



**UNIVERSIDAD
DE GRANADA**



PLAN DE ESTUDIOS DE LA TITULACIÓN

MÁSTER OFICIAL DE ESTRUCTURAS

UNIVERSIDAD DE GRANADA

Curso: 2019-20

EL COORDINADOR DEL MÁSTER

Fdo. Rafael Gallego Sevilla

MASTER UNIVERSITARIO EN ESTRUCTURAS

GUIA DOCENTE DE LA ASIGNATURA
AÑO ACADÉMICO: 2019-20

ANÁLISIS MODAL Y DETECCIÓN DE DEFECTOS

(Fecha última actualización: 21/05/2019)

(Fecha de aprobación en Comisión Académica de Máster: 11/06/2019)

| MÓDULO | MATERIA | CURSO | SEMESTRE | CRÉDITOS | TIPO |
|---|--|---|----------|----------|----------|
| FCALIDAD Y DAÑO | Análisis modal y detección de defectos | 1º | 2º | 3,6 | Optativa |
| PROFESORES | | DIRECCIÓN y HORARIO TUTORÍAS | | | |
| Rafael Gallego Sevilla (Responsable y coordinador) | | http://directorio.ugr.es/static/PersonalUGR/*/show/3b82ccb81f0b9ab8ea93ec868e4f3107 | | | |
| Rosario Chamorro Moreno | | rchamorro@us.es (U. Sevilla) | | | |
| Rafael Castro Triguero | | rcastro@uco.es (U. Córdoba) | | | |
| Esther Reina Romo | | erreina@us.es (U. Sevilla) | | | |
| PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES: | | | | | |
| Haber cursado las asignaturas "Procesos estocásticos", "Dinámica de Estructuras", "Mecánica Computacional I: Elementos Finitos" | | | | | |
| BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS | | | | | |
| El objetivo del programa es familiarizar a los alumnos con el Análisis modal de estructuras, en su vertiente teórica como experimental, y tanto en su enfoque clásico como operacional, así como los métodos derivados de este análisis para la identificación de parámetros mecánicos y defectos en estructuras reales y capacitar al mismo para su utilización en sistemas estructurales simples. | | | | | |
| COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS | | | | | |
| <u>Competencias básicas:</u> | | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ➤ CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio ➤ CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios ➤ CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades ➤ CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo. | | | | | |
| <u>Competencias generales:</u> | | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ➤ CG1 - Comprender la naturaleza probabilista tanto de cargas como resistencia estructural y de la influencia de esta realidad en el diseño estructural ➤ CG2 - Manejar herramientas avanzadas para el análisis computacional, incluyendo técnicas de optimización de ayuda al diseño | | | | | |

B173



MASTER UNIVERSITARIO EN ESTRUCTURAS

- CG4 - Realizar estudios dinámicos experimentales de las estructuras e interacción entre la existencia de daño y su respuesta
- CG5 - Aplicar métodos avanzados para el análisis y diseño de estructuras metálicas y de hormigón armado
- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

Competencias específicas:

- CE3 - Conocer y emplear técnicas y algoritmos para la optimización de problemas complejos
- CE7 - Conocer los fundamentos de la dinámica estructural y emplear técnicas de análisis para sistemas simples y complejos ante diferentes tipos de carga
- CE9 - Conocer y emplear las técnicas de caracterización y evaluación de las fuentes de excitación dinámica sobre estructuras
- CE11 - Aplicar los modelos de daño y evaluar la influencia de dicho daño en la respuesta estructural
- CE12 - Conocer y emplear técnicas de identificación de parámetros y daño estructural
- CE18 - Conocer y ser capaz de seleccionar técnicas de laboratorio para medidas experimentales en estructuras.

Km 17.5

OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

El alumno sabrá/comprenderá:

- Análisis modal teórico y experimental
- Análisis en frecuencia de señales vibratorias
- Métodos de ajuste de parámetros
- Validación de los modelos
- Uso de los parámetros modales
- Instrumentación y montajes para el análisis modal
- Aspectos prácticos del análisis modal experimental
- Diferencias entre análisis modal experimental (AME) y operacional (OMA)
- Identificación de sistemas estructurales mediante OMA
- Actualización de modelos basados en Elementos Finitos
- Detección de daño estructural basado en OMA

El alumno será capaz de:

- Realizar un análisis modal experimental de una estructura simple
- Aplicar el análisis modal operacional a un sistema simple

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

- TEMA 1. Análisis modal
- TEMA 2. Análisis modal teórico y experimental
- TEMA 3. Métodos de ajuste de parámetros
- TEMA 4. Validación de los modelos
- TEMA 5. Uso de los parámetros modales
- TEMA 6. Instrumentación y montajes para el análisis modal
- TEMA 7. Aspectos prácticos del análisis modal experimental
- TEMA 8. Análisis en frecuencia de señales vibratorias
- TEMA 9. Práctica de análisis modal experimental de una estructura simple



MASTER UNIVERSITARIO EN ESTRUCTURAS

TEMA 10. Análisis modal operacional (OMA)
 TEMA 11. Diferencias entre análisis modal experimental y operacional
 TEMA 12. Identificación de sistemas estructurales mediante OMA
 TEMA 13. Actualización de modelos basados en Elementos Finitos
 TEMA 14. Detección de daño estructural basado en OMA
 TEMA 15. Ejemplo de aplicación práctica de análisis modal operacional

BIBLIOGRAFÍA

- ROSSITER, J.A., Model based predictive control, CRC PRESS, 2003
- WENZEL, H.; PICHLER, D., Ambient vibration monitoring, 2005, Wiley
- DOEBLING, S.W., et al, damage identification and Health Monitoring of Structural and Mechanical System form changes in their Vibration characteristics: A literature Review, Los Alamos Natl Lab, 1996
- W. HIELEN, W.; LAMMERS, S.; SAS, P., Modal Analysis Theory and Testing, Katholieke Universiteit Leuven, 1997
- EWINS, D.J., Modal Testing: Theory, Practice and Application (2ª ed.), Research Studies Press, 2000
- MAIA, N.M.M.; SILVA, J.M.M., Theoretical and Experimental Modal Analysis, Research Studies Press, 2000
- WENZEL, H., Health Monitoring of Bridges, 2009, Wiley
- PEETERS, B., System Identification and Damage Detection in Civil Engineering, PhD thesis, Department of Civil Engineering, K.U.Leuven, Belgium, December 2000.

ENLACES RECOMENDADOS

METODOLOGÍA DOCENTE

| Codificación/ numeración (máximo 3 caracteres) | Descripción de la Actividad Formativa | Horas | %Presencialidad |
|---|--|-----------|-----------------|
| AF1 | Clases teóricas | 18 | 100 |
| AF2 | Clases prácticas | 6 | 100 |
| AF3 | Trabajos tutorizados | 10 | 0 |
| AF4 | Tutorías | 2 | 100 |
| AF5 | Trabajo autónomo del estudiante | 50 | 0 |
| AF6 | Trabajo del estudiante en el centro de prácticas | 0 | 0 |
| AF7 | Evaluación | 4 | 100 |
| Horas totales y presenciales | | 90 | 30 |

EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

| Codificación / número | Descripción del Sistema de Evaluación | Ponderación mínima | Ponderación máxima |
|--------------------------|---|-----------------------|-----------------------|
| E1 | Pruebas, ejercicios y problemas, resueltos en clase o individualmente a lo largo del curso | 30 | 40 |
| E2 | Valoración final de informes, trabajos, proyectos, etc. (individual o en grupo) | 40 | 50 |
| E3 | Pruebas escritas | 15 | 25 |
| E4 | Presentaciones orales | 0 | 0 |
| E5 | Memorias | 0 | 0 |
| E6 | Aportaciones del alumno en sesiones de discusión y actitud del alumno en las diferentes actividades desarrolladas | 5 | 10 |



MASTER UNIVERSITARIO EN ESTRUCTURAS

DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA "NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA"

La Evaluación será continua, salvo si el alumno solicita **Evaluación Única Final (EUF)** en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura, por motivos laborales, estado de salud, discapacidad o cualquier otra causa debidamente justificada, tal y como establece el artículo 8 de la [NCG71/2](#).

INFORMACIÓN ADICIONAL

En 17/3



MASTER UNIVERSITARIO EN ESTRUCTURAS

GUIA DOCENTE DE LA ASIGNATURA

AÑO ACADÉMICO: 2019-20

DEFORMACIÓN EN HORMIGÓN ESTRUCTURAL

(Fecha última actualización: 21/05/2019)

(Fecha de aprobación en Comisión Académica de Máster: 11/06/2019)

| MÓDULO | MATERIA | CURSO | SEMESTRE | CRÉDITOS | TIPO |
|--|-------------------------------------|---|----------|----------|----------|
| CÁLCULO AVANZADO | Deformación en Hormigón Estructural | 1º | 1º | 3,6 | Optativa |
| PROFESORES | | DIRECCIÓN y HORARIO TUTORÍAS | | | |
| Enrique Hernández Montes | | Dpto. Mecánica de Estructuras e Ingeniería Hidráulica, 4ª planta, ETS de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Despachos nº 16. Correo electrónico: emontes@ugr.es Consultar tutorías página web del departamento: http://meih.ugr.es/static/InformacionAcademicaDepartamentos/*/docentes/87ea4960905da35f4c5b313af6da4dfa | | | |
| PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES: | | | | | |
| Tener conocimientos adecuados sobre: mecánica de estructuras y hormigón estructural. | | | | | |
| BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS | | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ➤ Modelos tensión-deformación del Hormigón ➤ Fluencia y retracción ➤ Modelos de hormigón confinado ➤ Diagramas tensión-deformación del acero ➤ Ecuaciones de equilibrio ➤ Diagramas momento curvatura ➤ Deformación a largo y corto plazo ➤ Tipos de cálculo estructural ➤ Elementos finitos tipo fibra ➤ Curvas de de empuje | | | | | |
| COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS | | | | | |
| <p><u>Competencias generales:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ CB1: Aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio. ➤ CB2: Integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios. ➤ CB3: Comunicar sus conclusiones –y los conocimientos y razones últimas que las sustentan– a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades. ➤ CB4: Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que | | | | | |

Enrique Hernández Montes



MASTER UNIVERSITARIO EN ESTRUCTURAS

habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Competencias específicas:

- CE1 Conocer herramientas computacionales para el análisis de estructuras
- CE2 Manejar herramientas computacionales en diversas aplicaciones estructurales
- CE13 Conocer y emplear modelos de comportamiento avanzados del hormigón estructural
- CE17 Ser capaz implementar algoritmos de resolución de problemas técnicos

OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

El alumno sabrá/comprenderá:

Los fenómenos básicos que intervienen en la deformación de elementos de hormigón estructural, así como su formulación mecánica y matemática:

- Comportamientos tensión-deformación del hormigón a corto y largo plazo en todo el rango de deformaciones
- Planteamiento de las ecuaciones de equilibrio
- Construcción de gráficas momento-curvatura a nivel sección transversal
- Integración de curvaturas por diferencias finitas

El alumno será capaz de:

- Resolver numéricamente problemas de deformación de elementos de hormigón armado y pretensado.

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

- Semana 1: Modelos tensión-deformación del hormigón.
- Semana 2: Modelos de rigidez a tracción y de confinamiento. Modelos de acero.
- Semana 3: Diagramas momento curvatura y cálculo de flechas.
- Semana 4: Cálculo estructural. Elementos finitos tipo fibra. Curvas de empuje.
- Semana 5: Software y presentación de trabajos.

BIBLIOGRAFÍA

- Hormigón Armado y Pretensado. Hernández Montes, E y Gil Martín LM. Colegio de Ingenieros de Caminos. 2015.
- Seismic design of Reinforced Concrete. Paulay and Priestley. Ed. Wiley and Sons. New York. 1992
- Prestressed Concrete Structures. Collins and Mitchell. Ed. Prentice may. New Jersey. 1991

ENLACES RECOMENDADOS

<https://ga3.ugr.es/es/serial/28.html>

METODOLOGÍA DOCENTE



MASTER UNIVERSITARIO EN ESTRUCTURAS

| Codificación/ numeración (máximo 3 caracteres) | Descripción de la Actividad Formativa | Horas | %Presencialidad |
|---|--|-----------|-----------------|
| AF1 | Clases teóricas | 18 | 100 |
| AF2 | Clases prácticas | 6 | 100 |
| AF3 | Trabajos tutorizados | 10 | 0 |
| AF4 | Tutorías | 2 | 100 |
| AF5 | Trabajo autónomo del estudiante | 50 | 0 |
| AF6 | Trabajo del estudiante en el centro de prácticas | 0 | 0 |
| AF7 | Evaluación | 4 | 100 |
| Horas totales y presenciales | | 90 | 30 |

EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

| Codificación / número | Descripción del Sistema de Evaluación | Ponderación mínima | Ponderación máxima |
|--------------------------|---|-----------------------|-----------------------|
| E1 | Pruebas, ejercicios y problemas, resueltos en clase o individualmente a lo largo del curso | 30 | 40 |
| E2 | Valoración final de informes, trabajos, proyectos, etc. (individual o en grupo) | 30 | 40 |
| E3 | Pruebas escritas | 0 | 0 |
| E4 | Presentaciones orales | 25 | 35 |
| E5 | Memorias | 0 | 0 |
| E6 | Aportaciones del alumno en sesiones de discusión y actitud del alumno en las diferentes actividades desarrolladas | 5 | 10 |
| E7 | Defensa pública del Trabajo Fin de Máster | 0 | 0 |

DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA "NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA"

La Evaluación será continua, salvo si el alumno solicita **Evaluación Única Final** en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura, por motivos laborales, estado de salud, discapacidad o cualquier otra causa debidamente justificada, tal y como establece el artículo 8 de la NCG71/2.

La prueba consistirá en un examen escrito con uno o dos problemas o bien en un examen oral.

INFORMACIÓN ADICIONAL



MASTER UNIVERSITARIO EN ESTRUCTURAS

GUIA DOCENTE DE LA ASIGNATURA DINAMICA DE ESTRUCTURAS

AÑO ACADÉMICO: 2019-20

(Fecha última actualización: 21/05/2019)
(Fecha de aprobación en Comisión Académica de Máster: 11/06/2019)

| MÓDULO | MATERIA | CURSO | SEMESTRE | CRÉDITOS | TIPO |
|--|-------------------------|--|----------|----------|-------------|
| FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA | Dinámica de Estructuras | 1º | 1º | 3,6 | Obligatoria |
| PROFESORES | | DIRECCIÓN y HORARIO TUTORÍAS | | | |
| Rafael Bravo Pareja (Responsable y coordinador) | | Consultar horario de tutorías de profesores en la web del departamento. https://meih.ugr.es/pages/personal/mecanica o en https://directorio.ugr.es/ (Buscar nombre del profesor) | | | |
| José María Terrés Nicoli | | | | | |
| PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES: | | | | | |
| Conocimientos de: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Resistencia de materiales y elasticidad. ➤ Estática de estructuras y cálculo matricial. ➤ Conocimientos básicos de resolución ecuaciones diferenciales lineales. | | | | | |
| BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS | | | | | |
| Presentar conocimientos fundamentales de dinámica y métodos que permitan al alumno evaluar la respuesta determinista de las estructuras en régimen lineal, bajo cargas dinámicas arbitrarias. El curso está orientado hacia las estructuras civiles y de edificación. Se estudian sistemas de un grado de libertad y sistemas discretos de múltiples grados de libertad. Se abordan sistemas con propiedades elásticas, másicas y de amortiguamiento tanto distribuidas como concentradas. | | | | | |
| COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS | | | | | |
| <u>Competencias generales:</u> <ul style="list-style-type: none"> ➤ CB1: Aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio. ➤ CB2: Integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios. ➤ CB3: Comunicar sus conclusiones –y los conocimientos y razones últimas que las sustentan– a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades. ➤ CB4: Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo. | | | | | |
| <u>Competencias específicas:</u> <ul style="list-style-type: none"> ➤ CE1: Conocer herramientas computacionales para el análisis de estructuras ➤ CE2: Manejar herramientas computacionales en diversas aplicaciones estructurales ➤ CE7: Conocer los fundamentos de la dinámica estructural y emplear técnicas de análisis para sistemas simples y complejos ante diferentes tipos de carga ➤ CE12: Conocer y emplear técnicas de identificación de parámetros y daño estructural ➤ CE15: Ser capaz de realizar búsquedas bibliográficas de documentos científicos | | | | | |



MASTER UNIVERSITARIO EN ESTRUCTURAS

- CE18: Conocer y ser capaz de seleccionar técnicas de laboratorio para medidas experimentales en estructuras

OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

El alumno sabrá/comprenderá:

Los fundamentos de la dinámica y los métodos de cálculo que le permiten evaluar la respuesta dinámica determinista de estructuras en régimen lineal, bajo cargas generales variables en el tiempo, abarcando:

- Formulación de las ecuaciones del movimiento
- Sistemas con propiedades másicas, de rigidez y de amortiguamiento tanto concentradas como distribuidas
- Cálculo de la respuesta de sistemas de un grado de libertad en el dominio del tiempo y en el dominio de la frecuencia
- Cálculo de la respuesta de sistemas de múltiples grados de libertad mediante el método de superposición modal

El alumno será capaz de:

- Obtener manualmente las matrices de rigidez, masa y amortiguamiento globales de estructuras de barras en 2D, a partir de las matrices elementales
- Obtener las frecuencias propias y modos propios de vibración de sistemas de múltiples grados de libertad
- Obtener manualmente la respuesta dinámica de problemas sencillos aplicando el método de superposición modal

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

TEMARIO TEÓRICO:

TEMA 1.- Respuesta de sistemas de 1 grado de libertad bajo cualquier tipo de cargas dinámicas. Análisis en el dominio del tiempo y de la frecuencia. Transformadas de Fourier. Espectros de respuesta.

