



| Teaching Guide | | | | |
|---------------------|--|--------|--|---------|
| Identifying Data | | | | 2020/21 |
| Subject (*) | Steel structures | Code | 632G01026 | |
| Study programme | Grao en Enxeñaría de Obras Públicas | | | |
| Descriptors | | | | |
| Cycle | Period | Year | Type | Credits |
| Graduate | 1st four-month period | Fourth | Obligatory | 6 |
| Language | SpanishGalician | | | |
| Teaching method | Face-to-face | | | |
| Prerequisites | | | | |
| Department | Construcións e Estruturas Arquitectónicas, Cívís e Aeronáuticas | | | |
| Coordinador | Baldomir García, Aitor | E-mail | aitor.baldomir@udc.es | |
| Lecturers | Baldomir García, Aitor Fontan Perez, Arturo Norberto Romera Rodriguez, Luis Esteban | E-mail | aitor.baldomir@udc.es arturo.fontan@udc.es l.romera@udc.es | |
| Web | moodle.udc.es (632G01026-Estructuras Metálicas- Grado IOP) | | | |
| General description | Esta materia impártese no cuarto curso do grado IOP. O obxectivo é coñecer e comprender o funcionamento resistente das estruturas metálicas, aplicándoo ao dimensionamento e deseño das mesmas seguindo as normativas existentes. | | | |
| Contingency plan | <p>1. Modifications to the contents</p> <p>2. Methodologies *Teaching methodologies that are maintained *Teaching methodologies that are modified</p> <p>3. Mechanisms for personalized attention to students</p> <p>4. Modifications in the evaluation *Evaluation observations:</p> <p>5. Modifications to the bibliography or webgraphy</p> | | | |

| Study programme competences / results | |
|---------------------------------------|---|
| Code | Study programme competences / results |
| A10 | Capacidad para aplicar los conocimientos de materiales de construcción en sistemas estructurales. |
| A14 | Capacidad para analizar y comprender cómo las características de las estructuras influyen en su comportamiento. |
| A15 | 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. |
| A16 | 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. |
| B1 | 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 |
| B2 | 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 |
| B3 | Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética |
| B4 | Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado |



| | |
|-----|---|
| B5 | Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía |
| B6 | Aprender a aprender. |
| B7 | Resolver problemas de forma efectiva. |
| B8 | Aplicar un pensamiento crítico, lógico y creativo. |
| B9 | Trabajar de forma autónoma con iniciativa. |
| B12 | Comunicarse de manera efectiva en un entorno de trabajo. |
| B13 | Expresarse correctamente, tanto de forma oral como por escrito, en las lenguas oficiales de la comunidad autónoma. |
| B14 | Dominar la expresión y la comprensión de forma oral y escrita de un idioma extranjero. |
| B15 | Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de la vida. |
| B18 | Valorar críticamente el conocimiento, la tecnología y la información disponible para resolver los problemas con que deben enfrentarse. |
| B20 | Valorar la importancia que tiene la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico en el avance socioeconómico y cultural de la sociedad. |
| C3 | Aprovechamiento e incorporación de las nuevas tecnologías |
| C10 | Capacidad de análisis, síntesis y estructuración de la información y las ideas. |
| C11 | Claridad en la formulación de hipótesis. |
| C12 | Capacidad de abstracción. |
| C13 | Capacidad de trabajo personal, organizado y planificado. |
| C14 | Capacidad de autoaprendizaje mediante la inquietud por buscar y adquirir nuevos conocimientos, potenciando el uso de las nuevas tecnologías de la información. |
| C18 | Capacidad para aplicar conocimientos básicos en el aprendizaje de conocimientos tecnológicos y en su puesta en práctica |
| C19 | Capacidad de realizar pruebas, ensayos y experimentos, analizando, sintetizando e interpretando los resultados |

| Learning outcomes | | | |
|--|---------------------------------------|--|---|
| Learning outcomes | Study programme competences / results | | |
| Capacidade para aplicar os coñecementos sobre o funcionamento resistente das estruturas para dimensionalas seguindo as normativas existentes e utilizando métodos de cálculo analíticos e numéricos. | A10 A14 A15 A16 | B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9 B18 B20 | C10 C12 C13 C14 |
| Coñecemento dos fundamentos do comportamento das estruturas metálicas e capacidade para concebir, proxectar, construír e manter este tipo de estruturas. | A10 A14 A15 A16 | B6 B8 B9 B15 B18 B20 | C3 C10 C11 C12 C13 C14 C18 C19 |



