



# UNIVERSITÀ DI PISA

---

## ACUSTICA AMBIENTALE APPLICATA CON LABORATORIO

**GAETANO LICITRA**

Anno accademico **2023/24**  
CdS **SCIENZE AMBIENTALI**  
Codice **362BB**  
CFU **12**

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
ACUSTICA AMBIENTALE APPLICATA CON LABORATORIO	FIS/07	LEZIONI	132	MAURO CERCHIAI PAOLO GALLO GAETANO LICITRA DIEGO PALAZZUOLI

### Obiettivi di apprendimento

#### *Conoscenze*

Il corso fornisce agli studenti approfondite conoscenze dell'acustica ambientale, architettonica e edilizia, l'impiego di strumenti di misura e metodi numerici per la simulazione della propagazione del suono, l'analisi dei dati e l'uso dei modelli matematici di simulazione e sui loro limiti di applicazione, sulle tecniche avanzate di misure.

#### *Modalità di verifica delle conoscenze*

Lo studente deve dimostrare di saper mettere in pratica ed eseguire, con consapevolezza critica, le attività illustrate o svolte sotto la guida del docente durante il corso. Durante l'esame orale lo studente deve essere in grado di dimostrare la propria conoscenza del materiale del corso e di discutere la materia letta con ponderatezza e correttezza di espressione.

Metodi:

- Esame orale finale
- Esame scritto finale
- Test scritti periodici
- Relazione di laboratorio
- Pratica di laboratorio
- Relazione scritta

Ulteriori informazioni:

Prova scritta finale 50%, Relazioni di laboratorio 20%, Prova orale finale 30%.

#### *Capacità*

- Conoscenza della normativa tecnica in materia di acustica ambientale e edilizia
- Conoscenza delle leggi nazionali ed europee in materia di acustica ambientale e edilizia
- Predisposizione e analisi di un progetto di impatto acustico
- Predisposizione e analisi di un progetto di stima e valutazione in opera dei requisiti acustici passivi degli edifici

#### *Modalità di verifica delle capacità*

Lo studente deve dimostrare di saper mettere in pratica ed eseguire, con consapevolezza critica, le attività illustrate o svolte sotto la guida del docente durante il corso. Durante l'esame orale lo studente deve essere in grado di dimostrare la propria conoscenza del materiale del corso e di discutere la materia letta con ponderatezza e correttezza di espressione.

Metodi:

- Esame orale finale
- Esame scritto finale
- Test scritti periodici
- Relazione di laboratorio
- Pratica di laboratorio
- Relazione scritta



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

Ulteriori informazioni:

Prova scritta finale 50%, Relazioni di laboratorio 20%, Prova orale finale 30%.

### Comportamenti

- autonomia
- collaborazione e lavoro di gruppo
- problem solving

### Modalità di verifica dei comportamenti

---

### Prerequisiti (conoscenze iniziali)

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

### Corequisiti

---

### Prerequisiti per studi successivi

---

### Indicazioni metodologiche

Modalità di insegnamento: faccia a faccia

Attività di apprendimento:

- partecipazione alle lezioni
- partecipazione a seminari
- preparazione di una relazione orale/scritta
- studio individuale
- lavoro di gruppo
- Lavoro di laboratorio
- Attività pratica

Frequenza: Obbligatoria

### Programma (contenuti dell'insegnamento)

#### Strumentazione e tecniche di misura

*Approfondimenti sulla strumentazione per misura e caratterizzazione di livelli sonori:* Fonometro e analizzatore di spettro. Specifiche tecniche e requisiti, classi di precisione, tolleranza, direttività, range dinamico, sensibilità. Misuratori di intensità sonora, Registrazione e riproduzione digitale.

*Approfondimenti su metodologie di misura del fenomeno acustico:* Elaborazione e analisi di segnali acustici: analisi temporale, in frequenza in banda costante e a percentuale costante e statistica di segnali acustici casuali e non. Analisi spettrale con filtri digitali e con metodo FFT. Media RMS. Calibrazione e verifica periodica.

*Tecniche di misura e rilevamento dell'inquinamento acustico ambientale:* Misure in ambiente esterno ed interno. Criteri tecnici per la verifica dei limiti normativi di acustica ambientale. Riconoscimento di componenti tonali e impulsive.

*Metodi per la stima dell'incertezza di misura:* Le norme nazionali ed internazionali per l'espressione dell'incertezza di misura. Identificazione delle cause di errore e metodi per la stima dei vari contributi di incertezza. Incertezza strumentale e operativa. Influenza dell'operatore e cause di errori sistematici. Metodi per la riduzione dell'incertezza.

