

**FICHA IDENTIFICATIVA****DATOS DE LA ASIGNATURA****Código:** 43791**Nombre:** Modelos de renta fija**Ciclo:** Máster Universitario Oficial**Créditos ECTS:** 6**Curso académico:** 2026-27**TITULACIONES**

Titulación	Centro	Curso	Periodo
2171 - Máster Universitario en Ciencias Actuariales y Financieras	Facultat d'Economia	2	Primer cuatrimestre

**MATERIAS**

Titulación	Materia	Carácter
2171 - Máster Universitario en Ciencias Actuariales y Financieras	Control de riesgos y solvencia	OBLIGATORIA

**COORDINACIÓN**

TORRO I ENGUIX HIPOLIT

**RESUMEN**

El objetivo de la asignatura **Modelos de Renta Fija** es la valoración de activos derivados sobre tipos de interés. La valoración de estos activos lleva consigo la introducción de los elementos avanzados de lo que viene denominándose Matemática Financiera Moderna. En concreto, el enfoque de la asignatura es básicamente el de valoración por arbitraje o valoración neutral al riesgo. Para ello, se introducen algunos conceptos claves como la ley del precio único y el de oportunidad de arbitraje. Por otro lado, resulta necesario en los desarrollos teóricos de valoración de activos, introducir herramientas tales como los procesos estocásticos en tiempo discreto (modelo binomial) y en tiempo continuo (procesos de Wiener generalizados y procesos Ornstein-Uhlenbeck).

El temario de la asignatura se estructura en cuatro partes:

- (I) Temas avanzados en el análisis y gestión del riesgo de interés
- (II) Derivados sobre tipos de interés.
- (III) Valoración de derivados sobre tipos de interés en tiempo discreto.



(IV) Valoración de derivados sobre tipos de interés en tiempo continuo.

La **primera parte** contiene un único tema sobre el análisis del riesgo de interés que viene a completar los conocimientos adquiridos en Matemática Financiera. El contenido de este tema está dedicado a la estimación empírica de la Estructura Temporal de los Tipos de Interés (ETTI) y a la formación de expectativas sobre los tipos de interés a distintos plazos o ETTI.

La **segunda parte** constituye una breve introducción de carácter descriptivo de los derivados sobre tipos de interés en la que se hace un repaso exhaustivo de los distintos activos contingentes sobre tipos de interés y sobre sus mercados. En aquellos contratos en que es posible, se introducirá las operaciones de arbitraje y la valoración resultante de dichos contratos. Es de destacar, que el estudiante irá interiorizando ya la metodología de valoración por arbitraje y aplicándola a los contratos con funciones de pago lineales: FRA, Swaps y futuros. Este resultado servirá para introducir la segunda parte, pues se trata de valoraciones resultantes del cumplimiento de la ley del precio único a través de estrategias buy and hold.

La **tercera parte**, introduce en el tema 3 la metodología general de valoración por arbitraje en tiempo discreto, válida para cualquier activo. Ésta es la forma más fácil de entender dicha metodología, y su carácter general permite la valoración de todos los activos derivados. Con una estructura teórica ya suficiente, se introduce el modelo de binomial de Cox-Ross-Rubinstein y se obtiene por aproximación discreta la fórmula de Black y Scholes. En el tema 4 se aplica la valoración binomial a los derivados sobre tipos de interés. Se incide sobre la importancia y repercusión de la hipótesis de distribución de probabilidad normal y log-normal en los tipos de interés y el ajuste de los parámetros del árbol a las condiciones del mercado. A continuación, se aplica el modelo binomial a los derivados sobre tipos de interés valorando opciones y futuros sobre bonos cupón cero.

