Guía docente
250703 - 250703 - Estructuras de Materiales Compuestos

Última modificación: 20/06/2024

Unidad responsable: Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona
Unidad que imparte: 751 - DECA - Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DEL TERRENO (Plan 2015). (Asignatura optativa).
MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA ESTRUCTURAL Y DE LA CONSTRUCCIÓN (Plan 2015). (Asignatura optativa).

Curso: 2024 **Créditos ECTS:** 5.0 **Idiomas:** Castellano

PROFESORADO

Profesorado responsable: LUCIA GRATIELA BARBU

Otros: LUCIA GRATIELA BARBU, SERGIO JIMÉNEZ REYES

METODOLOGÍAS DOCENTES

Esta asignatura se desarrolla en 12 clases de 3 horas cada una. Cada clase tendrá aproximadamente 1:30 horas dedicadas al dictado teórico de la misma i 0:30 de discusión y consultas. Así mismo, se dedicaran 11 horas al desarrollo de trabajos/problemas de aplicación de algunos temas de la asignatura, y 8 horas a evaluación de trabajos.

Se utiliza material de apoyo en formato de plan docente detallado mediante el campus virtual ATENEA: contenidos, programación de actividades de evaluación y de aprendizaje dirigido y bibliografía.

Aunque la mayoría de las sesiones se impartirán en el idioma indicado en la guía, puede que las sesiones en las que se cuente con el apoyo de otros expertos invitados puntualmente se lleven a cabo en otro idioma.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Asignatura para conocer el comportamiento y el cálculo de estructuras de materiales compuestos

Capacidad para concebir y calcular estructuras construidas con materiales compuestos. Capacidad para interpretar resultados procedentes de programas de elementos finitos apropiados para el análisis no-lineal de estructuras de compuestos

Introducción, definición y utilización de algunos materiales compuestos. Anisotropía del material. Teoría de mezclas: Deslizamiento fibra matriz (DFM). Delaminación de compuestos laminados. Teoría de homogeneización. Pandeo inelástico en compuestos reforzados. Estructuras de fuselaje y alas de avión en materiales compuestos y mixtas (aluminio-compuesto). Reparación y refuerzo de estructuras con materiales compuestos

El objetivo de ésta asignatura es conseguir que el estudiante adquiera una amplia información acerca del comportamiento y cálculo de estructuras construidas en materiales compuestos. Asimismo, se espera que estos estudios le permitan interpretar resultados procedentes de programas de elementos finitos apropiados para el análisis no-lineal de estructuras de compuestos. Se aborda el estudio de esta asignatura bajo el supuesto que las estructuras podrán alcanzar un comportamiento no-lineal cinemático y/o constitutivo.
Para analizar numéricamente el comportamiento de las estructuras, se estudiará dos teorías básicas: 1) La "teoría de mezclas" y sus diversas evoluciones y 2) la "teoría de homogeneización" y sus diversas formas. También se recordará algunos modelos constitutivos no lineales para representar el comportamiento de cada sustancia básica.
Atención: En esta asignatura no se imparten contenidos relacionados con la Ingeniería Sísmica.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo mediano	9,8	7.83
Horas aprendizaje autónomo	80,0	63.95
Horas grupo grande	25,5	20.38
Horas grupo pequeño	9,8	7.83

Dedicación total: 125.1 h

CONTENIDOS

Introducción, definición y utilización de algunos materiales compuestos

Descripción:
Utilización de los materiales compuestos: en la industria del automóvil, en la industria aeronáutica, en la industria naval, en la ingeniería civil. Propiedades de los Compuestos. Características alcanzables. Clasificación de los materiales compuestos. Clasificación según su topología. Clasificación según sus componentes. Clasificación estructural.

Dedicación: 4h 48m
Grupo grande/Teoría: 2h
Aprendizaje autónomo: 2h 48m

Método del Elemento Finito

Descripción:
MEF elástico lineal
Tipos de no-linealidad
Resolución de sistemas no-lineales

Dedicación: 7h 11m
Grupo grande/Teoría: 3h
Aprendizaje autónomo: 4h 11m

No-linealidad geométrica

Descripción:
Clasificación
Superficie de fluencia
Evolución de la superficie

Dedicación: 7h 11m
Grupo grande/Teoría: 3h
Aprendizaje autónomo: 4h 11m

Teoría de Mezclas

Descripción:
* Teoría de mezclas clásica. Modificación teoría clásica. Modelo serie-paralelo. Teoría de mezclas generalizada. Teoría de mezclas clásica formulada en grandes deformaciones. Teoría de mezclas generalizada formulada en grandes deformaciones. Modificación de la teoría de mezclas para refuerzo de corta longitud. Ecuación constitutiva del material compuesto. Comparación "Micromodelo" vs. "Teoría de Mezclas" con anisotropía en grandes deformaciones. Aplicación a diversos problemas ingenieriles
* Teoría de mezclas clásica. Modificación teoría clásica. Modelo serie-paralelo. Teoría de mezclas generalizada. Teoría de mezclas clásica formulada en grandes deformaciones. Teoría de mezclas generalizada formulada en grandes deformaciones. Modificación de la teoría de mezclas para refuerzo de corta longitud. Ecuación constitutiva del material compuesto. Comparación "Micromodelo" vs. "Teoría de Mezclas" con anisotropía en grandes deformaciones. Aplicación a diversos problemas ingenieriles

Dedicación: 14h 23m
Grupo grande/Teoría: 2h 30m
Grupo mediano/Prácticas: 1h 30m
Grupo pequeño/Laboratorio: 2h
Aprendizaje autónomo: 8h 23m

