

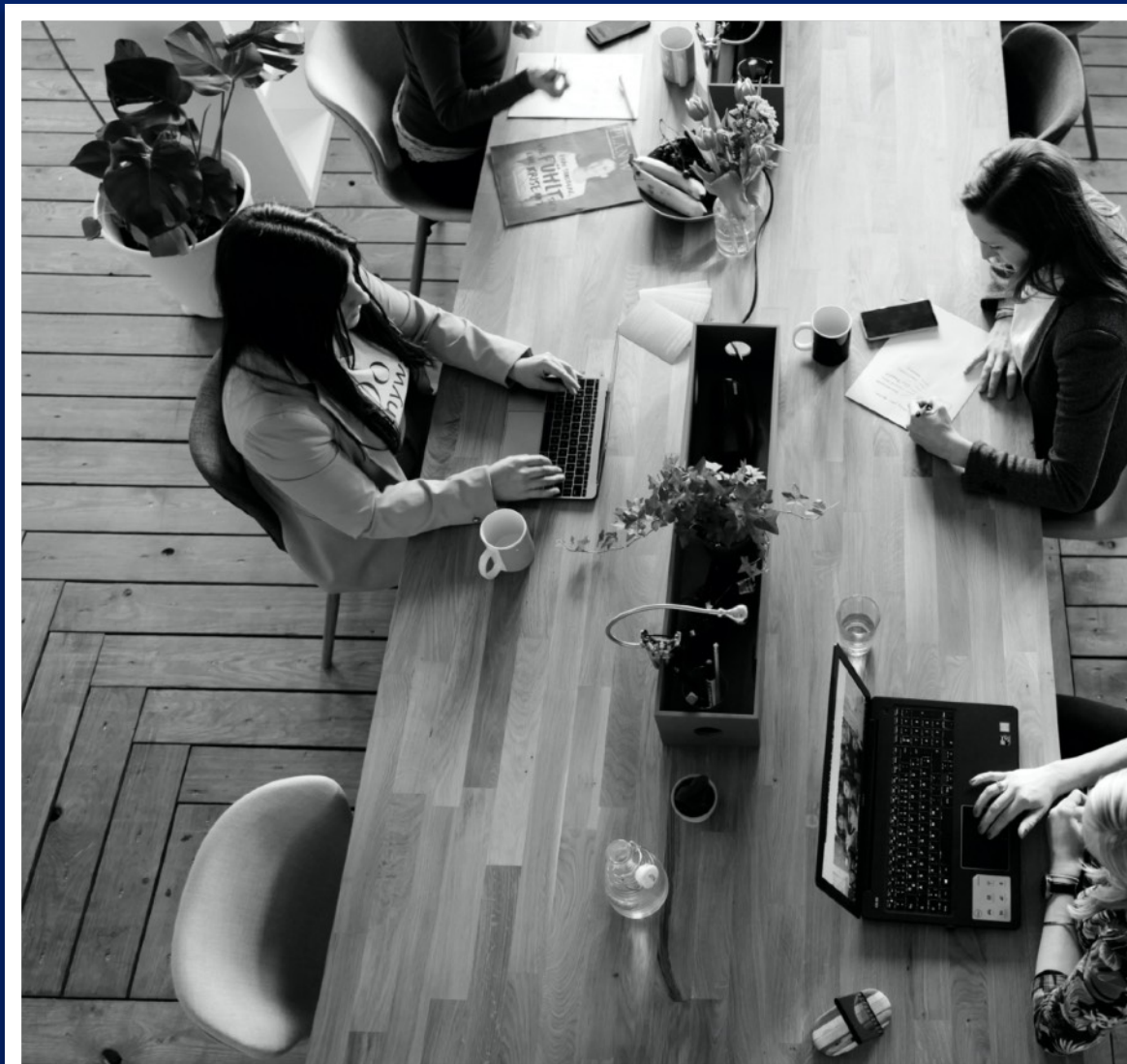
Top Quant

IA Avanzada, Generativa y Computación Cuántica aplicada a los Mercados Financieros

Edición 13 + 1



Contenido



1	<u>AthenAI Technological Business School</u>	4
2	<u>Sobre el Máster</u>	8
3	<u>Estructura del programa</u>	14
4	<u>Certificaciones</u>	34
5	<u>Salidas profesionales</u>	41
6	<u>Un programa ÚNICO</u>	44
7	<u>Claustro de expertos y docentes</u>	50
8	<u>Información general</u>	55



AthenAI Technological Business School

Una escuela para aquellos que realmente *quieren aprender* y están *dispuestos a esforzarse*.





CESN: Cooperación Estratégica en Seguridad Nacional e infraestructuras críticas

Asociación dedicada a promover y apoyar el enfoque integral en seguridad Nacional y tecnologías emergentes, con un claro enfoque en la seguridad y protección de las infraestructuras críticas.



AthenAI Technological Business School

AthenAI es la escuela de excelencia tecnológica del CESN, especializada en formación avanzada en Inteligencia Artificial, Computación Cuántica, Blockchain, Servicios Cloud y Big Data.

¿Porqué estudiar en AthenAI?

AthenAI no es una escuela para cualquier estudiante,

AthenAI es una escuela para quienes realmente desean aprender y están dispuestos a asumir desafíos.

Aquí se profundiza, se debate y se investiga a fondo. Aquí **es posible suspender**, porque sin riesgo no hay aprendizaje auténtico. Porque los líderes no se forjan en aulas cómodas, sino en entornos exigentes que ponen a prueba su determinación y esfuerzo.

Una escuela para quienes no buscan títulos, sino trascender

AthenAI Technological Business School nació con la vocación de ser una **knowledge and technology boutique**: una institución selecta, rigurosa y profundamente conectada con los grandes desafíos del presente y del futuro.

En un contexto en el que abundan las fórmulas rápidas y los títulos superficiales, AthenAI se posiciona como la escuela de excelencia tecnológica para aquellos estudiantes dispuestos a recorrer un camino profundo, complejo y auténtico hacia un aprendizaje real. Aquí no se buscan atajos ni éxitos prefabricados, sino **dejar huella** a través del conocimiento, el esfuerzo y el compromiso genuino

Conocimiento, reputación y propósito: los tres pilares

En AthenAI no sólo se mide el conocimiento con **notas y certificaciones exigentes**, sino también con una métrica a largo plazo: la **reputación**. Cada alumno construirá su prestigio profesional dentro de una comunidad viva, donde la interacción constante con profesores, compañeros y egresados generará sinergias, oportunidades y desafíos. La reputación se podrá ganar, se podrá invertir en descuentos en programas, actualización de contenidos y accesos a conferencias, y también se podrá perder.

En AthenAI, el alumno es siempre el protagonista. Nuestro compromiso es **generar oportunidades reales** a través de proyectos exigentes y contactos estratégicos. Porque los estudiantes que llegan a AthenAI no vienen a conformarse con un empleo. Vienen decididos a **cambiar el curso de su vida**, a fundar **su propia start-up**, a **crear un unicornio**, a aparecer algún día en la **portada de Forbes**.

Una comunidad exclusiva, única en su especie.

AthenAI está diseñada como un **club selecto**, al estilo de instituciones como **Mensa** o **Forbes**. El acceso es restringido y la exigencia extremadamente alta. Aquí, la comunidad es una pieza esencial: alumnos, mentores y egresados interactúan en una red dinámica y transparente, donde el conocimiento y la reputación son visibles para todos.

Es un entorno en el que podrás colaborar, debatir, competir y crecer. Conocerás las fortalezas y debilidades de los demás, y ellos conocerán las tuyas. Aprenderás junto a ellos, competirás con ellos y, lo más importante, construirás relaciones profundas y duraderas que transformarán tu vida profesional y personal

Una escuela que es, en sí misma, un Unicornio

En esta escuela no vienes sólo a por un trabajo. Vienes a **fundar tu unicornio**. A crear algo de lo que puedas estar orgulloso el resto de tu vida. Porque **el mundo necesita grandes ideas, y grandes personas**.

AthenAI no sólo forma emprendedores, **AthenAI es en sí misma un unicornio**. Un modelo único, ambicioso, con vocación global y alma disruptiva. Es la escuela donde aprenden los líderes que cambiarán la sociedad a través de sus empresas y de su visión.

AthenAI: donde el fracaso es una posibilidad real.

A diferencia de otras escuelas, aquí puedes suspender, porque el verdadero aprendizaje implica asumir riesgos. Porque la mediocridad nace de la ausencia de consecuencias. Y porque quienes están destinados a liderar necesitan enfrentarse a la posibilidad real del fracaso antes de conquistar el éxito.

***Inscribirse implica tener una oportunidad de superar el programa.
No la garantía de superarlo.***

Una escuela con alma

AthenAI nació del cerebro de Zeus, combinando **conocimiento, artes, justicia y estrategia**. Su nombre no solo evoca sabiduría, sino también determinación y carácter.

Nuestra escuela nace con un propósito y un mensaje claro:

"Construye algo en lo que creas"

No se trata sólo de estudiar, sino de crear.

No se trata de trabajar, sino de liderar.

No se trata sólo de enseñar, sino de transformar al alumno en su mejor versión.

Se trata de separar a los líderes, de aquellos que no lo son.

Aquí empieza tu historia.

Bienvenido a AthenAI

Sobre el Máster

Lidera los mercados financieros a través de la **Inteligencia Artificial**, el **Big Data**, el **Blockchain** y la **Computación Cuántica**.



Top Quant: Dos másters que componen el programa más completo y exigente del mundo

Top Quant: La Élite en Finanzas, Inteligencia Artificial y Computación Cuántica

Top Quant no es sólo un programa formativo, es un reto intelectual de máxima exigencia diseñado para quienes aspiran a liderar el futuro de la industria financiera y tecnológica. Con una estructura única en el mundo, combina excelencia académica, intensidad formativa y reconocimiento internacional, situándose como el estándar más alto en educación avanzada.

Cursando este programa, el alumno puede obtener dos títulos de máster:

- **Quant Essential:** 450 horas lectivas, equivalentes a 54 ECTS (primer año lectivo).
- **Top Quant:** 705 horas lectivas, equivalentes a 85 ECTS (segundo año lectivo).

Además, el programa **incorpora 5 certificaciones oficiales de primer nivel**, otorgadas por las entidades de referencia en cada disciplina:

Certificaciones Quant Essential:

- Professional Cloud Architect (PCA), emitida por Google

Certificaciones Top Quant:

- Desarrollador en Computación Cuántica Qiskit 2, emitida por IBM
- Professional Data Engineer (PDE), emitida por Google
- Professional Machine Learning Engineer (PMLE), emitida por Google

Los alumnos pueden decidir cursar únicamente el programa **Quant Essential**, uno de los másteres más completos y exigentes disponibles en el mercado, capaz de transformar al alumno en un perfil altamente competitivo y diferencial.

Sólo quienes buscan trascender y convertirse en auténticos referentes globales, afrontarán el desafío del **Top Quant**. Este programa integral exige haber superado previamente el Essential y representa la cumbre de la formación en finanzas e inteligencia artificial aplicada.

Top Quant no se estudia: SE CONQUISTA

Objetivo

Los perfiles que acceden a este programa suelen tener motivaciones claras y ambiciosas. En la mayoría de los casos, sus objetivos se agrupan en tres grandes categorías:

- **Impulsar su carrera profesional**, dando un salto cualitativo y cuantitativo, especialmente en términos de responsabilidad, proyección y salario.
- **Evitar la obsolescencia tecnológica**, actualizando y ampliando competencias clave en un entorno altamente dinámico, incluso partiendo ya de posiciones senior o bien remuneradas.
- **Acceder al mercado laboral con una ventaja competitiva real**, a través de una formación rigurosa, multidisciplinar y claramente diferenciadora.

Este máster no es una línea más en el currículum. Es un punto de inflexión.

Naturaleza del máster

Este máster nace como respuesta directa a una necesidad urgente del sector empresarial: la falta de profesionales con una formación integral y profunda en programación, finanzas, criptoactivos, algoritmos de inversión, derecho financiero y tecnológico, servicios cloud y big data, inteligencia artificial, blockchain y computación cuántica.

En un entorno donde las empresas luchan por incorporar perfiles híbridos capaces de combinar análisis cuantitativo e inteligencia artificial, este máster se posiciona como una vía estratégica para formar a los nuevos AI Quants, uno de los perfiles más escasos, valorados y mejor remunerados del ecosistema financiero.

La orientación del programa no es académica, sino completamente profesional. Aquí no se trata de completar un temario para obtener un título, sino de capacitar a los alumnos con las herramientas, habilidades y conocimientos más avanzados del mercado. Se trabaja con datos reales, entornos de desarrollo profesionales y casos prácticos extraídos directamente de la industria.

El objetivo es **“identificar a quién hay que contratar”**.

Perfiles de acceso

Al máster se puede acceder desde diversos perfiles:

- a) Si vienes de una **carrera técnica** como física, matemáticas, ingeniería de telecomunicaciones, ingeniería informática etc, tendrás sólidos conocimientos en programación y matemáticas, pero un conocimiento limitado en técnicas avanzadas de Inteligencia Artificial y Computación Cuántica, así como una limitada formación en finanzas. Especialmente en la aplicación real de tus conocimientos al mundo bursátil (desarrollo e implantación de algoritmos de inversión). Este máster es para ti si quieres convertirte en un Quant con Inteligencia Artificial.
- b) Si vienes de una **carrera de finanzas** como Dirección de empresas, estadística, actuariales, auditoría... o si eres un gestor de fondos de inversión, trader, bróker, director de inversiones, director de innovación, compliance, auditoría etc. Tendrás sólidos conocimientos financieros, pero un conocimiento limitado en programación y en técnicas de Inteligencia Artificial. Este máster es para ti si quieres destacar en el mundo financiero y aspirar a trabajar en los mejores laboratorios de inversión, e innovación, de las principales sociedades de valores.
- c) Si provienes de una **infraestructura crítica o del Ministerio de Defensa**, tendrás sólidos conocimientos en estadística, y probablemente en programación, pero tendrás un conocimiento limitado en finanzas e Inteligencia Artificial. Este máster te permitirá mejorar tus conocimientos en ambos campos, permitiéndote desarrollar servicios avanzados de Inteligencia Artificial y aplicarlos al mundo financiero.

Los primeros módulos del programa están diseñados para equilibrar los conocimientos y la forma de trabajar de dichos perfiles.

Conocimientos previos necesarios

No se requiere experiencia previa para inscribirse en el máster, pero sí compromiso y mucha dedicación.

A lo largo del programa el estudiante desarrollará las habilidades y adquirirá conocimientos en programación, finanzas, Big Data y servicios Cloud, Inteligencia Artificial Avanzada, Blockchain y Computación Cuántica.

Este máster es para ti si vas a dedicar un mínimo de 4 horas de estudio al día.

Metodología

El programa se fundamenta en el principio de: Se aprende con las manos.

Todas las clases tienen un enfoque práctico, huyendo del profesor que lee cientos de diapositivas y donde el alumno sale de clase sin haber aprendido realmente nada.

Todas las clases están sustentadas en un poco de teoría y muchos ejercicios de dificultad creciente.

Siguiendo este enfoque, el máster no tiene exámenes sino prácticas. Al finalizar cada bloque de conocimiento los alumnos reciben el enunciado de una práctica, el cual se llevan a casa durante 3 semanas.

El objetivo es simular un entorno de trabajo. En la vida real tu responsable no te quita los libros, ni internet, sino que viene con un problema complejo y necesita una solución.

Los alumnos contarán en todo momento con los apuntes, internet, foros, tutores, la grabación de las clases, acceso a ChatGPT, etc. Las mismas herramientas que tendrán en su vida profesional, una vez terminen el programa.

Las prácticas serán desafiantes y enfocadas en problemas reales del mundo Quant e IA. Los alumnos deberán investigar y probar diversas aproximaciones hasta que consigan resolver cada ejercicio. Y ese aprendizaje se les quedará para toda la vida.

Los alumnos deberán tener la nota media de las prácticas aprobada para poder presentar el trabajo de fin de máster.

El trabajo de fin de máster consistirá en el diseño de un servicio financiero con IA y Big Data.

Todos los alumnos deberán defender su TFM ante un tribunal.

Atención tutorial: Al ser un programa de alto rendimiento, donde los alumnos deben utilizar constantemente los conocimientos adquiridos, la atención tutorial es fundamental.

Todos los alumnos tendrán acceso a la plataforma web, donde constará la documentación y ejercicios, así como un foro donde exponer sus inquietudes. Además de disponer del mail de todos los profesores, con los que cerrar tutorías libremente, también contarán con el teléfono móvil del director académico para solventar cualquier problema de manera inmediata.

