

# Máster Título Propio

## Ingeniería Acústica





## Máster Título Propio Ingeniería Acústica

- » Modalidad: **online**
- » Duración: **12 meses**
- » Titulación: **TECH Global University**
- » Acreditación: **60 ECTS**
- » Horario: **a tu ritmo**
- » Exámenes: **online**

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

# Índice

01

Presentación

---

*pág. 4*

02

Objetivos

---

*pág. 8*

03

Competencias

---

*pág. 14*

04

Dirección del curso

---

*pág. 18*

05

Estructura y contenido

---

*pág. 26*

06

Metodología de estudio

---

*pág. 36*

07

Titulación

---

*pág. 46*

# 01

# Presentación

El perfeccionamiento de las técnicas de evaluación ambiental, las políticas y regulaciones existentes, así como el avance de las nuevas tecnologías en el campo de la Acústicas provocan un continuo progreso en sonorización y grabación. En este sentido, son mucho los sectores que avanzan en esta línea como la construcción, la ingeniería industrial, la fabricación de medios de transporte o de equipos de audio e instrumentación. Un amplio abanico de posibilidades profesionales que requieren de una especialización que es posible alcanzar gracias a esta titulación 100% online diseñada por TECH. Se trata de un programa avanzado que le permite al alumnado obtener una enseñanza exhaustiva en el diseño y planificación de la Acústica Arquitectónica, materiales acústicos, cancelación de ruido o sonorización.





“

*Eleva tu potencial profesional dentro del mundo de la Ingeniería Acústica gracias a este Máster Título Propio 100% online”*

La investigación y la innovación en el campo de la Acústica ha sido una constante. En ese sentido, las tecnologías han jugado un papel trascendental en la *sonorización* de espacios como teatros, salas, edificaciones o con capacidad para aislar el ruido en diferentes entornos. Todo ello, auspiciado por el avance tecnológico y por los cambios de regulación en favor del respeto del medio ambiente.

En este escenario, el ingeniero que decida desarrollar su carrera profesional en este campo debe poseer profundos conocimientos teóricos y llevarlos a la práctica en sectores tan variados como el de la construcción, la automoción, aviación o en áreas involucradas en el estudio de los efectos o mejora de los materiales para la sonorización. Ante esta realidad nace este Máster Título Propio en Ingeniería Acústica, desarrollada por profesionales de la ingeniería con una amplia experiencia en este ámbito.

Una propuesta académica que llevará al alumnado a ahondar en la física acústica, para avanzar en la psicoacústica, la instrumentación acústica avanzada, hasta adentrarse en la instrumentación acústica, los avances en sistemas y procesamiento de señales o los sistemas de registro y técnicas de grabación en estudio. Todo esto, además, de forma dinámica gracias a recursos pedagógicos como los vídeo resúmenes, píldoras multimedia de alta calidad, lecturas especializadas y casos de estudio.

Además, gracias al sistema *Relearning*, basado en la reiteración de los conceptos clave a lo largo del temario, el egresado conseguirá disminuir de forma notable las largas horas de estudio y conseguir un aprendizaje mucho más sencillo y eficaz.

Sin duda, el estudiante está ante una opción académica de primer nivel que se distingue además por facilitar una metodología 100% y flexible. Y es que, tan solo se requiere de un dispositivo electrónico con conexión a internet para visualizar, en cualquier momento del día, el contenido alojado en la plataforma virtual. Una oportunidad única, que tan solo te ofrece TECH, la mayor universidad digital del mundo. Además, un reconocido Director Invitado Internacional impartirá 10 rigurosas *Masterclasses*.

Este **Máster Título Propio en Ingeniería Acústica** contiene el programa educativo más completo y actualizado del mercado. Sus características más destacadas son:

- ♦ El desarrollo de casos prácticos presentados por expertos en Ingeniería Acústica
- ♦ Los contenidos gráficos, esquemáticos y eminentemente prácticos con los que está concebido recogen una información técnica 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



*Un prestigioso Director Invitado Internacional ofrecerá 10 exclusivas Masterclasses para ahondar en los últimos avances en el campo de la Ingeniería Acústica”*

“

*Resuelve los principales problemas en grabación de audios y garantiza la calidad. Todo ello, además con conocimientos adquiridos desde la comodidad de tu hogar”*

El programa incluye en su cuadro docente a profesionales del sector que vierten en esta capacitación 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 una capacitación inmersiva programada para entrenarse ante situaciones reales.

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

*Cuentas con una biblioteca de recursos multimedia, accesible las 24 horas del día, los 7 días de la semana.*

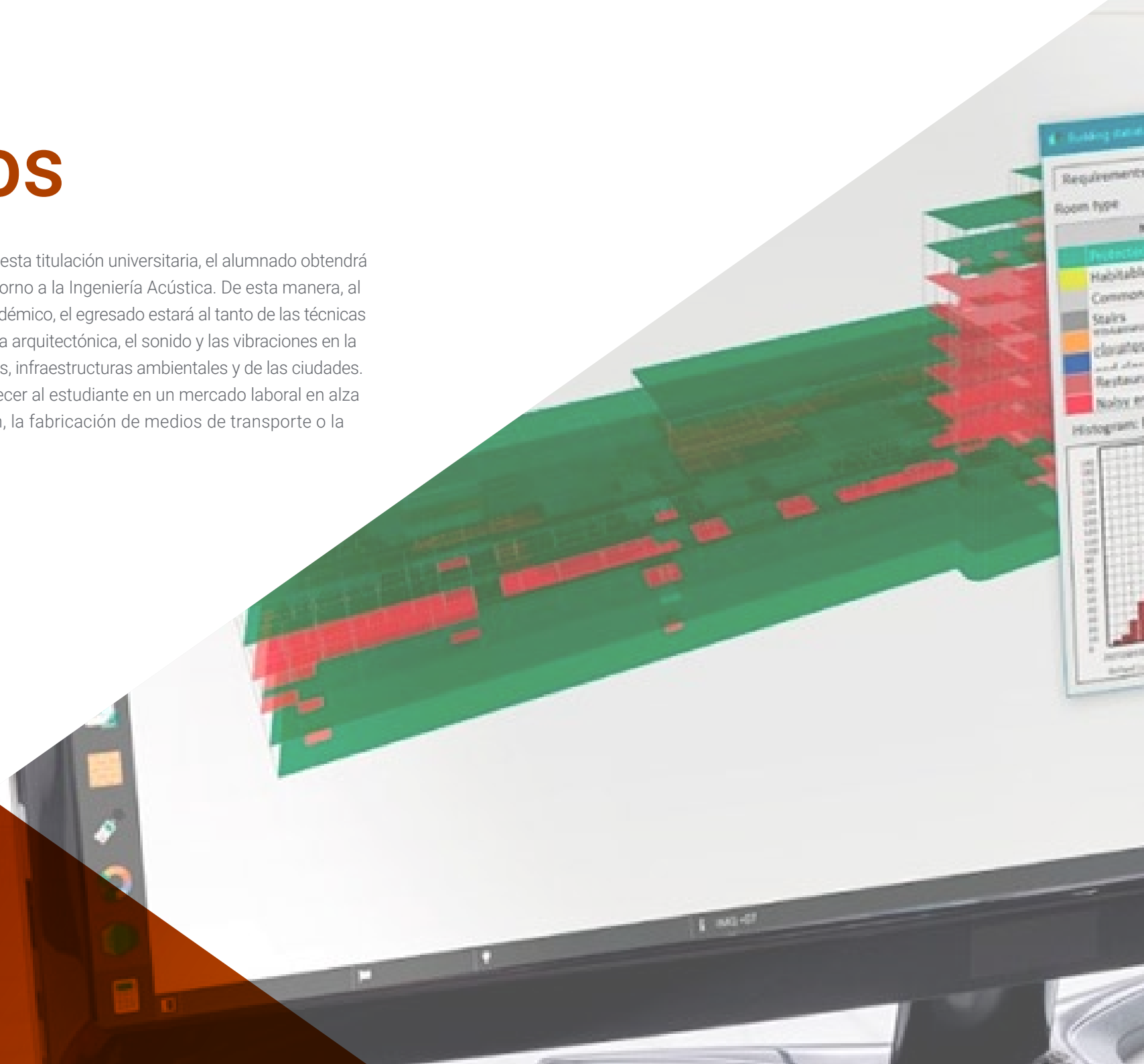
*Obtén una efectiva especialización en Acústica Arquitectónica y da un paso más en tus proyectos de aislamiento sonoro. Matricúlate ahora.*



