

**FITXA IDENTIFICATIVA****Dades de l'Assignatura**

|                      |                            |
|----------------------|----------------------------|
| <b>Codi</b>          | 42203                      |
| <b>Nom</b>           | Càlcul numèric en finances |
| <b>Cicle</b>         | Màster                     |
| <b>Crèdits ECTS</b>  | 6.0                        |
| <b>Curs acadèmic</b> | 2023 - 2024                |

**Titulació/titulacions**

| <b>Titulació</b>                                        | <b>Centre</b>       | <b>Curs</b> | <b>Període</b> |
|---------------------------------------------------------|---------------------|-------------|----------------|
| 2081 - M.U. en Banca i Finances<br>Quantitatives 09-V.1 | Facultat d'Economia | 1           | Anual          |

**Matèries**

| <b>Titulació</b>                                        | <b>Matèria</b>            | <b>Caràcter</b> |
|---------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------|
| 2081 - M.U. en Banca i Finances<br>Quantitatives 09-V.1 | 1 - Matèries obligatòries | Obligatòria     |

**Coordinació**

| <b>Nom</b>             | <b>Departament</b>                              |
|------------------------|-------------------------------------------------|
| BENITEZ SUAREZ, RAFAEL | 257 - Matemàtiques per a l'Economia i l'Empresa |

**RESUM**

L'objectiu d'aquesta matèria és l'adquisició dels coneixements, habilitats i destreses necessaris per a resoldre problemes numèrics en finances per mitjà d'un ordinador.

**CONEIXEMENTS PREVIS****Relació amb altres assignatures de la mateixa titulació**

No heu especificat les restriccions de matrícula amb altres assignatures del pla d'estudis.



### Altres tipus de requisits

Relación con otras asignaturas de la misma titulación:

Los estudiantes deberían haber cursado las asignaturas de Matemáticas y Estadística, Procesos Estocásticos. Los conocimientos adquiridos y las herramientas desarrolladas son útiles para otras asignaturas obligatorias de la titulación, como Derivados, Valoración de Activos, y Gestión de Riesgos.

Otros tipos de requisitos:

No se han especificado restricciones de matrícula con otras asignaturas del plan de estudios.

## COMPETÈNCIES

## RESULTATS DE L'APRENENTATGE

Un cop superada l'assignatura l'estudiant posseirà un coneixement ampli i profund dels mètodes bàsics de càlcul numèric i simulació, comprendrà els seus fonaments teòrics i coneixerà el seu àmbit d'aplicació, els seus avantatges i limitacions.

Així mateix serà capaç de:

- Entendre les limitacions que hi ha a la representació i manipulació de dades numèriques amb precisió limitada, i de les conseqüències que aquestes limitacions tenen en la implementació d'algoritmes per resoldre problemes numèrics en finances.
- Analitzar diferents solucions alternatives al problema numèric des del punt de vista de la seva eficiència, complexitat i estabilitat numèrica.
- Escollir el mètode apropiat segons l'anàlisi realitzat
- Formalitzar un problema quantitatiu en finances com un problema numèric que pot resolt amb ajuda de l'ordinador.
- Utilitzar un llenguatge de programació orientat al càlcul numèric per implementar algoritmes capaços de resoldre aquests problemes
- Utilitzar i adaptar eines informàtiques i aplicacions de càlcul numèric.
- Manejar amb fluïdesa els recursos disponibles (manuals, revistes, repositoris de programari a la xarxa) amb material avançat sobre mètodes numèrics.

D'altra banda, s'analitzen mètodes numèrics, fonamentalment els mètodes basats en diferències finites, per a la resolució d'equacions en derivades parcials. La base és l'equació de Black-Scholes, que és una equació en derivades parcials que determina el preu de les opcions financeres. La solució d'una gran majoria d'aquestes equacions no poden ser expressada en forma analítica. Per tant, la resolució d'aquestes equacions requereix de l'aplicació de tècniques numèriques. L'objectiu fonamental del curs és el desenvolupament de la intuïció numèrica i tècnica necessàries per ser identificar l'estratègia numèrica més adequada al problema concret que en el seu moment hagi de ser resolt.



## DESCRIPCIÓ DE CONTINGUTS

### 1. Tema 1. Introducció a la programació en Matlab

### 2. Tema 2. Introducció al càlcul numèric

Errors numèrics i la seva propagació  
Sistemes d'equacions lineals  
Autovalors i autovectors  
Zeros de funcions  
Interpolació i extrapolació  
Ajust i aproximació de funcions  
Optimització  
Quadratures i diferències numèriques  
Mètodes Montecarlo per quadratura

### 3. Tema 3. Simulació en finances

Mètodes Montecarlo per simulació  
Simulació en models discrets  
Simulació contínua: equacions diferencials estocàstiques  
Sèries temporals

### 4. Tema 4. Equacions diferencials ordinàries: mètodes explícits i implícits

Alguns conceptes bàsics: interpretació geomètrica de la derivades i el desenvolupament en sèrie de Taylor.