Dado que las prácticas están diseñadas para que sean un reto, desde el profesorado se habla constantemente con todos los alumnos para medir el nivel de aprendizaje – frustración que están experimentando. En los casos en los que observamos un deterioro en la evolución de las notas, nos entrevistamos con el alumno para determinar si esa evolución responde a que no está estudiando a diario, u a otra razón.

Los alumnos contarán con un tutor que les oriente y guíe constantemente.

Dirección académica

Guillermo Meléndez Alonso



Cuatro veces número uno de promoción. Licenciado en administración y dirección de empresas por la universidad de Alcalá. Máster en auditoría por el CEF, máster en finanzas cuantitativas por el CIFF, máster en mercados financieros e inversiones alternativas en Instituto BME, máster en Data Scientist & Big Data en AFI y máster en Deep Learning en MBIT.

Fundador y CEO de AtheAI Business School (2025)

Chief of Artificial Intelligence & Quantum Computing Officer (2025)

Fundador del laboratorio de IA y computación cuántica de Bolsas y Mercados Españoles (2008 – 2024)

- Desarrolló algoritmos de inversión con Inteligencia Artificial (2016 – 2024), capaces de batir recurrentemente al mercado. Algoritmos que facturaban únicamente en función del Alpha generado respecto al Benchmark (total return).
- Desarrolló el primer roboadvisor con IA de España (2018), y ha desarrollado los roboadvisor más avanzados del mercado (2018 – 2025). Roboadvisors basados en algoritmos genéticos, aprendizaje por refuerzo, enjambres (ACO, ABC) y enjambres cuánticos (PSO).
- Desarrolló el primer algoritmo de mejor ejecución con IA de España 2018. Capaz de batir recurrentemente al resto de algoritmos de mejor ejecución del mercado (VWAP, TWAP, POV).

Fundador y director del máster de Inteligencia Artificial y Computación Cuántica de Bolsas y Mercados Españoles (MIAX, ediciones 1 a 13)

Es una de las voces más reconocidas en el sector financiero, frecuentemente consultado por miembros de mercado y reguladores (CNMV, Banco de España, Ministerio de Economía), ha participado en numerosas conferencias como Keynote Speaker:

- FIAB (2018, Asunción): Presentación del primer algoritmo de configuración dinámica, capaz de modificarse sin intervención humana.
- Ministerio de Economía (2018): Impacto futuro de la IA en los mercados financieros, presentación a los reguladores de beneficios y riesgos (CNMV, Banco de España, SEPBLAC, Ministerio de Economía, Dirección General de Seguros).
- Morningstar (2019, Museo Nacional de arte Reina Sofía): Presentación del primer roboadvisor que incorporó IA en España.
- CEOE – CNMV (2022, sede CEOE): La IA dirigida a la gestión de inversiones.
- BME (2022, Palacio de la Bolsa de Madrid): Presentación del primer roboadvisor del mundo basado en enjambres cuánticos.
- CNMV (2024, Palacio de la Magdalena, Santander): Inteligencia Artificial aplicada a los Mercados Financieros, riesgos y oportunidades.

Dirección académica

Marcos Aza



Ingeniero Industrial por la Universidad Politécnica de Madrid y Doctor ("*cum laude*") en Finanzas por la Universidad Rey Juan Carlos. Máster en Banca y Finanzas por AFI y Programa de Desarrollo Directivo en IESE. Estuvo entre el 5% mejor de su promoción en UPM y fue elegido como el mejor estudiante de Ingeniería de España por IBM en 2001.

Senior Investment Manager en Santander Asset Management (2020 – Actualidad). Responsable en la gestión de carteras de fondos de inversión, con enfoque en mercados emergentes y productos de renta variable. Diseña y ejecuta estrategias de inversión, análisis de riesgos y gestión de activos a nivel global, implementando Inteligencia Artificial y Computación Cuántica en el análisis y la gestión de carteras.

Investment Analyst & Senior Portfolio Manager en BBVA Asset Management (2016 – 2020). Análisis y gestión de activos en renta fija y variable, con enfoque en mercados internacionales. Implementación de modelos de optimización de carteras y análisis de impacto económico de las políticas monetarias. Supervisión de un equipo de analistas para la elaboración de estrategias de inversión.

Proyectos y Contribuciones:

- Diseño y ejecución de Estrategias de Inversión en Mercados Emergentes, logrando una rentabilidad superior al promedio de los índices de referencia durante 3 años consecutivos.
- Desarrollo de modelos cuantitativos de gestión de riesgo para fondos de inversión, utilizando machine learning para predecir tendencias del mercado y optimizar la asignación de activos.
- Liderar equipos de desarrollo de productos financieros innovadores en Santander Asset Management, incluyendo fondos temáticos enfocados en tecnología, sostenibilidad y transición energética.

Conferencias, Ponencias y Publicaciones:

- "*Innovación y Sostenibilidad en la Gestión de Inversiones*" (2022, Conferencia de Fondos de Inversión, Madrid). Presentación sobre la integración de factores ambientales, sociales y de gobernanza (ESG) en las estrategias de inversión a nivel global.
- "*Impacto de las Nuevas Tecnologías en la Gestión de Activos*" (2021, Foro de Innovación Financiera, Barcelona). Análisis de cómo la IA y el Big Data están transformando la gestión de activos y las estrategias de inversión en el sector financiero.
- "*Mercados Emergentes: Oportunidades y Riesgos en el Horizonte 2025*" (2020, Congreso Global de Inversiones, Londres). Ponencia sobre el panorama de los mercados emergentes y las estrategias de inversión más eficaces en estos mercados, con un análisis del impacto político y macroeconómico.
- "*La Evolución de las Estrategias de Inversión en el Siglo XXI: De la Teoría a la Práctica*" (2023, Revista de Finanzas Globales).
- "*Machine Learning en la Gestión de Activos: Nuevas Oportunidades para los Inversores Institucionales*" (2021, Journal of Financial Innovation).

Reconocimientos:

- Premio a la Excelencia en Gestión de Inversiones (2022, Santander Asset Management).
- Mejor Portfolio Manager en Mercados Emergentes (2020, BBVA Asset Management).
- Premio a la Innovación en Finanzas Cuantitativas (2019, European Quantitative Finance Conference).



Estructura del programa

*Cada 6 meses actualizamos los contenidos del máster, ofreciendo **SIEMPRE** contenidos realmente punteros.*



Estructura del Programa completo

Módulos	Horas lectivas	Peso	Horas estudio	Horas totales	ECTS
0. Presentación y sesiones TFM	30	3 %	60	90	3,6
1. Fundamentos de programación	55	5 %	110	165	6,6
2. Finanzas, mercados bursátiles y asesoramiento financiero	100	9 %	200	300	12
3. Criptoactivos y activos exóticos	60	5 %	120	180	7,2
4. Algoritmos de inversión, modern portfolio theory and beyond	115	10 %	230	345	13,8
5. Derecho financiero y tecnológico	90	8 %	180	270	10,8
6. Machine Learning y Deep Learning	115	10 %	230	345	13,8
7. Servicios Cloud y Big Data	205	18 %	410	615	24,6
8. Deep Learning avanzado y generativo	205	18 %	410	615	24,6
9. Blockchain e infraestructuras de mercado de registro descentralizado	60	5 %	120	180	7,2
10. Computación Cuántica e Inteligencia Artificial Cuántica	90	8 %	180	270	10,8
11. Lanzamiento de tu propia startup	30	3 %	60	90	3,6
Total	1.155	100 %	2.310	3.465	139

Estructura del Máster ESSENTIAL

Módulos	Horas lectivas	Peso	Horas estudio	Horas totales	ECTS
0. Presentación y sesiones TFM	15	3 %	30	45	1,8
1. Fundamentos de programación	55	12 %	110	165	6,6
2. Machine Learning y Deep Learning	105	23 %	210	315	12,6
3. Finanzas, mercados bursátiles y asesoramiento financiero	30	7 %	60	90	3,6
4. Algoritmos de inversión, modern portfolio theory and beyond	65	14 %	130	195	7,8
5. Deep Learning avanzado y generativo	110	24 %	220	330	13,2
6. Servicios Cloud y Big Data	70	16 %	140	210	8,4
Total	450	100 %	900	1.350	54

Estructura del Máster TOP

Módulos	Horas lectivas	Peso	Horas estudio	Horas totales	ECTS
0. Presentación y sesiones TFM	15	2 %	30	45	1,8
1. Finanzas, mercados bursátiles y asesoramiento financiero	70	10 %	140	210	8,4
2. Criptoactivos y activos exóticos	60	9 %	120	180	7,2
3. Algoritmos de inversión, modern portfolio theory and beyond	50	7 %	100	150	6
4. Derecho financiero y tecnológico	90	13 %	180	270	10,8
5. Servicios Cloud y Big Data	135	19 %	270	405	16,2
6. Deep Learning avanzado y generativo	105	15 %	210	315	12,6
7. Blockchain e infraestructuras de mercado de registro descentralizado	60	9 %	120	180	7,2
8. Computación Cuántica e Inteligencia Artificial Cuántica	90	13 %	180	270	10,8
9. Lanzamiento de tu propia startup	30	4 %	60	90	3,6
Total	705	100 %	1.410	2.115	85

Programa ESSENTIAL

Módulo 1 | Fundamentos de programación

55 horas lectivas

Visión General del programa

- Presentación y alineación de objetivos
- Tecnologías emergentes en los mercados financieros
- Business case (búsqueda de coherencia en la aplicación tecnológica)

Fundamentos de programación en Python I

- Instalación
- Jupyter Notebooks
- Sintaxis básica, operaciones y tipos básicos
- Strings
- Estructuras de datos: Lists, Tuples, Sets y Diccionarios

Fundamentos de programación en Python II

- Control Flow
- Dict and List comprehensions
- Exceptions
- Funciones
- Modulos y Scripts
- Escritura de ficheros de texto y guardado de variables

Fundamentos de programación en Python III

- Librería Numpy

Fundamentos de programación en Python IV

- Librería Pandas

Fundamentos de programación en Python V

- Tratamiento de series temporales
- Simulación para medición de riesgos (VaR)
- Optimización de carteras

Fundamentos de programación en Python VI

- Visualización de datos con Matplotlib
- Visualización de datos con Pandas
- Visualización de datos con Seaborn
- Visualización de datos financieros
- Visualización interactiva con ipywidgets
- Adquisición y guardado de datos.

Fundamentos de programación en Python VII

- Programación orientada a objetos
- Herencia
- Decoradores

Fundamentos de programación en Python VIII

- Introducción a HTML
- Web Scraping

Fundamentos de programación en Python IX

- Fundamentos de bases de datos relacionales
 - Creando y manipulando sus propias bases de datos

- Importación de datos relacionales en Python
- Filtros, ordenamientos y agrupamientos en las consultas

- Consultas avanzadas de SQLAlchemy

- Introducción a MongoDB en Python

Fundamentos de programación en Python X

- Análisis de eficiencia
- Gestión de errores, Testing y Debugging
 - Tipos de pruebas (unitarias, integración, funcionales y pruebas de aceptación)
 - Herramientas de testing (pytest y unittest)
 - Debugging (stack traces, breakpoints y observación de variables)
- IDEs, más allá de JupyterLab

Técnicas de visualización avanzadas

- Introducción a HTML
- Introducción a CSS
- Introducción a Flask
- Interfaces interactivas con Dash

Módulo 2 | Machine Learning y Deep Learning

105 horas lectivas

Algoritmos genéticos

- Función objetivo
- Estrategias de selección
- Cruzamiento
- Mutación
- Reemplazo generacional

Algoritmos enjambre

- Colonia de hormigas (algoritmo ACO)
 - Construcción del entorno
 - Selección del camino
 - Cantidad de feromona
 - Evaporación
 - Poda de la solución óptima

Lógica difusa

- Conjuntos difusos y grados de pertenencia
- Operadores difusos
- Creación de reglas
- Fuzzificación
- Defuzzificación

Machine Learning I

- Introducción al ML
 - IA vs ML
 - Supervisado vs no supervisado
 - Clasificación vs Regresión
 - Modelos Paramétricos vs No Paramétricos

- Modelos Lineales vs No Lineales
- Ejemplos de aplicaciones financieras usando ML
- K-Nearest Neighbors (KNN)
- Árboles de decisión
 - Ejemplo sencillo con árboles
 - XAI de árboles aplicados a finanzas

Machine Learning II

- Preprocesado y métricas de evaluación
 - Normalización y estandarización
 - Codificación, etiquetado y discretización (dummies)
 - Missing values, outliers y NaNs
 - Aproximación a series temporales como bloques de secuencias
 - Métricas de evaluación: Matriz de confusión. Precisión, recall.
 - Validación simple y cruzada
- Reducción de la dimensión
 - La maldición de la dimensión
 - Reducción de dimensionalidad: Selección de atributos y componentes principales: PCA y LDA

Machine Learning III

- Modelos de clasificación más complejos
- Teoría Bayesiana: Naive Bayes
- Conjuntos de clasificadores: Bagging, boosting, random forest y gradient boosting
- Máquinas de Soporte Vectorial (SVMs)

Machine Learning IV

- Clustering jerárquico aglomerativo
 - Definición (tipos de linkage)
 - Implementación manual
 - Ejemplo sencillo con clustering aglomerativo
- Clustering basado en centroides: K-Means y K-Medoids
 - Definición e implementación manual
 - Ejemplo sencillo con K-Means
 - Interpretación de los centroides como representantes
- Clustering basado en Gaussianas: EM
 - Definición (generalización de K-Means)
- Clustering basado en densidades: DBSCAN
 - Definición y ejemplo sencillo con DBSCAN
- Comparación de algoritmos de clustering
 - Métricas de comparación
 - Selección del algoritmo de clustering apropiado
 - Ejemplos de comparación
- Clustering de activos mediante correlaciones y mediante momentum

Machine Learning V

- Caso práctico: Clustering de fondos de inversión mediante atributos cuantitativos
 - Generación de características
 - Extracción de atributos relevantes
 - Reducción de dimensionalidad incorporando XAI
 - Clustering de fondos de inversión
 - Graphext (No-Code para data analysis)
 - XAI de los resultados obtenidos

Redes Neuronales I: Redes neuronales densas

- Introducción
- Entorno de trabajo
- Conceptos básicos
- Regresión lineal
- Descenso por gradiente
- Regresión logística
- Modelos no lineales

Redes Neuronales II

- Introducción a las redes neuronales
- Redes neuronales feedforward
- Implementación de una red neuronal (parte forward)
- Regla de la cadena de la derivada
- Retropropagación

Redes Neuronales III

- Implementación de una red neuronal (parte backward)
- Introducción a Keras y PyTorch
- Diferenciación automática

Redes Neuronales IV

- Implementación de una red neuronal con Keras y PyTorch
- Entrenamiento de una red neuronal
- Descenso por gradiente estocástico
- Función de coste
- Función de activación
- Optimización de carteras usando el descenso por gradiente

Redes Neuronales V

- Regularización
- Inicialización de los pesos
- Batch normalization
- Otras técnicas de optimización
- Métodos de segundo orden

Redes Neuronales VI

- Optimización de Hiperparámetros
- Métricas de evaluación
- Validación cruzada
- Grid search
- Keras Tuner
- HParams dashboard

Redes convolucionales I

- Tamaño del kernel
- Tamaño del paso y padding
- Maxpooling
- Número de filtros y características
- Dropout

Redes convolucionales II

- Construcción en Keras
- Optimización del kernel
- Optimización del paso y padding
- Maxpooling
- Optimización del filtros y características
- Dropout
- Redes 1D, 2D, 3D

Redes convolucionales III

- Medidas de distancia entre imágenes
- Redes siamesas y filtrado de imágenes basado en contenido (CBIR)
- Aprendizaje de representaciones por CNN
- Aplicaciones en búsqueda de imágenes
- Robustez de las redes
- Adversarial examples

Redes convolucionales IV

- Ataques basados en perturbaciones de entradas: one-pixel-attack
- Métodos de entrenamiento adversarial: evolución diferencial (DE)
- Aplicaciones en generación de modelos robustos
- Redes Yolo
- RAM (Recognize Anything)

Redes recurrentes I

- Redes con memoria
- El problema de las dependencias a largo plazo
- Redes LSTM en Tensorflow y Keras
- Variantes de LSTM

Redes recurrentes II

- Backpropagation truncada
- Acumulando LSTM
- LSTM bidireccionales
- Forecasting con LSTM: time series, secuencias y predicciones

