UNIVERSITÀ DI PISA

# FISICA TECNICA AMBIENTALE

## FRANCESCO LECCESE

| | |
|---|---|
| Academic year | 2021/22 |
| Course | INGEGNERIA CIVILE AMBIENTALE E EDILE |
| Code | 572II |
| Credits | 6 |

| Modules | Area | Type | Hours | Teacher(s) |
|---|---|---|---|---|
| FISICA TECNICA AMBIENTALE | ING-IND/11 | LEZIONI | 60 | FRANCESCO LECCESE |

### Obiettivi di apprendimento

*Conoscenze*
Il percorso di apprendimento proposto ha come obiettivo principale **la costruzione di conoscenze necessarie affinché lo studente possa comprendere i vari aspetti della fisica tecnica ambientale e le relative applicazioni agli ambiti caratterizzanti l'ingegneria civile, ambientale e edile**.
Nello specifico, al termine del percorso, le conoscenze acquisite permetteranno allo studente di:
- **apprendere** metodi e tecniche per la valutazione degli argomenti che costituiscono i contenuti dell'insegnamento, come indicati nel seguito;
- **comprendere** problemi inerenti agli argomenti che costituiscono i contenuti dell'insegnamento, come indicati nel seguito.

*Modalità di verifica delle conoscenze*
La verifica delle conoscenze acquisite durante il percorso di apprendimento proposto potrà avvenire attraverso **un confronto in aula, continuo e non formalizzato, tra il docente e gli studenti con l'approfondimento degli argomenti** che costituiscono i contenuti dell'insegnamento.
**La verifica delle conoscenze acquisite avverrà in modo formale in occasione dell'esame finale**, come indicato nel seguito.

*Capacità*
Il percorso di apprendimento proposto ha come obiettivo principale **la costruzione di capacità necessarie affinché lo studente possa affrontare i vari aspetti della fisica tecnica ambientale applicati agli ambiti caratterizzanti l'ingegneria civile, ambientale e edile**.
Nello specifico, al termine del percorso, le capacità acquisite permetteranno allo studente di:
- **applicare** metodi e tecniche per la valutazione degli argomenti che costituiscono i contenuti dell'insegnamento, come indicati nel seguito;
- **affrontare** problemi inerenti agli argomenti che costituiscono i contenuti dell'insegnamento, come indicati nel seguito.

*Modalità di verifica delle capacità*
La verifica delle capacità acquisite durante il percorso di apprendimento proposto **potrà avvenire attraverso un confronto in aula, continuo e non formalizzato, tra il docente e gli studenti con la discussione di problemi inerenti agli argomenti che costituiscono i contenuti dell'insegnamento**.
**La verifica delle capacità acquisite avverrà in modo formale in occasione dell'esame finale**, come indicato nel seguito.

*Comportamenti*
Il percorso di apprendimento proposto ha come obiettivo principale **la costruzione di comportamenti necessari affinché lo studente possa gestire i vari aspetti della fisica tecnica ambientale applicati agli ambiti caratterizzanti l'ingegneria civile, ambientale e edile**.
Nello specifico, al termine del percorso, i comportamenti acquisiti permetteranno allo studente di:
- **agire in modo individuale ed in piena autonomia** utilizzando metodi e tecniche per la valutazione degli argomenti che costituiscono i contenuti dell'insegnamento, come indicati nel seguito;
- **gestire l'interazione in un gruppo di lavoro** risolvendo problemi inerenti agli argomenti che costituiscono i contenuti dell'insegnamento, come indicati nel seguito.

*Modalità di verifica dei comportamenti*
La verifica dei comportamenti acquisiti durante il percorso di apprendimento proposto **potrà avvenire attraverso un confronto in aula, continuo e non formalizzato, tra il docente e gli studenti con la produzione, individuale o di gruppo, di esercitazioni progettuali inerenti agli argomenti che costituiscono i contenuti dell'insegnamento**.
**La verifica dei comportamenti acquisiti avverrà in modo formale in occasione dell'esame finale**, come indicato nel seguito.

## Prerequisiti (conoscenze iniziali)
Conoscenze di base acquisite negli insegnamenti universitari di **Analisi Matematica** e **Fisica Generale**.

