



## Teaching Guide

Identifying Data					2017/18
Subject (*)	Damage and Restoration of Stonework Structures	Code	630567122		
Study programme	Mestrado Universitario en Rehabilitación Arquitectónica (Plan 2016)				
Descriptors					
Cycle	Period	Year	Type	Credits	
Official Master's Degree	1st four-month period	First	Optativa	3	
Language	Spanish				
Teaching method	Face-to-face				
Prerequisites					
Department	Construcións e Estruturas Arquitectónicas, Cívicas e Aeronáuticas Enxeñaría Civil				
Coordinador	Freire Tellado, Manuel Jose	E-mail	manuel.freire.tellado@udc.es		
Lecturers	Freire Tellado, Manuel Jose	E-mail	manuel.freire.tellado@udc.es		
Web	fv.udc.es				
General description	<p>Tras cursar a asignatura, o alumno estará capacitado para poder identificar, peritar e afrontar de forma eficaz os problemas usuais que poden presentar as estruturas de fábrica dentro do contexto da obra de rehabilitación. Para poder desenvolver estas capacidades facilitaranse os coñecementos necesarios referentes á inspección e recoñecemento de estruturas de fábrica, a identificación das lesións que se producen, a súa valoración e tratamento, o diagnóstico de patoloxía ligada á estrutura de fábrica e as técnicas básicas de intervención sobre os elementos estruturales de fábrica, complementando este saber coa bibliografía e normativa existente. Estes contidos serán expostos nas clases de teoría. Para garantir que o alumno sexa capaz de aplicar adecuadamente estes coñecementos, propóñense unha serie de clases prácticas que versasen sobre a exposición e debate dunha serie de casos prácticos complementadas coa realización dun traballo específico sobre a materia. Este traballo que estará relacionado coa actividade profesional do arquitecto dentro do contido específico desta asignatura.</p>				

## Study programme competences / results

Code	Study programme competences / results
A4	E04 - Aptitude ou capacidade para intervir no patrimonio edificado con valor histórico, aspecto que engloba a coordinación do seu estudo e a súa investigación documental, a elaboración de plans directores de conservación e a redacción e dirección da execución de proxectos de restauración e rehabilitación.
A5	E05 - Aptitude ou capacidade para a conservación da obra pesada, mediante a inspección, a análise, o control de calidade, a definición das condicións de mantemento e a estimación da seguridade das estruturas de edificación, incluídas as súas posibles cimentacións, podendo igualmente afrontar a redacción de proxectos de reparación e reforzo, e a dirección da execución asociada.
A7	E07 - Aptitude ou capacidade para a conservación da obra grosa e acabada, cuestión que comporta a inspección, a análise, o control de calidade, a definición das condicións de mantemento e a intervención nos sistemas construtivos de edificación, incluídos os elementos de compartimentación interior, as carpintarías e as solucións de envolvente.
A8	E08 - Aptitude ou capacidade para redactar informes técnicos e proxectos de rehabilitación do patrimonio edificado, incluídas actividades de asesoramento e consultoría.
A10	E10 - Aptitude ou capacidade para utilizar criterios de sustentabilidade ambiental na elección de materiais e na definición de solucións técnicas, abrangendo o uso e a integración de sistemas activos e pasivos.
B2	CB7 - Que os estudantes saiban aplicar os coñecementos adquiridos e a súa capacidade de resolución de problemas en contornos novos ou pouco coñecidos dentro de contextos máis amplos (ou multidisciplinares) relacionados coa súa área de estudo.
B3	CB8 - Que os estudantes sexan capaces de integrar coñecementos e enfrontarse á complexidade de formular xuízos a partir dunha información que, sendo incompleta ou limitada, inclúa reflexións sobre as responsabilidades sociais e éticas vinculadas á aplicación dos seus coñecementos e xuízos.
B5	CB10 - Que os estudantes manexen as habilidades de aprendizaxe que lles permitan continuar estudando dun modo que haberá de ser en gran medida autodirixido ou autónomo.
C1	T01 - Capacidade de análise e síntese
C2	T02 - Capacidade de organización e planificación
C6	T06 - Resolución de problemas