TEMA 2.- Ecuaciones en elementos monodimensionales sometidas a cargas dinámicas. Sistemas continuos y sistemas discretos.

TEMA 3.- Sistemas discretos de N grados de libertad con propiedades elásticas, másicas y de amortiguamiento distribuidas y concentradas. Planteamiento de las ecuaciones de equilibrio dinámico.

TEMA 4.- Expresiones analíticas de la matriz de rigidez y de las matrices de masas y amortiguamiento consistentes, de una barra y de toda la estructura. Construcción sistemática de las matrices de rigidez, masa y amortiguamiento de toda la estructura empleando la matriz de conexiones.

TEMA 5.- Sistemas discretos de N grados de libertad con propiedades elásticas, másicas y de amortiguamiento distribuidas y concentradas. Vibraciones libres. Frecuencias y modos propios. Ortogonalidad. Coordenadas normales.

TEMA 6.- Método de superposición modal. Matriz de amortiguamiento de Rayleigh. Respuesta en desplazamiento y esfuerzos en cada instante. Caso particular de vector de cargas separables.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- Chopra Anil K.: Dynamics of structures: theory and applications to earthquake engineering. New York, Prentice-Hall, 2001.



MASTER UNIVERSITARIO EN ESTRUCTURAS

- Benavent-Climent, Amadeo. "Estructuras sismorresistentes", Maia Ediciones, 2010.
- Clough y Penzien: Dynamics of Structures. Segunda Edición, Mc Graw Hill, N. Y., 1993
- Humar. Dynamics of Structures. Balkema. 2005
- Hurty, Rubinstein: Dynamics of Structures. Prentice-Hall, 1964

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- Hart, Gary C. y Kevin Wong: Structural dynamics for structural engineers. New York: Wiley, 1999.
- Meskouris, K: Structural dynamics: models, methods, examples. Berlín: Ernst and Sohn, 2000
- Cheng, Franklin Y.: Matrix analysis of structural dynamics: applications and earthquake engineering. New York : Marcel Dekker, 2000.

ENLACES RECOMENDADOS

Plataforma PRADO de la asignatura

METODOLOGÍA DOCENTE

Actividades formativas presenciales

- Clases teóricas: El profesorado desarrollará los contenidos descritos en el programa de la asignatura que previamente se habrán facilitado al alumno. Durante el desarrollo de las clases los profesores podrán responder todas las dudas planteadas por los estudiantes e invitarán a la participación de los mismos proponiendo breves cuestiones así como desarrollarán ejercicios sobre los contenidos para permitir fijar los conceptos. El objeto de éstas es adquirir los conocimientos de la materia, potenciar la reflexión y una mentalidad crítica.
- Clases prácticas en el aula: Se resolverán ejercicios de aplicación de los conceptos teóricos empleando técnicas docentes que permitan al alumno afianzar los contenidos teóricos. El objetivo de estas actividades es que el alumno desarrolle las habilidades necesarias para la resolución de problemas estructurales.
- Evaluación individual. Se realizará una prueba final para comprobar los conocimientos adquiridos en el desarrollo de la asignatura.

Actividades formativas no presenciales

- Estudio y trabajo individual: El alumnado desarrollará actividades (guiadas y no guiadas) propuestas por el profesorado que le permitan de forma individual profundizar y avanzar en el estudio de la materia. El objetivo es que el alumnado planifique y autoevalúe su aprendizaje.
- Trabajos prácticos individuales: El alumnado desarrollará actividades propuestas por el profesorado para su entrega y evaluación a lo largo del curso.
- Tutorías individuales o en grupo: Seguimiento personalizado del aprendizaje del alumno. El objeto es orientar el trabajo del alumnado y orientar la formación académica del estudiante.

EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

Los estudiantes están obligados a actuar en las pruebas de evaluación de acuerdo con los principios de mérito individual y autenticidad del ejercicio. Cualquier actuación contraria en ese sentido dará lugar a la calificación numérica de cero (artículo 10 de la NCG71/2). En consecuencia, la detección de una acción fraudulenta tanto en un examen como en cualquier actividad individual que se proponga supondrá una calificación final en la asignatura de cero (0.0). **Esto incluye las actividades individuales evaluables para realizar en casa.**

La asistencia a todas las clases tanto teóricas como prácticas es recomendable ya que en el desarrollo de



MASTER UNIVERSITARIO EN ESTRUCTURAS

las clases se realizarán actividades que computan en la evaluación continua. En cualquier caso, la asistencia ha de superar el 70% de las horas presenciales para poder optar a la evaluación continua.

La **evaluación continua** se realizará del siguiente modo:

EVAL 1.- Actividades individuales no presenciales (20%): Se propondrán trabajos cada una o dos semanas para su realización individual por el alumnado. La presentación de estos trabajos en tiempo y forma será obligatoria para poder presentarse a los exámenes (punto 3). Estos trabajos son individuales, lo cual implica que el alumno se compromete a realizarlos por sus propios medios, sin consultar a otras personas, salvo los profesores de la asignatura en tutorías.

EVAL 2.- Actividades individuales y/o en grupo en clase supervisadas (30%): Durante las clases se realizarán ejercicios o test cada una o dos semanas para su realización individual o en grupo por el alumnado.

EVAL 3.- Examen global teórico-práctico (50%): Los alumnos que obtengan sobresaliente en las EVAL 1 y 2 no tendrán que hacer la EVAL 3. Para el resto, será condición necesaria aprobar este apartado de forma independiente. La evaluación EVAL 3 constará de cuestiones teóricas (T) y prácticas (P). La media (M) del examen se obtiene mediante la fórmula:

$$M = 0,3 T + 0,7 P$$

Para aprobar este examen es necesario obtener al menos un 3 en la parte Teórica, en caso contrario la calificación será MÍN(M;4,5)

Las calificaciones obtenidas durante el curso en la realización de actividades y estudio no se guardarán para la convocatoria extraordinaria de septiembre, que será únicamente mediante un examen global teórico-práctico.

DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA "NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA"

La Evaluación será continua, salvo si el alumno solicita **Evaluación Única Final (EUF)** en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura, por motivos laborales, estado de salud, discapacidad o cualquier otra causa debidamente justificada, tal y como establece el artículo 8 de la NCG71/2. En ese caso, ésta consistirá en un examen teórico-práctico del programa de la asignatura en la fecha indicada por el Centro. La EUF constará de cuestiones teóricas (T) y prácticas (P). La media (M) del examen se obtiene mediante la fórmula:

$$M = 0,3 T + 0,7 P$$

Para aprobar este examen es necesario obtener al menos un 3 en la parte Teórica, en caso contrario la calificación será MÍN(M;4,5)

INFORMACIÓN ADICIONAL

No se establece información adicional. En caso de cualquier duda consulte con el profesorado.



MASTER UNIVERSITARIO EN ESTRUCTURAS

GUIA DOCENTE DE LA ASIGNATURA
AÑO ACADÉMICO: 2019-20

EVALUACIÓN NO DESTRUCTIVA Y CALIDAD EN ESTRUCTURAS

(Fecha última actualización: 07/05/2019)

(Fecha de aprobación en Comisión Académica de Máster: 11/06/2019)

| MÓDULO | MATERIA | CURSO | SEMESTRE | CRÉDITOS | TIPO |
|---|--|--|----------|----------|----------|
| CALIDAD Y DAÑO | Evaluación No Destructiva y Calidad en Estructuras | 1º | 1º | 3,6 | Optativa |
| PROFESORES | | DIRECCIÓN y HORARIO TUTORÍAS | | | |
| Guillermo Rus Carlborg (Responsable) | | Dpto. Mecánica de Estructuras, 4ª planta, Politécnico de Fuentenueva. Despacho nº 13. Correo electrónico: grus@ugr.es http://directorio.ugr.es/static/PersonalUGR/*/show/71089b93da4e86006e1eb6fa813bf523 | | | |
| PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES: | | | | | |
| Conocimientos de: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Elasticidad y mecánica ➤ Ecuaciones diferenciales | | | | | |
| BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS | | | | | |
| Se pretende difundir el crecimiento en la importancia de los conceptos de seguridad y control de calidad. Se muestran el espectro de técnicas existentes para monitorizar daño, y se profundiza en la basada en ultrasonidos, como paradigma especialmente desarrollado. A continuación se proporciona una visión de los últimos avances comerciales y en investigación. Se complementa el curso con practicas de laboratorio, en la que se caracterizan materiales y su deterioro mediante equipos de ultrasonidos. | | | | | |
| COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS | | | | | |
| <u>Competencias generales:</u> <ul style="list-style-type: none"> ➤ CB1: Aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio. ➤ CB2: Integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios. ➤ CB3: Comunicar sus conclusiones –y los conocimientos y razones últimas que las sustentan– a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades. ➤ CB4: Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo. <u>Competencias específicas:</u> <ul style="list-style-type: none"> ➤ CE3: Conocer y emplear técnicas y algoritmos para la optimización de problemas complejos ➤ CE5: Conocer y emplear la descripción estocástica de cargas y resistencias estructurales en el proyecto y cálculo dinámico | | | | | |

B173



MASTER UNIVERSITARIO EN ESTRUCTURAS

- CE8: Aplicar la dinámica estructural al cálculo y proyecto de estructuras sometidas a cargas dinámicas
- CE10: Conocer modelos de daño estructural
- CE11: Aplicar los modelos de daño y evaluar la influencia de dicho daño en la respuesta estructural
- CE12: Conocer y emplear técnicas de identificación de parámetros y daño estructural
- CE15: Ser capaz de realizar búsquedas bibliográficas de documentos científicos
- CE18. Conocer y ser capaz de seleccionar técnicas de laboratorio para medidas experimentales en estructuras

OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

El alumno conocerá y comprenderá:

Se pretende difundir el crecimiento en la importancia de los conceptos de seguridad y control de calidad. Se muestran el espectro de técnicas existentes para monitorizar daño, y se profundiza en la basada en ultrasonidos, como paradigma especialmente desarrollado. A continuación se proporciona una visión de los últimos avances comerciales y en investigación. Se complementa el curso con practicas de laboratorio, en la que se caracterizan materiales y su deterioro mediante equipos de ultrasonidos.

El alumno será capaz de:

- Diseñar y proyectar sistemas de evaluación no destructiva eligiendo correctamente la técnica adecuada
- Analizar datos de sistemas de evaluación no destructiva

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

TEMARIO TEÓRICO:

- Introducción a la END
- END clásica
- Introducción a Problemas Inversos
- END basada en modelos
- Técnicas ultrasónicas avanzadas
- Técnicas ultrasónicas en desarrollo

TEMARIO PRÁCTICO:

- Ponencia de trabajos de investigación
- Prácticas de Laboratorio
 - Caracterización por ultrasonidos de propiedades mecánicas.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- J. Krautkrämer and H. Krautkrämer. Ultrasonic testing of materials (4th edition). Springer-Verlag, 1990.
- Ronnie K. Miller. Nondestructive testing handbook, volume 5. American society for nondestructive testing, 5 edition, 1986.



MASTER UNIVERSITARIO EN ESTRUCTURAS

- Y. H. Pao and C. C. Mow. Diffraction of elastic waves and dynamic stress concentrations. New York, Crane, Russak, 1973.
- Igor Aleksandrovich Viktorov. Rayleigh and Lamb Waves. Plenum Press, New York, 1967.
- K. F. Graff. Wave motion in elastic solids. Dover, 1975.
- S. Kubo, editor. Inverse Problems. Atlante Technology Publications, 1993.
- K. Aki and P. Richards. Quantitative seismology. Theory and methods. Vol I. Freeman, 1986.
- G. W. Farnell and E. L. Adler. Physical Acoustics, principles and methods, Vol. XI. W. P. Mason and R. N. Thurston, 1972.
- C. R. Hill, J. C. Bamber, and G. R. Haar, editors. Physical principles of medical ultrasonics. Wiley, second edition edition, 2004.
- G. R. Liu and X. Han, editors. Computational Inverse Techniques in Nondestructive Evaluation. CRC Press, 2003.
- P. N. Marty, M. J. S. Lowe, and P. Cawley. Finite element predictions of guided ultrasonic wave fields generated by piezoelectric transducers. In D. O. Thompson and D. E. Chimenti, editors, Review of Progress in Quantitative.
- A. V. Oppenheim and R. W. Schaffer. Discrete-time signal Processing. Englewood Cliffs, New Jersey Prentice Hall, 1989.

ENLACES RECOMENDADOS

Contenidos y material de la asignatura disponible para descarga en la web del profesor:

http://www.ugr.es/~grus/docencia_end.htm

METODOLOGÍA DOCENTE

| Código | Descripción de la Actividad Formativa | Horas | % Presencialidad |
|-------------------------------------|--|-----------|------------------|
| AF1 | Clases teóricas | 20 | 100 |
| AF2 | Clases prácticas | 4 | 100 |
| AF3 | Trabajos tutorizados | 10 | 0 |
| AF4 | Tutorías | 2 | 100 |
| AF5 | Trabajo autónomo del estudiante | 50 | 0 |
| AF6 | Trabajo del estudiante en el centro de prácticas | 0 | 0 |
| AF7 | Evaluación | 4 | 100 |
| Horas totales y presenciales | | 90 | 30 |

EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

| Código | Descripción del Sistema de Evaluación | Pond. mínima | Pond. máxima |
|--------|--|--------------|--------------|
| E1 | Pruebas, ejercicios y problemas, resueltos en clase o individualmente a lo largo del curso | 0 | 10 |
| E2 | Valoración final de informes, trabajos, proyectos, etc. (individual o en | 0 | 10 |



MASTER UNIVERSITARIO EN ESTRUCTURAS

| | grupo) | | |
|----|---|----|----|
| E3 | Pruebas escritas | 0 | 0 |
| E4 | Presentaciones orales | 50 | 80 |
| E5 | Memorias | 0 | 0 |
| E6 | Aportaciones del alumno en sesiones de discusión y actitud del alumno en las diferentes actividades desarrolladas | 10 | 20 |
| E7 | Defensa pública del Trabajo Fin de Máster | 0 | 0 |

DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA “NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA”

La Evaluación será continua, salvo si el alumno solicita **Evaluación Única Final** en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura, por motivos laborales, estado de salud, discapacidad o cualquier otra causa debidamente justificada, tal y como establece el artículo 8 de la NCG71/2.