## Corequisiti
Non richiesti.

## Prerequisiti per studi successivi
Il percorso di apprendimento proposto **permette allo studente di acquisire conoscenze, capacità e comportamenti che potranno essere utilizzati come prerequisiti per studi successivi**.
Per esempio, in particolare negli insegnamenti inerenti al settore scientifico-disciplinare della Fisica Tecnica Ambientale (o settori affini) presenti nei vari percorsi di Laurea Magistrale proposti dall'Università di Pisa e da altri atenei italiani ed esteri.

## Indicazioni metodologiche
L'apprendimento avviene attraverso **l'esposizione sistematica degli argomenti, corredata da numerosi esempi ed applicazioni, con il coinvolgimento diretto degli studenti nella discussione degli argomenti e nella soluzione di problemi inerenti agli argomenti discussi**.
Al fine di sviluppare le conoscenze, le capacità e i comportamenti da acquisire durante il percorso sono proposti esercizi graduati nel livello di difficoltà fino alla soluzione guidata di problemi che richiedono una analisi approfondita e il collegamento tra più argomenti.
Il percorso di apprendimento viene proposto attraverso **lezioni ed esercitazioni frontali condotte in aula con la presenza del docente e l'utilizzo prevalente della lavagna a gessi**. Sono elementi di supporto alle lezioni ed esercitazioni frontali:
-**documenti distribuiti in aula** sugli argomenti trattati, in forma di testo, tabelle o grafici;
-**strumenti di comunicazione digitale** (es. piattaforme collaborative online) **e mezzi di comunicazione multimediale** (es. contenuti testo, audio e video su supporti digitali), come integrazione all'uso della lavagna;
-**esercitazioni pratiche guidate** (in modalità individuale o in gruppo), anche con l'uso di strumenti per la misura diretta di parametri inerenti agli argomenti trattati, come indicato nel seguito fra i contenuti dell'insegnamento.
**Le comunicazioni tra il docente e gli studenti** potranno avvenire (in presenza o a distanza):
-**in aula** al termine di ciascuna lezione;
-**negli orari di ricevimento** secondo le modalità indicate sulla pagina personale del docente nella piattaforma UNIMAP UNIPI (https://unimap.unipi.it/cercapersone/cercapersone.php);
-**per e-mail**, utilizzando gli indirizzi istituzionali (email docente: francesco.leccese@unipi.it);
-**con modalità adattate** ad eventuali esigenze specifiche.
Annotazioni-
Durante le lezioni ed esercitazioni frontali sono suggerite letture di testi specialistici (in lingua italiana o inglese) per stimolare l'approfondimento di alcuni aspetti inerenti agli argomenti trattati. Alcuni argomenti potranno essere discussi con il contributo di esperti esterni che intervengono in aula su richiesta del docente. Gli studenti possono essere invitati a partecipare a progetti speciali per la didattica o attività sperimentali collegate a progetti di collaborazione interuniversitaria.

