

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Formación común a la rama civil	Ingeniería estructural: Estructuras Metálicas	4º	7º	6	Obligatoria
PROFESORES			DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)		
<ul style="list-style-type: none"> Luisa María Gil Martín (coordinador) Enrique Hernández Montes 			Dpto. Mecánica de Estructuras e Ingeniería Hidráulica, 4ª planta, E.T.S.I. de Caminos, C. y P. Despachos nº 14 y 16. Correo electrónico: mlgil@ugr.es y montes@ugr.es		
			HORARIO DE TUTORÍAS Y/O ENLACE A LA PÁGINA WEB DONDE PUEDAN CONSULTARSE LOS HORARIOS DE TUTORÍAS ⁽¹⁾		
			El horario de tutorías se puede consultar en los enlaces: Profesora Gil Martín: https://wpd.ugr.es/~mlgil/wordpress/ Profesor Hernández Montes: https://wpd.ugr.es/~emontes/wordpress/ Se aconseja concertar cita por email.		
GRADO EN EL QUE SE IMPARTE			OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR		
Grado en Ingeniería Civil			Arquitectura e Ingeniería de la Edificación		
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)					
Tener cursadas las asignaturas: Matemáticas I, II y III, Mecánica para Ingenieros y Teoría de Estructuras.					



BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)

Los contenidos que se desarrollan con esta materia van encaminados a que el alumno, futuro ingeniero civil, sea capaz de calcular elementos estructurales metálicos.

COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS

Las que aparecen en el punto 5.5.1.5 en la memoria de verificación del título de Graduado en Ingeniería Civil por la UGR (Resolución de 15 de enero de 2009, BOE 29 de enero de 2009)

BÁSICAS Y GENERALES

- **CG01** - Capacitación científico-técnica para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico de Obras Públicas y conocimiento de las funciones de asesoría, análisis, diseño, cálculo, proyecto, construcción, mantenimiento, conservación y explotación.
- **CG02** - Comprensión de los múltiples condicionamientos de carácter técnico y legal que se plantean en la construcción de una obra pública, y capacidad para emplear métodos contrastados y tecnologías acreditadas, con la finalidad de conseguir la mayor eficacia en la construcción dentro del respeto por el medio ambiente y la protección de la seguridad y salud de los trabajadores y usuarios de la obra pública.
- **CB1** - Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.
- **CB2** - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.
- **CB5** - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

ESPECÍFICAS

- **COP3** - Capacidad para aplicar los conocimientos de materiales de construcción en sistemas estructurales. Conocimiento de la relación entre la estructura de los materiales y las propiedades mecánicas que de ella se derivan.
- **COP4** - Capacidad para analizar y comprender cómo las características de las estructuras influyen en su comportamiento. Capacidad para aplicar los conocimientos sobre el funcionamiento resistente de las estructuras para dimensionarlas siguiendo las normativas existentes y utilizando métodos de cálculo analíticos y numéricos.
- **COP6** - Conocimiento de los fundamentos del comportamiento de las estructuras de hormigón armado y estructuras metálicas y capacidad para concebir, proyectar, construir y mantener este tipo de estructuras.

OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

1. Saber calcular: inercias de flexión, inercias de alabeo, momentos estáticos, centro de gravedad, centro de esfuerzos cortantes... de secciones transversales habituales en construcción metálica.



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
grados.ugr.es

Firmado por: DAVID LOPEZ MARTIN Secretario/a de Departamento

Sello de tiempo: 24/05/2019 17:12:24 Página: 2 / 8



sZFfOSsfP8GPHLvJNWzZLH5CKCJ3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.

2. Saber calcular las solicitaciones de agotamiento de una sección transversal en los campos elástico y plástico.
3. Saber determinar el parámetro de área neta en un elemento metálico traccionado.
4. Conocer los distintos modos de pandeo que pueden afectar a un elemento metálico comprimido.
5. Conocer el fenómeno de inestabilidad en elementos flectados.
6. Conocer el fenómeno de inestabilidad que se presentará en placas sometidas a cortante.
7. Saber determinar la clase de una sección transversal.
8. Conocer los fenómenos de inestabilidad que se pueden presentar en el alma de una viga bajo cargas transversales concentradas actuantes en su plano.
9. Saber dimensionar rigidizadores transversales.
10. Saber dimensionar cordones de soldadura.
11. Conocer las distintas categorías e uniones atornilladas y calcular los elementos de la unión.