La prueba consistirá en la presentación de un trabajo de la asignatura acordado con el profesor.

INFORMACIÓN ADICIONAL

En 17/3



MASTER UNIVERSITARIO EN ESTRUCTURAS

GUIA DOCENTE DE LA ASIGNATURA

AÑO ACADÉMICO: 2019-20

EXCITACIÓN SÍSMICA DEL TERRENO

(Fecha última actualización: 21/05/2019)

(Fecha de aprobación en Comisión Académica de Máster: 11/06/2019)

| MÓDULO | MATERIA | CURSO | SEMESTRE | CRÉDITOS | TIPO |
|---|--------------------------------|--|----------|----------|----------|
| APLICADO: SÍSMICA Y DINÁMICA ESTRUCTURAL | Excitación sísmica del terreno | 1º | 2º | 3,6 | Optativa |
| PROFESORES | | DIRECCIÓN y HORARIO TUTORÍAS | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> Gerardo Alguacil de la Blanca (Responsable y coordinador) José Morales Soto | | <p>-Dpto. Física Teórica y del Cosmos, Facultad de Ciencias, Sección de Física, planta baja, Geofísica, despacho 1 (G. Alguacil) y despacho 2 (J. Morales).</p> <p>-Instituto Andaluz de Geofísica c/ Prof. Clavera, 12. Campus de Cartuja. Tel. 958240901, alguacil@ugr.es Tel. 958248910, jmorales@ugr.es</p> <p>https://www.ugr.es/~fteorica/Docencia/2019-2020/Tutorias.php</p> | | | |
| PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES: | | | | | |
| Tener cursadas las asignaturas | | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ➤ Procesos Estocásticos ➤ Dinámica de Estructuras | | | | | |
| BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS | | | | | |
| <ol style="list-style-type: none"> Comprensión de los fenómenos involucrados en la generación de movimientos sísmicos y de su transmisión a la superficie y los factores que influyen en la severidad de la sacudida. Conocimiento de las técnicas de detección y análisis de los sismos. Interpretación de los parámetros que definen el movimiento intenso del suelo y estudio de su relación con los daños a estructuras. <p>Discusión de los métodos de estima de los movimientos sísmicos probables en localizaciones determinadas.</p> | | | | | |
| COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS | | | | | |
| <u>Competencias generales:</u> | | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ➤ CB1 Aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos | | | | | |

B
17
B



MASTER UNIVERSITARIO EN ESTRUCTURAS

nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.

- CB2 Integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- CB3 Comunicar sus conclusiones –y los conocimientos y razones últimas que las sustentan– a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- CB4 Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Competencias específicas:

- CE5 Conocer y emplear la descripción estocástica de cargas y resistencias estructurales en el proyecto y cálculo dinámico
- CE9 Conocer y emplear las técnicas de caracterización y evaluación de las fuentes de excitación dinámica sobre estructuras
- CE15 Ser capaz de realizar búsquedas bibliográficas de documentos científicos
- CE17 Ser capaz implementar algoritmos de resolución de problemas técnicos

OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

El alumno conocerá y comprenderá:

- Los factores que influyen en la sacudida sísmica: radiación de la fuente, propagación y atenuación y efectos locales.
- Los conceptos de peligrosidad, vulnerabilidad y riesgo sísmico.
- Las técnicas de medida y registro del movimiento del suelo y manejo de acelerogramas.
- El significado de las escalas de intensidad sísmica y de los parámetros obtenidos instrumentalmente que caracterizan la sacudida: PGA, PGV, espectros de respuesta y de energía de entrada, SI, etc. Relación entre ellos.

El alumno será capaz de:

- Interpretar mapas de peligrosidad sísmica.
- Obtener parámetros y funciones característicos del movimiento del suelo a partir de un registro sísmico o acelerograma.
- Estimar de forma básica las características probables del movimiento sísmico del suelo en una zona.
- Calcular la respuesta de un modelo de estructura geológica local de capas frente a la acción sísmica.

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

TEMARIO TEÓRICO:

1. Peligrosidad, vulnerabilidad y riesgo sísmico. Factores que influyen. Características y efectos de las sacudidas sísmicas. Fenómenos inducidos.
2. Radiación de la fuente sísmica en campo próximo y lejano. Atenuación sísmica. Efectos de sitio. Detección y análisis del movimiento del suelo. Caracterización: leyes de escala, valores pico y dominantes, parámetros espectrales.
3. Predicción del movimiento del terreno. Aceleración básica. Métodos de estima teóricos, semiempíricos y empíricos de la respuesta de sitio. Escenarios sísmicos. Lecciones



MASTER UNIVERSITARIO EN ESTRUCTURAS

aprendidas en terremotos.

TEMARIO PRÁCTICO:

Prácticas de Laboratorio

1. Análisis de acelerogramas mediante un programa en PC.
2. Obtención de parámetros de la sacudida.
3. Estima de la respuesta local.

Prácticas de Campo

1. Manejo de un acelerógrafo y de un sismógrafo para registro de ruido sísmico.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- AKI, K.; RICHARDS, P. G., (2002): Quantitative Seismology (second edition). University Science Books. Sausalito, Cal.
- The Architectural Institute of Japan: Earthquake motion and ground condition. Ed. Maruzen Ltd. Tokyo 1993
- COBURN A. & SPENCE R. (1992, 2002). Earthquake protection. John Wiley & Sons Ltd.
- KANAI, K. (1983): Engineering Seismology. University of Tokyo Press. Tokyo
- Lee, W.K.; H. Kanamori; P.J. Jennings; C. Kisslinger (editores) (2002): International Handbook of Earthquake and Engineering Seismology. Academic Press
- MENA, U. (2002). Evaluación del riesgo sísmico en zonas urbanas. Tesis Doctoral. Univ. Pol. Cataluña. Consultable en: <http://www.tesisenxarxa.net/>
- PROVIDAKIS, C. P.: YEROYANNI, M., Earthquake strong ground motion evaluation. European Commission. DGS
- REITER, L., Earthquake Hazard Analysis. Columbia University Press, N. Y., 1991
- Beer, M, Kougoumtzoglou, IA, Patelli, E, Au, SK (Ed.)(2015) Encyclopedia of Earthquake Engineering. Springer Reference.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- LAY, T& T. WALLACE (1996). Modern Global Seismology. Academic Press, 1995
- SHEARER, P. M. (1999): Introduction to Seismology. Cambridge University Press.
- TIEDEMANN, H. (1992). Earthquakes and volcanic eruptions: a handbook on risk assesment. Swiss reinsurance Co. Zurich, Switzerland.
- WALD, D. J.; B. C. WORDEN, V. QUITORIANO, AND K. L. PANKOW (2005). ShakeMap Manual: Technical Manual, User's Guide, and Software Guide Techniques and Methods 12-A1 U.S. Department of the Interior . U.S. Geological Survey . 134 pp. Consultable en: <http://earthquake.usgs.gov/shakemap>

ENLACES RECOMENDADOS

- <http://www.springer.com/cn/book/9783642353437> (Encyclopedia of Earthquake Engineering)
- http://www.isesd.hi.is/ESD_Local/frameset.htm (Internet Site for European Strong Motion Data)
- <http://portal.share-eu.org:8080/opencms/opencms/share/Get-Data/StrongMotionDatabase.html> (parametric strong motion database)
- <https://www.irsn.fr/EN/Research/Scientific-tools/Databases/Pages/European-Strong-Motion->



MASTER UNIVERSITARIO EN ESTRUCTURAS

Database-876.aspx

METODOLOGÍA DOCENTE

- MD0. Lección magistral/expositiva
- MD2. Resolución de problemas y estudio de casos prácticos
- MD3. Prácticas de laboratorio o clínicas
- MD4. Seminarios
- MD5. Ejercicios de simulación
- MD8. Realización de trabajos individuales

ACTIVIDADES FORMATIVAS horas presencialidad %

- AF. Clases teóricas 18 100
- AF2. Clases prácticas 6 100
- AF3. Trabajos tutorizados 10 0
- AF4. Tutorías 2 100
- AF5. Trabajo autónomo del estudiante 50 0
- AF7. Evaluación 4 100

EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

| Codif | Descripción del Sistema de Evaluación | Ponderación mínima | Ponderación máxima |
|-------|---|--------------------|--------------------|
| E1 | Pruebas, ejercicios y problemas, resueltos en clase o individualmente a lo largo del curso | 20 | 30 |
| E2 | Valoración final de informes, trabajos, proyectos, etc. (individual o en grupo) | 40 | 50 |
| E3 | Pruebas escritas | 15 | 25 |
| E6 | Aportaciones del alumno en sesiones de discusión y actitud del alumno en las diferentes actividades desarrolladas | 5 | 10 |

DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA "NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA"

La Evaluación será continua, salvo si el alumno solicita **Evaluación Única Final** en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura, por motivos laborales, estado de salud, discapacidad o cualquier otra causa debidamente justificada, tal y como establece el artículo 8 de la NCG71/2.

-Ejercicio escrito con preguntas teóricas cortas sobre las materias tratadas en el curso.

-Ejercicio práctico de análisis de acelerogramas y cálculo de respuesta local.

INFORMACIÓN ADICIONAL



MASTER UNIVERSITARIO EN ESTRUCTURAS

GUIA DOCENTE DE LA ASIGNATURA FIABILIDAD Y DAÑO CONTINUO

AÑO ACADÉMICO: 2019-20

(Fecha última actualización: 27/05/2019)
(Fecha de aprobación en Comisión Académica de Máster: 11/06/2019)

| MÓDULO | MATERIA | CURSO | SEMESTRE | CRÉDITOS | TIPO |
|--|-------------------|--|----------|----------|----------|
| Calidad y Daño | Fiabilidad y Daño | 1º | 2º | 3,6 | Optativa |
| PROFESORES | | DIRECCIÓN y HORARIO TUTORÍAS | | | |
| Manuel Chiachío Ruano (Responsable y coordinador) | | Consultar horario de tutorías de profesores en la web del departamento. https://meih.ugr.es/pages/personal/mecanica o en https://directorio.ugr.es/ (Buscar nombre del profesor) | | | |
| Juan Chiachío Ruano | | | | | |
| Peter Tanner | | | | | |
| tannerp@ietcc.csic.es | | | | | |
| PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES: | | | | | |
| Tener conocimientos mínimos sobre: Teoría de Probabilidad, Mecánica de estructuras, y programación científica usando preferentemente Matlab y/o Python. Conocer las normas de diseño estructural, en particular, los apartados correspondientes a combinación de cargas y requisitos de seguridad. | | | | | |
| BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS | | | | | |
| Se pretende proporcionar a los alumnos los conocimientos y práctica necesarios para el análisis de fiabilidad de estructuras, y en general, de sistemas de ingeniería. El enfoque principal del curso es en las aplicaciones prácticas de la ingeniería de fiabilidad, proporcionando los conceptos básicos, su interpretación y demostrando su uso mediante ejemplos y aplicaciones de interés ingenieril. | | | | | |
| COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS | | | | | |
| <p><u>Competencias generales:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ CB1 Aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio. ➤ CB2 Integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios. ➤ CB3 Comunicar sus conclusiones –y los conocimientos y razones últimas que las sustentan– a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades. ➤ CB4 Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo. <p><u>Competencias específicas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ CE3 Conocer y emplear técnicas y algoritmos para la optimización de problemas complejos ➤ CE5 Conocer y emplear la descripción estocásticas de cargas y resistencias estructurales en el proyecto y cálculo dinámico ➤ CE10 Conocer modelos de daño estructural ➤ CE12 Conocer y emplear técnicas de identificación de parámetros y daño estructural ➤ CE15 Ser capaz de realizar búsquedas bibliográficas de documentos científicos | | | | | |
| OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA) | | | | | |

B173



MASTER UNIVERSITARIO EN ESTRUCTURAS

El alumno conocerá y comprenderá:

Los conocimientos y práctica necesarios para el análisis de fiabilidad estructural y de sistemas de ingeniería. Estudiará los fundamentos de fiabilidad, conocerá los algoritmos de simulación estocástica avanzada, y comprenderá los modelos de fiabilidad de sistemas, necesarios para la práctica en situaciones reales de ingeniería. El alumno acabará conociendo métodos computacionales que van de la mano de la Inteligencia Artificial (IA), y comprenderá la relación existente entre fiabilidad, daño e IA.

El alumno será capaz de:

- Resolver y entender problemas de cálculo de fiabilidad estructural
- Conocer las técnicas de representación y resolución de fiabilidad de sistemas de ingeniería
- Resolver mediante software matemático computacional problemas de fiabilidad de sistemas

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

1. Introducción a la ingeniería de fiabilidad (0.5h Teo.)
 - 1.1 Motivación
 - 1.2 Definiciones básicas
2. Probabilidad (0.5h Teo.)
 - 2.1. Introducción
 - 2.2. Definición de probabilidad
 - 2.3. Consideraciones de probabilidad lógica
3. Fundamentos de Fiabilidad (3 h Teo.)
 - 3.1. Cálculo de Fiabilidad
 - 3.1.1. Métodos de Nivel I
 - 3.1.2. Métodos de Nivel II
 - 3.1.3. Métodos de Nivel III
 - 3.1.4. Métodos de Nivel IV
4. Métodos computacionales de cálculo de fiabilidad (3h Teo. + 1h Práct.)
 - 4.1. Introducción a la estadística computacional
 - 4.2. Método Monte Carlo
 - 4.3. Importance Sampling
 - 4.4. Markov Chain Monte Carlo
 - 4.5. Subset Simulation
5. Fiabilidad de Sistemas (3h Teo. + 1h Práct.)
 - 5.1. Diagramas de Fiabilidad
 - 5.1.1. Evaluación numérica
 - 5.1.2. Diagramas de fiabilidad simples
 - 5.1.3. Obtención de rutas de fiabilidad mínimas
 - 5.1.4. Obtención de rutas de fallo mínimas
 - 5.2. Árboles de fallo
 - 5.2.1. Representación simbólica
 - 5.2.2. Construcción de árboles de fallo
6. Módulo práctico I: Tutorial sobre fiabilidad estructural y evaluación de estructuras



MASTER UNIVERSITARIO EN ESTRUCTURAS

existentes (4 h Práct.)

7. Módulo práctico II: Tutorial sobre fiabilidad estructuras y caso práctico (4h Práct.)

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- CHIACHÍO, M., CHIACHÍO J., Introducción a la Ingeniería de Fiabilidad, Ed. Avicam, (2018)
- BIROLINI, A., Reliability engineering: theory and practice, Springer, 1999
- DITLEVSEN & MADSEN, Structural reliability Methods, Wiley, 1996
- NOWAK & COLLINS, Reliability of Structures, McGraw-Hill, 2000

Artículos importantes:

- M. Chiachio, J.L. Beck, J. Chiachio, G. Rus [Approximate Bayesian Computation by Subset Simulation](#), SIAM Journal on Scientific Computing 36 (3), A1339-A1338
- M Chiachío, J Chiachío, S Sankararaman, K Goebel, J Andrews, [A new algorithm for prognostics using Subset Simulation](#), Reliability Engineering & System Safety 168, 189-199
- Ang A, Cornell C.A., 1974. Reliability bases of structural safety and design. Journal of the structural division. Vol. 100, No ST9, pp. 1755-1769.
- Hasofer A, Lind N., 1974. Exact and invariant second-moment code format. J of the engng mechanics division. Vol. 100, No EM1, pp. 111-121.

