UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

GUÍA DOCENTE *CURSO: 2015/16*

44523 - ANÁLISIS DE SÓLIDOS DEFORMABLES

CENTRO: *105 - Escuela de Ingenierías Industriales y Civiles*
TITULACIÓN: *4042 - Grado en Ingeniería Mecánica*
ASIGNATURA: *44523 - ANÁLISIS DE SÓLIDOS DEFORMABLES*
CÓDIGO UNESCO: *2205.02* **TIPO:** *Obligatoria* **CURSO:** *3* **SEMESTRE:** *1º semestre*
CRÉDITOS ECTS: *6* **Especificar créditos de cada lengua:** **ESPAÑOL:** *6* **INGLÉS:** *0*

SUMMARY

REQUISITOS PREVIOS

Se recomienda que los alumnos, repasen conocimientos de:

1.- Cálculo I: Cálculo Integral y Diferencial
2.- Cálculo II: Ecuaciones diferenciales
3.- Resistencia de Materiales: Temas de Elasticidad, Hipótesis cinemáticas, Equilibrio, Teoremas Energéticos

Plan de Enseñanza (Plan de trabajo del profesorado)

Contribución de la asignatura al perfil profesional:

La asignatura contribuye al conocimiento y capacidades del alumno en aspectos fundamentales del cálculo estructural y sus aplicaciones en las tecnologías industriales

Competencias que tiene asignadas:

Competencias básicas y generales:

G4 - TRABAJO EN EQUIPO. Ser capaz de trabajar como miembro de un entorno y equipo interdisciplinar ya sea como un miembro más, o realizando tareas de dirección con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.
G3 - COMUNICACIÓN EFICAZ ORAL Y ESCRITA. Comunicarse de forma oral y escrita con otras personas sobre los resultados del aprendizaje, de la elaboración del pensamiento y de la toma de decisiones; participar en debates sobre temas de la propia especialidad.
G5 - USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN. Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de la especialidad y valorar de forma crítica los resultados de esta gestión.
G6 - APRENDIZAJE AUTÓNOMO. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

Competencias de la titulación:

T3 - Conocimiento en materias básicas de la rama de ingeniería y arquitectura y materias tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
T4 - Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas.
T6 - Capacidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.

Competencias trnsversales:

N1 - Comunicarse de forma adecuada y respetuosa con diferentes audiencias (clientes, colaboradores, promotores, agentes sociales, etc.), utilizando los soportes y vías de comunicación más apropiados (especialmente las nuevas tecnologías de la información y la comunicación) de modo que pueda llegar a comprender los intereses, necesidades y preocupaciones de las personas y organizaciones, así como expresar claramente el sentido de la misión que tiene encomendada y la forma en que puede contribuir, con sus competencias y conocimientos profesionales, a la satisfacción de esos intereses, necesidades y preocupaciones.
N2 - Cooperar con otras personas y organizaciones en la realización eficaz de funciones y tareas propias de su perfil profesional, desarrollando una actitud reflexiva sobre sus propias competencias y conocimientos profesionales y una actitud comprensiva y empática hacia las competencias y conocimientos de otros profesionales.

Competencias específicas:

MTEM4 - Conocimientos y capacidades para aplicar los fundamentos de la elasticidad y resistencia de materiales al comportamiento de sólidos reales.
MTEM5 - Conocimientos y capacidad para el cálculo y diseño de estructuras y construcciones industriales

Objetivos:

Planteamiento correcto del modelo matemático, incluyendo las relaciones estáticas, cinemáticas y las ecuaciones constitutivas del material.

Conocer los planteamientos diferenciales e integrales del problema, así como distinguir las ventajas e inconvenientes.

Conocer el Método de los Elementos Finitos (MEF) en su aplicación a la resolución de problemas elásticos.

Introducir al alumno en el uso de un software comercial basado en el MEF, para la resolución de problemas elásticos de mediana dificultad.