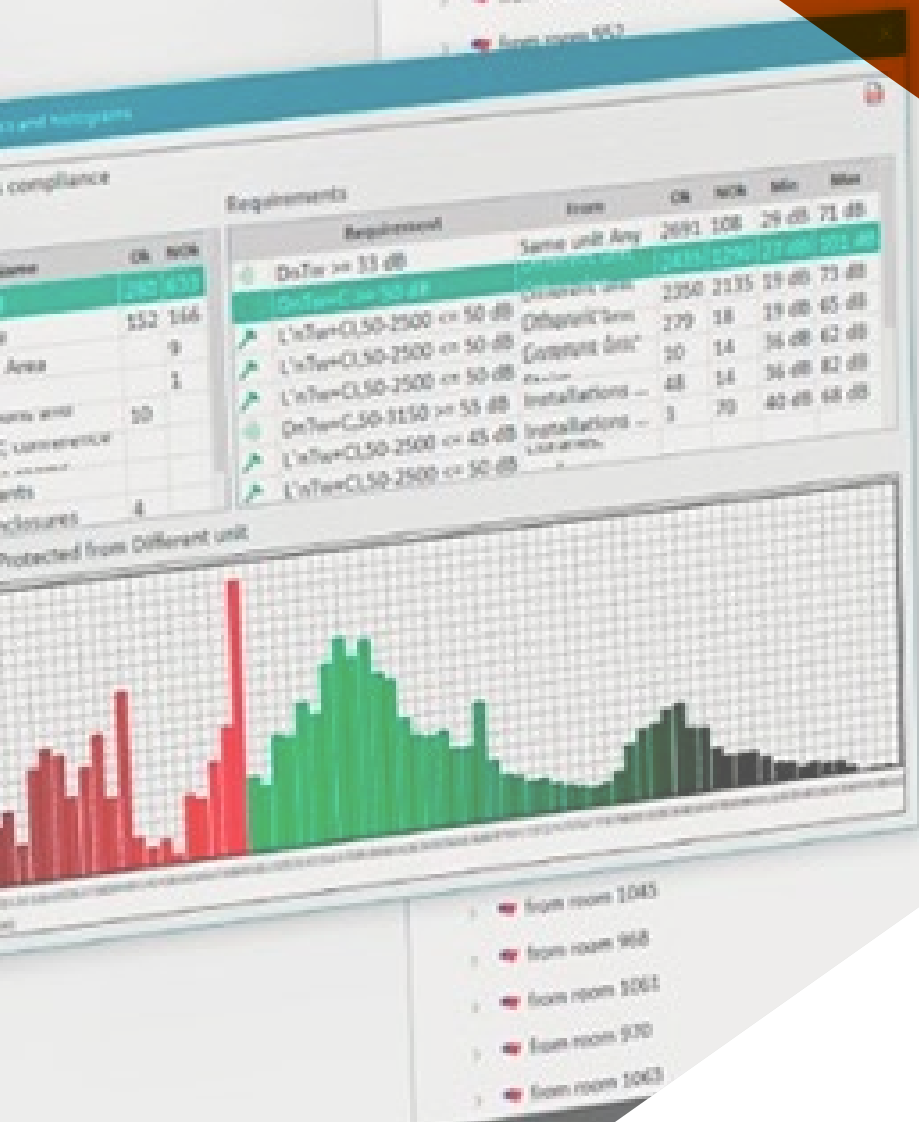


# 02 Objetivos

Gracias al enfoque teórico-práctico de esta titulación universitaria, el alumnado obtendrá un aprendizaje avanzado y actual en torno a la Ingeniería Acústica. De esta manera, al concluir los 12 meses de recorrido académico, el egresado estará al tanto de las técnicas y fundamentos utilizados en la acústica arquitectónica, el sonido y las vibraciones en la Industria, el aislamiento a ruidos aéreos, infraestructuras ambientales y de las ciudades. Todo ello, con la finalidad de hacer crecer al estudiante en un mercado laboral en alza y diverso como el de la Construcción, la fabricación de medios de transporte o la Ingeniería Industrial, entre otros.







“

Dispones de casos de estudio con un enfoque teórico-práctico idóneo para integrar tus proyectos acústico las técnicas más efectivas de sonorización”



## Objetivos generales

---

- ♦ Desarrollar las leyes de la acústica física que explican el comportamiento de las ondas sonoras como la ecuación de onda acústica
- ♦ Fundamentar los conocimientos necesarios sobre el manejo de los conceptos esenciales de la generación y propagación del sonido en medios fluidos y los modelos que describen el comportamiento de las ondas sonoras en estos medios, tanto en su propagación libre como en su interacción con la materia desde el punto de vista formal y matemático
- ♦ Determinar la naturaleza y particularidades de los elementos acústicos de un sistema
- ♦ Familiarizar al estudiante con la terminología y métodos analíticos para resolver problemas acústicos
- ♦ Analizar la naturaleza de las fuentes sonoras y percepción humana
- ♦ Conceptualizar el ruido y el sonido dentro de la recepción sonora
- ♦ Distinguir las particularidades que afectan a la percepción psicoacústica de los sonidos
- ♦ Identificar y concretar los índices y las unidades de medida necesarias para cuantificar el sonido y sus afecciones en la propagación del mismo
- ♦ Compilar los diferentes sistemas de medición acústica, y sus características de funcionamiento
- ♦ Fundamentar el correcto uso de los instrumentos adecuados para una medición concreta
- ♦ Profundizar en los métodos y herramientas de tratamiento digital para la obtención de parámetros acústicos
- ♦ Evaluar los distintos parámetros acústicos mediante sistemas de tratamiento digital de señales
- ♦ Establecer los criterios correctos de la adquisición de datos acústicos mediante cuantificación y muestreo
- ♦ Proporcionar una comprensión sólida de los fundamentos y conceptos clave relacionados con la grabación de audio y la instrumentación utilizada en estudios de grabación
- ♦ Fomentar el conocimiento actualizado de la tecnología en constante evolución en el campo de la grabación de audio y la instrumentación asociada
- ♦ Determinar los protocolos de manejo de equipos de grabación avanzados y su aplicación en situaciones prácticas de ingeniería acústica
- ♦ Analizar y clasificar las principales fuentes de ruido ambiental y sus consecuencias
- ♦ Medir el ruido ambiental mediante los indicadores acústicos adecuados



*Conviértete en todo un experto en la construcción de recintos acústicos y de los transductores de radiación directa e indirecta”*



## Objetivos específicos

---

### Módulo 1. Ingeniería de la Física Acústica

- ♦ Concretar conceptos relativos a la propagación de ondas sonoras como por ejemplo las resonancias o la velocidad del sonido en fluidos
- ♦ Aplicar los principios de la propagación del ruido en el exterior y en los elementos arquitectónicos como placas, membranas, tubos y cavidades, etc.
- ♦ Establecer los principios que rigen la producción de ruido de las fuentes y la propagación de ondas sonoras y vibraciones habituales en la edificación y el medio ambiente
- ♦ Analizar comportamientos como la reflexión, refracción, absorción, transmisión, radiación y difracción del sonido

### Módulo 2. Psicoacústica y detección acústica de señales

- ♦ Desarrollar el concepto de ruido y las características de propagación sonora
- ♦ Concretar cómo hacer suma y resta de sonidos complejos y como valorar el ruido de fondo
- ♦ Medir los sonidos objetivos y los subjetivos con las unidades adecuadas correlacionándolos entre sí con curvas isofónicas
- ♦ Evaluar los efectos del enmascaramiento frecuencial y temporal y su afección a la percepción

### Módulo 3. Instrumentación Acústica Avanzada

- ♦ Analizar los diferentes descriptores del ruido y su medición
- ♦ Evaluar el comportamiento de las ponderaciones temporales y frecuenciales en medida
- ♦ Aplicar con soltura la normativa general que define la instrumentación y sus medidas
- ♦ Establecer el manejo correcto de un analizador de espectro para Identificar fuentes de ruido, el grado de transmisión a través de una estructura o evaluar un tratamiento acústico

### Módulo 4. Sistemas y Procesamiento de Señales de Audio

- ♦ Desarrollar el proceso de cuantificación y muestreo necesario para adquisición de datos discretos y los errores adquisición como el *jitter*, el *aliasing* o el error de cuantificación
- ♦ Sintetizar la conversión analógico digital y los diferentes problemas asociados a la discretización de señales, así como el análisis de funciones periódicas en el campo complejo
- ♦ Interpretar el comportamiento de los filtrados y el tipo de respuesta obtenido en medidas Usar la generación de señal digital para excitación acústica
- ♦ Evaluar el uso de la transformada de Laplace y otras herramientas de análisis matemático para obtener curvas de respuesta en el plano complejo frecuencial y fasorial, así como otras presentaciones estadísticas de resultados para diversos parámetros acústicos

### Módulo 5. Electroacústica y Equipos de Audio

- ♦ Profundizar en los efectos de la potencia sobre los niveles de potencia e intensidad sonora.
- ♦ Analizar la construcción de recintos acústicos y de los transductores de radiación directa e indirecta
- ♦ Diseñar filtros de cruce específicos para diseños de sistemas basados en transductores electroacústicos o calcular la ganancia en dB de un sistema de amplificación
- ♦ Definir los tipos de amplificación, diseñar monitores acústicos y adquirir dominio sobre los diversos equipos usados en grabación, reproducción y manipulación de audio en entornos de estudio profesional, pudiendo evaluar parámetros como distorsiones o niveles de presión