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

TEMARIO TEÓRICO:

Tema 1: INTRODUCCIÓN A LA ESTRUCTURA METÁLICA. EL ACERO ESTRUCTURAL. CARGAS.
Introducción. Ventajas de la estructura de acero. El acero estructural.

Tema 2: AGOTAMIENTO DEL ACERO ESTRUCTURAL: ROTURA DÚCTIL.
Introducción. Criterio de comparación de Von-Mises. Agotamiento plástico de la sección transversal.

Tema 3: TRACCIÓN.
Introducción. Tipología de elementos traccionados. Área neta. Cálculo de piezas solicitadas a tracción.
Fenómeno de arrastre por cortante.

Tema 4: COMPRESIÓN.
Introducción. El problema de Euler. Longitud de pandeo. Curva de Euler. Influencia de las tensiones residuales de laminación. Pandeo con imperfecciones. Comprobación de pandeo de un elemento comprimido aplicando la EAE. Curvas de pandeo. Tipos de piezas comprimidas. Piezas compuestas. Influencia del cortante en la carga crítica de pandeo. Esbeltez mecánica para piezas compuestas. Pandeo parcial de cordón. Cálculo de enlaces. Longitudes de pandeo de pilares pertenecientes a estructuras porticadas.

Tema 5: TORSIÓN.
Introducción. Torsión pura. Teoría general de la torsión en prismas de sección circular. Teoría de la torsión de Saint-Venant. Analogía de la membrana. Módulo de



**UNIVERSIDAD
DE GRANADA**

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
grados.ugr.es

Firmado por: DAVID LOPEZ MARTIN Secretario/a de Departamento

Sello de tiempo: 24/05/2019 17:12:24 Página: 3 / 8



sZFfOSsfP8GPHLvJNWzZLH5CKCJ3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.

torsión de Saint-Venant. Torsión en perfiles delgados. Torsión alabeada: teoría de Vlasov. Ecuación general de la torsión. Caso particular de viga en doble T simétrica.

Tema 6: PANDEOS POR TORSIÓN PURA Y POR FLEXIÓN Y TORSIÓN.

Introducción. Planteamiento y desarrollo teórico del problema para ambos tipos de inestabilidad. Aplicación de la normativa.

Tema 7: PANDEO DE PLACAS.

Introducción. Pandeo de placas: abolladura precrítica. Clasificación de secciones transversales. Cálculo de rigidizadores transversales. Introducción a la abolladura postcrítica. Teoría de Höglund. Artículos de la norma EAE.

Tema 8: PANDEO LATERAL.

Introducción. Planteamiento teórico del pandeo lateral. Tratamiento del pandeo lateral en la normativa de estructuras metálicas: Anejo del EC3. Sistemas de arriostramiento.

Tema 9: CARGAS TRANSVERSALES AL PLANO DEL ALMA.

Modos de fallo: aplastamiento, abolladura y abolladura localizada. Comprobación aplicando la norma EAE.

Tema 10: UNIONES SOLDADAS.

Introducción. Definición de tensiones relativas al plano de garganta. Tipos de cordones de soldadura. Resistencia de las soldaduras. El espesor de garganta en función del espesor de las piezas a unir.

Tema 11: UNIONES ATORNILLADAS.

Introducción. Categorías de las uniones atornilladas. Resistencia de los elementos de unión. Disposiciones Constructivas. Distribución de esfuerzos entre los elementos de la unión.

TEMARIO PRÁCTICO:

Práctica 1: Cálculo de los momentos de agotamiento elástico y plástico de algunas secciones transversales habituales en estructura metálica.



**UNIVERSIDAD
DE GRANADA**

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
grados.ugr.es

Firmado por: DAVID LOPEZ MARTIN Secretario/a de Departamento

Sello de tiempo: 24/05/2019 17:12:24 Página: 4 / 8



sZFfOSsfP8GPHLvJNWzZLH5CKCJ3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.