La **cuarta parte** del programa se dedica a la valoración en tiempo continuo de derivados sobre tipos de interés. Dada la complejidad de la materia, resulta necesario dedicar el tema 5 a la exposición, con carácter introductorio, de las herramientas básicas del cálculo estocástico para la valoración de activos. En concreto, se presentan con precisión, aunque con un razonamiento más intuitivo que formal, los procesos de Wiener, el lema de Itô y las ecuaciones diferenciales estocásticas con aplicaciones a acciones y sus derivados. A continuación se presenta el concepto del precio de mercado al riesgo y la obtención de la ecuación diferencial estocástica válida para la valoración de cualquier activo derivado. Este tema termina con la valoración de opciones sobre tipos de interés que se abordará a través del llamado modelo de mercado o modelo de Black (76) de amplia difusión entre los profesionales financieros. El tema 6 concluye el programa de la asignatura, abordándose los modelos unifactoriales más conocidos del tipo de interés instantáneo. En este tema se comparan las distintas propiedades de los diferentes modelos (reversión a la media, heteroscedasticidad con el nivel, no negatividad, acotamiento de los momentos de primer y segundo orden, etc.) distinguiendo entre modelos de equilibrio y modelos de no-arbitraje. Las fórmulas cerradas de valoración, cuando sea posible obtenerlas, de los bonos y sus derivados aparecen como dadas, y se comentan sobre las mismas los aspectos más relevantes.

acutermulas cerradas de valoración, cuando sea posible obtenerlas, de los bonos y sus derivados aparecen como dadas, y se comentan sobre las mismas los aspectos más relevantes.

## CONOCIMIENTOS PREVIOS

## RELACIÓN CON OTRAS ASIGNATURAS DE LA MISMA TITULACIÓN

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



## OTROS TIPOS DE REQUISITOS

Esta asignatura es la continuación de Matemática Financiera de primer curso del máster CAF. Su campo de estudio es el análisis y gestión del riesgo de interés y la valoración de activos derivados. La valoración de estos activos lleva consigo la introducción de elementos avanzados tales como procesos estocásticos. La actividad profesional del actuario requiere una sólida base de conocimientos de la Economía Financiera y esta asignatura contribuye a ello.

## COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE

### 2171 - Máster Universitario en Ciencias Actuariales y Financieras

Alcanzar sólidos fundamentos para la toma de decisiones financieras: asignación de recursos en el tiempo bajo incertidumbre, estructura y funcionamiento de los mercados financieros, valoración de activos y selección de carteras.

Poseer las habilidades suficientes para participar en una conversación de negocios y estar capacitado para leer literatura actuarial al menos en dos de los idiomas oficiales de la Unión Europea.

Que los/las estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo

Que los/las estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.

Que los/las estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.

Que los/las estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

Saber realizar una gestión integral del riesgo y alcanzar los conocimientos suficientes para dar respuesta a los riesgos actuales y a los que puedan surgir resultado del cambiante entorno económico, financiero y social, con vistas a dirigir y gestionar todo tipo de entidades financieras y aseguradoras.

Ser capaces de construir modelos adecuados al entorno económico empresarial a partir de las posibilidades que ofrecen las modernas tecnologías de la información y de la computación.

Ser capaces de gestionar el riesgo como un proceso continuo y en constante desarrollo llevado a término de manera integrada y condicionado a los objetivos estratégicos de la empresa, de forma que se maximice el valor sostenible a largo plazo de cada una de sus actividades y se conjuguen los intereses de todas las partes implicadas.

Ser capaces de interpretar las cuentas y los estados financieros de las empresas aseguradoras y de las instituciones financieras en general.



## DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS

### PRIMERA PARTE: Temas avanzados en el análisis y gestión del riesgo de interés

#### Tema 1. Análisis y estimación de la ETTI

##### 1.0.- Introducción

1.1.- Cálculo financiero: tiempo discreto y tiempo continuo

1.2.- Teorías sobre la formación de expectativas en la ETTI

1.3.- Métodos de estimación de la ETTI

1.3.1.- Métodos no econométricos

1.3.2.- Métodos econométricos: las funciones splines

1.4.- La estructura temporal de volatilidades (ETV)

#### Bibliografía básica

Lamothe y Soler (1996), Capítulo 5.