### Módulo 6. Acústica de salas

- ♦ Profundizar en la tipología de ruidos y sus distintos tratamientos
- ♦ Analizar y evaluar el ruido de transmisión de maquinaria y equipamiento de instalaciones
- ♦ Adecuar los modelos de cálculo de aislamiento a las diferentes tipologías de ruido
- ♦ Calcular el índice de reducción acústica de un paramento o elemento constructivo

### Módulo 7. Aislamientos Acústicos

- ♦ Calcular los modos axiales, tangenciales y oblicuos de una sala rectangular y su influencia con la frecuencia de Schroeder
- ♦ Elegir las dimensiones de una sala en función de los diversos criterios de distribución modal y calcular su optimización
- ♦ Ser capaz de llevar a cabo el cálculo de la absorción acústica, TR o la distancia crítica de una sala
- ♦ Calcular difusores QRD o PRD entre otros

### Módulo 8. Instalaciones y Ensayos Acústicos

- ♦ Evaluar el término de adaptación espectral C y Ctr en informes y ensayos acústicos
- ♦ Distinguir la planificación de diversos ensayos de ruido según sean aéreos o de transmisión estructural en diversos elementos de construcción o entornos (fachadas, impacto, etc.) para la elección de los equipos de medida y disposición del ensayo
- ♦ Desarrollar los procedimientos de medida de los TR en diversos entornos.
- ♦ Analizar los diversos equipos limitadores de ruido y su aplicación y periféricos
- ♦ Definir los contenidos y requisitos mínimos de los estudios e informes acústicos y valorar los resultados obtenidos en los ensayos







### **Módulo 9. Sistemas de registro y técnicas de grabación en estudio**

- ♦ Identificar y utilizar de manera efectiva equipos de grabación, cables, conectores y otros dispositivos esenciales utilizados en estudios de grabación
- ♦ Desarrollar las técnicas específicas de microfonía y posicionamiento de micrófonos para capturar audio de alta calidad en diversas situaciones, como grabaciones vocales, instrumentales y de grupo
- ♦ Gestionar la cadena de audio, desde la señal de entrada hasta la grabación y la monitorización, asegurando un flujo de trabajo eficiente y de alta calidad
- ♦ Evaluar los diferentes interfaces de audio para proyectos específicos
- ♦ Resolver problemas comunes de grabación de audio, como ruidos no deseados, problemas de fase y cancelación de ruidos, para así garantizar la calidad de las grabaciones

### **Módulo 10. Acústica Ambiental y planes de acción**

- ♦ Analizar los indicadores de ruido ambiental  $L_{den}$  y  $L_{dn}$  y definir normas, protocolos y procedimientos de medición de ruido ambiental
- ♦ Desarrollar otros indicadores como el de ruido de tráfico TNI o exposición sonora SEL
- ♦ Establecer la medida en ruido de tráfico, ferrocarriles, aeronaves o actividades
- ♦ Diseñar barreras acústicas, confeccionar mapas de ruido o técnicas de limitación de exposición sonora en humanos

# 03

# Competencias

La finalidad de esta propuesta académica es potenciar las habilidades técnicas y competencias del alumnado en la esfera de la Ingeniería Acústica. De este modo, podrá llevar los conceptos teóricos a la práctica profesional, donde podrá desenvolverse con garantías en el diseño de sonido y grabación de audio, el control de ruido ambiental y diseño acústico de espacios. Asimismo, esta titulación le llevará a estar al día de las tendencias tecnológicas en acústica esencial en este campo en constante evolución.





“

*Con TECH estarás al día de los últimos avances tecnológicos en el campo de la grabación de audio”*



## Competencias generales

---

- ♦ Establecer los diversos criterios o las ponderaciones adecuadas a aplicar en una medición acústica determinada
- ♦ Desarrollar las técnicas de filtrado adecuado de los datos acústicos obtenidos en una medida y manejar los sistemas de procesado de señal por software
- ♦ Aplicar criterios de aceptabilidad cualitativa y cuantitativa de un ruido
- ♦ Colaborar en el diseño de refuerzos sonoros en diversos entornos acústicos e infraestructuras civiles como centros comerciales, estadios, teatros, etc.
- ♦ Evaluar el impacto de los distintos transductores acústicos o sistemas de audio sobre un sistema electroacústico complejo
- ♦ Adecuar el diseño de sistemas de megafonía a las condiciones especiales de su entorno al aire libre o en entornos cerrados controlando las características de su propagación y reglas de eficiencia
- ♦ Aplicar técnicas de grabación y utilizar sistemas de registro de manera efectiva en diversos contextos de ingeniería acústica y producción de audio
- ♦ Evaluar los posibles efectos sobre la salud de la exposición al ruido y vibraciones dependiendo de la naturaleza y el nivel de la fuente
- ♦ Desarrollar planes de acción y control del ruido según el análisis del tipo de ruido







## Competencias específicas

---

- ♦ Desarrollar aptitudes para la investigación de nuevos transductores y equipos electrónicos de audio
- ♦ Diseñar Aislamientos acústicos para los sectores de la edificación y la ingeniería civil
- ♦ Resolver problemas acústicos de falta de aislamiento acústico
- ♦ Analizar las principales soluciones constructivas para dar solución en el aislamiento acústico
- ♦ Evaluar el impacto de una solución acústica basada en los parámetros acústicos de aislamiento usados en la edificación y la industria
- ♦ Planificar y desarrollar ensayos acústicos acordes al fenómeno acústico
- ♦ Desarrollar el control de ruido, su limitación y medida
- ♦ Analizar mediante ensayo las diferentes magnitudes acústicas de medición e identificar el tipo de ensayo de acuerdo a la medición acústica a evaluar
- ♦ Planificar y desarrollar los diferentes tipos de ensayos según normativas internacionales
- ♦ Evaluar los resultados obtenidos a partir de las mediciones realizadas para realizar Informes acústicos



*Con este programa lograrás las competencias necesarias para realizar de forma eficaz las mediciones acústicas de acuerdo a las normativas internacionales”*

# 04

## Dirección del curso

Esta institución académica ha seleccionado con el máximo rigor a todos y cada uno de los docentes que imparten esta titulación. De este modo, el alumnado cuenta con la garantía de acceder a un temario planificado y elaborado por especialistas en esta área, en ingeniería civil con una elevada experiencia profesional, docente e investigadora. Asimismo, gracias a su cercanía, el egresado podrá aclarar cualquier duda que tenga sobre el contenido de primer nivel al que tendrá acceso en este Máster Título Propio.





“

*Especialistas en Ingeniería Acústica e investigación en este campo son los responsables de ofrecerte el temario más avanzado y actual”*

## Director Invitado Internacional

Reconocido por su contribución en el campo del **Procesamiento de Señales de Audio**, Shailesh Sakri es un prestigioso **ingeniero** especializado en el ámbito de la **Tecnología de la Información** y la **Gestión de Productos**. Con más de dos décadas de experiencia en la industria tecnológica, su labor se ha centrado en la implementación de soluciones innovadoras y la optimización de procesos en instituciones globales como **Harman Internacional** de La India.

Entre sus principales logros, destaca haber registrado múltiples patentes en áreas como la **Captura Direccional de Audio** y la **Supresión Direccional con Micrófonos Omnidireccionales**. Por ejemplo, ha desarrollado múltiples métodos para mejorar el rendimiento de la captación de sonido y en la separación estéreo con micrófonos de captación esférica. De esta forma, ha contribuido a optimizar la calidad de audio en dispositivos electrónicos como *smartphones* y a mejorar así la satisfacción del usuario final. Asimismo, ha liderado proyectos que integran hardware y software en sistemas de audio, lo que ha permitido a los consumidores disfrutar de una experiencia del sonido más inmersivas.

Por otro lado, ha compaginado esta labor con su faceta como **Investigador**. Al respecto, ha publicado numerosos artículos en revistas especializadas sobre temáticas como la **gestión de señales de voz**, el algoritmo **Transformada Rápida de Fourier** o el **Filtro Adaptativo**. De esta forma, su trabajo ha permitido diseñar productos innovadores a través de la implementación de **Inteligencia Artificial**. Una muestra es que ha utilizado esta herramienta emergente para mejorar la seguridad de los vehículos mediante la monitorización de la distracción de los conductores, lo que ha ayudado a reducir accidentes de tráfico y elevar los estándares de seguridad vial.

Cabe destacar que, además, ha participado activamente como ponente en diversas **conferencias** a nivel global, donde comparte los últimos avances en el campo de la Ingeniería y la Tecnología.





