm.es
---	---

II.- OBJETIVOS / OBJECTIVES

■ OBJETIVO GENERAL / GENERAL OBJECTIVES

El objetivo de la asignatura es proporcionar al estudiante las bases científicas y tecnológicas de los materiales empleados en Ingeniería Química para que sea capaz de aplicar

The Course Objective is to provide students with scientific and technological basis of materials used in Chemical Engineering in order for them to be able to apply the acquired



los conocimientos adquiridos en el comportamiento en servicio y selección de materiales. knowledge to selection of materials and materials performance in service.

■ OBJETIVOS ESPECÍFICOS / SPECIFIC OBJECTIVES

- | | |
|---|---|
| ○ Adquirir conocimientos de materiales utilizados en la Industria Química. | To acquire knowledge of materials used in Chemical Industry. |
| ○ Adquirir conocimientos del comportamiento en servicio de los materiales en las instalaciones y en las plantas químicas, su inspección y mantenimiento, así como el análisis de la confiabilidad, operatividad y vida remanente. | To acquire knowledge of in-service performance of materials used in chemical processing plants and installations, their inspection and maintenance, and reliability, effectiveness and remaining field life analysis. |
| ○ Adquirir conocimientos sobre criterios de selección de materiales en la Ingeniería de los procesos industriales químicos. | To acquire knowledge of materials selection criteria in industrial chemical engineering processes. |
| ○ Desarrollar capacidades orientadas a la aplicación de los conocimientos adquiridos en los casos de fallo no previsto y en el análisis forense de instalaciones de procesos industriales químicos. | To develop capability to apply the acquired knowledge to forensic failure case analysis in industrial chemical processing installations |

III.- CONOCIMIENTOS Y REQUISITOS PREVIOS / KNOWLEDGE PREREQUISITES

■ **CONOCIMIENTOS PREVIOS / PREVIOUS KNOWLEDGE:** No procede / Not required.

■ **RECOMENDACIONES / RECOMMENDATIONS:** No procede / Not applicable

IV.- CONTENIDOS / COURSE CONTENT

■ **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS / BRIEF DESCRIPTION OF CONTENT:**

Usos y propiedades de los materiales. Aleaciones férricas. Aleaciones no férricas. Materiales poliméricos. Materiales Compuestos. Comportamiento en servicio de los materiales. Mecanismos de corrosión.	Properties and applications of materials. Ferrous alloys. Non-ferrous alloys. Polymeric materials. Composite materials. Materials performance in service. Corrosion
--	---



Métodos de protección. Selección de materiales. Casos prácticos.

mechanisms. Protection methods. Materials selection. Case studies.

■ PROGRAMA / PROGRAMME:

Bloque I. MATERIALES: TIPOS, PROPIEDADES Y USOS

Tema 1. Propiedades físicas y mecánicas.

Tema 2. Tenacidad, fractura, fatiga, fluencia, fuego.

Tema 3. Aceros al carbono y fundiciones.

Tema 4. Aceros aleados y aceros inoxidable.

Tema 5. Aleaciones no férricas de interés en tecnología química.

Tema 6. Materiales poliméricos de interés en tecnología química.

Tema 7. Materiales compuestos. Nanomateriales.

Bloque II. COMPORTAMIENTO EN SERVICIO DE LOS MATERIALES

Tema 8. Integridad estructural y deterioro de materiales.

Tema 9. Oxidación y corrosión.

Tema 10. Inhibidores de la corrosión.

Tema 11. Protección catódica y anódica.

Tema 12. Recubrimientos metálicos. Pinturas.

Tema 13. Técnicas de modificación superficial.

Tema 14. Inspección basada en riesgos.

Tema 15. Mantenimiento de instalaciones y equipos.

Bloque III. SELECCIÓN DE MATERIALES EN TECNOLOGÍA QUÍMICA

Tema 16. Parámetros de diseño en la selección de materiales.

Tema 17. Análisis de fallos. Vida remanente.

Unit I. MATERIALS: TYPES, PROPERTIES & APPLICATIONS

Lesson 1. Physical and mechanical properties

Lesson 2. Toughness, fracture, fatigue, creep, fire resistance.

Lesson 3. Carbon steels and cast irons.

Lesson 4. Alloyed and stainless steels.