ENLACES RECOMENDADOS

Plataforma PRADO de la asignatura

METODOLOGÍA DOCENTE

La asignatura se desarrollará mediante el desarrollo de las siguientes fases:

- *Estudio previo a las clases teóricas* (clases invertidas): El alumno estudiará los temas teóricos que son facilitados con anterioridad por el profesor (a través de la plataforma PRADO). El material teórico y práctico puede encontrarse en el libro de la asignatura ("Introducción a la Ingeniería de Fiabilidad").
- *Clases teóricas*: en las que se expondrán y discutirán conceptos teóricos básicos de la ingeniería de fiabilidad y fiabilidad estructura. El contenido de las clases teóricas está cubierto en el citado libro de la asignatura, entre otras fuentes bibliográficas.
- *Clases prácticas o tutoriales*: En estas clases, los estudiantes participarán en módulos prácticos sobre fiabilidad estructural, usando casos reales de evaluación de la fiabilidad de estructuras existentes e incluso participando en un caso práctico realizado en clase con material doméstico.
- *Estudio individual*: El alumno debe perfeccionar los conocimientos adquiridos en las clases teóricas y tutoriales mediante estudio del material de clase, material bibliográfico recomendado, u otras fuentes que se consideren adecuadas. Además, los estudiantes recibirán tres listados de problemas prácticos/ejercicios a resolver y entregar individualmente, que formarán parte de la evaluación de la asignatura, como se indica a continuación.

EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

- *Evaluación continua (por defecto)*

10 % Participación en clases invertidas (lo cual exige asistencia)

40 % Entrega y evaluación de los ejercicios numéricos (de lo cual, 30% si entrega y 70% evaluación)

50 % Examen teórico-práctico en convocatoria ordinaria (2 horas de duración)

Se hace constar que es requisito imprescindible sacar un mínimo de 4 sobre 10 en el examen teórico-



MASTER UNIVERSITARIO EN ESTRUCTURAS

práctico para hacer media con el resto de partes (y por tanto, aprobar la asignatura). Por otra parte, la nota correspondiente a participación (10%) requiere demostrar que se ha estudiado el material antes de clase. La entrega de los ejercicios numéricos (apartado [b]) será la que establezca el profesor y nunca inferior a una semana. El examen se realizará en fecha de la convocatoria ordinaria, con posibilidad de recuperar en convocatoria extraordinaria, tal y como se establece más abajo.

- *Evaluación única final (según se describe a continuación)*

DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA "NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA"

La Evaluación será continua, salvo si el alumno solicita **Evaluación Única Final (EUF)** en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura, por motivos laborales, estado de salud, discapacidad o cualquier otra causa debidamente justificada, tal y como establece el artículo 8 de la NCG71/2. La prueba, de 2 horas, consistirá en un examen escrito (1 hora, 60% de la nota) más una prueba práctica computacional sobre cálculos de fiabilidad (1 hora, 40% de la nota). La nota final será la media aritmética de ambas partes salvo que en alguna de ellas se haya obtenido un cero (0). El examen se realizará en fecha de la convocatoria ordinaria, con posibilidad de recuperar en convocatoria extraordinaria, tal y como se establece más abajo.

(C) CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA

Los alumnos de la asignatura, tanto los adscritos a la modalidad de evaluación continua como los adscritos a la EUF, tendrán derecho a una convocatoria extraordinaria en la que se podrá puntuar un 100% (con independencia de las notas obtenidas previamente en la evaluación continua, para los alumnos adscritos a tal modalidad). La convocatoria extraordinaria consistirá en una prueba de 2 horas formada por un examen escrito (1 hora, 60% de la nota) más una prueba práctica computacional sobre cálculos de fiabilidad (1 hora, 40% de la nota). La nota final será la media aritmética de ambas partes salvo que en alguna de ellas se haya obtenido un cero (0).

INFORMACIÓN ADICIONAL

No se establece información adicional. En caso de cualquier duda consulte con el profesorado.

EUFB



MASTER UNIVERSITARIO EN ESTRUCTURAS

GUIA DOCENTE DE LA ASIGNATURA
AÑO ACADÉMICO: 2019-20

MECÁNICA COMPUTACIONAL I: ELEMENTOS FINITOS

(Fecha última actualización: 21/05/2019)

(Fecha de aprobación en Comisión Académica de Máster: 11/06/2019)

| MÓDULO | MATERIA | CURSO | SEMESTRE | CRÉDITOS | TIPO |
|--|---|---|----------|----------|-------------|
| FUNDAMENTOS COMPUTACIONALES | Mecánica Computacional I: Elementos Finitos | 1º | 1º | 3,6 | Obligatoria |
| PROFESORES | | DIRECCIÓN y HORARIO TUTORÍAS | | | |
| María Esther Puertas García (Responsable) | | Consultar horario de tutorías de profesores en la web del departamento. https://meih.ugr.es/pages/personal/mecanica o en https://sl.ugr.es/EPuertas Correo electrónico: epuertas@ugr.es | | | |
| Luis Rodríguez-Tembleque Solano | | luisroteso@us.es | | | |
| PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES: | | | | | |
| Tener conocimientos previos sobre Mecánica de los Medios Continuos y Análisis de Estructuras. | | | | | |
| BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS | | | | | |
| En este curso se pretende profundizar el Método y analizar su aplicabilidad a elementos estructurales complejos, así como profundizar en aspectos teóricos y aplicados de índole avanzada. | | | | | |
| COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS | | | | | |
| <u>Competencias básicas:</u> <ul style="list-style-type: none"> ➤ CB1: Aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio. ➤ CB2: Integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios. ➤ CB3: Comunicar sus conclusiones –y los conocimientos y razones últimas que las sustentan– a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades. ➤ CB4: Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo. | | | | | |
| <u>Competencias específicas:</u> <ul style="list-style-type: none"> ➤ CE1: Conocer herramientas computacionales para el análisis de estructuras ➤ CE2: Manejar herramientas computacionales en diversas aplicaciones estructurales ➤ CE15: Ser capaz de realizar búsquedas bibliográficas de documentos científicos ➤ CE17: Ser capaz implementar algoritmos de resolución de problemas técnicos | | | | | |
| OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA) | | | | | |

B173



MASTER UNIVERSITARIO EN ESTRUCTURAS

El alumno sabrá/comprenderá:

- Los conceptos básicos del método de los elementos finitos para su aplicación al cálculo estático lineal de estructuras abarcando:
 - Concepto de discretización geométrica y matemática
 - Elementos finitos para barras a tracción y flexión
 - Integración numérica, reducida y selectiva para la mejora de elementos
 - Elementos finitos para placas delgadas y gruesas
 - Elementos finitos para elasticidad lineal

El alumno será capaz de:

- Resolver manualmente problemas de cálculo de matrices de rigidez elementales
- Resolver manualmente problemas de cálculo completos con pocos elementos
- Resolver problemas complejos con un software profesional o académico

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

- Introducción al Método de los Elementos Finitos
 - Introducción: formulaciones integrales y métodos variacionales
 - El MEF para problemas de barras
 - Integración numérica e implementación informática
 - Análisis de error
- El MEF para problemas de flexión: barras
 - Vigas de Euler-Bernoulli.
 - Vigas de Timoshenko
 - Problemática de las vigas Timoshenko. Tipología.
- El MEF para problemas de flexión: placas y láminas
 - Placas delgadas. Teoría de Kirchhoff. Problemática
 - Placas gruesas. Teoría de Reissner-Mindlin.
 - Problemática y tipología de elementos.
 - La lámina como composición de elementos planos.
 - Elementos de lámina gruesa. Tipología.
 - Introducción a los elementos de lámina como sólido degenerado.

BIBLIOGRAFÍA

- OÑATE, E., Calculo de Estructuras mediante el Método de los Elementos Finitos
- Reddy, J.N. An Introduction to de Finite Element Method, McGraw-Hill, 1993
- SMITH, I.M.; GRIFFITHS, D.V., Programming the Finite Element Method, Wiley, 1997
- MACKIE, R.I., Object-Oriented Methods and Finte Element Analysis, Saxe-Coburg Pub, 2001
- Cook R. D., Malkus D. S., Plesha M. E. y Witt R. J., Concepts and Applications of Finite Element Analysis, 4ª Ed., John Wiley & Sons, Inc. (2001)
- Hughes, T. J. R., Finite Element Method - Linear Static & Dynamic Finite Element Analysis, Dover Publ. (1987, reeditado en el 2000)
- Zienkiewicz O. C. y Taylor R. L., The Finite Element Method. Vol. 1: The Basis and Vol. 2: Solid Mechanics, 5ª Ed., Butterworth-Heinemann. (2000).

ENLACES RECOMENDADOS

Plataforma PRADO de la asignatura

METODOLOGÍA DOCENTE



MASTER UNIVERSITARIO EN ESTRUCTURAS

Actividades formativas presenciales

- Clases teóricas: El profesorado desarrollará los contenidos descritos en el programa de la asignatura que previamente se habrán facilitado al alumno. Durante el desarrollo de las clases los profesores podrán responder todas las dudas planteadas por los estudiantes e invitarán a la participación de los mismos proponiendo breves cuestiones así como desarrollarán ejercicios sobre los contenidos para permitir fijar los conceptos. El objeto de éstas es adquirir los conocimientos de la materia, potenciar la reflexión y una mentalidad crítica.
- Clases prácticas en el aula: Se resolverán ejercicios de aplicación de los conceptos teóricos empleando técnicas docentes que permitan al alumno afianzar los contenidos teóricos. El objetivo de estas actividades es que el alumno desarrolle las habilidades necesarias para la resolución de problemas estructurales.

Actividades formativas no presenciales

- Estudio y trabajo individual: El alumnado desarrollará actividades (guiadas y no guiadas) propuestas por el profesorado que le permitan de forma individual profundizar y avanzar en el estudio de la materia. El objetivo es que el alumnado planifique y autoevalúe su aprendizaje.
- Tutorías individuales o en grupo: Seguimiento personalizado del aprendizaje del alumno. El objeto es orientar el trabajo del alumnado y orientar la formación académica del alumnado.

Km 173

EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

La evaluación será continua, salvo si el alumno solicita **Evaluación Única Final** en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura, por motivos laborales, estado de salud, discapacidad o cualquier otra causa debidamente justificada, tal y como establece el artículo 8 de la Normativa de evaluación y de calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada (NCG71/2). En ese caso, la evaluación consistirá en un examen teórico-práctico del programa de la asignatura en la fecha indicada por el Centro.

Por su parte, la **Evaluación Continua** se realizará del siguiente modo:

- 1.- **Actividades individuales y/o en grupo en clase supervisadas (20%)**: Estas actividades se puntuarán independientemente y se establecerá una media entre las calificaciones obtenidas.
- 2.- **Estudio y trabajo individual (30%)**: Estas actividades consistirán en la realización de prácticas y resolución de cuestionarios individualizados en la plataforma Prado. Se puntuarán independientemente y para el cálculo de la nota se establecerá una media entre las calificaciones obtenidas.
- 3.- **Trabajo Final (50%)**: Esta actividad consistirá en un trabajo realizado individual o en grupo (se especificará) en el que se aplicarán todos los conocimientos adquiridos en el desarrollo de la asignatura.

La evaluación en la Convocatoria Extraordinaria consistirá en un examen teórico-práctico del programa de la asignatura.

Los estudiantes están obligados a actuar en las pruebas de evaluación de acuerdo con los principios de mérito individual y autenticidad del ejercicio. Cualquier actuación contraria en ese sentido dará lugar a la calificación numérica de cero (artículo 10 de la NCG71/2). En consecuencia, la detección de una acción fraudulenta en cualquier actividad individual que se proponga supondrá una calificación final de cero.

INFORMACIÓN ADICIONAL

No se establece información adicional. En caso de cualquier duda consulte con el profesorado.



MASTER UNIVERSITARIO EN ESTRUCTURAS

GUIA DOCENTE DE LA ASIGNATURA
AÑO ACADÉMICO: 2019-20

MECÁNICA COMPUTACIONAL II: ELEMENTOS DE CONTORNO

(Fecha última actualización: 15/05/2019)

(Fecha de aprobación en Comisión Académica de Máster: 11/05/2019)

| MÓDULO | MATERIA | CURSO | SEMESTRE | CRÉDITOS | TIPO |
|--|--|---|----------|----------|----------|
| FUNDAMENTOS COMPUTACIONALES | Mecánica Computacional II: Elementos de Contorno | 1º | 1º | 3,6 | Optativa |
| PROFESORES | | DIRECCIÓN y HORARIO TUTORÍA: | | | |
| Javier Suárez Medina (coord.) Felipe García Sánchez | | fjsuarez@ugr.es http://directorio.ugr.es/static/PersonalUGR/*/show/9f82bda510a27c73adeab416c80d7cfa fgsanchez@uma.es | | | |
| PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES: | | | | | |
| Tener conocimientos previos sobre Mecánica de los Medios Continuos y Análisis de Estructuras. | | | | | |
| BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS | | | | | |
| <p>El Método de los Elementos de Contorno no se imparte habitualmente en los planes de estudios de las titulaciones admitidas en el programa. Los objetivos de este curso son, por tanto, que los alumnos conozcan en profundidad la metodología que da lugar a las ecuaciones integrales en que se basa el método, así como aspectos numéricos relevantes para su implementación. Se pretende también que los alumnos conozcan las limitaciones del método y su aplicabilidad a través de prácticas tutoradas.</p> | | | | | |
| COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS | | | | | |
| <p><u>Competencias generales:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ CB1 Aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio. ➤ CB2 Integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios. ➤ CB3 Comunicar sus conclusiones –y los conocimientos y razones últimas que las sustentan– a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades. ➤ CB4 Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida auto dirigido o autónomo. <p><u>Competencias específicas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ CE1 Conocer herramientas computacionales para el análisis de estructuras, ➤ CE2 Manejar herramientas computacionales en diversas aplicaciones estructurales ➤ CE15 Ser capaz de realizar búsquedas bibliográficas de documentos científicos | | | | | |

B173


**UNIVERSIDAD
DE GRANADA**
+ INFORMACIÓN TÍTULOS DE POSGRADO
<http://escuelaposgrado.ugr.es>

pag. 1/3

MASTER UNIVERSITARIO EN ESTRUCTURAS

- CE17 Ser capaz implementar algoritmos de resolución de problemas técnicos

OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

El alumno conocerá y comprenderá:

- Fundamentos del método de los elementos de contorno
- El MEC para problemas de potencial.
- Tecnología de elementos: problemas planos y tridimensionales
- El MEC para problemas elásticos, 2D y 3D
- Técnicas complementarias: cargas repartidas, subregiones, problemas axilsimétricos.
- Aplicación del MEC para materiales piezoeléctricos, magnetoelastóicos y FGM.

El alumno será capaz de:

- Desarrollar las ecuaciones básicas del MEC
- Implementar un código básico de MEC en lenguajes de programación
- Emplear un programa de MEC académico y/o comercial para resolver problemas de potencial y elasticidad.

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

1. Introducción al método de los elementos de contorno
 - Fundamentos del método de los elementos de contorno.
 - El MEC para problemas de potencial.
 - Tecnología de elementos: problemas planos.
2. El MEC para problemas elásticos.
 - Problemas bidimensionales de elasticidad.
 - Problemas tridimensionales.
 - Técnicas complementarias: cargas repartidas, subregiones, problemas axilsimétricos.
3. Materiales avanzados
 - Ecuaciones constitutivas en materiales piezoeléctricos, magnetoelastóicos y FGM.
 - Formulación de Elementos de contorno para materiales avanzados.
4. Aplicaciones

BIBLIOGRAFÍA

- BREBBIA & DOMINGUEZ, Boundary Elements: an introductory course, CMP, 1992
- ALIABADI & WROBEL, Boundary element method: Applications in Solids and Structures, 2 vols, 2002, Wiley.
- BONNET, Boundary integrals equation methods for solids and fluids, Wiley, 1995.
- DOMINGUEZ, Boundary elements in Dynamics, CMP-Elsevier, 1993.
- LATIF SALEH, Crack growth in concrete using boundary elements, CMP, 1997.
- KYTHE, An introduction to Boundary Elements, CRC Press, 1995.