Que el alumno adquiera capacidad de análisis (incluyendo el estado de tensiones, deformaciones y desplazamientos) y toma de decisión a la luz de los resultados obtenidos.

Comprensión de las tipologías de elementos estructurales y las diferencias tanto físicas como de modelo que las definen.

Introducción de leyes de comportamiento más complejas que la elástica y lineal.

La aplicación de las competencias, Genéricas, Nucleares, y Transversales relacionadas con el campo de estudio de la materia se tendrán en cuenta a través de trabajos y memorias que los

alumnos presentan a lo largo del curso. Sin embargo no son objeto de evaluación específica.

Contenidos:

Contenidos que figuran en la memoria del título

1.- Teoría de Elasticidad lineal: Tensor de Tensiones, Deformaciones, Leyes de Comportamiento, Ecuaciones de Gobierno y Condiciones de Contorno.

2.- El Método de los Elementos Finitos aplicado a la resolución de problemas que impliquen a elementos mecánicos o estructuras industriales.

Los anteriores puntos se desarrollarán en los siguientes temas:

notación:
T: horas de teoría (teoría + problemas)
Lab: horas prácticas numéricas.

TEMA 1. Introducción.
T: 1 horas; Lab: 0 horas.

1.1 Introducción y alcance de la asignatura
1.2 Cuestiones académicas y de organización docente.
1.3 Hipótesis fundamentales.

TEMA 2. Relaciones básicas de la elasticidad lineal.
T: 5 horas; Lab: 0 horas.

2.1 Introducción
2.2 Relaciones estáticas o de equilibrio.
2.3 Relaciones cinemáticas o de compatibilidad.
2.4 Relaciones constitutivas.
2.5 Condiciones de contorno.

TEMA 3. Rango de validez del comportamiento elástico.
T: 2 horas; Lab: 0 horas.

3.1 Introducción
3.2 Criterios de plastificación.
3.3 Rotura dúctil y rotura frágil.

TEMA 4. Planteamientos diferenciales del problema elástico.
T: 6 horas; Lab: 0 horas.

4.1 Introducción
4.2 Planteamiento diferencial en desplazamientos. Ecuaciones de Navier.
4.3 Planteamiento diferencial en tensiones. Ecuaciones de Michell-Beltrami.

TEMA 5. Planteamientos integrales del problema elástico.
T: 6 horas; Lab: 0 horas.

5.1 Introducción
5.2 Planteamientos en reciprocidad.

5.3 Principio de los Trabajos Virtuales.
5.4 Método de los residuos ponderados.

TEMA 6. Soluciones numéricas. El Método de los Elementos Finitos (MEF).
T: 2 horas; Lab: 0 horas.

6.1 Introducción
6.2 Selección del modelo estructural.
6.3 Etapas del método.

TEMA 7. El MEF para problemas de elasticidad bidimensional.
T: 17 horas; Lab: 5 horas.

7.1 Introducción
7.2 Elasticidad bidimensional
7.3 Formulación en elementos finitos. Elemento triangular de tres nodos.
7.4 Otros elementos sencillos.
7.5 Funciones de forma de elementos bidimensionales de clase Co.
7.6 Elementos isoparamétricos.
7.7 Integración numérica.
7.8 Programación.
7.9 Aplicaciones.

TEMA 8. Generalización del MEF.
T: 4 horas; Lab: 5 horas.

8.1 Introducción
8.2 Elemento tetraédrico de cuatro nodos.
8.3 Otros elementos de sólido tridimensional.
8.4 Cálculo de las integrales.
8.5 Elementos isoparamétricos.
8.6 Integración numérica.
8.7 Ejemplos de aplicación.
8.8 Otros problemas estructurales (placas, láminas, etc)

TEMA 9. Aspectos computacionales del MEF.
T: 2 horas; Lab: 5 horas.