Lesson 5. Non-ferrous alloys of interest in chemical technology.

Lesson 6. Polymeric materials of interest in chemical technology.

Lesson 7. Composite materials. Nanomaterials.

Unit II. MATERIALS PERFORMANCE IN SERVICE

Lesson 8. Structural integrity and deterioration of materials.

Lesson 9. Oxidation and corrosion.

Lesson 10. Corrosion inhibitors.

Lesson 11. Cathodic and anodic protection.

Lesson 12. Metallic coatings. Paints.

Lesson 13. Surface modification techniques.

Lesson 14. Risk based inspection.

Lesson 15. Maintenance of equipment and installations.

Unit III. MATERIALS SELECTION IN CHEMICAL TECHNOLOGY

Lesson 16. Design parameters in selection of materials.

Lesson 17. Failure analysis. Remaining life.



V.- COMPETENCIAS / SKILLS

■ GENERALES / GENERAL SKILLS:

- **CG1** Capacidad para aplicar el método científico y los principios de la ingeniería y economía, para formular y resolver problemas complejos en procesos, equipos, instalaciones y servicios, en los que la materia experimente cambios en su composición, estado o contenido energético, característicos de la industria química y de otros sectores relacionados entre los que se encuentran el farmacéutico, biotecnológico, materiales, energético, alimentario o medioambiental.
Be able to apply a scientific method and engineering and economy principles to resolution of complex problems in processes, equipment, installations and operations where matter undergoes changes in composition, state, and energetic level, typical in chemical industry and other related sectors such as pharmaceutical, biotechnology, materials, energy, food processing and environmental.
- **CG2** Concebir, proyectar, calcular, y diseñar procesos, equipos, instalaciones industriales y servicios, en el ámbito de la ingeniería química y sectores industriales relacionados, en términos de calidad, seguridad, economía, uso racional y eficiente de los recursos naturales y conservación del medio ambiente.
Comprehend and be able to design and develop processes, equipment, installations and operations in the area of chemical engineering and related industrial sectors, in terms of quality, safety, economics, rational and efficient use of natural resources and conservation of the environment.
- **CG10** Adaptarse a los cambios, siendo capaz de aplicar tecnologías nuevas y avanzadas y otros progresos relevantes, con iniciativa y espíritu emprendedor.
Be able to adapt to changes and other relevant progress and apply advanced and new technologies with initiative and enterprise.
- **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.
Be capable of self-teaching in order to maintain and improve the skills pertinent to chemical engineering that would enable a continuous development of the profession.

■ ESPECÍFICAS / SPECIFIC SKILLS:

- **CE1** Aplicar conocimientos de matemáticas, física, química, biología y otras ciencias.
Be able to apply the knowledge of mathematics, physics, chemistry, biology and other sciences.
- **CE2** Diseñar productos, procesos, sistemas y servicios de la industria
Design new products, processes, systems and operations of chemical



química, así como la optimización de otros ya desarrollados, tomando como base tecnológica las diversas áreas de la ingeniería química, comprensivas de procesos y fenómenos de transporte, operaciones de separación e ingeniería de las reacciones químicas, nucleares, electroquímicas y bioquímicas.

- **CE10** Adaptarse a los cambios estructurales de la sociedad motivados por factores o fenómenos de índole económico, energético o natural, para resolver los problemas derivados y aportar soluciones tecnológicas con un elevado compromiso de sostenibilidad

industry and optimize the existing ones, based on different areas of chemical engineering, including transport phenomena and processes, separation operations and engineering principles of chemical, nuclear, electrochemical and biochemical reactions.

Be able to adapt to structural societal changes induced by economic, energy or natural factors and phenomena, in order to solve problems derived from those and provide highly sustainable technological solutions.

■ **TRANSVERSALES / TRANSVERSE SKILLS:**

- **CT1** Desarrollar el trabajo de forma autónoma.

Application of the knowledge of mathematics, physics, chemistry, biology and other sciences.

- **CT2** Trabajar en equipo fomentando el desarrollo de habilidades en las relaciones humanas.

Team working and development of social skill.

- **CT3** Desarrollar sensibilidad y responsabilidad sobre temas energéticos, medioambientales y éticos.

Develop awareness and responsibility in regards to energy, environmental and ethical issues.