Estado del arte de la Inteligencia Artificial

- Inspiración y líneas de Investigación para los proyectos de fin de máster

Módulo 3 | Finanzas, mercados bursátiles y asesoramiento financiero

30 horas lectivas

Matemática financiera, estadística y análisis cuantitativo

- Tipos de interés: nominal, efectivo y TAE
- Capitalización simple, compuesta y continua
- Factores de descuento
- Medidas de posición, dispersión, asimetría y curtosis
- Volatilidad y correlación
- Contraste de hipótesis
- Indicadores basados en precios: RSI, estocástico e indicador de momento
- Indicadores basados en volatilidad: Bandas de Bollinger, ATR
- Indicadores basados en volumen: OVB, ACD, oscilador de Chaikin
- Indicadores de amplitud de mercado: oscilador de McClellan

Renta variable

- Funciones de la bolsa
- Distinción entre mercado primario y secundario
- Tipos de operaciones: OPAs y OPVs, ampliaciones de capital, Splits y ContraSplits
- Funcionamiento del mercado continuo español (SIBE)
 - Fases del mercado

- Bloques y operaciones especiales
- Subastas vs mercado abierto
- Reglas de negociación
- Tipos de órdenes
- Subastas por volatilidad: rangos estáticos y dinámicos

- Mercados organizados vs OTC

- Cámara de compensación

Futuros sobre índices y acciones

- Precio forward de un activo
- Concepto de base y posición abierta
- Futuros en contango y backwardation
- Precio futuro y su tipo implícito
- Precio futuro sobre un índice y la transformación a puntos de índice de los dividendos
- Especulación y apalancamiento
- Cobertura con futuros sobre acciones: totales y parciales
- Cobertura con futuros sobre índice
- Riesgo de las coberturas
- Arbitrajes: Cash & Carry y Reverse Cash & Carry
- Time Spreads: Efecto del roll-over en contango y backwardation

Opciones de renta variable

- Tipología: Americanas y Europeas
- Valor intrínseco y temporal
- Clasificación IN, AT y OUT
- Parámetros que afectan a la valoración
 - Activo subyacente, precio de ejercicio, dividendos, tiempo a vencimiento y tipos de interés
- Réplica de activos
- Arbitraje con opciones
- Conversion y reversal
- Riesgos
- Teoría de la Paridad Call-Put: formulaciones y tipos de opciones
- Griegas y gestión de sensibilidades: Delta, Gamma, Vega, Theta y Rho
- Coberturas estáticas
 - Call, Put, Spreads y Túneles
 - Selección de precio de ejercicio y vencimiento
 - Análisis de situación y modificaciones sintéticas del perfil riesgo
- Estrategias combinadas
 - Tendencia
 - Volatilidad
 - Mixtas
- Trading de volatilidad, Delta Neutral y Gamma Scalping

Mercado de divisas

- Factores que afectan al tipo de cambio
- Spot FX y cross rate
- Convenciones de mercado
- Precio a plazo de una divisa (tipos implícitos)
- Futuros sobre divisa
- Precio a plazo: los puntos de Swap
- El seguro de cambio
- Opciones sobre divisa

- Cobertura de la delta
- Superficie de volatilidad
 - Risk reversal
 - Skew de volatilidad
 - Contratos y características

Mercado de renta fija

- Precio de un bono
- Fundamentos matemáticos: Capitalización y descuento, valor temporal
- Tipos de interés: Euribor / Eonia / EuroSTR
- Curva cupón cero: tipos y condicionantes en su construcción
- Bonos y Floating rates Notes
- Valoración: Duración, sensibilidad y convexidad
- Operativa con instrumentos de RF
- Derivados de RF: Futuros sobre Bonos y Euribor

Módulo 4 | Algoritmos de inversión, modern portfolio theory and beyond

65 horas lectivas

Diseño de algoritmos de inversión I

- Obtención de datos históricos de renta variable, divisas, renta fija
- Obtención de fondos de inversión
- Obtención del histórico de un índice y su composición: Yahoo Finance
- Limpieza de datos, homogeneización y ajuste (splits y contrasplits)

Diseño de algoritmos de inversión II

- Cómo evaluar un algoritmo de inversión

Diseño de algoritmos de inversión III

- Selección del universo de inversión

Diseño de algoritmos de inversión IV

- Cálculo de la frontera de Markowitz, Minimum Variance Portfolio, SML
- Críticas al modelo de Markowitz

Diseño de algoritmos de inversión V

- Pasos para el diseño de un algoritmo de inversión

Diseño de algoritmos de inversión VI

- Diseño de un algoritmo de inversión

Diseño de algoritmos de inversión VII

- Selección de parámetros, Stress test, estabilidad de modelo, escenarios

Backtesting avanzado I

- Sesgo Look-Ahead
- Sesgo de supervivencia
- Sesgo de selección
- Presunción de ejecución
- Análisis de señales
- Evaluación de señales en ventanas deslizantes y por bootstrapping
- Evolución relativa, drawdown y tiempo bajo agua
- Uso de reglas de trading y comparación con el benchmark

Backtesting avanzado II

- Implementación de una cartera histórica
- Rendimiento de carteras con entradas y salidas de efectivo

- Generación de datos sintéticos
- Implicaciones sobre órdenes limitadas

Backtesting avanzado III

- Estimación de eventos
- Resultado de órdenes de trading
- Consideraciones sobre dividendos
- Evaluación con datos de ejecuciones tick a tick

Modern Portfolio Theory and beyond I

- Fama y French: modelo de los tres factores
- Impacto de la forma de la matriz de covarianzas
- Asignación de pesos
- Benchmark de la industria a batir 60/40
- Modificaciones de la matriz de covarianzas

Modern Portfolio Theory and beyond II

- Risk parity
- Hierarchical Risk parity
- Inverse vol
- Kalman Filter
- Kelly Criterion
- Taller de gestión

Modern Portfolio Theory and beyond III. Taller

- Minimización del número de condición de la matriz de covarianzas
- Espacios de alta dimensionalidad
- Generación de carteras robustas mediante algoritmos genéticos

Módulo 5 | Deep Learning avanzado y generativo

110 horas lectivas

Procesamiento de lenguaje natural I

- Corpus y stopwords
- Modelos Word to Vector. Representación del lenguaje.
- Modelos en NLP y Sequential to Sequential models
- Bucketing & Padding

Procesamiento de lenguaje natural II

- Aprendizaje supervisado en NLP. Definición del dominio del lenguaje
- Name Entity Recognition. Detección de entidades y aplicación en finanzas
- Clasificación de texto. Titulares, reportes, noticias.
- Análisis de Sentimiento. Noticias y Redes Sociales.

Procesamiento de lenguaje natural III

- Transfer learning en NLP. TensorFlow Hub.
- Modelos pre-entrenados BERT, ELMO.
- Re-entrenamiento de los modelos pre-entrenados para tareas específicas

Procesamiento de lenguaje natural IV

- Capas de atención
- Modelos con atención
- Introducción a los modelos transformer

Procesamiento de lenguaje natural V

- Modelos transformer avanzados
- Generative Pre-Training: GPT models
- PaLM, Chinchilla, Flamingo, Minerva, Gato

Modelos generativos I

- Reducción de dimensionalidad y factores. PCA
- Autoencoders. Modelos no lineales
- Maximum likelihood y GMM
- Generación de cotizaciones de bolsa con PCA + GMM
- GANs, modelos de difusión y modelos condicionados

Modelos generativos II

- Modelos generativos profundos
- Variational autoencoders (VAE)
- Autoencoder con memoria (MAAE)
- Autoencoder sparse
- Generative adversarial networks (GAN)
- Modelos generativos recurrentes
- Normalizing Flows

Modelos generativos III

- Pretraining de Large Language Models
- Tuning
- PEFT (Parameter Efficient Fine-Tuning)
- Distillation
- Frameworks: T5X, PAX, otros
- Arquitecturas de TPUs

Modelos generativos IV

- Introducción a LangChain
- Componentes I: memoria, modelos y prompt
- Componentes II: retrievals, chains y agentes
- Técnicas RAG (Retrieval Augmented Generation)

Aprendizaje por transferencia y modelos avanzados

- Inception V3, VGG16, Resnet, Bert
- Reutilización de modelos
- Concatenación de modelos
- Solventando el problema de rotaciones
- Solventando el problema de escalado
- Mejora de redes convolucionales y generativas
- Solventando el desvanecimiento del gradiente
- Resnet
- Redes de capsula

Detección y análisis de anomalías

- Tipos de anomalías: puntuales, contextuales, colectivas
- Métodos Lineales: PCA, MCD, LMDD, One-class SVM
- Métodos por proximidad: Local Outlier Factor, Histogram-based Outlier Score
- Métodos probabilísticos: Angle-Based Outlier Detection, Stochastic Outlier Selection
- Métodos basados en ensembles: Isolation Forest, Feature Bagging, LSCP, LODA
- Métodos basados en IA: XGBOD (Extreme Boosting Based Outlier Detection), Deep Autoencoders

Graph Neural Networks

- Concepto de independencia
- Independencia condicional
- Geometric Neural Networks

Aprendizaje justo (fair learning)

- Métodos de ajuste de modelos mediante aprendizaje justo

- Teoría de la información
- Dependencia usando métodos kernel
- Dependencia usando Gaussianización multivariada

Incertidumbre en redes neuronales y su aplicación en bolsa

- Medidas de incertidumbre
- Transferencia de incertidumbre a través de las redes
- Predicción de incertidumbre con redes neuronales
- Redes Bayesianas
- Resumen de redes: Topología de redes y zoo

Explainable Artificial Intelligence (XAI) I

- Métodos de ingeniería inversa
- Explicabilidad en machine learning en general
- XAI en deep learning
- Herramientas de XAI

Explainable Artificial Intelligence (XAI) II

- Naturaleza de los algoritmos de XAI
 - Interpretar vs Explicar vs Transparencia
 - Explicabilidad local vs global
 - Explicabilidad específica vs genérica
 - Transparencia de un modelo
- Dificultades del eXplainable Deep Learning (XDL)
- Visualización/Explicabilidad de los datos
- Explicabilidad global
 - Análisis de los componentes de los modelos (redes neuronales, árboles, SVM)
- Explicabilidad local
 - Permutación
 - Reemplazo: LIME (Local Interpretable Model-agnostic Explanations)
- ¿Cómo medir el grado de explicabilidad?

Explainable Artificial Intelligence (XAI) III

- Estrategias de Explicabilidad de Deep Learning
 - Explicabilidad por perturbación
 - Explicabilidad local basada en gradientes
 - Explicabilidad local basada en relevancias: LRP
- Explicabilidad de Redes Recurrentes
 - Problema de vanishing gradient. ¿Por qué afecta a la explicabilidad?
 - Solución al vanishing gradient. Procesamiento de todos los instantes de tiempo.
 - Explicabilidad basada en gradientes y LRP con RNNs

Explainable Artificial Intelligence (XAI) IV

- Transparencia de las Redes Recurrentes
 - ¿Se puede interpretar una RNN como una máquina de estados?
 - ¿Se puede utilizar una RNN como oráculo para inferir máquinas de estados?
- Talleres
 - Ataques adversarios de imágenes a partir de la explicabilidad
 - Filtrado de una señal de audio a partir de la explicabilidad
 - Análisis espacio-temporal de procesamiento de señales biológicas (P300-ERPs) a partir de la explicabilidad

Explainable Artificial Intelligence (XAI) V

- Features y heatmaps
- Representaciones sparse
- XAI sobre modelos específicos:
 - Transformers,
 - Modelos generativos
 - Aprendizaje reforzado

Aprendizaje por refuerzo I

- Procesos de decisión de Markov
- Algoritmos de aprendizaje
- Function approximation
- Q-learning
- Doble Q-learning
- SARSA
- Métodos de búsqueda

Aprendizaje por refuerzo II

- Automated machine learning
- Selección de modelos
- Búsqueda de arquitecturas
- Full pipeline optimization
- Algoritmos basados en políticas
- Actor Critics (A2C, A3C)

Aprendizaje por refuerzo III

- Repaso práctico de los componentes de un sistema de RL
- Introducción a la creación de entornos
- Factores a considerar en el diseño de tus algoritmos

Módulo 6 | Servicios cloud y big data

70 horas lectivas

Google Cloud I. Cloud Basics

- IAM, Console
- Cloud shell
- Authentication, permissions

Google Cloud II. Compute

- Compute Engine
- App Engine
- Cloud GPU
- Spot VMs
- Bare Metal
- Disks

Google Cloud III. Storage. Databases

- AlloyDB for PostgreSQL
- Cloud SQL
- Firestore
- Spanner
- Memorystore

Google Cloud IV. Kubernetes I

- Google Kubernetes Engine
- Artifact Registry
- Cloud Build

Google Cloud V. Kubernetes II

- Migrate to Containers
- Knative
- Deep learning Containers

Google Cloud VI. Security and Identity

- Sensitive Data protection
- Google Threat Intelligence
- Security Command Center
- Assured workloads

Google Cloud VII. Networking

- Cloud CDN
- Load balancing
- Cloud NAT
- Virtual Private Cloud
- Private Service Connect

Google Cloud VIII. Developer Tools

- Cloud Workstations
- Cloud SDK
- Cloud Code
- Cloud Deploy

Google Cloud IX. Serverless

- Cloud Run
- Cloud Functions
- Workflows
- API Gateway

Google Cloud X. Operations

- Cloud Logging
- Cloud monitoring
- Error reporting
- Cloud Trace
- Cloud Profiler

Preparación certificación profesional Cloud Architect**CI/CD. Sesión I**

- Introducción y configuración avanzada de Git
- Gestión avanzada de ramas, merges y resolución de conflictos
- Colaboración en GitHub: pull requests, revisión de código, acciones
- Proyecto colaborativo usando Git y GitHub (workflow completo)
- Feedback y evaluación de proyecto colaborativo

CI/CD. Sesión II

- Introducción a Docker, imágenes y contenedores
- Práctica supervisada: creación de imágenes Docker personalizadas
- Docker Compose: orquestación básica de contenedores
- Despliegue práctico aplicación web multi-contenedor

Examen certificado profesional Cloud Architect**Defensa de TFM I****Defensa de TFM II**

Programa TOP

Módulo 1 | Finanzas, mercados bursátiles y asesoramiento financiero

70 horas lectivas

Visión General del programa

- Presentación y alineación de objetivos
- Tecnologías emergentes en los mercados financieros
- Business case (búsqueda de coherencia en la aplicación tecnológica)

Análisis Macroeconómico

- Introducción al análisis macroeconómico
- Objetivo e indicadores clave
- Crecimiento económico y ciclo económico
- Inflación y política monetaria
- Mercado laboral y política fiscal
- Tipos de cambio y balanza de pagos
- Indicadores adelantados
- Modelos para analistas financieros (IS-LM, Mundell-Fleming)
- Relación entre macro y mercados financieros

Análisis fundamental y valoración de empresas

- Análisis fundamental
 - Técnicas Top-down y Bottom up
 - Análisis Sectorial: concepto, grupos de sectores y características
 - Solvencia vs liquidez, valor contable, ratios de rentabilidad, ratios bursátiles y rotación
- Valoración de empresas
 - Valoración Relativa: múltiplos Bursátiles y de mercado
 - Valoración Absoluta: DCF (Discounted cash Flows)
 - Ventajas e Inconvenientes
 - Coste del Equity
 - Tasa libre de riesgo
 - Prima de riesgo
 - Beta Apalancada
 - Weighted Average Cost of Capital (WACC)

Gestión de la volatilidad

- Interpretación y características
- Inestabilidad de la volatilidad y cálculo en ventanas temporales (SMA)
- Conos de volatilidad
- Modelos de volatilidad HL
- Modelos de volatilidad Condicional
- Volatilidad implícita

- Cálculo de volatilidad forward
- Índices de Volatilidad: cálculo, características e inversión
- Estrategias con opciones: direccionales, cobertura, skew, spread temporal

Trading avanzado

- Trading con Spreads
 - Cointegración y métodos estadísticos
 - Pairs trading
 - Construcción de un Spread
 - Spread de acciones
 - Spread de índices y acciones
 - Spreads con futuros
- Trading con opciones
 - Cobertura vs inversión
 - Selección de precios de ejercicio y vencimiento
 - Plazos de las operaciones: Delta y velocidad de movimiento
 - Gestión de posiciones
 - Risk reversal, conos y cunas, opciones OTM
- Trading con divisas
 - Carry trade
 - Risk reversal y cobertura de la Delta
 - Túneles, gaviota y cóndor

Trading intradía

- Tipos de trading
- Estrategias y productos a utilizar
 - Liquidez y tipo de frecuencia
 - Costes de transacción
 - Grado de apalancamiento
- Timing de la operativa intradiaria
- Stop loss y stop profit

Gestión de grandes patrimonios I

- MiFID
- ESG
- Gestionar un Patrimonio: El comienzo
- Invertir en Arte
- Repaso de algunos conceptos de gestión
- Activos Financieros: qué son y cómo se comportan
- Renta Variable frente a otros activos
- Determinantes del "Fair Value"

Gestión de grandes patrimonios II

- El ciclo económico
- Principales Indicadores Macro

- Política Monetaria
- El verdadero perfil de riesgo de un inversor
- Renta fija
- Convertibles
- Bonos Ligados a la Inflación
- Renta Variable: Valoración
- Situación Actual

IICs y UCITS

- Tipología, origen de la arquitectura abierta y estructura de comisiones
- Estructura de comisiones y modelos de negocio
- Fondos de renta fija/High Yield, fondos de renta fija emergente en divisa local
- Fondos de bonos ligados a la inflación, fondos de titulizaciones, fondos de bonos convertibles
- Fondos de renta variable, fondos Growth y Value, fondos de renta variable emergente,
- Fondos sectoriales, fondos de productos genéricos, fondos de seguridad
- Rentabilidad Absoluta: Origen y fondos cuantitativos
- Boutiques financieras, pseudo Hedge Funds de renta fija, generación y gestión de alfa y Beta
- Activos Implícitos, fondos de Volatilidad, índices de Hedge Funds

Modelos Macroeconómicos

- Investment Clock (activo Monetario, renta fija y variable, materias primas)
- Modelos de Gestión de Carteras (Markowitz, Black-Litterman, Value at Risk)
- Construcción de carteras uniendo modelos macro y de gestión

Money Management, Behavioural Finance y psicología del trading

- Importancia del Money Management
- Fases de la gestión monetaria
- Valoración de la estrategia
- La probabilidad de ruina
- Clasificación de estrategias: Fixed risk, Alexander Elder, fórmula de Kelly, Optimo F, Secure F
- La diversificación
- Gestión de la cartera
 - Requisitos de información: perfil de inversión
 - Gestión discrecional de cartera
 - Gestión no discrecional
 - Servicios de asesoramiento y transacción
- Behavioural Finance
- Psicología del trading

Análisis sistemas bancarios

- Modelos de negocio.
- Bancos centrales y herramientas de política monetaria.
- Curva de tipos y spreads a monitorizar.
- Indicadores del ciclo económico.
- Indicadores del ciclo crediticio.