| | | | |
|--|--------------------------|--|---|
| Capacidade para xerar de forma axeitada e racional modelos estruturais das estruturas reais para a súa resolución por códigos de computador. | A10 A14 A15 A16 | B3 B6 B7 B8 B9 B15 B18 B20 | C3 C10 C11 C12 C13 C14 C18 C19 |
| Capacidade para interpretar de forma axeitada os resultados dos modelos computacionais de cálculo de estruturas. | A10 A14 A15 A16 | B8 B9 B12 B15 B18 | C3 C10 C11 C12 C13 C14 C18 C19 |
| Capacidade para aplicar os coñecementos sobre o funcionamento resistente das estruturas para dimensionalas seguindo as normativas existentes e utilizando métodos de cálculo tradicionais e numéricos. | A10 A14 A15 A16 | B5 B6 B7 B8 B9 B12 B13 B14 B15 B18 B20 | C3 C10 C11 C12 C13 C14 C18 C19 |

| Contents | |
|--|--|
| Topic | Sub-topic |
| 1. A Construcción Metálica. O aceiro estrutural. | Materiais metálicos. Ventaxas e inconvenientes do aceiro. Normativas. Tipos de perfíles siderúrxicos e características. Procesos básicos de fabricación e montaxe en taller. Ensaio elementais e propiedades: tracción, cargas cíclicas, ensaio de torsión, resiliencia, tensións residuais, efecto da temperatura e proteccións. Clases de aceiros estruturais. Criterios de plastificación. Criterio de esgotamento elástico das normativas. |
| 2. Bases de proxecto | Tipos de acciós. Métodos de análise. Modelos de seguridade estrutural determinista, probabilista e semiprobabilista. Método dos estados límite: estados límite últimos e de servizo. Coeficientes de maioración e combinacións de carga, coeficientes parciais de seguridade. Estados límite de servizo. |
| 3. Análise estrutural | Idealización da estrutura. Conceptos de non linealidade xeométrica e do material, deformación por cortante, torsión non uniforme, arrastre por cortante. Análisis global. Clasificación das seccións transversais. Imperfeccións. Estabilidade lateral. |
| 4. Estado límite de resistencia das seccións | Flexión: flector, cortante, rasante. Tensións por flexión. Tensións por cortante: seccións abertas e pechadas, CEC. Torsión: torsión uniforme e non uniforme. Comprobacións da sección transversal con aplicación da EAE. |
| 5. Estado límite de inestabilidade das barras | Pandeo elástico de Euler. Lonxitude de pandeo e esbelteza. Curvas europeas de pandeo. Pandeo lateral. Pandeo por torsión. Concepto de Viga-columna. Elementos compostos |



| | |
|---|--|
| 6. Análise, deseño e comprobación de estruturas de aceiro mediante o software SAP2000 | Módulo de Design Steel en SAP2000. Creación de seccións tipo "Autolist" para deseño automatizado de estruturas metálicas. Definición de grupos de deseño e combinacións de accións para o deseño. Definición de arriostramentos intermedios. Aplicación de efectos de imperfeccións nas estruturas metálicas. Interpretación de resultados e comparación cos obtidos ao aplicar a EAE. |
| 7. Aboladura | Conceptos de pandeo de placas. Aboladura por cortante. Aboladura por cargas concentradas transversais. Rixidizadores. Interacción. Aboladura da alma inducida pola ala comprimida. |
| 8. Elementos de unión | Clasificacións e regras de boa práctica. Rixidez e capacidade de rotación. Parafusos: funcionamento da unión, disposicións construtivas, comprobacións. Soldadura: técnicas de execución, unións a tope e en ángulo, cálculo de tensións, comprobacións. Bases de pilares. |

| Planning | | | | |
|--------------------------------|--|--------------------------------------|-------------------------------|-------------|
| Methodologies / tests | Competencies / Results | Teaching hours (in-person & virtual) | Student's personal work hours | Total hours |
| Problem solving | A10 A14 A15 A16 B3 B4 B5 B9 B12 B13 B15 B6 B8 B18 B7 C3 C10 C11 C12 C13 C14 C18 C19 | 31 | 46.5 | 77.5 |
| Objective test | A10 A14 A15 A16 B3 B4 B5 B12 B13 B8 B7 C10 C11 C12 C13 C14 | 4 | 0 | 4 |
| Speaking test | A10 A14 A15 A16 B1 B3 B4 B9 B12 B13 B8 B18 B7 C10 C11 C12 C13 C14 C18 C19 | 1.5 | 0 | 1.5 |
| Practical test: | A10 A14 A15 A16 B1 B4 B5 B9 B15 B6 B8 B18 B7 C3 C10 C11 C12 C13 C14 C18 | 1 | 4 | 5 |
| Guest lecture / keynote speech | A10 A14 A15 A16 B1 B2 B3 B4 B5 B9 B12 B14 B15 B6 B8 B20 C3 C10 C11 C12 C13 C14 C18 C19 | 24 | 36 | 60 |
| Personalized attention | | 2 | 0 | 2 |