- **CT4** Demostrar razonamiento crítico y autocrítico en busca de la calidad y rigor científicos.

Be able to apply criticism and self-criticism in search of scientific quality and rigour.

- **CT5** Elaborar y escribir informes y otros documentos de carácter científico y técnico.

Report writing and other scientific and technical document writing skills.

- **CT7** Gestionar información científica, bibliografía y bases de datos especializadas y otros recursos accesibles a través de Internet.

Processing and management of scientific data, bibliographic reference, specialized databases and other resources available via internet.

- **CT9** Comunicar conceptos científicos utilizando los medios audiovisuales más habituales, desarrollando las habilidades de comunicación oral

Communication of scientific concepts using typical audio-visual media and development of oral communication skills.



VI. – HORAS DE TRABAJO Y DISTRIBUCIÓN POR ACTIVIDAD / CONTRIBUTION OF ACTIVITIES TO COURSE CREDITS

Actividad / Activity	Presencial / Attendance (hrs)	Trabajo autónomo/ Independent Work (horas)	Créditos/ Credits ECTS
Clases teóricas / Theory classes	38	57	3,8
Seminarios / Seminars	5	7,5	0,5
Tutorías / Tutorials	2	3	0,2
Laboratorio / Laboratory practice	9	6,75	0,63
Exámenes y Trabajos dirigidos / Examinations and Supervised Coursework	3	18,75	0,87
Total	57	93	6

VII.- METODOLOGÍA / METHODOLOGY

Las actividades presenciales de la asignatura se estructuran en clases de teoría y seminarios.

En las clases de teoría el profesor dará a conocer al alumno los diferentes contenidos de la asignatura. Se presentarán los conceptos teóricos y algunos hechos experimentales que permitan al alumno obtener una visión global y comprensiva de la asignatura. En cada tema se expondrán el contenido y objetivos principales. Como apoyo a las explicaciones teóricas, se proporcionará a los alumnos material docente apropiado, bien en fotocopias o bien en el Campus Virtual.

Las clases de seminarios y tutorías tendrán como objetivo aplicar los conocimientos adquiridos a un conjunto de cuestiones y/o ejercicios. Se propondrán trabajos para la realización por parte de los alumnos, trabajos que serán presentados mediante una exposición oral y/o escrita.

Se desarrollarán las prácticas de laboratorio con contenidos relacionados con los conocimientos adquiridos.

Face-to-face teaching and learning activities will include theory classes and seminars.

In theory classes, a lecturer shall present to the students the contents of the subject. These shall include theoretical concepts and some experimental data that will give the students a global and comprehensive view of the subject. Each lesson shall disclose its contents and main objectives. Course materials of the theory classes and seminars (in PowerPoint presentations, scientific publications, text, standards) shall be made available to the students via UCM's online portal "Campus Virtual" (CV).

Seminars and tutorials shall be dedicated to application of the acquired theoretical knowledge to resolution of problems and exercises. Coursework topics shall be proposed



by the lecturer; coursework will be presented by the students orally and/or as a written report.

During laboratory work students shall carry out in practice the experiments and observations applying the acquired theoretical knowledge.

VIII.- BIBLIOGRAFÍA / BIBLIOGRAPHY

- W. Smith. “Structure and Properties of Engineering alloys”. 2ª Ed. McGraw-Hill. 1993.
- K.G. Budinsky. “Engineering Materials”. Properties and Selection. 5ª Ed. Prentice Hall. 1996.
- S. Kalpakjian y S.R. Schmid. “Manufactura, Ingeniería y Tecnología”. Prentice Hill. 5ª Ed. 2008.
- E. Otero. “Corrosión y Degradación de Materiales”. 2ª Ed. Síntesis. 2013.
- D.A. Jones. “Principles and Prevention of Corrosion”. 2ª Ed. Prentice Hall. 1996.
- M.G. Fontana y N.D. Greene. “Corrosion Engineering”. 3ª Ed. McGraw-Hill. 1986.
- Z. Ahmad. “Corrosion Engineering”. Butterworth-Heinemann. 2006.
- M.F. Ashby. “Materials Selection in Mechanical Design”. 3rd Ed. BH. 2005.