9.1 Introducción
9.2 Restricción de movimientos.
9.3 Condensación nodal. Subestructuración.
9.4 Cálculo de tensiones en los nodos.
9.5 Simetrías.
9.6 Estimación del error.
9.7 Programación del MEF.

Metodología:

La transmisión de contenidos de la asignatura se apoya fundamentalmente en información escrita y en clases de pizarra para los contenidos teóricos y problemas. Se desarrollarán en clase los aspectos más importantes de los contenidos teóricos, incidiendo en los aspectos conceptuales y en las conclusiones, y eludiendo en lo posible los desarrollos puramente matemáticos, que podrán ser

estudiados en los textos. En las clases de teoría se empleará una técnica expositiva, es decir, el profesor desarrolla la materia y es seguido por los alumnos que irán planteando las dudas que encuentran en el desarrollo. Estas clases pueden incluir aplicaciones en forma de problemas, con el fin de ayudar a la sedimentación de los conceptos. Las clases de problemas se guiarán por una técnica heurística, y es en ellas donde la participación del alumnado debe resultar preponderante. Existen varios textos recomendados además de una numerosa colección de problemas resueltos, muchos de ellos de exámenes.
La docencia se completa con prácticas numéricas que permiten el acercamiento del alumno a software comercial de Elementos Finitos para la resolución de problemas elásticos.

Evaluacion:

Criterios de evaluación

Convocatoria Ordinaria:

Se realizará un examen escrito que incluirá cuestiones teóricas y problemas, y que representa el 80% de la nota final. Un 20% de la nota, resulta de la evaluación de trabajos personales y prácticas numéricas que se desarrollarán a lo largo del curso en el laboratorio de cálculo numérico. La realización de estos trabajos y prácticas numéricas es obligatorio para poder aprobar el examen escrito. Caso de que algún alumno no haya hecho las prácticas, se le dará cita un día y una hora determinada para hacer un examen de prácticas que consistirá en que dicho alumno resuelva un caso práctico mediante la utilización de un software específico utilizado en el curso. El tiempo para realización de este caso es de 2 horas. Caso de no aprobar este examen de prácticas tendrá una nota máxima de 4 aunque la media le haya supuesto aprobado.
Las prácticas se mantienen aprobadas en el tiempo mínimo que estipula el reglamento vigente actual

Convocatoria Extraordinaria, y Especial:
Se realizará un examen escrito que incluirá cuestiones teóricas y problemas, y que representa el 80% de la nota final. En caso de que el alumno tenga hechas las prácticas un 20% de la nota, resultará de la evaluación de sus trabajos personales y prácticas numéricas desarrolladas en el laboratorio de cálculo numérico. Caso de que algún alumno no haya hecho las prácticas, se le dará cita un día y una hora determinada para hacer un examen de prácticas que consistirá en que el alumno resuelva un caso práctico mediante la utilización de un software específico utilizado en el curso. El tiempo para realización de este caso es de 2 horas.Caso de no aprobar este examen de prácticas tendrá una nota máxima de 4 aunque la media le haya supuesto aprobado. Caso de que apruebe le supondrá el 20% de la nota del examen

Sistemas de evaluación

En todas las convocatorias la nota final se basará
en la asistencia y realización de la memoria de prácticas de laboratorio (AE2), y un examen con contenidos de teoría y de prácticas realizadas en el aula (AE3).
Criterios de calificación

La ponderación del sistema de evaluación se establece a continuación:

AE2: 20%
AE3: 80%

Plan de Aprendizaje (Plan de trabajo de cada estudiante)

Tareas y actividades que realizará según distintos contextos profesionales (científico, profesional, institucional, social)

Trabajo presencial:
- Clases teóricas (contexto cientifico).
- Clases prácticas de aula (contexto profesional).
- Prácticas de laboratorio y campo (contextos cientifico y profesional).

Trabajo no presencial:
- Estudio teórico (contexto cientifico).
- Estudio práctico (contexto profesional y social).
- Elaboración de informe de prácticas (contexto científico y profesional).

