

# Master Privato

## Ingegneria Acustica





**tech** università  
tecnologica

## Master Privato Ingegneria Acustica

- » Modalità: online
- » Durata: 12 mesi
- » Titolo: TECH Università Tecnologica
- » Orario: a tua scelta
- » Esami: online

Accesso al sito web: [www.techitute.com/it/ingegneria/master/master-ingegneria-acustica](http://www.techitute.com/it/ingegneria/master/master-ingegneria-acustica)

# Indice

01

Presentazione

---

*pag. 4*

02

Obiettivi

---

*pag. 8*

03

Competenze

---

*pag. 14*

04

Direzione del corso

---

*pag. 18*

05

Struttura e contenuti

---

*pag. 24*

06

Metodologia

---

*pag. 34*

07

Titolo

---

*pag. 42*

# 01

# Presentazione

Il miglioramento delle tecniche di valutazione ambientale, delle politiche e delle normative esistenti, così come l'avanzamento di nuove tecnologie nel campo dell'acustica, portano a continui progressi nel campo del Suono portano a continui progressi nel campo dell'amplificazione e della registrazione del suono. In questo senso, sono molti i settori che si stanno muovendo in questa direzione, come l'edilizia, l'ingegneria industriale, la fabbricazione di mezzi di trasporto o di apparecchiature audio e strumentali, un'ampia gamma di possibilità professionali che richiedono una specializzazione che è possibile raggiungere grazie a questa laurea 100% online progettata da TECH. Si tratta di un programma avanzato di 1.500 ore di insegnamento che consente agli studenti di ottenere una formazione completa nella progettazione e pianificazione dell'acustica architettonica, dei materiali acustici, della cancellazione del rumore o della sonorizzazione.



“

*Aumenta il tuo potenziale professionale  
nel mondo dell'Ingegneria Acustica grazie  
a questo Master Privato 100% online"*

La ricerca e l'innovazione nel campo dell'acustica sono state una costante. In questo senso, le tecnologie hanno svolto un ruolo trascendentale nell'insonorizzazione di spazi come teatri, sale, edifici o con la capacità di isolare il rumore in ambienti diversi. Tutto ciò è stato determinato dal progresso tecnologico e dai cambiamenti normativi a favore del rispetto dell'ambiente.

In questo scenario, l'ingegnere che decide di sviluppare la propria carriera professionale in questo campo deve possedere conoscenze teoriche approfondite e metterle in pratica in settori diversi come l'edilizia, l'automotive, l'aviazione o in aree coinvolte nello studio degli effetti o nel miglioramento dei materiali per il rinforzo del suono. Di fronte a questa realtà, è stato creato questo Master Privato in Ingegneria Acustica, sviluppato da professionisti dell'ingegneria con una vasta esperienza in questo campo.

Una proposta accademica che porti gli studenti ad approfondire la fisica acustica, a progredire nella psicoacustica, nella strumentazione acustica avanzata, ad approfondire la strumentazione acustica, i progressi nei sistemi e nell'elaborazione del segnale o i sistemi di registrazione e le tecniche di registrazione in studio. Il tutto, inoltre, in modo dinamico grazie a risorse pedagogiche come video riassuntivi, pillole multimediali di alta qualità, letture specializzate e casi di studio.

Inoltre, grazie al sistema *Relearning*, basato sulla ripetizione dei concetti chiave in tutto il programma, il laureato sarà in grado di ridurre significativamente le lunghe ore di studio e di ottenere un processo di apprendimento molto più semplice ed efficace.

Senza dubbio, lo studente si trova di fronte a un'opzione accademica di prima classe che si distingue per la sua metodologia flessibile al 100%. Tutto ciò che serve è un dispositivo elettronico con una connessione a Internet per visualizzare, in qualsiasi momento della giornata, i contenuti ospitati sulla piattaforma virtuale. Un'opportunità unica, che solo TECH, la maggiore università digitale del mondo, può offrire.

Questo **Master Privato in Ingegneria Acustica** possiede il programma più completo e aggiornato del mercato. Le caratteristiche principali del programma sono:

- ♦ Sviluppo di casi pratici presentati da esperti di Ingegneria Acustica
- ♦ Contenuti grafici, schematici ed eminentemente pratici che forniscono informazioni tecniche e pratiche sulle discipline essenziali per l'esercizio della professione
- ♦ Esercizi pratici che offrono un processo di autovalutazione per migliorare l'apprendimento
- ♦ Enfasi speciale sulle metodologie innovative
- ♦ Lezioni teoriche, domande all'esperto e/o al tutor, forum di discussione su questioni controverse e compiti di riflessione individuale
- ♦ Contenuti disponibili da qualsiasi dispositivo fisso o portatile provvisto di connessione a internet



*Una proposta accademica di prima classe sviluppata da TECH, un'istituzione Google Premier Partner"*

“

*Risolvi i principali problemi di registrazione audio e garantisce la qualità. Tutto questo, con conoscenze acquisite comodamente da casa tua"*

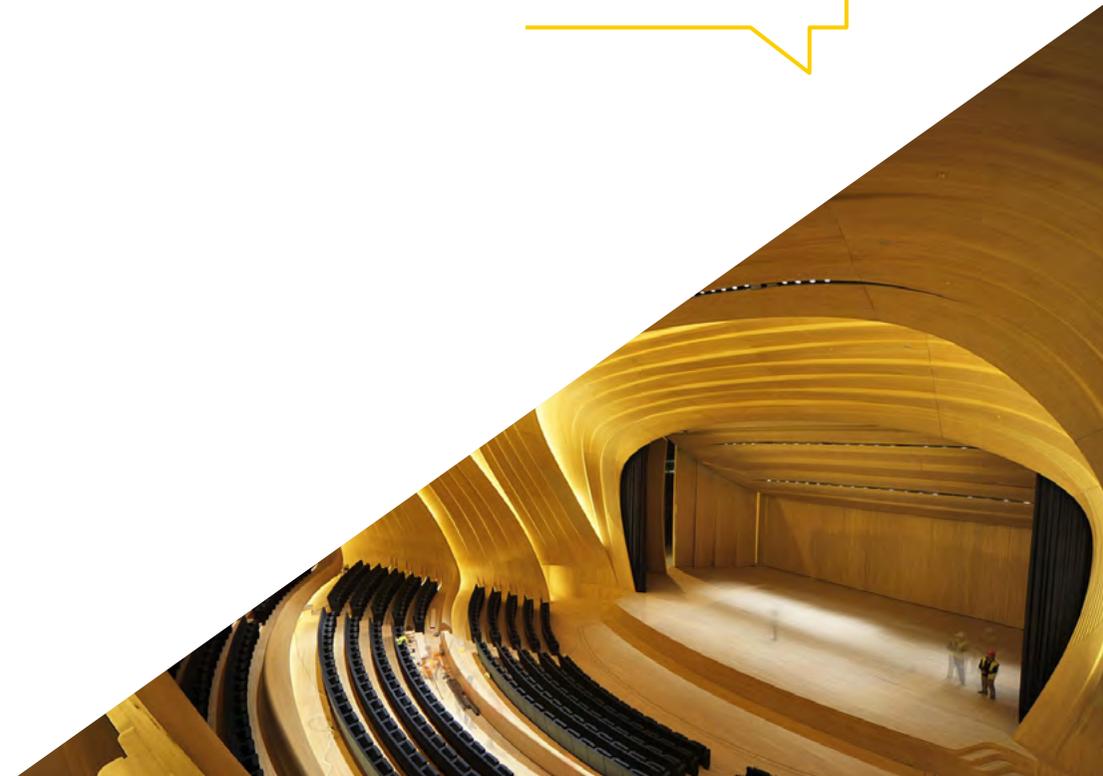
Il personale docente del programma comprende rinomati specialisti, che forniscono agli studenti le competenze necessarie a intraprendere un percorso di studio eccellente.

I contenuti multimediali, sviluppati in base alle ultime tecnologie educative, forniranno al professionista un apprendimento coinvolgente e localizzato, ovvero inserito in un contesto reale.

La creazione di questo programma è incentrata sull'Apprendimento Basato sui Problemi, mediante il quale il professionista deve cercare di risolvere le diverse situazioni di pratica professionale che gli si presentano durante il corso. Il professionista sarà supportato da un innovativo sistema video interattivo sviluppato da riconosciuti esperti.

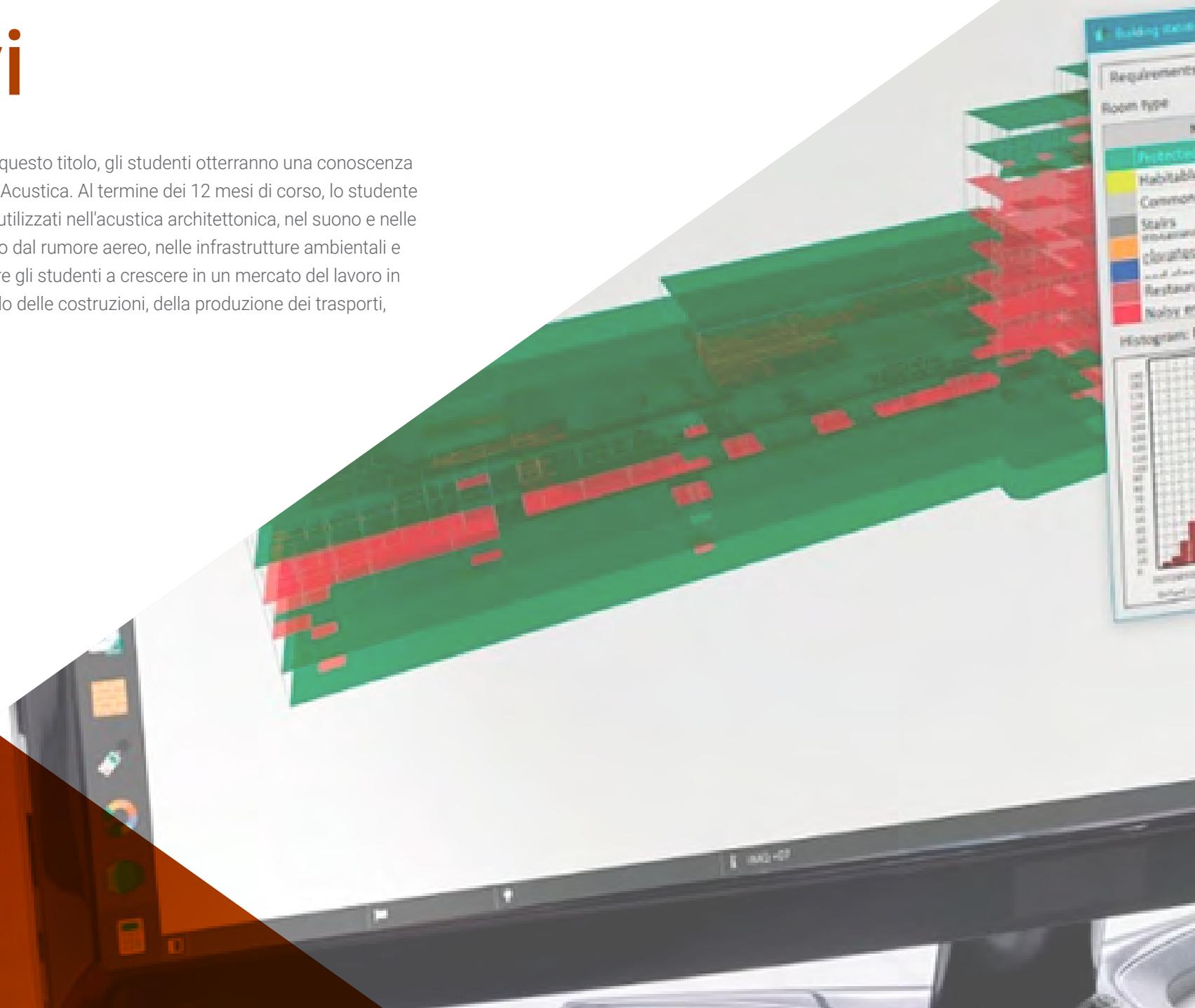
*Hai a disposizione una biblioteca di risorse multimediali accessibile 24 ore al giorno, 7 giorni alla settimana.*