IX.- EVALUACIÓN / EVALUATION

Es obligatorio asistir a todas las tutorías dirigidas y a todas las actividades prácticas programadas, tanto en lo referente a los trabajos dirigidos como en lo que respecta a las prácticas de laboratorio. Para poder acceder a la evaluación final será necesario que el alumno haya participado al menos en el 70 % de las demás actividades presenciales (clases teóricas y seminarios).

La calificación final de la asignatura se computará de forma ponderada atendiendo a los siguientes porcentajes para las siguientes actividades, que se mantendrán en todas las convocatorias:

Attendance to programmed tutorials and laboratory practices is compulsory, as is completion of the assigned coursework. In order to be evaluated in the final exam, students must have participated in at least 70% of the face-to-face activities (theory classes and seminars).

Final grade for the subject will be calculated as weighted average in accordance with the following percent contributions, which will be maintained for all Calls.

■ EXÁMENES ESCRITOS / WRITTEN EXAMINATIONS: 70%

Se realizarán dos exámenes parciales correspondientes al temario de la asignatura. La calificación de estos exámenes contribuirá en un 70 % a la nota global. Los alumnos cuya media de los exámenes parciales sea igual o superior a 5 sobre 10 y que hayan obtenido una calificación igual o superior a 5 sobre 10 en la nota global (teniendo en



cuenta la calificación del trabajo personal) no están obligados a presentarse al examen final.

El examen final (ordinario o extraordinario) de toda la asignatura contribuirá en un 70% a la nota final. Será necesario obtener una puntuación mínima de 5,0 puntos sobre 10,0 en el examen final para acceder a la calificación global de la asignatura.

Two mid-term exams shall be administered in accordance with the Subject content Units. The average obtained exam grade shall contribute 70% towards the final grade in the Subject. Students who have achieved a minimum average grade of 5 on the scale of 10 in mid-term exams and whose final grade in the Subject (taking into account the grade for individual work) is a minimum 5, are not obligated to sit the final exam.

The final exam (either end-of-term or additional call) in the entire content of the Subject shall contribute 70% towards the final grade. Students must achieve a minimum grade of 5 in order to pass the exam and in order to qualify for a final grade in the Subject.

■ **TRABAJO PERSONAL Y ACTIVIDADES DIRIGIDAS / INDIVIDUAL COURSEWORK AND SUPERVISED ACTIVITIES: 30%**

La evaluación del trabajo de aprendizaje individual realizado por el alumno y de las actividades dirigidas se hará teniendo en cuenta:

- La resolución de las cuestiones y ejercicios propuestos, ya sea individualmente o en grupo, que se recojan periódicamente en los seminarios y tutorías programadas.
- La elaboración y presentación de trabajos, ya sea individualmente o en grupo, que se propongan sobre temas y casos de estudio relacionados con la materia.
- El trabajo desarrollado en el laboratorio, de asistencia obligatoria, así como el informe elaborado de las actividades prácticas.

The evaluation of the independent learning activities and supervised activities will take into account the following:

- Submitted solutions (individually or as a group) to the problems and exercises proposed by the supervisor during tutorials and seminars.
- Submitted coursework (individually or as a group) on the topics proposed by the supervisor and related with the lessons of the Units and related case studies.
- Compulsory laboratory practices work, including an elaborated Report on the practical activities carried out in the laboratory.

**PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES – CRONOGRAMA /
CHRONOGRAMME OF THE PLANNED ACTIVITIES**

El programa se desarrollará siguiendo el esquema mostrado a continuación y con los temas ordenados cronológicamente:



The activities programme will be implemented in a chronological order of the Unit Lessons in the time allotted as follows:

BLOQUE TEMÁTICO / LESSON UNITS	ACTIVIDAD / ACTIVITY	HORAS / HOURS
Bloque I. MATERIALES: TIPOS, PROPIEDADES Y USOS. Unit I. MATERIALS: TYPES, PROPERTIES & APPLICATIONS	Clases TEORÍA THEORY classes	15
	Clases SEMINARIO SEMINAR classes	1
	TUTORÍA programada Programmed TUTORIALS	1
Bloque II. COMPORTAMIENTO EN SERVICIO DE LOS MATERIALES. Unit II. MATERIALS PERFORMANCE IN SERVICE	Clases TEORÍA THEORY classes	16
	Clases SEMINARIO SEMINAR classes	2
	TUTORÍA programada Programmed TUTORIALS	1
Bloque III. SELECCIÓN DE MATERIALES EN TECNOLOGÍA QUÍMICA. Unit III. MATERIALS SELECTION IN CHEMICAL TECHNOLOGY	Clases TEORÍA THEORY classes	7
	Clases SEMINARIO SEMINAR classes	2

ESCENARIO 2. SEMIPRESENCIAL / SCENARIO 2. 50% ATTENDANCE

VIII.- METODOLOGÍA / METHODOLOGY

• **Clases de teoría y seminarios** se impartirán 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.

• **Theory and Seminar classes** shall be given as in Scenario 1, adhering to the same content. According to the *máxima attendance* principle established by the Rectorate of The UCM, classes will be attended at a lecture hall by the number of student corresponding to the hall capacity limit determined by social distancing rules.



- **Para las aulas provistas de cámaras:** los alumnos 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 de rotación semanal de alumnos presenciales en el aula.
 - El material docente utilizado será las presentaciones de clase empleadas en Escenario 1 y habilitadas en el CV con antelación a disposición de los estudiantes.
 - Durante la clase se mantendrá abierta una sesión Teams (disponible en el CV) para mantener una relación directa y fluida con los estudiantes que asisten virtualmente.
- **Prácticas de laboratorio** previstas con una presencialidad general mínima del 60% para poder cumplir con la distancia social necesaria.
- Las introducciones teóricas necesarias para el desarrollo de las prácticas estarán disponibles en el Campus Virtual en forma de las presentaciones PowerPoint, acompañadas de grabaciones de voz.
 - Se ampliará el número de puestos destinados al desarrollo de tareas experimentales, limitando el aforo de estudiantes en cada uno de los espacios.
 - Se distribuirán las tareas experimentales entre estudiantes garantizando que el uso de equipos es individualizado.
 - En los casos en los que el desarrollo del procedimiento experimental de forma presencial no pueda ser viable, además del material docente empleado en el Escenario 1 se habilitará a través de CV:
 - material grabado o videos comerciales;
 - material disponible a través de plataformas públicas online;
- **In lecture halls equipped with cameras:** the student that do not fit in the hall will follow the class online from their place of residence or from designated public areas provided by the Faculty. These areas will be indicated via CV.
- **In lecture halls without cameras:** weekly rotation of face-to-face attending student groups will be established.
- Classes will use the same teaching material as in Scenario 1 which will be made available to the students in advance via CV.
- Classes will be broadcast in real time via Teams session (available via CV) in order to maintain fluid communication with the student body following the class online.
- **Laboratory practices** shall maintain a 60% limit of general attendance in order to keep the required social distancing.
- The theory introductions necessary for implementation of the lab work shall be made available via CV in the form of PowerPoint presentations with recorded voice overlay.
 - The number of experimental setups/workbenches will be increased and number of students per setup/bench shall be reduced.
 - The experimental tasks will be distributed between the students in order to guarantee the individual use of the material/equipment.
 - In cases when execution of the experimental procedures in person is not viable, the following materials (in addition to those employed in Scenario 1) shall be made available via CV:
 - Recorded material or comercial videos;
 - Material available on public online platforms;
 - Numerical and graphical data and micrographs.



- resultados numéricos, gráficos y micrografías.
 - cuestionarios de autoevaluación a través de Moodle.
 - La entrega y devolución de los informes de prácticas será por vía online.
- Self-evaluation questionnaires via Moodle.
 - Submission of laboratory reports and feedback shall be done online.
- **Tutorías Individuales** se realizarán por video conferencia (Teams o Google Meet) y/o correo electrónico.
 - **Individual Tutorials** shall be offered via videoconferencing (Teams or Google Meet) and/or email.
- **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 mediante la herramienta de registro de actividades en sesiones de Teams o por nombre de los asistentes y por análisis de los resultados de cuestionarios de autoevaluación (Moodle)
 - **Learning follow-up.** Follow-up of the activities carried out in person shall be carried out using traditional methods. Follow-up of virtual activities shall be carried out using registration tool of Teams sessions or by attendants' names as well as by the analysis of the self-evaluation questionnaire results (Moodle).

