



## Teaching Guide

Identifying Data					2024/25
Subject (*)	Time Series		Code	614493123	
Study programme	Mestrado Universitario en Técnicas Estadísticas (Plan 2019)				
Descriptors					
Cycle	Period	Year	Type	Credits	
Official Master's Degree	2nd four-month period	First	Optional	5	
Language	Spanish				
Teaching method	Face-to-face				
Prerequisites					
Department	Matemáticas				
Coordinador	Aneiros Perez, German	E-mail	german.aneiros@udc.es		
Lecturers	Aneiros Perez, German	E-mail	german.aneiros@udc.es		
Web	eio.usc.es/pub/mte/				
General description	<p>Preténdese modelizar o comportamento dunha serie de observacións dunha variable tomadas secuencialmente ó longo do tempo. Para iso, utilizaranse modelos estatísticos paramétricos. Estes modelos permitirannos comprender a dinámica da serie, así como predecir os seus futuros valores. A metodoloxía utilizada será ilustrada a través da súa aplicación a datos reais, para o que se fará uso do paquete estatístico R. O manexo de dito paquete no contexto específico das series de tempo será aprendido ó longo do curso.</p>				

## Study programme competences / results

Code	Study programme competences / results
A16	CE1 - Coñecer, identificar, modelar, estudar e resolver problemas complexos de estatística e investigación operativa, nun contexto científico, tecnolóxico ou profesional, xurdidos en aplicacións reais.
A17	CE2 ? Desenvolver autonomía para a resolución práctica de problemas complexos surtidos en aplicación reais e para a interpretación dos resultados cara á axuda na toma de decisións.
A18	CE3 - Adquirir coñecementos avanzados dos fundamentos teóricos subxacentes ás distintas metodoloxías da estatística e a investigación operativa, que permitan o seu desenvolvemento profesional especializado.
A19	CE4 - Adquirir as destrezas necesarias no manexo teórico-práctico da teoría de probabilidade e as variables aleatorias que permitan o seu desenvolvemento profesional no eido científico/académico, tecnolóxico ou profesional especializado e multidisciplinar.
A20	CE5 - Profundizar no coñecemento dos fundamentos teórico-prácticos especializados de modelado e estudo de distintos tipos de relacións de dependencia entre variables estatísticas.
A21	CE6 - Adquirir coñecementos teórico-prácticos avanzados de distintas técnicas matemáticas, orientadas especificamente á axuda na toma de decisións, e desenvolver a capacidade de reflexión para avaliar e decidir entre distintas perspectivas en contextos complexos.
A23	CE8 - Adquirir coñecementos teórico-prácticos avanzados das técnicas destinadas á realización de inferencias e contrastes relativos a variables e parámetros dun modelo estatístico, e saber aplicarlos con autonomía suficiente nun contexto científico, tecnolóxico ou profesional.
A24	CE9 - Coñecer e saber aplicar con autonomía en contextos científicos, tecnolóxicos ou profesionais, técnicas de aprendizaxe automático e técnicas de análise de datos de alta dimensión (big data).
A25	CE10 - Adquirir coñecementos avanzados sobre metodoloxías para a obtención e o tratamento de datos derivados de distintas fontes, como enquisas, internet, ou entornos "na nube";
B1	CB6 - Posuír e comprender coñecementos que acheguen unha base ou oportunidade de ser orixinais no desenvolvemento e/ou aplicación de ideas, a miúdo nun contexto de investigación
B2	CB7 - Que os estudantes saiban aplicar os coñecementos adquiridos e a súa capacidade de resolución de problemas en ámbitos 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