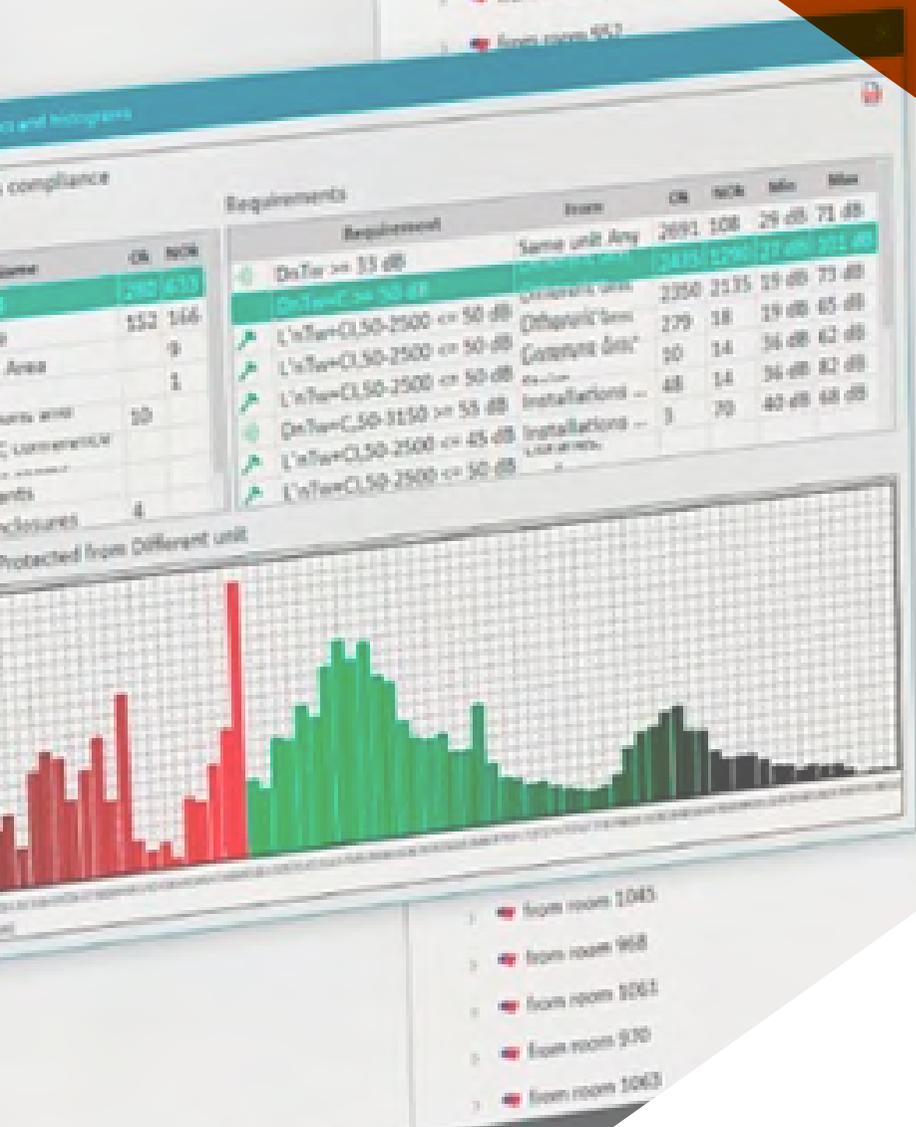
*Ottieni una specializzazione efficace in Acustica Architettonica e avanza nei tuoi progetti di isolamento acustico. Iscriviti subito in TECH.*



# 02 Obiettivi

Grazie all'approccio teorico-pratico di questo titolo, gli studenti otterranno una conoscenza avanzata e aggiornata dell'Ingegneria Acustica. Al termine dei 12 mesi di corso, lo studente conoscerà le tecniche e i fondamenti utilizzati nell'acustica architettonica, nel suono e nelle vibrazioni nell'industria, nell'isolamento dal rumore aereo, nelle infrastrutture ambientali e urbane. Il tutto, con l'obiettivo di aiutare gli studenti a crescere in un mercato del lavoro in espansione e diversificato, come quello delle costruzioni, della produzione dei trasporti, dell'ingegneria industriale, ecc.





“

Hai a disposizione casi di studio con un approccio teorico-pratico adatto a integrare le tecniche di rinforzo del suono più efficaci nei tuoi progetti acustici”



## Obiettivi generali

---

- ♦ Sviluppare le leggi dell'acustica fisica che spiegano il comportamento delle onde sonore, come l'equazione delle onde acustiche
- ♦ Fornire le conoscenze necessarie sui concetti essenziali di generazione e propagazione del suono nei mezzi fluidi e sui modelli che descrivono il comportamento delle onde sonore in questi mezzi, sia nella loro libera propagazione che nella loro interazione con la materia, da un punto di vista formale e matematico
- ♦ Determinare la natura e le particolarità degli elementi acustici di un sistema
- ♦ Familiarizzare con la terminologia e i metodi analitici per la risoluzione di problemi acustici
- ♦ Analizzare la natura delle sorgenti sonore e la percezione umana
- ♦ Concettualizzare il rumore e il suono nell'ambito della ricezione sonora
- ♦ Distinguere le particolarità che influenzano la percezione psicoacustica dei suoni
- ♦ Identificare e specificare gli indici e le unità di misura necessarie per quantificare il suono e i suoi effetti sulla propagazione sonora
- ♦ Compilare i diversi sistemi di misurazione acustica e le loro caratteristiche di prestazione
- ♦ Giustificare l'uso corretto degli strumenti appropriati per una specifica misurazione
- ♦ Approfondire i metodi e gli strumenti di elaborazione digitale per l'ottenimento dei parametri acustici per i parametri acustici
- ♦ Valutare diversi parametri acustici utilizzando sistemi di elaborazione digitale del segnale
- ♦ Stabilire i criteri corretti per l'acquisizione dei dati acustici attraverso la quantificazione e il campionamento
- ♦ Fornire una solida comprensione dei fondamenti e dei concetti chiave relativi alla registrazione audio e alla strumentazione utilizzata negli studi di registrazione
- ♦ Promuovere una conoscenza aggiornata della tecnologia in costante evoluzione nel campo della registrazione audio e della strumentazione associata
- ♦ Determinare i protocolli per la gestione di apparecchiature di registrazione avanzate e la loro applicazione in situazioni pratiche di ingegneria acustica
- ♦ Analizzare e classificare le principali fonti di rumore ambientale e le loro conseguenze
- ♦ Misurare il rumore ambientale utilizzando indicatori acustici appropriati



*Diventa un esperto nella costruzione di custodie acustiche e di trasduttori a radiazione diretta e indiretta"*



## Obiettivi specifici

---

### Modulo 1. Ingegneria della Fisica Acustica

- ◆ Specificare i concetti relativi alla propagazione delle onde sonore come, ad esempio, le risonanze o la velocità del suono nei fluidi
- ◆ Applicare i principi della propagazione del rumore all'esterno e negli elementi architettonici come lastre, membrane, tubi e cavità, ecc.
- ◆ Stabilire i principi che regolano la produzione di rumore dalle sorgenti e la propagazione delle onde sonore e delle vibrazioni comuni nell'edificio e nell'ambiente
- ◆ Analizzare comportamenti quali la riflessione, la rifrazione, l'assorbimento, la trasmissione, la radiazione e la diffrazione del suono

### Modulo 2. Psicoacustica e rilevamento dei segnali acustici

- ◆ Sviluppare il concetto di rumore e le caratteristiche della propagazione del suono
- ◆ Specificare come sommare e sottrarre suoni complessi e come valutare il rumore di fondo
- ◆ Misurare i suoni oggettivi e soggettivi con le unità di misura appropriate e correlarli tra loro utilizzando le curve isofoniche
- ◆ Valutare gli effetti del mascheramento di frequenza e di tempo e il suo effetto sulla percezione della sulla percezione

### Modulo 3. Strumentazione Acustica Avanzata

- ◆ Analizzare i diversi descrittori del rumore e la sua misurazione
- ◆ Valutare il comportamento delle ponderazioni di tempo e di frequenza nelle misure
- ◆ Applicare con scioltezza le norme generali che definiscono la strumentazione e le sue misure
- ◆ Stabilire il corretto utilizzo di un analizzatore di spettro per identificare le fonti di rumore, il grado di trasmissione attraverso una struttura o per valutare un trattamento acustico

### Modulo 4. Sistemi ed Elaborazione del Segnale Audio

- ◆ Sviluppare il processo di quantizzazione e campionamento necessario per l'acquisizione di dati discreti e gli errori di acquisizione come *jitter*, *aliasing* o errore di quantizzazione
- ◆ Sintetizzare la conversione analogico-digitale e i diversi problemi associati alla discretizzazione dei segnali, nonché l'analisi delle funzioni periodiche nel campo complesso
- ◆ Interpretare il comportamento del filtraggio e il tipo di risposta ottenuta nelle misure Utilizzare la generazione di segnali digitali per l'eccitazione acustica
- ◆ Valutare l'uso della trasformata di Laplace e di altri strumenti di analisi matematica per ottenere curve di risposta nel piano delle frequenze e dei fasori complessi, nonché altre presentazioni statistiche dei risultati per vari parametri acustici

### Modulo 5. Elettroacustica e Apparecchiature Audio

- ◆ Per approfondire gli effetti della potenza sui livelli di potenza e sull'intensità sonora
- ◆ Analizzare la costruzione di involucri acustici e di trasduttori a radiazione diretta e indiretta
- ◆ Progettare filtri crossover specifici per i progetti di sistemi basati su trasduttori elettroacustici o calcolare il guadagno in dB di un sistema di amplificazione
- ◆ Definire i tipi di amplificazione, progettare monitor acustici e acquisire padronanza delle diverse apparecchiature utilizzate per la registrazione, la riproduzione e la manipolazione dell'audio in ambienti di studio professionali, essendo in grado di valutare parametri quali distorsioni o livelli di pressione

### Modulo 6. Acustica ambientale

- ◆ Approfondire la tipologia del rumore e i suoi diversi trattamenti
- ◆ Analizzare e valutare il rumore di trasmissione di macchinari e impianti
- ◆ Adattare i modelli di calcolo dell'isolamento ai diversi tipi di rumore
- ◆ Calcolo dell'indice di riduzione acustica di una parete o di un elemento edilizio

### Modulo 7. Isolamento Acustico

- ♦ Calcolare i modi assiali, tangenziali e obliqui di una stanza rettangolare e la loro influenza sulla frequenza di Schroeder
- ♦ Scegliere le dimensioni di una stanza in base ai vari criteri di suddivisione modale e calcolarne l'ottimizzazione
- ♦ Essere in grado di effettuare il calcolo dell'assorbimento acustico, del TR o della distanza critica di un ambiente
- ♦ Calcolo dei diffusori QRD o PRD, ecc.