(*)The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.

| Methodologies | |
|-----------------|---|
| Methodologies | Description |
| Problem solving | Resolución das prácticas dos diferentes temas plantexados polos profesores. A resolución de problemas realizarase na aula e con participación dos estudantes. Tamén se realizarán prácticas no laboratorio de estruturas para aprender a utilizar a ferramenta de análise e deseño de estruturas metálicas SAP2000. |
| Objective test | Realización dos exames da materia nas datas establecidas ao efecto pola Comisión Docente da Escola. |
| Speaking test | Trátase dunha proba de avaliación continua onde o estudante de forma individual ou ben en grupos moi reducidos terá que responder a unha serie de cuestións relacionadas cos temas vistos na aula. Realizaráse varias entrevistas co profesor a longo do curso. |



| | |
|--------------------------------|--|
| Practical test: | Esta proba consiste na resolución de problemas prácticos que lle serán entregados aos estudantes ao longo do curso. Entre elas haberá unha práctica que consiste na utilización do software SAP2000 para análise e deseño de estruturas metálicas. |
| Guest lecture / keynote speech | Exposición de contidos conceptuais dos diversos temas. |

Personalized attention

| Methodologies | Description |
|--------------------------------|--|
| Practical test: | Sesión maxistral: |
| Guest lecture / keynote speech | Os alumnos deberán preguntar en tutoría individual aqueles aspectos derenrolados nas sesións maxistrais que non foron suficientemente comprendidos e interiorizados. |
| Problem solving | |
| Objective test | Solución de problemas: |
| Speaking test | Igualmente, os alumnos deberán resolver as dúbidas que se lles plantexen antes ou despois de que as prácticas de cada tema sexan resoltas na aula polos profesores da materia. Neste caso os alumnos poden acudir a tutoría individualmente ou en grupo. |
| | Proba obxectiva: O estudante debe responder ás cuestións e/ou resolver os problemas plantexados durante os exames da materia. |

Assessment

| Methodologies | Competencies / Results | Description | Qualification |
|-----------------|---|---|---------------|
| Practical test: | A10 A14 A15 A16 B1 B4 B5 B9 B15 B6 B8 B18 B7 C3 C10 C11 C12 C13 C14 C18 | O estudante deberá resolver os exercicios prácticos que lle foran asignados polos profesores e entregalos nas "Tarefas" definidas na plataforma Moodle. Como máximo establécense 2 tarefas, sendo unha delas a correspondente á realización dun exercicio de deseño e análise de estrutura metálica mediante o uso do programa SAP2000. Esta proba é optativa e a puntuación máxima será de 10 puntos. Esta nota computará unha vez que o estudante acade una puntuación superior a 40 puntos entre a Proba obxectiva e a Proba oral. | 10 |
| Objective test | A10 A14 A15 A16 B3 B4 B5 B12 B13 B8 B7 C10 C11 C12 C13 C14 | O estudante debe responder ás cuestións e/ou resolver os problemas plantexados durante os exames da materia. | 65 |



| | | | |
|---------------|--|--|----|
| Speaking test | A10 A14 A15 A16 B1 B3 B4 B9 B12 B13 B8 B18 B7 C10 C11 C12 C13 C14 C18 C19 | <p>O estudante acudirá a cada unha das 3 entrevistas que o profesor estableza e que lle serán comunicadas por correo electrónico ou a través da plataforma Moodle. Ao longo do curso deberá acudir ás entrevistas planificadas e responder ás cuestións plantexadas polo profesor de forma oral, ou no caso de que o profesor o especifique, mediante algún gráfico explicativo.</p> <p>Esta proba ten carácter obrigatorio e o estudante deberá obter unha nota mínima de 15 puntos sobre 25 para poder liberar esta parte da avaliación da materia. Se o estudante non acada esta nota mínima deberá realizar unha proba oral da totalidade da materia, que poderá realizarse na data da proba obxectiva ou ben nunha data anterior acordada co estudante.</p> <p>Aquel estudante que non acuda a algunha das entrevistas planificadas (salvo causa xustificada) non poderá liberar esta parte da materia, tendo que realizar a proba oral da totalidade da materia, unha vez rematado o periodo de docencia.</p> <p>En calquera caso para poder superar a materia deberá obterse unha nota mínima de 10 sobre 25 nesta proba.</p> | 25 |
| Others | | | |