## Programma (contenuti dell'insegnamento)
**L'insegnamento si propone di fornire nozioni di base sui seguenti argomenti: termodinamica e termofluodinamica, aria umida, benessere termoigrometrico negli ambienti, dimensionamento igrometrico dei componenti edilizi, climatizzazione degli ambienti, trasmissione del calore, isolamento termico degli edifici, illuminazione naturale e artificiale degli ambienti, acustica delle sale, isolamento acustico degli edifici**. Gli argomenti trattati sono integrati con esercizi ed applicazioni pratiche. Sono previste attività di esercitazione progettuale guidata per approfondire i temi del dimensionamento termo-igrometrico dell'involucro edilizio.
MACROARGOMENTO 1–**Termodinamica e termofluodinamica** (durata indicativa 6 ore)
Richiami sui principi della termodinamica. Le funzioni di stato. Equazioni di bilancio per un sistema aperto a più bocche. Diagrammi di stato per fluidi bifase. Termofluodinamica. Moto dei fluidi per differenze di temperatura. La ventilazione naturale degli ambienti.
MACROARGOMENTO 2–**Aria umida e climatizzazione degli ambienti** (durata indicativa 12 ore)
La miscela aria-vapore. Entalpia dell'aria umida. Diagrammi psicrometrici. Principali trasformazioni della miscela aria-vapore: a titolo costante, miscelamento, deumidificazione, umidificazione. Le condizioni ambientali per il benessere termoigrometrico. La climatizzazione degli ambienti. I trattamenti dell'aria nel condizionamento estivo ed invernale.
MACROARGOMENTO 3–**Trasmissione del calore** (durata indicativa 18 ore)
I meccanismi di scambio termico: conduzione, convezione e irraggiamento. La conduzione: postulato di Fourier ed equazione di Fourier. Semplici problemi in simmetria piana ed applicazioni pratiche. Trasmissione del vapore attraverso le pareti e fenomeni di condensa. Trasmissione del calore attraverso pareti opache e trasparenti irraggiate dal sole. Transitori termici ed analisi a parametri concentrati. Fondamenti di convezione. Il coefficiente di scambio termico convettivo. Scambiatori di calore. L'irraggiamento termico. Grandezze fondamentali. Leggi sull'irraggiamento termico. Problema sulla potenza termica scambiata per irraggiamento tra due superfici.
MACROARGOMENTO 4–**Illuminazione degli ambienti** (durata indicativa 6 ore)
Grandezze fotometriche. Calcolo degli illuminamenti: sorgenti puntiformi ed estese. Comfort visivo negli ambienti e illuminazione artificiale di interni. Illuminazione dovuta alla luce diurna e dimensionamento del finestrato.
MACROARGOMENTO 5–**Acustica degli ambienti** (durata indicativa 6 ore)
Onde elastiche in un fluido. Livelli in decibel. Acustica geometrica. Comfort acustico negli ambienti e requisiti acustici delle sale. Potere fonoisolante delle pareti. Isolamento acustico degli edifici.
**ATTIVITA' DI ESERCITAZIONE** (durata indicativa 12 ore)
Unità di misura. Caratteristiche termiche dei materiali edili. Isolanti termici. La trasmissione del calore attraverso le strutture edilizie opache e vetrate. Comportamento termico dinamico di pareti opache. Prestazioni energetiche di facciate e coperture ventilate. Problemi

sull'irraggiamento termico. Misura in opera della resistenza termica delle pareti: il termoflussimetro. Misura dell'umidità relativa: lo psicrometro. La condensa superficiale ed interstiziale nelle pareti opache d'involucro, la normativa. Il condizionamento di una sala: caso estivo e caso invernale. Principali tipi di lampade e di apparecchi di illuminazione. Progetto dell'illuminazione artificiale e naturale di un ambiente, la normativa. Misura in opera dell'illuminamento: il luxmetro. Calcolo del potere fonoisolante di strutture edilizie, la normativa. Progetto della correzione acustica di una sala. Misura in opera dei livelli sonori: il fonometro. Il quadro normativo fisico-tecnico.

## Bibliografia e materiale didattico

**Gli appunti delle lezioni, resi disponibili dal Docente, completi di disegni, grafici e tabelle costituiscono il riferimento principale per lo studio della materia e la preparazione all'esame**.
**Per approfondire gli argomenti trattati**, sono indicati come testi di riferimento i seguenti (nella ultima edizione in corso):
-Cengel Y.A., *Termodinamica e trasmissione del calore*. McGraw-Hill (Milano).
-Moran M.J., Shapiro H.N., Munson B.R., DeWitt D.P., *Elementi di fisica tecnica per l'ingegneria*. McGraw-Hill (Milano).
-Bellia L., Mazzei P., Minichiello F., Palma D., *Aria umida – Climatizzazione ed involucro edilizio*. Liguori (Napoli).
-Forcolini G., *Lighting*. Hoepli (Milano).
-Cirillo E., *Acustica Applicata*. McGraw-Hill (Milano).
**Come ulteriori elementi bibliografici sui vari argomenti trattati**, sono indicati come testi di consultazione i seguenti (nella ultima edizione in corso):
(Termodinamica)
-Cengel Y.A., Boles M.A., *Thermodynamics – An engineering approach*. McGraw Hill (New York).
-Cavallini A., Mattarolo L., *Termodinamica applicata*. CLEUP (Padova).
(Aria Umida e Climatizzazione dell'Aria)
-Alfano G., Filippi M., Sacchi E., *Impianti di climatizzazione per l'edilizia*. Masson (Milano).
-Briganti A., *Il condizionamento dell'aria*. Tecniche Nuove (Milano).
(Trasmissione del calore)
-Cengel Y.A., *Heat Transfer – A practical approach*. McGraw-Hill (New York).
-Kreith F., *Principi di trasmissione del calore*. Liguori (Napoli).
-Bonacina C., Cavallini A., Mattarolo L., *Trasmissione del calore*. Cleup (Padova)
(Illuminotecnica)
-Bianchi F., Pulcini G., *Manuale di illuminotecnica*. NIS (Roma).
-Aghemo C., Lo Verso V., *Guida alla progettazione dell'illuminazione naturale*. AIDI (Milano)
(Acustica tecnica)
-Spagnolo R. (a cura di), *Manuale di Acustica*. CittàStudi (Bologna).
-Hamayon L., *L'acustica nell'edificio*. Sistemi Editoriali (Napoli).
**Per una bibliografia del Docente su alcuni degli argomenti trattati** è consultabile la pagina personale sulla piattaforma web 'ResearchGate' nella sezione 'Pubblicazioni/Ricerche' (link: https://www.researchgate.net/profile/Francesco-Leccese).

