

# **Máster en Mecánica Aplicada**

## **66408 - Teoría de la fractura, fatiga y comportamiento en servicio**

**Guía docente para el curso 2012 - 2013**

**Curso: 1, Semestre: 2, Créditos: 5.0**

---

### **Información básica**

---

#### **Profesores**

- **Ricardo Ríos Jordana** [ricrios@unizar.es](mailto:ricrios@unizar.es)
- **José Félix Rodríguez Matas** [jfrodrig@unizar.es](mailto:jfrodrig@unizar.es)
- **Jorge Grasa Orús** [jgrasa@unizar.es](mailto:jgrasa@unizar.es)
- **María de los Ángeles Pérez Ansón** [angeles@unizar.es](mailto:angeles@unizar.es)

#### **Recomendaciones para cursar esta asignatura**

La asignatura tiene un enfoque eminentemente aplicado con una mínima discusión de los aspectos fundamentales de mecánica o estadística. Por esta razón se recomienda a los estudiantes haber cursado una asignatura básica de la teoría de elasticidad y estadística, así como principios de álgebra lineal

#### **Actividades y fechas clave de la asignatura**

Inicio de clases: 8 de febrero. Fin de clases: 21 de Mayo.

Horario de la asignatura y aula: aula 2.16, miércoles 16-18, jueves 17-18.

Clases Magistrales:

- Teoría de fractura: 10 de febrero al 4 de marzo (Prof. Jorge Grasa)
- Fatiga: 17 de marzo al 15 de abril (Prof. M<sup>a</sup> Angeles Pérez)
- Fiabilidad: 28 abril al 20 de mayo (Prof. José F. Rodríguez)

Primera sesión de prácticas: 10 y 11 de marzo (Prof. Ricardo Ríos)

Segunda sesión de prácticas: 21 y 22 de abril (Prof. Ricardo Ríos)

---

### **Inicio**

---

## **Resultados de aprendizaje que definen la asignatura**

**El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...**

**1:**

Conocer los principales conceptos acerca de los mecanismos de fractura y fatiga de materiales y de la fiabilidad de elementos estructurales.

**2:**

Ser capaz de aplicar los conceptos teóricos anteriormente desarrollados a casos teóricos-prácticos.

**3:**

Ser capaz de desarrollar modelos de fractura o fatiga, e incluso de desarrollar una aplicación de fiabilidad en ingeniería civil y en fenómenos físicos de acumulación de daño.

**4:**

Demostrar capacidad de análisis y síntesis, y de organización y planificación de los conocimientos adquiridos a lo largo de la impartición de la asignatura

## **Introducción**

### **Breve presentación de la asignatura**

La asignatura de mecánica de fractura, fatiga y comportamiento en servicio es un curso de 5 créditos ECTS con un total de 125 horas con un total de 40 horas de clases magistrales y 10 horas de prácticas de laboratorio, requiriendo un total aproximado de 75 horas de trabajo del estudiante para la elaboración de los trabajos de la asignatura y estudio.

El enfoque de la asignatura es eminentemente práctico en la cual se aplican conceptos básicos de mecánica a los casos concretos de fractura y fatiga, estudiando problemas de fractura dinámica y fractura elastoplástica, así como la acumulación de daño debido a la fatiga del material entre otros. En la mayor parte de los casos, estos conceptos se discuten dentro del contexto de un problema particular. En la asignatura también se imparten los principios de la fiabilidad estructural desde un punto de vista aplicado. El curso está limitado a la fiabilidad de un solo componente, enfocándose en los métodos de primer orden para los cuales se definen los principios básicos y se desarrollan los algoritmos y su implementación aplicada a problemas prácticos.

---

## **Contexto y competencias**

## **Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura**

### **La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:**

El carácter aplicado de la asignatura pretende desarrollar los conceptos básicos y herramientas presentados en otros cursos del máster aplicándolos a problemas concretos de la mecánica y la ingeniería, en particular: mecánica de fractura, fatiga y la fiabilidad estructural.

### **Contexto y sentido de la asignatura en la titulación**

Al ser el objetivo de este máster, la formación de estudiantes en ingeniería mecánica avanzada, esta asignatura presenta la aplicación de los conceptos básicos adquiridos en asignaturas de mecánica de los medios continuos a problemas concretos de ingeniería como la fractura y la fatiga, ayudando así a una mejor maduración y asimilación del conocimiento.

**Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...**

- 1:** Conocer los principales conceptos acerca de los mecanismos de fractura y fatiga de materiales y de la fiabilidad de elementos estructurales
- 2:** Ser capaz de aplicar los conceptos teóricos anteriormente desarrollados a casos teóricos-prácticos
- 3:** Ser capaz de desarrollar modelos de fractura o fatiga, e incluso de desarrollar una aplicación de fiabilidad en ingeniería civil y en fenómenos físicos de acumulación de daño
- 4:** Capacidad de análisis y síntesis, y de organización y planificación de los conocimientos adquiridos a lo largo de la impartición de la asignatura

### **Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:**

El estudiante no solo se ve expuesto a nuevas disciplinas de la mecánica aplicada como lo es la fractura y la fatiga, pero también adquiere una visión más general en la aplicación de los conceptos básicos a otros problemas de ingeniería. Un ejemplo concreto viene dado en la fiabilidad de componentes estructurales en cuya formulación y resolución pueden verse involucrados conceptos de fractura y acumulación de daño junto a elementos de estadística y cálculo numérico

---

## **Evaluación**

---

### **Actividades de evaluación**

**El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación**

- 1:** **Tareas individuales (40% de la nota final)**  
Problemas prácticos de las diferentes partes de la asignatura asignados por cada profesor.

- 2:** **Trabajo de la Asignatura (40% nota total)**  
Desarrollo de un trabajo que consiste en la implementación en MATLAB de los algoritmos de fiabilidad de primer orden para elementos estructurales. El estudiante entregará una pequeña memoria del problema resuelto junto a la implementación en matlab que será también evaluada

- 3:** **Guiones de prácticas (20% de la nota final)**  
Después de cada sesión práctica el estudiante deberá completar los guiones de cada práctica

---

## **Actividades y recursos**

---

### **Presentación metodológica general**

**El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:**

- Asistencia a clases magistrales y a las prácticas de laboratorio.
- Estudio de la información con apoyo del material de apoyo entregado y la bibliografía recomendada.
- Aplicación de los conceptos adquiridos a la resolución de problemas en trabajos titulados por los diferentes profesores de la asignatura.
- Retención a largo plazo.

## Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)

**El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...**

### 1: Clases magistrales

1. Teoría de la fractura
  - 1.1. Introducción a la Mecánica de la Fractura
  - 1.2. Mecánica de la Fractura Elástico-Lineal
  - 1.3. Mecánica de la Fractura Dinámica
  - 1.4. Mecánica de la Fractura Elasto-Plástica
2. Fatiga
  - 2.1. Introducción
  - 2.2. Conceptos básicos sobre fatiga
  - 2.3. Método de conteo de ciclos
  - 2.4. Teorías sobre fatiga
  - 2.5. Curvas S-N
  - 2.6. Fatiga uniaxial e-N
  - 2.7. Fatiga biaxial
3. Fiabilidad estructural
  - 3.1. Conceptos básicos de fiabilidad en la ingeniería
  - 3.2. Procesamiento de la información estocástica
  - 3.3. Variables aleatorias básicas y modelización
  - 3.4. Métodos de análisis de la fiabilidad
  - 3.5. Métodos estocásticos de acumulación de daño
  - 3.6. Ejemplos de aplicación de fiabilidad en ingeniería civil y en fenómenos físicos de acumulación de daño.

### 2: Prácticas de Laboratorio

- **Práctica 1:** Métodos experimentales en fractura. Ensayo de fractura de una probeta CT y visualización de la superficie de fractura en microscopio electrónico. Cálculo de la resistencia a la fractura en modo I: parámetro  $K_{Ic}$  validado tras el ensayo.
- **Práctica 2:** Práctica de crecimiento de grieta con probeta CT y seguimiento de grieta con catetómetro. Determinación de la ecuación de Paris.

## **Prácticas de Ordenador**

- **Práctica 1:** Modelo de acumulación de daño sobre una probeta tipo incorporando daño por fatiga
- **Práctica 2:** Aplicación de la corrección de Neuber a la probeta anterior (fatiga uniaxial)
- **Práctica 3:** Crecimiento de grietas por fatiga

### **3: Ejercicios individuales**

Resolución de un conjunto de problemas asignados por cada profesor de la asignatura a ser resueltos individualmente por cada estudiante

### **4: Trabajo práctico**

- Implementación en MATLAB del algoritmo de fiabilidad de primer orden para variables aleatorias con estadística normal así como el cálculo de sensibilidades
- Preparación de los guiones de prácticas

## **Planificación y calendario**

### **Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos**

Inicio de clases: 8 de febrero de 2010. Fin de clases: 21 de Mayo de 2010.

Horario de la asignatura y aula: aula ?, miércoles 16-18, jueves 17-18.

Clases Magistrales:

- Teoría de fractura: 10 de febrero al 4 de marzo de 2010 (Prof. Jorge Grasa)
- Fatiga: 17 de marzo al 15 de abril de 2010 (Prof. Mariángeles Pérez)
- Fiabilidad: 28 abril al 20 de mayo de 2010 (Prof. José F. Rodríguez)

Primera sesión de prácticas: 10 y 11 de marzo de 2010 (Prof. Ricardo Ríos)

Segunda sesión de prácticas: 21 y 29 de abril de 2010 (Prof. Ricardo Ríos)

Entrega de Trabajos y Tareas: Hasta el 04 de junio de 2010 para la primera convocatoria y hasta el 06 de septiembre de 2010 para la segunda convocatoria.

## **Bibliografía**

### **Bibliografía**

### **Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada**