

# Máster Título Propio

## Mecánica de Fluidos

## Computacional

Aval/Membresía



Association  
for Computing  
Machinery



tech global  
university



## Máster Título Propio Mecánica de Fluidos Computacional

- » Modalidad: **online**
- » Duración: **7 meses**
- » Titulación: **TECH Global University**
- » Acreditación: **60 ECTS**
- » Horario: **a tu ritmo**
- » Exámenes: **online**

Acceso web: [www.techtitute.com/ingenieria/master/master-mecanica-fluidos-computacional](http://www.techtitute.com/ingenieria/master/master-mecanica-fluidos-computacional)

# Índice

01

Presentación del programa

---

*pág. 4*

02

¿Por qué estudiar en TECH?

---

*pág. 8*

03

Plan de estudios

---

*pág. 12*

04

Objetivos docentes

---

*pág. 24*

05

Salidas profesionales

---

*pág. 30*

06

Licencias de software incluidas

---

*pág. 34*

07

Metodología de estudio

---

*pág. 38*

08

Cuadro docente

---

*pág. 48*

09

Titulación

---

*pág. 52*

# 01

# Presentación del programa

La simulación del comportamiento de Fluidos mediante herramientas digitales ha revolucionado sectores como la automoción, la aeronáutica, la energía o la medicina. La *American Society of Mechanical Engineers* (ASME) destaca que el uso de técnicas de Computational Fluid Dynamics ha permitido reducir tiempos de desarrollo en hasta un 40 % y optimizar el rendimiento de sistemas complejos. Este contexto evidencia la creciente necesidad de profesionales capaces de integrar física, modelado numérico y programación avanzada. En respuesta a este escenario, TECH presenta una titulación online e innovadora diseñada para ingenieros que aspiran a liderar el cambio tecnológico y destacar en un área profesional en constante crecimiento.



“

*Un programa exhaustivo y 100% online, exclusivo de TECH y con una perspectiva internacional respaldada por nuestra afiliación con la Association of Computing Machinery”*

La Simulación se ha convertido en uno de los pilares de la ciencia y la Dinámica de Fluidos Computacional (CFD) es una técnica informática que busca la simulación del movimiento de los fluidos. Dicha herramienta ofrece múltiples ventajas sobre otro tipo de estudios de Mecánica de Fluidos, como el ahorro de tiempo, la reducción de costes en los experimentos, la posibilidad de analizar condiciones muy complicadas de simular experimentalmente y un nivel de detalle prácticamente ilimitado.

Para conocer en profundidad esta técnica es necesario adquirir unas habilidades y unos conocimientos muy técnicos y especializados en algoritmos, métodos y en los modelos que conforman un simulador. Este es el motivo por el que TECH ha diseñado un programa universitario en Mecánica de Fluidos Computacional, para capacitar al alumno para trabajar en este sector como desarrollador CFD o como usuario avanzado, a través de una visión global y especializada de todo el entorno de desarrollo.

De esta forma, a lo largo del Máster Título Propio se abordan en profundidad temas como el origen de la turbulencia, los entornos GPU, los métodos iterativos, métodos de los volúmenes finitos o los métodos avanzados para CFD, entre otros muchos aspectos de gran relevancia. Este programa universitario está compuesto por contenidos multimedia diseñados por los mejores expertos en la materia e información actualizada basada en las fuentes más rigurosas, además de disponer de las tecnologías más innovadoras en materia de enseñanza.

Asimismo, gracias a que TECH es miembro de la **Association for Computing Machinery (ACM)**, el alumno podrá acceder a recursos exclusivos y actualizados, como publicaciones científicas, cursos especializados y conferencias internacionales. Además, tendrá la oportunidad de ampliar su red de contactos, conectando con expertos en tecnología, inteligencia artificial, ciencia de datos y otras disciplinas clave del sector.

Este **Máster Título Propio en Mecánica de Fluidos Computacional** contiene el programa universitario más completo y actualizado del mercado. Sus características más destacadas son:

- El desarrollo de casos prácticos presentados por expertos en Mecánica de Fluidos Computacional
- Los contenidos gráficos, esquemáticos y eminentemente prácticos con los que están concebidos recogen una información científica y práctica sobre aquellas disciplinas indispensables para el ejercicio profesional
- Los ejercicios prácticos donde realizar el proceso de autoevaluación para mejorar el aprendizaje
- Su especial hincapié en metodologías innovadoras
- Las lecciones teóricas, preguntas al experto, foros de discusión de temas controvertidos y trabajos de reflexión individual
- La disponibilidad de acceso a los contenidos desde cualquier dispositivo fijo o portátil con conexión a internet



*Entiende cómo la evolución de los computadores ha revolucionado el cálculo en Dinámica de Fluidos"*

“

*Aprende técnicas de paralelización para acelerar simulaciones complejas en entornos de supercomputación”*

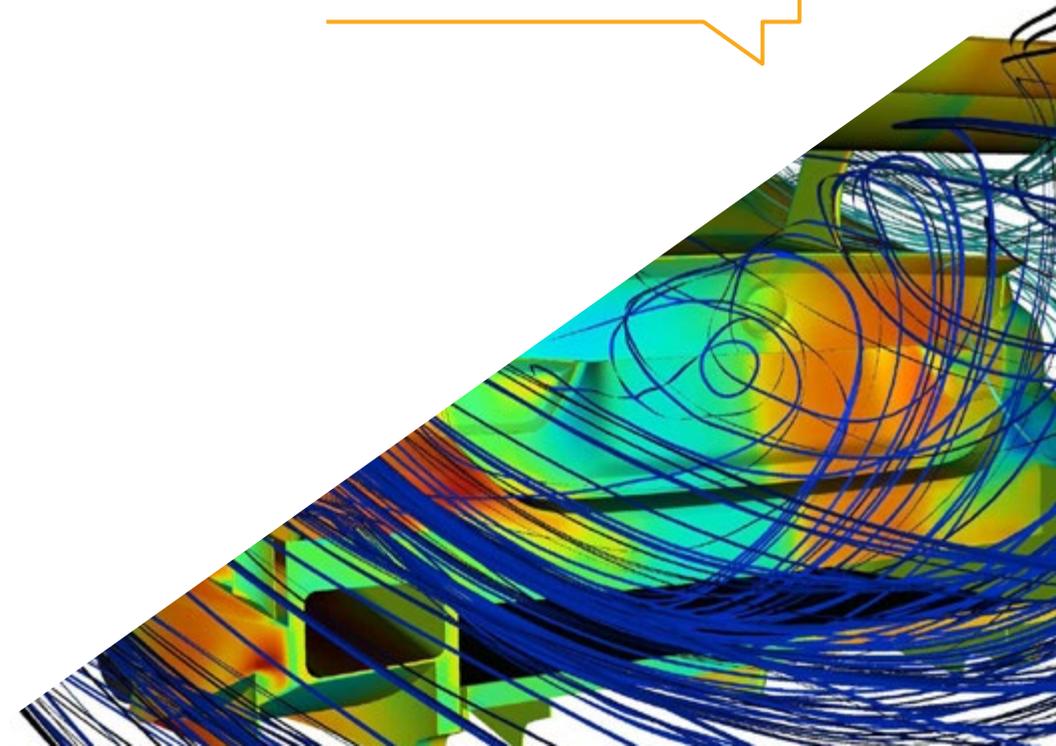
Incluye en su cuadro docente a profesionales pertenecientes al ámbito del Mecánica de Fluidos Computacional, que vierten en este programa la experiencia de su trabajo, además de reconocidos especialistas de sociedades de referencia y universidades de prestigio.

Su contenido multimedia, elaborado con la última tecnología educativa, permitirá al profesional un aprendizaje situado y contextual, es decir, un entorno simulado que proporcionará un estudio inmersivo programado para entrenarse ante situaciones reales.

El diseño de este programa se centra en el Aprendizaje Basado en Problemas, mediante el cual el alumno deberá tratar de resolver las distintas situaciones de práctica profesional que se le planteen a lo largo del curso académico. Para ello, el profesional contará con la ayuda de un novedoso sistema de vídeo interactivo realizado por reconocidos expertos.

*Profundiza en tus conocimientos y adquieres nuevas habilidades en materia de Fluidos Compresibles y flujo multifásico.*

*Aprende todo acerca de modelos avanzados en CFD, gracias al material teórico y práctico más completo.*



02

# ¿Por qué estudiar en TECH?

TECH es la mayor Universidad digital del mundo. Con un impresionante catálogo de más de 14.000 programas universitarios, disponibles en 11 idiomas, se posiciona como líder en empleabilidad, con una tasa de inserción laboral del 99%. Además, cuenta con un enorme claustro de más de 6.000 profesores de máximo prestigio internacional.



“

*Estudia en la mayor universidad digital del mundo y asegura tu éxito profesional. El futuro empieza en TECH”*

### La mejor universidad online del mundo según FORBES

La prestigiosa revista Forbes, especializada en negocios y finanzas, ha destacado a TECH como «la mejor universidad online del mundo». Así lo han hecho constar recientemente en un artículo de su edición digital en el que se hacen eco del caso de éxito de esta institución, «gracias a la oferta académica que ofrece, la selección de su personal docente, y un método de aprendizaje innovador orientado a formar a los profesionales del futuro».

**Forbes**  
Mejor universidad  
online del mundo

**Plan**  
de estudios  
más completo

### Los planes de estudio más completos del panorama universitario

TECH ofrece los planes de estudio más completos del panorama universitario, con temarios que abarcan conceptos fundamentales y, al mismo tiempo, los principales avances científicos en sus áreas científicas específicas. Asimismo, estos programas son actualizados continuamente para garantizar al alumnado la vanguardia académica y las competencias profesionales más demandadas. De esta forma, los títulos de la universidad proporcionan a sus egresados una significativa ventaja para impulsar sus carreras hacia el éxito.

### El mejor claustro docente top internacional

El claustro docente de TECH está integrado por más de 6.000 profesores de máximo prestigio internacional. Catedráticos, investigadores y altos ejecutivos de multinacionales, entre los cuales se destacan Isaiah Covington, entrenador de rendimiento de los Boston Celtics; Magda Romanska, investigadora principal de MetaLAB de Harvard; Ignacio Wistumba, presidente del departamento de patología molecular traslacional del MD Anderson Cancer Center; o D.W Pine, director creativo de la revista TIME, entre otros.

Profesorado  
**TOP**  
Internacional



La metodología  
más eficaz

### Un método de aprendizaje único

TECH es la primera universidad que emplea el *Relearning* en todas sus titulaciones. Se trata de la mejor metodología de aprendizaje online, acreditada con certificaciones internacionales de calidad docente, dispuestas por agencias educativas de prestigio. Además, este disruptivo modelo académico se complementa con el "Método del Caso", configurando así una estrategia de docencia online única. También en ella se implementan recursos didácticos innovadores entre los que destacan vídeos en detalle, infografías y resúmenes interactivos.