### Modulo 8. Installazioni e Test Acustici

- ♦ Valutare il termine di corrispondenza spettrale C e Ctr nelle relazioni e nei test acustici
- ♦ Distinguere la pianificazione di varie prove di rumore a seconda che si tratti di prove di trasmissione aerea o strutturale su vari elementi edilizi o ambienti (facciate, impatto, ecc.) per la scelta della strumentazione di misura e del set-up di prova
- ♦ Sviluppare procedure di misura per i TR in vari ambienti
- ♦ Analizzare i vari dispositivi di limitazione del rumore e le loro applicazioni e periferiche
- ♦ Definire i contenuti e i requisiti minimi degli studi e delle relazioni acustiche e valutare i risultati ottenuti dai test acustici





### **Modulo 9. Sistemi di registrazione e tecniche di registrazione in studio**

- ◆ Identificare e utilizzare in modo efficace le apparecchiature di registrazione, i cavi, i connettori e gli altri dispositivi essenziali utilizzati negli studi di registrazione
- ◆ Sviluppare tecniche microfoniche specifiche e il posizionamento del microfono per catturare audio di alta qualità in una varietà di situazioni, come registrazioni vocali, strumentali e di gruppo
- ◆ Gestire la catena audio, dal segnale di ingresso alla registrazione e al monitoraggio, garantendo un flusso di lavoro efficiente e di alta qualità
- ◆ Valutare diverse interfacce audio per progetti specifici
- ◆ Risolvere i problemi di registrazione audio più comuni, come il rumore indesiderato, i problemi di fase e la cancellazione del rumore, per garantire la qualità delle registrazioni

### **Modulo 10. Acustica Ambientale e Piani d'Azione**

- ◆ Analizzare i parametri di rumore ambientale Lden e Ldn e definire standard, protocolli e procedure di misurazione del rumore ambientale
- ◆ Sviluppare altri indicatori come il rumore del traffico TNI o l'esposizione al rumore SEL
- ◆ Stabilire la misura per il rumore del traffico, delle ferrovie, degli aerei o delle attività
- ◆ Progettare barriere antirumore, mappatura del rumore o tecniche di limitazione dell'esposizione umana al rumore

# 03

## Competenze

L'obiettivo di questa proposta accademica è quello di migliorare le capacità e le competenze tecniche degli studenti nel campo dell'Ingegneria Acustica. In questo modo, sarà possibile tradurre i concetti teorici in pratica professionale, dove si potrà lavorare con garanzie di sound design e registrazione audio, controllo del rumore ambientale e progettazione acustica degli spazi. Questo corso gli permetterà inoltre di aggiornarsi sulle tendenze tecnologiche dell'acustica, essenziali in questo campo in costante evoluzione.





“

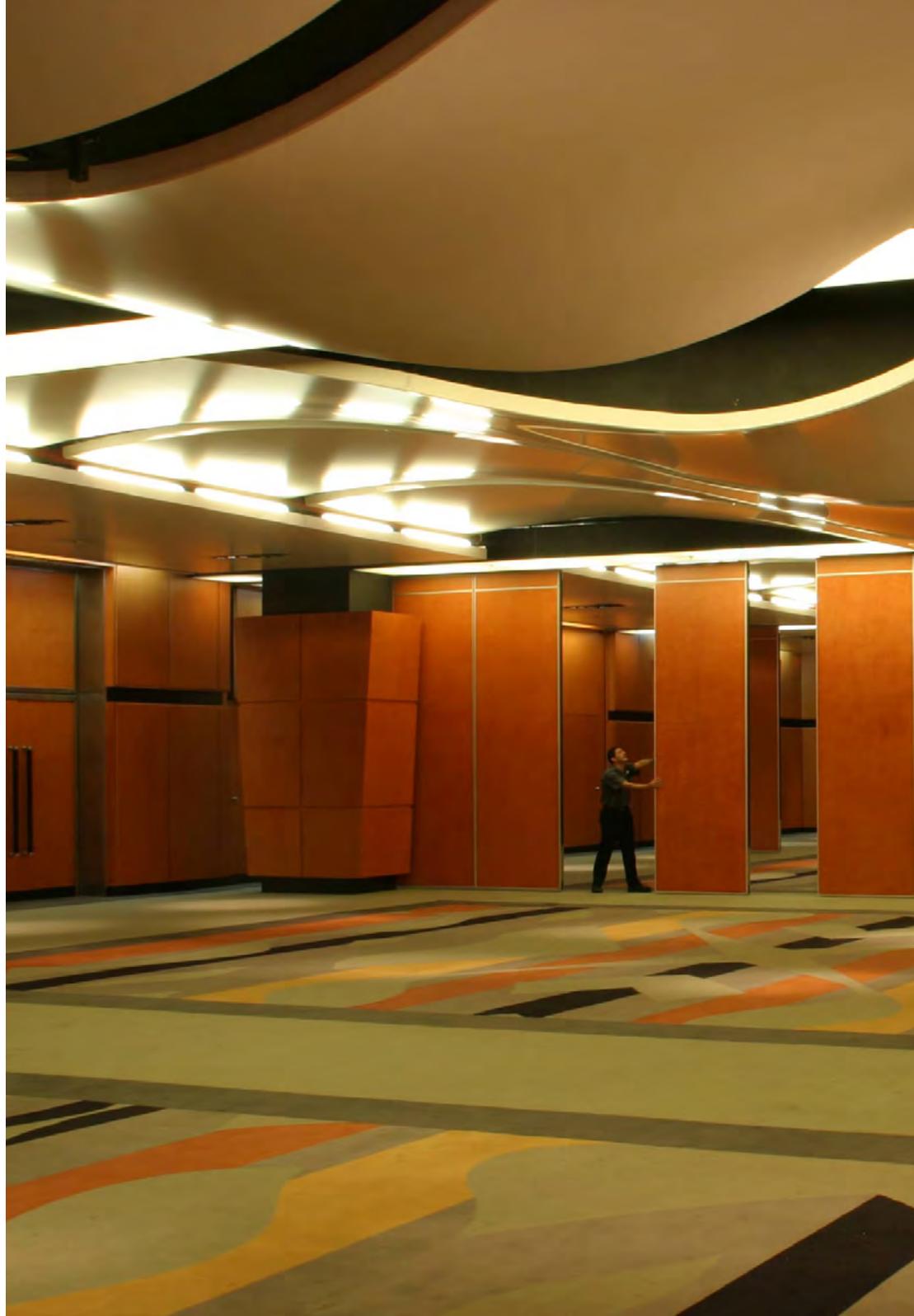
*Con TECH sarai sempre aggiornato  
sugli ultimi progressi tecnologici nel  
campo della registrazione audio”*



## Competenze generali

---

- ♦ Stabilire i vari criteri o le ponderazioni appropriate da applicare in una determinata misurazione acustica
- ♦ Sviluppare tecniche di filtraggio appropriate per i dati acustici ottenuti da una misurazione e gestire sistemi di elaborazione del segnale software
- ♦ Applicare criteri di accettabilità qualitativa e quantitativa del rumore
- ♦ Collaborare alla progettazione del rinforzo del suono in vari ambienti acustici e infrastrutture civili come centri commerciali, stadi, teatri, ecc.
- ♦ Valutare l'impatto di diversi trasduttori acustici o sistemi audio su un sistema elettroacustico complesso
- ♦ Adattare la progettazione dei sistemi di diffusione sonora alle condizioni speciali dell'ambiente esterno o interno, controllando le caratteristiche di propagazione e le regole di efficienza
- ♦ Applicare le tecniche di registrazione e utilizzare efficacemente i sistemi di registrazione in vari contesti di ingegneria acustica e produzione audio
- ♦ Valutare i possibili effetti sulla salute dell'esposizione a rumore e vibrazioni in base alla natura e al livello della fonte
- ♦ Sviluppare piani di azione e controllo del rumore basati sull'analisi del tipo di rumore





## Competenze specifiche

---

- ♦ Sviluppare competenze nella ricerca di nuovi trasduttori e apparecchiature audio elettroniche
- ♦ Progettare l'isolamento acustico per i settori dell'edilizia e dell'ingegneria civile
- ♦ Risolvere i problemi acustici dovuti alla mancanza di isolamento acustico
- ♦ Analizzare le principali soluzioni costruttive per fornire una soluzione per l'isolamento acustico
- ♦ Valutare l'impatto di una soluzione acustica in base ai parametri di isolamento acustico utilizzati negli edifici e nell'industria
- ♦ Pianificare e sviluppare test acustici in base al fenomeno acustico
- ♦ Sviluppare il controllo, la limitazione e la misurazione del rumore
- ♦ Analizzare le diverse grandezze di misura acustica mediante test e identificare il tipo di test in base alla misura acustica da valutare
- ♦ Pianificare e sviluppare i diversi tipi di test in base agli standard internazionali
- ♦ Valutare i risultati ottenuti dalle misurazioni effettuate per produrre relazioni acustiche



*Questo programma ti fornirà le competenze necessarie per eseguire efficacemente le misurazioni acustiche in conformità con gli standard internazionali”*

# 04

## Direzione del corso

Questa istituzione accademica ha selezionato rigorosamente tutti i docenti che insegnano in questo corso. In questo modo, gli studenti hanno la garanzia di accedere a un programma di studio pianificato e preparato da specialisti del settore, in ingegneria civile, con un alto livello di esperienza professionale, didattica e di ricerca. Allo stesso modo, grazie alla sua vicinanza, gli studenti potranno chiarire eventuali dubbi sui contenuti di primo livello a cui avranno accesso in questo Master Privato.





“

*Gli specialisti in Ingegneria Acustica e la ricerca in questo campo sono responsabili di offrire il programma più avanzato e aggiornato"*

## Direzione



### **Dott. Espinosa Corbellini, Daniel**

- ♦ Consulente esperto in apparecchiature Audio e Acustica Ambientale
- ♦ Professore presso la Scuola di Ingegneria di Puerto Real, Università di Cadice
- ♦ Ingegnere Progettista presso l'azienda di installazioni Elettriche Coelan
- ♦ Tecnico Audio in Vendita e Installazione presso Daniel Sonido
- ♦ Ingegnere Tecnico Industriale in Elettronica Industriale presso l'Università di Cadice
- ♦ Ingegnere Industriale in Organizzazione Industriale presso l'Università di Cadice
- ♦ Master Ufficiale in Valutazione e Gestione dell'Inquinamento Acustico dell'Università di Cadice
- ♦ Master ufficiale in Ingegneria Acustica presso l'Università di Cadice e l'Università di Granada
- ♦ Laurea in Studi Avanzati presso l'Università di Cadice

## Personale docente

### Dott.ssa De La Hoz Torres, María Luisa

- ♦ Architetto Tecnico presso il Dipartimento Lavori e Urbanistica del Comune di Porcuna
- ♦ Personale Docente Ricercatore dell'Università di Granada
- ♦ Docente del Corso di Laurea in Ingegneria Edile presso la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación dell'Università di Granada
- ♦ Docente del Corso di Laurea in Studi Architettonici presso la Scuola di Architettura dell'Università di Granada
- ♦ Docente di Fisica all'Università di Granada
- ♦ Docente di Ingegneria Chimica presso la Scuola di Ingegneria Civile dell'Università di Granada
- ♦ Docente di Ingegneria delle Tecnologie delle Telecomunicazioni presso la Scuola di Ingegneria Civile dell'Università di Granada
- ♦ Premio Andrés Lara 2019 al giovane ricercatore acustico assegnato dalla Società Spagnola di Acustica
- ♦ Dottorato di ricerca nel programma di ingegneria civile dell'Università di Granada
- ♦ Laurea in Architettura Tecnica presso l'Università di Granada
- ♦ Laurea in Edilizia dell'Università di Granada
- ♦ Master in Gestione Integrale e Sicurezza nelle Costruzioni Edili dell'Università di Granada
- ♦ Laurea magistrale in Ingegneria acustica presso l'Università di Granada
- ♦ Master Universitario in Istruzione Secondaria Obbligatoria e Baccalaureato, Formazione Professionale e Insegnamento delle Lingue. Specializzazione in Tecnologia, Informatica e Processi Industriali

### Dott. Aguilar Aguilera, Antonio

- ♦ Architetto Tecnico Dipartimento dei Lavori e della Pianificazione Urbana del Comune di Villanueva del Trabuco
- ♦ Personale Docente e Ricercatore dell'Università di Granada
- ♦ Ricercatore del gruppo TEP-968 Tecnologie per l'economia circolare (TEC)
- ♦ Docente nella Laurea in Ingegneria Edile presso il Dipartimento di Costruzioni Architettoniche dell'Università di Granada nelle materie di
- ♦ Organizzazione e programmazione in edilizia e Prevenzione e Sicurezza
- ♦ Docente di Fisica presso il Dipartimento di Fisica Applicata dell'Università di Granada nella materia Fisica dell'Ambiente
- ♦ Premio Andrés Lara, assegnato dalla Società Spagnola di Acustica (SEA), per il miglior lavoro di un giovane ricercatore in ingegneria acustica
- ♦ Dottorato in Ingegneria Civile presso l'Università di Granada
- ♦ Laurea in Architettura Tecnica presso l'Università di Granada
- ♦ Master in Gestione Integrale e Sicurezza nelle Costruzioni Edili dell'Università di Granada
- ♦ Master in Ingegneria Acustica presso l'Università di Granada Docente del Corso di Laurea in Ingegneria Tecnologica delle Telecomunicazioni presso il Dipartimento di Fisica Applicata nella materia Fisica Applicata alle Telecomunicazioni