## D. Sakri, Shailesh

---

- ♦ Director de Software de Audio Automotriz en Harman International, Karnataka, La India
- ♦ Director de Algoritmos de Audio en Knowles Intelligent Audio en Mountain View, California
- ♦ Gerente de Audio de Amazon Lab126 en Sunnyvale, California
- ♦ Arquitecto Tecnológico de Infosys Technologies Ltd en Texas, Estados Unidos
- ♦ Ingeniero de Procesamiento Digital de Señales de Aureole Technologies en Karnataka, La India
- ♦ Responsable Técnico de Sasken Technologies Limited en Karnataka, La India
- ♦ Máster en Tecnología en Inteligencia Artificial por Birla Institute of Technology & Science, Pilani
- ♦ Grado en Electrónica y Comunicaciones por Universidad de Gulbarga
- ♦ Miembro de Sociedad de Procesamiento de Señales de La India

“

*Gracias a TECH podrás aprender con los mejores profesionales del mundo”*

## Dirección



### **D. Espinosa Corbellini, Daniel**

- ♦ Consultor experto en equipos de Audio y Acústica de Salas
- ♦ Profesor Titular de la Escuela Superior de Ingeniería de Puerto Real de la Universidad de Cádiz
- ♦ Ingeniero Projectista en la empresa de Instalaciones Eléctricas Coelan
- ♦ Técnico de Audio en Ventas e Instalaciones en la empresa Daniel Sonido
- ♦ Ingeniero Técnico Industrial en Electrónica Industrial por la Universidad de Cádiz
- ♦ Ingeniero Industrial en Organización Industrial por la Universidad de Cádiz
- ♦ Máster Oficial en Evaluación y Gestión de la Contaminación Acústica por la Universidad de Cádiz
- ♦ Máster Oficial en Ingeniería Acústica por la Universidad de Cádiz y la Universidad de Granada
- ♦ Diploma de Estudios Avanzados por la Universidad de Cádiz

## Profesores

### **Dra. De La Hoz Torres, María Luisa**

- ♦ Arquitecto Técnico en Departamento de Obras y Urbanismo en el Ayto de Porcuna
- ♦ Personal Docente Investigador en la Universidad de Granada
- ♦ Profesora en Grado en Edificación en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación, en la Universidad de Granada
- ♦ Profesora en Grado en Estudios de Arquitectura en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura en la Universidad de Granada
- ♦ Profesora en Grado en Física, en la Universidad de Granada
- ♦ Profesora en Grado en Ingeniería Química en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos en la Universidad de Granada.
- ♦ Profesora en Grado en Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos, en la Universidad de Granada
- ♦ Premio Andrés Lara 2019 al joven investigador acústico otorgado por la Sociedad Española de Acústica
- ♦ Doctora en el Programa de Ingeniería Civil por la Universidad de Granada
- ♦ Titulada en Arquitectura Técnica por la Universidad de Granada
- ♦ Grado en Edificación por la Universidad de Granada
- ♦ Máster Universitario en Gestión y Seguridad Integral en la Edificación por la Universidad de Granada
- ♦ Máster Universitario en Ingeniería Acústica por la Universidad de Granada
- ♦ Máster Universitario en Profesorado de Enseñanza Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas. Especialidad en Tecnología, Informática y Procesos Industriales

### **Dr. Aguilar Aguilera, Antonio**

- ♦ Arquitecto Técnico. Departamento de obras y urbanismo en el Ayuntamiento de Villanueva del Trabuco
- ♦ Personal Docente e Investigador en la Universidad de Granada
- ♦ Investigador del grupo TEP-968 Tecnologías para la Economía Circular (TEC).
- ♦ Profesor en el Grado en Ingeniería de Edificación en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas de la Universidad de Granada en las asignaturas de Organización y programación en edificación y Prevención y Seguridad
- ♦ Profesor en el Grado en Física en el Departamento de Física Aplicada de la Universidad de Granada en la asignatura de Física del Medio Ambiente
- ♦ Premio Andrés Lara, otorgado por la Sociedad Española de Acústica (SEA), al mejor trabajo de un joven investigador en ingeniería acústica
- ♦ Doctor en el programa de Doctorado en Ingeniería Civil por la Universidad de Granada
- ♦ Titulado en Arquitectura Técnica por la Universidad de Granada
- ♦ Máster Universitario en Gestión y Seguridad Integral en la Edificación por la Universidad de Granada
- ♦ Máster Universitario en Ingeniería Acústica por la Universidad de Granada
- ♦ Profesor en el Grado en Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación en el Departamento de Física Aplicada en la asignatura Física Aplicada a las Telecomunicaciones

**Dr. Muñoz Montoro, Antonio Jesús**

- ♦ Investigador en señales musicales y biomédicas, y sus aplicaciones
- ♦ Profesor Ayudante Doctor en la Universidad de Oviedo
- ♦ Personal Docente e Investigador en la Universidad a Distancia de Madrid
- ♦ Profesor Sustituto Interino en la Universidad de Oviedo
- ♦ Profesor y Tutor en el Centro asociado de la UNED en Jaén
- ♦ Grupo de investigación "Tratamiento de Señales y Sistemas de Telecomunicación" (TIC188) de la Universidad de Jaén
- ♦ Grupo de investigación "Quantum and High Performance Computing" de la Universidad de Oviedo
- ♦ Doctor Ingeniero de Telecomunicación por la Universidad de Jaén
- ♦ Ingeniero de Telecomunicación por la Universidad de Málaga

**Dña. Balagué García, María**

- ♦ Técnica de Laboratorio de Acústica en Audiotec
- ♦ Investigadora en el Departamento de Física Aplicada en la Universidad Politécnica de Valencia
- ♦ Técnica Audiovisual en la Universidad Politécnica de Valencia
- ♦ Máster de Ingeniería Acústica por la Universidad Politécnica de Valencia
- ♦ Grado en Ingeniería de Sistemas de Telecomunicaciones, Sonido e Imagen por la Universidad Politécnica de Valencia





#### **Dr. Velasco, Jesús**

- ♦ Director de Ingeniería Acústica y de Audio en iA2
- ♦ Ingeniero y Asesor Técnico en Dubbing Brothers Spain
- ♦ Máster en Formación del Profesorado por la Universidad Europea de Madrid
- ♦ Máster en Acústica Arquitectónica y Medioambiente por la Universidad Ramón Llull
- ♦ Ingeniero Técnico de Telecomunicaciones, Sonido e Imagen por la Universidad Politécnica de Madrid

#### **D. Leiva Minango, Danny Vladimir**

- ♦ Ingeniero de Acústica y Sonido en El Jabalí Estudio Quito
- ♦ Director de Investigación y Proyectos en el Instituto Superior Tecnológico Universitario de Artes Visuales
- ♦ Técnico de Proyectos Acústicos y Arquitectura en ProAcustica
- ♦ Máster en Docencia Universitaria por la Universidad César Vallejo
- ♦ Máster en Administración de Empresas por la Universidad Andina Simón Bolívar
- ♦ Ingeniería en Acústica y Sonido por la Universidad de las Américas

#### **Dr. Arroyo Chuquin, Jorge Santiago**

- ♦ Consultor y Diseñador Acústico en AKUO Ingeniería Acústica
- ♦ Coordinador de Carrera en la Tecnología Superior en Sonido y Acústica
- ♦ Maestría en Tecnología e Innovación Educativa por la Universidad Técnica del Norte
- ♦ Ingeniero en Sonido y Acústica por la Universidad de las Américas

# 05

## Estructura y contenido

Este itinerario académico llevará al alumnado a lograr un aprendizaje exhaustivo en torno a la Ingeniería Acústica. Sólidos conocimientos que le permitirán al egresado aplicar los conceptos de la física acústica, la psicoacústica, la electroacústica en los proyectos de aislamiento en salas, edificaciones o cualquier otro ambiente. Todo esto, además, de forma dinámica gracias a los numerosos recursos pedagógicos en los que TECH ha empleado la última tecnología aplicada a la enseñanza universitaria.