B4	CB9 - Que os estudantes saiban comunicar as súas conclusións e os coñecementos e razóns últimas que as sustentan a públicos especializados e non especializados dun modo claro e sen ambigüidades
B5	CB10 - Que os estudantes posúan as habilidades de aprendizaxe que lles permitan continuar estudando dun modo que haberá de ser en gran medida autodirixido ou autónomo.
B17	CG1 - Coñecer, comprender e saber aplicar os principios, metodoloxías e novas tecnoloxías na estatística e a investigación operativa en contextos científico/académicos, tecnolóxicos ou profesionais especializados e multidisciplinares, así como adquirir as destrezas e competencias descritas nos obxectivos xerais do título.
B18	CG2 - Desenvolver autonomía para identificar, modelar e resolver problemas complexos da estatística e da investigación operativa en contextos científico/académicos, tecnolóxicos ou profesionais especializados e multidisciplinares.
B19	CG3 - Desenvolver a capacidade para realizar estudos e tarefas de investigación e transmitir os resultados a públicos especializados, académicos e xeneralistas.
B20	CG4 - Integrar coñecementos avanzados e enfrontarse á toma de decisións a partir de información científica e técnica.
B21	CG5 - Desenvolver a capacidade de aplicación de algoritmos e técnicas de resolución de problemas complexos no eido da estatística e a investigación operativa, manexando o software especializado axeitado.
C11	CT1 - Desenvolver firmes capacidades de razoamento, análise crítica e autocrítica, así como de argumentación e de síntese, contextos especializados e multidisciplinares.
C12	CT2 - Desenvolver destrezas avanzadas no manexo de Tecnoloxías da Información e a Comunicación (TIC), tanto para a obtención de información como para a difusión do coñecemento, nun ámbito científico/académico, tecnolóxico ou profesional especializado e multidisciplinar.
C13	CT3 - Ser capaz de resolver problemas complexos en novos escenarios mediante a aplicación integrada dos coñecementos.
C14	CT4 - Desenvolver unha sólida capacidade de organización e planificación do estudo, asumindo a responsabilidade do seu propio desenvolvemento profesional, para a realización de traballos en equipo e de xeito autónomo.
C15	CT5 - Desenvolver capacidades para o aprendizaxe e a integración no traballo en equipos multidisciplinares, nos ámbitos científico/académico, tecnolóxico e profesional.

Learning outcomes			
Learning outcomes	Study programme competences / results		
Coñecer os fundamentos da análise estatística de datos reais con dependencia temporal.	AC16	BJ1	
	AC18	BJ17	
	AC19		
	AC20		
	AC21		
	AC25		
Desenvolver autonomía para aplicar correctamente os métodos de series de tempo sobre conxuntos de datos reais, en contextos multidisciplinares.	AC17	BJ2	CJ12
	AC23	BJ3	CJ13
	AC24	BJ5	CJ14
		BJ18	CJ15
		BJ20	
		BJ21	
Saber presentar os resultados da análise dunha serie de tempo tanto a público especializado como non.		BJ4	CJ11
		BJ19	

Contents	
Topic	Sub-topic



<p>1. Time series and stochastic processes.</p>	<p>1.1 Introducción. Gráfico secuencial. Características dunha serie de tempo. Exemplos.</p> <p>1.2 Os conceptos de proceso estocástico e serie de tempo. Procesos estocásticos. Series de tempo. Exemplos.</p> <p>1.3 Definicións asociadas a un proceso estocástico. Función de medias. Función de varianzas. Función de autocovarianzas. Función de autocorrelacións simples. Función de autocorrelacións parciais. Procesos estacionarios. Estimación da media, das autocovarianzas e das autocorrelacións simples e parciais. Proceso lineal. Proceso causal. Proceso invertible.</p> <p>1.4 A descomposición de Wold.</p>
<p>2. Box-Jenkins models.</p>	<p>2.1 Introducción.</p> <p>2.2 Procesos ARMA: Definición e identificación. Procesos autorregresivos. Procesos de medias móbiles. Procesos autorregresivos de medias móbiles. Distribución asintótica das autocorrelacións simples e parciais muestrales. Identificación das ordes do ARMA a través das autocorrelacións simples e parciais muestrales.</p> <p>2.3 Procesos ARIMA. 2.3.1 Introducción. Diferenciación regular para eliminar a tendencia.</p> <p>2.3.2 Definición e identificación. Definición. Identificación das ordes do ARIMA a través das autocorrelacións simples e parciais muestrales do ARMA asociado.</p> <p>2.3.3 Estimación e diagnose. Estimación: mínimos cadrados, mínimos cadrados condicionados, máxima verosimilitude. Propiedades. Diagnose: métodos gráficos e contrastes de hipóteses.</p> <p>2.3.4 Selección do modelo e predicción. Criterios de información: AIC, AICc, BIC. Predicción puntual e intervalos de predicción.</p> <p>2.3.5 Aplicación a datos reais.</p> <p>2.4 Procesos ARIMA estacionais. 2.4.1 Introducción</p> <p>2.4.2 Procesos ARMA estacionais: Definición e identificación.</p> <p>2.4.3 Procesos ARMA estacionais multiplicativos: Definición e identificación.</p> <p>2.4.4 Procesos ARIMA estacionais: Definición e identificación.</p> <p>2.4.5 Procesos ARIMA estacionais: Estimación e diagnose.</p> <p>2.4.6 Procesos ARIMA estacionais: Selección do modelo e predicción.</p> <p>2.4.7 Medidas da adecuación das predicións.</p> <p>2.4.8 Transformacións para estabilizar a varianza.</p> <p>2.4.9 Aplicación a datos reais.</p>