Valoración de bancos

- Análisis de estados financieros.
- Análisis de ratios
- Metodología CAMELS
- Valoración

Seguros y planificación financiera

- El sector asegurador
- Tipos de seguros
- La importancia de la planificación financiera en la gestión del ahorro
- Objetivos y prioridades
- Horizonte temporal, riesgos y rentabilidades
- Impuestos e inflación

Fiscalidad

- La economía, la recaudación tributaria y la presión fiscal
- El perímetro Tributario: visión general de los Impuestos
- Fiscalidad del Trading en el IRPF
- Estructura del impuesto
- Ganancias y pérdidas Patrimoniales en el IRPF
- La norma antiaplicación
- Rendimientos del Capital Mobiliario
- Los dividendos
- Fiscalidad de los Productos Financieros en el IRPF
- Fiscalidad de los Productos Financieros en el Impuesto sobre Sociedades

Módulo 2 | Criptoactivos y activos exóticos

60 horas lectivas

Criptoactivos I

- Fundamentos de los Criptoactivos
- Principales Criptoactivos
 - Bitcoin: uso y adopción
 - Ethereum: contratos inteligentes y tokens ERC-20/721.
 - Otros activos relevantes: Litecoin, Ripple, Cardano, Solana, TON, Avalanche
 - Memecoins (concepto de comunidad)
- Stablecoins
 - Concepto, tipos (respaldadas, algorítmicas) y casos de uso.
 - USDC, USDT, DAI
- Plataformas y Herramientas Básicas
 - CoinMarketCap, CoinGecko, Messari
 - Exchanges centralizados (Binance, Kraken) vs descentralizados (Uniswap, PancakeSwap)
 - Seguridad: custodial vs non-custodial wallets (Argent, Cripitan)
- Estado del mercado
 - Players institucionales
 - Fintechs

Criptoactivos II

- Mercados de Criptoactivos
 - Trading spot: funcionamiento básico
 - Margin trading: apalancamiento y riesgos
 - Derivados: futuros, opciones y contratos perpetuos
- Instrumentos Financieros en Cripto
 - CFDs en criptomonedas.
 - ETFs y fondos basados en criptoactivos
- Principios de Gestión de Riesgo
 - Volatilidad de los criptoactivos.

- Stop-loss, take-profit y estrategias de cobertura

Criptoactivos III

- Introducción a DeFi (Finanzas Descentralizadas)
 - Qué es y cómo funciona
 - Principales protocolos: Aave, Compound, MakerDAO
- Productos y Estrategias DeFi
 - Staking: PoS y Lido
 - Lending y borrowing: plataformas descentralizadas
 - Lending institucional
 - Yield farming: pools de liquidez y recompensas
- Interoperabilidad y Bridges
 - Cómo funcionan los puentes entre redes blockchain
 - Principales proyectos: Polkadot, Cosmos
- Riesgos y Oportunidades en DeFi
 - Seguridad de contratos inteligentes
 - Rug pulls y ataques de flash loans

Criptoactivos IV

- Criptominería
 - Modelos de minería: PoW vs PoS.
 - Cloud mining y pools de minería: cómo funcionan
- Staking como Alternativa
 - Modelos de negocio emergentes
- Tendencias y Regulación
 - Impacto de las CBDCs (Monedas Digitales de Bancos Centrales)
 - Normativas internacionales / Regulación y su efecto en el mercado
- DefAI
- RWA
- Ejemplos prácticos de adopción cripto (El Salvador, empresas globales)
- Análisis del mercado actual y previsión futura.

Criptoactivos V

- Fintech y open banking
- Digital Assets y Token Economy
- DeFi y tokenización
- Construcción de una plataforma de activos digitales: Renta 4 (caso de éxito)

Commodities

- Clasificación, mercados e instrumentos
- Formación de precios, volatilidad y correlación
- Contango-Backwardation
- Metales básicos: Aluminio, cobre, zinc, níquel, plomo, estaño
- Petróleo, Co2, metales preciosos (oro, plata, platino, paladio)
- Otros: plásticos, carbón, productos agrícolas, papel

Opciones exóticas

- Path Dependent:
 - Asiáticas (APO/ARO y ASRO), lookback, cliquet/ratchet, ladder,
 - Shout, barreras (Knock-out y Knock-IN)
- No Path Dependent:
 - Bermuda, binarias, OPC, compound, chooser, ballena

- Rainbow (best of / worst of), mountain (Atlas, Everest, etc...)
- Basket, quanto, spread

Derivados de energía y gas natural

- Mercado spot
- Mercado a plazo (productos negociados, OTC, mercados oficiales y cámaras)
- Volatilidad en los precios de electricidad y gas natural
- Agentes del mercado
- La curva Forward
- Reglamentos EMIR y REMIT
- Gestión del Aprovisionamiento
- Tipos de riesgos de mercado
- Construcción de una cartera
- Diseño de una estrategia de cobertura

Bonos Catástrofe: CAT Bonds

- Tipologías: climáticos, vida, ciberataques & pandémicos
- Triggers paramétricos y no paramétricos
- Estructura & diseño de los bonos catástrofe.
- Modelización, valoración y contratación

Derivados climáticos I

- Obtención de datos con Google Earth Engine
 - Viento, inundaciones, temperatura, incendios, sequía
 - Detección de masas forestales
 - Predicción climática
- Delimitación temporal y espacial de los datos
- Homogeneización

Derivados climáticos II

- Google Earth Engine más allá de la superficie
- Global Forest Cover Change
- Collect Earth
- Global Surface Water
- AlphaEarth

Derivados climáticos III

- Tipología y características
- Mercados y evolución
- Participantes del mercado
- Índices de temperatura: CDD, HDD y CAT
- Aplicaciones prácticas
- Problemática con los derivados Climáticos
- Cálculo del impacto económico
- Cálculo del score de riesgo climático
- Portfolio Value at Risk y estrategias de inversión

Módulo 3 | Algoritmos de inversión, modern portfolio theory and beyond

50 horas lectivas

Optimización I

- Lineal: modelado de problemas con restricciones
- Cuadrática: modelado de problemas, alternativas y transformaciones
- Identificación de arbitraje

Optimización II

- Programación entera mixta

- Modelado de condiciones lógicas
- Algoritmos y técnicas de resolución
- Programación de restricciones globales

Optimización III

- Búsqueda heurística: modelado de espacio de estado, búsqueda no informada
- Búsqueda local estocástica: modelado de espacio de soluciones

Algoritmos genéticos II

- Optimización de carteras de inversión
- Perfilamiento del cliente: perfil de riesgo
- Restricciones UCITS
- Vector de preferencias
- Mandatos
- Rebalanceos de cartera
- Roboadvisor genético y backtesting

Algoritmos enjambre II

- Algoritmo ACO avanzado
- Algoritmo de la colonia de abejas (ABC)
- Algoritmo de crecimiento bacteriano
- Algoritmo de manada
- Construcción de entornos financieros

Algoritmos enjambre III

- Familia de algoritmos PSO
- Análisis de incertidumbre en la toma de decisiones
- Aplicación de PSO en la optimización de carteras

Algoritmos enjambre IV

- Distribución óptima de los ejes
- Hipercubo
- Roboadvisor basado en enjambres ACO + ABC
- Roboadvisor basado en enjambres ABC + PSO
- Perfilamiento y restricciones
- Vector de preferencias y mandatos

Lógica difusa II

- Investment clock difuso
- Aplicación al rebalanceo de estrategias
- Aplicación a los enjambres

HFT y algoritmos de mejor ejecución

- High Frequency Trading
 - Statistical arbitraje
 - Latency arbitraje
 - Momentum trading
 - Delta hedging
 - Proximity vs colocation
- Best execution
 - Impacto de mercado vs riesgo de mercado
 - Tipología de órdenes avanzada: OCO, OSO, Bracket, Ghost, Pegged, Trailing Stop
 - Desarrollo con series temporales de microsegundos.
 - Simulación de un libro de órdenes, profundidad del libro, prioridad precio-tiempo.
 - VWAP, TWAP, POV, Smart Order Routing

Darwinex

- Productización de algoritmos de inversión
- Gestión del riesgo en algoritmos de terceros

- Selección de algoritmos: Darwin Index
- Competición de algoritmos de inversión

Módulo 4 | Derecho financiero y tecnológico

90 horas lectivas

Derecho aplicado a los mercados financieros I

- Marco regulatorio de los mercados financieros
 - Organismos reguladores y supervisión a nivel europeo
 - MIFID (Directiva sobre Mercados de Instrumentos Financieros)
 - Abuso de Mercado (directiva sobre Instrumentos financieros)
 - Blanqueo de capitales y financiación del terrorismo
 - EMIR, REMIT, FACTA, CRS
 - Responsabilidad penal de las personas jurídicas
 - RDR (Retail Distribution Review)
 - Regla Volcker (separación de actividades banca de inversión y banca comercial)
 - SFT (Securities Financing Transactions)
 - PRIIPs, PRIIPs, KIDs y KIIDs

Derecho aplicado a los mercados financieros II

- Regulación de la inversión colectiva
 - Directiva UCITS
 - AIFMD (directiva de gestores alternativos)
 - EUSEF (European Social Entrepreneurship Funds) y EUVECA (European Venture Capital Funds)
 - ELTIF (European Long Term Investment Funds)
 - Ley 35/2003 de Instituciones de Inversión Colectiva
 - Ley 22/2014 de Capital Riesgo y Entidades de Inversión Colectiva y sociedades gestoras

Regulación de las entidades de crédito

- Justificación de la regulación de las entidades financieras
- Requerimientos de capital
 - Basilea I
 - Basilea II
 - Basilea III
- Requerimientos de liquidez
- Marco de gestión de crisis bancarias
- Crisis bancarias 2023

Derecho aplicado a la IA I

- Marcos jurídicos de la Inteligencia Artificial en Europa, EEUU, Asia y oriente.
- Responsabilidad asociada a sistemas de inteligencia artificial (i)
- Las figuras del operador/productor/ y sus implicaciones legales
- El caso de sistemas de aprendizaje autónomo y los casos de aprendizaje online y offline

Derecho aplicado a la IA II

- Responsabilidad asociada a sistemas de inteligencia artificial (ii)
- El Nuevo Reglamento de Inteligencia Artificial
 - Marco jurídico asesoramiento / algoritmos de inversión / MIFID II

- Requisitos asociados a los algoritmos de alta y baja frecuencia
- Trazabilidad y responsabilidades asociadas
- Protección de datos
- Casos prácticos sobre responsabilidad en el uso de la IA

Derecho aplicado a la IA III

- La importancia de la ética en la regulación de la inteligencia artificial
- Normativa en materia de protección de datos personales en sistemas de IA
- El Sandbox en Inteligencia Artificial
- La Agencia Española de Supervisión de la IA
- Malfuncionamiento vs rentabilidades pasadas no garantizan rentabilidades futuras

Derecho aplicado a los criptoactivos y las tecnologías descentralizadas I

- Una aproximación a MiCA
- Aspectos jurídicos de los smartcontracts: elementos esenciales del contrato, formalidades
- Firma, identificación de las partes, ley aplicable
- Interpretación de los smartcontracts
- Modelos de gobernanza
- Sistemas de alta en DLT. Obligaciones de las partes.
- Regímenes sancionadores
- Reglamento Europeo sobre las infraestructuras de mercado basadas en la tecnología de registro descentralizado

Derecho aplicado a los criptoactivos y las tecnologías descentralizadas II

- Aspectos jurídicos de los Smart Contracts
- Sandbox y Posicionamiento de la CNMV / Banco de España / Derecho comparado
- Legalidad Exchanges
- Compliance
- Retos regulatorios y Trazabilidad
- Regulación Fiscal
- Cointracking

Derecho aplicado a la transformación digital y sostenibilidad I

- Relación entre Fintech y sostenibilidad, y las diferentes áreas de colaboración entre Fintech
- Finanzas sostenibles, perspectiva teórica. Ejemplos prácticos
- Plan de acción de la UE financiación sostenible. Normativa antecedentes y contexto.
- Iniciativas regulatorias derivadas del plan de acción
- Compromiso de la Banca más allá de la regulación
- Crowdfunding Plataformas de financiación participativa
- Euro digital

Derecho aplicado a la transformación digital y sostenibilidad II

- Tecnología blockchain en el sector financiero relacionada con los aspectos ESG
 - Financiación verde, gestión de riesgos e informes:
 - Créditos de CO2:
 - Contabilidad y notificación del impacto de los gases de efecto invernadero (GEI)
 - Certificación ecológica de tokens no fungibles

(NFT)

- Incentivos y recompensas tokenizados

Derecho aplicado a los servicios de plataforma y distribuidos Sesión I

- Los servicios en la nube y la seguridad de los datos
- Tipos de servicios de cloud computing
 - Construcción de servicios desde la nube: prestadores de servicios de confianza (Reglamento eIDAS2)
- Aspectos regulatorios y contractuales del almacenamiento en la nube
 - Términos y condiciones: versionado aplicable
 - Estándares y su verificación
 - Plurijurisdiccionalidad y protección de datos: la virtualización
 - La protección de datos en la nube

Derecho aplicado a los servicios de plataforma y distribuidos II

- DSA, ¿a quién se aplica?
 - La irresponsabilidad de los prestadores por contenidos: cláusula de buen samaritano
 - Obligaciones de diligencia debida
 - Universales
 - Para todos los servicios de hosting, incluidas las plataformas en línea
 - Adicionales para los prestadores de plataformas online.
 - Especiales y adicionales para las plataformas y los motores de búsqueda de muy gran tamaño
 - Aplicación de la norma, autoridades competentes y sanciones.

Derecho aplicado a la criptografía y a los prestadores de servicios de confianza

- Firma electrónica: definición y propiedades. Tipos (avanzada, probabilística, ciega, múltiple, delegada, etc.)
- Firma de un documento: elaboración y verificación de una firma electrónica.
- Algoritmos estándares de firma: RSA, DSA, ECDSA.
- Certificados electrónicos (con/sin clave privada). Autoridades de Certificación y Estructuras relacionales.
- Revocación de certificados.
- Sellos de tiempo. Autoridades de sellado de tiempo. Requisitos.
- Proveedores de Servicios de Confianza.
- Vulnerabilidades y Evaluación de riesgos.

Derecho aplicado a la ciberseguridad

- Seguridad v. gestión de la seguridad: el modelo ISO/IEC 27001
- Normativa de Ciberseguridad y administración competente
 - Infraestructuras críticas
 - NIS1 y NIS2
 - Cybersecurity Act
 - Conexión códigos penales.

