



## UNIVERSITÀ DI PISA ACUSTICA AMBIENTALE

---

**GAETANO LICITRA**

Anno accademico **2023/24**  
CdS **SCIENZE AMBIENTALI**  
Codice **361BB**  
CFU **6**

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
ACUSTICA AMBIENTALE	FIS/07	LEZIONI	48	GAETANO LICITRA

### Obiettivi di apprendimento

#### *Conoscenze*

Lo studente acquisirà conoscenze di base dell'acustica ambientale e della strumentazione specifica, le tecniche di misura e di elaborazione dei risultati, i fondamenti dell'acustica degli ambienti confinati e delle vibrazioni meccaniche. In particolare saranno affrontati gli argomenti: Acustica fisica: descrizione e teoria dei fenomeni acustici; Tecniche di misura in acustica: metodi e strumentazione; Valutazione del rumore e dei parametri dell'inquinamento acustico; Propagazione delle onde sonore; La normativa nazionale e internazionale di riferimento; Anatomia e fisiologia dell'organo dell'udito; Psicoacustica; Acustica degli ambienti chiusi: riverberazione; Indici acustici delle sale e intelligibilità della parola; Vibrazioni meccaniche: fondamenti e tecnica di misura.

#### *Modalità di verifica delle conoscenze*

- Per l'accertamento delle conoscenze saranno svolte delle prove in itinere utilizzando test e invitando lo studente ad essere parte attiva alle esercitazioni.
- La verifica delle conoscenze sarà oggetto della valutazione dell'elaborato scritto previsto all'inizio di ogni sessione d'esame

#### *Capacità*

Analisi delle situazioni ambientali con riferimento all'inquinamento acustico e determinazione delle condizioni necessarie alla sua valutazione ed eventuale mitigazione rispetto alle normative di legge.

#### *Modalità di verifica delle capacità*

Verifica delle conoscenze acquisite, anche attraverso la valutazione di casi concreti sia durante le lezioni che con esercizi assegnati a casa, domande aperte e chiuse che permettano poter verificare il livello di conoscenza delle basi fisiche delle attività relative alla misura dei livelli sonori, alla loro modellazione numerica e al confronto con i limiti di legge.

#### *Comportamenti*

- Lo studente potrà acquisire e/o sviluppare sensibilità alle problematiche ambientali con particolare riferimento all'inquinamento acustico determinato da sorgenti antropiche quali infrastrutture di trasporto ed industriali.
- Lo studente potrà saper svolgere l'analisi delle normative di settore interpretandole per gli aspetti tecnici
- Saranno acquisite opportune accuratezza e precisione nello svolgere attività di raccolta e analisi di dati sperimentali

#### *Modalità di verifica dei comportamenti*

- Durante le sessioni di esercitazione saranno valutati il grado di accuratezza e precisione delle attività svolte facendo partecipare lo studente in maniera attiva.
- In seguito alle attività seminariali saranno richieste agli studenti lo svolgimento di esercizi.

#### *Prerequisiti (conoscenze iniziali)*

Fisica I; Analisi matematica; Teoria degli errori; Analisi di Fourier; Probabilità e statistica.



## UNIVERSITÀ DI PISA

Corequisiti

---

Prerequisiti per studi successivi

---

### Indicazioni metodologiche

- Le lezioni sono frontali, con ausilio di lucidi/slide e della lavagna per illustrare schematicamente situazioni ambientali da analizzare e valutare.
- Le esercitazioni si svolgono su casi simulati con l'uso degli strumenti descritti sopra e della calcolatrice.
- Sono utilizzati a supporto materiali forniti dal docente e link a siti web specializzati
- Il personale di supporto offre ausilio agli studenti per le esercitazioni
- Il docente attraverso mailing list fa pervenire agli studenti informazioni, link e materiale didattico a supporto delle lezioni
- lo studente può contattare il docente per posta elettronica e ha colloqui diretti quando lo richiede con specifici ricevimenti o lezioni suppletive di recupero in particolare in prossimità delle verifiche
- Vi sono prove intermedie proposte dal docente ma discrezionali per gli studenti.