3. Additional topics.	<p>3.1 Análise de intervención. Efectos permanentes. Efectos transitorios. Función de transferencia. Construcción e estimación do modelo. Aplicación a datos reais.</p> <p>3.2 Valores atípicos. Atípico aditivo. Atípico innovativo. Detección de valores atípicos. Aplicación a datos reais.</p> <p>3.3 Regresión con series de tempo. Función de covarianzas cruzadas. Función de correlacións cruzadas: estimación e distribución asintótica. Correlación espuria. Construcción e estimación do modelo. Aplicación a datos reais.</p>
-----------------------	---

Planning				
Methodologies / tests	Competencies / Results	Teaching hours (in-person & virtual)	Student?s personal work hours	Total hours
Guest lecture / keynote speech	A16 A18 A19 A20 A21 A23 A25 B1 B5 B17 B19 B20 B21 C14 C15	21	36	57
Laboratory practice	A17 A20 A21 A23 A24 B2 B3 B4 B5 B18 C11 C12 C13 C14 C15	14	42	56
Multiple-choice questions	A16 A17 A18 A19 A20 A21 A23 A24 A25	1.5	0	1.5
Practical test:	A16 A17 A18 A19 A20 A21 A23 A24 A25 B1 B2 B3 B4 B5 B17 B18 B19 B20 B21 C11 C12 C13 C14 C15	1.5	0	1.5
Personalized attention		9	0	9

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

Methodologies	
Methodologies	Description
Guest lecture / keynote speech	<p>Clases de tipo teórico impartidas polo profesor, nas que desenrolarán os contidos do Temario. Para iso, apoiarase na proxección de transparencias (a súa versión en pdf estará dispoñible online).</p> <p>Ditas transparencias serán facilitadas aos alumnos a través de Teams ou da web do mestrado.</p> <p>Proporáanse exercicios teórico-prácticos para que o alumno os realice de forma voluntaria (sen peso na avaliación).</p>



Laboratory practice	<p>Clases de tipo práctico impartidas polo profesor, nas que os alumnos participarán de xeito activo a través da realización de análises prácticas (para isto último, é necesario que os alumnos dispoñan no aula dun ordenador).</p> <p>O profesor desenrolará na clase distintos tipos de aplicacións a datos reais da teoría previamente exposta. Para iso, introducirá as ferramentas específicas de que dispón o paquete estatístico R. Posteriormente, será o alumno o que desenrole outras aplicacións coa axuda dun ordenador.</p> <p>Os scripts relativos ás aplicacións desenroladas polo profesor serán facilitados aos alumnos a través de Teams ou da web do mestrado. Tamén os correspondentes ás aplicacións levadas a cabo polos alumnos, pero unha vez que estes as teñan rematado.</p> <p>Proporase a análise de series de tempo e tamén cuestións relacionadas coas prácticas realizadas na clase para que o alumno as realice de forma voluntaria (sen peso na avaliación).</p>
Multiple-choice questions	Algunhas das probas da avaliación serán probas de resposta múltiple. Máis información sobre ditas probas pode ser vista na Sección 7: Avaliación.
Practical test:	Algunhas das probas da avaliación consistirán na resolución de problemas de carácter práctico. Para iso, será necesaria a utilización do paquete estatístico R (utilizado nas clases prácticas). Máis información sobre este punto pode ser vista na Sección 7: Avaliación.

