

## DENOMINACIÓN

ANÁLISIS DE MATERIALES COMPUESTOS POR EL MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS

## CARGA HORARIA

Modalidad	Carga Teórica	Carga Práctica	TOTAL
Presencial	40 hs	20 hs	60 hs
A distancia			
<b>TOTAL</b>	<b>40 hs</b>	<b>20 hs</b>	<b>60 hs</b>

## OBJETIVOS

- Incorporar los conocimientos básicos de los distintos materiales compuestos y definir los procesos de obtención de materiales compuestos laminados, haciendo énfasis en la calidad de las piezas resultantes desde el punto de vista de reproducir la estructura modelada computacionalmente.
- Mostrar los conceptos básicos de la modelación constitutiva de estos materiales, con énfasis en los materiales compuestos laminados. Presentar los modelos constitutivos generales para materiales compuestos que se han desarrollado en los últimos años y las tendencias futuras en esta área.
- Introducir las teorías básicas de análisis de compuestos laminados y su aplicación a través de técnicas computacionales basadas en el método de elementos finitos. Mostrar los aspectos de la modelación computacional de materiales compuestos asociadas a la no linealidad de los modelos numéricos frente a fenómenos complejos (delaminación, pandeo, etc.)
- Desarrollar aptitudes para modelar problemas de mecánica de sólidos y estructuras construidas con materiales compuestos.

## CONTENIDOS

### Capítulo I: Introducción y Preliminares

I.1 – Introducción al álgebra vectorial y tensorial. I.2 – Representación matricial de vectores y tensores. I.4 – Transformaciones de vectores y tensores. I.5 – Relaciones integrales.

### Capítulo II: Materiales Compuestos

II.1 – Definición de Materiales Compuestos. II.2 – Materiales involucrados en compuestos con fibras: fibras de refuerzo y matrices. II.3 – Materiales compuestos laminados. II.4 – Materiales compuestos con partículas.

### Capítulo III: Procesos de Fabricación de Materiales Compuestos

III.3 – Generalidades de la fabricación de materiales compuestos. III.2 – Influencia de las variables de los procesos en la calidad del compuesto laminado final. III.3 – Procesos de laminación: manual húmedo, saco de vacío, autoclave, membrana deformable, y molde y contra molde. III.4 – Métodos de difusión de resina (RTM, LRTM.). III.5 – Obtención de compuestos laminados por bobinado.

#### **Capítulo IV: Formulación de las Ecuaciones de Gobierno (PTV)**

IV.1 – Aplicación de la mecánica del continuo: leyes de conservación y equilibrio. IV.2 – Forma débil de las ecuaciones de gobierno empleando el Principio de Trabajos Virtuales “PTV” (desplazamientos y velocidades virtuales). IV.3 – Métodos variacionales.

#### **Capítulo V: Modelación Constitutiva de los Materiales Compuestos**

V.1 – Modelación constitutiva de materiales, elasticidad: relaciones isótropas y ortótropas. V.2 – Plasticidad infinitesimal y viscoplasticidad. V.3 – Conceptos de daño y degradación. V.4 – Caracterización del material a través de la ley de mezclas. V.5 – Nuevo modelo constitutivo generalizado para el estudio de compuestos.

#### **Capítulo VI: Teoría Clásica y Teoría de Primer Orden de las Placas Laminadas**

VI.1 – Teoría Clásica de Laminados (CLPT): hipótesis, relaciones cinemáticas, ecuaciones constitutivas y de gobierno del laminado. VI.2 – Teoría de Primer Orden de Laminados (FSDT): relaciones cinemáticas, ecuaciones constitutivas y de gobierno del laminado. VI.3 – Implementación del modelo generalizado de compuestos en la FSDT.

#### **Capítulo VII: Aplicación del Método de Elementos Finitos al Análisis de Placas Laminadas**

VII.1 – Análisis de láminas por método de elementos finitos. VII.2 – Aplicación del MEF a la teoría clásica (CLPT) y a la teoría de primer orden: forma débil del problema, aproximación numérica (triángulos y cuadriláteros) y modelación de las láminas de compuestos.

#### **Capítulo VIII: Aspectos Avanzados de la Modelación de Materiales Compuestos Laminados**

VIII.1 – Mejoras a la teoría de compuestos laminados: teoría de tercer orden y modelo de desplazamientos finitos. VIII.2 – Análisis no lineal de compuestos laminados: métodos de solución no lineal. VIII.3 – Aspectos complejos: bloqueo membranal, delaminación, y pandeo de fibras en laminados en compresión.

#### **ACTIVIDADES PRÁCTICAS**

Se entregarán trabajos prácticos que deberán ser resueltos, por los alumnos, fuera del horario de clase y serán revisados juntamente con el profesor y bajo su supervisión en clases de consulta (en horarios acordados con los alumnos, previo al dictado de la materia).

#### **MODALIDAD DE EVALUACIÓN**

La evaluación del curso consiste en un examen teórico final integrador (escrito) de los contenidos de la materia. La condición de promoción del curso corresponde a la aprobación del examen teórico y la presentación (y aprobación) de los prácticos asignados por el profesor.

#### **BIBLIOGRAFÍA**

- 1 - Reddy, J.N., **Mechanics of Laminated Composite Plates: Theory and Analysis**, Second Edition, CRC Press, 2003.
- 2 - Oller, S., **Análisis y Cálculo de Estructuras de Materiales Compuestos**, Centro de Métodos Numéricos en Ingeniería (CIMNE), Barcelona, 2002.
- 3 - Car E, Oller S, Oñate E., **Tratamiento numérico de los materiales compuestos**, Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña, 2002.
- 4 - Zalamea, F., **Modelización de compuestos mediante la teoría de homogeneización**, Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Cataluña, 2001.

- 5 - Simo, J.C., Hughes, T.J.R., **Computational Inelasticity**, second edition, Springer-Verlag, 2000.
- 6 - Bonet, J., Word, R.D., **Nonlinear Continuum Mechanics for Finite Element Analysis**, Cambridge University Press, 1997.
- 7 - Dhondt, G., **The finite element method for three-dimensional thermomechanical applications**, John Wiley & Sons, 2004
- 8 - ASM Internacional, **Composites, Volume 21 Engineered Materials Handbook**, 2001
- 9 - George Lubin, **Handbook of Composites**, Van Nostrand Reinhold; 2 edition (September 1981)
- 10 - R Jones, **Mechanics of composites Materials**, Taylor and Francis, 1999