X.- EVALUACIÓN / EVALUATION

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

Face-to-face exams shall be administered in accordance with the procedure described in Scenario 1.

ESCENARIO 3. TOTALMENTE VIRTUAL / SCENARIO 3. FULLY ONLINE

VIII.- METODOLOGÍA / METHODOLOGY

- **Clases de teoría y seminario** que serán impartidas de forma combinada en sesiones: (a) síncronas, en el horario oficial establecido y (b) asíncronas. El material docente utilizado estará con
- **Theory and seminar classes** shall be given in combined mode: (a) real-time session as per official timetable (b) pre-recorded sessions. Teaching materials used in classes and made available to the students via CV in advance shall include:



antelación a disposición de los estudiantes a través del CV e incluirá:

- Las presentaciones PowerPoint empleadas también en los Escenarios 1 y 2, además acompañadas de grabaciones de voz donde se incluyen las explicaciones necesarias;
 - Vídeos relacionados con la materia.
 - Sesiones de teoría realizadas y grabadas en el horario oficial con uso de la plataforma Teams.
 - Cuestionarios de autoevaluación en Moodle, CV.
- The same PowerPoint presentations as used in Scenarios 1 and 2, with the addition of recorded voice overlay providing the necessary explanations;
 - Videos related to the covered material;
 - Theory sessions broadcasted and recorded in official timetable using Teams platform.
 - Self-evaluation questionnaires via Moodle, CV.
- **Prácticas de laboratorio** que se desarrollarán como en el Escenario 2, pero el procedimiento experimental presencial será reemplazado por:
 - grabaciones previas de los experimentos o videos comerciales de experiencias similares
 - material disponible a través de plataformas públicas online;
 - resultados numéricos, gráficos y micrografías.
 - cuestionarios de autoevaluación a través de Moodle.
 - **Laboratory practices** shall be carried out as in Scenario 2, except that the experimentation in person shall be substituted by:
 - Pre-recorded experiments of commercial videos of similar experiments;
 - Material available on public online platforms;
 - Numerical and graphical data and micrographs.
 - Self-evaluation questionnaires via Moodle.
 - **Las tutorías individuales** se realizarán como en el Escenario 2
 - **Individual tutorials** shall be carried out as in Scenario 2.
 - **Seguimiento del alumnado** se realizarán como en el Escenario 2
 - **Learning follow-up** shall be carried out as in Scenario 2.

X.- EVALUACIÓN / EVALUATION

DESCRIPCIÓN DEL PROTOCOLO DE EVALUACIÓN / EVALUATION PROTOCOL DESCRIPTION

- **Identificación de estudiantes / Identification of the students**

En los minutos anteriores al inicio del examen, los alumnos deberán entregar un documento de compromiso escrito a mano y digitalizado en formato PDF, aceptando las normas para la realización de la prueba. El texto del documento, elaborado por el Departamento, estará disponible en el espacio de la asignatura del Campus Virtual. En dicho documento se deberá hacer constar: nombre y apellidos, firma, lugar y copia del DNI. La identificación de los alumnos que realicen el examen se llevará a cabo a través de: (i) entrada al Campus Virtual para poder visualizar los enunciados del examen, (ii) imagen de video a través de Teams o Google Meet (desde la cámara



del ordenador o del móvil), (iii) documento de compromiso, y (iv) posible comprobación telemática a lo largo del examen por parte del profesor.

A few minutes before the exam, student shall submit a Declaration Form, manually written and digitalized in PDF, where the acceptance of the exam conditions shall be clearly declared. The text of that document, elaborated by the Department, shall be available via CV of the Subject. The Declaration Form shall state: name/family name, signature, place and number of the Identity Document. Identification of the students that sit the exam shall be carried out via: (i) logging to CV platform which will administer the exam; (ii) video image transmitted via Teams or Google Meet using a PC or mobile phone camera; (iii) declaration form, and (iv) possible online check-ups carried out by the Examiner during the exam.

