



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ing. de Caminos
Canales y P.

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

45000125 - Mechanical Behaviour Of Materials Iv

PLAN DE ESTUDIOS

04MI - Grado En Ingeniería De Materiales

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - Segundo 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.....	8
8. Recursos didácticos.....	14
9. Otra información.....	15

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	45000125 - Mechanical Behaviour Of Materials Iv
No de créditos	6 ECTS
Carácter	Obligatoria
Curso	Tercero curso
Semestre	Sexto semestre
Período de impartición	Febrero-Junio
Idioma de impartición	Inglés/Castellano
Titulación	04MI - Grado en Ingeniería de Materiales
Centro responsable de la titulación	04 - E.T.S. De Ing. De Caminos Canales Y P.
Curso académico	2025-26

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Jose Miguel Atienza Riera	Dpt.Mat Science	josemiguel.atienza@upm.es	Sin horario. Upon request (via e- mail)
Rafael Sancho Cadenas (Coordinador/a)	Dpt.Mat Science	rafael.sancho@upm.es	Sin horario. Upon request (via e- mail)

Mihaela Iordachescu	Dpt. Mat Science	mihaela.iordachescu@upm.es	Sin horario. Upon request (via e-mail)
Jesus Ruiz Hervias	Dpt. Mat Science	jesus.ruiz@upm.es	Sin horario. Upon request (via e-mail)

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

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Mecánica De Materiales I
- Mecánica De Materiales II
- Mechanical Behaviour Of Materials III

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Mathematical, physical and mechanical foundations of materials science.

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CE 2. - Saber modelizar el comportamiento (mecánico, electrónico, químico o biológico) de los materiales y su integración en componentes y dispositivos.

CE 5. - Capacitar para el aprendizaje autónomo de nuevos conocimientos y técnicas

CG 1 - Uso de la lengua inglesa

CG 11 - Responsabilidad y ética profesional

CG 2 - Capacidad de trabajo en equipo

CG 3 - Comunicación oral y escrita

4.2. Resultados del aprendizaje

RA23 - Entender, asimilar y manejar los conceptos y métodos básicos del comportamiento mecánico de los materiales, incluyendo la influencia del tiempo (fenómenos diferidos) , la temperatura (fenómenos termomecánicos) y la presencia de ambiente agresivos.

RA24 - Conocer las teorías y modelos matemáticos más relevantes en relación con la respuesta mecánica de los materiales y sus mecanismos de deformación y rotura.

RA27 - Utilizar con soltura la comunicación oral y escrita en lengua española e inglesa

RA28 - Saber trabajar en equipo. Ejecutar el trabajo con responsabilidad y respeto a los demás.

RA25 - Saber aplicar de forma práctica las teorías de comportamiento mecánico a los diferentes tipos de materiales (metálicos, cerámicos, polímeros y materiales biológicos).

RA26 - Saber diseñar y experimentar con componentes estructurales sencillos.

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

As an introductory course, the programme is focused on the essential concepts and analytical methods of fracture mechanics, providing a practical understanding of fatigue and fracture calculations. Related subjects such as damage tolerance analysis and risk-based reliability will also be discussed. The main topics of the course are:

- Assumptions and limitations of fracture mechanics.
- Material selection for fatigue and fracture resistance.
- How to perform simple to moderately complex fracture mechanics calculations.
- Standard procedures for cracking processes evaluation and failure analysis.
- An introduction to computational fracture mechanics

In case of need for health reasons, the teaching and assessment activities will be undertaken by using telematic resources.

5.2. Temario de la asignatura

1. LEFM. Global approach to fracture: The energy criterion
 - 1.1. History of fracture mechanics. Global approach: Example. G & R
 - 1.2. Computation of the energy release rate (G)
 - 1.3. Measurement of the crack resistance (R)
 - 1.4. Fracture of thin sheets.
2. LEFM. Local approach to fracture: The stress intensity criterion
 - 2.1. Local approach: Introduction to K and K_c
 - 2.2. Computation of the stress intensity factor (K)
 - 2.3. Fracture toughness (K_c). Measurement of K_c
 - 2.4. Elliptical cracks. Leak-before-break (LBB)
 - 2.5. Computational fracture mechanics
3. Elastoplastic fracture mechanics.
 - 3.1. Crack-tip plasticity. Plastic zone correction of LEFM
 - 3.2. Failure criteria based on the J-Integral
 - 3.3. The failure assessment diagram method
 - 3.4. Computational fracture mechanics
4. Time-dependent crack growth: Fatigue and Stress Corrosion
 - 4.1. Introduction to fatigue. Crack propagation. Paris' law
 - 4.2. Constant and variable amplitude loading. Loading spectra
 - 4.3. Stress life approach and strain life approach
 - 4.4. Stress corrosion and corrosion-fatigue crack growth
5. Failure analysis. Fractography