C7	T07 - Toma de decisións
C8	T08 - Aprendizaxe autónoma
C9	T09 - Creatividade
C11	T11 - Visión espacial
C12	T12 - Comprensión numérica
C13	T13 - Intuición mecánica
C14	T14 - Sensibilidade estética
C15	T15 - Cultura histórica

Learning outcomes			
Learning outcomes	Study programme competences / results		
Dominar as propiedades mecánicas das fábrica eas diferentes solucións estruturales coherentes con elas.	AJ4 AJ5 AJ7 AJ8	BJ3 BJ5	CJ1 CJ6 CJ13 CJ14 CJ15
Coñecer a evolución histórica das estruturas de fábrica e as dimensións alcanzadas.			CJ11 CJ14 CJ15
Capacitar ao alumno para a planificación e desenvolvemento da inspección de estruturas de fábrica, así como para as actuacións deriva	AJ4 AJ5 AJ7 AJ8	BJ2 BJ3 BJ5	CJ1 CJ2 CJ6 CJ7 CJ8 CJ11 CJ13 CJ14 CJ15
Habilitar ao alumno para a identificación e rexistro dos distintos tipos de lesións que se poden dar nas estruturas de fábrica	AJ4 AJ5 AJ7 AJ8 AJ10	BJ2 BJ3 BJ5	CJ1 CJ6 CJ7 CJ13
Coñecer as distintas técnicas de reparación e adecuación de estruturas de fábrica, así como a súa idoneidad	AJ4 AJ5 AJ7 AJ8 AJ10	BJ2 BJ5	CJ9 CJ13 CJ14 CJ15
Coñecer os criterios estruturales aplicados ao longo da Historia.	AJ4 AJ5 AJ7 AJ8		CJ1 CJ11 CJ13 CJ14 CJ15



Presentar os criterios de cálculo propostos por diferentes normativas e referencias bibliográficas de fábrica e capacitar ao alumno para a escoller o método de cálculo adecuado ao problema a resolver	AJ4 AJ5 AJ7 AJ8 AJ10	BJ3 BJ5	CJ1 CJ2 CJ6 CJ7 CJ8 CJ9 CJ12 CJ13
Capacitar ao alumno para peritar unha estrutura a base de arcos de dovelas de fábrica	AJ4 AJ5 AJ7 AJ8	BJ2 BJ3 BJ5	CJ1 CJ2 CJ6 CJ7 CJ8 CJ11 CJ12 CJ13
Habilitar ao alumno para a realización de estudos básicos de equilibrio de bóvedas de fábrica.	AJ4 AJ5 AJ7 AJ8	BJ2 BJ3 BJ5	CJ1 CJ2 CJ6 CJ7 CJ8 CJ11 CJ12 CJ13
Dominar diversas situacións particulares dos muros de fábrica na rehabilitación	AJ4 AJ5 AJ7 AJ8 AJ10	BJ2 BJ3 BJ5	CJ1 CJ2 CJ6 CJ7 CJ8 CJ11 CJ12 CJ13

Contents	
Topic	Sub-topic
1. PRINCIPIOS PARA A INTERVENCIÓN NAS ESTRUTURAS DE FÁBRICA	1.1 Introducción 1.2 Principios Estructurales 1.3 Materiais e Técnicas
2. A FÁBRICA: O MATERIAL E O EDIFICIO	2.1 Tipos de fábricas 2.2 Características e propiedades mecánicas 2.3 Organización xeral do edificio. Solucións particulares de equilibrio 2.4 Representación de estruturas de fábrica. Particularidades
3. SINTOMATOLOXÍA: LESIÓNS MECÁNICAS NAS FÁBRICAS	3.1 Introducción. Deformacións, tensións, gretas e fisuras 3.2 Lesións derivadas por fallos en cimentación 3.3 Lesións de orixe mecánica 3.4 Interpretación das lesións 3.5 Lesións específicas de fachadas e medianeiras 3.6 Representación de lesións