Deslizamiento fibra-matriz

Descripción:
Distribución de tensiones a lo largo de la fibra de refuerzo. Interacción entre grietas y fibras. Modelos constitutivos para materiales compuestos con "DFM". Implementación. Formulación Lagrangeana "Total" y "Actualizada". Implementación de la teoría de mezclas y anisotropía en el contexto del "MEF". Fenómeno "DFM": Micromodelo y Teoría de mezclas con anisotropía.
Deslizamiento fibra matriz (DFM) (1,5 Clase)

Dedicación: 4h 48m
Grupo grande/Teoría: 1h
Grupo mediano/Prácticas: 1h
Aprendizaje autónomo: 2h 48m

Delaminación de materiales compuestos laminados

Descripción:
Identificación del fenómeno. Definición de la formulación. Acoplamiento con la formulación de la teoría de mezclas en pequeñas y grandes deformaciones.
Delaminación de compuestos laminados (1,5 Clase)

Dedicación: 4h 48m
Grupo grande/Teoría: 1h
Grupo mediano/Prácticas: 1h
Aprendizaje autónomo: 2h 48m

Teoría de Homogeneización

Descripción:
Introducción y estado del conocimiento. Métodos de Promedios. Teoría de expansión asintótica. Extensión del "Método de los Promedios" y del "Método de Expansión Asintótica" al problema no lineal. Otros temas relacionados con la homogeneización. Condiciones de contorno y su implementación. Solución en dos escalas del problema elástico. Cuestionamientos a la teoría de homogeneización y utilización de Métodos adaptativos y "multi-grid". Homogeneización mediante el Método de Elementos Finitos Voronoi. Teoría de homogeneización basada en la "Periodicidad Local". Conceptos sobre la estructura periódica. Periodicidad local de las variables. Efecto del campo de desplazamientos periódico. Homogeneización del tensor de deformaciones. La tensión homogeneizada y la ecuación de equilibrio. Fundamentos del problema elástico en la Micro-Macro escalas. Acoplamiento Micro-Macro estructural. Influencia de los efectos locales. Aplicación a diversos problemas: laminados reforzados, mampostería, etc.
Teoría de homogeneización (2,0 Clase)

Dedicación: 13h 12m
Grupo grande/Teoría: 3h 30m
Grupo mediano/Prácticas: 2h
Aprendizaje autónomo: 7h 42m

Reparación y refuerzo de estructuras con materiales compuestos

Descripción:
Introducción. Posibles soluciones para refuerzos de estructuras de vigas y pórticos de hormigón. Reparación y eficacia de las posibles soluciones. Cálculo y evaluación de los refuerzos y reparaciones.
Teoría y Ejemplos

Dedicación: 4h 48m
Grupo grande/Teoría: 2h
Aprendizaje autónomo: 2h 48m

Fatiga en Materiales Compuestos

Descripción:
Introducción, modelización de la fatiga, ejemplos

Dedicación: 3h 35m
Grupo grande/Teoría: 1h 30m
Aprendizaje autónomo: 2h 05m

Ejercicio de EF nolineal

Descripción:
Se utiliza software desarrollado en el Departamento

Dedicación: 28h 47m
Grupo pequeño/Laboratorio: 12h
Aprendizaje autónomo: 16h 47m

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

La calificación de la asignatura se obtiene a partir de las calificaciones de evaluación continuada y trabajos prácticos evaluables en cada uno de los temas.

La calificación de la asignutura resulta de la media de las notas de los trabajos presentados.

Los trabajos se realizarán utilizando herramientas informáticas como MathCad y/o Matlab y/o Elementos Finitos mediante programas que se proveerá a los alumnos

NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

Si no se realiza algun trabajo práctico o de evaluación continua en el periodo programado, se considerará como puntuación cero.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:

- Oller, S. Numerical simulation of mechanical behavior of composite materials [en línea]. Barcelona: International Center for Numerical Methods in Engineering (CIMNE) : Springer, 2014 [Consulta: 20/04/2020]. Disponible a: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-04933-5. ISBN 9783319049328.
- Jones, Robert M. Mechanics of composite materials. 2nd ed. New York, NY: Taylor & Francis, cop. 1999. ISBN 9781560327127.
- Christensen, Richard M. Mechanics of composite materials. Nova York: Dover, cop. 2005. ISBN 048644239X.
- Barbero, Ever J. Introduction to composite materials design [en línea]. 2nd ed. Boca Raton: Taylor & Francis, cop. 2011 [Consulta: 18/02/2021]. Disponible a: https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=1446773. ISBN 9781420079159.
- Tsai, Stephen W; Hahn, H. Thomas. Introduction to composite materials. Westport: Technomic Publishing, cop. 1980. ISBN 0877622884.
- Mallick, P.K. Fiber-reinforced composites : materials, manufacturing, and design. 3th ed. New York [etc.]: CRC, 2008. ISBN 9780849342059.
- Chawla, Krishan Kumar. Composite materials : science and engineering. 3rd ed. New York [etc.]: Springer, 2012. ISBN 9780387743646.

Complementaria:

- Miravete, A. [et al.]. Materiales Compuestos [en línea]. Zaragoza: Antonio Miravete De Marco, 2000 [Consulta: 20/01/2021]. Disponible a: https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=3429381. ISBN 8492134976.
- Sanchez-Palencia E., Zaoui A. Homogenization Techniques for Composite Media. Spring-Verlag, 1987. ISBN 3-540-47720-9.