Derecho aplicado a la Identidad Digital I

- Identidad y medios de identificación conforme el Reglamento eIDAS

- Qué es la identidad
- La identidad presunta y el análisis de riesgos: Zero trust v. Friction
- Diferencias entre identidad, identificación, verificación de la identidad y autenticación
 - PSD2, EBA y factores de autenticación.
- El modelo de identidad en el Reglamento eIDAS1
 - Documentos nacionales de identidad analógicos y digitales
 - Certificados de firma: tipologías de firma y su valor probatorio de la identidad

Derecho aplicado a la Identidad Digital II

- El proceso de verificación y sus cinco fases: procesos presenciales y online
 - Normativa aplicable: España y UE
 - Estándares aplicables: España y UE
- El modelo de la identidad en el Reglamento eIDAS
 - El EDIW (European Digital identity Wallet)
 - Regulación, funcionamiento
 - Interoperación con terceras partes confiables
 - Seguridad del Wallet
 - Las atestaciones de atributos:
 - Prestadores de servicios de confianza de atestación de atributos
 - Regulación y funcionamiento
 - Similitudes y diferencias con los emisores de certificados cualificados y los modelos basados en SSI y DIDs
 - Interacciones con otros prestadores/operadores
 - Los servicios de confianza y sus prestadores tras la reforma: que cambia y qué se queda
 - Cambio de los requisitos de Ciberseguridad: cómo es el nuevo esquema y cuáles los nuevos requisitos

Aspectos Legales (IA Abierta)

- IA Abierta
- Tipos de Licencias para componentes de IA
- Model Cards
- Rol de los derechos y la propiedad intelectual
- Impacto de la regulación en los modelos
- Casos de Estudio

Examen de certificación para el asesoramiento financiero: CNMV - MIFID II

Módulo 5 | Servicios cloud y big data

135 horas lectivas

BigData y procesamiento de datos I

- Analítica de datos: visión end-to-end de todos los servicios
 - Collect: Pub/sub, VerneMQ
 - Process: dataflow, Dataproc (spark)
 - Store: GCS, BigQuery, BigQuery ML, BigTable
 - Analyze: BigQuery SQL, Dataproc (spark)

BigData y procesamiento de datos II. Collect I

- Google Cloud Pub/sub
- Messages, Topics
- Best practices
- VerneMQ

- Apache Kafka

BigData y procesamiento de datos III. Process I

- Dataflow
- Templates
- I/O connectors best practices
- Dataflow runner

BigData y procesamiento de datos IV. Process II

- Dataproc (spark)
- Dataproc serverless
- Clusters
- Troubleshooting

BigData y procesamiento de datos V. Store I

- Google Cloud Storage
- BigQuery
- BigTable

BigData y procesamiento de datos VI. Analyze I

- BigQuery SQL
- Storage/compute separation
- Dataform

BigData y procesamiento de datos VII. Analyze II

- Looker
- Looker Studio
- Visualization

BigData y procesamiento de datos VIII

- Data lakes
- Lineage, automatizations
- Dataplex

Preparación certificación profesional BigData engineer

Google Vertex AI. Sesión I

- Vertex AI intro
- MLOps
- Methodology and technical components
- Customer references

Google Vertex AI. Sesión II

- Training a custom model in Vertex AI
- Distributed training in Vertex AI
- Hyperparameter tuning in Vertex AI
- Hardware accelerators for training

Google Vertex AI. Sesión III

- Vertex AI Prediction
- Batch predictions
- Model Monitoring
- Explainable AI

Google Vertex AI. Sesión IV

- Vertex AI Model registry
- Vertex AI Experiments
- Model cards

Google Vertex AI. Sesión V

- Vertex AI Pipelines
- Kubeflow Pipelines
- Components
- Pipelines
- I/O v2

Google Vertex AI. Sesión VI

- Tabular workflows
- Hands-on Pipelines I
- Hands-on Pipelines II

Google Vertex AI. Sesión VII

- ML Metadata
- Low-code/No-code
- AutoML
- BQML

Google Vertex AI. Sesión VIII

- Model Garden. LLMs/LRMs in Vertex AI
- LLMOps in Vertex AI
- Vertex AI Workbench
- Colab Enterprise

Preparación certificado profesional ML Engineer**CI/CD. Sesión III**

- Conceptos esenciales de Kubernetes
- Instalación y configuración de entorno local
- Despliegue, escalado y actualización de aplicaciones en Kubernetes
- Introducción al monitoreo (Prometheus + Grafana)
- Implementación básica de monitoreo en Kubernetes

CI/CD. Sesión IV

- Jenkins y GitHub Actions
- Configuración práctica de pipelines automatizados
- Integración CI/CD con Docker/Kubernetes
- Proyecto final: pipeline completo con integración Git, Docker, Kubernetes, monitoreo

AWS Sesión I

- Introducción general a AWS y servicios clave.
- Creación de cuenta, configuración inicial
- Lanzar, configurar y administrar instancia EC2 (conexión SSH)
- Configuración básica de redes VPC y Security Groups.
- Práctica integradora: Despliegue de servidor web (Apache/Nginx)

AWS Sesión II

- Introducción a Amazon S3
- Práctica con buckets, políticas, carga y acceso de archivos
- Introducción a bases de datos RDS
- Creación, configuración y conexión a instancia RDS MySQL/Postgres
- Integración práctica EC2 + RDS + S3

AWS Sesión III

- Introducción al modelo serverless
- Creación y despliegue de funciones AWS Lambda (integración con S3)
- Automatización con CloudFormation (plantillas básicas)
- Práctica integral: Crear arquitectura serverless con CloudFormation
- Proyecto: Automatizar despliegue y gestión con CloudFormation

AWS Sesión IV

- Monitoreo con CloudWatch: alarmas, métricas y logs
- Práctica supervisada en CloudWatch
- Proyecto final integrador (EC2 + Lambda + S3 + CloudWatch)
- Presentación y evaluación del proyecto

IronIA: Competición de algoritmos de inversión

- Acceso a la información de los fondos de inversión
- Fuera de mercado: un fondo no se comporta como una acción
- Reglas de la competición

Examen certificado profesional BigData engineer**Examen certificado profesional ML Engineer****Módulo 6 | Deep Learning avanzado y generativo**

105 horas lectivas

Taller Multiobjective Portfolio Optimization (MPO) via Descenso del Gradiente

- Caso práctico 1: Maximizar Sharpe ratio
- Caso práctico 2: Minimizar CVaR
- Caso práctico 3: Minimizar CVaR + UCITS
- Caso práctico 4: Minimizar CVaR con Tracking Error $\leq$ TE
- Caso práctico 5: Optimización conjunta (Sharpe $\uparrow$, CVaR $\downarrow$, TE, UCITS, peso mínimo, N activos)
- Caso práctico 5: Minimizar riesgo con restricciones de peso por subconjuntos

Taller de IA aplicada a Bolsa I

- Creación de entornos
- Exposición del caso práctico. Algoritmos de ejecución
- Resolución del problema. Planteamiento teórico
- Desarrollo por equipos de un algoritmo de RL aplicado a finanzas: primera parte

Taller de IA aplicada a Bolsa II

- Creación de entornos
- Desarrollo por equipos de un algoritmo de RL aplicado a finanzas: segunda parte

Taller IA aplicada a Bolsa III

- Generación de carteras temáticas (NLP + Generativos + Recomendadores)
- Taller LangChain
 - Cadenas, Enlaces y Conectores
 - Diseño modular y extensibilidad
 - LCEL
 - Anatomía de una cadena y cadenas intermedias
 - Agentes en LangChain
 - Extracción de salida estructurada
 - Integración de fuentes de datos externas
 - Manejo de errores y registro de eventos
 - Optimización para el rendimiento
 - LangServe y LangSmith

Taller IA aplicada a Bolsa IV

- Descarga de series de precios (S&P 500).
- Descarga de factores de Fama & French (5 factors daily).

- Regresión lineal de precios de Apple con factor Small Minus Big (SMB).
- Cálculo del exceso de retorno.
- Construcción de un autoencoder con Tensorflow.
- Regresión lineal entre exceso de retorno real y predicho.
- Construcción de cartera basado en excesos de retornos predichos: largo en ganadores y corto en perdedores.
- Construcción de un sparse-autoencoder.
- Visualización de neuronas.

Taller IA aplicada a Bolsa V

- Generación de datos sintéticos con algoritmos generativos
- Más allá de la generación con distribuciones normales
- Comparación con metodologías anteriores
- Aplicación a bolsa

Redes de Kohonen

- Redes competitivas no supervisadas
- Mapas autoorganizados 2D
- Mapas autoorganizados 3D
- Resolución del problema del viajante con redes auto-organizadas

Sistemas de recomendación

- Clusterización de perfiles y activos
- Sistemas de generación y asignación de recomendaciones
- TensorFlow Recommenders
- Sistemas basados en similitud,
- Sistemas basados en factorización
- Sistemas basados en deep-learning

Inferencia causal

- Causalidad vs. predicción
- Datos experimentales vs. observacionales DAGs
- D-separation, confusores/colisionadores/mediadores
- Criterio back-door/front-door y notación $do(\cdot)$
- De la identificación a la estimación
- Práctica guiada: construir y validar un DAG del caso

De la inferencia a Causal AI aplicada

- Estimación moderna y pipeline reproducible
- DoubleML, estimadores doblemente robustos (AIPW)
- ATE/CATE, intervalos y diagnósticos de balance/positividad
- Implementación con DoWhy
- SCM, intervenciones y contrafactuales
- Algoritmo abduction-action-prediction
- Causal AI en acción: policy/uplift learning, conexiones con RL y aplicaciones con LLMs
- Práctica "end-to-end": diseño de una política y evaluación contrafactual con DoWhy/DoubleML

Taller de detección de brechas estructurales en series temporales

- Definición y tipologías de cambio de régimen (nivel, tendencia, varianza y dependencia)
- Métodos deterministas clásicos (Chow/Quandt-Andrews, CUSUM, Binary Segmentation, PELT)

- ML supervisado (XGBoost y ensembles)
- Deep Learning secuencial (LSTM/Transformers) para detección y anticipación

Research with Google Deepmind I

- Federated Learning
- Gemini model family: 1.0, 1.5 and 2.0 (review of 4 papers)
- Multimodality

Research with Google Deepmind II

- Gemma model family (review of 11 papers)
 - Models: Gemma-1, RecurrentGemma, CodeGemma, PaliGemma, ShieldGemma,
- DataGemma and ColPali
 - Innovations: SigLIP, Griffin, and Gemma Scope
 - Llama model family (review of 4 papers from Meta)
 - STaR: Bootstrapping Reasoning With Reasoning
 - Human-like systematic generalization through a meta-learning neural network
 - Towards Self-Assembling Artificial Neural Networks through Neural Developmental Programs

Agentic AI I

- Deterministic AI agents. Dialogflow
- Generative AI agents. Playbooks
- Agentic architectures
- Data stores for agents

Agentic AI II

- ADK (Agent Development Kit)
- MCP (Model Context protocol)
- A2A (Agent to Agent protocol)
- LangChain intro

Agentic AI - Sesión III

- Agents Foundational concepts
- Start to build agents in Google Cloud
- Agentic Memory
- Memory management. LLM as operating systems
- Labs

Agentic AI - Sesión IV

- Agent Engine and Agent Garden
- Evaluation/Improvement of Agents
- AgentOps
- Labs

LRM - Large Reasoning Models

- Architectures
- Differences LLM - LRM
- Gemini 2.5 vs OpenAI o3, o4
- Evaluation methodology
- Use cases

Herramientas GRC IA

- Inventario y clasificación de sistemas de IA
- Catálogo de riesgos y controles asociados a IA
- Seguimiento de proyectos, casos de uso y cuadros de mando
- Evaluación de los sistemas en base a la regulación

- Flujos de trabajo

Taller de construcción de agentes y aplicación práctica I

- Repaso: Fundamentos de Agentes Generativos (LangChain, AutoGPT)
- Desarrollo práctico agente básico con LangChain
- Integración agentes con APIs y herramientas externas
- Práctica supervisada: agente básico con memoria y recuperación
- Evaluación práctica de agentes creados

Taller de construcción de agentes y aplicación práctica II

- Aplicación a Smart Due Diligence
- Cloude + mcp + grafos
- Capacidad de detectar errores y que el modelo automodifique el prompt para completar la tarea

Módulo 7 | Blockchain e infraestructuras de mercado de registro descentralizado

60 horas lectivas

Fundamentos de Blockchain

- Bitcoin
 - Problema del doble gasto
 - Bitcoin y tecnología blockchain
 - Aspectos económicos y claves técnicas
 - Función hash y criptografía asimétrica
 - Keys, addresses y wallets
 - Transacciones, cadenas de bloques y consenso
 - Lightning Network
- Ethereum
 - Claves técnicas
 - Wallets y transacciones
 - Solidity, Vyper
 - Consenso y tokens
 - DeFi, Uniswap, Compound, NFTs, DAOs

Programación de Smart Contracts en Ethereum I

- El Lenguaje Solidity
- Composición de un fichero fuente de Solidity
- Remix: desarrollo, despliegue e interacción
- Estructura de un contrato
- Tipos
- Unidades y variables disponibles globalmente

Programación de Smart Contracts en Ethereum II

- Estructuras de control
- Manejo de errores
- Herencia
- Interfaces
- Ensamblador
- Conceptos avanzados
- Depuración y tests unitarios en Remix

Programación de Smart Contracts en Ethereum III

- Estándares de tokens ERC20 y ERC721
- Caso Practico 1: Banco
- Caso Práctico 2: Reserva habitación
- Caso Práctico 3: Subasta
- Patrones de diseño withdraw y owner
- Seguridad en Smart Contracts

- Reentrada
- Overflow
- Denegación de servicio
- Herramientas de análisis de código y seguridad

Programación de Smart Contracts en Ethereum IV

- Patrones de diseño en Solidity
 - Patrón Proxy
 - Patrón de actualización de Smart Contracts
 - Patrón diamante
- Vyper y otros lenguajes de programación para Ethereum
 - Principios y objetivos
 - Vyper vs Solidity.
 - Escribir un contrato en Vyper
 - Compilación y despliegue
 - Otras alternativas: Yul, Yul+, Fe.

Programación de Smart Contracts en Ethereum V

- Herramientas de desarrollo:
 - Truffle
 - Ganache
 - Metamask
- Solidity orientado a aplicaciones: Backend
 - JAVA
 - JavaScript
- Solidity orientado a aplicaciones: Frontend
 - Integración de una interfaz gráfica
 - Conexión con Metamask

Utilidades para aplicaciones descentralizadas I

- Caso práctico: dApp con sistema de voto para miembros
- Oráculos blockchain
 - ¿Qué son y por qué son necesarios?
 - Diferentes arquitecturas y diseños
 - Provable & Chainlink
 - Casos prácticos
- Almacenamiento descentralizado
 - IPFS, Swarm
 - Caso práctico

Utilidades para aplicaciones descentralizadas II

- Identidad digital
 - Definición y aplicaciones sin blockchain
 - OpenID, Voto electrónico
- Identidad digital en blockchain
 - Estándares e implementaciones
 - Gobernanza descentralizada

Gestión de redes Blockchain

- Principales clientes: Geth, Hyperledger Besu, Quorum, etc
- ¿Qué es Hyperledger Besu?
- Características y componentes: arquitectura, algoritmos de consenso, privacidad, permisionado, monitorización
- Casos prácticos

Escalabilidad en redes Blockchain I

- Optimistic Rollups
- Zero-Knowledge Rollups

- State channels
- Sidechains

Escalabilidad en redes Blockchain II

- Plasma
- Validium
- Ethereum: The Merge
- Internet Computer Protocol

Hyperledger Fabric

- ¿Qué es Hyperledger Fabric?
- Arquitectura de red
- Consorcios, canales y permissionado con MSP
- Chaincode
- Ciclo de vida de una transacción en Fabric
- Privacidad: Private Data y Canales
- Práctica: Desplegar tu primer Chaincode

Módulo 8 | Computación cuántica e Inteligencia Artificial cuántica

90 horas lectivas

Introducción a la Computación Cuántica

- Teoría de la Computación
- Computación cuántica
- Historia
- Aplicaciones
- Introducción a la Mecánica Cuántica

Álgebra lineal

- Espacio vectorial, independencia lineal, bases
- Operadores lineales, autovectores y autoestados
- Producto escalar, ortonormalización
- Espacio de Hilbert (Proyectivo)
- Operadores Hermiticos y Unitarios
- Operaciones sobre operadores (traza, conmutador, anticonmutador)
- Producto tensorial de espacios vectoriales

Principios de la mecánica cuántica

- Espacio de estados físicos (Notación de Dirac)
- Qubits
- Evolución (Ecuación de Schrödinger)
- Interpretación probabilística
- Proceso de medida (Proyección de estados)
- Principio de Incertidumbre de Heisenberg