“

*Gracias al método Relearning conseguirás un aprendizaje avanzado, sin necesidad de dedicar largas horas al estudio y la memorización”*

## Módulo 1. Ingeniería de la Física Acústica

- 1.1. Vibraciones mecánicas
  - 1.1.1. Oscilador Simple
  - 1.1.2. Oscilaciones amortiguadas y forzadas
  - 1.1.3. Resonancia mecánica
- 1.2. Vibraciones en cuerdas y barras
  - 1.2.1. La Cuerda vibrante. Ondas transversales
  - 1.2.2. Ecuación de la onda longitudinal y transversal en barras
  - 1.2.3. Vibraciones transversales en barras. Casos particulares
- 1.3. Vibraciones en membranas y placas
  - 1.3.1. Vibración de una superficie plana
  - 1.3.2. Ecuación de onda bidimensional para una membrana estirada
  - 1.3.3. Vibraciones libres de una membrana fijada
  - 1.3.4. Vibraciones forzadas de una membrana
- 1.4. Ecuación de onda acústica. Soluciones simples
  - 1.4.1. La Ecuación de onda linealizada
  - 1.4.2. Velocidad del sonido en fluidos
  - 1.4.3. Ondas planas y esféricas. La fuente puntual
- 1.5. Fenómenos de transmisión y reflexión
  - 1.5.1. Cambios de medio
  - 1.5.2. Transmisión a incidencia normal y oblicua
  - 1.5.3. Reflexión especular. Ley de Snell
- 1.6. Absorción y atenuación de ondas sonoras en fluidos
  - 1.6.1. Fenómeno de absorción
  - 1.6.2. Coeficiente de absorción clásico
  - 1.6.3. Fenómenos de absorción en líquidos
- 1.7. Radiación y recepción de ondas acústicas
  - 1.7.1. Radiación de esfera pulsante. Fuentes simples. Intensidad
  - 1.7.2. Radiación dipolar. Directividad
  - 1.7.3. Comportamiento de campo cercano y campo lejano

- 1.8. Difusión, Refracción y Difracción de Ondas Acústicas
  - 1.8.1. Reflexión no especular. Difusión
  - 1.8.2. Refracción. Efecto de la temperatura
  - 1.8.3. Difracción. Efecto de borde o rejilla
- 1.9. Ondas estacionarias: Tubos, Cavidades, Guías de Onda
  - 1.9.1. Resonancia en tubos abiertos y cerrados
  - 1.9.2. Absorción del sonido en tubos. Tubo de Kundt
  - 1.9.3. Cavidades rectangulares, cilíndricas y esféricas
- 1.10. Resonadores, Ductos y Filtros
  - 1.10.1. Límite de la longitud de onda larga
  - 1.10.2. Resonador de Helmholtz
  - 1.10.3. Impedancia Acústica
  - 1.10.4. Filtros acústicos basados en ductos

## Módulo 2. Psicoacústica y detección acústica de señales

- 2.1. Ruido. Fuentes
  - 2.1.1. Sonido. Velocidad de transmisión, presión y longitud de onda
  - 2.1.2. Ruido. Ruido de fondo
  - 2.1.3. Fuente de ruido omnidireccionales. Potencia e intensidad sonora
  - 2.1.4. Impedancia acústica para ondas planas
- 2.2. Niveles de medición sonora
  - 2.2.1. Ley de Weber-Fechner. El decibelio
  - 2.2.2. Nivel de presión sonora
  - 2.2.3. Nivel de intensidad sonora
  - 2.2.4. Nivel de potencia sonora
- 2.3. Medición del campo acústico en Decibelios (Db)
  - 2.3.1. Suma de niveles distintos
  - 2.3.2. Suma de niveles iguales
  - 2.3.3. Resta de niveles. Corrección por ruido de fondo
- 2.4. Acústica Binaural
  - 2.4.1. Estructura del modelo aural
  - 2.4.2. Rango y relación presión sonora y frecuencia
  - 2.4.3. Umbrales de detección y límites de exposición
  - 2.4.4. Modelo físico



- 2.5. Medidas psicoacústicas y físicas
  - 2.5.1. Sonoridad y nivel de sonoridad. Fones
  - 2.5.2. Altura y frecuencia. Timbre. Rango espectral
  - 2.5.3. Curvas de igual sonoridad (isofónicas). Fletcher y Munson y otras
- 2.6. Propiedades Acústicas Perceptivas
  - 2.6.1. Enmascaramiento sonoro. Tonos y bandas de ruido
  - 2.6.2. Enmascaramiento temporal. Pre y post enmascaramiento
  - 2.6.3. Selectividad frecuencial del oído. Bandas críticas
  - 2.6.4. Efectos no lineales de percepción y otros. Efecto Hass y efecto Doppler
- 2.7. El Sistema Fonador
  - 2.7.1. Modelo matemático del tracto vocal
  - 2.7.2. Tiempos de emisión, contenido espectral dominante y nivel de la emisión
  - 2.7.3. Directividad de la emisión vocal. Curva polar
- 2.8. Análisis espectral y bandas de frecuencia
  - 2.8.1. Curvas de ponderación frecuencial A (dBA). Otras ponderaciones espectrales
  - 2.8.2. Análisis espectral por octavas y tercios de octava. Concepto de octava
  - 2.8.3. Ruido rosa y ruido blanco
  - 2.8.4. Otras bandas de ruidos usadas en detección y análisis de señales
- 2.9. Atenuación atmosférica del sonido en campo libre
  - 2.9.1. Atenuación por variación de temperatura y presión atmosférica en la velocidad del sonido
  - 2.9.2. Efecto de absorción del aire
  - 2.9.3. Atenuación debida a la altura al suelo y velocidad del viento
  - 2.9.4. Atenuación debida a turbulencias, lluvia, nieve o vegetación
  - 2.9.5. Atenuación debida a barreras acústicas o variación del terreno por interferencia
- 2.10. Análisis temporal e índices acústicos de inteligibilidad percibida
  - 2.10.1. Percepción subjetiva de primeras reflexiones acústicas. Zonas de eco
  - 2.10.2. Eco flotante
  - 2.10.3. Inteligibilidad de la palabra. Cálculo %ALCons y STI/RASTI

### Módulo 3. Estaciones de bombeo

- 3.1. El Ruido
  - 3.1.1. Descriptores de ruido por valoración de contenido energético: LAeq, SEL
  - 3.1.2. Descriptores de ruido por evaluación de la variación temporal: LAnT
  - 3.1.3. Curvas de categorización de ruido: NC, PNC, RC y NR
- 3.2. Medida de presión
  - 3.2.1. Sonómetro. Descripción general, estructura y funcionamiento por bloques
  - 3.2.2. Análisis de ponderación frecuencial. Redes A,C, Z
  - 3.2.3. Análisis de ponderación temporal. Redes Slow, Fast, Impulse
  - 3.2.4. Sonómetro integrador y dosímetro (Laeq y SEL). Clases y Tipos. Normativa
  - 3.2.5. Fases de control metrológico. Normativa
  - 3.2.6. Calibradores y pistófonos
- 3.3. Medida de Intensidad
  - 3.3.1. Intensimetría. Propiedades y Aplicaciones
  - 3.3.2. Sondas intensimétricas
    - 3.3.2.1. Tipos presión/presión y presión/velocidad
  - 3.3.3. Métodos de calibración. Incertidumbres
- 3.4. Fuentes de excitación acústica
  - 3.4.1. Fuente omnidireccional Dodecaedrica. Normativa Internacional
  - 3.4.2. Fuentes impulsivas aéreas. Pistola y globos acústicos
  - 3.4.3. Fuentes impulsivas estructurales. Máquina de impactos
- 3.5. Medida de vibraciones
  - 3.5.1. Acelerómetros piezoeléctricos
  - 3.5.2. Curvas de desplazamiento, velocidad y aceleración
  - 3.5.3. Analizadores de vibraciones. Ponderaciones frecuenciales
  - 3.5.4. Parámetros y Calibración
- 3.6. Micrófonos de medida
  - 3.6.1. Tipos de Micrófonos de Medida
    - 3.6.1.1. El micrófono de condensador y pre polarizado. Bases de funcionamiento
  - 3.6.2. Diseño y construcción de los micrófonos
    - 3.6.2.1. Campo difuso, campo aleatorio y de presión
  - 3.6.3. Sensibilidad, respuesta, directividad, rango y estabilidad
  - 3.6.4. Influencias ambientales y del operador. Medida con micrófonos

- 3.7. Medida de impedancia acústica
  - 3.7.1. Métodos con tubo de impedancia (Kundt): método del rango de onda estacionaria
  - 3.7.2. Determinación del coeficiente de absorción acústica a incidencia normal. Norma ISO 10534-2:2002 método de la función de transferencia
  - 3.7.3. Método de superficie: pistola de impedancia
- 3.8. Cámaras acústicas de medida
  - 3.8.1. Cámara anecoica. Diseño y materiales
  - 3.8.2. Cámara semianecoica. Diseño y materiales
  - 3.8.3. Cámara reverberante. Diseño y materiales
- 3.9. Otros sistemas de medida
  - 3.9.1. Sistemas automáticos y autónomos de medida para acústica ambiental
  - 3.9.2. Sistemas de medida por tarjeta de adquisición de datos y software
  - 3.9.3. Sistemas basados en software de simulación
- 3.10. Incertidumbre en la medida acústica
  - 3.10.1. Fuentes de incertidumbre
  - 3.10.2. Medidas reproducibles y no reproducibles
  - 3.10.3. Medidas directas e indirectas

#### Módulo 4. Sistemas y Procesamiento de Señales de Audio

- 4.1. Señales
  - 4.1.1. Señales continuas y discretas
  - 4.1.2. Señales periódicas y complejas
  - 4.1.3. Señales aleatorias y estocásticas
- 4.2. Serie y Transformada de Fourier
  - 4.2.1. Serie de Fourier y Transformada de Fourier. Análisis y síntesis
  - 4.2.2. Dominio de tiempo versus dominio de la frecuencia
  - 4.2.3. Variable compleja  $s$  y función de transferencia
- 4.3. Muestreo y reconstrucción de señales de audio
  - 4.3.1. Conversión A/D
    - 4.3.1.1. Tamaño de la muestra, codificación y frecuencia de muestreo
  - 4.3.2. Error de cuantificación. Error de sincronización (Jitter)
  - 4.3.3. Conversión D/A. Teorema de Nyquist-Shannon
  - 4.3.4. Efecto de Aliasing (enmascaramiento)