Esercitazioni su:

#### - Uso dei fonometri e dei software di acquisizione

Utilizzo di software di acquisizione ed elaborazione dati di misura. Valutazione del rumore prodotto da sorgenti specifiche, impianti industriali, e infrastrutture di trasporto.

Esercitazioni su metodi di elaborazione e di analisi di segnali acustici: analisi temporale, in frequenza e statistica di segnali acustici reali.

Tecniche di misura e rilevamento dell'inquinamento acustico ambientale. Esercitazioni su verifica di compatibilità con i limiti di legge e riconoscimento di componenti tonali e impulsive su casi reali.

#### Acustica edilizia

Approfondimenti sul tempo di riverberazione. Descrittori dell'intelligibilità del parlato. Acustica dei teatri e di sale per l'ascolto della musica o auditorium. Introduzione all'acustica architettonica. Lo stato attuale della ricerca.

Indici acustici ed edilizia scolastica e convenzionata, modellizzazione e studio di casi reali.

#### Requisiti acustici passivi degli edifici



## UNIVERSITÀ DI PISA

DPCM 5/12/97. Isolamento tra unità immobiliari. Isolamento da rumori esterni, da rumori di calpestio e da rumori di impianti a funzionamento continuo e discontinuo. Indici acustici ed edilizia scolastica e convenzionata.

Esercitazioni su:

- Uso dei fonometri e dei software per la progettazione dei requisiti acustici passivi degli edifici

Cr Criteri e metodi per la misura del tempo di riverbero. Misura dei descrittori di acustica edilizia del DM 5-12-1997. Verifica strumentale della presenza di onde stazionarie.

Utilizzo di software per la progettazione dei requisiti acustici degli edifici.

Criteria esecutivi per la pianificazione, il risanamento ed il controllo delle emissioni sonore

In Insonorizzazione ed isolamento di macchinari e ambienti. Esempi di bonifica di ambienti chiusi. Criteri esecutivi per la pianificazione, il risanamento ed il controllo delle emissioni sonore all'esterno e l'isolamento di macchinari e ambienti.

Altri regolamenti nazionali e normativa dell'Unione Europea

La Direttiva Europea 49/02 e il DLgs 494/05. Mappatura strategica, Piani d'azione e loro relazione con clima acustico e piani di risanamento. Aree quiete e soundscape.

Il rumore delle infrastrutture di trasporto lineari

Le Le infrastrutture di trasporto: il rumore delle infrastrutture di trasporto lineari: la sua modellizzazione. Barriere acustiche: teoria e metodi di dimensionamento; analisi di casi reali e problemi di messa in opera.

Il rumore delle infrastrutture portuali e aeroportuali

Il rumore delle infrastrutture portuali e aeroportuali e la sua modellizzazione.

- Uso dei software per la propagazione sonora

Utilizzo dei software per la propagazione sonora in ambiente esterno. Utilizzo di programmi GIS. Applicazione dei modelli ad interim e del modello CNOSSOS a ferrovie, strade e sorgenti industriali.

Rumore e vibrazioni negli ambienti di lavoro

Legge e norme tecniche. Valutazione dell'esposizione personale. DLgs 81/08. Valutazione dell'esposizione personale, controllo del rumore alla sorgente. Metodi per la riduzione dell'esposizione. Cenni a controllo attivo e passivo del rumore. Protettori individuali. Programmazione territoriale per la prevenzione e la tutela dall'inquinamento acustico.

Vib Vibrazioni meccaniche: Fisica elementare delle vibrazioni. Risonanza. Trasmissibilità. Effetti e controllo delle vibrazioni di macchinari nelle costruzioni e sull'uomo. Misure di vibrazioni. Norme tecniche. Controllo delle vibrazioni in ambienti di lavoro.

Acustica forense

Il ruolo del consulente tecnico di ufficio e la normativa di riferimento. I quesiti e la normale tollerabilità. I rapporti con le parti. La relazione tecnica: sviluppo delle attività, esempi, errori da non commettere.

### Bibliografia e materiale didattico

E. Cirillo: Acustica Applicata, McGraw-Hill, Milano, 1997.

L. L. Beranek, I. L. Vér: Noise and Vibration Control Engineering, Wiley & Sons, New York 1992.

R. Spagnolo: Manuale di Acustica Applicata, UTET Libreria, Torino, 2001.

### Indicazioni per non frequentanti

---

### Modalità d'esame

Relazioni scritte durante il corso con colloquio integrativo finale.

### Stage e tirocini

Disponibilità di tirocini previa verifica presso Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana

### Note

Commissione

Presidente Gaetano Licitra

Membri Paolo Gallo Mauro Cerchiai

Commissione supplente:

Presidente Paolo Gallo

Membri Diego Palazzuoli Luca Fredianelli

Ultimo aggiornamento 05/09/2023 16:44