**Dott.ssa Cuervo Bernal, Ana Teresa**

- ♦ Tecnico Audiotec
- ♦ Tecnico accreditato dall'ENAC e dalla Generalitat de Catalunya (ECPCA), per l'esecuzione di misure acustiche in tutti i campi dell'acustica
- ♦ Insegnante di suono presso la Scuola di Cinema "Cine en Acción"
- ♦ Master in Acustica Architettonica e Ambientale presso l'Universidad de la Salle di Barcellona
- ♦ Laurea in Ingegneria acustica presso l'Università San Buenaventura di Bogotá
- ♦ Laurea in Arte e Comunicazione Visiva presso l'Università San Buenaventura di Bogotá
- ♦ Laurea in Produzione Audiovisiva conseguita presso Cine en Acción Barcelona
- ♦ Laurea in Suono Audiovisivo conseguita presso Cine en Acción Barcelona

**Dott. Nava, Enrique**

- ♦ Ricercatore di Immagini Radiologiche
- ♦ Professore Ordinario presso l'Università di Malaga
- ♦ Responsabile del gruppo di ricerca TIC128 del Piano di Ricerca Andaluso
- ♦ Professore coordinatore delle lauree in Ingegneria delle Telecomunicazioni e Biomedica, nonché collaboratore in diversi master offerti dalle università di Cadice e Granada
- ♦ Dottorato in Ingegneria di Telecomunicazione presso l'Università Politecnica di Madrid
- ♦ Ingegnere delle Telecomunicazioni dell'Università Politecnica di Madrid



#### **Dott. Muñoz Montoro, Antonio Jesús**

- ♦ Ricercatore di segnali musicali e biomedici e delle loro applicazioni
- ♦ Professore Assistente Medico presso l'Università di Oviedo
- ♦ Personale Docente e Ricercatore dell'Universidad a Distancia de Madrid
- ♦ Docente Supplente ad Interim presso l'Università di Oviedo
- ♦ Docente e tutor presso il Centro Associato UNED di Jaén
- ♦ Gruppo di ricerca "Signal Processing and Telecommunication Systems" (TIC188) dell'Università di Jaén
- ♦ Gruppo di ricerca "Quantum and High Performance Computing" dell'Università di Oviedo
- ♦ Dottorato di ricerca in Ingegneria delle Telecomunicazioni presso l'Università di Jaén
- ♦ Ingegnere delle telecomunicazioni presso l'Università di Malaga

#### **Dott Arroyo Chuquin, Jorge Santiago**

- ♦ Consulente e Designer acustico presso AKUO Ingegneria acustica
- ♦ Coordinatore di carriera nella tecnologia superiore in suono e acustica
- ♦ Master in Tecnologia e Innovazione Educativa presso l'Università Tecnica del Nord
- ♦ Ingegnere del suono e dell'acustica presso l'Università delle Americhe

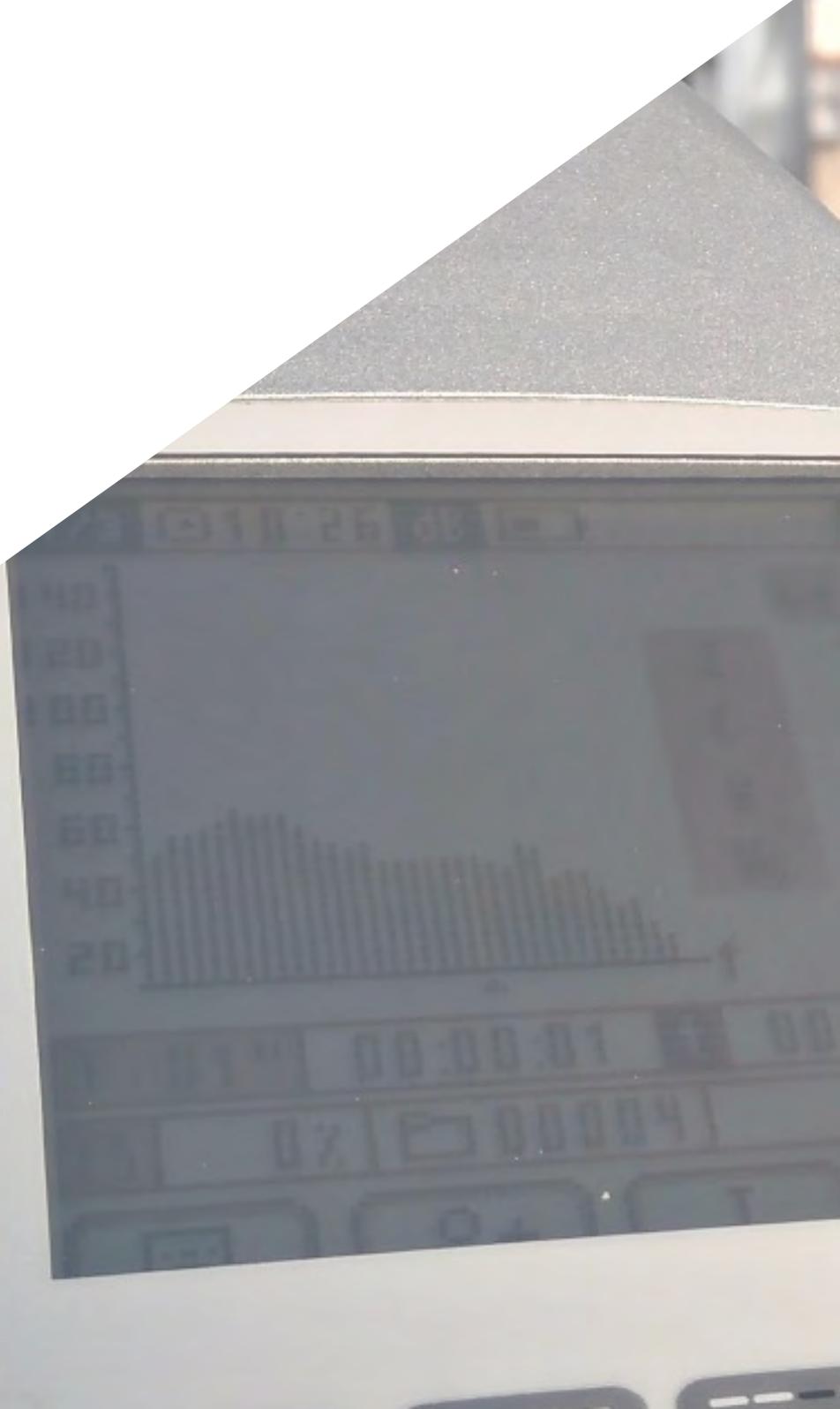
#### **Dott Leiva Minango, Danny Vladimir**

- ♦ Ingegnere Acustico e del Suono presso El Jabalí Estudio Quito
- ♦ Direttore di ricerca e progetti presso l'Istituto Superiore Tecnologico Universitario di Arti Visive
- ♦ Tecnico di Progetti Acustici e Architettura in ProAcustica
- ♦ Master in Insegnamento Universitario presso l'Università César Vallejo
- ♦ Master in Business Administration presso l'Università Andina Simón Bolívar
- ♦ Ingegneria in acustica e suono dall'Università delle Americhe

05

# Struttura e contenuti

Questo percorso accademico porterà gli studenti a realizzare un processo di apprendimento completo nel campo dell'Ingegneria Acustica. Conoscenze solide che permetteranno al laureato di applicare i concetti di fisica acustica, psicoacustica ed elettroacustica in progetti di isolamento di ambienti, edifici o qualsiasi altro ambiente. Il tutto, inoltre, in modo dinamico grazie alle numerose risorse pedagogiche in cui TECH ha utilizzato le più recenti tecnologie applicate all'insegnamento universitario.



“

*Grazie al metodo Relearning potrai ottenere un apprendimento avanzato, senza dover passare lunghe ore a studiare e memorizzare"*

## Modulo 1. Ingegneria della Fisica Acustica

- 1.1. Vibrazioni meccaniche
  - 1.1.1. Oscillatore Singolo
  - 1.1.2. Oscillazioni ammortizzate e forzate
  - 1.1.3. Risonanza meccanica
- 1.2. Vibrazioni in funi e aste
  - 1.2.1. La Corda Vibrante Onde trasversali
  - 1.2.2. Equazione dell'onda longitudinale e trasversale nelle barre
  - 1.2.3. Vibrazioni trasversali nelle barre Casi particolari
- 1.3. Vibrazioni in membrane e piastre
  - 1.3.1. Vibrazione di una superficie piana
  - 1.3.2. Equazione d'onda bidimensionale per una membrana allungata
  - 1.3.3. Vibrazioni libere di una membrana fissa
  - 1.3.4. Vibrazioni forzate di una membrana
- 1.4. Equazione delle onde acustiche Soluzioni semplici
  - 1.4.1. L'equazione d'onda Linearizzazione
  - 1.4.2. Velocità del suono nei fluidi
  - 1.4.3. Onde piane e sferiche La sorgente puntiforme
- 1.5. Fenomeni di trasmissione e riflessione
  - 1.5.1. Cambiamenti del mezzo
  - 1.5.2. Trasmissione a incidenza normale e obliqua
  - 1.5.3. Riflessione speculare. Legge di Snell
- 1.6. Assorbimento e attenuazione delle onde sonore nei fluidi
  - 1.6.1. Fenomeno di assorbimento
  - 1.6.2. Coefficiente di assorbimento classico
  - 1.6.3. Fenomeni di assorbimento nei liquidi
- 1.7. Radiazione e ricezione di onde acustiche
  - 1.7.1. Radiazione a sfera pulsata. Caratteri semplici. Intensità
  - 1.7.2. Radiazione di dipolo. Direzionalità
  - 1.7.3. Comportamento in campo vicino e lontano

- 1.8. Diffusione, Rifrazione e Diffrazione delle Onde Acustiche
  - 1.8.1. Riflessione no speculare. Diffusione
  - 1.8.2. Rifrazione Effetti della temperatura
  - 1.8.3. Diffrazione. Effetto bordo o griglia
- 1.9. Onde stazionarie: Tubi, cavità, guide d'onda
  - 1.9.1. Risonanza in tubi aperti e chiusi
  - 1.9.2. Assorbimento acustico nei tubi. Tubo Kundt
  - 1.9.3. Cavità rettangolari, cilindriche e sferiche
- 1.10. Risonatori, Condotti e Filtri
  - 1.10.1. Limite delle lunghezze d'onda
  - 1.10.2. Risonatore di Helmholtz
  - 1.10.3. Impedenza Acustica
  - 1.10.4. Filtri acustici a condotto

## Modulo 2. Psicoacustica e rilevamento dei segnali acustici

- 2.1. Rumore. Fonti
  - 2.1.1. Suono. Baud rate, pressione e lunghezza d'onda
  - 2.1.2. Rumore. Rumore di fondo
  - 2.1.3. Sorgente di rumore omnidirezionale. Potenza e volume
  - 2.1.4. Impedenza acustica per onde piane
- 2.2. Livelli di misurazione del suono
  - 2.2.1. Legge di Weber-Fechner. Il decibel
  - 2.2.2. Livello di pressione sonora
  - 2.2.3. Livello di intensità sonora
  - 2.2.4. Livello di potenza sonora
- 2.3. Misura del campo acustico in Decibel (Db)
  - 2.3.1. Somma di diversi livelli
  - 2.3.2. Somma di livelli uguali
  - 2.3.3. Sottrazione di livelli. Correzione del rumore di fondo
- 2.4. Acustica Binaurale
  - 2.4.1. Struttura del modello uditivo
  - 2.4.2. Intervallo e relazione tra pressione sonora e frequenza
  - 2.4.3. Soglie di rilevamento e limiti di esposizione
  - 2.4.4. Modello fisico