### La mayor universidad digital del mundo

TECH es la mayor universidad digital del mundo. Somos la mayor institución educativa, con el mejor y más amplio catálogo educativo digital, cien por cien online y abarcando la gran mayoría de áreas de conocimiento. Ofrecemos el mayor número de titulaciones propias, titulaciones oficiales de posgrado y de grado universitario del mundo. En total, más de 14.000 títulos universitarios, en once idiomas distintos, que nos convierten en la mayor institución educativa del mundo.

**nº1**  
Mundial  
Mayor universidad  
online del mundo

### La universidad online oficial de la NBA

TECH es la universidad online oficial de la NBA. Gracias a un acuerdo con la mayor liga de baloncesto, ofrece a sus alumnos programas universitarios exclusivos, así como una gran variedad de recursos educativos centrados en el negocio de la liga y otras áreas de la industria del deporte. Cada programa tiene un currículo de diseño único y cuenta con oradores invitados de excepción: profesionales con una distinguida trayectoria deportiva que ofrecerán su experiencia en los temas más relevantes.

### Líderes en empleabilidad

TECH ha conseguido convertirse en la universidad líder en empleabilidad. El 99% de sus alumnos obtienen trabajo en el campo académico que ha estudiado, antes de completar un año luego de finalizar cualquiera de los programas de la universidad. Una cifra similar consigue mejorar su carrera profesional de forma inmediata. Todo ello gracias a una metodología de estudio que basa su eficacia en la adquisición de competencias prácticas, totalmente necesarias para el desarrollo profesional.



### Google Partner Premier

El gigante tecnológico norteamericano ha otorgado a TECH la insignia Google Partner Premier. Este galardón, solo al alcance del 3% de las empresas del mundo, pone en valor la experiencia eficaz, flexible y adaptada que esta universidad proporciona al alumno. El reconocimiento no solo acredita el máximo rigor, rendimiento e inversión en las infraestructuras digitales de TECH, sino que también sitúa a esta universidad como una de las compañías tecnológicas más punteras del mundo.



### La universidad mejor valorada por sus alumnos

Los alumnos han posicionado a TECH como la universidad mejor valorada del mundo en los principales portales de opinión, destacando su calificación más alta de 4,9 sobre 5, obtenida a partir de más de 1.000 reseñas. Estos resultados consolidan a TECH como la institución universitaria de referencia a nivel internacional, reflejando la excelencia y el impacto positivo de su modelo educativo.



# 03

## Plan de estudios

Los contenidos de este Máster Título Propio en Mecánica de Fluidos Computacional han sido desarrollados por expertos en Dinámica de Fluidos, cálculo numérico y supercomputación. A través de un enfoque práctico y riguroso, el alumno profundizará en simulaciones CFD, modelado de turbulencia, flujos multifásicos y compresibles, así como en herramientas de postprocesado y validación. El plan de estudios ofrece un recorrido completo por técnicas avanzadas como SPH, LBM, FEM y multifísica, con ejemplos aplicados y software especializado.



“

*Profundiza en problemas abiertos de turbulencia, como la constante de Von-Kármán o el modelado del ruido”*

## Módulo 1. Mecánica de Fluidos y Computación de Altas Prestaciones

- 1.1. Dinámica de Mecánica de Fluidos Computacional
  - 1.1.1. El origen de la turbulencia
  - 1.1.2. La necesidad del modelado
  - 1.1.3. Proceso de trabajo en CFD
- 1.2. Las Ecuaciones de la Mecánica de Fluidos
  - 1.2.1. La ecuación de la continuidad
  - 1.2.2. La ecuación de Navier-Stokes
  - 1.2.3. La ecuación de la energía
  - 1.2.4. Las ecuaciones promediadas de Reynolds
- 1.3. El problema del cierre de las ecuaciones
  - 1.3.1. La hipótesis de Bousinesq
  - 1.3.2. La viscosidad turbulenta en un spray
  - 1.3.3. Modelado en CFD
- 1.4. Números adimensionales y semejanza dinámica
  - 1.4.1. Números adimensionales en Mecánica de Fluidos
  - 1.4.2. El principio de la semejanza dinámica
  - 1.4.3. Ejemplo práctico: modelado en túneles de viento
- 1.5. El Modelado de la Turbulencia
  - 1.5.1. Simulaciones numéricas directas
  - 1.5.2. Simulaciones de grandes remolinos
  - 1.5.3. Métodos RANS
  - 1.5.4. Otros métodos
- 1.6. Técnicas experimentales
  - 1.6.1. PIV
  - 1.6.2. Hilo caliente
  - 1.6.3. Túneles de viento y agua
- 1.7. Entornos de supercomputación
  - 1.7.1. Supercomputación. Ide futuro
  - 1.7.2. Manejo de un supercomputador
  - 1.7.3. Herramientas de uso

- 1.8. Software en arquitecturas paralelas
  - 1.8.1. Entornos distribuidos: MPI
  - 1.8.2. Memoria compartida: GPU
  - 1.8.3. Grabado de datos: HDF5
- 1.9. Grid computing
  - 1.9.1. Descripción de granjas de computadores
  - 1.9.2. Problemas paramétricos
  - 1.9.3. Sistemas de colas en grid computing
- 1.10. GPU, el futuro del CFD
  - 1.10.1. Entornos GPU
  - 1.10.2. Programación en GPU
  - 1.10.3. Ejemplo práctico: Inteligencia artificial en Fluidos usando GPU

## Módulo 2. Matemáticas Avanzadas para CFD

- 2.1. Fundamentos matemáticos
  - 2.1.1. Gradientes, divergencias y rotacionales. Derivada total
  - 2.1.2. Ecuaciones diferenciales ordinarias
  - 2.1.3. Ecuaciones en derivadas parciales
- 2.2. Estadística
  - 2.2.1. Medias y momentos
  - 2.2.2. Funciones de densidad de probabilidad
  - 2.2.3. Correlación y espectros de energía
- 2.3. Soluciones fuertes y débiles de una ecuación diferencial
  - 2.3.1. Bases de funciones. Soluciones fuertes y débiles
  - 2.3.2. El método de los volúmenes finitos. La ecuación del calor
  - 2.3.3. El método de los volúmenes finitos. Navier-Stokes
- 2.4. El Teorema de Taylor y la Discretización en tiempo y espacio
  - 2.4.1. Diferencias finitas en 1 dimensión. Orden de error
  - 2.4.2. Diferencias finitas en 2 dimensiones.
  - 2.4.3. De ecuaciones continuas a ecuaciones algebraicas

- 2.5. Resolución de problemas algebraicos, método LU
    - 2.5.1. Métodos de resolución de problemas algebraicos
    - 2.5.2. El método LU en matrices llenas
    - 2.5.3. El método LU en matrices dispersas
  - 2.6. Resolución de problemas algebraicos, métodos iterativos I
    - 2.6.1. Métodos iterativos. Residuos
    - 2.6.2. El método de Jacobi
    - 2.6.3. Generalización del método de Jacobi
  - 2.7. Resolución de problemas algebraicos, métodos iterativos II
    - 2.7.1. Métodos multimalla: ciclo en V: interpolación
    - 2.7.2. Métodos multimalla: ciclo en V: extrapolación
    - 2.7.3. Métodos multimalla: ciclo en W
    - 2.7.4. Estimación del error
  - 2.8. Autovalores y autovectores
    - 2.8.1. El problema algebraico
    - 2.8.2. Aplicación a la ecuación del calor
    - 2.8.3. Estabilidad de ecuaciones diferenciales
  - 2.9. Ecuaciones de evolución no lineales
    - 2.9.1. Ecuación del calor: métodos explícitos
    - 2.9.2. Ecuación del calor: métodos implícitos
    - 2.9.3. Ecuación del calor: métodos Runge-Kutta
  - 2.10. Ecuaciones estacionarias no lineales
    - 2.10.1. El método de Newton-Raphson
    - 2.10.2. Aplicación en 1D
    - 2.10.3. Aplicación en 2D
- 
- Módulo 3. CFD en Entornos de Investigación y Modelado**
- 3.1. La Investigación en Dinámica de Fluidos Computacional (CFD)
    - 3.1.1. Desafíos en turbulencia
    - 3.1.2. Avances en RANS
    - 3.1.3. Inteligencia artificial
  - 3.2. Diferencias finitas
    - 3.2.1. Presentación y aplicación a un problema 1D. Teorema de Taylor
    - 3.2.2. Aplicación en 2D
    - 3.2.3. Condiciones de contorno
  - 3.3. Diferencias finitas compactas
    - 3.3.1. Objetivo. El artículo de SK Lele
    - 3.3.2. Obtención de los coeficientes
    - 3.3.3. Aplicación a un problema 1D
  - 3.4. La transformada de Fourier
    - 3.4.1. La transformada de Fourier. De Fourier a nuestros días
    - 3.4.2. El paquete FFTW
    - 3.4.3. Transformado coseno: Tchebycheff
  - 3.5. Métodos espectrales
    - 3.5.1. Aplicación a un problema de Fluidos
    - 3.5.2. Métodos pseudo-espectrales: Fourier + CFD
    - 3.5.3. Métodos de colocación
  - 3.6. Métodos avanzados de discretización temporal.
    - 3.6.1. El método de Adams-Bamsford
    - 3.6.2. El método de Crack-Nicholson
    - 3.6.3. Runge-Kutta
  - 3.7. Estructuras en turbulencia
    - 3.7.1. El Vórtice
    - 3.7.2. El ciclo de vida de una estructura turbulenta
    - 3.7.3. Técnicas de visualización
  - 3.8. El método de las Características
    - 3.8.1. Fluidos compresibles
    - 3.8.2. Aplicación: Una ola rompiendo
    - 3.8.3. Aplicación: la ecuación de Burguers
  - 3.9. CFD y supercomputación
    - 3.9.1. El problema de la memoria y la evolución de los computadores
    - 3.9.2. Técnicas de paralelización
    - 3.9.3. Descomposición de dominios

- 3.10. Problemas abiertos en turbulencia
  - 3.10.1. El modelado y la constante de Von-Karma
  - 3.10.2. Aerodinámica: capas límite
  - 3.10.3. Ruido en problemas de CFD

#### Módulo 4. CFD en Entornos de Aplicación: Métodos de los Volúmenes Finito

- 4.1. Métodos de los Volúmenes Finitos
  - 4.1.1. Definiciones en FVM
  - 4.1.2. Antecedentes históricos
  - 4.1.3. MVF en Estructuras
- 4.2. Términos fuente
  - 4.2.1. Fuerzas volumétricas externas
    - 4.2.1.1. Gravedad, fuerza centrífuga
  - 4.2.2. Término fuente volumétrico (masa) y de presión (evaporación, cavitación, química)
  - 4.2.3. Término fuente de escalares
    - 4.2.3.1. Temperatura, especies
- 4.3. Aplicaciones de las condiciones de contorno
  - 4.3.1. Entradas y salidas
  - 4.3.2. Condición de simetría
  - 4.3.3. Condición de pared
    - 4.3.3.1. Valores impuestos
    - 4.3.3.2. Valores a resolver por cálculo en paralelo
    - 4.3.3.3. Modelos de pared
- 4.4. Condiciones de contorno
  - 4.4.1. Condiciones de contorno conocidas: Dirichlet
    - 4.4.1.1. Escalares
    - 4.4.1.2. Vectoriales
  - 4.4.2. Condiciones de contorno con derivada conocida: Neumann
    - 4.4.2.1. Gradiente cero
    - 4.4.2.2. Gradiente finito
  - 4.4.3. Condiciones de contorno cíclicas: Born-von Karman
  - 4.4.4. Otras condiciones de contorno: Robin
- 4.5. Integración temporal
  - 4.5.1. Euler explícito e implícito
  - 4.5.2. Paso temporal de Lax-Wendroff y variantes (Richtmyer y MacCormack)
  - 4.5.3. Paso temporal multietapa Runge-Kutta
- 4.6. Esquemas Upwind
  - 4.6.1. Problema de Riemman
  - 4.6.2. Principales esquemas upwind: MUSCL, Van Leer, Roe, AUSM
  - 4.6.3. Diseño de un esquema espacial upwind
- 4.7. Esquemas de alto orden
  - 4.7.1. Galerkin discontinuos de alto orden
  - 4.7.2. ENO y WENO
  - 4.7.3. Esquemas de Alto Orden. Ventajas y Desventajas
- 4.8. Bucle de convergencia de la presión-velocidad
  - 4.8.1. PISO
  - 4.8.2. SIMPLE, SIMPLER y SIMPLEC
  - 4.8.3. PIMPLE
  - 4.8.4. Bucles en régimen transitorio
- 4.9. Contornos móviles
  - 4.9.1. Técnicas de remallado
  - 4.9.2. Mapeado: sistema de referencia móvil
  - 4.9.3. Immersed boundary method
  - 4.9.4. Mallas superpuestas
- 4.10. Errores e incertidumbres en el modelado de CFD
  - 4.10.1. Precisión y exactitud
  - 4.10.2. Errores numéricos
  - 4.10.3. Incertidumbres de entrada y del modelo físico

## Módulo 5. Métodos Avanzados para CFD

- 5.1. Método de los Elementos Finitos (FEM)
  - 5.1.1. Discretización del dominio. El elemento finito
  - 5.1.2. Funciones de forma. Reconstrucción del campo continuo
  - 5.1.3. Ensamblado de la matriz de coeficientes y condiciones de contorno
  - 5.1.4. Resolución del sistema de ecuaciones
- 5.2. FEM: Caso práctico. Desarrollo de un simulador FEM
  - 5.2.1. Funciones de forma
  - 5.2.2. Ensamblaje de la matriz de coeficientes y aplicación de condiciones de contorno
  - 5.2.3. Resolución del sistema de ecuaciones
  - 5.2.4. Postprocesado
- 5.3. Hidrodinámica de Partículas Suavizadas (SPH)
  - 5.3.1. Mapeado del campo fluido a partir de los valores de las partículas
  - 5.3.2. Evaluación de derivadas e interacción entre partículas
  - 5.3.3. La función de suavizado. El kernel
  - 5.3.4. Condiciones de contorno
- 5.4. SPH: Desarrollo de un simulador basado en SPH
  - 5.4.1. El kernel
  - 5.4.2. Almacenamiento y ordenación de las partículas en voxels
  - 5.4.3. Desarrollo de las condiciones de contorno
  - 5.4.4. Postprocesado
- 5.5. Simulación Directa Montecarlo (DSMC)
  - 5.5.1. Teoría cinético-molecular
  - 5.5.2. Mecánica estadística
  - 5.5.3. Equilibrio molecular
- 5.6. DSMC: Metodología
  - 5.6.1. Aplicabilidad del método DSMC
  - 5.6.2. Modelización
  - 5.6.3. Consideraciones para la aplicabilidad del método
- 5.7. DSMC: Aplicaciones
  - 5.7.1. Ejemplo en 0-D: Relajación térmica
  - 5.7.2. Ejemplo en 1-D: Onda de choque normal

- 5.7.3. Ejemplo en 2-D: Cilindro supersónico
- 5.7.4. Ejemplo en 3-D: Esquina supersónica
- 5.7.5. Ejemplo complejo: Space Shuttle
- 5.8. Método del Lattice- Boltzmann (LBM)
  - 5.8.1. Ecuación de Boltzmann y distribución de equilibrio
  - 5.8.2. De Boltzmann a Navier-Stokes. Expansión de Chapman-Enskog
  - 5.8.3. De distribución probabilística a magnitud física
  - 5.8.4. Conversión de unidades. De magnitudes físicas a magnitudes del lattice
- 5.9. LBM: Aproximación numérica
  - 5.9.1. El algoritmo LBM. Paso de transferencia y paso de colisión
  - 5.9.2. Operadores de colisión y normalización de momentos
  - 5.9.3. Condiciones de contorno
- 5.10. LBM: Caso práctico
  - 5.10.1. Desarrollo de un simulador basado en LBM
  - 5.10.2. Experimentación con varios operadores de colisión
  - 5.10.3. Experimentación con varios modelos de turbulencia

## Módulo 6. El Modelado de la Turbulencia en Fluido

- 6.1. La turbulencia. Características claves
  - 6.1.1. Disipación y difusividad
  - 6.1.2. Escalas características. Ordenes de magnitud
  - 6.1.3. Números de Reynolds
- 6.2. Definiciones de Turbulencia. De Reynolds a nuestros días
  - 6.2.1. El problema de Reynolds. La capa límite
  - 6.2.2. Meteorología, Richardson y Smagorinsky
  - 6.2.3. El problema del caos
- 6.3. La cascada de energía
  - 6.3.1. Las escalas más pequeñas de la turbulencia
  - 6.3.2. Las hipótesis de Kolmogorov
  - 6.3.3. El exponente de la cascada

- 6.4. El problema de cierre revisitado
  - 6.4.1. 10 incógnitas y 4 ecuaciones
  - 6.4.2. La ecuación de la energía cinética turbulenta.
  - 6.4.3. El ciclo de la turbulencia
- 6.5. La viscosidad turbulenta.
  - 6.5.1. Antecedentes históricos y paralelismos
- 6.5.2 Problema iniciático: chorros
  - 6.5.3. La viscosidad turbulenta en problemas CFD
- 6.6. Los métodos RANS
  - 6.6.1. La hipótesis de la viscosidad turbulenta
  - 6.6.2. Las ecuaciones de RANS
  - 6.6.3. Métodos RANS. Ejemplos de uso
- 6.7. La evolución de LES
  - 6.7.1. Antecedentes históricos
  - 6.7.2. Filtros espectrales
  - 6.7.3. Filtros espaciales. El problema en la pared
- 6.8. Turbulencia de pared I.
  - 6.8.1. Escalas características
  - 6.8.2. Las ecuaciones del momento
  - 6.8.3. Las regiones de un flujo turbulento de pared
- 6.9. Turbulencia de pared II
  - 6.9.1. Capas límites
  - 6.9.2. Los números adimensionales de una capa límite
  - 6.9.3. La solución de Blasius
- 6.10. La ecuación de la energía
  - 6.10.1. Escalares pasivos
  - 6.10.2. Escalares activos. La aproximación de Bousinesq
  - 6.10.3. Flujos de Fanno y Rayleigh



## Módulo 7. Fluidos Compresibles

- 7.1. Fluidos compresibles
  - 7.1.1. Fluidos compresibles y Fluidos incompresibles. Diferencias
  - 7.1.2. Ecuación de estado
  - 7.1.3. Ecuaciones diferenciales de los Fluidos compresibles
- 7.2. Ejemplos prácticos del régimen compresible
  - 7.2.1. Ondas de choque
  - 7.2.2. Expansión de Prandtl - Meyer
  - 7.2.3. Toberas
- 7.3. Problema de Riemann
  - 7.3.1. El problema de Riemann
  - 7.3.2. Solución del problema de Riemann por características
  - 7.3.3. Sistemas no lineales: Ondas de choque. Condición de Rankine - Hugoniot
  - 7.3.4. Sistemas no lineales: Ondas y abanicos de expansión. Condición de entropía
  - 7.3.5. Invariantes de Riemann
- 7.4. Ecuaciones de Euler
  - 7.4.1. Invariantes de las ecuaciones de Euler
  - 7.4.2. Variables conservativas vs variables primitivas
  - 7.4.3. Estrategias de solución
- 7.5. Soluciones al problema de Riemann
  - 7.5.1. Solución exacta
  - 7.5.2. Métodos numéricos conservativos
  - 7.5.3. Método de Godunov
  - 7.5.4. Flux Vector Splitting
- 7.6. Riemann solvers aproximados
  - 7.6.1. HLLC
  - 7.6.2. Roe
  - 7.6.3. AUSM

- 7.7. Métodos de mayor orden
  - 7.7.1. Problemas de los métodos de mayor orden
  - 7.7.2. Limiters y métodos TVD
  - 7.7.3. Ejemplos Prácticos
- 7.8. Aspectos adicionales del Problema de Riemann
  - 7.8.1. Ecuaciones no homogéneas
  - 7.8.2. Splitting dimensional
  - 7.8.3. Aplicaciones a las ecuaciones de Navier-Stokes
- 7.9. Regiones con altos gradientes y discontinuidades
  - 7.9.1. Importancia del mallado
  - 7.9.2. Adaptación automática de malla (AMR)
  - 7.9.3. Métodos Shock Fitting
- 7.10. Aplicaciones del flujo compresible
  - 7.10.1. Problema de Sod
  - 7.10.2. Cuña supersónica
  - 7.10.3. Tobera convergente-divergent

## Módulo 8. Flujo Multifásico

- 8.1. Los regímenes de flujo
  - 8.1.1. Fase continuas
  - 8.1.2. Fase discreta
  - 8.1.3. Poblaciones de fase discreta
- 8.2. Fases continuas
  - 8.2.1. Propiedades de la interface líquido-gas
  - 8.2.2. Cada fase un dominio
    - 8.2.2.1. Resolución de fases de manera independiente.
  - 8.2.3. Solución acoplada
    - 8.2.3.1. La fracción de fluido como escalar descriptivo de la fase
  - 8.2.4. Reconstrucción de la interface líquido gas
- 8.3. Simulación marina
  - 8.3.1. Regímenes de oleaje. Altura de las olas vs profundidad
  - 8.3.2. Condición de contorno de entrada. Simulación de oleaje
  - 8.3.3. Condición de contorno de salida no reflexiva. La playa numérica
  - 8.3.4. Condiciones de contorno laterales. Viento lateral y deriva

- 8.4. Tensión superficial
  - 8.4.1. Fenómeno Físico de la Tensión Superficial
  - 8.4.2. Modelado
  - 8.4.3. Interacción con superficies. Ángulo de humectancia
- 8.5. Cambio de fase
  - 8.5.1. Términos fuente y sumidero asociados al cambio de fase
  - 8.5.2. Modelos de evaporación
  - 8.5.3. Modelos de condensación y precipitación. Nucleación de gotas
  - 8.5.4. Cavitación
- 8.6. Fase discreta: partículas, gotas y burbujas
  - 8.6.1. La fuerza de resistencia
  - 8.6.2. La fuerza de flotación
  - 8.6.3. Inercia
  - 8.6.4. Movimiento Browniano y efectos de la turbulencia
  - 8.6.5. Otras fuerzas
- 8.7. Interacción con el fluido circundante
  - 8.7.1. Generación a partir de fase continuas
  - 8.7.2. Arrastre aerodinámico
  - 8.7.3. Interacción con otras entidades, coalescencia y ruptura
  - 8.7.4. Condiciones de contorno
- 8.8. Descripción estadística de poblaciones de partículas. Paquetes
  - 8.8.1. Transporte de poblaciones
  - 8.8.2. Condiciones de contorno de poblaciones
  - 8.8.3. Interacciones de poblaciones
  - 8.8.4. Extendiendo la fase discreta a poblaciones
- 8.9. Lámina de agua
  - 8.9.1. Hipótesis de Lámina de Agua
  - 8.9.2. Ecuaciones y modelado
  - 8.9.3. Término fuente a partir de partículas
- 8.10. Ejemplo de aplicación con OpenFOAM
  - 8.10.1. Descripción de un problema industrial
  - 8.10.2. Setup y simulación
  - 8.10.3. Visualización e interpretación de resultados

## Módulo 9. Modelos Avanzados en CFD

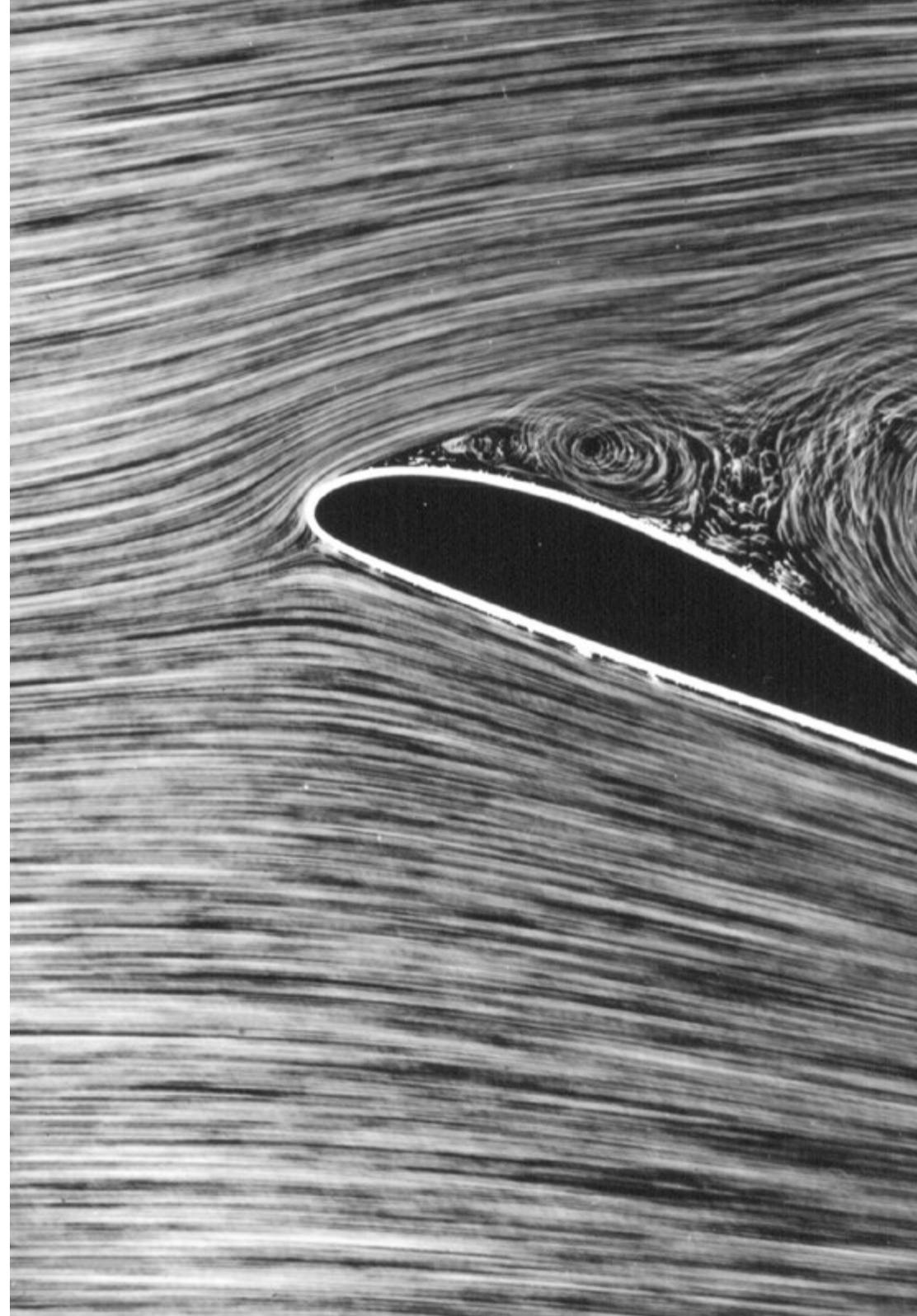
- 9.1. Multifísica
  - 9.1.1. Simulaciones Multifísicas
  - 9.1.2. Tipos de sistemas
  - 9.1.3. Ejemplos de aplicación
- 9.2. Cosimulación Unidireccional
  - 9.2.1. Cosimulación Unidireccional. Aspectos avanzados
  - 9.2.2. Esquemas de intercambio de información
  - 9.2.3. Aplicaciones
- 9.3. Cosimulación Bidireccional
  - 9.3.1. Cosimulación Bidireccional. Aspectos avanzados
  - 9.3.2. Esquemas de intercambio de información
  - 9.3.3. Aplicaciones
- 9.4. Transferencia de Calor por Convección
  - 9.4.1. Transferencia de Calor por Convección. Aspectos avanzados
  - 9.4.2. Ecuaciones de transferencia de calor convectiva
  - 9.4.3. Métodos de resolución de problemas de convección
- 9.5. Transferencia de Calor por Conducción
  - 9.5.1. Transferencia de Calor por Conducción. Aspectos avanzados
  - 9.5.2. Ecuaciones de transferencia de calor conductiva
  - 9.5.3. Métodos de resolución de problemas de conducción
- 9.6. Transferencia de Calor por Radiación
  - 9.6.1. Transferencias de Calor por Radiación. Aspectos avanzados
  - 9.6.2. Ecuaciones de transferencia de calor por radiación
  - 9.6.3. Métodos de resolución de problemas de radiación
- 9.7. Acoplamiento sólido-fluido calor
  - 9.7.1. Acoplamiento sólido-fluido calor
  - 9.7.2. Acoplamiento térmico sólido-fluido
  - 9.7.3. CFD y FEM
- 9.8. Aeroacústica
  - 9.8.1. La aeroacústica computacional
  - 9.8.2. Analogías acústicas
  - 9.8.3. Métodos de resolución

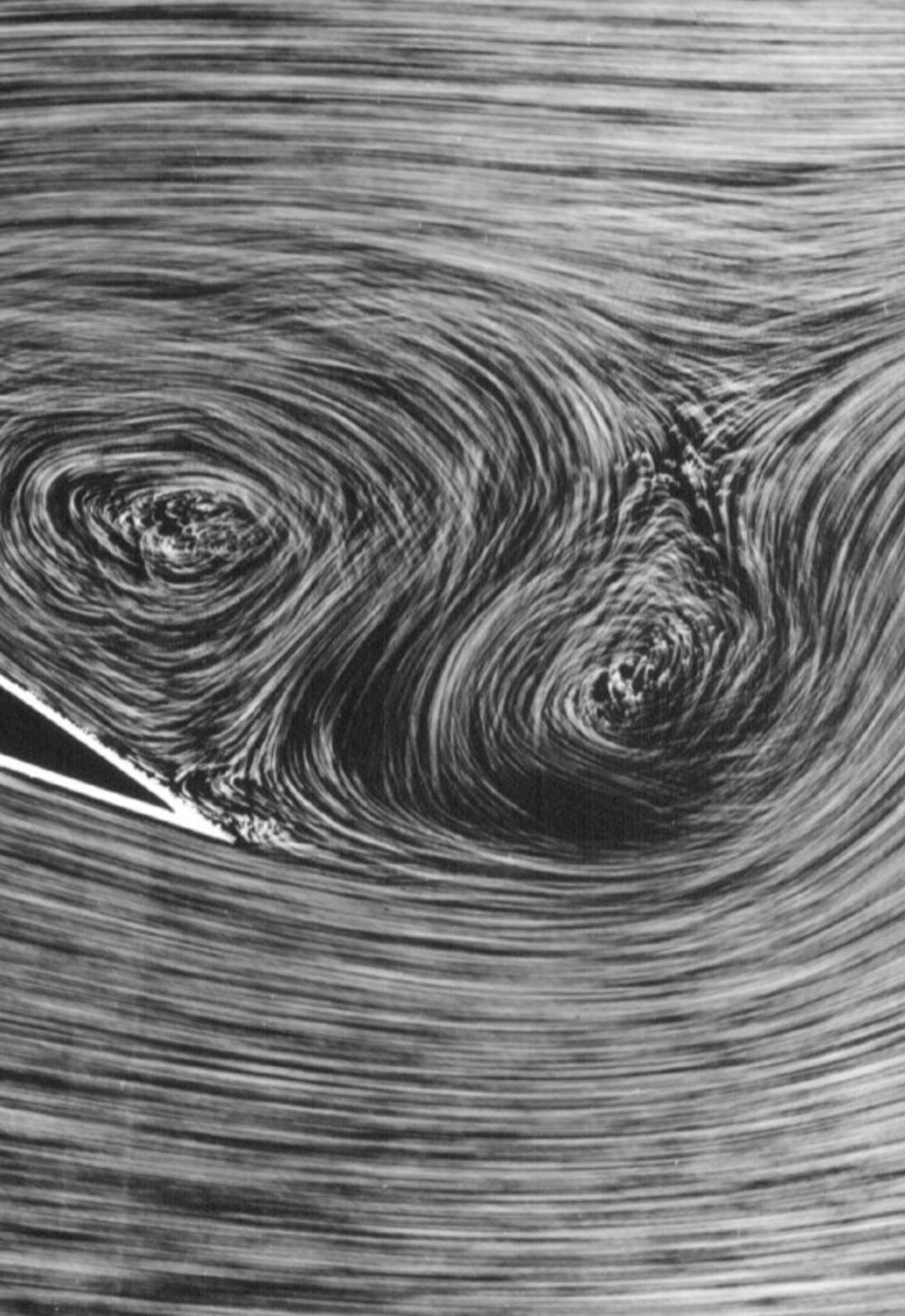
- 9.9. Problemas de Advección-difusión
  - 9.9.1. Problemas de Advección- difusión
  - 9.9.2. Campos Escalares
  - 9.9.3. Métodos de partículas
- 9.10. Modelos de acoplamiento con flujo reactivo
  - 9.10.1. Modelos de Acoplamiento con Flujo Reactivo. Aplicaciones
  - 9.10.2. Sistema de ecuaciones diferenciales. Resolviendo la reacción química
  - 9.10.3. CHEMKINS
  - 9.10.4. Combustión: llama, chispa, Wobee
  - 9.10.5. Flujos reactivos en régimen no estacionario: hipótesis de sistema quasi-estacionario.
  - 9.10.6. Flujos reactivos en flujos turbulentos.
  - 9.10.7. Catalizadores

## Módulo 10. Postprocesado, validación y aplicación en CFD

- 10.1. Postprocesado en CFD I
  - 10.1.1. Postprocesado sobre Plano y Superficies
  - 10.1.2. Postprocesado en el plano
  - 10.1.3. Postprocesado en superficies
- 10.2. Postprocesado en CFD II
  - 10.2.1. Postprocesado Volumétrico
    - 10.2.1.1. Postprocesado volumétrico I
    - 10.2.1.2. Postprocesado volumétrico II
- 10.3. Software libre de postprocesado en CFD
  - 10.3.1. Software libre de Postprocesado
  - 10.3.2. Paraview
  - 10.3.3. Ejemplo de uso de Paraview
- 10.4. Convergencia de simulaciones
  - 10.4.1. Convergencia
  - 10.4.2. Convergencia de malla
  - 10.4.3. Convergencia numérica

- 10.5. Clasificación de métodos
  - 10.5.1. Aplicaciones
  - 10.5.2. Tipos de Fluidos
  - 10.5.3. Escalas
  - 10.5.4. Máquinas de cálculo
- 10.6. Validación de modelos
  - 10.6.1. Necesidad de Validación
  - 10.6.2. Simulación vs Experimento
  - 10.6.3. Ejemplos de validación
- 10.7. Métodos de simulación. Ventajas y Desventajas
  - 10.7.1. RANS
  - 10.7.2. LES, DES, DNS
  - 10.7.3. Otros métodos
  - 10.7.4. ventajas y desventajas
- 10.8. Ejemplos de métodos y aplicaciones
  - 10.8.1. Caso de cuerpo sometido a fuerzas aerodinámicas
  - 10.8.2. Caso térmico
  - 10.8.3. Caso multifase
- 10.9. Buenas Prácticas de Simulación
  - 10.9.1. Importancia de las Buenas Prácticas
  - 10.9.2. Buenas Prácticas
  - 10.9.3. Errores en simulación
- 10.10. Software comerciales y libres
  - 10.10.1. Software de FVM
  - 10.10.2. Software de otros métodos
  - 10.10.3. Ventajas y desventajas
  - 10.10.4. Futuro de simulación CFD





*Conoce los fundamentos históricos y actuales del método de los Volúmenes Finitos aplicados a estructuras”*

# 04

## Objetivos docentes

Este programa universitario de TECH está diseñado para proporcionar a los ingenieros las herramientas más avanzadas para modelar, simular y analizar fenómenos fluidodinámicos complejos. Desde el estudio estadístico de la turbulencia hasta la simulación multifísica con modelos acoplados, esta oportunidad académica capacita a los egresados para aplicar técnicas numéricas de última generación, desarrollar estrategias de supercomputación y dominar los entornos de cálculo más exigentes. Así, los objetivos docentes de este Máster Título Propio garantizan que los egresados se conviertan en especialistas capaces de resolver problemas críticos en CFD, aplicar soluciones multifásicas, compresibles y térmicas.





*Lidera proyectos de simulación fluidodinámica avanzada en sectores clave como la aeronáutica, la energía, la investigación aplicada o la industria naval"*

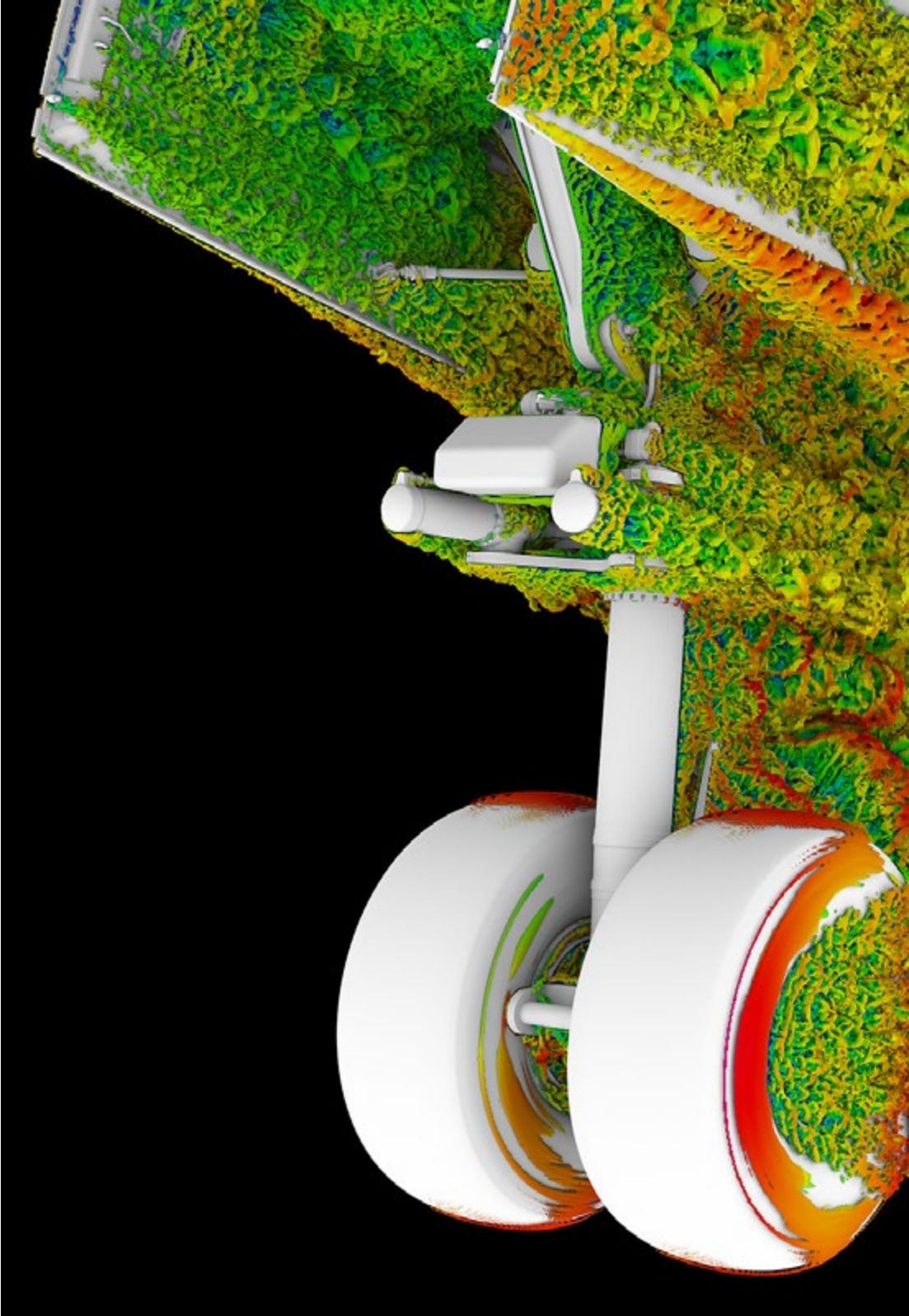


## Objetivos generales

- ♦ Establecer las bases del estudio de la turbulencia
- ♦ Desarrollar los conceptos estadísticos del CFD
- ♦ Determinar las principales técnicas de cálculo en investigación en turbulencia
- ♦ Generar conocimiento especializado en el método de los Volúmenes Finitos
- ♦ Adquirir conocimiento especializado en las técnicas para el cálculo de mecánica de Fluidos
- ♦ Examinar las unidades de pared y las distintas regiones de un flujo turbulento de pared
- ♦ Determinar las características propias de los flujos compresibles
- ♦ Examinar los múltiples modelos y métodos multifásicos
- ♦ Desarrollar conocimiento especializado sobre los múltiples modelos y métodos en multifísica y en análisis térmico
- ♦ Interpretar los resultados obtenidos mediante un correcto postprocesado



*Desarrollarás habilidades avanzadas y profesionales para diseñar diferentes esquemas Upwind”*





## Objetivos específicos

---

- ♦ Módulo 1. Mecánica de Fluidos y Computación de Altas Prestaciones
- ♦ Identificar las ecuaciones de los flujos turbulentos
- ♦ Examinar el problema de cierre
- ♦ Establecer los números adimensionales necesarios para el modelado
- ♦ Analizar las principales técnicas de CFD

### **Módulo 2. Matemáticas Avanzadas para CFD**

- ♦ Desarrollar los conceptos matemáticos de la turbulencia
- ♦ Fundamentar el método de resolución de las ecuaciones de CFD
- ♦ Mostrar los métodos de resolución de problemas algebraicos
- ♦ Examinar el uso de autovalores y autovectores en problemas CFD

### **Módulo 3. CFD en Entornos de Investigación y Modelado**

- ♦ Analizar el futuro de la Inteligencia Artificial en turbulencia
- ♦ Aplicar los métodos clásicos de discretización a problemas de Mecánica de Fluidos
- ♦ Determinar las distintas estructuras turbulentas y su importancia
- ♦ Mostrar el método de las características

### **Módulo 4. CFD en Entornos de Aplicación: Métodos de los Volúmenes Finitos**

- ♦ Analizar el entorno de FEM o MVF
- ♦ Concretar qué, dónde y cómo se pueden definir las condiciones de contorno
- ♦ Determinar los posibles pasos temporales
- ♦ Concretar y diseñar los esquemas Upwind

