



Programma dell'insegnamento di  
**ILLUMINOTECNICA E ACUSTICA APPLICATA**  
(2° anno, 1° periodo, 9 CFU)

Docente: Francesco LECCESE (e-mail: f.leccese@ing.unipi.it)  
Numero complessivo di ore previste per lo sviluppo di nuovi argomenti (L): 60  
Numero complessivo di ore previste per esercitazioni ed esemplificazioni (E): 30  
TOTALE ORE: 90

---

**OBIETTIVI FORMATIVI**

Nella prima parte del corso sono studiati: i fondamenti di illuminotecnica, le sorgenti luminose, il calcolo degli illuminamenti, il progetto della illuminazione naturale e artificiale di interni, il progetto dell'illuminazione di esterni e l'inquinamento luminoso. Nella seconda parte del corso sono studiati: i fondamenti di acustica, i materiali fonoassorbenti, il progetto acustico delle sale, l'isolamento acustico degli edifici, l'esposizione umana al rumore e il rumore ambientale.

**LIGHTING AND APPLIED ACOUSTICS**

**EDUCATIONAL OBJECTIVES**

In the first part of the course are studied: the fundamentals of lighting, lighting sources, day- and artificial lighting of interiors, outdoor lighting and light pollution. In the second part of the course are studied: the fundamentals of acoustics, sound absorbing materials, rooms acoustic design, sound insulation in buildings, human exposure to noise and environmental noise.

---

**CONOSCENZE DI BASE**

Fisica Tecnica Ambientale

---

**ARGOMENTI TRATTATI A LEZIONE**

**MACROARGOMENTO 1 – Fondamenti di Illuminotecnica (L=6)**

Radiazione visibile e colori. Grandezze fotometriche. Sorgenti lambertiane. Sorgenti puntiformi e sorgenti estese. Unità di misura delle grandezze fotometriche. Occhio umano e campo di visibilità. Valutazione del coefficiente di visibilità. Effetto Purkinje. La prestazione visiva, parametri di comfort visivo, fenomeni di abbagliamento.

**MACROARGOMENTO 2 – Sorgenti luminose (L=6)**

Caratteristiche delle sorgenti luminose. Efficienza energetica, spettrale e luminosa. Principali tipi di lampade: ad incandescenza, a scarica nei gas, fluorescenti, LED. Gli apparecchi di illuminazione: tipi, caratteristiche, ambiti di applicazione. Rendimento ottico, curve fotometriche e loro rappresentazione.

**MACROARGOMENTO 3 – Calcolo degli illuminamenti (L=6)**

Generalità sul calcolo degli illuminamenti. Sorgenti puntiformi, lineari ed estese. Illuminamenti orizzontale, verticale, cilindrico e semicilindrico dovuti a sorgenti puntiformi. Rappresentazione grafica degli illuminamenti. Illuminamento prodotto da sorgenti estese, i fattori di vista. Esempi applicativi.

**MACROARGOMENTO 4 – Illuminazione di interni (L=6)**

Il progetto dell'illuminazione artificiale degli ambienti. Requisiti prestazionali dell'illuminazione di ambienti di lavoro e fattori di rischio illuminotecnico. Metodi di verifica dell'abbagliamento molesto. Il progetto dell'illuminazione naturale degli ambienti. Il fattore di luce diurna e la Daylight Autonomy. Modelli di cielo e schermature solari. Dimensionamento del finestrato. Valutazione dell'indice di efficienza energetica dei sistemi di illuminazione. Casi di studio ed esempi. Aspetti normativi.

**MACROARGOMENTO 5 – Illuminazione di esterni (L=6)**

Il progetto dell'illuminazione dei luoghi di lavoro in esterno. Illuminazione stradale: classificazione e categorie illuminotecniche delle strade, geometria delle installazioni ed elementi di progetto. Criteri progettuali dell'illuminazione architettonica ed urbana. La sicurezza dei pedoni. Metodi di valutazione dell'inquinamento luminoso. Indice di efficienza energetica dei sistemi di illuminazione urbana. Casi di studio ed esempi. Aspetti normativi.

**MACROARGOMENTO 6 – Fondamenti di Acustica (L=6)**

Le onde sonore: onde piane e sferiche. I livelli in decibel. Caratteri distintivi dei suoni. Analisi in frequenza e curve di



ponderazione. Scala dei fon, curve isofoniche e audiogramma normale. Orecchio umano e campo di udibilità. Sorgenti sonore: caratteristiche e curve di radiazione. Gli altoparlanti. La voce umana e gli strumenti musicali.

**MACROARGOMENTO 7 – Materiali fonoassorbenti (L=6)**

Classificazione dei sistemi fonoassorbenti. Materiali porosi, pannelli vibranti, risuonatori acustici e pannelli forati. Potere fonoassorbente di persone e arredi tecnici. Calcolo dell'indice di valutazione del coefficiente di assorbimento acustico dei materiali. Metodi di misura del coefficiente di assorbimento acustico.