ENLACES RECOMENDADOS

Ver Plataforma Moodle de la asignatura.



MASTER UNIVERSITARIO EN ESTRUCTURAS

METODOLOGÍA DOCENTE

| Codificación/ numeración (máximo 3 caracteres) | Descripción de la Actividad Formativa | Horas | %Presencialidad |
|---|--|-----------|-----------------|
| AF1 | Clases teóricas | 20 | 100 |
| AF2 | Clases prácticas | 4 | 100 |
| AF3 | Trabajos tutorizados | 10 | 0 |
| AF4 | Tutorías | 2 | 100 |
| AF5 | Trabajo autónomo del estudiante | 50 | 0 |
| AF6 | Trabajo del estudiante en el centro de prácticas | 0 | 0 |
| AF7 | Evaluación | 4 | 100 |
| Horas totales y presenciales | | 90 | 30 |

EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

| Codificación / número | Descripción del Sistema de Evaluación | Ponderación mínima | Ponderación máxima |
|--------------------------|---|-----------------------|-----------------------|
| E1 | Pruebas, ejercicios y problemas, resueltos en clase o individualmente a lo largo del curso | 30 | 40 |
| E2 | Valoración final de informes, trabajos, proyectos, etc. (individual o en grupo) | 40 | 50 |
| E3 | Pruebas escritas | 15 | 25 |
| E6 | Aportaciones del alumno en sesiones de discusión y actitud del alumno en las diferentes actividades desarrolladas | 5 | 10 |

DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA "NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA"

La Evaluación será continua, salvo si el alumno solicita **Evaluación Única Final** en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura, por motivos laborales, estado de salud, discapacidad o cualquier otra causa debidamente justificada, tal y como establece el artículo 8 de la NCG71/2.

La prueba consistirá en la presentación de un trabajo de la asignatura acordado con el profesor.

INFORMACIÓN ADICIONAL



MASTER UNIVERSITARIO EN ESTRUCTURAS

GUIA DOCENTE DE LA ASIGNATURA
AÑO ACADÉMICO: 2019-20

OPTIMIZACIÓN Y COMPUTACIÓN INTELIGENTE

(Fecha última actualización: 21/05/2019)

(Fecha de aprobación en Comisión Académica de Máster: 11/06/2019)

| MÓDULO | MATERIA | CURSO | SEMESTRE | CRÉDITOS | TIPO |
|--|--|--|----------|----------|-------------|
| MÓDULO FUNDAMENTAL: FUNDAMENTOS COMPUTACIONALES | Optimización y computación inteligente | 1º | 1º | 3,6 | Obligatoria |
| PROFESORES | | DIRECCIÓN y HORARIO TUTORÍAS | | | |
| Ignacio Requena Ramos (coordinador) Rocio Romero Zaliz | | http://decsai.ugr.es/index.php?p=profesores&id=7073 http://decsai.ugr.es/index.php?p=profesores&id=6709 | | | |
| PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES: | | | | | |
| Ninguno | | | | | |
| BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS | | | | | |
| <p>El objetivo del curso es dar una introducción a las técnicas de computación inteligente que se engloban bajo el paradigma de "Soft Computing", cuyos paradigmas básicos están asociados a los problemas de optimización, modelado de la precisión y el aprendizaje a partir de datos, problemas presentes continuamente en el ámbito de la ingeniería.</p> <p>Se pretende presentar sus fundamentos y algunas aplicaciones en el ámbito de la ingeniería civil.</p> | | | | | |
| COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS | | | | | |
| <p>El alumno adquirirá las siguientes competencias básicas (CB) y específicas (CE):</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ CB1. Aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio. ➤ CB2. Integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios. ➤ CB3. Comunicar sus conclusiones – y los conocimientos y razones últimas que las sustentan – a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades. ➤ CB4. Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo. ➤ CE3 Conocer y emplear técnicas y algoritmos para la optimización de problemas complejos ➤ CE12 Conocer y emplear técnicas de identificación de parámetros y daño estructural ➤ CE17 Ser capaz de implementar algoritmos de resolución de problemas técnicos | | | | | |
| OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA) | | | | | |
| <p><u>El alumno sabrá/comprenderá:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Lo que significa Soft Computing y las técnicas de Inteligencia Artificial que comprende ➤ El significado de la Lógica y los conjuntos difusos, como una representación de la forma en que el | | | | | |

B173



MASTER UNIVERSITARIO EN ESTRUCTURAS

cerebro biológico procesa la información, y como una extensión de los conceptos clásicos.

- Manejar sistemas de reglas difusos sencillos
- Algunas aplicaciones con técnicas difusas en el ámbito de la ingeniería civil
- Lo que son las redes neuronales, como un modelo matemático de las redes de neuronas biológicas y su capacidad para “aprender” a partir de ejemplos
- Los Modelos importantes de Redes Neuronales
- Algunas aplicaciones de las redes neuronales en el ámbito de la ingeniería civil
- Lo que son los Algoritmos Genéticos y más en general, la Computación Evolutiva
- Los Componentes y el Funcionamiento de los Algoritmos Genéticos
- Algunas aplicaciones de computación evolutiva en el ámbito de la ingeniería civil
- Conocer otras técnicas de optimización basadas en la naturaleza

El alumno será capaz de:

- Manejar las técnicas de Soft Computing y entender como se pueden aplicar a diversos problemas.
- Manejar Sistemas de Reglas Difusas y aplicarlas en situaciones y problemas de la Ingeniería civil
- Manejar los modelos básicos de redes neuronales y aplicarlos en situaciones y problemas de la Ingeniería civil
- Manejar Algoritmos Genéticos y aplicarlos en situaciones y problemas de la Ingeniería civil
- Entender la aplicación en Ingeniería Civil de otras técnicas de optimización basadas en la naturaleza.

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

Inteligencia Artificial y Lógica Difusa - Sistemas Difusos

- Introducción a la Inteligencia Artificial
- Teoría de Conjuntos Difusos
- Sistemas Difusos
- Aplicaciones en el ámbito de la ingeniería

Redes Neuronales

- Introducción a las Redes Neuronales
- Modelos de Redes Neuronales
- Aplicaciones en el ámbito de la ingeniería

Algoritmos Genéticos y Bioinspirados

- Introducción a la Computación Evolutiva
- Algoritmos Genéticos
- Colonias de Hormigas
- Algunas aplicaciones en el ámbito de la ingeniería

BIBLIOGRAFÍA

- Konar, Computational Intelligence: Principles, Techniques and Applications. Springer-Verlag, 2005.
- G.J Klir, B. Yuan .Fuzzy sets and fuzzy logic: theory and applications. Prentice-Hall, Inc. Upper Saddle River, NJ, USA. 1994.
- O. Cerdón, F. Herrera, F. Hoffmann, L. Magdalena, Genetic Fuzzy Systems. Evolutionary Tuning and Learning of Fuzzy Knowledge Bases. World Scientific, 2001.
- J. Feldman, R. Rojas. Neural Networks: A Systematic Introduction. Springer, 1996.
- SANCHEZ CAMPEROS, EDGAR NELSON y ALANIS GARCIA, ALMA YOLANDA. REDES NEURONALES. PRENTICE-HALL 2006
- R. L. Haupt, S.E. Haupt, Practical Genetic Algorithms, Wiley, 2004.
- Lourdes Araujo, Carlos Cervigón. Algoritmos evolutivos. Un enfoque práctico. (RA-MA EDITORIAL,



MASTER UNIVERSITARIO EN ESTRUCTURAS

2009)

- A. E. Eiben and J. E. Smith. Introduction to Evolutionary Computing. (Springer, 2003)

ENLACES RECOMENDADOS

<http://www.itcon.org/>

<http://pubs.asce.org/default.htm>

<http://www.sciencedirect.com/science/journal/14740346>

<http://www.blackwellpublishing.com/>

<http://www.blackwellpublishing.com/>

<http://itc.fgg.uni-lj.si/>

<http://itc.scix.net/>

http://w78.civil.aau.dk/program_ws/index.html

http://econpapers.repec.org/article/tafconmgt/v_3A20_3Ay_3A2002_3Ai_3A6_3Ap_3A465-472.htm

METODOLOGÍA DOCENTE

Metodología:

El curso se organizará mediante clases magistrales y trabajos de los estudiantes asociados a la aplicación de las técnicas de Soft Computing en el ámbito de la ingeniería civil.

A través del coordinador del Máster, se realizan contactos con los profesores del Master, para que las aplicaciones utilizadas en este curso en el ámbito de la Ingeniería Civil, se encuadren en la línea de los Objetivos generales del Master. En concreto se utilizará lo indicado en la siguiente tabla:

| | | |
|-----|--|---|
| MD0 | Lección magistral/expositiva | x |
| MD1 | Sesiones de discusión y debate | x |
| MD2 | Resolución de problemas y estudio de casos prácticos | x |
| MD3 | Prácticas de laboratorio o clínicas | |
| MD4 | Seminarios | x |
| MD5 | Ejercicios de simulación | x |
| MD6 | Análisis de fuentes y documentos | x |
| MD8 | Realización de trabajos individuales | x |
| MD9 | Seguimiento del TFM | |

Actividades formativas y su relación con las competencias:

- Clase presencial sobre el concepto de Soft Computing y los paradigmas que la componen. Se realizan prácticas presenciales (CE3, CB2, CB4)
- Clase presencial sobre los fundamentos e ideas básicas de los conjuntos difusos y de la lógica difusa. Se revisa bibliografía con aplicaciones en la ingeniería civil. Se explica como utilizar estos conceptos para resolver problemas concretos en ingeniería civil. Se realizan prácticas presenciales (CE3, CE12, CB2, CB4)
- Clase presencial sobre los fundamentos de las RNA y se describen los modelos más importantes. Se revisa la literatura sobre aplicaciones de RNAs en la ingeniería civil. Se explica como utilizar estos conceptos para resolver problemas concretos en ingeniería civil. Se realizan prácticas presenciales (CE3, CE12, CB2, CB4)
- Clase presencial sobre los fundamentos de la computación evolutiva y se detalla el



MASTER UNIVERSITARIO EN ESTRUCTURAS

funcionamiento de los algoritmos genéticos como paradigma más importante. Se revisa bibliografía con aplicaciones en la ingeniería civil. Se explica como utilizar estos conceptos para resolver problemas concretos en ingeniería civil. Se realizan prácticas presenciales (CE3, CE12, CB2, CB4)

- Prácticas tutoradas sobre todas las materias (CE3, CE12, CE17, CB1, CB2, CB4)
- Trabajo individual (CE3, CE12, CE17, CB1, CB2, CB3, CB4)

Actividades Formativas

Se ha considerado 1 ECTS = 25 horas de modo que 3,6 ECTS = 90 horas y la presencialidad 1/3 del total (33,33%), es decir 30 horas

| Código | Descripción de la Actividad | Horas | % Presencialidad - Horas |
|--------|--|-----------|--------------------------|
| AF1 | Clases teóricas | 15 | 100 - 15 |
| AF2 | Clases prácticas | 3 | 100 - 3 |
| AF3 | Trabajos tutorizados | 14 | 36 - 5 |
| AF4 | Tutorías | 4 | 100 - 4 |
| AF5 | Trabajo autónomo del estudiante | 50 | 0 |
| AF6 | Trabajo del estudiante en el centro de prácticas | 0 | 0 |
| AF7 | Evaluación | 4 | 75 - 3 |
| | Horas totales y presenciales | 90 | 33% - 30 |

Se pretende organizar una conferencia externa sobre Aplicaciones SC en IC

Exposición de Trabajos: Hasta 4 horas en Semana Exámenes

EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

Se tendrán en cuenta los siguientes aspectos con la ponderación indicada

| Código | Descripción del Sistema de Evaluación | % mín | % máx |
|--------|---|-------|-------|
| E1 | Pruebas, ejercicios y problemas, resueltos en clase o individualmente | 0 | 80 |
| E2 | Valoración final de informes, trabajos, proyectos, etc. (individual o en grupo) | 0 | 80 |
| E3 | Pruebas escritas | 0 | 80 |
| E4 | Presentaciones orales | 0 | 80 |
| E5 | Memorias | 0 | 80 |
| E6 | Aportaciones del alumno en sesiones de clases, seminarios de discusión y actitud del alumno en las diferentes actividades desarrolladas | 0 | 30 |

En definitiva, la evaluación tiene como base:



MASTER UNIVERSITARIO EN ESTRUCTURAS

1. Asistencia y Participación en las sesiones presenciales (hasta 30%).
2. Realización de Trabajos o Exámenes (hasta 80%).

Antes de empezar la asignatura, en cada curso académico, el profesorado comunicará a los alumnos, el tipo de trabajos/exámenes y los porcentajes concretos de cada aspecto.

DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA "NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA"

EVALUACIÓN Ordinaria para este curso

Para ser evaluado hay que asistir al menos a 7 de las 10 sesiones. La no asistencia a alguna sesión (hasta 3) se podrá recuperar con un trabajo específico acordado con el profesor correspondiente.

- Hasta 3 pts (30% de nota) por asistencia (1 punto por cada asistencia por encima de las 7 obligatorias).
- Hasta 7 pts (70% de la nota) por un trabajo que consistirá en HACER UN ANÁLISIS CRÍTICO de un artículo seleccionado por el Alumno o dos artículos de los propuestos por el Profesor, sobre la aplicación de técnicas de Soft Computing en problemas de Ingeniería Civil
- La temática de Ingeniería Civil para realizar los trabajos en este curso es HIDROLOGÍA

Para el trabajo, se puede elegir una sola de las 3 técnicas explicadas. El Trabajo requiere aceptación previa del profesor correspondiente.

EVALUACIÓN Extraordinaria

Se realizarán dos trabajos sobre 2 de las 3 técnicas presentadas.

INFORMACIÓN ADICIONAL

No se establece información adicional. En caso de cualquier duda consulte con el profesorado.

Lm
173
B



MASTER UNIVERSITARIO EN ESTRUCTURAS

GUIA DOCENTE DE LA ASIGNATURA PROCESOS ESTOCÁSTICOS

AÑO ACADÉMICO: 2019-20

(Fecha última actualización: 21/05/2019)
(Fecha de aprobación en Comisión Académica de Máster: 11/06/2019)

| MÓDULO | MATERIA | CURSO | SEMESTRE | CRÉDITOS | TIPO |
|--|-----------------------|--|----------|----------|-------------|
| FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA | Procesos estocásticos | 1º | 1º | 3,6 | Obligatoria |
| PROFESORES | | DIRECCIÓN y HORARIO TUTORÍAS | | | |
| Asunción Baquerizo Azofra | | Escuela de ICCP. 4ª planta, Despacho nº 28. Correo electrónico: abaqueri@ugr.es Tutorías: Martes y jueves de 15:00 a 18:00 | | | |
| PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES: | | | | | |
| Tener conocimientos de nivel de grado sobre: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Teoría de la probabilidad ➤ Estadística | | | | | |
| BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS | | | | | |
| <p>1. Fundamentos de la Teoría de la Probabilidad. Espacios de probabilidad. Variables aleatorias y vectores aleatorios.</p> <p>2. Procesos estocásticos y series temporales. Introducción. Definiciones. Función media y función de autocorrelación. Procesos estocásticos estacionarios y débilmente estacionarios. Procesos estocásticos ergódicos. Función de autocorrelación y espectro.</p> <p>3. Transmisión de vibraciones aleatorias. Señales y sistemas. Transmisión de vibraciones aleatorias a través de sistemas lineales e invariantes en el tiempo. Método de la respuesta frecuencial y método de la respuesta impulsiva. Cálculo de la respuesta frecuencial e impulsiva en un sistema definido por una ecuación diferencial ordinaria. Sistemas causales. Cargas estáticas.</p> <p>4. Autocorrelación, correlación cruzada y coherencia entre señales. Función de correlación cruzada y función de densidad espectral. Estimación de la función de densidad espectral a través del de los coeficientes de la transformada de Fourier. Función de coherencia.</p> | | | | | |
| COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS | | | | | |
| <p><u>Competencias generales:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ CB1: Aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio. ➤ CB2: Integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios. ➤ CB3: Comunicar sus conclusiones –y los conocimientos y razones últimas que las sustentan– a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades. ➤ CB4: Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo. | | | | | |

B173



MASTER UNIVERSITARIO EN ESTRUCTURAS

Competencias específicas:

- CE4 Conocer y emplear los fundamentos matemáticos de la descripción estocásticas de variables
- CE5 Conocer y emplear la descripción estocásticas de cargas y resistencias estructurales en el proyecto y cálculo dinámico
- CE6 Conocer y emplear la descripción estocásticas de cargas y resistencias estructurales en el proyecto y cálculo estático
- CE17 Ser capaz implementar algoritmos de resolución de problemas técnicos

OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

El alumno sabrá/comprenderá:

Los conceptos básicos para evaluar la incertidumbre intrínseca de los procesos y manejar técnicas de tratamiento de señales en los dominios de la frecuencia y del tiempo, abarcando:

- Procesos estocásticos estacionarios y ergódicos.
- Desarrollo en serie trigonométrica (serie de Fourier).
- Transformada de Fourier.
- Transmisión de vibraciones aleatorias a través de sistemas lineales e invariantes en el tiempo. Métodos frecuencial y de la respuesta impulsiva.
- Autocorrelación, correlación cruzada y coherencia entre señales.