Resolució numèrica de les equacions diferències ordinàries:

- Mètode d'Euler avançat (explícit)
- Mètode de Euleratrasado (implícit)
- Mètode del punt mitjà.
- Mètodes de Runge-Kutta

Reducció de l'ordre i un sistema d'equacions diferencials ordinàries.

Anàlisi d'errors i estabilitat



## 5. Tema 5. Equacions en derivades parcials: mètodes explícits i implícits

Classificació de les equacions en derivades parcials lineals de segon ordre.

Condicions inicials i de contorn.

Representació en diferències finites de l'equació hiperbòlica en derivades parcials (equació d'advecció):

- a) Mètode avançat en el temps i centrat en l'espai (mètode explícit).
- b) Anàlisi de l'estabilitat: mètode de Von Neumann.
- c) Mètode de Lax
- d) Anàlisi d'estabilitat: condició courant-Friedrichs-Lewy
- e) Mètode de salt esglaonat.

Representació en diferències finites de l'equació parabòlica en derivades parcials (equació de difusió):

- a) Mètode avançat en el temps i centrat en l'espai (mètode explícit).
- b) Mètodes implícits:
  - i. Mètode implícit complet.
  - ii. Mètode de Crank-Nicholson (descomposició LU i mètode SOR)

## 6. Tema 6. L'equació de Black-Scholes

Derivació de l'equació de Black-Scholes.

Anàlisi de la contribució associada a la difusió i advecció en l'equació de Black-Scholes.

Principals aproximacions a l'equació de Black-Scholes.

Condicions de contorn i condicions inicials / finals en l'equació de Black-Scholes.

Diferents payoffs en l'equació de Black-Scholes: opcions europees i americanes.

Derivació analítica de la solució de l'equació de Black-Scholes.

Extensions de l'equació de Black-Scholes.

## 7. Tema 7. Implementación en diferencias finitas de la ecuación de Black-Scholes

Mètodes explícits:

- a) Derivació de la representació en diferències finites del mètode explícit.
- b) Implementació de diferents condicions de contorn.
- c) Errors globals i locals.
- d) Anàlisi de l'estabilitat (mètode von Neumann).

Mètodes implícits:

- a) Derivació de la representació en diferències finites del mètode implícit complet.
- b) Mètode de Crank-Nicholson.

**8. Tema 8. Altres mètodes numèrics**

Filosofia d'un nou mètode.  
Esquema de Douglas.  
Mètodes de tres nivells temporals: Du-Fort Frankel.  
Extrapolació de Richardson.  
Opcions americanes.

**VOLUM DE TREBALL**

| ACTIVITAT         | Hores        | % Presencial |
|-------------------|--------------|--------------|
| Classes de teoria | 60,00        | 100          |
| <b>TOTAL</b>      | <b>60,00</b> |              |

**METODOLOGIA DOCENT**

Classe magistral, pràctiques en aula i pràctiques amb ordinador.

**AVALUACIÓ**

Els aspectes que s'utilitzaran en l'avaluació del progrés de l'alumne són les següents:

- La participació activa en classes i laboratoris.
- El lliurament de fulls de problemes, exercicis i projectes d'ordinador.
- La realització d'un examen final.

**REFERÈNCIES****Bàsiques**

- M. T. Heath (2001) Scientific Computing: An Introductory Survey, 2nd. ed. McGraw-Hill.
- P. Glasserman (2003): Monte Carlo Methods in Financial Engineering Springer-Verlag.
- P. Wilmott, S. Howison, and J. Dewinne (1996) The mathematics of Financial Derivatives Cambridge University Press.

**Complementàries**

- C.-E. Fröberg (1985) Numerical Mathematics. Theory and Computer Applications. Addison-Wesley.
- W.H. Press, S. A. Teukolsky, W. T. Vetterling and B. P. Flannery, (1992) Numerical Recipes in C: The art of Scientific Computing
- Paul Wilmott (1999) Derivatives: The theory and Practice of Financial Engineering John Wiley and Sons NY
- J. Michael Steele Stochastic Calculus and Financial Applications, Springer Verlag; (2000)



P. J. Brockwell and R. A. Davies (1996) Introduction to Time Series and Forecasting Springer-Verlag.

P. J. Brockwell and R. A. Davies (1991) Time Series: Theory and Methods

J. D. Hamilton (1994) Time series analysis Princeton University Press, Princeton.

J.C. Hull (2000) Options, Futures and other derivatives Prentice Hall.

G.D. Smith (1985) Numerical solution of partial differential equations: Finite difference methods, Clarendon Press, Oxford.