Temporalización semanal de tareas y actividades (distribución de tiempos en distintas actividades y en presencialidad - no presencialidad)

Semana 1: TEMA 1. Introducción, TEMA 2.Relaciones básicas de la elasticidad lineal
Actividades Teoría (h): 2
Actividades Prácticas de Aula (h): 1.5
Actividades Prácticas de Laboratorio (h): 1
Actividades y trabajo no presencial (h): 1

Semana 2: TEMA 2.Relaciones básicas de la elasticidad lineal
Actividades Teoría (h): 2
Actividades Prácticas de Aula (h): 1.5
Actividades Prácticas de Laboratorio (h): 1
Actividades y trabajo no presencial (h): 2

Semana 3: TEMA 3. Rango de validez del comportamiento elástico
Actividades Teoría (h): 2
Actividades Prácticas de Aula (h): 1.5
Actividades Prácticas de Laboratorio (h): 1
Actividades y trabajo no presencial (h): 3

Semana 4: TEMA 4. Planteamientos diferenciales del problema elástico
Actividades Teoría (h): 2
Actividades Prácticas de Aula (h): 1.5
Actividades Prácticas de Laboratorio (h): 1
Actividades y trabajo no presencial (h): 4

Semana 5: TEMA 4. Planteamientos diferenciales del problema elástico
Actividades Teoría (h): 2
Actividades Prácticas de Aula (h): 1.5
Actividades Prácticas de Laboratorio (h): 1
Actividades y trabajo no presencial (h): 4

Semana 6: TEMA 4. Planteamientos diferenciales del problema elástico
Actividades Teoría (h): 2
Actividades Prácticas de Aula (h):1.5
Actividades Prácticas de Laboratorio (h): 1

Actividades y trabajo no presencial (h): 4

Semana 7: TEMA 4. Planteamientos integral del problema elástico
Actividades Teoría (h): 2
Actividades Prácticas de Aula (h): 1.5
Actividades Prácticas de Laboratorio (h): 1
Actividades y trabajo no presencial (h): 4

Semana 8: TEMA 6. Soluciones numéricas. El Método de los Elementos Finitos (MEF).
Actividades Teoría (h): 2
Actividades Prácticas de Aula (h): 1.5
Actividades Prácticas de Laboratorio (h): 1
Actividades y trabajo no presencial (h): 4

Semana 9: TEMA 7. El MEF para problemas de elasticidad bidimensional.
Actividades Teoría (h): 2
Actividades Prácticas de Aula (h): 1.5
Actividades Prácticas de Laboratorio (h): 1
Actividades y trabajo no presencial (h): 6

Semana 10: TEMA 7. El MEF para problemas de elasticidad bidimensional.
Actividades Teoría (h): 2
Actividades Prácticas de Aula (h): 1.5
Actividades Prácticas de Laboratorio (h): 1
Actividades y trabajo no presencial (h): 6

Semana 11: TEMA 7. El MEF para problemas de elasticidad bidimensional.
Actividades Teoría (h): 2
Actividades Prácticas de Aula (h): 1.5
Actividades Prácticas de Laboratorio (h): 1
Actividades y trabajo no presencial (h): 6

Semana 12: TEMA 7. El MEF para problemas de elasticidad bidimensional.
Actividades Teoría (h): 2
Actividades Prácticas de Aula (h): 1.5
Actividades Prácticas de Laboratorio (h): 1
Actividades y trabajo no presencial (h): 6

Semana 13: TEMA 8. Generalización del MEF.
Actividades Teoría (h): 2
Actividades Prácticas de Aula (h): 1.5
Actividades Prácticas de Laboratorio (h): 1
Actividades y trabajo no presencial (h): 6

Semana 14: TEMA 8. Generalización del MEF.
Actividades Teoría (h): 2
Actividades Prácticas de Aula (h): 1.5
Actividades Prácticas de Laboratorio (h): 1
Actividades y trabajo no presencial (h): 6