**MACROARGOMENTO 8 – Acustica delle sale (L=6)**

Acustica geometrica e limiti di validità. Transitori acustici negli ambienti confinati. Teoria di Sabine. Tempo di riverberazione di Sabine. Altre formule per il tempo di riverberazione. Campo diretto e campo riverberante, la distanza critica. Acustica architettonica e progettazione acustica di una sala. Indici di qualità acustica delle sale. Sale ad acustica variabile e sale accordabili. Esempi di teatri d'opera, auditorium e teatri all'aperto.

**MACROARGOMENTO 9 – Isolamento acustico degli edifici (L=6)**

Potere fonoisolante di una parete e legge di massa. Calcolo del potere fonoisolante di pareti composte. Calcolo dell'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente di una parete. Rumori aerei e rumori strutturali. Isolamento acustico di un divisorio. Isolamento acustico da rumori impattivi, il pavimento galleggiante. Il rumore prodotto dagli impianti tecnici. Casi di studio ed esempi. Aspetti normativi.

**MACROARGOMENTO 10 – Esposizione umana al rumore (L=6)**

Il rumore negli ambienti di lavoro: fattori di rischio e criteri di valutazione. Dispositivi di protezione individuale dal rumore: caratteristiche acustiche e criteri di selezione. La propagazione del suono in esterno. Il rumore dovuto al traffico stradale. Barriere acustiche. Livello sonoro equivalente continuo e livello giorno-sera-notte. Inquinamento acustico: rumore ambientale e zonizzazione acustica. Aspetti legislativi e normativa tecnica.

---

**ATTIVITA' SVOLTE NELLE ESERCITAZIONI (E=30)**

Esempi numerici ed esercizi pratici sugli argomenti trattati durante le lezioni. Utilizzo di strumenti di misura in campo illuminotecnico (es.: luxmetro e luminanzometro) ed acustico (es.: fonometro e macchina da calpestio). Il quadro normativo nazionale ed europea in campo illuminotecnico ed acustico. Software per la progettazione illuminotecnica. La figura del Lighting Designer. Software per la progettazione acustica. La figura del Tecnico Competente in Acustica. Le attività progettuali sono orientate allo studio dei parametri di comfort visivo e acustico dell'ambiente costruito ed all'uso di software di modellazione. Le attività di esercitazione verranno completate con seminari di approfondimento, tenuti anche da esperti del settore, inerenti gli argomenti trattati durante le lezioni. Potranno essere organizzate visite presso laboratori di misure ed aziende produttrici di apparecchi di illuminazione e di materiali e componenti per l'acustica.

Testi di riferimento:

- Palladino P., *Manuale di illuminazione*, Tecniche Nuove (Milano).
- Forcolini G., *Lighting*, Hoepli (Milano).
- Aghemo C., Lo Verso V., *Guida alla progettazione dell'illuminazione naturale*, AIDI (Milano).
- Spagnolo R., *Manuale di acustica applicata*, CittàStudi (Torino).
- Briganti A., *Il controllo del rumore*, Tecniche Nuove (Milano).
- Baruffa R., Bruschi A., *Acustica dei componenti edilizi*, Dario Flaccovio Editore (Palermo).
- Appunti messi a disposizione dal Docente.

Testi di consultazione:

- Frascarolo M. (a cura di), *Manuale di progettazione illuminotecnica* (2 voll), Mancosu (Roma).
- Gherri B., *Daylight Assessment – Il ruolo della luce naturale nella definizione dello spazio architettonico e protocolli di calcolo*, Franco Angeli (Milano).
- Bonomo M., *Guida alla progettazione dell'illuminazione stradale e urbana*, Mancosu (Roma).
- Oleari C. (a cura di), *Misurare il colore*, Hoepli (Milano).
- Boyce P.R., *Human factors in Lighting*, Taylor & Francis (London).
- Kuttruff H., *Acoustics – An introduction*, Taylor & Francis (London).
- Briganti A., *Il controllo del rumore negli impianti di climatizzazione e negli edifici*, Tecniche Nuove (Milano).
- Gabrieli T., Fuga F., *Impatto acustico*, Maggioli Editore (Rimini).
- Egan M.D., *Architectural Acoustics*, J.Ross Publisher (Fort Lauderdale).
- Cingolani S., Spagnolo R. (a cura di), *Acustica musicale e architettonica*, CittàStudi (Novara).

Modalità di iscrizione e di svolgimento degli esami:

Iscrizione on-line sul portale dell'Università di Pisa (<https://esami.unipi.it/esami/>).

Prova orale, con (eventuale) discussione degli elaborati progettuali svolti durante le attività di esercitazione.