- 4.4. Análisis de respuesta en frecuencia de sistemas
  - 4.4.1. La Transformada discreta de Fourier. DFT
  - 4.4.2. La Transformada rápida de Fourier FFT
  - 4.4.3. Diagrama de Bode (magnitud y fase)
- 4.5. Filtros de señal IIR analógicos
  - 4.5.1. Filtrado tipos. HP, LP, PB
  - 4.5.2. Orden y atenuación del filtro
  - 4.5.3. Tipos Q. Butterworth, Bessel, Linkwitz-Riley, Chebyshev, Elíptico
  - 4.5.4. Ventajas e inconvenientes de los distintos filtrados
- 4.6. Análisis y diseño de filtros de señal digital
  - 4.6.1. FIR (*Finite impulse Response*)
  - 4.6.2. IIR (*Infinite Impulse Response*)
  - 4.6.3. Diseño con herramientas de software como Matlab
- 4.7. Ecuación de señal
  - 4.7.1. EQ tipos. HP, LP, PB
  - 4.7.2. EQ slope (atenuación)
  - 4.7.3. EQ Q (factor de calidad)
  - 4.7.4. EQ *cut off* (frecuencia de corte)
  - 4.7.5. EQ *boost* (refuerzo)
- 4.8. Cálculo de parámetros acústicos mediante software de análisis y procesado de señal
  - 4.8.1. Función de transferencia y convolución de señal
  - 4.8.2. Curva IR (*Impulse Response*)
  - 4.8.3. Curva RTA (*Real Time Analyzer*)
  - 4.8.4. Curva *Step Response*
  - 4.8.5. Curva RT 60, T30, T20
- 4.9. Presentación estadística de parámetros en el software de tratamiento de señal
  - 4.9.1. Suavizado de señal (*Smoothing*)
  - 4.9.2. *Waterfall*
  - 4.9.3. *TR Decay*
  - 4.9.4. *Spectrogram*
- 4.10. Generación de señales de audio
  - 4.10.1. Generadores de señal analógicos. Tonos y ruido aleatorio
  - 4.10.2. Generadores digitales de Ruido Rosa y Blanco
  - 4.10.3. Generadores tonales o de barridos (*sweep*)

## Módulo 5. Electroacústica y Equipos de Audio

- 5.1. Leyes del Refuerzo Sonoro Electroacústico y Megafonía
  - 5.1.1. Aumento del nivel de presión sonora (NPS) con la potencia
  - 5.1.2. Atenuación del nivel de presión sonora (NPS) con la distancia
  - 5.1.3. Variación del nivel de intensidad sonora (NIS) con la distancia y el número de fuentes
  - 5.1.4. Suma de señales coherentes y no coherentes en fase. Radiación y directividad
  - 5.1.5. Efectos distorsionadores del sonido en propagación y soluciones a seguir
- 5.2. Transducción Electroacústica
  - 5.2.1. Analogías electroacústicas
    - 5.2.1.1. Girador electromecánico (TEM) y mecanoacústico (TMA)
  - 5.2.2. Transductores electroacústicos. Tipos y particularidades
  - 5.2.3. Modelo electroacústico del transductor de bobina móvil. Circuito equivalente
- 5.3. Transductor electrodinámico de radiación directa
  - 5.3.1. Componentes estructurales
  - 5.3.2. Características
    - 5.3.2.1. Respuesta de presión y fase, curva de impedancia, potencia máxima y RMS, sensibilidad y rendimiento, patrón polar de directividad, polaridad, curva de distorsión
  - 5.3.3. Parámetros Thiele-Small y parámetros Wright
  - 5.3.4. Clasificación frecuencial
    - 5.3.4.1. Tipos de radiadores. Función como monopolo/dipolo
  - 5.3.5. Modelos alternativos: coaxial o elíptico
- 5.4. Transductores de radiación indirecta
  - 5.4.1. Bocinas, difusores y lentes acústicas. Estructura y tipos
  - 5.4.2. Control de la directividad. Guías de onda
  - 5.4.3. Núcleo de compresión
- 5.5. Recintos Acústicos Profesionales
  - 5.5.1. Pantalla infinita
  - 5.5.2. Suspensión acústica. Diseño. Problemas modales
  - 5.5.3. Reflector de baja frecuencia (*Reflex*). Diseño
  - 5.5.4. Laberinto acústico. Diseño
  - 5.5.5. Línea de transmisión. Diseño
- 5.6. Circuitos de filtrado y *crossovers*
  - 5.6.1. Filtros de cruce pasivos. Orden
    - 5.6.1.1. Ecuaciones de primer orden y suma
  - 5.6.2. Filtros de cruce activos. Analógicos y Digitales
  - 5.6.3. Parámetros del crossover
    - 5.6.3.1. Vías, frecuencia de cruce, orden, pendiente y factor de calidad
  - 5.6.4. Filtros Notch y redes L-Pad y Zobel
- 5.7. *Arrays* de audio
  - 5.7.1. Fuente puntual simple y fuente puntual doble
  - 5.7.2. Cobertura. Directividad constante y proporcional
  - 5.7.3. Agrupación de fuentes sonoras. Fuentes acopladas
- 5.8. Equipos de Amplificación
  - 5.8.1. Amplificadores de clase A, B, AB, C y D. Curvas de amplificación
  - 5.8.2. Preamplificación y amplificación en tensión. Amplificador de alta impedancia o de línea
  - 5.8.3. Medida y cálculo de la ganancia en tensión de un amplificador
- 5.9. Otros equipos de audio en estudio de grabación y producción de audio
  - 5.9.1. Conversores ADC/DAC. Características prestacionales
  - 5.9.2. Ecuadores. Tipos y parámetros de ajuste
  - 5.9.3. Procesadores de dinámica. Tipos y parámetros de ajuste
  - 5.9.4. Limitadores, puertas de ruido, unidades *delay* y *reverb*. Parámetros de ajuste
  - 5.9.5. Mezcladores. Tipos y funciones de los módulos. Problemas de integración espacial
- 5.10. Monitoreo en estudios de grabación y emisoras de radio y televisión
  - 5.10.1. Monitores de campo cercano y campo lejano en salas de control
  - 5.10.2. Montaje *Flush-mount*. Efectos acústicos. *Comb filter*
  - 5.10.3. Alineación temporal y corrección en fase

## Módulo 6. Acústica de Salas

- 6.1. Distinción del aislamiento acústico en Arquitectura
  - 6.1.1. Distinción entre aislamiento y tratamiento acústico. Mejora del confort acústico
  - 6.1.2. Balance energético de transmisión. Potencia sonora incidente, absorbida y transmitida
  - 6.1.3. Aislamiento acústico de recintos. Índice de transmisión sonora
- 6.2. Transmisión del sonido
  - 6.2.1. Tipología de transmisión de ruido Ruido aéreo y de transmisión directas y por flancos
  - 6.2.2. Mecanismos de propagación Reflexión, refracción, absorción y difracción
  - 6.2.3. Índices de reflexión y absorción sonora
  - 6.2.4. Caminos de transmisión sonora entre dos recintos contiguos
- 6.3. Magnitudes del rendimiento del aislamiento acústico de los edificios
  - 6.3.1. Índice de reducción acústica aparente,  $R'$
  - 6.3.2. Diferencia estandarizada de nivel,  $DnT$
  - 6.3.3. Diferencia normalizada de nivel,  $Dn$
- 6.4. Magnitudes para describir el rendimiento del aislamiento acústico de los elementos
  - 6.4.1. Índice de reducción acústica,  $R$
  - 6.4.2. Índice de mejora de reducción acústica,  $\Delta R$
  - 6.4.3. Diferencia normalizada de nivel de un elemento,  $Dn,e$
- 6.5. Aislamiento acústico a ruido aéreo entre recintos
  - 6.5.1. Exposición de la problemática
  - 6.5.2. Modelo de cálculo
  - 6.5.3. Índices de medida
  - 6.5.4. Soluciones técnicas constructivas
- 6.6. Aislamiento a ruido de impactos entre recintos
  - 6.6.1. Exposición de la problemática
  - 6.6.2. Modelo de cálculo
  - 6.6.3. Índices de medida
  - 6.6.4. Soluciones técnicas constructivas