### Programma (contenuti dell'insegnamento)

#### Fondamenti di acustica

Acustica fisica: Oscillatore armonico, Cenni all'analisi di Fourier, Equazione delle onde acustiche, Principali grandezze acustiche, Pressione sonora, Potenza sonora, Intensità e densità sonora, Lunghezza d'onda, frequenza, Velocità del suono nei vari mezzi, Impedenza acustica, Onde piane, sferiche, cilindriche, Onde stazionarie, raggi sonori, Fenomeni acustici d'interfaccia: assorbimento, riflessione, trasmissione, diffusione; Materiali e Sistemi fonoassorbenti e fonoisolanti; Assorbimento del suono nell'aria; Livelli sonori, Scala dei decibel, Metrica dei livelli sonori; Spettri sonori; Caratteristiche dei segnali sonori; Introduzione all'analisi in frequenza; Filtri di 1/n d'ottava; Curve di ponderazione spettrali e temporali; Acustica psicofisica: Sistema uditivo umano, Proprietà delle sensazioni uditive e loro valutazione; Caratteristiche generali dei fenomeni acustici e del disturbo acustico e parametri di valutazione, danno da rumore, Audiogramma, Livello sonoro pesato "A", "B", "C", "D"; Isofoniche.

#### Strumentazione e tecniche di misura

Misura del fenomeno acustico: Strumentazione, Microfoni, Accelerometri, Amplificatori, Filtri, Fonometri, Analizzatori real-time e FFT, specifiche tecniche e requisiti, classi di precisione, tolleranza, direttività, range dinamico, sensibilità. Eventi sonori: Analisi statistica distributiva e cumulativa, Componenti impulsive e tonali. Calibrazione e verifica periodica.

#### La normativa nazionale e regionale e la regolamentazione comunale

Normativa nazionale di acustica: Legge 447/95 e decreti applicativi. Normativa tecnica e standard di riferimento (UNI, ISO, EN). Zonizzazione acustica: procedure, metodologie e problematiche. Parametri di valutazione dell'inquinamento acustico. Limiti nazionali. Valutazione di impatto acustico. Piani di risanamento: metodi per scelta e predisposizione degli interventi. Valutazione di priorità ed efficacia. La regolamentazione comunale.

#### La propagazione del suono e l'acustica degli ambienti confinati

Rumore in ambiente esterno: Divergenza geometrica, Cause di attenuazione acustica: Atmosfera, Effetto del vento, Effetto dei gradienti di temperatura, Effetto suolo, Vegetazione, Ostacoli alla propagazione sonora; Dimensionamento di barriere acustiche; Valutazione di impatto ambientale; Rumore da impianti industriali; Rumore da traffico stradale, ferroviario, aereo. Acustica degli ambienti chiusi: Trattazione geometrica, Riverberazione, Formula di Sabine

#### Il rumore delle infrastrutture di trasporto lineari

Le infrastrutture di trasporto: il rumore delle infrastrutture di trasporto lineari e introduzione alla sua modellizzazione. Barriere acustiche: teoria e metodi di dimensionamento.

#### Bibliografia e materiale didattico

1. Spagnolo R.: Acustica, Fondamenti e applicazioni, UTET Università, Novara, 2015
2. Beranek L.L., Vér I. L.: Noise and Vibration Control Engineering, Wiley & Sons, New York 1992.
3. AA.VV. - Springer Handbook of Acoustics - T.D. Rossing ed. - Springer 2014.



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

### Indicazioni per non frequentanti

La frequenza è obbligatoria perchè il corso è conforme a quanto previsto dal D.Lgs 42/2017 per la formazione dei tecnici competenti in acustica.

### Modalità d'esame

Esame scritto e se richiesto dallo studente colloquio orale.

### Stage e tirocini

Possibilità di tirocini presso l'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana

### Altri riferimenti web

<http://www.regione.toscana.it/-/inquinamento-acustico>

### Note

Il corso rappresenta la prima parte del percorso per il riconoscimento della qualifica di tecnico competente in acustica così come delineato nel decreto legislativo 42/2017.

A questo corso segue quello di Acustica ambientale applicata con laboratorio di dodici crediti.

### Commissione

Presidente Gaetano Licitra

Membri Paolo Gallo Mauro Cerchiai

### Commissione supplente:

Presidente Paolo Gallo

Membri Diego Palazzuoli Luca Fredianelli

*Ultimo aggiornamento 05/09/2023 16:43*