- 2.5. Misure psicoacustiche e fisiche
  - 2.5.1. Loudness e livello di loudness. Foni
  - 2.5.2. Altezza e frequenza. Squillo. Gamma spettrale
  - 2.5.3. Curve di volume uguali (isofoniche). Fletcher e Munson e altri
- 2.6. Proprietà Percettive Acustiche
  - 2.6.1. Mascheramento del suono. Toni e bande di rumore
  - 2.6.2. Mascheramento temporaneo. Pre e post mascheratura
  - 2.6.3. Selettività di frequenza dell'orecchio. Bande critiche
  - 2.6.4. Effetti percettivi non lineari e altri effetti. Effetto Hass ed effetto Doppler
- 2.7. Il Sistema Fonatorio
  - 2.7.1. Modello matematico del tratto vocale
  - 2.7.2. Modelo matemático del tracto vocal
  - 2.7.3. Direzionalità dell'emissione vocale. Curva polare
- 2.8. Analisi spettrale e bande di frequenza
  - 2.8.1. Curve di ponderazione della frequenza A (dBA). Altri pesi spettrali
  - 2.8.2. Analisi spettrale per ottave e terzi di ottava. AConcetto di ottava
  - 2.8.3. Rumore rosa e rumore bianco
  - 2.8.4. Altre bande di rumore utilizzate nel rilevamento e nell'analisi dei segnali
- 2.9. Attenuazione atmosferica del suono in campo libero
  - 2.9.1. Attenuazione dovuta alla variazione di temperatura e pressione atmosferica nella velocità del suono del suono
  - 2.9.2. Effetto di assorbimento dell'aria
  - 2.9.3. Attenuazione dovuta alla distanza dal suolo e alla velocità del vento
  - 2.9.4. Attenuazione dovuta a turbolenza, pioggia, neve o vegetazione
  - 2.9.5. Attenuazione dovuta a barriere antirumore o interferenze Variazione del terreno
- 2.10. Analisi temporale e indici di intelligibilità acustica percepita
  - 2.10.1. Percezione soggettiva delle prime riflessioni acustiche. Zone d'eco
  - 2.10.2. Eco galleggiante
  - 2.10.3. Intelligibilità delle parole. Calcolo di %ALCons e STI/RASTI

### Modulo 3. Stazioni di pompaggio

- 3.1. Rumore
  - 3.1.1. Descrittori del rumore mediante valutazione del contenuto energetico: LAeq, SEL
  - 3.1.2. Descrittori di rumore mediante valutazione della variazione temporale: LAnT
  - 3.1.3. Curve di categorizzazione del rumore: NC, PNC, RC y NR
- 3.2. Misura della pressione
  - 3.2.1. Fonometro. Descrizione generale, struttura e funzionamento per blocchi
  - 3.2.2. Analisi della ponderazione di frequenza. Reti A, C, Z
  - 3.2.3. Analisi della ponderazione temporale. Redes Lento, Veloce, Impulso
  - 3.2.4. Fonometro e dosimetro integrati (Laeq e SEL). Classi e tipi. Normativa
  - 3.2.5. Fasi del controllo metrologico. Normativa
  - 3.2.6. Calibri e pistofoni
- 3.3. Misura dell'intensità
  - 3.3.1. Intensimetria. Proprietà e applicazioni
  - 3.3.2. Sonde intensimetriche
    - 3.3.2.1. Tipi di pressione/pressione e pressione/velocità
  - 3.3.3. Metodi di calibrazione. Incertezze
- 3.4. Sorgenti di eccitazione acustica
  - 3.4.1. Sorgente Dodecaedrica omnidirezionale. Normativa internazionale
  - 3.4.2. Sorgenti impulsive aeree. Palloni a cannone e acustici
  - 3.4.3. Sorgenti impulsive strutturali. Macchina ad impatto
- 3.5. Misura delle vibrazioni
  - 3.5.1. Accelerometri piezoelettrici
  - 3.5.2. Curve di spostamento, velocità e accelerazione
  - 3.5.3. Analizzatori di vibrazioni. Ponderazioni di frequenza
  - 3.5.4. Parametri e Calibrazione
- 3.6. Microfoni di misura
  - 3.6.1. Tipi di microfoni di misura
    - 3.6.1.1. Il microfono a condensatore e pre-polarizzato. Base operativa
  - 3.6.2. Progettazione e costruzione del microfono
    - 3.6.2.1. Campo fuzzy, campo casuale e campo di pressione
  - 3.6.3. Sensibilità, risposta, direttività, gamma e stabilità
  - 3.6.4. Influenze ambientali e dell'operatore. Misurazione con microfoni

- 3.7. Misura dell'impedenza acustica
  - 3.7.1. Metodi a tubo di impedenza (Kundt): metodo del campo di onde stazionarie
  - 3.7.2. Determinazione del coefficiente di assorbimento acustico a incidenza normale. ISO 10534-2:2002 Metodo della funzione di trasferimento - Metodo della funzione di trasferimento
  - 3.7.3. Metodo di superficie: pistola ad impedenza
- 3.8. Camere di misura acustiche
  - 3.8.1. Camera anecoica. Design e materiali
  - 3.8.2. Camera semi-anecoica. Design e materiali
  - 3.8.3. Camera di riverbero. Design e materiali
- 3.9. Altri sistemi di misura
  - 3.9.1. Sistemi di misura automatici e autonomi per l'acustica ambientale
  - 3.9.2. Sistemi di misura con scheda di acquisizione dati e software
  - 3.9.3. Sistemi basati su software di simulazione
- 3.10. Incertezza di misura acustica
  - 3.10.1. Fonti di incertezza
  - 3.10.2. Misure riproducibili e non riproducibili
  - 3.10.3. Misure dirette e indirette

#### Modulo 4. Sistemi ed Elaborazione del Segnale Audio

- 4.1. Segnali
  - 4.1.1. Segnali continui e discreti
  - 4.1.2. Segnali periodici e complessi
  - 4.1.3. Segnali casuali e stocastici
- 4.2. Serie e trasformata di Fourier
  - 4.2.1. Serie e Trasformata di Fourier Analisi e sintesi
  - 4.2.2. Dominio del tempo e dominio della frequenza
  - 4.2.3. Variabile complessa  $s$  e funzione di trasferimento
- 4.3. Campionamento e ricostruzione di segnali audio
  - 4.3.1. Conversione A/D
    - 4.3.1.1. Dimensione del campione, codifica e frequenza di campionamento
  - 4.3.2. Errore di quantificazione. Errore di sincronizzazione (Jitter)
  - 4.3.3. Conversione D/A. Teorema di Nyquist-Shannon
  - 4.3.4. Effetto Aliasing (mascheramento)

- 4.4. Analisi della risposta in frequenza dei sistemi
  - 4.4.1. La Trasformata discreta di Fourier. DFT
  - 4.4.2. Trasformata veloce di Fourier FFT
  - 4.4.3. Diagramma di Bode (magnitudine e fase)
- 4.5. Filtri di segnale IIR analogici
  - 4.5.1. Tipi di filtraggio. HP, LP, PB
  - 4.5.2. Ordine del filtro e attenuazione
  - 4.5.3. Tipi Q. Butterworth, Bessel, Linkwitz-Riley, Chebyshev, Elliptico
  - 4.5.4. Vantaggi e svantaggi dei diversi tipi di filtraggio
- 4.6. Analisi e progettazione di filtri per segnali digitali
  - 4.6.1. FIR (*Finite impulse Response*)
  - 4.6.2. IIR (*Infinite Impulse Response*)
  - 4.6.3. Progettazione con strumenti software come Matlab
- 4.7. Equalizzazione del segnale
  - 4.7.1. Tipi di EQ. HP, LP, PB
  - 4.7.2. Pendenza dell'equalizzatore (attenuazione)
  - 4.7.3. EQ Q (Fattori di qualità)
  - 4.7.4. EQ *cut off* (frequenza di taglio)
  - 4.7.5. EQ *boost* (rinforzo)
- 4.8. Calcolo dei parametri acustici mediante software di analisi ed elaborazione del segnale
  - 4.8.1. Funzione di trasferimento e convoluzione del segnale
  - 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. Presentazione statistica dei parametri nel software di elaborazione del segnale
  - 4.9.1. Smussamento del segnale (*Smoothing*)
  - 4.9.2. *Waterfall*
  - 4.9.3. *Decadimento TR*
  - 4.9.4. *Spettrogramma*
- 4.10. Generazione del segnale audio
  - 4.10.1. Generatori di segnali analogici. Toni e rumori casuali
  - 4.10.2. Generatori di rumore digitale bianco e rosa
  - 4.10.3. Generatori tonali (*sweep*)

## Modulo 5. Elettroacustica e Apparecchiature Audio

- 5.1. Leggi del rinforzo sonoro elettroacustico e del sistema di diffusione sonoro
  - 5.1.1. Aumento del livello di pressione sonora (SPL) con la potenza
  - 5.1.2. Attenuazione del livello di pressione sonora (SPL) con la distanza
  - 5.1.3. Variazione del livello di intensità sonora (SIL) con la distanza e il numero di sorgenti
  - 5.1.4. Somma di segnali coerenti e non coerenti in fase. Radiazione e direttività
  - 5.1.5. Effetti di distorsione del suono nella propagazione e soluzioni da seguire
- 5.2. Trasduzione Elettroacustica
  - 5.2.1. Analogie elettroacustiche
    - 5.2.1.1. Tornitore elettromeccanico (TEM) e meccanoacustico (TMA)
  - 5.2.2. Trasduttori elettroacustici. Tipi e particolarità
  - 5.2.3. Modello elettroacustico del trasduttore a bobina mobile. Circuiti equivalenti
- 5.3. Trasduttore elettrodinamico a irradiazione diretta
  - 5.3.1. Componenti strutturali
  - 5.3.2. Caratteristiche
    - 5.3.2.1. Risposta in pressione e in fase, curva di impedenza, potenza di picco e RMS, sensibilità e prestazioni, diagramma polare di direttività, polarità, curva di distorsione
  - 5.3.3. Parametri di Thiele-Small e parametri di Wright
  - 5.3.4. Classificazione di frequenza
    - 5.3.4.1. Tipi di radiatori. Funzione di monopolo/dipolo
  - 5.3.5. Modelli alternativi: coassiale o ellittico
- 5.4. Trasduttori a radiazione indiretta
  - 5.4.1. Altoparlanti, diffusori e lenti acustiche. Struttura e tipologie
  - 5.4.2. Controllo della direttività. Guide d'onda
  - 5.4.3. Nucleo di compressione
- 5.5. Custodie Acustiche Professionali
  - 5.5.1. Schermo infinito
  - 5.5.2. Sospensione acustica. Progettazione. Problemi modali
  - 5.5.3. Riflettore a bassa frequenza (*Reflex*). Progetto
  - 5.5.4. Labirinto acustico. Progetto
  - 5.5.5. Linea di trasmissione. Progetto
- 5.6. Circuiti di filtraggio e *crossovers*
  - 5.6.1. Filtri crossover passivi. Ordine
    - 5.6.1.1. Equazioni del primo ordine e sommatoria
  - 5.6.2. Filtri crossover attivi. Analogico e digitale
  - 5.6.3. Parametri di crossover
    - 5.6.3.1. Traccia, frequenza di attraversamento, ordine, pendenza e fattore di qualità
  - 5.6.4. Filtri Notch e reti L-Pad e Zobel
- 5.7. *Arrays* di audio
  - 5.7.1. Sorgente puntuale singola e sorgente puntuale doppia
  - 5.7.2. Copertura. Direzionalità costante e proporzionale
  - 5.7.3. Raggruppamento di sorgenti sonore. Sorgenti accoppiate
- 5.8. Apparecchiature di Amplificazione
  - 5.8.1. Amplificatori di classe A, B, AB, C e D. Curve di amplificazione
  - 5.8.2. Pre-amplificazione e amplificazione di tensione. Amplificatore ad alta impedenza o amplificatore di linea
  - 5.8.3. Misura e calcolo del guadagno di tensione di un amplificatore
- 5.9. Altre apparecchiature audio negli studi di registrazione e produzione audio
  - 5.9.1. Convertitori ADC/DAC. Caratteristiche delle prestazioni
  - 5.9.2. Equalizzatori. Tipi e parametri di regolazione
  - 5.9.3. Processori dinamici. Tipi e parametri di regolazione
  - 5.9.4. Limitatori, noise gate, unità di *delay* y *reverb*. Parametri di regolazione
  - 5.9.5. Miscelatori Tipi e funzioni dei moduli. Problemi di integrazione spaziale
- 5.10. Monitorato negli studi di registrazione, nelle stazioni radiofoniche e televisive
  - 5.10.1. Monitor in campo vicino e lontano nelle sale di controllo
  - 5.10.2. Montaggio *Flush-mount*. Effetti acustici. *Comb filter*
  - 5.10.3. Allineamento temporale e correzione di fase