Sistemas compuestos

- Sistemas compuestos (Estados puros y entrelazados)
- Operador densidad
- Paradoja EPR
- Desigualdades de Bell
- Teorema de no clonado

Algoritmos cuánticos

- Puertas lógicas cuánticas
- Código denso
- Teleportación cuántica

Software para computación cuántica

- Frameworks y plataformas en la nube
- Plataforma IBM Quantum: superposición, entrelazamiento, visualizaciones y herramientas

- Qiskit: Quantum Information Science Kit – Proyecto y Qiskit Lab
- Puertas
- Circuitos
- Visualizaciones
- Ejecución en simuladores y computadores cuánticos reales
- Volumen cuántico
- CLOPS
- Qiskit Runtime

Computación clásica vs cuántica

- Teoría de la complejidad computacional
- Comparativa entre algoritmos clásicos y cuánticos
- Algoritmos de Grover y de Shor
- Ejemplos de realizaciones físicas de qubits
- Decoherencia y corrección de errores

Circuitos y algoritmos cuánticos

- Bernstein-Vazirani
- Grover. Implementación de oráculos
 - Sudoku binario
- Quantum Support Vector Machines
 - Creación de un kernel clásico y cuántico
 - Clasificadores cuánticos
 - Ensemble de clasificadores clásico-cuántico: Detección de fraude

Aplicaciones cuánticas

- Algoritmos específicos (Optimización, Álgebra Lineal, Machine Learning)
- Quantum Amplitude Estimation (QAE)
- Variational Quantum Eigensolver (VQE)
- Quantum Approximate Optimization Algorithm (QAOA)
- Quantum Generative Adversarial Network (qGAN)
- Aplicaciones en Finanzas
 - Quantum Risk Analysis
 - Option Pricing using Quantum Computers

Qiskit Optimization

- Módulo de Optimización
- Modelos DocPLEX
- VQE, QAOA, Grover optimization
- Optimización de *portfolio*

Criptografía Cuántica

- Introducción a la Teoría de la Información
 - Entropía de Shannon
 - Entropía de von Neumann
- Sistemas simétricos y asimétricos de criptografía
- Quantum Key Distribution (QKD)
- Protocolos:
 - BB84
 - B92
 - EPR
- Seguridad de los protocolos cuánticos

Quantum Machine Learning

Quantum Neural Networks

- PyTorch Qiskit connector
- Redes neuronales híbridas clásico-cuántico

- Quantum Support Vector Machine
- Quantum recurrent neural network
- Quantum convolutional neural network

Aplicaciones avanzadas

- Redes Bayesianas cuánticas: Análisis de riesgos
- Quantum Generative Adversarial Network
- Quantum Reinforcement Learning
- Algoritmos de enjambre y Computación Cuántica (PSO cuántico)
- Autoencoder cuántico
- Quantum Autoencoder
- Quantum Transfer Learning
- Transformer cuántico

Qiskit Finance y aplicaciones avanzadas

- Value at risk (Montecarlo cuántico)
- Quantum risk analysis (redes bayesianas cuánticas)
- Option pricing (Montecarlo cuántico, QAE, QAOA)
- Simulación de escenarios (Iterative Quantum Amplitude Estimation IQAE)
- Optimización de portafolios (VQE, QAOA, Grover optimization, Quantum PSO)
- Detección de fraude (ensemble de clasificadores clásico – cuántico)
- Best execution (Quantum Reinforcement Learning)

Tensor networks I

- Introducción matemática: qué es un tensor y cómo se operan
- Notación: definición y ejemplos
- Representaciones: MPS/TT, MPO y PEPS
- Comprensión de tensores con SVD
- Esquemas de contracción
- Tensor Networks lógicas
- Simulación de circuitos cuánticos
- Ejemplo con el algoritmo de Deutsch-Jozsa
- Optimización combinatoria con tensor networks lógicas

Tensor networks II

- Ejemplo con el traveling salesman problem
- Ejemplo con el knapsack problem
- Ejemplo del task scheduler y unión con algoritmos genéticos

Tensor networks III

- Machine Learning con tensor networks
 - Compresión de capas.
 - Derivar tensor networks
 - LLM: CompatifAI
- Detección de anomalías por compresión
 - Definición.
 - Series temporales.
- Ecuaciones diferenciales con tensor networks
- DMRG
- Librerías de software recomendadas:

Examen de certificación Qiskit: Certificado de desarrollador en computación cuántica

Módulo 9 | Lanzamiento de tu propia startup 30 horas lectivas

Definición y validación de la idea de negocio

- Desarrollo de una propuesta de valor sólida
- Análisis de la ventaja competitiva ¿es sostenible en el tiempo?
- Definición de necesidades y coherencia del proyecto

Prototipado y validación de producto

- Desarrollo de un producto mínimo viable
- Análisis de la cadena de valor

Desarrollo de una estrategia de entrada al mercado

- Análisis de la competencia
- Establecimiento del precio
- Estrategia de marketing

Financiación y aspectos legales

- Estimación de flujos de caja
- Obtención de financiación
- Aspectos legales del proyecto

Presentación del proyecto a aceleradoras de startups

Presentación del proyecto a la asociación de Business Angels

Defensa de TFM I

Defensa de TFM II

Certificaciones

Podrás obtener hasta ***cinco certificaciones*** y ***montar tu propia start up***. Todo ello mientras estudias este máster.



Certificado de Asesor Financiero

Acreditación que certifica que un profesional tiene las competencias necesarias para ofrecer asesoramiento financiero según los estándares exigidos por la Directiva Europea MiFID II.

Propósito del Certificado

- Cumplir con los requisitos de idoneidad profesional establecidos por el regulador para ofrecer asesoramiento financiero a clientes.
- Garantizar que los asesores tienen un conocimiento adecuado de los productos financieros, los mercados, y la regulación vigente.

Regulación y Contexto Legal

- Directiva MiFID II (Markets in Financial Instruments Directive), que busca proteger a los inversores.
- Guía Técnica 4/2017 de la CNMV, define los requisitos de conocimientos y competencias para quienes ofrecen asesoramiento y gestionan carteras.

Competencias Evaluadas

El certificado abarca conocimientos fundamentales sobre:

Productos financieros:

- Renta fija, renta variable, derivados, productos estructurados, fondos de inversión.

Asesoramiento financiero:

- Evaluación del perfil de riesgo del cliente.
- Análisis y construcción de carteras.

Regulación y cumplimiento normativo:

- Requisitos legales, MiFID II, y protección del inversor.

Gestión de riesgos y fiscalidad.

Beneficios para los Estudiantes

- **Cumplimiento legal:** Permite trabajar legalmente como asesor financiero en España y en otros países de la Unión Europea.
- **Mayor empleabilidad y credibilidad:** Las empresas financieras necesitan profesionales certificados para cumplir con las normativas y desarrollar nuevos productos y servicios.

Desarrollador en Computación Cuántica Qiskit 2, IBM

El certificado está diseñado para desarrolladores interesados en profundizar en la computación cuántica.

El certificado se enfoca en la programación y conceptualización de circuitos y algoritmos cuánticos, así como en la comprensión de las operaciones matemáticas detrás de los sistemas cuánticos.



Contenido del Certificado

Conceptos Fundamentales de Computación Cuántica:

- Qubits y operaciones básicas.
- Puertas cuánticas y creación de circuitos.

Algoritmos Cuánticos:

- Algoritmos de Deutsch-Jozsa, Grover, y Shor.

Qiskit 2:

- Uso de Qiskit para construir y simular circuitos cuánticos.
- Manejo de simuladores y computadoras cuánticas reales.

Aplicaciones Cuánticas:

- Optimización y finanzas.

A través de IBM dispondremos de acceso prioritario a dispositivos cuánticos reales de 154 qubits para poder poner en práctica los conocimientos adquiridos en clase.

Beneficios para los estudiantes

La certificación no sólo es una inversión en conocimientos avanzados sino también un trampolín hacia oportunidades profesionales únicas en un campo disruptivo, y con demanda creciente:

- Diferenciación Competitiva
- Acceso a Oportunidades Especializadas
- Desarrollo de Habilidades Técnicas Avanzadas
- Credenciales Reconocidas por la Industria

Para la obtención de esta certificación, será necesario superar la prueba práctica en la plataforma de IBM (Pearson VUE).

Esta certificación tiene un coste adicional de 200\$ en concepto de tasa de examen, el cual IBM cobrará directamente a los alumnos.

Professional Machine Learning Engineer (PMLE), Google Cloud

La certificación de *Professional Machine Learning Engineer (PMLE)*, emitida por Google, pretende ser una certificación fundamental para estudiantes, desarrolladores y científicos de datos que desean demostrar habilidades de aprendizaje automático, puesta de producción de modelos, gobierno del dato e infraestructura de inteligencia artificial.



Esta certificación está diseñada para validar que los profesionales pueden:

- Diseñar soluciones de ML que sean escalables y mantenibles.
- Implementar modelos de ML utilizando las mejores prácticas de Google Cloud.
- Evaluar la efectividad y los riesgos de los modelos de ML implementados

Contenido del certificado

Marco conceptual de Machine Learning:

- Selección de técnicas de modelado y datos.
- Evaluación y ajuste de hiperparámetros.

Desarrollo de modelos de ML:

- Creación de pipelines de datos.
- Implementación de algoritmos y técnicas para problemas supervisados y no supervisados.

Implementación en producción:

- Automatización de modelos de ML.
- Supervisión y mejora continua de modelos desplegados.

Herramientas de Google Cloud:

- Uso de Vertex AI, TensorFlow, y BigQuery ML.

Beneficios para los Estudiantes

- Reconocimiento global por parte de Google.
- Mayor empleabilidad y credibilidad: Las habilidades de ML y Google Cloud son altamente demandadas en diversas industrias, finanzas entre ellas.
- Acceso a un ecosistema de innovación: Los productos de GCP y las tecnologías de IA están en constante evolución. Esta certificación demuestra que el estudiante está preparado y certificado por Google.

Para obtener esta certificación será necesario aprobar un examen de aproximadamente 2 horas, compuesto por 50-60 preguntas tipo test, realizado de forma remota, supervisado y sin acceso a materiales de apoyo.

La tasa del examen es de 200 USD, importe que será abonado directamente a Google por el estudiante.

Professional Cloud Architect (PCA), Google Cloud

La certificación de **Professional Cloud Architect (PCA)**, emitida por Google, está diseñada para validar las habilidades necesarias para diseñar, desarrollar y gestionar infraestructuras seguras, escalables y altamente disponibles en Google Cloud Platform (GCP). Es una credencial esencial para profesionales que desean dominar la arquitectura en la nube con un enfoque práctico y estratégico.



Esta certificación demuestra que los profesionales son capaces de:

- Diseñar arquitecturas de nube robustas, eficientes y seguras.
- Gestionar soluciones de infraestructura que cumplan con requisitos técnicos, de negocio y normativos.
- Supervisar, optimizar y asegurar el rendimiento de los entornos cloud.

Contenido del Certificado

Diseño de arquitecturas en la nube:

- Selección de servicios adecuados para distintas necesidades empresariales.
- Definición de estructuras de red, almacenamiento, cómputo y bases de datos.

Seguridad y cumplimiento normativo:

- Implementación de políticas de control de acceso, cifrado y auditoría.
- Alineación con marcos regulatorios como GDPR o MiFID II.

Gestión y optimización de soluciones en GCP:

- Supervisión de recursos y rendimiento.
- Automatización de tareas mediante herramientas como Cloud Deployment Manager y Terraform.

Casos de uso específicos:

- Implementación de soluciones de análisis financiero, big data e inteligencia artificial sobre GCP.

Herramientas de Google Cloud:

- Cloud Storage, Compute Engine, Kubernetes Engine, BigQuery, Cloud IAM, entre otros.

Beneficios para los Estudiantes

- Reconocimiento internacional: Certificación oficial expedida por Google Cloud.
- Alta empleabilidad: Las habilidades de arquitectura cloud son esenciales en banca, fintech y mercados de capitales.
- Preparación para liderar la transformación digital: El alumno estará capacitado para diseñar soluciones que cumplan con los más altos estándares del sector financiero.

Para obtener esta certificación será necesario aprobar un examen de aproximadamente 2 horas, compuesto por 50-60 preguntas tipo test, realizado de forma remota, supervisado y sin acceso a materiales de apoyo.

La tasa del examen es de 200 USD, importe que será abonado directamente a Google por el estudiante.

Professional Data Engineer (PDE), Google Cloud

La certificación de **Professional Data Engineer (PDE)**, expedida por Google Cloud, está orientada a profesionales que diseñan, construyen y optimizan sistemas de procesamiento de datos escalables, seguros y orientados a valor. Esta credencial certifica habilidades clave para convertir datos en información útil para la toma de decisiones, algo fundamental en el sector financiero.



Esta certificación valida que los profesionales pueden:

- Diseñar y construir sistemas de procesamiento de datos eficaces y escalables.
- Integrar y transformar grandes volúmenes de datos estructurados y no estructurados.
- Garantizar la seguridad, integridad y gobernanza del dato.
- Aplicar técnicas de machine learning para obtener insights avanzados.

Contenido del Certificado

Diseño de sistemas de datos:

- Arquitecturas de ingesta, almacenamiento y análisis de datos.
- Elección de tecnologías para datos en streaming y batch.

Construcción de pipelines de datos:

- Implementación de flujos de procesamiento con herramientas como Dataflow, Pub/Sub, Dataproc y Apache Beam.
- Limpieza, transformación y enriquecimiento de datos.

Modelado y análisis de datos:

- Uso de BigQuery para análisis en tiempo real.
- Aplicación de modelos de machine learning sobre conjuntos masivos de datos.

Seguridad y cumplimiento:

- Gestión de acceso, auditorías y cumplimiento normativo en entornos regulados.

Herramientas clave de Google Cloud:

- BigQuery, Cloud Composer, Dataflow, Dataproc, Pub/Sub, Vertex AI.

Beneficios para los Estudiantes

- Certificación con aval global de Google Cloud, reconocida por empresas líderes del sector financiero y tecnológico.
- Alta empleabilidad: El rol de Data Engineer es uno de los más demandados por su papel clave en la transformación digital.
- Habilidades prácticas para el sector financiero: Preparación específica para trabajar con datos financieros de alta frecuencia, históricos de mercados, riesgo...

Para obtener esta certificación será necesario aprobar un examen de aproximadamente 2 horas, compuesto por 50-60 preguntas tipo test, realizado de forma remota, supervisado y sin acceso a materiales de apoyo.

La tasa del examen es de 200 USD, importe que será abonado directamente a Google por el estudiante.

Programa de Lanzamiento de tu propia Startup

El Programa de Lanzamiento de Startups está diseñado para estudiantes y emprendedores emergentes que buscan convertir sus ideas innovadoras en negocios reales. A través de un enfoque práctico, los participantes desarrollan las habilidades necesarias para la validación de ideas, la creación de productos mínimos viables, el diseño de estrategias de mercado y la búsqueda de financiación.



Estructura del Programa y Contenido

Definición y Validación de la Idea de Negocio

- Desarrollo de una propuesta de valor sólida.
- Análisis de la sostenibilidad de la ventaja competitiva.
- Identificación de necesidades y evaluación de la coherencia del proyecto.

Prototipado y Validación de Producto

- Creación de un producto mínimo viable (MVP).
- Análisis de la cadena de valor para maximizar la eficiencia operativa.

Desarrollo de una estrategia de Entrada al Mercado

- Análisis exhaustivo de la competencia.
- Determinación del precio óptimo para el producto o servicio.
- Diseño de una estrategia de marketing efectiva.

Financiación y Aspectos Legales

- Estimación de flujos de caja y análisis financiero.
- Estrategias para obtener financiación (inversores, préstamos, subvenciones).
- Aspectos legales necesarios para el emprendimiento.

Presentación de Proyectos a Inversores

- Presentación de propuestas a aceleradoras de startups.
- Presentación de propuestas a asociaciones de Business Angels.

Este programa proporciona un conjunto integral de habilidades para la creación de startups, desde la concepción de ideas hasta la financiación y la entrada en el mercado.

Los estudiantes no sólo obtendrán conocimientos teóricos, sino que desarrollarán competencias prácticas y tendrán la oportunidad de presentar su proyecto a aceleradoras de startups y Business Angels reales.



Salidas profesionales

Finalizado este Máster, serás *Quant con Inteligencia Artificial*, uno de los **perfiles más demandados y mejor pagados del sector financiero**.



Dos caminos, múltiples destinos.