### Módulo 5. Métodos Avanzados para CFD

- ♦ Desarrollar el Método de los Elementos Finitos y el Método de la Hidrodinámica de Partículas Suavizada
- ♦ Analizar las ventajas de los métodos lagrangianos frente a los eulerianos, en particular, SPH vs FVM
- ♦ Evaluar e interpretar simulaciones de aerodinámica espacial y microfluidodinámica
- ♦ Establecer las ventajas y desventajas de LBM frente al método tradicional FVM

### Módulo 6. El Modelado de la Turbulencia en Fluido

- ♦ Aplicar el concepto de los órdenes de magnitud
- ♦ Presentar el problema de cierre de las ecuaciones de Navier-Stokes
- ♦ Examinar las ecuaciones del presupuesto de la energía
- ♦ Desarrollar el concepto de la viscosidad turbulenta

### Módulo 7. Fluidos Compresibles

- ♦ Desarrollar las diferencias principales entre flujo compresible e incompresible
- ♦ Examinar ejemplos típicos de la aparición de Fluidos compresibles
- ♦ Establecer la metodología básica para la resolución del problema de Riemann
- ♦ Compilar distintas estrategias de resolución

### Módulo 8. Flujo Multifásico

- ♦ Distinguir qué tipo de flujo multifásico se va a simular
- ♦ Establecer la diferencia entre los métodos lagrangianos, eulerianos y mixtos
- ♦ Determinar las herramientas que mejor se adaptan al tipo de flujo a simular
- ♦ Desarrollar condiciones de contorno para la simulación de oleaje



### **Módulo 9. Modelos Avanzados en CFD**

- ♦ Distinguir qué tipo de interacciones físicas se van a simular
- ♦ Entender los esquemas de intercambio de datos más comunes entre distintos softwares de simulación
- ♦ Examinar los distintos modelos de transferencia de calor y cómo pueden afectar a un fluido
- ♦ Modelar fenómenos de convección, radiación y difusión desde el punto de vista de Fluidos

### **Módulo 10. Postprocesado, validación y aplicación en CFD**

- ♦ Determinar los tipos de postprocesado según los resultados que se quieren analizar: puramente numéricos, visuales o una mezcla de ambos
- ♦ Analizar la convergencia de una simulación CFD
- ♦ Examinar las distintas herramientas disponibles en el mercado
- ♦ Fundamentar el contexto actual de la simulación CFD

# 05

# Salidas profesionales

El dominio de la Mecánica de Fluidos Computacional abre un amplio espectro de salidas profesionales en sectores estratégicos como la aeronáutica, la automoción, la energía, la ingeniería biomédica o el medio ambiente. Gracias al auge de la simulación numérica, perfiles especializados en Mecánica de Fluidos Computacional son cada vez más demandados por empresas tecnológicas, centros de investigación y consultoras de ingeniería. Este Máster Título Propio permite acceder a posiciones como ingeniero de simulación, desarrollador de modelos numéricos o analista de sistemas térmicos y fluidodinámicos en entornos altamente competitivos.



“

*Aplicarás herramientas de supercomputación, modelado de turbulencia y análisis de dinámica de Fluidos con una capacidad resolutive de vanguardia, optimizando cada proceso desde la simulación hasta el postprocesado"*

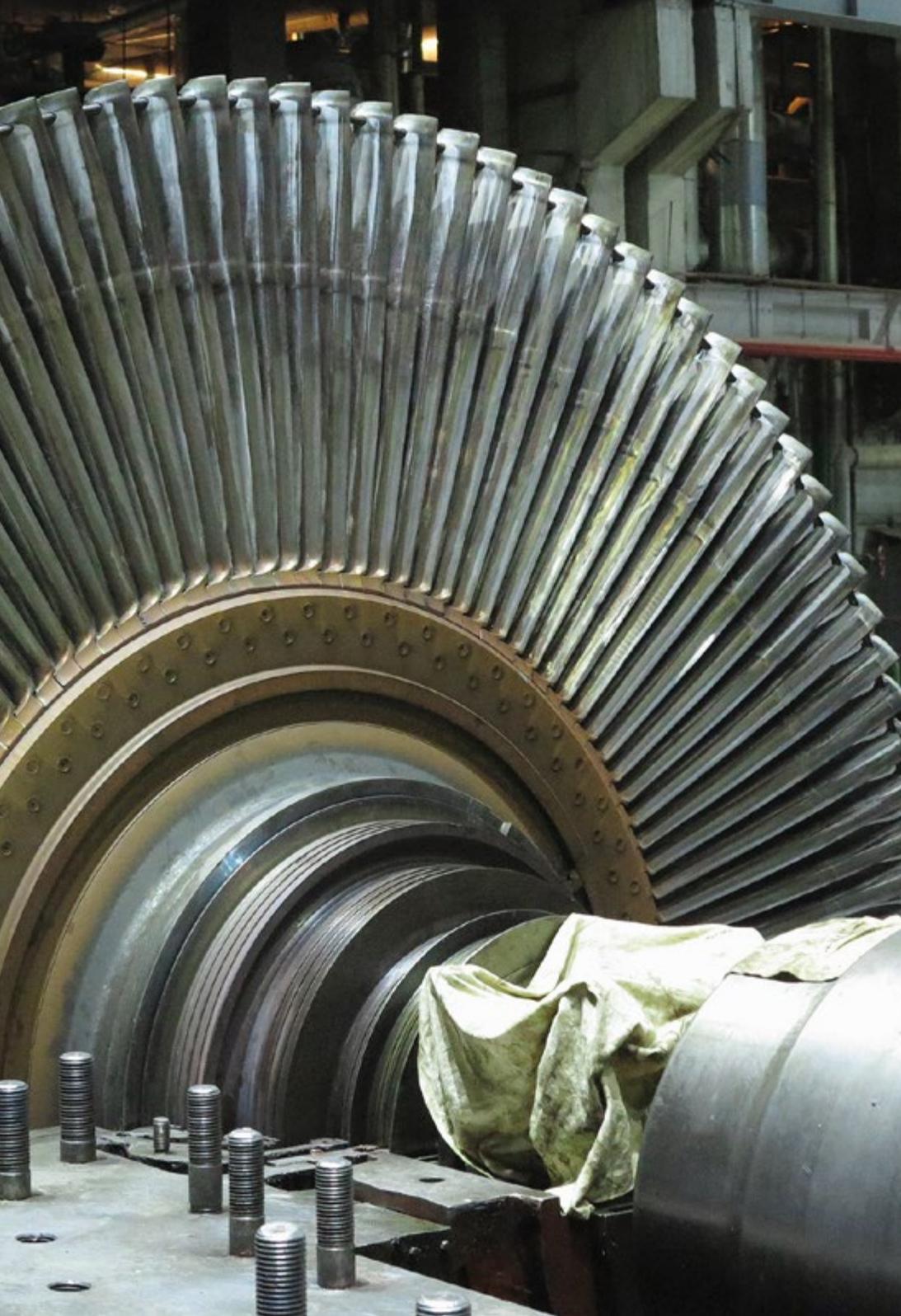
### Perfil del egresado

El egresado de este Máster Título Propio de TECH será un profesional altamente cualificado para afrontar con solvencia los retos más exigentes en simulación numérica y Mecánica de Fluidos Computacional. Tendrá la capacidad de diseñar, configurar e interpretar simulaciones avanzadas mediante técnicas de CFD, adaptando los modelos a las necesidades específicas de cada entorno técnico. Además, contará con competencias para aplicar soluciones eficientes, evaluar escenarios aerodinámicos, espaciales o microfluidodinámicos y garantizar la validez de los resultados obtenidos con criterios científicos.

*Podrás ejercer con excelencia en entornos industriales, aeronáuticos, energéticos o académicos, integrando modelos numéricos con tecnologías de simulación de última generación.*

- ♦ **Modelado Avanzado en CFD:** Dominio en la aplicación de métodos numéricos y físicos para la simulación precisa de flujos, transferencia de calor y Mecánica de Fluidos avanzada
- ♦ **Optimización de Simulaciones:** Capacidad para configurar cada experimento numérico desde el preprocesado hasta el análisis de resultados, aplicando los esquemas adecuados en cada caso
- ♦ **Resolución de Problemas Complejos:** Habilidad para identificar y aplicar el tipo de simulación ideal, modelar ecuaciones diferenciales y resolver situaciones con presencia de estructuras turbulentas
- ♦ **Aplicación de Métodos de Supercomputación:** Conocimiento especializado en arquitecturas de cálculo paralelo y herramientas de alto rendimiento para afrontar simulaciones intensivas





Después de realizar el programa universitario, podrás desempeñar tus conocimientos y habilidades en los siguientes cargos:

1. **Ingeniero Especializado en CFD:** Responsable de realizar simulaciones numéricas en proyectos de diseño, optimización o validación de sistemas mecánicos y fluidodinámicos.
2. **Consultor en Dinámica de Fluidos Computacional:** Asesor técnico en industrias aeroespaciales, automotrices, energéticas o de infraestructura, donde se requieren estudios fluidodinámicos de alta precisión.
3. **Analista de Supercomputación Aplicada a la Ingeniería:** Profesional dedicado al desarrollo y ejecución de algoritmos de cálculo intensivo en entornos HPC (High Performance Computing).
4. **Ingeniero de I+D+i en Modelos de Simulación:** Encargado de desarrollar nuevas estrategias de modelado numérico, resolviendo ecuaciones complejas como las de Navier-Stokes y problemas de Riemann.
5. **Especialista en Visualización y Postprocesado CFD:** Experto en interpretar resultados de simulación, validar modelos y elaborar informes técnicos para proyectos de ingeniería aplicada.
6. **Coordinador de Proyectos de Simulación Multidisciplinar:** Gestor de iniciativas técnicas que combinan modelado estructural, térmico y fluido, con aplicación en plantas industriales, centrales eléctricas o laboratorios tecnológico.



*Conecta teoría y práctica desarrollando tu futuro profesional como asesor o consultor en Dinámica de Fluidos Computacional"*

# 06

## Licencias de software incluidas

TECH es referencia en el mundo universitario por combinar la última tecnología con las metodologías docentes para potencial el proceso de enseñanza-aprendizaje. Para ello, ha establecido una red de alianzas que le permite tener acceso a las herramientas de software más avanzadas del mundo profesional.



“

*Al matricularte recibirás, de forma completamente gratuita, las credenciales de uso académico de las siguientes aplicaciones de software profesional”*

TECH ha establecido una red de alianzas profesionales en la que se encuentran los principales proveedores de software aplicado a las diferentes áreas profesionales. Estas alianzas

permiten a TECH tener acceso al uso de centenares de aplicaciones informáticas y licencias de software para acercarlas a sus estudiantes.