## Modulo 6. Acustica ambientale

- 6.1. Distinzione dell'isolamento acustico in Architettura
  - 6.1.1. Distinzione tra isolamento e trattamento acustico. Miglioramento del comfort acustico
  - 6.1.2. Bilancio energetico di trasmissione. Potenza sonora incidente, assorbita e trasmessa
  - 6.1.3. Isolamento acustico degli involucri. Velocità di trasmissione del suono
- 6.2. Trasmissione del suono
  - 6.2.1. Tipologia di trasmissione del Rumore aereo e di trasmissione dirette e fiancheggiante
  - 6.2.2. Meccanismi di propagazione Riflessione, rifrazione, assorbimento e diffrazione
  - 6.2.3. Tassi di riflessione e assorbimento del suono
  - 6.2.4. Percorsi di trasmissione del suono tra due involucri adiacenti
- 6.3. Indicatori di prestazione per l'isolamento acustico degli edifici
  - 6.3.1. Rapporto di riduzione del suono apparente,  $R'$
  - 6.3.2. Differenza standardizzata di livello,  $DnT$
  - 6.3.3. Differenza normalizzata di livello,  $Dn$
- 6.4. Parametri per la descrizione delle prestazioni di isolamento acustico degli elementi
  - 6.4.1. Indice di riduzione del suono,  $R$
  - 6.4.2. Rapporto di miglioramento della riduzione del suono,  $\Delta R$
  - 6.4.3. Differenza normalizzata di livello di un elemento,  $Dn,e$
- 6.5. Isolamento acustico per via aerea tra gli involucri
  - 6.5.1. Dichiarazione del problema
  - 6.5.2. Modello di calcolo
  - 6.5.3. Indici di misura
  - 6.5.4. Soluzioni tecniche per l'edilizia
- 6.6. Isolamento acustico tra gli involucri
  - 6.6.1. Dichiarazione del problema
  - 6.6.2. Modello di calcolo
  - 6.6.3. Indici di misura
  - 6.6.4. Soluzioni tecniche per l'edilizia

- 6.7. Isolamento acustico dall'aria contro il rumore esterno
  - 6.7.1. Dichiarazione del problema
  - 6.7.2. Modello di calcolo
  - 6.7.3. Indici di misura
  - 6.7.4. Soluzioni tecniche per l'edilizia
- 6.8. Analisi della trasmissione del rumore dall'interno all'esterno
  - 6.8.1. Dichiarazione del problema
  - 6.8.2. Modello di calcolo
  - 6.8.3. Indici di misura
  - 6.8.4. Soluzioni tecniche per l'edilizia
- 6.9. Analisi dei livelli di rumore prodotti dalle apparecchiature di impianti e macchinari
  - 6.9.1. Dichiarazione del problema
  - 6.9.2. Analisi della trasmissione del suono attraverso le installazioni
  - 6.9.3. Indici di misura
- 6.10. Assorbimento acustico in spazi chiusi
  - 6.10.1. Area di assorbimento totale equivalente
  - 6.10.2. Analisi di spazi con distribuzione irregolare dell'assorbimento
  - 6.10.3. Analisi di spazi di forma irregolare

## Modulo 7. Isolamento Acustico

- 7.1. Caratterizzazione acustica degli involucri
  - 7.1.1. Propagazione del suono nello spazio libero
  - 7.1.2. Propagazione del suono in un involucro. Suono riflesso
  - 7.1.3. Teorie sull'acustica ambientale: Teoria ondulatoria, statistica e geometrica
- 7.2. Analisi della teoria delle onde ( $f \leq f_s$ )
  - 7.2.1. Problemi modali della stanza derivati dall'equazione delle onde acustiche
  - 7.2.2. Modi assiali, tangenziali e obliqui
    - 7.2.2.1. Equazione tridimensionale e caratteristiche di rinforzo modale dei diversi tipi di modalità
  - 7.2.3. Densità modale. Frequenza Schroeder. Curva spettrale di applicazione delle teorie

- 7.3. Criteri di ripartizione modale
  - 7.3.1. Misure d'oro
    - 7.3.1.1. Altre misure successive (Bolt, Septmeyer, Louden, Boner, Sabine)
  - 7.3.2. I criteri di Walker e Bonello
  - 7.3.3. Diagramma dei bulloni
- 7.4. Analisi della teoria statistica ( $f_s \leq f \leq 4f_s$ )
  - 7.4.1. Criterio di diffusione omogenea. Bilancio energetico temporale del suono
  - 7.4.2. Campo diretto e riverberante. Campo directo y reverberante
  - 7.4.3. TR Calcolo di Sabine. Curva di decadimento dell'energia (curva ETC)
  - 7.4.4. Tempo di riverbero ottimale. Tavoli Beranek
- 7.5. Analisi della teoria geometrica ( $f \geq 4f_s$ )
  - 7.5.1. Riflessione speculare e non speculare. Applicazione della legge di Snell per  $f \geq 4f_s$
  - 7.5.2. Riflessioni di primo ordine. Ecogramma
  - 7.5.3. Eco galleggiante
- 7.6. Materiali per il condizionamento acustico. Assorbimento
  - 7.6.1. Assorbimento di membrane e fibre. Materiali porosi
  - 7.6.2. Coefficiente di riduzione del rumore NRC
  - 7.6.3. Variazione dell'assorbimento in funzione delle caratteristiche del materiale (spessore, porosità, densità, ecc.)
- 7.7. Parametri per la valutazione della qualità acustica degli involucri
  - 7.7.1. Parametri energetici (G, C50, C80, ITDG)
  - 7.7.2. Parametri di riverberazione (TR, EDT, BR, Br)
  - 7.7.3. Parametri di spazialità (IACCE, IACCL, LG, LFE, LFCE)
- 7.8. Procedure e considerazioni sulla progettazione dell'acustica ambientale
  - 7.8.1. Riduzione dell'attenuazione sonora diretta dovuta alla forma della stanza
  - 7.8.2. Analisi della forma della stanza in relazione alle riflessioni
  - 7.8.3. Prevedere il livello di rumore in una stanza
- 7.9. Diffusori acustici
  - 7.9.1. Diffusori policilindrici
  - 7.9.2. Lunghezza massima della sequenza (MLS) Diffusori Schroeder
  - 7.9.3. Diffusori Schroeder a residuo quadratico (QRD)
    - 7.9.3.1. Diffusori QRD monodimensionali
    - 7.9.3.2. Diffusori QRD bidimensionale
    - 7.9.3.3. Diffusori Schroeder a fittone (PRD)

- 7.10. Acustica variabile negli spazi multifunzionali Elementi per la loro progettazione
  - 7.10.1. Progettare spazi acustici variabili a partire da elementi fisici variabili
  - 7.10.2. Progettazione di spazi acustici variabili basati su sistemi elettronici
  - 7.10.3. Analisi comparativa dell'uso dei sistemi fisici rispetto a quelli elettronici

## Modulo 8. Installazioni e Test Acustici

- 8.1. Studio acustico e relazioni
  - 8.1.1. Tipi di relazioni tecniche acustiche
  - 8.1.2. Contenuto degli studi e dei rapporti
  - 8.1.3. Tipi di test acustici
- 8.2. Pianificazione e sviluppo di test di isolamento acustico per via aerea
  - 8.2.1. Requisiti di misurazione
  - 8.2.2. Risultati della registrazione
  - 8.2.3. Rapporti di test
- 8.3. Valutazione delle quantità complessive per l'isolamento acustico per via aerea degli edifici e degli elementi edilizi
  - 8.3.1. Procedura per la valutazione delle grandezze globali
  - 8.3.2. Metodo comparativo
  - 8.3.3. Termini di adattamento spettrale (C o Ctr)
  - 8.3.4. Valutazione dei risultati
- 8.4. Pianificazione e sviluppo di test di isolamento acustico da impatto
  - 8.4.1. Requisiti di misurazione
  - 8.4.2. Risultati della registrazione
  - 8.4.3. Rapporti di test
- 8.5. Valutazione delle grandezze globali per l'isolamento acustico da impatto degli edifici e degli elementi edilizi
  - 8.5.1. Procedura per la valutazione delle grandezze globali
  - 8.5.2. Metodo comparativo
  - 8.5.3. Valutazione dei risultati
- 8.6. Pianificazione e sviluppo di test di isolamento acustico per via aerea sulle facciate
  - 8.6.1. Requisiti di misurazione
  - 8.6.2. Risultati della registrazione
  - 8.6.3. Rapporti di test

- 8.7. Pianificazione e sviluppo del tempo di riverbero
  - 8.7.1. Requisiti di misurazione: Luoghi di intrattenimento
  - 8.7.2. Requisiti di misurazione: Contenitori ordinari
  - 8.7.3. Requisiti di misurazione: Uffici open space
  - 8.7.4. Risultati della registrazione
  - 8.7.5. Rapporti di test
- 8.8. Pianificazione e sviluppo di test per la misurazione dell'indice di trasmissione del parlato (STI) in ambienti chiusi
  - 8.8.1. Requisiti di misurazione
  - 8.8.2. Risultati della registrazione
  - 8.8.3. Rapporti di test
- 8.9. Pianificazione e sviluppo di test per la valutazione della trasmissione del rumore indoor/outdoor
  - 8.9.1. Requisiti di base per la misurazione
  - 8.9.2. Risultati della registrazione
  - 8.9.3. Rapporti di test
- 8.10. Controllo del rumore
  - 8.10.1. Tipi di limitatori di suono
  - 8.10.2. Limitatori di suono
    - 8.10.2.1. Periferiche
  - 8.10.3. Misuratore di rumore ambientale

## Modulo 9. Sistemi di registrazione e tecniche di registrazione in studio

- 9.1. Lo studio di registrazione
  - 9.1.1. La sala di registrazione
  - 9.1.2. Progettazione della sala di registrazione
  - 9.1.3. La sala di controllo
  - 9.1.4. Progettazione di sale di controllo
- 9.2. Il Processo di registrazione
  - 9.2.1. Pre-produzione
  - 9.2.2. Registrazione in studio
  - 9.2.3. Post-produzione
- 9.3. Produzione tecnica in studio di registrazione
  - 9.3.1. Ruoli e responsabilità nella produzione
  - 9.3.2. Creatività e processo decisionaleCreatività-apprendimento e processo decisionale
  - 9.3.3. Gestione delle risorse
  - 9.3.4. Tipo di registrazione
  - 9.3.5. Tipi di sala
  - 9.3.6. Materiale tecnico
- 9.4. Formati audio
  - 9.4.1. Formati dei file audio
  - 9.4.2. Qualità audio e compressione dei dati
  - 9.4.3. Conversione e risoluzione del formato
- 9.5. Cavi e connettori
  - 9.5.1. Cablaggio elettrico
  - 9.5.2. Cablaggio di ricarica
  - 9.5.3. Cablaggio di segnali analogici
  - 9.5.4. Cablaggio del segnale digitale
  - 9.5.5. Segnale bilanciato, sbilanciato, stereofonico e monofonico
- 9.6. Interfacce audio
  - 9.6.1. Funzioni e caratteristiche delle interfacce audio
  - 9.6.2. Configurazione e utilizzo delle interfacce audio
  - 9.6.3. Scegliere l'interfaccia giusta per ogni progetto
- 9.7. Cuffie da studio
  - 9.7.1. Struttura
  - 9.7.2. Tipi di cuffie
  - 9.7.3. Specifiche
  - 9.7.4. Riproduzione binaurale
- 9.8. La catena audio
  - 9.8.1. Instradamento del segnale
  - 9.8.2. Catena di registrazione
  - 9.8.3. Catena di monitoraggio
  - 9.8.4. Registrazione MIDI