4. COMPROBACIÓNS DA ESTRUTURA DE FÁBRICA. MÉTODOS DE CÁLCULO	4.1 Introducción. Estados límites na estrutura de fábrica 4.2 Avaliación da capacidade portante 4.3 Métodos de cálculo de normas e outras referencias sobre fábricas. Aplicación 4.4 Avaliación estrutural de edificios patrimoniales de fábrica
5. TÉCNICAS DE REPARACIÓN	5.1 Medidas de actuación sobre un edificio existente 5.2 Clasificacións das técnicas de reparación 5.3 Estudo das técnicas 5.4 Criterios de representación
6. ESTUDO DOS ARCOS	6.1 Orixe, tipos e Construción dos arcos 6.2 Estabilidade e colapso dos arcos illados 6.3 Arcos combinados 6.4 Peritación dos arcos 6.5 Lesións dos arcos
7. INTRODUCCIÓN Ao ESTUDO DAS BÓVEDAS DE FÁBRICA.	7.1 Tipos e construción de bóvedas de fábrica 7.2 Gretas nas bóvedas de fábrica 7.3 Estudo simplificado do equilibrio: Táboas de Ungewitter e análise de 'gajos' 7.4 Lesións nas bóvedas de fábrica
8. ASPECTOS ESPECÍFICOS DE MUROS DE FÁBRICA	8.1 Apertura de ocos nos muros de fábrica 8.2 Esborralles en muros e torres 8.3 Problemática específica de alicerces: incrementos das cargas e modificación das rasantes
9. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DOS MÉTODOS DE CÁLCULO. As REGRAS	9.1 Regras históricas 9.2 Desenvolvemento da análise científica 9.3 Da tratadística á normativa

Planning				
Methodologies / tests	Competencies / Results	Teaching hours (in-person & virtual)	Student?s personal work hours	Total hours
Introductory activities	C1 C2	1	0	1
Diagramming	C1 C2 C8 C15	1	1	2
Case study	A4 A5 A7 A8 A10 B3 C1 C2 C6 C7 C12 C13 C14 C15	6	6	12
Workbook	B5 C1 C6 C8 C15	0	8	8
Guest lecture / keynote speech	A4 A5 A7 A8 A10 C1 C6 C7 C11 C12 C13 C14 C15	12	12	24
Problem solving	A8 B2 C6 C7 C9 C12	1	1	2
Supervised projects	A4 A5 A7 A8 A10 B3 B5 C1 C2 C6 C7 C8 C9 C11 C12 C13 C14 C15	0	20	20
Events academic / information	B5 C1 C8	0	3	3
Personalized attention		3	0	3

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

Methodologies	
Methodologies	Description
Introductory activities	Realízase unha presentación da asignatura, explicando o seu interese, funcionamento e obxectivos. Realízase un cuestionario teórico personalizado que trata de poñer de manifesto os coñecementos de partida do alumno.