Meneu et al. (1992), capítulos 1 y 2.

Sánchez (2001), capítulo 4.

De La Granville (2001), capítulo 11.

Marín, J. M., y Rubio, G., (2001), capítulo 2 y 3.

#### Bibliografía complementaria

Augros (1989), Capítulo 2

Contreras y Navarro (1993)

Dybvig et. al. (1996)

Morini y Calatayud (1999).

Nuñez (1995).

Vasicek y Fong (1982).

De La Granville (2001), capítulo 12.

Benito (2001)

### SEGUNDA PARTE: Derivados sobre tipos de interés

#### Tema 2. Derivados sobre tipos de interés

2.1.- Introducción: FRAs, SWAPs y Futuros sobre t.i.: Valoración, liquidación, cobertura y arbitraje.

2.2.- Los contratos de futuros sobre bonos.

2.2.1.- Contratos y formas de cotizar.

2.2.2.- La problemática del entregable más barato.

2.2.3.- Valoración por arbitraje.

2.2.4.- Cobertura con futuros de carteras de renta fija.

2.3.- Los contratos de opción sobre tipos de interés.



2.3.1.- Las opciones sobre futuros sobre tipos de interés.

2.3.2.- Opciones OTC: caps, floors, collars y swaptions.

#### Bibliografía básica

Hull (1996, 2ª Edición), caps. 5, 6 y 17.

Alternativamente Hull (2002, 4ª Edición), caps. 5, 6 y 20.

Alternativamente Hull (2009, 6ª Edición), caps. 4, 6, 7 y 19.

Bierwag (1991), cap. 8.

Lamothe y Soler (1996), caps. 1, 2, 3, 4 y 6.

## TERCERA PARTE: Valoración de derivados sobre t. i. en tiempo discreto

### Tema 3: Fundamentos de la valoración por arbitraje

#### 3.1. Modelo de mercado uniperiodal binario

3.1.1.- Introducción

3.1.2.- La ley del precio único

3.1.3.- Valoración por arbitraje: la cartera replicante

3.1.4.- Valoración neutral al riesgo

#### 3.2. Modelo de mercado uniperiodal general

3.2.1.- Introducción

3.2.2.- Oportunidades de arbitraje, estrategias dominantes e incumplimiento de la LPU.

3.2.3.- Teorema de caracterización de la AOA

3.2.4.- Vector precio-estado y medida de probabilidad riesgo-neutral

3.2.5.- Mercados completos y mercados incompletos: teorema fundamental de la Economía Financiera.

#### 3.3.- Modelo binomial (Modelo de Cox-Ross-Rubinstein)

3.4.- Ajuste del ancho de la rama binomial a la volatilidad del mercado

#### Bibliografía básica

Marín, J. M., y Rubio, G., (2001), capítulo 4.

Hull (1996 ó 2002), cap. 10.

### Tema 4: Valoración binomial de derivados sobre tipos de interés

4.1.- Introducción.

4.2.- Construcción del árbol binomial.

4.3.- Evolución binomial del tipo de interés instantáneo.

4.3.1.- Hipótesis de normalidad.

4.3.2.- Hipótesis de log-normalidad.

4.4.- Valoración de opciones sobre bonos cupón cero.

4.4.1.- Opciones de venta.

4.4.2.- Réplica sintética de la opción.

4.4.3.- Opciones de compra.



- 4.4.4.- Relación de paridad put-call.
- 4.5.- Futuros sobre bonos cupón cero.
- 4.5.1.- Valoración.
- 4.5.2.- Réplica sintética.

Bibliografía básica : Jarrow y Turnbull (1996), cap. 15.