El alumno será capaz de:

- Analizar funciones teóricas en el dominio de la frecuencia.
- Analizar con un lenguaje de programación una señal en el dominio de la frecuencia y del tiempo.
- Calcular analíticamente las funciones de transferencia de sistemas lineales invariantes en el tiempo definidos a través de una ecuación diferencial ordinaria.
- Estimar a partir de dos series temporales discretas la función de transferencia que las liga a través de un sistema lineal utilizando un lenguaje de programación.
- Calcular la función de correlación cruzada y la función de coherencia entre dos series temporales discretas utilizando un lenguaje de programación.

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

TEMARIO TEÓRICO:

Tema 1. Fundamentos de la Teoría de la Probabilidad. Espacios de probabilidad. Variables aleatorias y vectores aleatorios.

Tema 2. Procesos estocásticos y series temporales. Introducción. Definiciones. Función media y función de autocorrelación. Procesos estocásticos estacionarios y débilmente estacionarios. Procesos estocásticos ergódicos. Función de autocorrelación y espectro.

Tema 3. Transmisión de vibraciones aleatorias. Señales y sistemas. Transmisión de vibraciones aleatorias a través de sistemas lineales e invariantes en el tiempo. Método de la respuesta frecuencial y método de la respuesta impulsiva. Cálculo de la respuesta frecuencial e impulsiva en un sistema definido por una ecuación diferencial ordinaria. Sistemas causales. Cargas estáticas.

Tema 4. Autocorrelación, correlación cruzada y coherencia entre señales. Función de correlación cruzada y función de densidad espectral. Estimación de la función de densidad espectral a través del de los coeficientes de la transformada de Fourier. Función de coherencia.



MASTER UNIVERSITARIO EN ESTRUCTURAS

TEMARIO PRÁCTICO:

Seminarios/Talleres

Análisis de señales temporales. Cálculo de: espectros, función de transferencia, función de coherencia.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- Benjamin, J., A. Cornell, and H. Shaw. Probability, Statistics, and Decision for Civil Engineers. McGraw-Hill. 1970. pp. 684.
- Newland, D.E. An introduction to random vibrations, spectral and wavelet analysis, 1993 Longman Scientific & Technical pp 478.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- Bendat, J.S. and A. G. Piersol. Random Data: Analysis & Measurement Procedures. Wiley-Interscience; 3rd edition. 2000. pp. 594
- Kottogoda N.T. and Rosso, R. Probability, statistics and reliability for civil and environmental engineers. Mc Graw Hill, 1997 pp.735

ENLACES RECOMENDADOS

METODOLOGÍA DOCENTE

- MD0. Lección magistral/expositiva
- MD2. Resolución de problemas y estudio de casos prácticos
- MD8. Realización de trabajos individuales

EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

- E1 Pruebas, ejercicios y problemas, resueltos en clase o individualmente a lo largo del curso (30%)
- E2 Valoración final de informes, trabajos, proyectos, etc. (individual o en grupo) (40%)
- E3 Pruebas escritas (25%)
- E6 Aportaciones del alumno en sesiones de discusión y actitud del alumno en las diferentes actividades desarrolladas (5%)

DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA "NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA"

INFORMACIÓN ADICIONAL



MASTER UNIVERSITARIO EN ESTRUCTURAS

GUIA DOCENTE DE LA ASIGNATURA
AÑO ACADÉMICO: 2019-20

PROYECTO SISMORRESISTENTE AVANZADO

(Fecha última actualización: 14/05/2019)

(Fecha de aprobación en Comisión Académica de Máster: 11/06/2019)

| MÓDULO | MATERIA | CURSO | SEMESTRE | CRÉDITOS | TIPO |
|--|------------------------------------|---|----------|----------|-------------|
| SÍSMICA Y DINÁMICA ESTRUCTURAL | Proyecto Sismorresistente avanzado | 1º | 2º | 3,6 | Obligatoria |
| PROFESORES | | DIRECCIÓN y HORARIO TUTORÍAS | | | |
| Leandro Morillas Romero (coordinador) Amadeo Benavent Climent Francisco López Almansa | | Departamento de Mecánica de Estructuras e Ingeniería Hidráulica. ETS Arquitectura. Campo del Príncipe 18071 Granada. lmorillas@ugr.es T 958241546 http://meih.ugr.es/static/InformacionAcademicaDepartamentos/*/docentes/3ce9b4166b11a0de7b8daf4bc6ca77bd | | | |
| PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES: | | | | | |
| Tener cursada la asignatura Dinámica de Estructuras Tener conocimientos sobre resistencia materiales y teoría de estructuras | | | | | |
| BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS | | | | | |
| <p>Se estudia en profundidad el cálculo sísmico basado en fuerzas con coeficiente reductores por ductilidad empleando el análisis modal espectral ampliamente implementado en las normativas sísmicas actuales. Se estudian también los fundamentos de los métodos basados en el desplazamiento y se expone la metodología alternativa del proyecto sismorresistente basado en el balance energético de Housner-Akiyama. Se aborda el paradigma del Proyecto Basado en Prestaciones y la materialización de sus objetivos a través de diferentes métodos de cálculo y de estrategias de proyecto. Dentro de las estrategias se estudian tanto las técnicas convencionales de proyecto sismorresistente como las avanzadas basadas en el aislamiento de base, y en el uso de disipadores de energía y amortiguadores de masa.</p> | | | | | |
| COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS | | | | | |
| <p><u>Competencias específicas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ CE5 Conocer y emplear la descripción estocástica de cargas y resistencias estructurales en el proyecto y cálculo dinámico ➤ CE8 Aplicar la dinámica estructural al cálculo y proyecto de estructuras sometidas a cargas dinámicas ➤ CE9 Conocer y emplear las técnicas de caracterización y evaluación de las fuentes de excitación dinámica sobre estructuras ➤ CE10 Conocer modelos de daño estructural ➤ CE13 Conocer y emplear modelos de comportamiento avanzados del hormigón estructural ➤ CE14 Conocer y emplear modelos de comportamiento avanzados de las estructuras de acero ➤ CE17 Ser capaz implementar algoritmos de resolución de problemas técnicos | | | | | |

 km
 173
 B


MASTER UNIVERSITARIO EN ESTRUCTURAS

OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

El alumno sabrá/comprenderá:

- Las diferentes metodologías de proyecto sismorresistente existentes, tanto las tradicionales que se emplean actualmente en la mayoría de normativas sísmicas, como las más modernas, abarcando:
- Los métodos basados en el cálculo modal espectral y los factores reductores por ductilidad.
- Los métodos basados en el desplazamiento
- Los métodos basados en el balance energético de Housner-Akiyama.
- Los sistemas estructurales sismorresistentes convencionales y las estructuras avanzadas con disipadores de energía, aisladores de base o amortiguadores de masa.

El alumno será capaz de:

- Realizar el cálculo sísmico de una estructura empleando el cálculo modal espectral.
- Predecir el desplazamiento de una estructura aplicando los métodos estáticos no lineales.
- Estimar la resistencia lateral requerida en una estructura aplicando los métodos basados en el balance energético de Housner-Akiyama.
- Realizar un proyecto conceptual de estructuras con sistemas de control pasivo.

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

- Tema 1. Respuesta sísmica de sistemas de masas concentradas. Vector de arrastre. Masa movilizada. Análisis modal espectral.
- Tema 2. Metodología de proyecto sismorresistente basada en el balance energético de Housner-Akiyama. Espectros de energía. Ecuaciones de balance energético. Estimación de energías. Procedimiento de proyecto.
- Tema 3. Métodos basados en el desplazamiento. Análisis estáticos no lineales aplicando el método del empuje incremental.
- Tema 4. Estrategias convencionales de proyectos sismorresistente. Las estructuras de tipo viga débil-columna fuerte. Cálculo por capacidad.
- Tema 5. Estrategias avanzadas de proyecto sismorresistente. Aislamiento de base. Estructuras con disipadores de energía. Amortiguadores de masa.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- Clough & Penzien, Dynamics of Structures. Segunda Edición, Mc Graw Hill, N. Y., 1993.
- Chopra Anil K, Dynamics of structures: theory and applications to earthquake engineering. New York, Prentice-Hall, 2001.
- Akiyama, Hiroshi. Metodología de proyecto sismorresistente de edificios basada en el balance energético. Barcelona: Reverté S.A., 2003.
- Bozzo, L.M., Barbat A. Diseño sismorresistente de edificios: técnicas convencionales y avanzadas. Barcelona: Reverté S.A., 1999.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- Soong, T.T., Dargush, G.F. Passive energy dissipation systems in structural engineering. New York: Wiley, 1997.
- Kelly J.M., Konstantinidis D. "Mechanics of Rubber Bearings for Seismic and Vibration Isolation". John Wiley 2011.
- Naeim F., Kelly J.M. "Design of Seismic Isolated Structures. From theory to practice" John Wiley 1999.



MASTER UNIVERSITARIO EN ESTRUCTURAS

- Sen, T. K. (2009). Fundamentals of seismic loading on structures. John Wiley & Sons.

ENLACES RECOMENDADOS

METODOLOGÍA DOCENTE

Metodología docente:

- Lección magistral/expositiva
- Resolución de problemas y estudio de casos prácticos
- Ejercicios de simulación
- Realización de trabajos individuales

Actividades formativas

| Código | Descripción | Horas | % Presencialidad |
|------------------------------|--|-------|------------------|
| AF1 | Clases teóricas | 24 | 100 |
| AF2 | Clases prácticas | 0 | 0 |
| AF3 | Trabajos tutorizados | 10 | 0 |
| AF4 | Tutorías | 2 | 100 |
| AF5 | Trabajo autónomo del estudiante | 50 | 0 |
| AF6 | Trabajo del estudiante en el centro de prácticas | 0 | 0 |
| AF7 | Evaluación | 4 | 100 |
| Horas totales y presenciales | | 90 | 30 |

EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

| Código | Descripción | Ponderación mínima | Ponderación máxima |
|--------|---|--------------------|--------------------|
| E1 | Pruebas, ejercicios y problemas, resueltos en clase o individualmente a lo largo del curso | 30 | 40 |
| E2 | Valoración final de informes, trabajos, proyectos, etc. (individual o en grupo) | 0 | 0 |
| E3 | Pruebas escritas | 60 | 70 |
| E4 | Presentaciones orales | 0 | 0 |
| E5 | Memorias | 0 | 0 |
| E6 | Aportaciones del alumno en sesiones de discusión y actitud del alumno en las diferentes actividades desarrolladas | 0 | 0 |
| E7 | Defensa pública del Trabajo Fin de Máster | 0 | 0 |

DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA "NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA"



MASTER UNIVERSITARIO EN ESTRUCTURAS

La Evaluación será continua, salvo si el alumno solicita Evaluación Única Final en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura, por motivos laborales, estado de salud, discapacidad o cualquier otra causa debidamente justificada, tal y como establece la normativa. La prueba para la Evaluación Única Final consistirá en un ejercicio único escrito que comprenda todo el temario de la asignatura.

INFORMACIÓN ADICIONAL

En 17 B



MASTER UNIVERSITARIO EN ESTRUCTURAS

GUIA DOCENTE DE LA ASIGNATURA

AÑO ACADÉMICO: 2019-20

UNIONES METÁLICAS SEMIRRÍGIDAS

(Fecha última actualización: 09/05/2019)

(Fecha de aprobación en Comisión Académica de Máster: 11/06/2019)

| MÓDULO | MATERIA | CURSO | SEMESTRE | CRÉDITOS | TIPO |
|---|--------------------------------|---|----------|----------|----------|
| MÓDULO APLICADO: CÁLCULO AVANZADO | Uniones metálicas semirrígidas | 1º | 2º | 3,6 | Optativa |
| PROFESORES | | DIRECCIÓN y HORARIO TUTORÍAS | | | |
| Luisa María Gil Martín (Responsable) | | Dpto. Mecánica de Estructuras e I.H., 4ª planta, E.T.S.I. Caminos, C. y P. Despacho nº 14. Correo electrónico: mlgil@ugr.es https://wpd.ugr.es/~mlgil/wordpress/ (concertar cita previamente por email) | | | |
| PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES: | | | | | |
| Tener cursadas las asignaturas básicas y obligatorias relativas a Estructuras Metálicas | | | | | |
| BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS | | | | | |
| <p>Estudio de las uniones semirrígidas. Estudio de su comportamiento. Ventajas de este tipo de uniones. Dimensionamiento de uniones metálicas semirrígidas.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Introducción. Clasificación de las uniones. 2. Modelización de las uniones. 3. Uniones soldadas. 4. Uniones atornilladas: componentes básicos. 5. Ductilidad de las uniones. Diagrama momento curvatura de una unión. | | | | | |
| COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS | | | | | |
| <p><u>Competencias generales:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ CB1: Aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio. ➤ CB2: Integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios. ➤ CB3: Comunicar sus conclusiones –y los conocimientos y razones últimas que las sustentan– a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades. ➤ CB4: Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo. <p><u>Competencias específicas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ CE14 : Conocer y emplear modelos de comportamiento avanzados de las estructuras de acero ➤ CE15 : Ser capaz de realizar búsquedas bibliográficas de documentos científicos | | | | | |

B173



MASTER UNIVERSITARIO EN ESTRUCTURAS

- CE16 : Conocer la estructura de los documentos científicos y aplicarla en la redacción de trabajos de esta índole

OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

El alumno sabrá/comprenderá:

Los conceptos básicos del método de los componentes para su aplicación y con objeto de obtener los diagramas momento-curvatura de la unión tanto para uniones soldadas como atornilladas. Para ello, el alumno será capaz de:

- Identificar las zonas de una unión viga-columna
- Identificar los focos de deformación
- Calcular la rigidez y la resistencia de cada componente
- Ensamblar los componentes
- Generar la curva momento-rotación de la unión

El alumno será capaz de:

- Manejar la normativa en vigor relativa a uniones semirrígidas: Eurocódigo 3 Parte 1-8
- Interpretar la salida de los programas comerciales que implementan uniones semirrígidas
- Clasificar la unión de acuerdo a la normativa
- Diseñar uniones compatibles con el modelo adoptado en el cálculo del elemento estructural

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

TEMARIO TEÓRICO:

- Tema 1. Cálculo de uniones metálicas: soldadura y tornillos no pretensados.
- Tema 2. Unión metálica viga-columna.
- Tema 3. Estudio de la rigidización de la unión. Rigidizadores.
- Tema 4. Uniones viga-columna soldadas.
- Tema 5. Uniones viga-columna atornilladas (chapa frontal/angulares).
- Tema 6. El método de los componentes.