Las licencias de software para uno académico permitirán a los estudiantes utilizar las aplicaciones informáticas más avanzadas en su área profesional, de modo que podrán conocerlas y aprender su dominio sin tener que incurrir en costes. TECH se hará cargo del procedimiento de contratación para que los alumnos puedan utilizarlas de modo ilimitado durante el tiempo que estén estudiando el programa de Máster Título Propio en Mecánica de Fluidos Computacional, y además lo podrán hacer de forma completamente gratuita.

TECH te dará acceso gratuito al uso de las siguientes aplicaciones de software:

**Altair® AI Studio**

**Altair® HyperMesh® CFD**



### AI Studio

Los profesionales inscritos obtendrán **acceso gratuito** a la Licencia **AI Studio**, la cual está diseñada para facilitar el desarrollo de proyectos relacionados con Inteligencia Artificial. En este sentido, dicha herramienta estará disponible **sin coste adicional** durante toda la duración del itinerario universitario, permitiendo que los egresados puedan crear modelos inteligentes eficazmente.

**AI Studio** ofrecerá la capacidad de trabajar de manera integrada con procesamiento de lenguaje natural, visión por computador, análisis predictivo y Machine Learning. Durante la especialización, los egresados aplicarán esta plataforma en proyectos reales, desarrollando algoritmos avanzados. Es así, como esta experiencia práctica fortalecerá sus competencias digitales y ampliará sus oportunidades profesionales

#### Funcionalidades destacadas:

- ♦ **Creación de modelos de IA:** permite diseñar soluciones sin necesidad de escribir código
- ♦ **Entrenamiento automático:** utiliza datasets locales o en la nube para generar modelos eficaces
- ♦ **Procesamiento multimodal:** aplica IA a texto, voz e imagen en flujos integrados
- ♦ **Despliegue inmediato:** ejecuta modelos con pruebas en tiempo real en entornos reales
- ♦ **Integración avanzada:** conecta con APIs y servicios cloud para ampliar funcionalidad

En definitiva, esta Licencia **gratuita** disponible durante la capacitación, ofrecerá una oportunidad única para dominar herramientas reales de IA **sin coste adicional**, en un entorno académico avanzado y competitivo.

### Hypermesh CFD

La herramienta **HyperMesh CFD** ofrece un entorno especializado en la generación de mallas de alta calidad a partir de geometrías CAD complejas. Aunque su inversión profesional es significativa, TECH la pone a disposición **sin coste** durante el programa universitario. En este ámbito, esta solución combina una interfaz robusta con potentes funciones de automatización.

Desarrollada para satisfacer las exigencias de ingenieros y analistas, **HyperMesh CFD** destaca por su capacidad para integrarse de manera efectiva con otros solvers dentro del ecosistema Altair, fortaleciendo así el flujo de trabajo técnico integral. Asimismo, su entorno visual adaptable y amigable facilitará la navegación, edición y validación del modelo antes del análisis.

#### Funcionalidades destacadas:

- ♦ **Optimización de geometrías:** ajusta CAD complejos para una malla más eficiente
- ♦ **Mallado automatizado:** crea redes con control preciso de densidad y estructura
- ♦ **Tareas repetitivas:** reduce tiempos mediante flujos de trabajo automatizados
- ♦ **Interoperabilidad:** conecta con solvers CFD y simuladores Altair sin fricciones
- ♦ **Entorno intuitivo:** facilita edición, validación y revisión del model

En resumen, **HyperMesh CFD** ofrecerá una oportunidad única para dominar análisis numéricos avanzados con tecnología de alto nivel, **sin ningún coste adicional** durante toda la capacitación en TECH.

### Google Career Launchpad

**Google Career Launchpad** es una solución para desarrollar habilidades digitales en tecnología y análisis de datos. Con un valor estimado de **5.000 dólares**, se incluye de forma **gratuita** en el programa universitario de TECH, brindando acceso a laboratorios interactivos y certificaciones reconocidas en el sector.

Esta plataforma combina capacitación técnica con casos prácticos, usando tecnologías como BigQuery y Google AI. Ofrece entornos simulados para experimentar con datos reales, junto a una red de expertos para orientación personalizada.

#### Funcionalidades destacadas:

- ♦ **Cursos especializados:** contenido actualizado en cloud computing, machine learning y análisis de datos
- ♦ **Laboratorios en vivo:** prácticas con herramientas reales de Google Cloud sin configuración adicional
- ♦ **Certificaciones integradas:** preparación para exámenes oficiales con validez internacional
- ♦ **Mentorías profesionales:** sesiones con expertos de Google y partners tecnológicos
- ♦ **Proyectos colaborativos:** retos basados en problemas reales de empresas líderes

En conclusión, **Google Career Launchpad** conecta a los usuarios con las últimas tecnologías del mercado, facilitando su inserción en áreas como inteligencia artificial y ciencia de datos con credenciales respaldadas por la industria.

07

# Metodología de estudio

TECH es la primera universidad en el mundo que combina la metodología de los **case studies** con el **Relearning**, un sistema de aprendizaje 100% online basado en la reiteración dirigida.

Esta disruptiva estrategia pedagógica ha sido concebida para ofrecer a los profesionales la oportunidad de actualizar conocimientos y desarrollar competencias de un modo intensivo y riguroso. Un modelo de aprendizaje que coloca al estudiante en el centro del proceso académico y le otorga todo el protagonismo, adaptándose a sus necesidades y dejando de lado las metodologías más convencionales.



“

*TECH te prepara para afrontar nuevos retos en entornos inciertos y lograr el éxito en tu carrera”*

## El alumno: la prioridad de todos los programas de TECH

En la metodología de estudios de TECH el alumno es el protagonista absoluto. Las herramientas pedagógicas de cada programa han sido seleccionadas teniendo en cuenta las demandas de tiempo, disponibilidad y rigor académico que, a día de hoy, no solo exigen los estudiantes sino los puestos más competitivos del mercado.

Con el modelo educativo asincrónico de TECH, es el alumno quien elige el tiempo que destina al estudio, cómo decide establecer sus rutinas y todo ello desde la comodidad del dispositivo electrónico de su preferencia. El alumno no tendrá que asistir a clases en vivo, a las que muchas veces no podrá acudir. Las actividades de aprendizaje las realizará cuando le venga bien. Siempre podrá decidir cuándo y desde dónde estudiar.

“

*En TECH NO tendrás clases en directo  
(a las que luego nunca puedes asistir)”*



### Los planes de estudios más exhaustivos a nivel internacional

TECH se caracteriza por ofrecer los itinerarios académicos más completos del entorno universitario. Esta exhaustividad se logra a través de la creación de temarios que no solo abarcan los conocimientos esenciales, sino también las innovaciones más recientes en cada área.

Al estar en constante actualización, estos programas permiten que los estudiantes se mantengan al día con los cambios del mercado y adquieran las habilidades más valoradas por los empleadores. De esta manera, quienes finalizan sus estudios en TECH reciben una preparación integral que les proporciona una ventaja competitiva notable para avanzar en sus carreras.

Y además, podrán hacerlo desde cualquier dispositivo, pc, tableta o smartphone.

“

*El modelo de TECH es asincrónico, de modo que te permite estudiar con tu pc, tableta o tu smartphone donde quieras, cuando quieras y durante el tiempo que quieras”*

### Case studies o Método del caso

El método del caso ha sido el sistema de aprendizaje más utilizado por las mejores escuelas de negocios del mundo. Desarrollado en 1912 para que los estudiantes de Derecho no solo aprendiesen las leyes a base de contenidos teóricos, su función era también presentarles situaciones complejas reales. Así, podían tomar decisiones y emitir juicios de valor fundamentados sobre cómo resolverlas. En 1924 se estableció como método estándar de enseñanza en Harvard.

Con este modelo de enseñanza es el propio alumno quien va construyendo su competencia profesional a través de estrategias como el *Learning by doing* o el *Design Thinking*, utilizadas por otras instituciones de renombre como Yale o Stanford.

Este método, orientado a la acción, será aplicado a lo largo de todo el itinerario académico que el alumno emprenda junto a TECH. De ese modo se enfrentará a múltiples situaciones reales y deberá integrar conocimientos, investigar, argumentar y defender sus ideas y decisiones. Todo ello con la premisa de responder al cuestionamiento de cómo actuaría al posicionarse frente a eventos específicos de complejidad en su labor cotidiana.



## Método Relearning

En TECH los *case studies* son potenciados con el mejor método de enseñanza 100% online: el *Relearning*.

Este método rompe con las técnicas tradicionales de enseñanza para poner al alumno en el centro de la ecuación, proveyéndole del mejor contenido en diferentes formatos. De esta forma, consigue repasar y reiterar los conceptos clave de cada materia y aprender a aplicarlos en un entorno real.

En esta misma línea, y de acuerdo a múltiples investigaciones científicas, la reiteración es la mejor manera de aprender. Por eso, TECH ofrece entre 8 y 16 repeticiones de cada concepto clave dentro de una misma lección, presentada de una manera diferente, con el objetivo de asegurar que el conocimiento sea completamente afianzado durante el proceso de estudio.

*El Relearning te permitirá aprender con menos esfuerzo y más rendimiento, implicándote más en tu especialización, desarrollando el espíritu crítico, la defensa de argumentos y el contraste de opiniones: una ecuación directa al éxito.*



## Un Campus Virtual 100% online con los mejores recursos didácticos

Para aplicar su metodología de forma eficaz, TECH se centra en proveer a los egresados de materiales didácticos en diferentes formatos: textos, vídeos interactivos, ilustraciones y mapas de conocimiento, entre otros. Todos ellos, diseñados por profesores cualificados que centran el trabajo en combinar casos reales con la resolución de situaciones complejas mediante simulación, el estudio de contextos aplicados a cada carrera profesional y el aprendizaje basado en la reiteración, a través de audios, presentaciones, animaciones, imágenes, etc.

Y es que las últimas evidencias científicas en el ámbito de las Neurociencias apuntan a la importancia de tener en cuenta el lugar y el contexto donde se accede a los contenidos antes de iniciar un nuevo aprendizaje. Poder ajustar esas variables de una manera personalizada favorece que las personas puedan recordar y almacenar en el hipocampo los conocimientos para retenerlos a largo plazo. Se trata de un modelo denominado *Neurocognitive context-dependent e-learning* que es aplicado de manera consciente en esta titulación universitaria.

Por otro lado, también en aras de favorecer al máximo el contacto mentor-alumno, se proporciona un amplio abanico de posibilidades de comunicación, tanto en tiempo real como en diferido (mensajería interna, foros de discusión, servicio de atención telefónica, email de contacto con secretaría técnica, chat y videoconferencia).

Asimismo, este completísimo Campus Virtual permitirá que el alumnado de TECH organice sus horarios de estudio de acuerdo con su disponibilidad personal o sus obligaciones laborales. De esa manera tendrá un control global de los contenidos académicos y sus herramientas didácticas, puestas en función de su acelerada actualización profesional.