### Personalized attention

Methodologies	Description
Laboratory practice Guest lecture / keynote speech	Cualquera dúbida que se lle presente ao alumno ó longo das horas presenciais tratará de ser resolta instantáneamente por parte do profesor. Sin embargo, é posible que outras dúbidas surxan unha vez que o estudante profundice na materia no transcurso de horas non presenciais. Neste caso, resulta convinte que o alumno faga uso das tutorías individualizadas.

### Assessment

Methodologies	Competencies / Results	Description	Qualification
Multiple-choice questions	A16 A17 A18 A19 A20 A21 A23 A24 A25	Refírese ás probas B1 e B2 da avaliación. Consisten en probas escritas tipo test de coñecementos teórico-prácticos. No caso da segunda oportunidade, refírese á proba D. Para detalles, véxase OBSERVACIÓNS AVALIACIÓN.	60
Practical test:	A16 A17 A18 A19 A20 A21 A23 A24 A25 B1 B2 B3 B4 B5 B17 B18 B19 B20 B21 C11 C12 C13 C14 C15	Refírese ás probas A1 e A2 de la avaliación. Consisten na análise dunha serie de tempo a través das técnicas estatísticas e do software explicados na clase. No caso da segunda oportunidade, refírese á proba C. Para detalles, véxase OBSERVACIÓNS AVALIACIÓN.	40
Others			

### Assessment comments



Primeira oportunidade: A calificación final procederá (ao 100%) da avaliación continua, que se realizará a través de catro probas: dúas delas orientadas a avaliar a compoñente aplicada da materia e as outras dúas a avaliar os coñecementos teóricos-prácticos. Máis concretamente:

1. Proba A1. Realizarase unha vez impartido o Tema 1 e as seccións 2.1, 2.2 e 2.3 do Tema 2. Consistirá na análise dunha serie de tempo a través das técnicas estatísticas e do software explicados ata ese momento.
2. Proba B1. Realizarase unha vez impartido o Tema 1 e as seccións 2.1, 2.2 e 2.3 do Tema 2. Consistirá na realización dunha proba tipo test de coñecementos teórico-prácticos adquiridos ata ese momento.
3. Proba A2. Realizarase unha vez impartida a sección 2.4 do Tema 2 e o Tema 3. Consistirá na análise dunha serie de tempo a través das técnicas estatísticas e do software explicados ata ese momento.
4. Proba B2. Realizarase unha vez impartida a sección 2.4 do Tema 2 e o Tema 3. Consistirá na realización dunha proba tipo test de coñecementos teórico-prácticos adquiridos en dita sección 2.4 do Tema 2 e no Tema 3.

Estas probas realizaranse en horario de clase, e as datas serán anunciadas con polo menos 7 días de antelación. O esperable é que as probas A1 e B1 teñan lugar a mediados do mes de marzo, e as probas A2 e B2 na segunda quincena do mes de abril.

Para superar a asignatura será necesario (aínda que non suficiente) que tanto a nota media das probas A1 e A2 como a nota media das probas B1 e B2 sexan maiores ou iguais que 3. Especificamente, si se denotan a través de A1, B1, A2 e B2 as notas (sobre 10) obtidas nas probas A1, B1, A2 e B2, respectivamente, a nota final será:

- (a)  $0.2 \cdot A1 + 0.3 \cdot B1 + 0.2 \cdot A2 + 0.3 \cdot B2$ , sempre e cando tanto  $(A1+A2)/2$  como  $(B1+B2)/2$  sexan maiores ou iguais que 3.
- (b) O menor dos valores  $0.2 \cdot A1 + 0.3 \cdot B1 + 0.2 \cdot A2 + 0.3 \cdot B2$  e 4.9, sempre e cando  $(A1+A2)/2$  e/ou  $(B1+B2)/2$  sexan menores que 3.

Segunda oportunidade: Constará dúas probas: unha delas orientada a avaliar a compoñente aplicada da materia e a outra a avaliar os coñecementos teórico-prácticos. Ambas abarcarán toda a materia impartida. Máis concretamente:

1. Proba C. Consistirá na análise dunha serie de tempo a través das técnicas estatísticas e do software explicados na clase.
2. Proba D. Consistirá na realización dunha proba tipo test de coñecementos teórico-prácticos relativos á materia explicada na clase.

Ambas probas terán lugar na data oficial fixada para os exames de segunda oportunidade (o esperable é que sexa no mes de xullo).