## CUARTA PARTE: Valoración de derivados sobre t. i. en tiempo continuo

Tema 5: Modelo de comportamiento de los precios financieros

- 5.1.- La propiedad Markov en la evolución de los precios financieros.
- 5.2.- Procesos estocásticos continuos en finanzas.
  - 5.2.1.- Proceso de Wiener.
  - 5.2.2.- Proceso generalizado de Wiener.
- 5.3.- El proceso estocástico para las acciones.
- 5.4.- Lema de Itô: una presentación intuitiva y ejemplos sencillos.
- 5.5.- Obtención de la ecuación diferencial de Black-Scholes-Merton.
- 5.6.- El precio de mercado al riesgo.
- 5.7.- Análisis de la fórmula de Black-Scholes.
- 5.8.- El modelo estándar de mercado para los derivados sobre tipos de interés.
  - 5.8.1.- El modelo de Black (76) o modelo estándar de mercado.
  - 5.8.2.- Opciones europeas sobre bonos
  - 5.8.3.- Cálculo de flujos en caps, floors, collars y swaps
  - 5.8.4.- Opciones CAP y FLOOR europeas
  - 5.8.5.- Swaption europea

Bibliografía básica: Hull (2000), cap. 10, 11 y 20

Tema 6: Introducción a la valoración de derivados sobre t.i. con modelos unifactoriales

- 6.1.- Modelos de equilibrio.
  - 6.1.1.- Modelo de Rendleman y Barter.
  - 6.1.2.- Modelo de Vasicek.
  - 6.1.3.- Modelo de Cox, Ingersoll y Ross.
- 6.2.- Modelos de no-arbitraje.
  - 6.2.1.- Modelo de Ho y Lee en tiempo continuo.
  - 6.2.2.- Modelo de Hull y White.
  - 6.2.3.- El modelo de Black, Derman y Toy en tiempo continuo.

Bibliografía básica: Hull (2000), cap. 21, apartados 1 a 10 y 13.

**VOLUMEN DE TRABAJO (HORAS)****ACTIVIDADES PRESENCIALES**

Actividad	Horas
Teoría	30,00
Prácticas en aula	30,00
<b>Total horas</b>	<b>60,00</b>

**ACTIVIDADES NO PRESENCIALES**

Actividad	Horas
Asistencia a otras actividades	10,00
Elaboración de trabajos individuales o en grupo	20,00
Estudio y trabajo autónomo	20,00
Preparación de clases	30,00
Preparación de actividades de evaluación	0,00
Resolución de casos prácticos	10,00
<b>Total horas</b>	<b>90,00</b>

**METODOLOGÍA DOCENTE**

Las clases teóricas se basarán principalmente en la exposición de la materia a cargo del profesor, facilitando los conceptos financieros, sus propiedades, resultados más interesantes y los métodos comúnmente utilizados en la profesión financiera.

Los contenidos de la materia están recogidos en la bibliografía básica, por lo que su lectura resulta conveniente. Es más, el nivel de profundidad con que se abordan los distintos temas se corresponde con el de la propia bibliografía básica, constituida por manuales de licenciatura de autores prestigiosos.

Las clases de prácticas se dedicarán a la resolución de ejercicios propuestos con anterioridad. La resolución de ejercicios en clase es un complemento a las clases teóricas, pues el hecho de "poner números" a las variables consigue simplificar el análisis y realzar los aspectos teóricos fundamentales.

Durante el curso el profesor propondrá una serie de tareas o prácticas que el alumno puede resolver de forma individual o en grupos de hasta cuatro personas. La experiencia de años anteriores muestra que la preparación seria de estas prácticas supone la mejor garantía para abordar con éxito la asignatura.

**EVALUACIÓN****Sistema de evaluación**

En las dos convocatorias oficiales se realizará una prueba escrita de carácter teórico-práctico. Dicha prueba constará de una parte con cuestiones teórico-aplicadas y de otra parte con ejercicios prácticos a resolver.