*La modalidad de estudios online de este programa te permitirá organizar tu tiempo y tu ritmo de aprendizaje, adaptándolo a tus horarios”*

### La eficacia del método se justifica con cuatro logros fundamentales:

1. Los alumnos que siguen este método no solo consiguen la asimilación de conceptos, sino un desarrollo de su capacidad mental, mediante ejercicios de evaluación de situaciones reales y aplicación de conocimientos.
2. El aprendizaje se concreta de una manera sólida en capacidades prácticas que permiten al alumno una mejor integración en el mundo real.
3. Se consigue una asimilación más sencilla y eficiente de las ideas y conceptos, gracias al planteamiento de situaciones que han surgido de la realidad.
4. La sensación de eficiencia del esfuerzo invertido se convierte en un estímulo muy importante para el alumnado, que se traduce en un interés mayor en los aprendizajes y un incremento del tiempo dedicado a trabajar en el curso.

## La metodología universitaria mejor valorada por sus alumnos

Los resultados de este innovador modelo académico son constatables en los niveles de satisfacción global de los egresados de TECH.

La valoración de los estudiantes sobre la calidad docente, calidad de los materiales, estructura del curso y sus objetivos es excelente. No en valde, la institución se convirtió en la universidad mejor valorada por sus alumnos según el índice global score, obteniendo un 4,9 de 5.

*Accede a los contenidos de estudio desde cualquier dispositivo con conexión a Internet (ordenador, tablet, smartphone) gracias a que TECH está al día de la vanguardia tecnológica y pedagógica.*

*Podrás aprender con las ventajas del acceso a entornos simulados de aprendizaje y el planteamiento de aprendizaje por observación, esto es, Learning from an expert..*



Así, en este programa estarán disponibles los mejores materiales educativos, preparados a conciencia:



#### Material de estudio

Todos los contenidos didácticos son creados por los especialistas que van a impartir el curso, específicamente para él, de manera que el desarrollo didáctico sea realmente específico y concreto.

Estos contenidos son aplicados después al formato audiovisual que creará nuestra manera de trabajo online, con las técnicas más novedosas que nos permiten ofrecerte una gran calidad, en cada una de las piezas que pondremos a tu servicio.



#### Prácticas de habilidades y competencias

Realizarás actividades de desarrollo de competencias y habilidades específicas en cada área temática. Prácticas y dinámicas para adquirir y desarrollar las destrezas y habilidades que un especialista precisa desarrollar en el marco de la globalización que vivimos.



#### Resúmenes interactivos

Presentamos los contenidos de manera atractiva y dinámica en píldoras multimedia que incluyen audio, vídeos, imágenes, esquemas y mapas conceptuales con el fin de afianzar el conocimiento.

Este sistema exclusivo educativo para la presentación de contenidos multimedia fue premiado por Microsoft como "Caso de éxito en Europa".



#### Lecturas complementarias

Artículos recientes, documentos de consenso, guías internacionales... En nuestra biblioteca virtual tendrás acceso a todo lo que necesitas para completar tu capacitación.





**Case Studies**

Completarás una selección de los mejores *case studies* de la materia. Casos presentados, analizados y tutorizados por los mejores especialistas del panorama internacional.



**Testing & Retesting**

Evaluamos y reevaluamos periódicamente tu conocimiento a lo largo del programa. Lo hacemos sobre 3 de los 4 niveles de la Pirámide de Miller.



**Clases magistrales**

Existe evidencia científica sobre la utilidad de la observación de terceros expertos. El denominado *Learning from an expert* afianza el conocimiento y el recuerdo, y genera seguridad en nuestras futuras decisiones difíciles.



**Guías rápidas de actuación**

TECH ofrece los contenidos más relevantes del curso en forma de fichas o guías rápidas de actuación. Una manera sintética, práctica y eficaz de ayudar al estudiante a progresar en su aprendizaje.



08

# Cuadro docente

El cuadro docente de este Máster Título Propio en Mecánica De Fluidos Computacional está compuesto por expertos con una destacada trayectoria académica y profesional. Ingenieros, doctores e investigadores con experiencia en simulación numérica de Fluidos que han participado activamente en proyectos de alto impacto en sectores como la energía, el transporte, la aeronáutica y la ingeniería biomédica. Además, muchos de ellos hacen parte de instituciones científicas y tecnológicas de prestigio, lo que garantiza una visión actualizada y aplicada. Esta combinación de excelencia académica y práctica profesional asegura una enseñanza rigurosa, orientada a los retos reales de la industria



“

*Accede a un destacado equipo de expertos en la materia que han diseñado este programa en CFD para darte una oportunidad única de afrontar un futuro de éxito profesional en este sector”*

## Dirección



### Dr. García Galache, José Pedro

- ♦ Ingeniero de Desarrollo en XFlow en Dassault Systèmes
- ♦ Doctor en Ingeniería Aeronáutica por la Universidad Politécnica de Valencia
- ♦ Licenciado en Ingeniería Aeronáutica por la Universidad Politécnica de Valencia
- ♦ Máster en Investigación en Mecánica de Fluidos por The von Karman Institute for Fluid Dynamics
- ♦ Short Training Programme en The von Karman Institute for Fluid Dynamics

## Profesores

### Dr. Espinoza Vásquez, Daniel

- ♦ Consultor Ingeniero Aeronáutico en Alten SAU
- ♦ Consultor Autónomo en CFD y programación
- ♦ Especialista en CFD en Particle Analytics Limited
- ♦ Research Assistant en la Universidad de Strathclyde
- ♦ Teaching Assistant en Mecánica de Fluidos en la Universidad de Strathclyde
- ♦ Doctor en Ingeniería Aeronáutica por la Universidad de Strathclyde
- ♦ Máster en Mecánica de Fluidos Computacional por Cranfield University
- ♦ Licenciado en Ingeniería Aeronáutica por la Universidad Politécnica de Madrid

### D. Mata Bueso, Enrique

- ♦ Ingeniero Senior de Acondicionamiento Térmico y Aerodinámica en Siemens Gamesa
- ♦ Ingeniero de Aplicación y Gestor de I+D CFD en Dassault Systèmes
- ♦ Ingeniero de Acondicionamiento Térmico y Aerodinámica en Gamesa-Altran
- ♦ Ingeniero de Fatiga y Tolerancia al Daño en Airbus-Atos
- ♦ Ingeniero CFD de I+D en la UPM
- ♦ Ingeniero Técnico Aeronáutico con especialidad en Aeronaves por la UPM
- ♦ Máster en Ingeniería Aeroespacial por el Royal Institute of Technology de Estocolmo



**Dña. Pérez Tainta, Mainer**

- ♦ Ingeniera de Fluidificación de Cemento en Kemex Ingesoa
- ♦ Ingeniera de Procesos en JM Jauregui
- ♦ Investigadora en la Combustión de Hidrógeno en Ikerlan
- ♦ Ingeniera Mecánica en Idom
- ♦ Graduada en Ingeniería Mecánica por la Universidad del País Vasco
- ♦ Máster Universitario en Ingeniería Mecánica
- ♦ Máster Interuniversitario en Mecánica de Fluidos
- ♦ Curso de Programación en Python

“

*Una experiencia de capacitación  
única, clave y decisiva para  
impulsar tu desarrollo profesional”*

09

# Titulación

El Máster Título Propio en Mecánica de Fluidos Computacional garantiza, además de la capacitación más rigurosa y actualizada, el acceso a un título de Máster Propio expedido por TECH Global University.





*Supera con éxito este programa y recibe tu titulación universitaria sin desplazamientos ni farragosos trámites”*

Este programa te permitirá obtener el título propio de **Máster en Mecánica de Fluidos Computacional** avalado por **TECH Global University**, la mayor Universidad digital del mundo.

**TECH Global University**, es una Universidad Oficial Europea reconocida públicamente por el Gobierno de Andorra (**boletín oficial**). Andorra forma parte del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) desde 2003. El EEES es una iniciativa promovida por la Unión Europea que tiene como objetivo organizar el marco formativo internacional y armonizar los sistemas de educación superior de los países miembros de este espacio. El proyecto promueve unos valores comunes, la implementación de herramientas conjuntas y fortaleciendo sus mecanismos de garantía de calidad para potenciar la colaboración y movilidad entre estudiantes, investigadores y académicos.

Este título propio de **TECH Global University**, es un programa europeo de formación continua y actualización profesional que garantiza la adquisición de las competencias en su área de conocimiento, confiriendo un alto valor curricular al estudiante que supere el programa.

TECH es miembro de la **Association for Computing Machinery (ACM)**, la red internacional que agrupa a los principales referentes en computación y ciencias de la información. Esta distinción refuerza su compromiso con la excelencia académica, la innovación tecnológica y la capacitación de profesionales en el ámbito digital.

Aval/Membresía

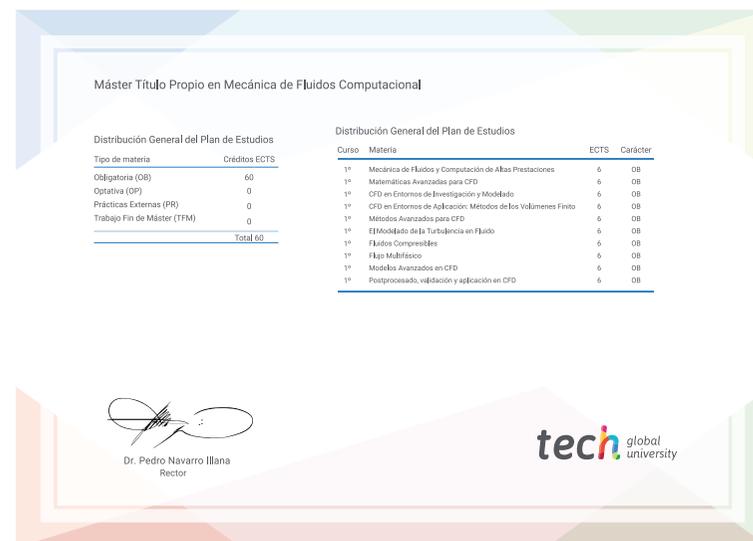


Título: **Máster Título Propio en Mecánica de Fluidos Computacional**

Modalidad: **online**

Duración: **12 meses**

Acreditación: **90 ECTS**



\*Apostilla de La Haya. En caso de que el alumno solicite que su título en papel recabe la Apostilla de La Haya, TECH Global University realizará las gestiones oportunas para su obtención, con un coste adicional.



## Máster Título Propio Mecánica de Fluidos Computacional

- » Modalidad: **online**
- » Duración: **7 meses**
- » Titulación: **TECH Global University**
- » Acreditación: **60 ECTS**
- » Horario: **a tu ritmo**
- » Exámenes: **online**

# Máster Título Propio

## Mecánica de Fluidos Computacional

Aval/Membresía



Association  
for Computing  
Machinery



tech global  
university