TEMARIO PRÁCTICO:

- *Práctica 1. Dimensionamiento de una unión viga-columna soldada.*
- *Práctica 2. Obtención del diagrama momento-rotación de una unión viga-columna soldada.*
- *Práctica 3. Dimensionamiento de una unión viga-columna atornillada.*
- *Práctica 4. Obtención del diagrama momento-rotación de una unión viga-columna atornillada con chapa frontal.*

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- Handbook of structural steel connection design and details. Akbar R. Tamboli. McGraw-Hill.
- Structural steel semirigid connections. Faella, Piluso and Rizzano. CRC.
- Eurocódigo 3, Parte 1-8.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- Artículos científicos.



MASTER UNIVERSITARIO EN ESTRUCTURAS

| ENLACES RECOMENDADOS | | | |
|---|--|--------------------|--------------------|
| | | | |
| METODOLOGÍA DOCENTE | | | |
| | | | |
| Codificación/ numeración (máximo 3 caracteres) | Descripción de la Actividad Formativa | Horas | %Presencialidad |
| AF1 | Clases teóricas | 15 | 100 |
| AF2 | Clases prácticas | 12 | 100 |
| AF3 | Trabajos tutorizados | 15 | 0 |
| AF4 | Tutorías | 2 | 0 |
| AF5 | Trabajo autónomo del estudiante | 43 | 0 |
| AF6 | Trabajo del estudiante en el centro de prácticas | 0 | 0 |
| AF7 | Evaluación | 3 | 100 |
| Horas totales y presenciales | | 90 | 30 |
| EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.) | | | |
| | | | |
| Codificación / número | Descripción del Sistema de Evaluación | Ponderación mínima | Ponderación máxima |
| E1 | Pruebas, ejercicios y problemas, resueltos en clase o individualmente a lo largo del curso | 50 | 60 |
| E2 | Valoración final de informes, trabajos, proyectos, etc. (individual o en grupo) | 25 | 40 |
| E3 | Pruebas escritas | 10 | 15 |
| E6 | Aportaciones del alumno en las sesiones prácticas y actitud del alumno en las diferentes actividades desarrolladas | 5 | 10 |
| DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA "NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA" | | | |
| <p>La Evaluación será continua, salvo si el alumno solicita Evaluación Única Final en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura, por motivos laborales, estado de salud, discapacidad o cualquier otra causa debidamente justificada, tal y como establece el artículo 8 de la NCG71/2.</p> <p>La evaluación continua se basará en los diagramas momento-rotación de sendas uniones viga-columna, una soldada y otra atornillada, previamente dimensionadas por el alumno. La calificación final será la media de las calificaciones obtenidas en ambas prácticas siempre y cuando se haya obtenido en ambas una calificación MINIMA.</p> <p>La evaluación única final consistirá en un examen en el que el alumno tendrá que dimensionar una unión metálica viga-columna y obtener su diagrama momento-rotación.</p> | | | |
| INFORMACIÓN ADICIONAL | | | |
| | | | |

Km 173



MASTER UNIVERSITARIO EN ESTRUCTURAS

GUIA DOCENTE DE LA ASIGNATURA
AÑO ACADÉMICO: 2019-20

VIBRACIONES DE SISTEMAS CONTINUOS

(Fecha última actualización: 21/05/2019)

(Fecha de aprobación en Comisión Académica de Máster: 11/06/2019)

| MÓDULO | MATERIA | CURSO | SEMESTRE | CRÉDITOS | TIPO |
|--|--------------------|---|----------|----------|----------|
| SÍSMICA Y DINÁMICA ESTRUCTURAL | Materias aplicadas | 1º | 2º | 3,6 | Optativa |
| PROFESORES | | DIRECCIÓN y HORARIO TUTORÍAS | | | |
| Alejandro E. Martínez Castro | | ETS de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos. amcastro@ugr.es Horario de tutorías: http://meih.ugr.es/static/InformacionAcademicaDepartamentos/*/docentes/199a8e6a2878c1a8146e649cddcf2a0e | | | |
| PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES: | | | | | |
| Se recomienda tener cursada la asignatura de Dinámica de Estructuras. Es recomendable tener conocimientos adecuados de: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Geometría diferencial de curvas y superficies. ➤ Ecuaciones Diferenciales. | | | | | |
| BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS | | | | | |
| Se presenta un tratamiento analítico (exacto) de las vibraciones en sistemas de masa y elasticidad distribuida, cuyos ejemplos más representativos son, por orden de dificultad creciente, los cables, vigas, membranas, placas y sólidos. Se presentan los métodos clásicos (newtonianos) para formular las ecuaciones diferenciales del movimiento y, a continuación, la metodología unificada o lagrangiana. Se resolverán ejemplos ilustrativos, propios de la ingeniería civil, mediante desarrollo manual y también empleando códigos numéricos y simbólicos basados en Python, C++, Matemática y Matlab. Como caso práctico de aplicación en ingeniería, se profundizará en el estudio de acciones dinámicas en puentes de ferrocarril de alta velocidad. | | | | | |
| COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS | | | | | |
| <u>Competencias generales:</u> <ul style="list-style-type: none"> ➤ CB1: Aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio. ➤ CB2: Integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios. ➤ CB3: Comunicar sus conclusiones –y los conocimientos y razones últimas que las sustentan– a | | | | | |

km 173 B



MASTER UNIVERSITARIO EN ESTRUCTURAS

públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

- CB4: Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Competencias específicas:

- CE7: Conocer los fundamentos de la dinámica estructural y emplear técnicas de análisis para sistemas simples y complejos ante diferentes tipos de carga.
- CE8: Aplicar la dinámica estructural al cálculo y proyecto de estructuras sometidas a cargas dinámicas.
- CE9: Conocer y emplear las técnicas de caracterización y evaluación de las fuentes de excitación dinámica sobre estructuras.
- CE14: Conocer y emplear modelos de comportamiento avanzados de las estructuras de acero.

OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

El alumno sabrá/comprenderá:

- Planteamientos clásico y variacional de los problemas vibratorios en sistemas continuos.
- Método de separación de variables. Ecuaciones diferenciales ordinarias en problemas vibratorios. Concepto de Funcional. Ecuaciones de Euler-Lagrange. Formulación unificada.
- Resolución numérica aproximada de problemas vibratorios: métodos de Ritz y Galerkin. Cociente de Rayleigh.
- Problemas vibratorios con planteamiento clásico en casos 1D: cuerda vibrante, vibraciones axiales y torsionales en barras. Vibraciones lineales y no lineales. Amortiguamiento y fuentes de amortiguamiento.
- Problemas vibratorios en vigas. Viga de Bernoulli-Euler. Influencia de la masa rotacional y viga de Rayleigh. Viga de Timoshenko con inercia rotacional.
- Problemas vibratorios en membranas, placas y láminas.
- Problemas vibratorios en sólidos. Contraste con soluciones para sistemas continuos 1D, 2D, 3D.
- Programación de problemas de vibraciones en distintos entornos: orientado a objetos (C++, Python), simbólicos (Mathematica), Interpretado (Matlab).

El alumno será capaz de:

- Plantear un problema de vibraciones en un sistema continuo general, independiente del método particular de resolución numérica.
- Obtener numéricamente frecuencias naturales y modos de vibración mediante métodos numéricos o analíticos.
- Plantear e implementar en entorno computacional de cálculo simbólico y numérico (Mathematica, Python, Matlab, Maxima, C++) problemas vibratorios en sistemas continuos.

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

- Tema 1. Conceptos previos: ecuaciones diferenciales ordinarias; oscilador de 1 GDL; concepto de funcional, ecuaciones de Euler-Lagrange.
- Tema 2. Concepto de sistema continuo.
- Tema 3. Vibraciones transversales en cuerdas.
- Tema 4. Vibraciones longitudinales y torsionales en barras.
- Tema 5. Vibraciones transversales en vigas.
- Tema 6. Vibraciones en puentes de ferrocarril de alta velocidad.
- Tema 7. Vibraciones en membranas.
- Tema 8. Vibraciones en placas.



MASTER UNIVERSITARIO EN ESTRUCTURAS

- Tema 9. Vibraciones en láminas.
- Tema 10. Vibraciones en sólidos.
- Tema 11. Vibraciones en medios semi-infinitos y problemas de interacción solido-fluido-estructura.
- Tema 12. Introducción a la respuesta estocástica de sistemas vibratorios. Métodos espectrales.

BIBLIOGRAFÍA

- Vibraciones de Sistemas Continuos. A. M Castro. (Apuntes). Copicentro. Licencia CC-BY-NC-SA (2019)
- Vibrations of Continuous Systems. A. W. Leissa and M. H. Qatu.
- Vibration of Solids and Structures under Moving Loads. L. Fryba.
- Dynamics of Structures. J.L. Humar
- Analytical Methods in Vibrations. Leonard Meirovitch
- Vibration of Plates. Arthur Leissa
- Formulas for Natural Frequency and Mode Shape. R.D. Blevins
- Ingeniería de Puentes. Análisis Estructural. Salvador Monleón
- Curso de Puentes. Salvador Monleón
- Análisis de vigas, arcos, placas y láminas: una presentación unificada. Salvador Monleón
- Vibration Problems in Engineering. W. Weaver, S.P. Timoshenko, D.H. Young
- Dynamics of Structures: Theory and Applications to Earthquake Engineering. A.K. Chopra
- Dynamics of Structures. R.W. Clough, J. Penzien

ENLACES RECOMENDADOS

Plataforma PRADO de la asignatura

METODOLOGÍA DOCENTE

- Lección Magistral / Expositiva. Se expondrán los contenidos teóricos, con ejemplos explicativos. Clase presencial.
- Resolución de problemas y estudio de casos prácticos. Se realizará parte en clase, y parte mediante trabajo individual del alumno, con entregas de ejercicios resueltos por parte del alumno. Parte de estos ejercicios tendrá contenido computacional.
- Vídeos sobre contenidos grabados por el profesor como complemento de las clases expositivas. Canal de Youtube Alejandro Enrique Martínez Castro.
- Cuestionarios semanales (Moodle/Prado).
- Talleres con revisión por pares.

EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

EVALUACIÓN CONTINUA:

La evaluación se realizará de forma continua. El reparto de calificaciones se realizará como sigue:

- Cuestionarios semanales: 40 % de la calificación
 - Talleres revisados por pares: 2 talleres, 20% cada taller (40 % de la calificación)
 - Participación activa en clase: 10 % de la calificación.
1. Cuestionarios semanales. Cada semana se abrirá en Moodle un cuestionario, que tratará sobre el contenido visto en clase. Se deberá trabajar de forma estrictamente individual, y resolver dentro del plazo prefijado las cuestiones planteadas.



MASTER UNIVERSITARIO EN ESTRUCTURAS

2. Talleres revisados por pares. Se empleará la herramienta Taller de Moodle. Durante la realización de un taller, se definirán dos fases: fase de entrega y fase de corrección. En la fase de entrega, el estudiante deberá resolver una actividad definida, y entregar en formato pdf anónimo dentro de la plataforma Prado. Esta fase contabilizará con un 80% de la nota del taller. Tras la fase de entrega, cada estudiante recibirá un número de trabajos de sus compañeros (entre 3 y 5) para evaluarlos conforme a una guía de evaluación. Esta fase permitirá obtener el 20 % restante de la calificación.
3. La participación activa se basará en las cuestiones y participación en clase, y no meramente en la asistencia pasiva a las clases.

Para aprobar la asignatura se deberá acumular una calificación igual o superior al 50% del total.

DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA "NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA"

EVALUACIÓN ÚNICA FINAL Y PRUEBAS EXTRAORDINARIAS:

La evaluación final se realizará en una prueba escrita, que tendrá una parte teórica (30%) y problemas escritos (70%).

Para aprobar, se deberá obtener una calificación del 50% del total.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Lm 17 B



MASTER UNIVERSITARIO EN ESTRUCTURAS

GUIA DOCENTE DE LA ASIGNATURA
AÑO ACADÉMICO: 2019-20

APLICACIONES DE LA MECÁNICA DE LA FRACTURA AL HORMIGÓN ESTRUCTURAL

(Fecha última actualización: 21/05/2019)

(Fecha de aprobación en Comisión Académica de Máster: 11/06/2019)

| MÓDULO | MATERIA | CURSO | SEMESTRE | CRÉDITOS | TIPO |
|---|--|--|----------|----------|----------|
| CÁLCULO AVANZADO | Aplicaciones de la Mecánica de la Fractura al Hormigón Estructural | 1º | 2º | 3,6 | Optativa |
| PROFESORES | | DIRECCIÓN y HORARIO TUTORÍAS | | | |
| Rafael Gallego Sevilla (resp.) | | ETSICCP, planta 4, Despacho 5 http://sl.ugr.es/Gallego | | | |
| Hector Cifuentes Bulte | | bulte@us.es (U. Sevilla) | | | |
| PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES: | | | | | |
| Tener conocimientos previos sobre Mecánica de los Medios Continuos. Deberá haber cursado la asignatura "Mecánica Computacional II: Elementos Finitos" | | | | | |
| BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS | | | | | |
| <p>La mecánica de la fractura aplicada al hormigón estructural ofrece soluciones y métodos de análisis para el comportamiento de este material alternativas a las obtenidas con métodos elementales basados en la mecánica de medios continuos y comportamiento elástico-lineal del material. En este curso se introduce esta disciplina exponiendo los conceptos de la MF para materiales cuasifrágiles, incluyendo modelos cohesivos y se analiza el denominado "efecto tamaño". Se muestran los modelos de comportamiento para este material disponibles en ABAQUS y su aplicación al hormigón estructural. El curso se complementa con ensayos de laboratorio donde se obtiene la energía a fractura del hormigón, se observa el crecimiento de grieta y se analiza el efecto tamaño mostrado por la zona de ligamento del material.</p> | | | | | |
| COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS | | | | | |
| <p><u>Competencias generales:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ CG1 - Comprender la naturaleza probabilista tanto de cargas como resistencia estructural y de la influencia de esta realidad en el diseño estructural ➤ CG2 - Manejar herramientas avanzadas para el análisis computacional, incluyendo técnicas de optimización de ayuda al diseño ➤ CG4 - Realizar estudios dinámicos experimentales de las estructuras e interacción entre la existencia de daño y su respuesta ➤ CG5 - Aplicar métodos avanzados para el análisis y diseño de estructuras metálicas y de hormigón armado <p><u>Competencias básicas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación ➤ CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio ➤ CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad | | | | | |

km 173



MASTER UNIVERSITARIO EN ESTRUCTURAS

de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios

- CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
- CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Competencias específicas:

- CE2 - Manejar herramientas computacionales en diversas aplicaciones estructurales.
- CE6 - Conocer y emplear la descripción estocásticas de cargas y resistencias estructurales en el proyecto y cálculo estático.
- CE11 - Aplicar los modelos de daño y evaluar la influencia de dicho daño en la respuesta estructural.
- CE13 - Conocer y emplear modelos de comportamiento avanzados del hormigón estructural.
- CE18 - Conocer y ser capaz de seleccionar técnicas de laboratorio para medidas experimentales en estructuras.

OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

El alumno sabrá/comprenderá:

- Necesidad de aplicación de la mecánica de la fractura al hormigón estructural.
- Modelos de fisura cohesiva de Barenblatt.
- Modelos cohesivos aplicables al hormigón estructural.
- El efecto tamaño en el hormigón estructural.
- Ensayos de determinación de parámetros de fractura en hormigón: Aplicabilidad de la MFEL.
- Aplicación de los modelos cohesivos mediante el MEF.
- Modelos para hormigón en ABAQUS I.
- Modelos para hormigón en ABAQUS II.
- Modelos multiescala.
- Aplicación a hormigones de altas prestaciones.

El alumno será capaz de:

- Aplicar a problemas de hormigón estructural los modelos adecuados de mecánica de la fractura
- Resolver problemas de fractura aplicados al hormigón estructural utilizando modelos computacionales simples y avanzados.