- 6.7. Aislamiento acústico a ruido aéreo frente a ruido exterior
  - 6.7.1. Exposición de la problemática
  - 6.7.2. Modelo de cálculo
  - 6.7.3. Índices de medida
  - 6.7.4. Soluciones técnicas constructivas
- 6.8. Análisis de la transmisión del ruido interior al exterior
  - 6.8.1. Exposición de la problemática
  - 6.8.2. Modelo de cálculo
  - 6.8.3. Índices de medida
  - 6.8.4. Soluciones técnicas constructivas
- 6.9. Análisis de niveles sonoros producidos por los equipamientos de instalaciones y maquinaria
  - 6.9.1. Exposición de la problemática
  - 6.9.2. Análisis de la transmisión sonora a través de las instalaciones
  - 6.9.3. Índices de medida
- 6.10. Absorción sonora en espacios cerrados
  - 6.10.1. Área de absorción equivalente total
  - 6.10.2. Análisis de espacios con distribución irregular de la absorción
  - 6.10.3. Análisis de espacios con formas irregulares

## Módulo 7. Aislamientos Acústicos

- 7.1. Caracterización acústica en recintos
  - 7.1.1. Propagación del sonido en el espacio libre
  - 7.1.2. Propagación del sonido en un recinto cerrado. Sonido reflejado
  - 7.1.3. Teorías de la acústica de salas: Teoría ondulatoria, estadística y geométrica
- 7.2. Análisis de la teoría ondulatoria ( $f \leq f_s$ )
  - 7.2.1. Problemas modales de una sala derivados de la ecuación de onda acústica
    - 7.2.2. Modos axiales, tangenciales y oblicuos
      - 7.2.2.1. Ecuación tridimensional y características de refuerzo modal de los distintos tipos de modos
  - 7.2.3. Densidad modal. Frecuencia de Schroeder. Curva espectral de aplicación de teorías



- 7.3. Criterios de distribución modal
  - 7.3.1. Medidas áureas
    - 7.3.1.1. Otras medidas posteriores (Bolt, Septmeyer, Louden, Boner, Sabine)
  - 7.3.2. Criterio de Walker y Bonello
  - 7.3.3. Diagrama de Bolt
- 7.4. Análisis de la teoría estadística ( $f_s \leq f \leq 4f_s$ )
  - 7.4.1. Criterio de difusión homogénea. Balance energético temporal sonoro
  - 7.4.2. Campo directo y reverberante. Distancia crítica y constante de la sala
  - 7.4.3. TR. Cálculo de Sabine. Curva de decaimiento energético (curva ETC)
  - 7.4.4. Tiempo de reverberación óptimo. Tablas de Beranek
- 7.5. Análisis de la teoría geométrica ( $f \geq 4f_s$ )
  - 7.5.1. Reflexión especular y no especular. Aplicación de la ley de Snell para  $f \geq 4f_s$
  - 7.5.2. Reflexiones de primer orden. Ecograma
  - 7.5.3. Eco flotante
- 7.6. Materiales para acondicionamiento acústico. Absorción
  - 7.6.1. Absorción de membranas y fibras. Materiales porosos
  - 7.6.2. Coeficiente de reducción acústica NRC
  - 7.6.3. Variación de la absorción en función de las características del material (espesor, porosidad, densidad, etc.)
- 7.7. Parámetros para la evaluación de la calidad acústica en recintos
  - 7.7.1. Parámetros energéticos (G, C50, C80, ITDG)
  - 7.7.2. Parámetros de reverberación (TR, EDT, BR, Br)
  - 7.7.3. Parámetros de espacialidad (IACCE, IACCL, LG, LFE, LFCE)
- 7.8. Procedimientos y consideraciones de diseño acústico de salas
  - 7.8.1. Reducción de la atenuación del sonido directo a partir de la forma de la sala
  - 7.8.2. Análisis de la forma de la sala en relación con las reflexiones
  - 7.8.3. Predicción del nivel de ruido en una sala
- 7.9. Difusores acústicos
  - 7.9.1. Difusores policilíndricos
  - 7.9.2. Difusores de Schroeder de máxima longitud de secuencia (MLS)
  - 7.9.3. Difusores de Schroeder de residuos cuadráticos (QRD)
    - 7.9.3.1. Difusores QRD Unidimensionales
    - 7.9.3.2. Difusores QRD Bidimensionales
    - 7.9.3.3. Difusores de Schroeder de raíz primitiva (PRD)

- 7.10. Acústica variable en espacios multifuncionales Elementos para su diseño
  - 7.10.1. Diseño de espacios de acústica variable a partir de elementos físicos variables
  - 7.10.2. Diseño de espacios de acústica variable a partir de sistemas electrónicos
  - 7.10.3. Análisis comparativo del uso de elementos físicos frente a sistemas electrónicos

## Módulo 8. Instalaciones y Ensayos Acústicos

- 8.1. Estudio acústico e Informes
  - 8.1.1. Tipos de informes técnicos acústicos
  - 8.1.2. Contenido de los estudios e informes
  - 8.1.3. Tipos de ensayos acústicos
- 8.2. Planificación y desarrollo de ensayos de aislamiento acústico a ruido aéreo
  - 8.2.1. Requisitos de mediciones
  - 8.2.2. Registro de resultados
  - 8.2.3. Informe de ensayo
- 8.3. Evaluación de las magnitudes globales para el aislamiento a ruido aéreo en edificios y elementos de construcción
  - 8.3.1. Procedimiento para la evaluación de magnitudes globales
  - 8.3.2. Método de comparación
  - 8.3.3. Términos de adaptación espectral (C o Ctr)
  - 8.3.4. Evaluación de los resultados
- 8.4. Planificación y desarrollo de ensayos de aislamiento acústico a ruido de impactos
  - 8.4.1. Requisitos de mediciones
  - 8.4.2. Registro de resultados
  - 8.4.3. Informe de ensayo
- 8.5. Evaluación de las magnitudes globales para el aislamiento a ruido de impacto en edificios y elementos de construcción
  - 8.5.1. Procedimiento para la evaluación de magnitudes globales
  - 8.5.2. Método de comparación
  - 8.5.3. Evaluación de los resultados
- 8.6. Planificación y desarrollo de ensayos de aislamiento acústico a ruido aéreo en fachadas
  - 8.6.1. Requisitos de mediciones
  - 8.6.2. Registro de resultados
  - 8.6.3. Informe de ensayo

- 8.7. Planificación y desarrollo de ensayos de tiempo de reverberación
  - 8.7.1. Requisitos de mediciones: Recintos espectáculos
  - 8.7.2. Requisitos de mediciones: Recintos ordinarios
  - 8.7.3. Requisitos de mediciones: Oficinas diáfanos
  - 8.7.4. Registro de resultados
  - 8.7.5. Informe de ensayo
- 8.8. Planificación y desarrollo de ensayos de medición del índice de transmisión de la palabra hablada (STI) en recintos
  - 8.8.1. Requisitos de mediciones
  - 8.8.2. Registro de resultados
  - 8.8.3. Informe de ensayo
- 8.9. Planificación y desarrollo de ensayos para la evaluación de la transmisión del ruido interior al exterior
  - 8.9.1. Requisitos básicos de mediciones
  - 8.9.2. Registro de resultados
  - 8.9.3. Informe de ensayo
- 8.10. Control del ruido
  - 8.10.1. Tipos de limitadores de sonido
  - 8.10.2. Limitadores de sonido
    - 8.10.2.1. Periféricos
  - 8.10.3. Medidor de ruido ambiental

## Módulo 9. Sistemas de registro y técnicas de grabación en estudios

- 9.1. El estudio de grabación
  - 9.1.1. La sala de grabación
  - 9.1.2. Diseño de salas de grabación
  - 9.1.3. La sala de control
  - 9.1.4. Diseño de salas de control
- 9.2. El proceso de grabación
  - 9.2.1. Preproducción
  - 9.2.2. Grabación en el estudio
  - 9.2.3. Postproducción

- 9.3. Producción técnica en el estudio de grabación
  - 9.3.1. Roles y responsabilidades en la producción
  - 9.3.2. Creatividad y toma de decisiones
  - 9.3.3. Gestión de recursos
  - 9.3.4. Tipo de grabación
  - 9.3.5. Tipos de sala
  - 9.3.6. Material técnico
- 9.4. Formatos de audio
  - 9.4.1. Formatos de archivo de audio
  - 9.4.2. Calidad de audio y compresión de datos
  - 9.4.3. Conversión de formatos y resolución
- 9.5. Cables y conectores
  - 9.5.1. Cableado de electricidad
  - 9.5.2. Cableado de carga
  - 9.5.3. Cableado de señal analógica
  - 9.5.4. Cableado de señal digital
  - 9.5.5. Señal balanceada, no balanceada, estereofónica y monofónica
- 9.6. Interfaces de audio
  - 9.6.1. Funciones y características de las interfaces de audio
  - 9.6.2. Configuración y uso de interfaces de audio
  - 9.6.3. Elección de la interfaz adecuada para cada proyecto
- 9.7. Auriculares de estudio
  - 9.7.1. Estructura
  - 9.7.2. Tipos de auriculares
  - 9.7.3. Especificaciones
  - 9.7.4. Reproducción binaural
- 9.8. La cadena de audio
  - 9.8.1. Encaminamiento de la señal
  - 9.8.2. Cadena de grabación
  - 9.8.3. Cadena de monitorización
  - 9.8.4. Grabación MIDI