- Práctica 2: Dimensionamiento y comprobación de piezas simples comprimidas según la norma EAE.
- Práctica 3: Dimensionamiento y comprobación de piezas compuestas (una empresillada y otra en celosía) comprimidas según la norma EAE.
- Práctica 4: Obtención de las tensiones en un elemento metálico torsionado. Resolución de la ecuación general de la torsión no uniforme.
- Práctica 5: Pandeo de elementos comprimidos en modos de torsión y flexión y torsión.
- Práctica 6: Estudio de la abolladura del alma de una viga metálica aplicando la norma EAE.
- Práctica 7: Ejemplos de clasificación de secciones transversales.
- Práctica 8: Verificación del ELU de pandeo lateral de vigas aplicando la EAE y el anejo del Eurocódigo 3.
- Práctica 9: Estudio cargas transversales aplicadas en el plano del alma (según la EAE) y cálculo de rigidizadores transversales.
- Práctica 10: Dimensionamiento de una unión metálica ejecutada mediante soldadura.
- Práctica 11: Dimensionamiento de una unión metálica atornillada.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- Gil Martín L.M. y Hernández Montes E., "Acero Estructural". Editorial Universidad de Granada. (LIBRO DE TEXTO DE LA ASIGNATURA)
- Argüelles Alvarez, R. y Argüelles Bustillo, R. "Estructuras de acero. Cálculo, Norma básica y Eurocódigo". Bellisco.
- Simón-Talero Muñoz J.M. "Introducción al cálculo de estructuras metálicas según el Eurocódigo 3". Publica Simón-Talero Muñoz. Madrid. 2000.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- Galambos T.V. "Guide to stability design criteria for metal structures". John Wiley & Sons. New York. 1998.
- Gaylord E.H., Gaylord C.N. and Stallmeyer J.E., "Design of steel structures". Mc Graw-Hill. New York. 1992.
- Salmon, C. and Johnson, J. "Steel structures. Design and behaviour". HarperCollins. New York.



**UNIVERSIDAD
DE GRANADA**

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
grados.ugr.es

Firmado por: DAVID LOPEZ MARTIN Secretario/a de Departamento

Sello de tiempo: 24/05/2019 17:12:24 Página: 5 / 8



sZFfOSsfP8GPHLvJNWzZLH5CKCJ3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.

1999.

Son N.Q., "Stabilité des structures élastiques". Springer-Verlag. París. 1995.

Timoshenko S.P. "Teoría de la Estabilidad Elástica". EDIAR. Buenos Aires. 1961.

NORMATIVA:

EAE: Estructuras de Acero en Edificación. Ministerio de Fomento.

Eurocódigo 3: Proyecto de Estructuras de Acero. 2005.

ENLACES RECOMENDADOS

--

METODOLOGÍA DOCENTE

La estructura metálica requiere de un aprendizaje integrado, es decir, es necesario entender lo aprendido y buscarle una aplicación práctica así como relacionar cada tema tanto con otros temas de la misma materia como de otras materias cursadas con anterioridad. Este hecho condiciona la metodología didáctica empleada, que se ha dividido en los bloques siguientes:

Clases teóricas.

La asistencia a las clases teóricas no es obligatoria.

Las clases teóricas se desarrollarán de forma clásica mediante lecciones magistrales.

Los temas que se exponen en clase están abordados en cualquier libro de texto de estructuras metálicas y, por tanto, la misión del alumno no es la de tomar exhaustivos apuntes sino prestar atención a los aspectos conceptualmente más interesantes de cada clase. Las dudas o cuestiones que los alumnos planteen en clase se resolverán en la pizarra si son de interés general (en caso contrario se recurrirá a una tutoría individual).

Después de cada tema se hará una recopilación de los conceptos más importantes impartidos en las clases y se indicará el capítulo -o los artículos- de la normativa EAE en los que se recogen los mismos.

Clases prácticas.

La asistencia a las clases prácticas no es obligatoria.

