

Guia docent

200132 - EST - Estadística

Última modificació: 08/06/2026

Unitat responsable: Facultat de Matemàtiques i Estadística
Unitat que imparteix: 715 - EIO - Departament d'Estadística i Investigació Operativa.

Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Assignatura obligatòria).

Curs: 2026 **Crèdits ECTS:** 7.5 **Idiomes:** Català

PROFESSORAT

Professorat responsable: MARTA BOFILL ROIG

Altres: Segon quadrimestre:
MIREIA BESALÚ MAYOL - A, B
MARTA BOFILL ROIG - A, B
GUADALUPE GÓMEZ MELIS - A, B

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:

1. CE-2. Resoldre problemes de Matemàtiques, mitjançant habilitats de càlcul bàsic i d'altres, tot planificant-ne la resolució en funció de les eines de què es disposi i de les restriccions de temps i recursos.
2. CE-3. Utilitzar aplicacions informàtiques d'anàlisi estadístic, càlcul numèric i simbòlic, visualització gràfica, optimització o d'altres, per a experimentar en Matemàtiques i resoldre problemes.
3. CE-4. Desenvolupar programes informàtics que resolguin problemes matemàtics, tot fent servir per a cada cas l'entorn computacional escaient.

Genèriques:

5. CB-1. Demostrar posseir i comprendre coneixements de l'àrea de les Matemàtiques, construïts a partir de la base de l'educació secundària general i a un nivell que, tot recolzant-se en llibres de text avançats, inclogui també alguns aspectes que impliquin coneixements provinents de l'avantguarda de l'estudi de les Matemàtiques i de les seves aplicacions a la ciència i a la tecnologia.
6. CB-2. Saber aplicar d'una forma professional els coneixements matemàtics al seu treball i posseir les capacitats que, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions a la ciència i a la tecnologia, s'acostumen a demostrar mitjançant l'elaboració i defensa d'arguments i la resolució de problemes.
7. CB-3. Tenir la capacitat de reunir i interpretar dades rellevants, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions, per a emetre judicis que incloguin una reflexió sobre temes rellevants d'índole social, científica o ètica.
8. CG-1. Comprendre i emprar el llenguatge matemàtic. Adquirir la capacitat d'enunciar propietats en diversos camps de la Matemàtica, de construir argumentacions, d'elaborar càlculs i de transmetre els coneixements matemàtics adquirits.
9. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.
10. CG-3. Assimilar la definició d'un nou objecte matemàtic en termes d'altres ja coneguts i ser capaç de fer servir aquest objecte en contextos diferents.
11. CG-4. Saber abstraure les propietats estructurals (dels objectes matemàtics, de la realitat observada i d'altres àmbits), distingint-les de les que només són ocasionals. Poder comprovar-les amb demostracions o refutar-les mitjançant contraexemples, així com identificar errors en els raonaments incorrectes.
12. CG-6. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per a ampliar aquest coneixement.

Transversals:

4. APRENENTATGE AUTÒNOM: Detectar mancances en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.

METODOLOGIES DOCENTS

Pel que fa la docència presencial, el curs té 5 hores de classes per setmana, de les quals 3 es dediquen a classes de teoria i 2 a problemes o pràctiques.

Classes de teoria:

Les classes de teoria son principalment classes magistrals del professor de teoria. Es desenvolupen demostracions a la pissarra, i es resumeixen conceptes importants amb transparències. Es presenten exemples detallats, amb especial èmfasi en l'aplicació de l'estadística a problemes reals. Es fa servir del campus virtual Atenea per difondre material emprat a classe.

Classes de problemes i laboratori:

El professor de problemes presenta amb antelació l'enunciat dels problemes que els estudiants han de resoldre. A classe, el professor exposa i comenta la solució d'alguns dels problemes.

Les classes de laboratori es realitzaran amb el software estadístic R.

OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

L'estudiant que ha cursat Estadística:

1. És capaç de realitzar i interpretar estadística descriptiva bàsica amb un programari estadístic.
2. És capaç de fer inferència estadística amb un programari estadístic i correctament interpretar els resultats obtinguts.
3. Pot formular la diferència entre les dues escoles en l'estadística, la freqüentista i la bayesiana.
4. És capaç d'obtenir analíticament estimadors de moments i estimadors de màxima versemblança per a paràmetres de les lleis més conegudes.
5. És capaç de comparar diferents estimadors i triar l'estimador òptim segons algun criteri d'optimalitat (biaix, error quadràtic mig).
6. És capaç de construir intervals de confiança basats en quantitats pivotals (exactes o asimptòtiques).
7. És capaç de dissenyar una prova òptima per determinades proves d'hipòtesi sobre paràmetres de distribucions, aplicant el criteri de Neyman-Pearson i la raó de la versemblança generalitzada.
8. És capaç de formular la diferència entre proves paramètriques i no paramètriques.
9. És capaç de aplicar les proves paramètriques clàssiques (prova Z de la normal, t de Student amb mostres independents i dades aparellades, F per igualtat de variàncies) a conjunts de dades i interpretar correctament els resultats.
10. És capaç d'aplicar proves no-paramètriques simples basades en la distribució multinomial a conjunts de dades i interpretar correctament els resultats.
11. És capaç d'ajustar un model de regressió lineal múltiple amb R i d'interpretar correctament els resultats.
12. És capaç d'ajustar un model de regressió logística amb R i d'interpretar correctament els resultats.

HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup petit	30,0	13.79
Hores grup mitjà	30,0	13.79
Hores aprenentatge autònom	112,5	51.72
Hores grup gran	45,0	20.69

Dedicació total: 217.5 h

CONTINGUTS

1. Introducció a l'estadística

Descripció:

- 1.1. L'estadística com a mètode científic. Raonament deductiu (probabilitat) versus inductiu (inferència).
- 1.2. Tipus de dades i d'estudis. Anàlisi exploratòria de dades.
- 1.3. Població i mostra.
- 1.4. Paràmetres, estadístics i estimadors. Distribució mostral.
- 1.5. Principals models paramètrics: Binomial, Poisson, Normal, Exponencial.
- 1.6. Famílies exponencials i famílies de localització i escala.
- 1.7. Perspectives freqüentista i bayesiana.
- 1.8. Problemes de la inferència: estimació, contrast i predicció.

Objectius específics:

- Anàlisi exploratòria de dades a l'R.
- Realitzar estudis descriptius univariants i bivariants.
- Especificar els principals models estadístics a l'R.
- Emfatitzar diferències entre dades poblacionals i paràmetres i dades mostrals i estimadors

Activitats vinculades:

Classes de teoria, classes de problemes i sessions de laboratori amb ordinadors (utilitzant R).

Dedicació: 20h

Grup gran/Teoria: 4h

Grup petit/Laboratori: 6h

Aprenentatge autònom: 10h

2. Estimadors puntuals

Descripció:

- 2.1. Mètode dels moments i plug-in.
- 2.2. Funció de versemblança. Estimació per màxima versemblança. Càlcul i propietats.
- 2.3. Estimació no paramètrica de la funció de distribució. La funció de distribució empírica.
- 2.4. Informació de Fisher, Fita de Cramér-Rao.
- 2.5. Bootstrap.
- 2.6. Enfocament Bayesià de l'estimació puntual

Objectius específics:

- Construcció d'estimadors de paràmetres per diferents mètodes.
- Aprofundiment del concepte d'informació i de la mínima variància assolible.
- Introducció als mètodes de remostreig.

Activitats vinculades:

Classes de teoria, classes de problemes i sessions de laboratori amb ordinadors (utilitzant R).

Dedicació: 30h

Grup gran/Teoria: 9h

Grup mitjà/Pràctiques: 6h

Aprenentatge autònom: 15h

3. Propietats dels estimadors

Descripció:

- 3.1. Propietats dels estimadors per mostres finites. Error sistemàtic (biaix), precisió d'un estimador, error quadràtic mig i eficiència.
- 3.2. Cerca del millor estimador no esbiaixat (UMVUE).
 - 3.2.1. Principi de suficiència, completesa.
 - 3.2.2. Teoremes de Rao-Blackwell i de Lehmann-Scheffé.
- 3.3. Comportament asimptòtic. Consistència i Normalitat asimptòtica.
- 3.4. Teoria asimptòtica per a l'estimador màxim versemblant.

Objectius específics:

- Derivar propietats d'estimadors.
- Coneixement del mètode delta per la llei i variància asimptòtica de transformacions d'estimadors asimptòticament normals.
- Avaluar empíricament les propietats dels estimadors fent servir simulació i mètodes de remostreig.

Activitats vinculades:

Classes de teoria, classes de problemes i sessions de laboratori amb ordinadors (utilitzant R).

Dedicació: 24h

Grup gran/Teoria: 8h

Grup mitjà/Pràctiques: 4h

Aprenentatge autònom: 12h

4. Estimació per intervals

Descripció:

- 4.1. Intervals de confiança.
- 4.2. Mètodes exactes per construir intervals de confiança.
- 4.3. Intervals de confiança asimptòtics.
- 4.4. Intervals no paramètrics basats en bootstrap.

Objectius específics:

- Construcció d'intervals de confiança.
- Implementació bootstrap pel càlcul d'intervals de confiança i variància.

Activitats vinculades:

Classes de teoria, classes de problemes i sessions de laboratori amb ordinadors (utilitzant R).

Dedicació: 16h

Grup gran/Teoria: 4h

Grup mitjà/Pràctiques: 4h

Aprenentatge autònom: 8h

5. Test d'hipòtesis

Descripció:

- 5.1. Conceptes bàsics. Tipus d'hipòtesis. Errors de tipus I i II. Regió de rebuig. Funció de potència. p-valor.
- 5.2. Construcció de la regió de rebuig via el Lema de Neyman-Pearson.
 - 5.2.1. Tests uniformement més potents.
 - 5.2.2. Lema de Neyman-Pearson per a alternatives compostes.
- 5.3. Tests de Wald, Score i raó de versemblança.
- 5.4. Tests χ^2 no paramètrics per independència i homogeneïtat.
- 5.5. Tests de bondat d'ajust: Kolmogórov-Smirnov.