- 9.9. Banco di mixaggio
  - 9.9.1. Tipi di input e loro caratteristiche
  - 9.9.2. Funzioni del canale
  - 9.9.3. Miscelatori
  - 9.9.4. Controller DAW
- 9.10. Tecniche microfoniche da studio
  - 9.10.1. Posizionamento del Microfono
  - 9.10.2. Selezione e Configurazione del Microfono
  - 9.10.3. Tecniche Avanzate Microfoniche

## Modulo 10. Acustica ambientale e Piani di Azione

- 10.1. Analisi dell'acustica ambientale
  - 10.1.1. Fonti di rumore ambientale
  - 10.1.2. Tipi di rumore ambientale in base alla loro evoluzione temporale
  - 10.1.3. Effetti del rumore ambientale sulla salute umana e sull'ambiente
- 10.2. Indicatori e grandezze del rumore ambientale
  - 10.2.1. Aspetti che influenzano la misurazione del rumore ambientale
  - 10.2.2. Indicatori di rumore ambientale
    - 10.2.2.1. Livello giorno-sera-notte (Lden)
    - 10.2.2.2. Livello giorno-notte (Ldn)
  - 10.2.3. Altri indicatori di rumore ambientale
    - 10.2.3.1. Indice di rumore del traffico (TNI)
    - 10.2.3.2. Livello di inquinamento acustico (NPL)
    - 10.2.3.3. Livello SEL
- 10.3. Misurazione del rumore ambientale
  - 10.3.1. Standard e protocolli di misura internazionali
  - 10.3.2. Procedure di misurazione
  - 10.3.3. Rapporto di valutazione del rumore ambientale
- 10.4. Mappe del rumore e piani d'azione
  - 10.4.1. Misure acustiche
  - 10.4.2. Processo generale di mappatura del rumore
  - 10.4.3. Piani d'azione per il controllo del rumore
- 10.5. Fonti di rumore ambientale: Tipologie
  - 10.5.1. Rumore del traffico
  - 10.5.2. Rumore ferroviario
  - 10.5.3. Rumore degli aerei
  - 10.5.4. Rumore dell'attività
- 10.6. Sorgenti di rumore: misure di controllo
  - 10.6.1. Controllo alla fonte
  - 10.6.2. Controllo della propagazione
  - 10.6.3. Controllo sul ricevitore
- 10.7. Modelli di previsione del rumore del traffico
  - 10.7.1. Metodi di previsione del rumore del traffico
  - 10.7.2. Teorie di generazione e propagazione
  - 10.7.3. Fattori che influenzano la generazione del rumore
  - 10.7.4. Fattori che influenzano la propagazione
- 10.8. Barriere acustiche
  - 10.8.1. Funzionamento di una barriera acustica. Principi
  - 10.8.2. Tipi di barriere acustiche
  - 10.8.3. Progettazione di barriere acustiche
- 10.9. Valutazione dell'esposizione al rumore sul luogo di lavoro
  - 10.9.1. Identificare le conseguenze dell'esposizione a livelli di rumore elevati
  - 10.9.2. Metodi per la misurazione e la valutazione dell'esposizione al rumore (ISO 9612:2009)
  - 10.9.3. Rapporti e valori massimi di esposizione
  - 10.9.4. Misure tecniche per limitare l'esposizione
- 10.10. Valutazione dell'esposizione alle vibrazioni meccaniche trasmesse al corpo umano
  - 10.10.1. Identificazione delle conseguenze dell'esposizione alle vibrazioni sul corpo intero
  - 10.10.2. Metodi di misurazione e valutazione
  - 10.10.3. Rapporti e valori massimi di esposizione
  - 10.10.4. Misure tecniche per limitare l'esposizione

06

# Metodologia

Questo programma ti offre un modo differente di imparare. La nostra metodologia si sviluppa in una modalità di apprendimento ciclico: *il Relearning*.

Questo sistema di insegnamento viene applicato nelle più prestigiose facoltà di medicina del mondo ed è considerato uno dei più efficaci da importanti pubblicazioni come il *New England Journal of Medicine*.





“

*Scopri il Relearning, un sistema che abbandona l'apprendimento lineare convenzionale, per guidarti attraverso dei sistemi di insegnamento ciclici: una modalità di apprendimento che ha dimostrato la sua enorme efficacia, soprattutto nelle materie che richiedono la memorizzazione”*

## Caso di Studio per contestualizzare tutti i contenuti

Il nostro programma offre un metodo rivoluzionario per sviluppare le abilità e le conoscenze. Il nostro obiettivo è quello di rafforzare le competenze in un contesto mutevole, competitivo e altamente esigente.

“

*Con TECH potrai sperimentare un modo di imparare che sta scuotendo le fondamenta delle università tradizionali in tutto il mondo”*



*Avrai accesso a un sistema di apprendimento basato sulla ripetizione, con un insegnamento naturale e progressivo durante tutto il programma.*



*Imparerai, attraverso attività collaborative e casi reali, la risoluzione di situazioni complesse in ambienti aziendali reali.*

## Un metodo di apprendimento innovativo e differente

Questo programma di TECH consiste in un insegnamento intensivo, creato ex novo, che propone le sfide e le decisioni più impegnative in questo campo, sia a livello nazionale che internazionale. Grazie a questa metodologia, la crescita personale e professionale viene potenziata, effettuando un passo decisivo verso il successo. Il metodo casistico, la tecnica che sta alla base di questi contenuti, garantisce il rispetto della realtà economica, sociale e professionale più attuali.

“

*Il nostro programma ti prepara ad affrontare nuove sfide in ambienti incerti e a raggiungere il successo nella tua carriera”*

Il metodo casistico è stato il sistema di apprendimento più usato nelle migliori facoltà del mondo. Sviluppato nel 1912 affinché gli studenti di Diritto non imparassero la legge solo sulla base del contenuto teorico, il metodo casistico consisteva nel presentare loro situazioni reali e complesse per prendere decisioni informate e giudizi di valore su come risolverle. Nel 1924 fu stabilito come metodo di insegnamento standard ad Harvard.

Cosa dovrebbe fare un professionista per affrontare una determinata situazione? Questa è la domanda con cui ti confrontiamo nel metodo dei casi, un metodo di apprendimento orientato all'azione. Durante il programma, gli studenti si confronteranno con diversi casi di vita reale. Dovranno integrare tutte le loro conoscenze, effettuare ricerche, argomentare e difendere le proprie idee e decisioni.

## Metodologia Relearning

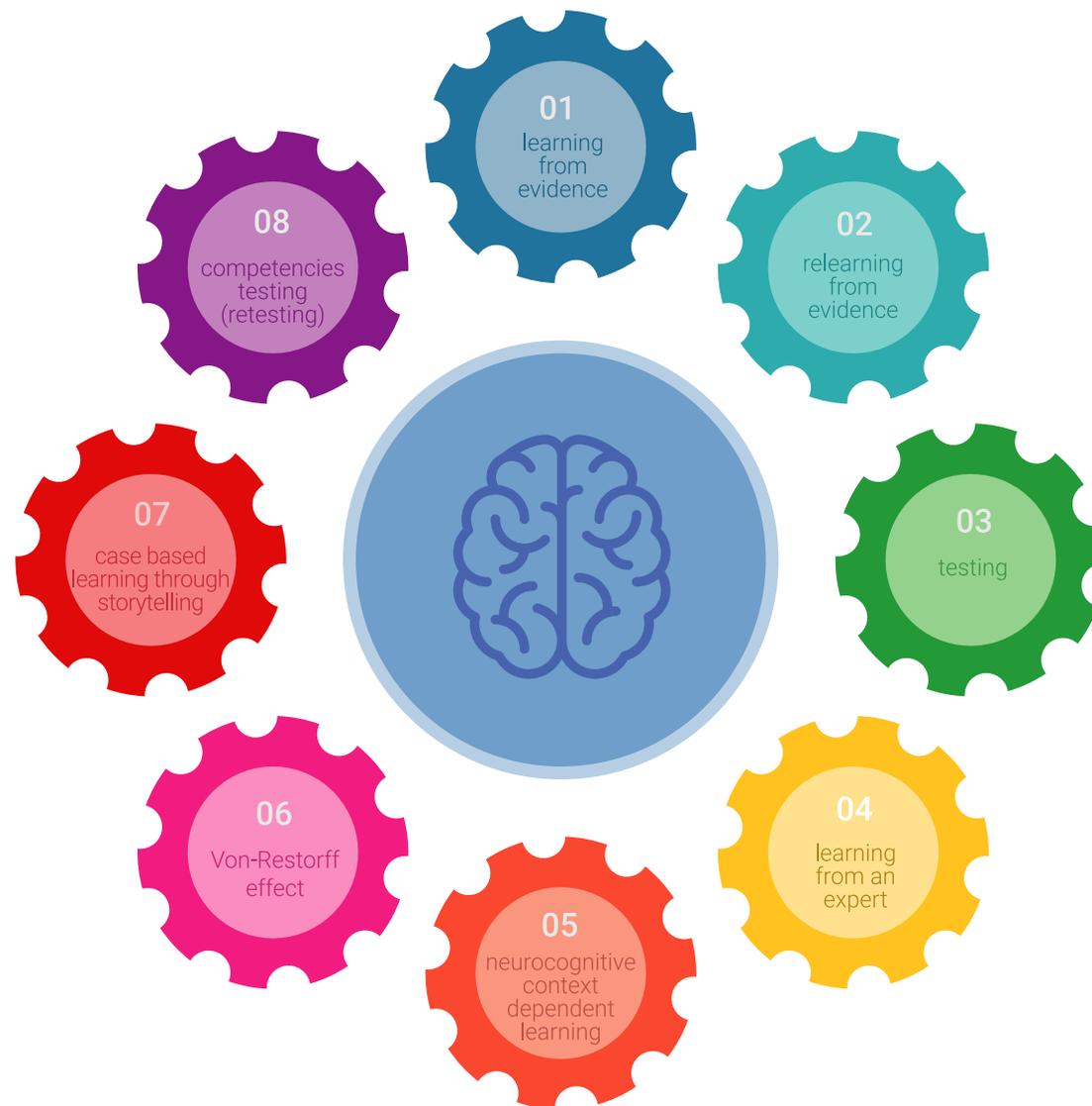
TECH coniuga efficacemente la metodologia del Caso di Studio con un sistema di apprendimento 100% online basato sulla ripetizione, che combina 8 diversi elementi didattici in ogni lezione.

Potenziamo il Caso di Studio con il miglior metodo di insegnamento 100% online: il Relearning.

*Nel 2019 abbiamo ottenuto i migliori risultati di apprendimento di tutte le università online del mondo.*

In TECH si impara attraverso una metodologia all'avanguardia progettata per formare i manager del futuro. Questo metodo, all'avanguardia della pedagogia mondiale, si chiama Relearning.

La nostra università è l'unica autorizzata a utilizzare questo metodo di successo. Nel 2019, siamo riusciti a migliorare il livello di soddisfazione generale dei nostri studenti (qualità dell'insegnamento, qualità dei materiali, struttura del corso, obiettivi...) rispetto agli indicatori della migliore università online.