Diagramming	Ao comezo de cada clase realízase un esquema dos contidos que se van a desenvolver, a súa necesidade e o encaixe destes na titulación. Deste xeito se evidencia a lóxica do tema e pódense relacionar os contidos dentro do mapa de coñecementos da asignatura
Case study	Enfróntase ao alumno a un caso real específico, cun importante contido estrutural, que lle describe unha situación real da vida profesional. O alumno debe ser capaz de analizar unha serie de feitos, referentes ao a intervención sobre estruturas de fábrica para chegar a unha decisión razoada a través dun proceso de discusión en clase dirixida polo profesor, suscitar unha actuación e confrontar-la coa realizada na realidade.
Workbook	Adquisición dun marco conceptual xeneral mediante a lectura de textos cuestións referentes á intervención sobre as estruturas, así como de profundización sobre os diversos temas do programa e outros que poidan ser puntualmente interesantes, debido ás condicións particulares do traballo a desenvolver.
Guest lecture / keynote speech	Conxunto de clases e conferencias nas que resulta fundamental o labor expositiva do relator (profesor e/ou conferenciante), labor que se realiza co apoio da T.I.C. Consisten no desenvolvemento dos diversos temas do temario. O alumno debe afacerse ao manexo da bibliografía recomendada da asignatura, que se pode localizar na biblioteca da ETSA, contando como apoio co esquema da clase dispoñible na facultade virtual.  O seguimento continuado das clases teóricas é unha esixencia da asignatura que se considera cumprido coa asistencia ao 80% das clases polo menos
Problem solving	O profesor resolverá exercicios orientados cara á futura práctica profesional fomentando a participación do alumno na resolución parcial ou total dos mesmos.  Insitirase na presentación do resultado de forma que resulta claramente visible, indicando o valor numérico coa precisión e unidades correspondentes.  Explicaranse os erros máis comúns que adoitan cometerse, valorándoos en función da súa gravidade, tanto de tipo conceptual como numéricos.
Supervised projects	Os alumnos -ben en grupo, ben individualmente dependendo do tema concreto- realizan un traballo que implique emprego das técnicas desenvolvidas nas clases teóricas, identificando na realidade práctica os contidos da exposición teórica. Empregaranse fotografías, esquemas, planos e textos a man alzada. Son un compoñente fundamental cara á cualificación final.
Events academic / information	Actividades realizadas polo alumno que implican a asistencia e participación en eventos científicos e divulgativos (congresos, xornadas, simposios, cursos, seminarios, conferencias, exposicións, etc.) co obxectivo de profundar no coñecemento de temas relacionados coa materia. Estas actividades proporcionan ao alumno coñecementos e experiencias actuais que incorporan as últimas novidades referentes ao ámbito de estudo.

## Personalized attention

Methodologies	Description
---------------	-------------



Introductory activities	Actividades iniciais:
Case study	O cuestionario inicial chequea os coñecementos previos de cada alumno. Como consecuencia do seu resultado prodrán darse casos nos que se recomenden lecturas para reforzar os coñecementos de partida.
Supervised projects	<p>Estudo de casos</p> <p>A discusión dos casos prácticos será moderada polo profesor obrigando á participación de todos os alumnos -aínda que non se pretende que todos o fagan coa mesma intensidade-.</p> <p>Traballos tutelados</p> <p>O alumno demostrará o seguimento efectivo da asignatura mediante a asistencia a tutorías na que se controlará o desenvolvemento do traballo proposto, no que se aplicarán os contidos expostos no aula e na bibliografía básica e/ou complementaria</p> <p>Este traballo se complementará coa realización dos exercicios propostos.</p> <p>Someterase a control a asistencia e a actividade desenvolvida</p>

Assessment			
Methodologies	Competencies / Results	Description	Qualification
Introductory activities	C1 C2	Asistencia	1
Diagramming	C1 C2 C8 C15	Asistencia	1
Case study	A4 A5 A7 A8 A10 B3 C1 C2 C6 C7 C12 C13 C14 C15	Participación en las discusiones desarrolladas en el estudio de los casos	24
Guest lecture / keynote speech	A4 A5 A7 A8 A10 C1 C6 C7 C11 C12 C13 C14 C15	Asistencia	5
Problem solving	A8 B2 C6 C7 C9 C12	Asistencia	9
Supervised projects	A4 A5 A7 A8 A10 B3 B5 C1 C2 C6 C7 C8 C9 C11 C12 C13 C14 C15	Valoración del trabajo desarrollado	60
Others			

Assessment comments
<p>A asignatura se estrutura en parte teórica e parte práctica, esta con un trato máis personalizado. Nas clases teóricas resulta preponderante o labor expositiva do profesor. Este labor complétase coa exposición de casos prácticos relacionados cos temas teóricos expostos. Para o eficaz aproveitamento da asignatura resulta imprescindible o seguimento continuado desta, estimándose que isto se cumpre cunha asistencia igual ou superior ao 80%. A avaliación dos alumnos realizarase mediante a valoración dun traballo práctico desenvolvido por estes unha vez cuberto o mínimo de asistencia. Terase tamén en conta a súa implicación nos casos prácticos tratados.</p>