El máster ofrece salidas profesionales potentes, ambiciosas y alineadas con los perfiles más buscados en el nuevo paradigma financiero-tecnológico. Existen dos rutas naturales al finalizar el programa, aunque no son las únicas.

1. **El camino del emprendimiento.** Si tu objetivo es crear tu propia startup tecnológica, este máster te proporciona las herramientas, el conocimiento y los contactos necesarios. Contarás con un módulo específico de emprendimiento, centrado en la definición y validación de ideas de negocio, desarrollo de prototipos y validación de producto. Además, tendrás la oportunidad de presentar tu proyecto ante aceleradoras y redes de *Business Angels*. Si sueñas con fundar una empresa que transforme el sector financiero, aquí comienza tu viaje.
2. **Integrarte en un equipo de innovación dentro de una entidad financiera.** Gracias a nuestra estrecha colaboración con este sector, muchos trabajos de fin de máster nacen de retos reales propuestos por estas organizaciones, que buscan talento preparado para incorporarlo a sus laboratorios de IA. Si aspiras a trabajar desde el primer día con datos reales, algoritmos de inversión y tecnología puntera en entornos financieros exigentes, este máster es tu puerta de entrada.

Y más allá de estas rutas, existe un ecosistema de oportunidades: consultoría especializada, departamentos de innovación, desarrollo de productos financieros, y mucho más. Porque en AthenAI, el camino lo trazas tú.

Comparativa de perfiles tecnológicos

Módulos	Data Analytics	Data Scientist	Data Engineer	Quant Essentials	Top Quant
1. Fundamentos de programación	Experto	Experto	Experto	Experto	Experto
2. Finanzas, mercados bursátiles y asesoramiento financiero	—	—	—	Avanzado	Experto
3. Criptoactivos y activos exóticos	—	—	—	—	Experto
4. Algoritmos de inversión, modern portfolio theory and beyond	—	—	—	Avanzado	Experto
5. Derecho financiero y tecnológico	—	—	—	—	Avanzado
6. Machine Learning y Deep Learning	Básico	Avanzado	Básico	Experto	Experto
7. Servicios Cloud y Big Data	Avanzado	Experto	Experto	Avanzado	Experto
8. Deep Learning avanzado y generativo	Básico	Básico	Básico	Avanzado	Experto
9. Blockchain e infraestructuras de mercado de registro descentralizado	—	—	Básico	—	Experto
10. Computación Cuántica e Inteligencia Artificial Cuántica	—	—	—	—	Experto
11. Lanzamiento de tu propia startup	—	—	—	—	Avanzado

Toolbox al finalizar

Finanzas, criptoactivos y algoritmos de inversión

- Optimización y gestión de carteras
- Gestión de patrimonios
- Gestión de riesgos y coberturas
- Productos:
 - Al contado: Bonos, acciones, depósitos, divisas
 - Derivados: *Repos, Forwards, futuros, opciones, warrants y swaps*.
 - Estructurados
- Fondos de inversión
- Gestión de volatilidad
- Gestión de sensibilidades y estrategias
- Derivados climáticos
- CAT Bonds
- Análisis fundamental
- Diseño de algoritmos de inversión y backtesting
- Enrutamiento y mejor ejecución
- ...

Derecho financiero y tecnológico

Aplicado a:

- Los Mercados financieros
- La Inteligencia Artificial
- Criptoactivos y tecnologías descentralizadas
- La transformación digital y sostenibilidad
- Los servicios de plataforma y distribuidos
- La criptografía y prestadores de servicios de confianza
- La ciberseguridad

Lenguaje de programación



Python

Inteligencia Artificial

Genéticos Enjambres Lógica Difusa



Machine Learning (ML)

- Frameworks (Tensorflow, PyTorch, Keras)
- Evaluación de modelos
- Visualización de datos
- Algoritmos de Clustering

Deep Learning (DL)

- Redes Neuronales Convolucionales (CNN)
- Redes Neuronales Recurrentes (RNN)
- Análisis Componentes Principales (PCA)
- Procesamiento Lenguaje Natural (NLP)
- Modelos Gráficos Probabilísticos (PGM)
- Redes Bayesianas (BN)
- Redes Generativas Adversarias (GAN)
- Variational Autoencoder (VAE)
- Deep Autoencoders (AE)
- Aprendizaje por Refuerzo (RL)
- Sistemas de Recomendación
- Aprendizaje por Transferencia (TL)
- Large Learning Models (LLM)
- Inteligencia Artificial Explicable (XAI)
- ...

Arquitectura en la nube



AWS



Azure



Google Cloud

Big Data



Spark

- Hadoop
- Impala
- Cassandra
- ScyllaDB

Contenedores



Docker



Kubernetes

Creación de APIs



FastAPI

DevOps



CI/CD con GitLab Runners

Bases de Datos (DB)



- NoSQL
- SQL
- MongoDB

Construcción y despliegue de ETL pipelines



ETL

Blockchain



Computación Cuántica e IA Cuántica

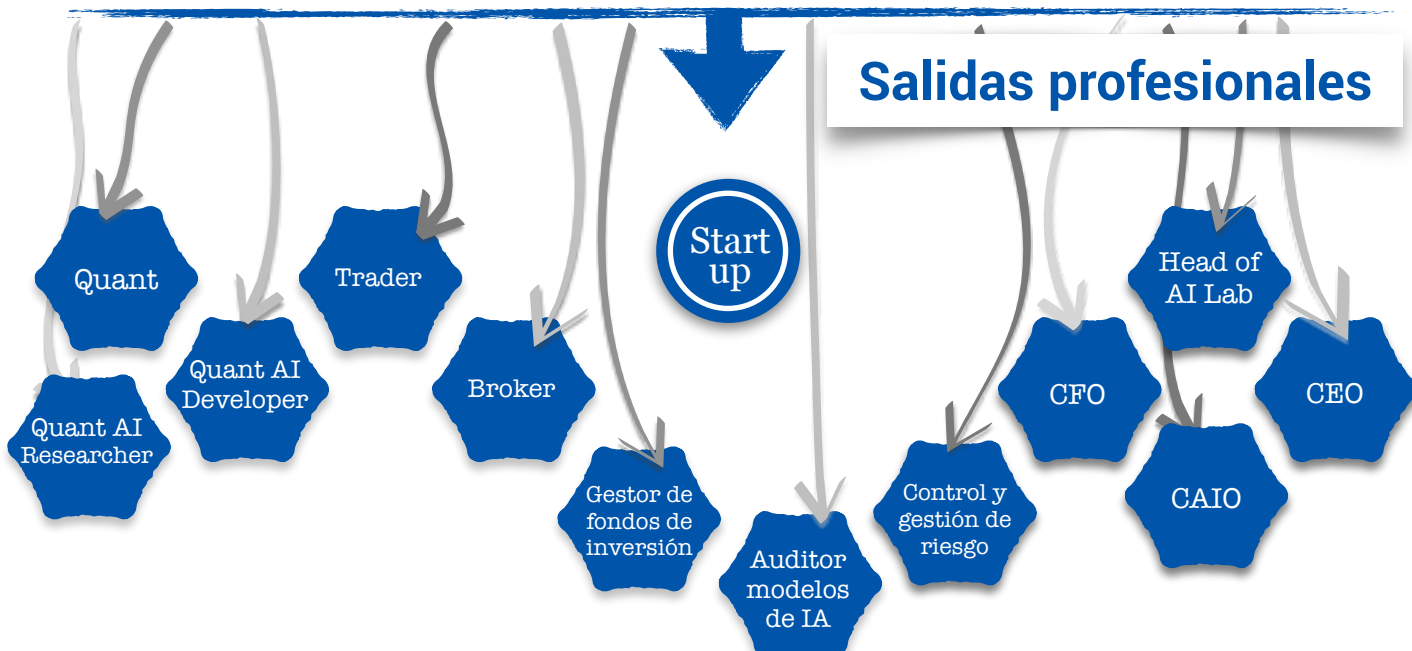


Conseguirás:



Salidas profesionales

Start up



Un programa ÚNICO

Nos diferenciamos del resto de programas de Inteligencia Artificial y finanzas ***por múltiples razones***, que lo convierten en un programa realmente ÚNICO.



Se aprende con las manos

- Se huye del “profesor que lee cientos de diapositivas” y donde el alumno sale de clase sin haber aprendido realmente.
- Combina “un poco de teoría” y muchos ejercicios.
- Los alumnos tienen que resolver ejercicios de dificultad creciente.

No hay exámenes teóricos, sino prácticas

- Al finalizar cada bloque de conocimiento, los alumnos recibirán el enunciado de una práctica desafiante.
- Tendrán 3 semanas para completar y entregar dichas prácticas.
- El objetivo es simular un entorno de trabajo completamente real.

Naturaleza del máster

El resto de másteres buscan crear usuarios avanzados de IA ➔ Un usuario depende de un software de terceros.

El objetivo de este máster es crear expertos en IA ➔ Un experto es capaz de crear su propio software de IA. Desde el diseño hasta la puesta en producción. Así como adaptarlo para resolver cualquier tarea que esté realizando.

Esta orientación profesional es una de las principales diferencias con cualquier otro máster. No buscamos cubrir un temario académico para otorgar un título, sino identificar a quién hay que contratar.

Posibilidad real de suspender

Este máster está diseñado para “separar el grano de la paja”, con el objetivo de ser una cantera de excelencia. Y para conseguir dicha excelencia debe existir la posibilidad real de suspender.

Programa certificado por Google e IBM

Parte del profesorado del módulo de Inteligencia Artificial está integrado por ingenieros de Google. Durante este módulo, los alumnos recibirán la formación necesaria para obtener la certificación de Cloud Architect, BigData Engineer, Machine Learning Engineer. Dichos exámenes lo realizarán desde la propia plataforma de Google, entidad responsable de certificar los conocimientos de los alumnos.

Entre el elenco de profesores del módulo de computación cuántica, contaremos con el responsable de IBM de Computación Cuántica aplicada a Finanzas. Durante este módulo, los alumnos recibirán la formación necesaria para obtener la certificación de Qiskit 2. Dicho examen lo realizarán desde la propia plataforma de IBM, entidad responsable de certificar los conocimientos de los alumnos.

Aceleradora de startups y Business Angels

El programa tiene como objetivo que los alumnos cumplan su sueño de montar su propia Startup. Durante el programa los alumnos tendrán la ocasión de contar su proyecto a diversas aceleradoras y asociaciones de Business Angels.

Actualización constante de contenidos

Si bien, son muchas las escuelas de negocio que indican exactamente esto mismo, están lejos de lo que significa para nosotros actualizarse constantemente.

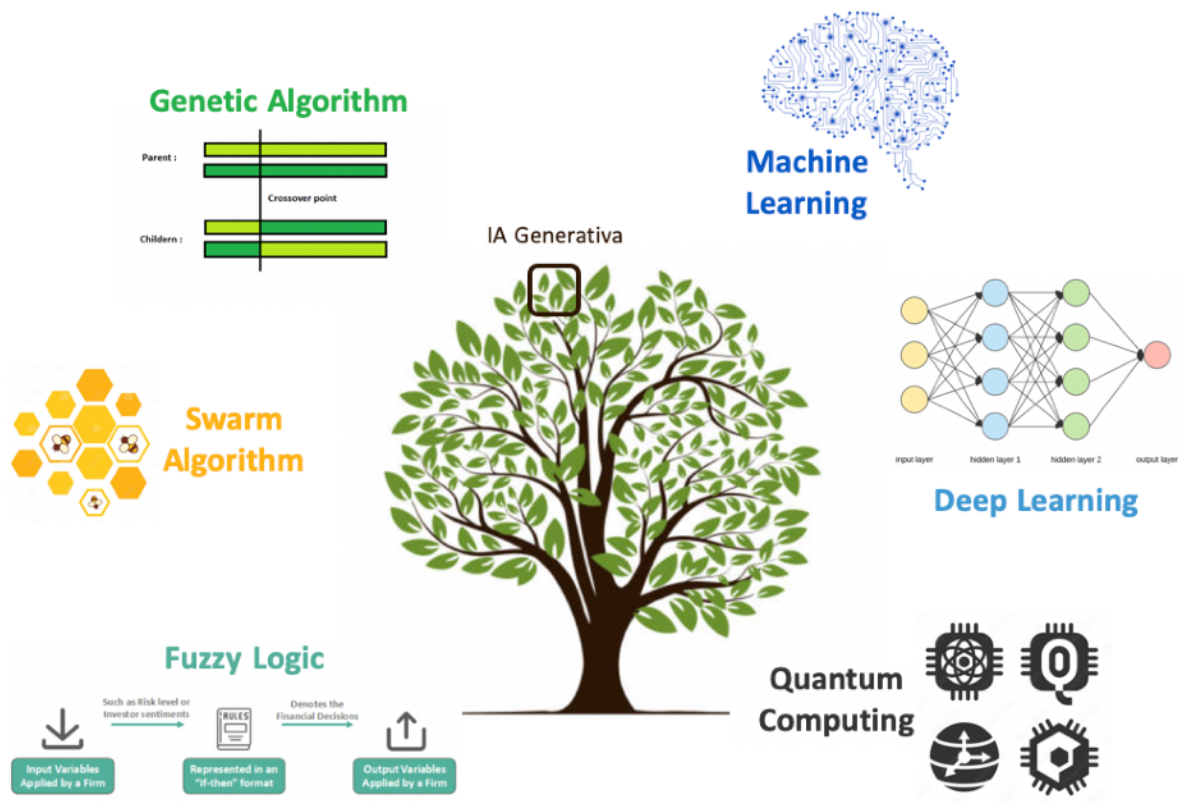
Éste es sin duda uno de los puntos más relevantes que diferencian a este máster. El contenido del programa es profundamente revisado en cada edición para ofrecer siempre los contenidos más punteros.

Los propios ingenieros de Google presentarán a los alumnos los últimos *papers* publicados, tanto por Google como por su competencia (Microsoft, Meta, Amazon), siendo el contenido de cada edición distinto y completamente actualizado.

En el máster no se estudia únicamente Deep Learning

Existen 5 ramas de Inteligencia Artificial:

- Algoritmos Genéticos
- Algoritmos Enjambre
- Lógica Difusa
- Machine Learning y Deep Learning
- Modelos Híbridos Cuánticos



El programa de este máster es el único existente donde se profundizará en las 5 ramas de conocimiento de la Inteligencia Artificial. Ahondando en cada concepto y explicando lo que se está utilizando actualmente en la industria.

La IA no sólo es Generativa

El futuro pasa indudablemente por los modelos híbridos de IA cuántica, y su aplicación a los mercados financieros. En el máster profundizaremos en estos modelos, y su aplicación a las finanzas.

Modelos híbridos de IA cuántica

- Quantum Support Vector Machine
- Quantum Convolutional Neural Networks
- Quantum Recurrent Neural Networks
- Quantum Generative Adversarial Network
- Quantum Reinforcement Learning
- Quantum Bayesian Networks
- Quantum Autoencoder
- Quantum Transfer Learning
- Quantum Transformer
- Quantum Genetic Algorithms
- Quantum Blockchain
- Quantum Swarms



Aplicaciones a los mercados financieros

- Value at risk (Montecarlo cuántico)
- Quantum risk analysis (redes bayesianas cuánticas)
- Option pricing (Montecarlo cuántico, QAE, QAOA)
- Simulación de escenarios (Iterative Quantum Amplitude Estimation IQAE Montecarlo cuántico)
- Optimización de portfolios (VQE, QAOA, Grover optimization, Quantum PSO)
- Detección de fraude (ensemble de clasificadores clásico – cuántico)
- Best execution (Quantum Reinforcement Learning)

Acceso a ordenadores cuánticos reales

Gracias a una estrecha colaboración con el laboratorio de cuántica de IBM, los alumnos tendrán acceso a ordenadores cuánticos de 154 Qbits.

La inmensa mayoría de másteres que imparten contenido de cuántica en España emplean simuladores cuánticos en Python.

Empleabilidad y cantera de laboratorios de IA

El perfil de Quant AI está considerado en la actualidad como uno de los más difíciles de cubrir por parte de las empresas. Siendo uno de los mejores remunerados del sector financiero.

El nivel de exigencia del máster, así como la constante actualización de sus contenidos, convierten a los egresados en la cantera natural para cualquier sociedad de valores, bróker, o fondo de inversión.

El programa cuenta con una vinculación directa con los laboratorios de IA de las principales sociedades de valores. Las cuales aportan casos de uso para los trabajos de fin de máster, convirtiéndose en una oportunidad laboral para los egresados.

Nuestro objetivo es buscar constantemente colaboraciones con las principales entidades financieras a nivel nacional e internacional, para conseguir que la empleabilidad de nuestros egresados sea cercana al 100%.