La valoración en la nota final de las tareas encomendadas a lo largo del curso podrá valer hasta el 20% de la nota final, conformando una evaluación continua no recuperable. El 80% restante de la nota final se obtendría del examen en convocatoria oficial.

## BIBLIOGRAFÍA

*Garbade, K. D. (1998), Fixed Income Analytics, MIT Press.*

Grandville La, O. de (2001), Bond Pricing and Portfolio Management, MIT Press.

Hull, J. C. (1996, 2202 ó 2009), Introducción a los mercados de futuros y opciones, Prentice Hall.

Hull, J. C. (2000 ó 2006), Options, futures, and other Derivatives, Fourth Edition, Prentice Hall.

Jarrow R. (1996): Modelling Fixed Income Securities and interest Rate Options, McGraw-Hill.

Jarrow, R. y S. Turnbull (1996), Derivatives Securities, South-Western College Publishing.

Lamothe, P. y J.A. Soler (1996), Swaps y otros derivados OTC en tipos de interés, McGraw-Hill.

Marín, J. M., y Rubio, G., (2001), Economía Financiera, Antoni Bosch Editor.

Meneu, V., E. Navarro y M. T. Barreira (1992), Análisis y gestión del riesgo de interés, Ariel.

Sánchez, J. L. (2007) (Ed.), Curso de bolsa y mercados financieros, Ariel.

### *Bibliografía Complementaria*

Augros, J. C. (1987), Finance. Options et obligations convertibles, Economica.

Augros, J. C. (1989), Les options sur taux d'interêt, Economica.

Benito, S. (2001): "Factores Comunes en los Niveles y la Volatilidad de los Tipos de Interés Cupón Cero de la Deuda Pública en España". Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid.

Bierwag, Gerald O. (1991), Análisis de la duración: la gestión del riesgo de tipo de interés, Alianza.



Borrell, M. y A. Roa (1990), Los mercados de futuros financieros. Ariel.

Contreras, D. y E. Navarro (1993): Utilización de Splines exponenciales para la estimación de la estructura temporal de los tipos de interés en el mercado español, Quaderns de Treball - Universitat de Valencia, 241.

Córdoba, M. (2003), Análisis Financiero. Renta Fija: Fundamentos y Operaciones, Thomson.

Dattatreya, R. E. y F. J. Fabozzi (1989), Active total return management of fixed income portfolios, Probus.

Dybvig, P.H.; J.E. Ingersoll, Jr. And S.A. Ross (1996), Long Forward and Zero-Coupon Rates Can Never Fall, Journal of Business, Vol. 69, no. 1, págs. 1-25.

Fabozzi, F. J. (1996), Measuring and Controlling Interest Rate Risk, FJF Associates.

Fabozzi, F. J., and G. Fong (1994), Advanced Fixed Income Porfololio Management. The State of Art, Probus.

Fabozzi, F. J., and T. D. Fabozzi (1995), The handbook of fixed income securities, Irwin..

Fabozzi, F.J., (Ed.) (1997), Advances in fixed income valuation, modelling and risk management, FJF Associates.

Fabozzi, F.J. (Ed.) (2002), Interest Rate, Term Structure and Valuation Modelling, John Wiley and Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.

Fabozzi, F. J., and Choudhry, M. (Ed.) (2004), The Handbook of European Fixed Income Securities, John Wiley and Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.

Fernández, P. (2000), Opciones, futuros e instrumentos derivados, Ediciones Deusto.

Ferruz, L., M. P. Portillo y J. L. Sarto (2001), Dirección financiera del riesgo de interés, Pirámide.

Ho, T. S. Y. y S. B. Lee (1986), Term structure movements and pricing of interest rate claims, Journal of Finance, 41, págs. 1011-1029.

Morini, S. y F.P. Calatayud (1999), Un análisis de los modelos de estimación de la estructura temporal de tipos de interés, Ponencia presentada en el VII Foro de Finanzas celebrado