Para superar a asignatura será necesario (aínda que non suficiente) que

tanto a nota da proba C como a nota da proba D sexan maiores ou iguais que 3. Especificamente, si se denotan a través de C e D as notas (sobre 10) obtidas nas probas C e D, respectivamente, a nota final será:

- (a)  $0.4 \cdot C + 0.6 \cdot D$ , sempre e cando tanto C como D sexan maiores ou iguais que 3.
- (b) O menor dos valores  $0.4 \cdot C + 0.6 \cdot D$  e 4.9, sempre e cando C e/ou D sexan menores que 3.

Importante: Por defecto, aos alumnos que non superen a asignatura na primeira oportunidade pero sí a parte aplicada (isto é, a media aritmética das puntuacións obtidas nas probas A1 e A2 non é inferior a 5) ou a parte teórico-práctica (isto é, a media aritmética das puntuacións obtidas nas probas B1 e B2 non é inferior a 5), consideraráselles dita media como puntuación obtida na parte superada e manteráselles para a segunda oportunidade.

Así, na segunda oportunidade só realizarán a proba (aplicada ou teórico-práctica) non superada. Pero si o alumno así o desexa, terá a opción de realizar as probas C e/ou D, e as novas calificacións obtidas substituirán ás anteriores.

## Sources of information

<b>Basic</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Cowpertwait, P.S.P. e Metcalfe, A.V. (2009). <i>Introductory Time Series with R</i>. Springer</li><li>- Cryer, J.D. e Chan, K-S. (2008). <i>Time Series Analysis. With Applications in R</i>. Springer (2ª edición)</li><li>- Hyndman R.J. e Athanasopoulos, G. (2018). <i>Forecasting: principles and practice. O Texts</i> (2ª edición) (acesible online en <a href="https://otexts.com/fpp2/">https://otexts.com/fpp2/</a>)</li></ul>
<b>Complementary</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Brockwell, P.J. y Davis, R.A. (2002). <i>Introduction to Time Series and Forecasting</i>. Springer (2ª edición)</li><li>- Peña, D. (2005). <i>Análisis de Series Temporales</i>. Alianza Editorial</li><li>- Shumway, R.H. y Stoffer, D.S. (2017). <i>Time Series Analysis and Its Applications. With R Examples</i>. Springer (4ª edición)</li></ul> <p>&lt;br /&gt;</p>

## Recommendations

Subjects that it is recommended to have taken before



Statistical Inference /614493102

Probability Models/614493103

Subjects that are recommended to be taken simultaneously

Subjects that continue the syllabus

Other comments

-Para superar con éxito a materia é aconsellable a asistencia regular ás clases, sendo fundamental o seguimento diario do traballo realizado na aula. Tamén son recomendables coñecementos básicos de Probabilidade e de Inferencia Estatística (por exemplo, ter cursado as materias Modelos de Probabilidade e Inferencia Estatística do presente mestrado). Por último, o dispoñer de nocións xerais sobre o paquete estatístico R facilitará a comprensión do seu uso no contexto específico das series de tempo.-O desenrolo dos contidos da materia realizarase tendo en conta que as competencias a adquirir polo alumnado deben cumprir co nivel MECES3. Presentarase (ou no seu caso indicaranse referencias para) a xustificación teórica de todas as ferramentas estatísticas a utilizar nesta asignatura, orientada á análise de series de tempo. Ademais, ditas ferramentas poñeranse en práctica a través da súa aplicación a distintos exemplos, tanto con datos simulados como reais. Todos os contidos desta materia estudaranse de xeito riguroso e con profundidade.-Para os casos de realización fraudulenta de exercicios ou probas, será de aplicación o recollido nas respectivas normativas das universidades participantes no Mestrado en Técnicas Estatísticas.-Usarase linguaxe non sexista, propiciarse a intervención en clase de alumnos e alumnas...-Traballarase para identificar e modificar prexuizos e actitudes sexistas, e influirase na contorna para modificalos e fomentar valores de respecto e igualdade.-Tratarase de detectar situacións de discriminación por razón de xénero e proporanse accións e medidas para corrixilas.Esta guía e os criterios e metodoloxías nela descritos están suxeitos ás modificacións que se deriven de normativas e directrices das universidades participantes no Mestrado en Técnicas Estatísticas.

(\*)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.