Assessment comments

Sources of information



Basic

- (2008). NCSP-07 Norma de Construcción Sismorresistente: puentes. Ministerio de Fomento
- (2011). IAP-11 Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera. Ministerio de Fomento
- (2007). IAPF-07 Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de ferrocarril. Ministerio de Fomento
- (2006). Código Técnico de la Edificación (CTE). DB SE-A Seguridad Estructural: Acero. Ministerio de Vivienda
- (2010). Instrucción de Acero Estructural (EAE). Ministerio de Fomento
- (2008). Norma UNE-ENV 1993/1/1: Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras metálicas. Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificios. AENOR
- (1996). Eurocódigo 4. Parte 1-2: Proyecto de estructuras mixtas de hormigón y acero. AENOR
- ESDEP (). ESDEP. Programa Europeo de Formación en Cálculo y Diseño de la Construcción en Acero. ITEA. Instituto Técnico de la Construcción de Acero
- Argüelles, R. et al. (2005). Estructuras de Acero. Cálculo. Bellisco
- Argüelles, R. et al. (2007). Estructura de Acero. Uniones y Sistemas Estructurales. Bellisco
- Monfort, J. (2006). Estructuras Metálicas para Edificación adaptado al CTE. Universidad Politécnica de Valencia
- Monfort, J., Pardo, J.L., Guardiola, A. (2008). Problemas de Estructuras Metálicas adaptados al Código Técnico. Universidad Politécnica de Valencia
- Monfort, J., Pardo, J.L., Guardiola, A. (2002). Problemas de Estructuras Metálicas según los criterios del Eurocódigo 3. Universidad Politécnica de Valencia
- Hurtado, C. et al. (2008). Estructuras de Acero en Edificación. Publicaciones APTA
- Viñuela, L. & Martínez, J. (2009). Proyecto y Construcción de Puentes Metálicos y Mixtos. Publicaciones APTA
- Arnedo, A. (2009). Naves Industriales con Acero. Publicaciones APTA
- Ortiz, J. & Villa, J. (2009). Cálculo de las Estructuras de Acero frente al Incendio. Publicaciones APTA
- Labein-Tecnalia & Tectum Ingeniería (2009). Estructuras de Acero en Aparcamientos Subterráneos. Publicaciones APTA
- Navajas, P. & López, A. (2009). Protección y Durabilidad de las Estructuras de Acero. Publicaciones APTA
- Capellán, G. et al. (2009). Guía para el Apriete de Uniones con Tornillos Pretensados. Publicaciones APTA
- Ortiz, J.; Hernando, J.I., Cervera, J. (2007). Manual de Uniones Atornilladas Frontales Pretensadas. Publicaciones APTA
- Ortiz, J. et al. (2009). Manual de Uniones Atornilladas Laterales. Publicaciones APTA
- Urbán, P. (2006). Construcción de Estructuras Metálicas. Club Universitario
- Trahair, N. S. et al. (2008). The Behaviour and Design of Steel Structures to EC3. Taylor & Francis
- Salmon, C. G. et al. (2009). Steel Structures. Design and Behaviour. Pearson, Prentice Hall
- Martin, L. (2008). Structural Design of Steelwork to EN 1993 and EN 1994. Elsevier
- Ambrose, J. (2007). Simplified Design of Steel Structures. John Wiley & Sons
- Vinnakota, S. (2006). Steel Structures: Behaviour and LRFD. McGraw-Hill
- Marco, J. (1998). Fundamentos para el Cálculo y Diseño de Estructuras Metálicas de Acero Laminado. McGraw-Hill
- Marco, J. (2000). Curso básico de cálculo y diseño de estructuras metálicas en ordenador (adaptado al Eurocódigo 3 y al LRFD). McGraw-Hill
- Gil, L. M. & Hernández, E. (2004). Acero Estructural. Universidad de Granada
- Martínez, R. (1996). Ejercicios de Estructuras Metálicas (conforme al Eurocódigo 3). Servicio de Publicaciones Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid
- Quintero, F. & Cudós, V. (1995). Estructuras Metálicas. Escuela de la Edificación, UNED, Madrid
- Hirt, M. A., Crisinel, M. (2005). Construction Métallique, Conception et dimensionnement des halles et bâtiments. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes
- Brozzetti, J., Hirt, M. A., Bez, R. (1995). Construction Métallique, Exemples numériques adaptés aux Eurocodes. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes
- Galambos, T.V., Surovek, A.E. (2008). Structural Stability of Steel: Concepts and Applications for Structural Engineers. John Wiley & Sons