El profesor resolverá en clase problemas de estructuras metálicas para que el alumno aprenda a emplear la normativa. Después de cada tema se realizarán prácticas cortas para que los alumnos



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
grados.ugr.es

Firmado por: DAVID LOPEZ MARTIN Secretario/a de Departamento

Sello de tiempo: 24/05/2019 17:12:24 Página: 6 / 8



sZFfOSsfP8GPHLvJNWzZLH5CKCJ3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.

se familiaricen con los artículos específicos de la normativa de estructuras metálicas. Cuando se haya abordado suficiente materia el profesor dimensionará elementos estructurales y/o uniones metálicas. Siempre que sea posible, los ejercicios de clase serán exámenes de convocatorias anteriores de la asignatura con objeto de que el alumno se familiarice con el tipo de examen antes de presentarse a la convocatoria oficial de la asignatura.

Las prácticas se entregarán con suficiente anticipación para que el alumno que lo desee intente resolverlas antes de que lo haga el profesor en la pizarra.

Los alumnos que aspiren a ser evaluados mediante evaluación continua tendrán que haber realizado un mínimo (70%) de prácticas.

Algunas de las prácticas serán resueltas en casa y entregadas en la fecha preestablecida por el profesor y otras serán realizadas individualmente en el aula durante una clase de prácticas. Las últimas se valorarán el doble que las primeras. Estas prácticas serán anunciadas con antelación suficiente y supondrán el 30% de la calificación final en el sistema de EVALUACIÓN CONTINUA.

La entrega de las prácticas será presencial exclusivamente (salvo justificación por imprevisto sobrevenido de fuerza mayor).

Las prácticas serán resueltas en clase por el profesor y NO se revisarán individualmente.

Tutorías.

Reuniones individuales o en pequeños grupos en las que se resolverán dudas concretas planteadas por los alumnos. Para agilizarlas se atenderán siguiendo el orden de cita previamente concertado por email.

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

Los alumnos que hayan realizado la entrega de los trabajos individuales o prácticas a los que se ha hecho referencia en el apartado anterior de "clases prácticas" realizarán también un examen de evaluación en la convocatoria ordinaria. A estos alumnos se les aplicará una EVALUACIÓN CONTINUA en la que el 70 % de la calificación corresponderá al examen y el 30 % restante corresponderá a las prácticas entregadas y evaluadas por el profesor. La nota de estas prácticas se sumará si en el examen se obtiene una calificación MÍNIMA de 3.0/10.

Los alumnos que opten por no seguir el curso y que, por tanto no entreguen las prácticas, sólo entreguen una parte de ellas -inferior al 70%- o no obtengan una calificación mínima en ellas, serán evaluados mediante EVALUACIÓN FINAL. A este examen se podrán presentar únicamente los alumnos que así lo hayan solicitado al Centro en tiempo y forma.



**UNIVERSIDAD
DE GRANADA**

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
grados.ugr.es

Firmado por: DAVID LOPEZ MARTIN Secretario/a de Departamento

Sello de tiempo: 24/05/2019 17:12:24 Página: 7 / 8



sZFfOSsfP8GPHLvJNWzZLH5CKCJ3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.

La evaluación final única a la que el alumno se puede acoger según la NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA (aprobada por Consejo de Gobierno el 26 de Octubre de 2016) constará de una prueba teórico-práctica o práctica del programa de la asignatura. Esta prueba representará el 100% de la nota final y se realizará en la fecha indicada por el Centro, coincidente con la prueba final de evaluación continua.

Las fechas de los exámenes ordinarios y extraordinarios serán las fijadas por el Centro.

Las prácticas no puntuarán en las convocatorias extraordinarias, en las que el 100% de la calificación corresponderá a la obtenida en el examen.

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"

Examen teórico-práctico o práctico en relación al programa de la asignatura. El contenido exacto de la prueba será anunciado con una antelación mínima de 10 días a la fecha prevista para el examen.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Toda la información adicional necesaria será publicada en PRADO2.



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
grados.ugr.es

Firmado por: DAVID LOPEZ MARTIN Secretario/a de Departamento

Sello de tiempo: 24/05/2019 17:12:24 Página: 8 / 8



sZFfOSsfP8GPHLvJNWzZLH5CKCJ3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.