Objectius específics:

- Dissenyar tests d'hipòtesis.
- Derivar propietats dels tests.
- Identificar quin test utilitzar en diferents escenaris.
- Implementació en R.

Activitats vinculades:

Classes de teoria, classes de problemes i sessions de laboratori amb ordinadors (utilitzant R).

Dedicació: 30h

Grup gran/Teoria: 9h

Grup mitjà/Pràctiques: 6h

Aprenentatge autònom: 15h

6. Model de regressió lineal. Regressió logística

Descripció:

- 6.1. Regressió lineal.
 - 6.1.1. Estimació per mínims quadrats i per màxima versemblança.
 - 6.1.2. Propietats de l'estimador de mínims quadrats.
 - 6.1.3. Validació del model. Anàlisi de residus.
 - 6.1.4. Contrastos d'hipòtesis sobre els paràmetres.
- 6.2. Regressió logística.

Objectius específics:

- Aplicar regressió lineal i logística.
- Interpretar els resultats obtinguts.

Activitats vinculades:

Classes de teoria, classes de problemes i sessions de laboratori amb ordinadors (utilitzant R).

Dedicació: 30h

Grup gran/Teoria: 10h

Grup petit/Laboratori: 5h

Aprenentatge autònom: 15h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Es farà servir el sistema d'avaluació continuada, que constarà de 3 parts:

1. Tres proves de seguiment amb preguntes conceptuals i problemes pràctics a resoldre mitjançant l'R (Q).
2. Examen parcial a meitat del quadrimestre (EP).
3. Examen final (EF).

Els exàmens parcial i final tindran la mateixa estructura, amb una part de preguntes de teoria i entre 2 i 4 problemes.

La qualificació global de l'assignatura serà:

$$\text{Global} = \text{Max}(0.15 * Q + 0.25 * EP + 0.60 * EF, EF)$$

Adicionalment, hi haurà un examen extraordinari per als estudiants suspesos, amb una estructura similar a la de l'examen final. La nota de la convocatòria extraordinària serà la de l'examen extraordinari.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Casella, George; Berger, Roger L. Statistical inference. 2nd ed. Pacific Grove: Duxbury, cop. 2002. ISBN 0534243126.
- DeGroot, Morris H.; Schervish, Mark J. Probability and statistics. 4th ed. Boston: Pearson, 2012. ISBN 9780321709707.
- Wasserman, Larry. All of statistics : a concise course in statistical inference. Pittsburgh: Springer, cop. 2010. ISBN 9781441923226.
- Wood, Simon N. Core Statistics. Cambridge [etc.]: Cambridge University Press, 2015. ISBN 9781107071056.
- Held, Leonhard; Sabanés Bové, Daniel. Applied Statistical Inference : Likelihood and Bayes [en línia]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg : Imprint: Springer, 2014 [Consulta: 16/06/2025]. Disponible a: <https://link-springer-com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/10.1007/978-3-642-37887-4>. ISBN 9783642378867.
- Ramachandran, Kandethody M; Tsokos, Chris P. Mathematical Statistics with Applications [en línia]. 1. Elsevier, 2009 [Consulta: 09/09/2025]. Disponible a: <https://research-ebsco-com.recursos.biblioteca.upc.edu/c/ik5pvi/search/details/bkljgmlz2z?db=nlebk>. ISBN 9780080951706.

Complementària:

- Evans, Michael; Rosenthal, Jeffrey S. Probability and statistics : the science of uncertainty [en línia]. 2nd ed. New York: W.H. Freeman and Company, cop. 2010 [Consulta: 16/06/2025]. Disponible a: <http://www.utstat.toronto.edu/mikevans/jeffrosenthal/>. ISBN 9781429224628.
- Dalgaard, Peter. Introductory statistics with R [en línia]. 2nd ed. New York: Springer, 2008 [Consulta: 16/06/2025]. Disponible a: <https://link-springer-com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/10.1007/978-0-387-79054-1>. ISBN 9780387790534.
- Efron, Bradley; Hastie, Trevor. Computer age statistical inference: algorithms, evidence, and data science [en línia]. First published. New York: Cambridge University Press, 2016 [Consulta: 16/06/2025]. Disponible a: <https://hastie.su.domains/CASI/>. ISBN 9781107149892.
- Fan, Jianqing; Li, Runze; Zhang, Cun-Hui; Zou, Hui. Statistical foundations of data science. Chapman and Hall/CRC, 2020. ISBN 9781466510845.
- Peck, Roxy. Statistics: a guide to the unknown. 4th ed. Belmont: Thomson Brooks/Cole, 2006. ISBN 0534372821.
- Cox, D. R; Hinkley, D. V. Theoretical statistics. London: Chapman and Hall, cop. 1974. ISBN 9780412161605.

RECURSOS

Enllaç web:

- R-software: www.r-project.org. Recurs