- 9.9. Mesa de mezclas
  - 9.9.1. Tipos de entradas y sus características
  - 9.9.2. Funciones de canal
  - 9.9.3. Mezcladores
  - 9.9.4. Controladores DAW
- 9.10. Técnicas de microfónica en estudios
  - 9.10.1. Posicionamiento de Micrófonos
  - 9.10.2. Selección y Configuración de Micrófonos
  - 9.10.3. Técnicas Avanzadas de Microfonía

## Módulo 10. Acústica ambiental y Planes de Acción

- 10.1. Análisis de la acústica ambiental
  - 10.1.1. Fuentes de ruido ambiental
  - 10.1.2. Tipos de ruido ambiental en función de su evolución temporal
  - 10.1.3. Efectos del ruido ambiental sobre la salud humana y el medio ambiente
- 10.2. Indicadores y magnitudes del ruido ambiental
  - 10.2.1. Aspectos que influyen en la medición del ruido ambiental
  - 10.2.2. Indicadores de ruido ambiental
    - 10.2.2.1. Nivel día-tarde-noche (Lden)
    - 10.2.2.2. Nivel día-noche (Ldn)
  - 10.2.3. Otros indicadores de ruido ambiental
    - 10.2.3.1. Índice de ruido de tráfico (TNI)
    - 10.2.3.2. Nivel de contaminación acústica (NPL)
    - 10.2.3.3. Nivel SEL
- 10.3. Medición del ruido ambiental
  - 10.3.1. Normas y protocolos de medida Internacional
  - 10.3.2. Procedimientos de medición
  - 10.3.3. Informe de evaluación del ruido ambiental
- 10.4. Mapas de ruido y planes de acción
  - 10.4.1. Medidas acústicas
  - 10.4.2. Proceso general de elaboración de mapas de ruido
  - 10.4.3. Planes de acción para el control del ruido
- 10.5. Fuentes de ruido ambiental: Tipos
  - 10.5.1. Ruido de tráfico
  - 10.5.2. Ruido de ferrocarril
  - 10.5.3. Ruido de aeronaves
  - 10.5.4. Ruido de actividades
- 10.6. Fuentes de ruido: medidas control
  - 10.6.1. Control en la fuente
  - 10.6.2. Control en la propagación
  - 10.6.3. Control en el receptor
- 10.7. Modelos de predicción del ruido de tráfico
  - 10.7.1. Métodos de predicción de ruido de tráfico
  - 10.7.2. Teorías sobre la generación y propagación
  - 10.7.3. Factores que influyen la generación del ruido
  - 10.7.4. Factores que afectan a la propagación
- 10.8. Barreras acústicas
  - 10.8.1. Funcionamiento de una barrera acústica. Principios
  - 10.8.2. Tipos de barreras acústicas
  - 10.8.3. Diseño de barreras acústicas
- 10.9. Evaluación de la exposición a ruido en entorno laboral
  - 10.9.1. Identificación de las consecuencias de la exposición a elevados niveles de ruido
  - 10.9.2. Métodos de medición y evaluación de la exposición a ruido (ISO 9612:2009)
  - 10.9.3. Índices y valores máximos de exposición
  - 10.9.4. Medidas técnicas para limitar la exposición
- 10.10. Evaluación de la exposición a vibraciones mecánica transmitidas al cuerpo humano
  - 10.10.1. Identificación de las consecuencias de la exposición a vibraciones transmitidas a cuerpo entero
  - 10.10.2. Métodos de medición y evaluación
  - 10.10.3. Índices y valores máximos de exposición
  - 10.10.4. Medidas técnicas para limitar la exposición

06

# 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 en la plataforma de reseñas Trustpilot, 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

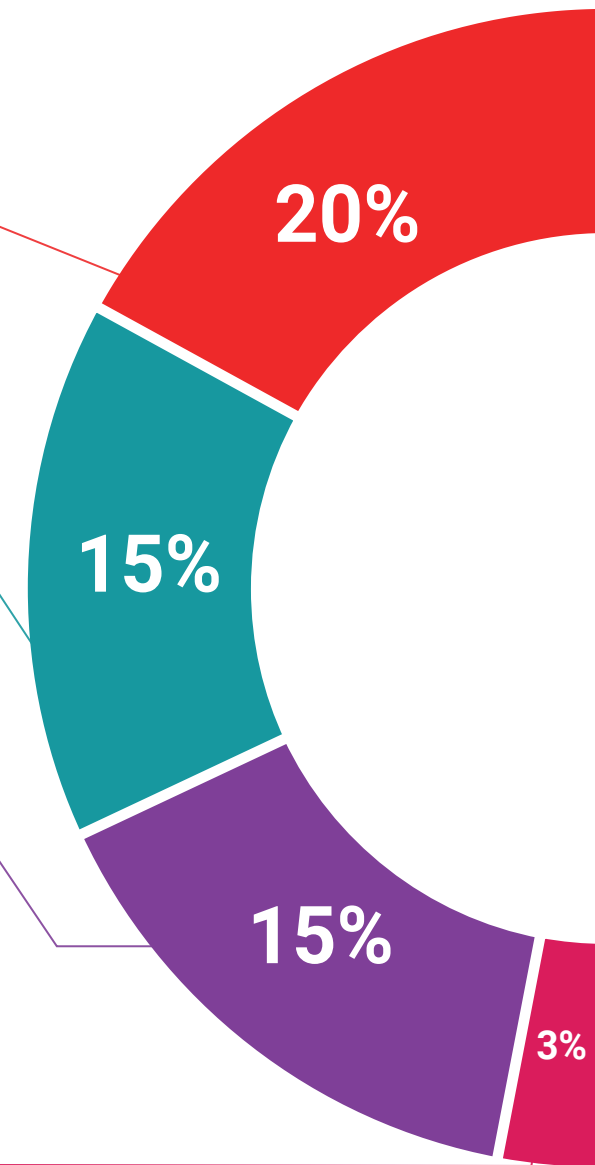
Presentamos los contenidos de manera atractiva y dinámica en píldoras multimedia que incluyen audio, vídeos, imágenes, esquemas y mapas conceptuales con el fin de afianzar el conocimiento.

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.





07

# Titulación

El Máster Título Propio en Ingeniería Acústica 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 Título Propio en Ingeniería Acústica** 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.

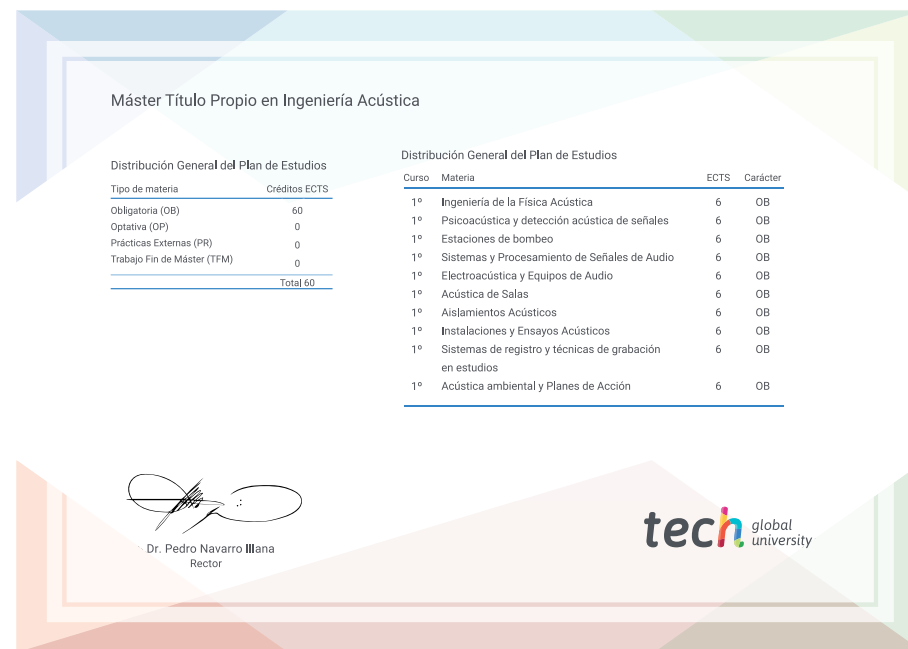
Este título propio de **TECH Global University**, es un programa europeo de formación continua y actualización profesional que garantiza la adquisición de las competencias en su área de conocimiento, confiriendo un alto valor curricular al estudiante que supere el programa.

Título: **Máster Título Propio en Ingeniería Acústica**

Modalidad: **online**

Duración: **12 meses**

Acreditación: **60 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 Ingeniería Acústica

- » Modalidad: online
- » Duración: 12 meses
- » Titulación: TECH Global University
- » Acreditación: 60 ECTS
- » Horario: a tu ritmo
- » Exámenes: online



# Máster Título Propio

## Ingeniería Acústica