Sources of information



<p><b>Basic</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lahuerta Vargas, J. (1984). Rehabilitación de Obras de Fábrica. Curso de Rehabilitación. Tomo 5. La Estructura. C.O.A.Madrid</li> <li>- I. E. T. C. C. (1971). PIET 70. Obras de Fábrica.. Madrid</li> <li>- López Collado, G. (1976). Ruinas en Construcciones antiguas. Causas, consolidaciones y traslados.. Madrid</li> <li>- AA.VV. (1991). Curso de Patología. Conservación y Restauración de edificios. Tomo 1.. C.O.A. Madrid</li> <li>- Heyman, J (1995). Teoría, historia y Restauración de Estructuras de Fábrica.. CEHOPU-Instituto Juan de Herrera-CEDEX</li> <li>- Lozano Apolo, G. et alli (1995). Curso de Técnicas de Intervención en el Patrimonio Arq. Tomo II. Reestructuración de Edificios de Muros de Fábrica.. C.O.A.yA.T. A Coruña</li> <li>- AA.VV. (1998). Tratado de Rehabilitación. Tomo 3. Patología y técnicas de intervención. Elementos estructurales.. UPM - Munilla-Lería</li> <li>- Ortega Andrade, F. (1999). La obra de fábrica y su patología. C. O. A. Canarias</li> <li>- Monjo Carrió-Maldonado Ramos (2001). Patología y técnicas de intervención en estructuras arquitectónicas.. Munilla-Lería</li> <li>- AA.VV. (2005). Actas II Congreso Internacional Antiguos espacios para nuevos tiempos. El material pétreo y sus fábricas en el patrimonio. Santiago</li> <li>- Heyman, J. (1999). El esqueleto de Piedra.. CEHOPU-Instituto Juan de Herrera-CEDEX</li> <li>- Huerta, S. (2004). Arcos, bóvedas y cúpulas. Geometría y equilibrio en el cálculo tradicional de estructuras de fábrica. Instituto Juan de Herrera-CEHOPU</li> <li>- Palaciones Gonzalo, J.C. (2009). La Cantería Medieval. La construcción de la bóveda gótica española. Munilla-Lería</li> <li>- Croci, G. (2000). The conservation and Structural Restoration of Architectural Heritage. Computational Mechanics Publications</li> </ul>
<p><b>Complementary</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Heyman, J. (2015). Teoría, historia y Restauración de Estructuras de Fábrica. Volumen II. CEHOPU-Instituto Juan de Herrera-CEDEX</li> <li>- Heyman, J. (1982). The Masonry Arch. Elis Horwood Series in Engineering Scienca</li> <li>- Fortea Luna, M. &amp; López Bernal, V. (1998). Bóvedas Extremeñas. Proceso constructivo y análisis estructural de bóvedas de arista. C.O.A. Extremadura</li> <li>- Heyman, J. (2001). La ciencia de las estructuras. Instituto Juan de Herrera</li> <li>- Mas-Guindal Lafarga, A.J. (2011). Mecánica de las estructuras antiguas. Cuando las estructuras no se calculaban.. Munilla-Lería</li> <li>- Thunnissen, H.J.W. (1950 (2012)). Bóvedas: su construcción y empleo en la arquitectura. Instituto Juan de Herrera</li> </ul>

### Recommendations

#### Subjects that it is recommended to have taken before

Building Inspection/630567110

Construction Assemblies Inspection/630567109

#### Subjects that are recommended to be taken simultaneously

Inspección e Recalce de Cimentacións/630426116

Patoloxía dos Materiais/630467121

#### Subjects that continue the syllabus

Modelos Avanzados para a Análise Estrutural de Edificios Históricos/630467104

Patoloxía e Recuperación de Estruturas de Madeira/630467118

#### 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.