- **Tipo de examen / Type of exam:**

Se realizarán dos exámenes parciales liberatorios, correspondientes al temario de la asignatura, de una hora y media de duración cada uno, en línea a través de plataforma Moodle en forma de cuestionarios. En estas pruebas se incluirán actividades tipo Opción Múltiple, Falso/Verdadero, Respuesta Corta, Respuesta Numérica, Palabra Perdida, Arrastrar y Soltar y Ensayo, en esta última los estudiantes podrán elaborar sus respuestas a mano en una hoja, fotografiarlas y subirlas a Moodle en un tiempo limitado. La calificación de estos exámenes contribuirá en un 70 % a la nota global. Los exámenes serán liberatorios siempre y cuando se obtenga una puntuación mínima de 5,0 puntos sobre 10,0. Los alumnos cuya media de los exámenes parciales sea igual o superior a 5 sobre 10 y que hayan obtenido una calificación igual o superior a 5 sobre 10 en la nota global (teniendo en cuenta la calificación del trabajo personal) no están obligados a presentarse al examen final.

El examen final (ordinario o extraordinario) de toda la asignatura contribuirá en un 70% a la nota final. Será necesario obtener una puntuación mínima de 5,0 puntos sobre 10,0 en el examen final para acceder a la calificación global de la asignatura.

Two mid-term exams; one hour and a half each, shall be administered via Moodle platform in accordance with the Subject content Units in form of questionnaires. The test may variably include activities such as Multiple Choice, False/True, Short Answer, Numerical Answer, Missing Word, Drag-and-Drop and Exercise. In the latter activity students will make a manuscript answer and upload its photograph to the Moodle platform in a limited time. The average obtained exam grade shall contribute 70% towards the final grade in the Subject. Students who have achieved a minimum average grade of 5 on the scale of 10 in mid-term exams and whose final grade in the Subject (taking into account the grade for individual work) is a minimum 5, are not obligated to sit the final exam.

The final exam (either end-of-term or additional call) in the entire content of the Subject shall contribute 70% towards the final grade. Students must achieve a minimum grade of 5 in order to pass the exam and in order to qualify for a final grade in the Subject.

- **Seguimiento de estudiantes durante la prueba / Student follow-up during the exam**



Durante la realización de la prueba, los alumnos deberán tener conectada una cámara (del ordenador o del móvil) que haga posible la comprobación por parte del profesor del cumplimiento del compromiso firmado por el alumno para realizar el examen de forma individual y con los medios indicados.

During the exam, students must be connected via a PC or mobile phone camera, in order for the Examiner to be able to verify their compliance with the signed Declaration Form, where students previously committed to being examined individually in the present mode.

- **Revisión de exámenes / Revision of the exam results:**

Se habilitará revisión individual del intento realizado a través de herramienta de Cuestionario (Moodle, CV) con las respuestas correctas indicadas, a la cual el estudiante conservará el acceso durante el curso. Asimismo, se establecerá el horario de revisión individual, si el alumno desee, o en grupo mediante sesión Teams/Google Meet, convocada a través del CV dentro del plazo que se establezca para la revisión de los exámenes. El profesor podrá requerir del alumno la revisión y discusión interactiva de su examen a través Teams/Google Meet.

An individual revision of the exam results shall be enabled via Questionnaire tool (Moodle, CV), where correct answers shall be indicated. Students shall retain the access to this tool during the course of the term. Additionally, an opportunity of an individual or group revision session with the Examiner will be offered to the students who request it via Teams/Google Meet, on a schedule agreed upon and announced via CV, within a timeframe established by the norm for exam results revision. The Examiner may require an interactive discussion of the results with the student via Teams/Google Meet.

- **Mecanismo empleado para la documentación/grabación de las pruebas de evaluación para su posterior visualización y evidencia / Mechanism of test results registration/recording as proof of evidence:**

El profesor conservará los ficheros (en el formato electrónico que se especifique) del ejercicio de examen enviados por el estudiante, con las calificaciones parciales que estime oportunas. Además, si se estima oportuno, se podrá proceder a la grabación de la sesión del examen, con las limitaciones establecidas por la UCM, para posterior revisión si fuera necesario. Dicha grabación, de efectuarse, se almacenará con las medidas de seguridad necesarias en equipos de UCM y será eliminada pasado el tiempo de revisión.

The Examiner shall conserve the evidence of the examination results (in the specified electronic format) submitted by the student and with corresponding evaluation marks. If considered necessary, the exam session may be recorded, within the limits established by The UCM, for posterior revision. This recording shall be saved in accordance with the security measures on UCM's computers and shall be erased after the exam revision period has expired.