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<p>0. Introduction to fracture mechanics Duración: 01:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>1. Linear Elastic Fracture Mechanics (Global Approach). -History of Fracture Mechanics, Global Approach, Computation of Energy Release Rate Duración: 01:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
2	<p>1. Linear Elastic Fracture Mechanics (Global Approach). Measurement of the crack resistance (R). Duración: 01:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Exercises. 1. LEFM - Global approach (G&R) Duración: 01:45 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
3	<p>1. Linear Elastic Fracture Mechanics (Global Approach). Fracture of Thin Sheets Duración: 01:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Lab-type problem 1. Determination of R from experimental data. (A1) Duración: 01:45 AIV: Aula invertida</p>		<p>Remote assessment for Lab-type problem 1 (A1) ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:30</p>
4	<p>2. Local Approach to Fracture. -Introduction to K and Kc Duración: 01:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>2. Local Approach to Fracture. -Computation of the Stress Intensity Factor (K) Duración: 01:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
5	<p>2. Local Approach to Fracture. - Fracture toughness (Kc) Duración: 01:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Exercises. 2. LEFM - Local approach (K&Kc) Duración: 01:45 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			

6	<p>2. Local Approach. -Elliptical cracks. Leak-before-break Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Exercises. 2. LEFM - Local approach Elliptical cracks, LBB Duración: 00:45 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>Lab-type problem 2. Local Approach. -Determination of KC from experimental data (A2) Duración: 01:45 AIV: Aula invertida</p>		<p>Remote assessment for Lab-type problem 2 (A2) ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:30</p>
7		<p>Computational fracture mechanics (KI) - PART 1- (A3) Duración: 03:30 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>		<p>Remote assessment for Computational Fracture Mechanics - PART I- (A3) ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:30</p>
8	<p>EXAM I. Global and Local approach in LEFM Duración: 01:45 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>	<p>Guided exercise class (I). Duración: 01:45 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>		<p>EXAM I. Global and Local approach in LEFM -E1- EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 01:45</p>
9	<p>3. Elastic-Plastic Fracture Mechanics. - Crack-tip plasticity. Small-Scale Yielding (SSY). Plastic zone correction of LEFM Duración: 01:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>3. Elastic-Plastic Fracture Mechanics. - Failure criteria based on the J-Integral Duración: 01:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
10	<p>3. Elastic-Plastic Fracture Mechanics. - The Failure Assessment Diagram Duración: 01:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Exercises. 3. Elastoplastic fracture mechanics Duración: 01:45 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
11		<p>Computational fracture mechanics (J) - PART 2- (A4) Duración: 03:30 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>		<p>Remote assessment for Computational Fracture Mechanics - PART II- (A4) ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:30</p>
12	<p>4. Crack Growth with Time: Fatigue and Stress Corrosion -Introduction to fatigue. Crack Propagation. Paris' law Duración: 01:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>4. Crack Growth with Time: Fatigue and Stress Corrosion -Constant and variable amplitude loading. Loading spectra. Stress life approach and strain life approach Duración: 01:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			

13	<p>Exercices. 4. Fatigue Duración: 01:45 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>4.Crack Growth with Time: Fatigue and Stress Corrosion -Stress corrosion and corrosion-fatigue crack growth Duración: 01:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
14	<p>4. Failure Analysis. Fractography Duración: 01:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Guided exercise class (II). Fatigue and Stress Corrosion Cracking Duración: 01:45 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>		
15		<p>Fracture Mechanics in Action: Real-World Problem Analysis. -ORAL PRESENTATION- Duración: 03:30 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>		<p>Fracture Mechanics in Action: Real-World Problem Analysis. -ORAL PRESENTATION- PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación Progresiva y Global Presencial Duración: 03:30</p>
16				
17				<p>Exam II (Continuous Assessment) -E2- EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 01:45</p> <p>Final Exam EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global Presencial Duración: 01:45</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.

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
3	Remote assessment for Lab-type problem 1 (A1)	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	00:30	3.75%	0 / 10	CE 2. CE 5. CG 1 CG 11
6	Remote assessment for Lab-type problem 2 (A2)	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	00:30	3.75%	0 / 10	CE 2. CE 5. CG 1 CG 11
7	Remote assessment for Computational Fracture Mechanics - PART I- (A3)	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	00:30	3.75%	0 / 10	CE 2. CE 5. CG 1 CG 11
8	EXAM I. Global and Local approach in LEFM -E1-	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:45	30%	4 / 10	CE 2. CE 5. CG 1 CG 3 CG 11
11	Remote assessment for Computational Fracture Mechanics - PART II- (A4)	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	00:30	3.75%	0 / 10	CE 2. CE 5. CG 1 CG 11
15	Fracture Mechanics in Action: Real-World Problem Analysis. -ORAL PRESENTATION-	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	03:30	25%	5 / 10	CE 2. CE 5. CG 1 CG 2 CG 3 CG 11
17	Exam II (Continuous Assessment) -E2-	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:45	30%	4 / 10	CE 2. CE 5. CG 1 CG 3 CG 11

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
15	Fracture Mechanics in Action: Real-World Problem Analysis. -ORAL PRESENTATION-	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	03:30	25%	5 / 10	CE 2. CE 5. CG 1 CG 2 CG 3 CG 11
17	Final Exam	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:45	75%	5 / 10	CE 2. CE 5. CG 1 CG 3 CG 11

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Final Exam (Extraordinary Call)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:45	80%	5 / 10	CE 2. CE 5. CG 1 CG 3 CG 11
Fracture Mechanics in Action: Real-World Problem Analysis. -Oral Presentation-	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	01:30	20%	5 / 10	CE 2. CE 5. CG 1 CG 2 CG 3 CG 11

7.2. Criterios de evaluación

Progressive assessment

The **progressive assessment** evaluates your knowledge of Fracture Mechanics through a combination of **exams**, **remote activities**, and a **group-based oral presentation**. This approach rewards consistent effort, critical thinking, teamwork, and communication skills. To pass via progressive assessment, you must meet minimum requirements for specific components and achieve a total score of at least 50/100 points.