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

- TEMA 1. Necesidad de aplicación de la mecánica de la fractura al hormigón estructural.
- TEMA 2. Introducción. Modelos de fisura cohesiva de Barenblatt.
- TEMA 3. Modelos cohesivos aplicables al hormigón estructural.
- TEMA 4. El efecto tamaño en el hormigón estructural.
- TEMA 5. Ensayos de determinación de parámetros de fractura en hormigón: Aplicabilidad de la MFEL.
- TEMA 6. Aplicación de los modelos cohesivos mediante el MEF.
- TEMA 7. Modelos para hormigón en ABAQUS I.
- TEMA 8. Modelos para hormigón en ABAQUS II.
- TEMA 9. Modelos multiescala.



MASTER UNIVERSITARIO EN ESTRUCTURAS

- TEMA 10. Aplicación a hormigones de altas prestaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Anderson T.L. Fracture mechanics. Fundamental and applications. CRC Press, 1991.
- Bazant Z.P. and Planas J. Fracture and size effect in concrete and other quasibrittle materials. CRC Press, 1998.
- Bazant Z.P. Scaling of structural strength. Elsevier, 2002.
- Bazant Z.P. and others. Fracture mechanic of concrete: Concepts, models and determination of material properties. Commite 446 ACI, 1992.
- Carpinteri A. Applications of fracture mechanics to reinforced concrete. Elsevier, 1992.
- Hillerborg A., Modier M. and Petersson P.E. Analysis of crack formation and crack growth in concrete by means of fracture mechanics and finite elements. Cement and Concrete Research V.6. pp: 773-782, 1976.
- Maekawa K., Pimanmas A. and Okamura H. Nonlinear mechanics of reinforced concrete. Spon Press, 2003.
- Karihaloo B.L. Fracture mechanics and structural concrete. Longman Scientific & Technical, 1995.
- Shah, S.P. and Carpinteri, A. Fracture mechanics. Test methods for concrete. RILEM Report 5. Chapman and Hall, 1991.
- Shah, S.P., Swartz S.E. and Ouyang C. Fracture mechanics of concrete: Applications of fracture mechanics to concrete , rock and other quasibrittle materials. John Wiley and Sons, 1995.
- Van Mier, J.G.M. Fracture Processes of Concrete. CRC Press, 1997.
- Varios. Determination of the fracture energy of mortar and concrete by mean of three-point bend tests on notched beams. 50-FMC RILEM Draft Recommendation. Materials and Structures V.18. pp: 285-290, 1985.
- Varios. Determination of fracture parameters (KIC s and CTODc) of plain concrete using treepoint bend tests. RILEM Draft Recommendation. Materials and Structures V.23. pp: 457-460, 1991.
- Varios. Size-effect method for determining fracture energy and process zone size of concrete.
- TC-89-FMT RILEM Draft Recommendation. Materials and Structures V.23. pp: 461-465, 1991.
- Varios. Quasibrittle fracture scaling and size effect. RILEM Final Report. Materials and Structures V.37. Pp: 547-568, 2004.

ENLACES RECOMENDADOS

Plataforma PRADO de la asignatura

METODOLOGÍA DOCENTE

Actividades formativas presenciales

- Clases teóricas: El profesorado desarrollará los contenidos descritos en el programa de la asignatura que previamente se habrán facilitado al alumno. Durante el desarrollo de las clases los profesores podrán responder todas las dudas planteadas por los estudiantes e invitarán a la participación de los mismos proponiendo breves cuestiones así como desarrollarán ejercicios sobre los contenidos que permitan fijar los conceptos. El objeto de éstas es adquirir los conocimientos de la material, potenciar la reflexión y una mentalidad crítica.
- Clases prácticas en el aula: Se resolverán ejercicios de aplicación de los conceptos teóricos empleando técnicas docentes que permitan al alumno afianzar los contenidos teóricos. El objeto de estas actividades es que el alumno desarrolle las habilidades necesarias para la resolución de problemas estructurales.



MASTER UNIVERSITARIO EN ESTRUCTURAS

Actividades formativas no presenciales

- Estudio y trabajo individual: El alumnado desarrollará actividades (guiadas y no guiadas) propuestas por el profesorado que le permitan de forma individual profundizar y avanzar en el estudio de la materia. El objetivo es que el alumnado planifique y autoevalúe su aprendizaje.
- Tutorías individuales o en grupo: Seguimiento personalizado del aprendizaje del alumno. El objeto es orientar el trabajo y la formación académica del alumnado.

EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

La evaluación será continua, salvo si el alumno solicita **Evaluación Única Final** en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura, por motivos laborales, estado de salud, discapacidad o cualquier otra causa debidamente justificada, tal y como establece el artículo 8 de la Normativa de evaluación y de calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada (NCG71/2). En ese caso, la evaluación consistirá en un examen teórico-práctico del programa de la asignatura en la fecha indicada por el Centro.

Por su parte, la **Evaluación Continua** se realizará del siguiente modo:

1. **Actividades individuales y/o en grupo en clase supervisadas (20%)**: Estas actividades se puntuarán independientemente y se establecerá una media entre las calificaciones obtenidas.
2. **Estudio y trabajo individual (40%)**: Estas actividades consistirán en la realización de prácticas y resolución de cuestionarios individualizados en la plataforma Prado. Se puntuarán independientemente y para el cálculo de la nota se establecerá una media entre las calificaciones obtenidas.
3. **Trabajo Final (40%)**: Esta actividad consistirá en un trabajo realizado individual o en grupo (se especificará) en el que se aplicarán todos los conocimientos adquiridos en el desarrollo de la asignatura.

Los estudiantes están obligados a actuar en las pruebas de evaluación de acuerdo con los principios de mérito individual y autenticidad del ejercicio. Cualquier actuación contraria en ese sentido dará lugar a la calificación numérica de cero (artículo 10 de la NCG71/2). En consecuencia, la detección de una acción fraudulenta en cualquier actividad individual que se proponga supondrá una calificación final de cero.

DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA "NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA"

La Evaluación será continua, salvo si el alumno solicita **Evaluación Única Final** en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura, por motivos laborales, estado de salud, discapacidad o cualquier otra causa debidamente justificada, tal y como establece el artículo 8 de la NCG71/2.

La prueba consistirá en un examen teórico-práctico en el que se recogen todos los contenidos de la asignatura, incluyendo ejercicios de computación.

INFORMACIÓN ADICIONAL

BIB



MASTER UNIVERSITARIO EN ESTRUCTURAS

GUIA DOCENTE DE LA ASIGNATURA
AÑO ACADÉMICO: 2019-20

SEMINARIOS DE CIENCIA E INGENIERÍA DE ESTRUCTURAS

(Fecha última actualización: 21/05/2019)

(Fecha de aprobación en Comisión Académica de Máster: 11/06/2019)

| MÓDULO | MATERIA | CURSO | SEMESTRE | CRÉDITOS | TIPO |
|--|---|--|----------|----------|----------|
| FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA | Seminarios de ciencia e ingeniería de estructuras | 1º | 1º y 2º | 3,6 | Optativa |
| PROFESORES | | DIRECCIÓN y HORARIO TUTORÍAS | | | |
| Rafael Bravo Pareja (Responsable) Roberto Palma Guerrero | | Consultar horario de tutorías de profesores en la web del departamento. https://meih.ugr.es/pages/personal/mecanica o en https://directorio.ugr.es/ (Buscar nombre del profesor) | | | |
| PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES: | | | | | |
| BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS | | | | | |
| <p>Se presentan un conjunto de seminarios sobre aspectos formativos y divulgativos de la ingeniería estructural en sus diversos campos de actuación. Esto seminarios cubren varios contenidos. Por un lado, se plantea un primer grupo de seminarios centrados en el lenguaje de programación Python y de herramientas de expresión gráfica de la ciencia (para cálculo científico-técnico en ingeniería).</p> <p>Por otro lado, se presentan un conjunto de seminarios que dan a conocer diversos aspectos de la ingeniería estructural, en aplicaciones, o actividades de investigación, I+D, o I+D+i. Dentro de estos seminarios, uno de ellos tiene contenido fijo, y está centrado en el manejo de la información científico-técnica en bases bibliográficas. El resto de seminarios será impartido por especialistas, y su contenido será debidamente explicitado. A título orientativo, se muestran algunos de los seminarios que se han impartido en pasadas ediciones del Máster.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ De la Mecánica Racional a la del Medio Continuo. Marcelo Epstein (University of Calgary, Canada). ➤ Modelo discreto de dislocaciones en redes cristalinas. P. Ariza (Caltech, EEUU). ➤ Seismic performance of modern concentrically braced frames. P. Uriz (University of Berkeley, CA, USA). ➤ Nonlinear Static (Pushover) Analysis and Seismic Response Prediction. M. Aschheim (Santa Clara University, USA). ➤ Application of advanced composites in civil structures. Dr. Sang-Youl Lee (University of Seoul, Republic of Corea). ➤ Últimos avances de la investigación experimental en ingeniería sísmica en Japón: la nueva mesa sísmica E-DEFENSE. Prof. Satoshi Yamada (Tokyo Institute of Technology, Japan). ➤ North American Railroad Structures: Overview and Design Methods. R. Edwards (University of Illinois, USA). ➤ NDE of prestressed tendons. Dr. Byeong Hwa Kim. Steel Structure Research Laboratory, Research Institute of Industrial Science & Technology (RIST), Korea. ➤ Simulación numérica mediante el MEF de zonas costeras de gran impacto ambiental. Prof. Ignasi Colominas, Universidad de A Coruña. ➤ Índice de daño por sismo y capacidad de deformación lateral en columnas de hormigón armado sometidas a cargas laterales cíclicas. Prof. Mario Rodríguez, Universidad Autónoma Nacional de México. | | | | | |



MASTER UNIVERSITARIO EN ESTRUCTURAS

- Crack Initiation at Stress Concentration Points in Brittle Materials. Prof. D. Leguillon. Institut JLRA – CNRS UMR 7190 Université Pierre et Marie Curie (Paris 6), France.
- Energy-Momentum Algorithms for the Dynamics of Elastoplastic Solids. Prof. Francisco Armero, University of California at Berkeley, USA.
- Modelling the Motion of Material Interfaces. Prof. Rohan Abeyaratne Massachusetts Institute of Technology, USA & MIT-Singapore Alliance for Research and Technology (SMART) Singapore.
- Micro and Macro Modeling of Contact and Friction. Prof. Alan Needleman. Department of Materials Science & Engineering at the University of North Texas, Denton, Texas, USA.
- Patrones 3D en grietas cerámicas ante impacto. Prof. Raul Radovitzky, Dept. Of Aeronautics and Astronautics, MIT, Cambridge, MA, EE.UU.

COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS

Competencias básicas:

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación
- CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio
- CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios
- CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
- CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Competencias específicas:

- CE1 - Conocer herramientas computacionales para el análisis de estructuras.
- CE17 - Ser capaz implementar algoritmos de resolución de problemas técnicos.

OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

El alumno sabrá/comprenderá:

- Manejo básico del lenguaje Python y su entorno en aplicaciones científicas y técnicas.
- Manejo básico de herramientas de expresión gráfica en la ciencia.
- Manejo básico de herramientas de búsqueda bibliográfica.
- Panorama nacional e internacional de aspectos avanzados y aplicados del I+D+i en Ingeniería de Estructuras.

El alumno será capaz de:

- Manejo básico del lenguaje Python y su entorno en aplicaciones científicas y técnicas.
- Manejo básico de herramienta gráfica GNU PLOT, Xfig, Blender.
- Manejo básico de herramientas de búsqueda bibliográfica.
- Sintetizar y valorar seminarios de aspectos avanzados y aplicados del I+D+i en Ingeniería de Estructuras.



MASTER UNIVERSITARIO EN ESTRUCTURAS

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

BLOQUE 1. Introducción a Python en ingeniería y ciencia. (6 horas)

1. Introducción a Python. Motivación. Python para cálculo científico-técnico. Python en investigación e ingeniería. Instalación (entorno Anaconda, tanto en Linux, Mac, Windows).
2. Entorno Ipython, Spyder, y Jupyter notebook. Introducción a la sintaxis de Python.
3. Estructuras de programación básicas: bucles, funciones, módulos, objetos.
4. Librería Numpy. Gráficas en Python: matplotlib.
5. Introducción al ecosistema de Python. Paquetes para cálculo científico y técnico. Cálculo simbólico con SymPy.

BLOQUE 3. Introducción al software de expresión gráfica en la ciencia (6 horas)

1. Introducción a GNUPLOT
2. Introducción a Xfig
3. Introducción y modelado en Blender.
4. Aplicaciones de Blender para el preproceso en programas de elementos finitos.

BLOQUE 3. SEMINARIOS

1. Búsqueda y gestión de información científico-técnica.
2. Seminarios con contenido por determinar (de 6 a 9 anuales). Estos seminarios serán impartidos por parte de especialistas dentro del contexto de los temas específicos del Máster de Estructuras. Serán debidamente anunciados en la plataforma PRADO (con aviso al email institucional del alumno), página web del Máster, así como en cartelería.

BIBLIOGRAFÍA

- John V. Guttag. Introduction to Computation and Programming Using Python. The MIT Press.
- Eugenia Bahit. Curso de Python para principiantes.
<https://www.safecreative.org/work/1207302042960>
- GNUPLOT User Manual. <http://www.gnuplot.info/>
- Xfig User manual. <http://mcj.sourceforge.net/>
- Blender tutorials. <https://www.blender.org/support/tutorials/>

ENLACES RECOMENDADOS

Plataforma PRADO de la asignatura

METODOLOGÍA DOCENTE

BLOQUES 1, 2 y 3:

- Clases teórico-prácticas en aula de informática. Clases interactivas, con presentaciones y ejercicios interactivos.
- Contenidos del curso en la página de PRADO (<http://prado.ugr.es>). En la página del curso se subirá documentación, ficheros de ejemplos, recursos adicionales, enlaces, etc. Se utilizará la plataforma PRADO para plantear actividades (cuestionarios, talleres, etc).



MASTER UNIVERSITARIO EN ESTRUCTURAS

| |
|---|
| <p>BLOQUE 4:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ El alumno asistirá a los seminarios, que serán debidamente anunciados (plataforma PRADO y cartelería). |
| <p>EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)</p> |
| <p>La asignatura se evaluará como sigue:</p> <p><u>BLOQUES 1, 2 y 3:</u></p> <p>La asistencia es obligatoria.</p> <p>Se planteará actividades evaluables, una o varias para cada una de las tres partes. Las actividades pueden incluir partes que deben resolverse presencialmente en el aula. Algunas de las actividades utilizarán recursos de la plataforma PRADO.</p> <p><u>BLOQUE 4:</u></p> <p>La asistencia a todos los seminarios es obligatoria.</p> <p>El alumno asistirá a todos los seminarios y realizará una memoria de los mismos, incluido el primero (Búsqueda y gestión de información científico-técnica).</p> <p>La calificación final será la media aritmética entre las calificaciones recibidas en cada una de las 4 partes.</p> <p>Nota final = $1/4 (NOTA_{BLOQUE\ 1} + NOTA_{BLOQUE\ 2} + NOTA_{BLOQUE\ 3} + NOTA_{BLOQUE\ 4})$</p> |
| <p>DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA “NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA”</p> |
| <p>La Evaluación será continua, salvo si el alumno solicita <i>Evaluación Única Final (EUF)</i> en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura, por motivos laborales, estado de salud, discapacidad o cualquier otra causa debidamente justificada, tal y como establece el artículo 8 de la <u>NCG71/2</u>. En ese caso, ésta consistirá en un examen teórico-práctico del programa de la asignatura en la fecha indicada por el Centro.</p> |
| <p>INFORMACIÓN ADICIONAL</p> |
| <p>No se establece información adicional. En caso de cualquier duda consulte con el profesorado.</p> |

Km 173