Nel nostro programma, l'apprendimento non è un processo lineare, ma avviene in una spirale (impariamo, disimpariamo, dimentichiamo e re-impariamo). Pertanto, combiniamo ciascuno di questi elementi in modo concentrico. Questa metodologia ha formato più di 650.000 laureati con un successo senza precedenti in campi diversi come la biochimica, la genetica, la chirurgia, il diritto internazionale, le competenze manageriali, le scienze sportive, la filosofia, il diritto, l'ingegneria, il giornalismo, la storia, i mercati e gli strumenti finanziari. Tutto questo in un ambiente molto esigente, con un corpo di studenti universitari con un alto profilo socio-economico e un'età media di 43,5 anni.

*Il Relearning ti permetterà di apprendere con meno sforzo e più performance, impegnandoti maggiormente nella tua specializzazione, sviluppando uno spirito critico, difendendo gli argomenti e contrastando le opinioni: un'equazione diretta al successo.*

Dalle ultime evidenze scientifiche nel campo delle neuroscienze, non solo sappiamo come organizzare le informazioni, le idee, le immagini e i ricordi, ma sappiamo che il luogo e il contesto in cui abbiamo imparato qualcosa è fondamentale per la nostra capacità di ricordarlo e immagazzinarlo nell'ippocampo, per conservarlo nella nostra memoria a lungo termine.

In questo modo, e in quello che si chiama Neurocognitive Context-dependent E-learning, i diversi elementi del nostro programma sono collegati al contesto in cui il partecipante sviluppa la sua pratica professionale.



Questo programma offre i migliori materiali didattici, preparati appositamente per i professionisti:



#### Materiali di studio

Tutti i contenuti didattici sono creati appositamente per il corso dagli specialisti che lo impartiranno, per fare in modo che lo sviluppo didattico sia davvero specifico e concreto.

Questi contenuti sono poi applicati al formato audiovisivo che supporterà la modalità di lavoro online di TECH. Tutto questo, con le ultime tecniche che offrono componenti di alta qualità in ognuno dei materiali che vengono messi a disposizione dello studente.



#### Master class

Esistono evidenze scientifiche sull'utilità dell'osservazione di esperti terzi.

Imparare da un esperto rafforza la conoscenza e la memoria, costruisce la fiducia nelle nostre future decisioni difficili.



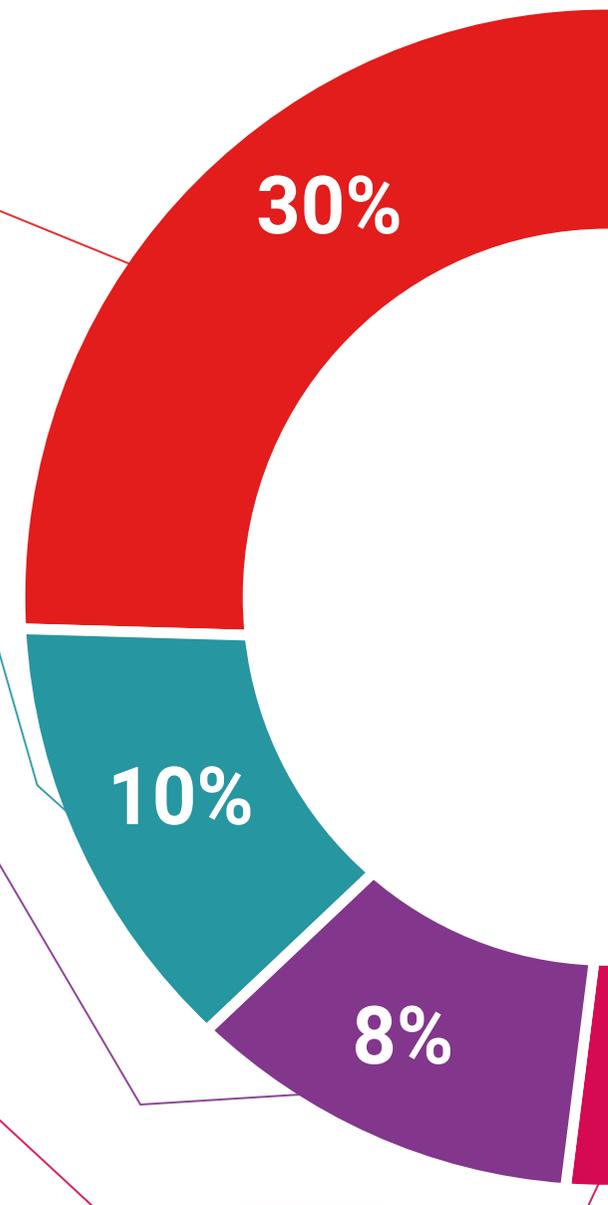
#### Pratiche di competenze e competenze

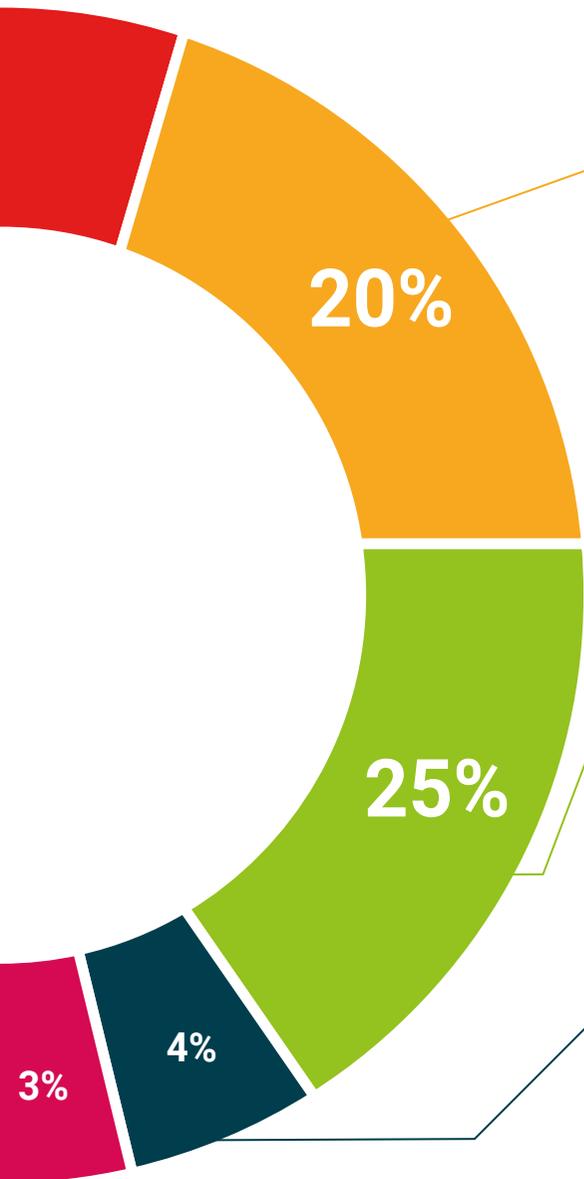
Svolgerai attività per sviluppare competenze e capacità specifiche in ogni area tematica. Pratiche e dinamiche per acquisire e sviluppare le competenze e le abilità che uno specialista deve sviluppare nel quadro della globalizzazione in cui viviamo.



#### Letture complementari

Articoli recenti, documenti di consenso e linee guida internazionali, tra gli altri. Nella biblioteca virtuale di TECH potrai accedere a tutto il materiale necessario per completare la tua specializzazione.





**Casi di Studio**

Completerai una selezione dei migliori casi di studio scelti appositamente per questo corso. Casi presentati, analizzati e monitorati dai migliori specialisti del panorama internazionale.



**Riepiloghi interattivi**

Il team di TECH presenta i contenuti in modo accattivante e dinamico in pillole multimediali che includono audio, video, immagini, diagrammi e mappe concettuali per consolidare la conoscenza.

Questo esclusivo sistema di specializzazione per la presentazione di contenuti multimediali è stato premiato da Microsoft come "Caso di successo in Europa".



**Testing & Retesting**

Valutiamo e rivalutiamo periodicamente le tue conoscenze durante tutto il programma con attività ed esercizi di valutazione e autovalutazione, affinché tu possa verificare come raggiungi progressivamente i tuoi obiettivi.



07

# Titolo

Il Master Privato in Ingegneria Acustica garantisce, oltre alla preparazione più rigorosa e aggiornata, il conseguimento di una qualifica di Master Privato rilasciata da TECH Università Tecnologica.





“

*Porta a termine questo programma e ricevi la tua qualifica universitaria senza spostamenti o fastidiose formalità”*

Questo **Master Privato in Ingegneria Acustica** possiede il programma più completo e aggiornato del mercato.

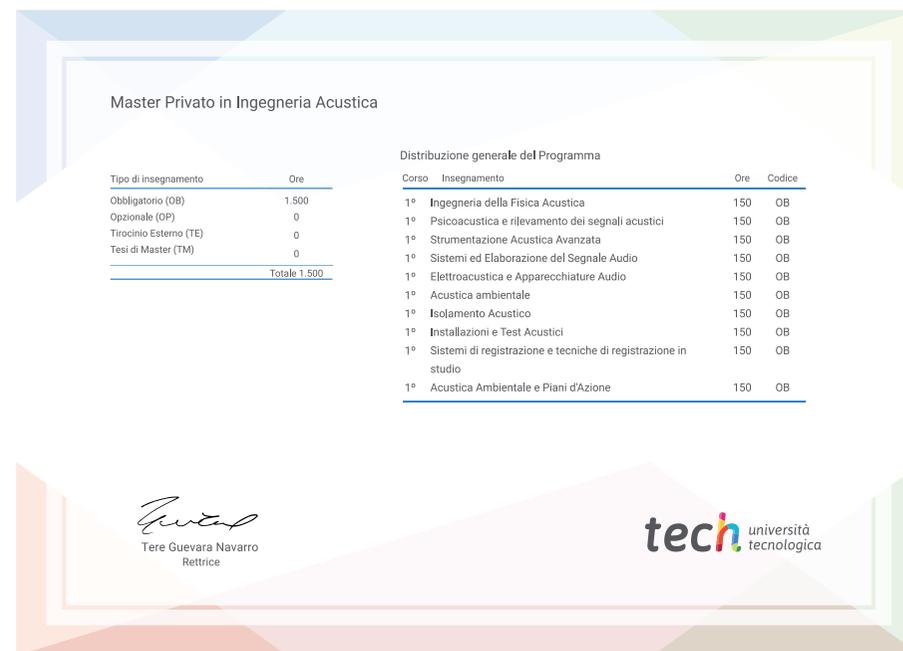
Dopo aver superato la valutazione, lo studente riceverà mediante lettera certificata\* con ricevuta di ritorno, la sua corrispondente qualifica di **Master Privato** rilasciata da **TECH Università Tecnologica**.

Il titolo rilasciato da **TECH Università Tecnologica** esprime la qualifica ottenuta nel Master Privato, e riunisce tutti i requisiti comunemente richiesti da borse di lavoro, concorsi e commissioni di valutazione di carriere professionali.

Titolo: **Master Privato in Ingegneria Acustica**

Modalità: **online**

Durata: **6 settimane**



\*Apostille dell'Aia. Se lo studente dovesse richiedere che il suo diploma cartaceo sia provvisto di Apostille dell'Aia, TECH EDUCATION effettuerà le gestioni opportune per ottenerla pagando un costo aggiuntivo.

futuro  
salute fiducia persone  
educazione informazione tutor  
garanzia accreditamento insegnamento  
istituzioni tecnologia apprendimento  
comunità impegno  
attenzione personalizzata innovazione  
conoscenza presente qualità  
formazione online  
sviluppo istituzioni  
classe virtuale lingue

**tech** università  
tecnologica

## Master Privato Ingegneria Acustica

- » Modalità: online
- » Durata: 12 mesi
- » Titolo: TECH Università Tecnologica
- » Orario: a tua scelta
- » Esami: online

# Master Privato

## Ingegneria Acustica