Semana 15: TEMA 9. Aspectos computacionales del MEF.
Actividades Teoría (h): 2
Actividades Prácticas de Aula (h): 1.5

Actividades Prácticas de Laboratorio (h): 1
Actividades y trabajo no presencial (h): 6

Actividades y trabajo no presencial (h): 20

Resumen de horas totales:
Actividades Teoría (h): 30
Actividades Prácticas de Aula (h): 22.5
Actividades Prácticas de Laboratorio (h): 7.5
Actividades y trabajo no presencial (h): 90

Recursos que tendrá que utilizar adecuadamente en cada uno de los contextos profesionales.

Contexto científico: bibliografia, anotaciones de clase, campus virtual y manejo de Internet.
- Contexto profesional: documentacion técnica, guiones de prácticas, material audio-visual, campus virtual y manejo de Internet.
- Contexto institucional y social: material audio-visual, campus virtual y manejo de Internet.

Resultados de aprendizaje que tendrá que alcanzar al finalizar las distintas tareas.

Resultados del aprendizaje

1.- Comprender las hipótesis básicas de comportamiento estructural. Comprender la relación entre la
estructura real y el modelo de cálculo.
2.- Comprender y aplicar las ecuaciones de la elasticidad lineal a la resolución de problemas vinculados a la
obtención de la respuesta en tensiones/deformaciones/desplazamientos de piezas mecánicas o estructuras
continuas sometidas a carga estática.
3.- Desarrollar la capacidad para la creación de modelos de Elementos Finitos que permitan calcular la
respuesta de piezas mecánicas, estructuras continuas o estructuras de barras sometidas a carga estática.

Plan Tutorial

Atención presencial individualizada (incluir las acciones dirigidas a estudiantes en 5ª, 6ª y 7ª convocatoria)

En el despacho del profesorado en el horario establecido al principio del cuatrimestre.

Atención presencial a grupos de trabajo

En las clases prácticas de aula

Atención telefónica

En el despacho del profesor en horario de tutorías.

Atención virtual (on-line)

Se dispone de la plataforme Moodle de apoyo a la enseñanza presencial (Campus Virtual) de la asignatura.

Datos identificativos del profesorado que la imparte.

Datos identificativos del profesorado que la imparte

Dr./Dra. Francisco Chirino Godoy *(COORDINADOR)*

Departamento: *263 - INGENIERÍA CIVIL*

Ámbito: *605 - Mecánica De Los Med. Con. Y Teo.De Estr.*

Área: *605 - Mecánica De Los Med. Con. Y Teo.De Estr.*

Despacho: *INGENIERÍA CIVIL*

Teléfono: *928451908* **Correo Electrónico:** *francisco.chirino@ulpgc.es*

Dr./Dra. José María Emperador Alzola *(RESPONSABLE DE PRACTICAS)*

Departamento: *263 - INGENIERÍA CIVIL*

Ámbito: *605 - Mecánica De Los Med. Con. Y Teo.De Estr.*

Área: *605 - Mecánica De Los Med. Con. Y Teo.De Estr.*

Despacho: *INGENIERÍA CIVIL*

Teléfono: *928451912* **Correo Electrónico:** *josemaria.emperador@ulpgc.es*

Bibliografía

[1 Básico] Cálculo de estructuras por el método de elementos finitos: análisis estático lineal /

Eugenio Oñate Ibáñez de Navarra.

Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería,, Barcelona : (1995) - (2ª ed.)

8487867006

[2 Recomendado] Métodos de los elementos finitos en la ingeniería civil /

C. A. Brebbia, J. J. Connor.

Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos ;, Madrid : (1975)

8438000215

[3 Recomendado] Teoría de la elasticidad /

Federico París.

Universidad de Sevilla,, Sevilla : (1996)

8488783183