- **Partial Exams (E1 and E2):**

- + Weight: 30 points each (60 points total).

- + Description: Two exams assessing theoretical and practical knowledge of Fracture Mechanics.

- + Minimum Requirement: Score at least 12 points (4/10) on each exam to be eligible for passing via progressive assessment.

Note: The **E2** exam date coincides with the Ordinary Call final exam date.

- **Remote Assessment Activities (A1, A2, A3, A4):**

- + Weight: 3.75 points each (15 points total).

- + Description: Complete four questionnaires on Moodle, each focusing on a specific Fracture Mechanics topic. These activities test your understanding of key concepts.

- + Minimum Requirement: None.

- **Fracture Mechanics in Action: Real-World Problem Analysis (OP):**

- + Weight: 25 points.

- + Description: In groups of up to 5, select and analyze a real-world case study related to Fracture Mechanics (e.g., fatigue failure in aircraft or crack propagation in infrastructure). Prepare and deliver an oral presentation,

demonstrating the application of theoretical concepts to practical problems. This activity fosters critical thinking, teamwork, and communication skills.

+ Minimum Requirement: Score at least 12.5 points to be eligible for passing via progressive assessment.

+ Evaluation: Graded based on individual performance during the oral presentation and quality of the practical problem presented.

Final Mark Calculation: Formula: Final Mark = E1 + E2 + A1 + A2 + A3 + A4 + OP; Pass Mark: 50/100 points.

Ordinary Call (June)

For students who do not pass via progressive assessment.

Assessment components:

- **Final Exam:**

+ Weight: 75 points.

+ Description: A comprehensive exam covering all Fracture Mechanics topics.

+ Minimum Requirement: Score at least 37.5 points to be eligible for passing.

- **Fracture Mechanics in Action: Real-World Problem Analysis (OP):**

+ Weight: 25 points.

+ Description: Same as in progressive assessment. This activity **must be completed** during the regular course schedule. If not passed, you must answer an additional question on the final exam to compensate. If a student does not complete the oral presentation during the regular course schedule, they must participate in the Extraordinary Call to pass the course.

+ Minimum Requirement: Score at least 12.5 points to be eligible for passing.

Final Mark Calculation: Formula: Final Mark = Final Exam + OP; Pass Mark: 50/100 points.

Extraordinary Call (July)

-

For students who do not pass via progressive assessment or ordinary call, the extraordinary call provides a final opportunity to pass.

Assessment components:

- **Final Exam:**

+ Weight: 80 points.

+ Description: A comprehensive exam covering all Fracture Mechanics topics.

+ Minimum Requirement: Score at least 40 points to be eligible for passing.

- **Fracture Mechanics in Action: Real-World Problem Analysis (OP):**

+ Weight: 20 points.

+ Description: Same as in progressive assessment. This activity must be completed during the regular course schedule. If not completed or passed, you must answer an additional question on the final exam to compensate.

+ Minimum Requirement: Score at least 10 points to be eligible for passing.

Final Mark Calculation: Formula: Final Mark = Final Exam + OP; Pass Mark: 50/100 points.

In case of need for health reasons, the teaching and assessment activities will be undertaken by using telematic resources.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
FRACTURE MECHANICS. FUNDAMENTALS AND APPLICATIONS (Anderson), CRC Press, Boca Raton (Florida), 1995	Bibliografía	
THE PRACTICAL USE OF FRACTURE MECHANICS (Broek), Kluwer Academic Publisher, Dordrecht (Holanda), 1989	Bibliografía	
ADVANCED FRACTURE MECHANICS (Kanninen y Popelar), Oxford University Press, Nueva York (USA), 1985	Bibliografía	
MECANICA DE LA FRACTURA (Manuel Elices). Publicaciones de la Escuela de Ingenieros de Caminos (6a Edición)	Bibliografía	
Class presentations & Exercises with numerical solution	Recursos web	(Available in Moodle)
Fracture Mechanics (Web site)	Recursos web	https://www.fracturemechanics.org/
Fracture Mechanics-II (Web site)	Recursos web	https://mechanicalc.com/reference/fracture-mechanics

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

In case of need for health reasons, the teaching and assessment activities will be undertaken by using telematic resources.

The team-work capability (CG2) can be developed telematically since the students can use virtual meetings to discuss the way to solve a problem.

This subject contributes to the following UN Sustainable Development Goals (SDG) through its learning processes and the results obtained: SDG 9, SDG 10, SDG 11, and SDG 12.