- Rodríguez, R. (1997). Manual de Estructuras Metálicas de Edificios Urbanos. CEDEX
- Rodríguez, R. (1999). Prontuario de Estructuras Metálicas. CEDEX
- ENSIDESA (). Manual de cálculo de estructuras metálicas. Prontuario de ENSIDESA
- Wardenier, J. (2002). Perfiles Tubulares en Aplicaciones Estructurales. Instituto para la Construcción Tubular
- Instituto para la Construcción Tubular (2000). Guía de Diseño para Edificios con Estructura de Acero. Instituto Técnico de la Estructura de Acero (ITEA)
- Instituto Técnico de la Estructura de Acero (2000). Guía para el Diseño estructural en acero de naves industriales ligeras (DEANIL). Instituto Técnico de la Estructura de Acero (ITEA)
- Iglesias, G., Alonso, A., Chica, J.A. (2004). Guía de Diseño para Estructuras en Celosía resueltas con Perfiles Tubulares de Acero. Instituto de la Construcción Tubular (ICT)
- Millanes, F. (). La flexión en estructura metálica. Análisis de esfuerzos y control de secciones. ETSICCP, Madrid
- Galambos, T.V., Lin F.J., Johnston, B.G. (1996). Diseño de Estructuras de Acero con LRFD. Prentice Hall
- Hernández, S. & Doria, J. (). Diseño de Estructuras de Acero. E.T.S.I.C.C.P. Universidade da Coruña
- Doria, J., Hdez., S., Romera, L.E. (). Ejercicios de Estructuras de Acero. E.T.S.I.C.C.P. Universidade da Coruña
- Martínez, R. (1990). Ejercicios de Estructuras Metálicas. Colección de Ingeniería y Arquitectura n.º 2
- Hernández, E., Vacas, J.M. (1997). Problemas de Estructuras Metálicas. Cálculo de secciones y piezas metálicas (Según NBE-EA-95). Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Granada
- Serrano, M. Á. & Castrillo, M. Á. (2001). Problemas de Estructuras Metálicas (adaptado a la norma NBE-EA 95. Cálculo de Estructuras de Acero). Bellisco
- (2006). Código Técnico de la Edificación (CTE). DB SE Seguridad Estructural: Bases de Cálculo. DB SE-AE Acciones en la Edificación. Ministerio de Vivienda
- (). Norma UNE-ENV 1991/2: Eurocódigo 1. Parte 2: Acciones en estructuras. AENOR
- (2002). NCSR-02 Norma de Construcción Sismorresistente: parte general y edificación. Ministerio de Fomento
- (1996). Recomendaciones para el proyecto de puentes metálicos para carreteras. RPM-95.. Ministerio de Fomento
- (1995). EA-95 Estructuras de Acero en Edificación. Ministerio de Fomento
- Nonnast, R. (2003). El Proyectista de Estructuras Metálicas. Thomson
- Pellicer, D., Sanz, C., Maya, E. (2003). Construcción de Estructuras Metálicas. Biblioteca Técnica Universitaria
- Benito, J.L. & Carretero, J. (2012). Principios Básicos de Estructuras Metálicas. Adaptado a la nueva EAE y al EC-3. Vision Libros
- Benito, J.L. & Carretero, J. (2012). Problemas de Estructuras Metálicas. Adaptado a la nueva EAE y al EC-3. Vision Libros



| | |
|---------------|--|
| Complementary | |
|---------------|--|

Recommendations

Subjects that it is recommended to have taken before

Strength of materials/632G01015

Structural analysis/632G01019

Subjects that are recommended to be taken simultaneously

Structural concrete and construction/632G01023

Subjects that continue the syllabus

Other comments

(*)The teaching guide is the document in which the URV publishes the information about all its courses. It is a public document and cannot be modified. Only in exceptional cases can it be revised by the competent agent or duly revised so that it is in line with current legislation.