Calidad de los profesores

El profesorado está integrado por ingenieros de Google, IBM, Mercados Financieros, JP Morgan, CNMV, Banco de España...

El profesorado es el activo más valioso del máster, por lo que la selección de profesores es una de las partes a la que se dedica más tiempo y atención.

Todos los profesores han sido cuidadosamente seleccionados por:

- Sus profundos conocimientos en el área de conocimiento que imparten.
- Su capacidad de transmitir todos esos conocimientos a los alumnos.
- Su experiencia real en proyectos en empresas.

Comunidad y actualización de contenidos para los egresados

Para nosotros el máster no termina con la última clase.

Dado el ritmo acelerado de obsolescencia en muchas áreas de estudio de nuestros másters, nuestra plataforma innovadora ofrece a los egresados acceso a actualizaciones continuas y relevantes del contenido estudiado.

Los *alumni* son embajadores naturales de nuestros programas. Su éxito profesional y su satisfacción con la formación recibida refuerzan la reputación del máster y atraen a nuevos estudiantes.

Una vez finalizado un máster, las calificaciones pierden importancia; lo que realmente importa es la reputación, que debe continuar evolucionando, mostrándose y siendo utilizada como moneda de valor para el crecimiento profesional, obteniendo:

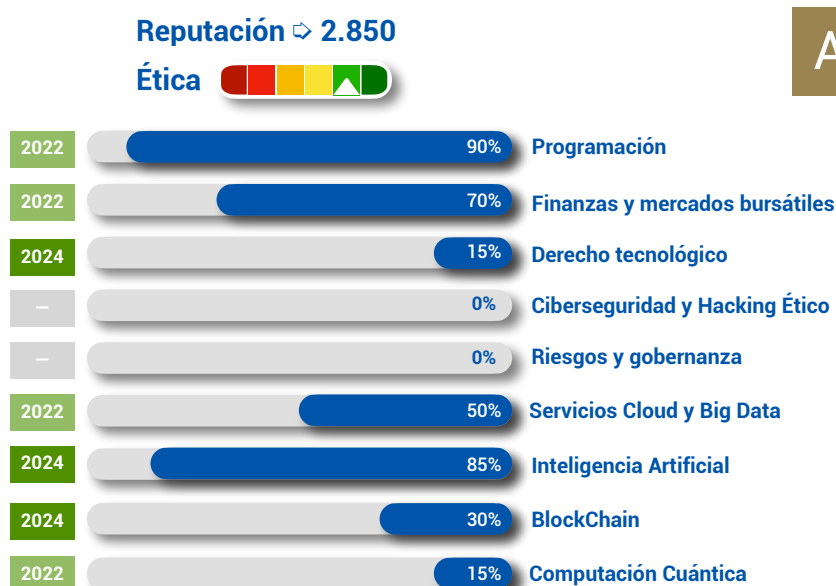
- Descuentos en futuras formaciones y másters
- Asistencia a conferencias internacionales
- Actualización gratuita de contenidos

Factores que influyen en la reputación

- Contribuir al aprendizaje de otros: Respondiendo dudas de alumnos en los foros de la escuela, ayudando a crear un ambiente de colaboración y apoyo mutuo.
- Publicar investigaciones o papers junto a la escuela, compartiendo tu conocimiento con la comunidad académica y profesional.
- Participar activamente en las competiciones de la escuela, demostrando tu capacidad y compromiso en contextos prácticos y desafiantes.
- Compartir tu experiencia personal en redes sociales, publicando videos y testimonios sobre tu recorrido en la escuela, inspirando a otros y posicionándote como referente.
- Desarrollar proyectos innovadores y servicios en colaboración con la escuela, aportando soluciones concretas que beneficien a la comunidad.
- Atraer nuevos estudiantes, recomendando la escuela a futuros aspirantes y siendo un embajador de la marca.
- Colaborar en eventos y actividades de la escuela, participando en conferencias, seminarios o mentorías que refuercen tu papel como líder dentro de la comunidad.

Factores que influyen en la ética

- Afectar negativamente la imagen de la escuela, ya sea a través de actitudes destructivas, comentarios malintencionados o acciones que dañen su prestigio.
- Mantener comportamientos poco éticos o violentos, como prácticas deshonestas, conflictos innecesarios o actitudes que comprometan la integridad personal o institucional.
- Ignorar las normas de la comunidad, violando las políticas académicas, éticas o de comportamiento que rigen la escuela.
- Desprestigiar a compañeros o miembros de la comunidad, generando conflictos sin justificación y contribuyendo a un ambiente tóxico.
- Desinterés o abandono de los compromisos adquiridos, dejando proyectos o tareas a medias y afectando el trabajo colectivo.



Alba Hernández



En la visualización de cualquier perfil se podrán consultar los conocimientos, reputación y certificaciones de la persona con la que estés interactuando. Asimismo, esa persona podrá ver los tuyos.

Los conocimientos mostrarán el año en que se adquirieron, por lo que es importante actualizar con frecuencia los mismos.

Conocimiento, reputación y propósito son los tres pilares fundamentales de AthenAI

Claustro de expertos y docentes

El profesorado es el ***activo más valioso del máster***, por lo que la selección de profesores es una de las partes a la que hemos dedicado más tiempo y atención.



Profesor	Especialidad	Formación	Puesto actual
 <u>Alejandro Mata Ali</u>	Computación Cuántica	- Grado en física - Máster en física de partículas	Responsable de Computación Cuántica y Tensor Networks ITCL
 <u>Álvaro Galiñanes</u>	Finanzas (Gestión de fondos de inversión)	- Licenciado en económicas - Máster en banca y finanzas - Máster en finanzas cuantitativas - Máster en Inteligencia Artificial Aplicada a los Mercados Financieros (mlAX)	<i>Director de inversiones</i> Banco Santander
 <u>Álvaro Suárez Bravo</u>	Blockchain	- Licenciado en ingeniería de la computación - Máster en ciencia de la computación	Principal Software Engineer DLT Finance AG
 <u>Ángel Luis Quesada Nieto</u>	Blockchain	- Licenciado en matemáticas - MBA, Máster en Dirección de Empresas para Emprendedores	Founder & CEO Onyze, Kubide & Climbspot
 <u>Christian Oliva</u>	Inteligencia Artificial	- Grado en Ingeniería Informática, Ingeniería informática - Master en Investigación e Innovación en Inteligencia Computacional y Sistemas Interactivos - Doctorando en Ingeniería Informática - Neurocomputación biológica y Machine learning	Profesor Ayudante e Investigador Universidad Autónoma de Madrid (UAM)
 <u>Emma Izquierdo-Verdiguier</u>	Inteligencia Artificial	- Licenciada en Físicas - Máster en Remote Sensing - Tesis: "Detección y clasificación automática de plantaciones de árboles de cultivo en imágenes de alta resolución espacial" - Doctora en Filosofía	Google Developer Expert - Earth Engine University of Natural Resources and Life Sciences
 <u>Franco Dante Albareti</u>	Computación Cuántica	- Licenciado en Física (1º de promoción) - Máster en física teórica, cosmología y partículas elementales - Doctorado en física teórica y curvas espacio temporales (1º promoción) - Máster en Inteligencia Artificial Aplicada a los Mercados Financieros (mlAX)	Senior Software Engineer Affirm
 <u>Ginés Carrascal de las Heras</u>	Computación Cuántica	- Licenciado en física, óptica y electrónica - Máster en microanálisis espectral con láser	Quantum Computational Scientist IBM Quantum

Profesor	Especialidad	Formación	Puesto actual
 Gonzalo Navarro Ruiz	Derecho	- Licenciado en Derecho - Licenciado en Administración de Empresas - Máster en Asesoría Jurídica de Empresa (1º de promoción) - Doctorado en Derecho Societario-Mercado de Valores (Summa cum laude por unanimidad) - Executive Master of Business Administration (EMBA)	Head of Financial Regulation ONTIER
 Guillermo Fajardo Calvache	Inteligencia Artificial	- Licenciado en Finanzas y Contabilidad - Ingeniería civil - Máster en Inteligencia Artificial aplicada a los Mercados Financieros (mIA-X) - Máster en finanzas alternativas, Banca y servicios financieros (MFIA)	Data Scientist Bolsas y Mercados Españoles (BME)
 Guillermo Meléndez Alonso	Inteligencia Artificial + Finanzas Dirección académica	- Diplomado en Empresariales (1º de promoción) - Licenciado en dirección de empresas (1º de promoción) - Máster en auditoria - Máster en finanzas cuantitativas - Máster en Bolsa e inversiones alternativas - Máster en Data Science y Big Data (1º de promoción) - Máster en Deep Learning (1º de promoción)	CEO AthenAI
 Javier Riaño Sierra	Finanzas (Gestión de fondos de inversión)	- Licenciado en administración y Dirección de empresas - Máster en valoración y gestión de derivados - Máster en Inteligencia Artificial Aplicada a los Mercados Financieros (mIAX)	Fundador de Diaphanum Valores Fundador de IronIA Fintech
 Jesús Mardomingo	Derecho	- Licenciado en derecho	Socio. Partner Dentons
 Jesús Sanz del Real	Inteligencia Artificial + Finanzas	- Graduado en derecho - Graduado en administración y dirección de empresas - Máster en Inteligencia Artificial Aplicada a los Mercados Financieros (mIAX) - CFA level II	Associate Team Leader & Data Scientist Oliver Wyman
 Jordi Puente	ESG	- Máster en Inteligencia Artificial Aplicada a los Mercados Financieros (mIAX) - Postgrado en Inbound Marketing y Branded Content - MBA - Grado en Psicología, Recursos Humanos y Psicología Aplicada a la Empresa	Director digital y miembro del Comité de Dirección Corresponsables
 Jorge Bolívar	Inteligencia Artificial + Finanzas	- Ingeniero de Minas y minerales	CEO ETS Asset Management Factory
 Jorge Soriano Lázaro	Criptoactivos	- Licenciado en arquitectura	Co-founder & CEO Criptan

Profesor	Especialidad	Formación	Puesto actual
 <u>Jose Antonio Esteban Sánchez</u>	Big Data	- Ingeniero técnico de sistemas	Chief Executive Officer (CEO) IronIA Gestora de fondos de inversión especializada en IA
 <u>Juan Luis Fernández-Martínez</u>	Inteligencia Artificial	- Doctor en filosofía - Doctor en Ingeniería del Petróleo - Ingeniero de minas - Diplomado en Geofísica aplicada - Master de Ingeniería del petróleo	Co-fundador StockFink
 <u>Luis Fernando Lago Fernández</u>	Inteligencia Artificial y matemáticas	- Licenciado en Física - Licenciado en Matemáticas - Doctor en informática	Departamento de Neurocomputación Biológica Universidad Politécnica de Madrid
 <u>Manuel Sánchez Montañés Isla</u>	Inteligencia Artificial	- Licenciado en física - Doctorado en ingeniería informática	Investigador Universidad Autónoma de Madrid
 <u>Miguel García Cordo</u>	Inteligencia Artificial + Finanzas	- Máster en Inteligencia Artificial Aplicada a los Mercados Financieros (mlAX) - Máster en Inteligencia Artificial (Instituto de Inteligencia Artificial) - Certificado en la ISO 42001 AI Management Leader - Certificado en la ISO 38507 AI Governance Leader	Chief Risk Officer (CRO) Inversis
 <u>Miguel Jaureguizar</u>	Finanzas + Blockchain	- Ingeniero de Telecomunicaciones. Matrícula de Honor - Diploma de Estudios Avanzados (DEA), Economía Aplicada - Estudios de Postgrado, Economía Aplicada	Director de Desarrollo Digital y Digital Assets Renta4 Banco
 <u>Minerva Rodríguez Cabrera</u>	Inteligencia Artificial + Finanzas	- Máster en Inteligencia Artificial Aplicada a los Mercados Financieros (mlAX)	Analista de Operaciones del Broker Darwinex
 <u>Paloma Llana González</u>	Derecho	- Licenciada en Derecho con Matrícula de honor, mientras cursaba un grado medio de programación de ordenadores - Diploma de Altos Estudios Europeos	Abogado, CISA y Socio Director Razona Legaltech
 <u>Paula Ortiz López</u>	Derecho	- Master Derecho de las Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información - MBA - Máster en Publicidad y Comunicación Digital - Licenciada en Derecho	Co-Fundadora & CEO TheLegal.School

Profesor	Especialidad	Formación	Puesto actual
 <u>Pedro Ventura Gómez</u>	Inteligencia Artificial + Finanzas	- Máster en Inteligencia Artificial Aplicada a los Mercados Financieros (mlAX) (1º de promoción) - Experto en Gestión de Back Office, Servicios financieros y de gestión financiera - Ingeniero Técnico de Telecomunicaciones	Director de Proyectos March Asset Management
 <u>Rafael Sánchez</u>	Inteligencia artificial + Big Data	- Licenciado en telecomunicaciones - Doctor en ingeniería y telecomunicaciones	Manager, Generative AI / ML, Southern Europe and Middle East Google
 <u>Raquel Hernández Falcón</u>	Inteligencia Artificial + Finanzas	- Grado en Matemáticas, Estadística e Investigación - Máster en Inteligencia Artificial Aplicada a los Mercados Financieros (mlAX) - Máster en Finanzas Cuantitativas	Control de Riesgos y Cumplimiento Normativo March Asset Management
 <u>Tomás de la Rosa Turbides</u>	Inteligencia Artificial + Finanzas	- Licenciado en sistemas y computación - Doctorado en telecomunicaciones - CFA level I	Vice President, AI Research Lead JP Morgan
 <u>Valero Laparra Pérez-Muelas</u>	Inteligencia Artificial	- Licenciado en telecomunicaciones - Graduado en matemáticas - Doctorado en filosofía - Doctorado en Inteligencia Artificial por la universidad de New York	Profesor e Investigador Universidad de Valencia



Información general



Información General

Duración



Programa completo equivalente a 139 ECTS

Quant Essential

- Equivalente a 54 ECTS
- 450 horas lectivas
- 1.350 horas lectivas + estudio
- 12 meses

Fecha de inicio

10 de abril
de 2026



Fecha de finalización

16 de marzo
de 2027

Top Quant

- Equivalente a 85 ECTS
- 705 horas lectivas
- 2.115 horas lectivas + estudio
- 15 meses

Fecha de inicio

2 de abril
de 2027



Fecha de finalización

27 de junio
de 2028

Horario



Miércoles y jueves de 19 a 21:30 horas

Viernes de 16 a 21 horas

Sábados de 9 a 14 horas

- * Las clases de los miércoles, jueves y viernes serán impartidas exclusivamente online.
- * Las clases de los sábados serán impartidas de manera presencial y online.

Localización



Los másters Essential se imparten en formato 100% online.

Los másters Top combinan formación online con sesiones presenciales, aunque pueden realizarse 100% online. Todas las ediciones presenciales se realizan en Madrid.

Precio



El precio del programa **Quant Essential** es de 11.000 €

El precio del programa **Top Quant** es de 16.500 €

El precio del **programa completo** es de 27.500 €

Convalidación de contenidos entre másters: una ventaja única



En nuestra escuela, cada máster está especializado en un área distinta, pero todos comparten una base de conocimientos común en los bloques de nuevas tecnologías: Python, IA, Servicios Cloud, Ciberseguridad, Computación Cuántica...

Esta estructura permite que los alumnos cursen las materias comunes sólo una vez, de modo que se beneficien de la **convalidación automática de contenidos en cualquier otro máster** que elijan.

Supongamos que cursas primero el Máster **Top Quant** cuyo precio es de **27.500€**. Al finalizarlo, habrás completado gran parte del contenido común de otros másters, por lo que:

- Podrás acceder a los demás másters convalidando automáticamente esos bloques de contenido ya cursados*.
- El precio de los siguientes másters se reducirá de forma significativa**.
- Podrías **cursar los 4 másters por solo 50.000€*****, en lugar de pagar 108.000 € (27.000€ × 4 másters).

***Esto genera un potente efecto apalancador en tu formación:
más conocimiento, mayor especialización, menor coste.***

* Si accedes a un máster con más del 50% de los contenidos convalidados, éste será exclusivamente online.

** El precio de cada máster será como mínimo del 20% de su valor inicial.

*** Este precio es un ejemplo aproximado, ya que varía en función de cada máster.

**** Las convalidaciones sólo podrán aplicarse en caso de haber superado con éxito el Máster de origen.

En 2025, AthenAI estableció un programa para formar a los mejores Quants del mundo. Su propósito era enseñar a combinar tecnologías avanzadas y estrategias de inversión para liderar los mercados financieros.

El nombre oficial del Máster era:

***"Inteligencia Artificial Avanzada,
Generativa y Computación Cuántica
aplicada a los Mercados Financieros".***

Los alumnos lo conocían como...

Top Quant