## Indicazioni per non frequentanti

**Gli studenti non frequentanti sono fortemente consigliati di contattare direttamente il Docente** (email: francesco.leccese@unipi.it) per un colloquio, da svolgere preferibilmente prima dell'inizio delle lezioni, al fine di definire il programma delle attività e le modalità di svolgimento, anche in vista della preparazione dell'esame.

## Modalità d'esame

La valutazione degli apprendimenti (esame finale) consiste in **una prova orale articolata in un colloquio tra il docente e lo studente, inerente agli argomenti discussi durante le lezioni ed esercitazioni, e l'analisi degli elaborati progettuali sviluppati durante il percorso di apprendimento**. Durante la prova orale potrà essere richiesto allo studente di risolvere problemi (esercizi) in forma scritta alla presenza del docente o in postazione separata.
**L'esame finale ha una durata di circa un'ora** per ciascuno studente, **durante la prova sono posti tre o quattro quesiti principali riguardanti gli argomenti discussi durante le lezioni ed esercitazioni**. L'esame finale potrebbe non essere superato se lo studente mostra ripetutamente di non essere in grado di esprimersi in modo chiaro, di usare la terminologia corretta e di mettere in relazione gli argomenti trattati per rispondere in modo adeguato ai quesiti posti. **La valutazione dell'esame finale avviene con voto espresso in trentesimi secondo i regolamenti previsti dall'Ateneo**, la verbalizzazione avviene al termine dell'esame sulla piattaforma online Servizio Statini 2.0 dell'Università di Pisa.

## Stage e tirocini

Possono essere svolti **stage e tirocini formativi di carattere curriculare** (ove previsti nel piano di studi dello studente) su uno o piu' argomenti trattati durante il Corso, **sia in aziende esterne convenzionate con l'Universita' di Pisa sia nei laboratori dipartimentali della Scuola di Ingegneria** (in particolare: LIA-*Laboratorio di Illuminotecnica e Acustica*, TEA-*Laboratorio di Termofisica dell'Edificio e Impianti*).
**Gli studenti interessati sono consigliati di contattare direttamente il Docente per un colloquio** (email: francesco.leccese@unipi.it).

## Pagina web del corso

https://unimap.unipi.it/cercapersone/dettaglio.php?ri=2148

## Altri riferimenti web

Nella pagina personale del docente nella piattaforma UNIMAP dell'Università di

UNIVERSITÀ DI PISA

Pisa (https://unimap.unipi.it/cercapersone/dettaglio.php?ri=2148) sono contenute informazioni sul docente (settore scientifico disciplinare, ruolo, recapiti, curriculum) e dettagli relativi alle attività didattiche (insegnamento, registri delle lezioni, orari di ricevimento) ed alle attività di ricerca (lista delle pubblicazioni).
Il link all'aula virtuale predisposta sulla piattaforma MS TEAMS, predisposta dall'Università di Pisa per le finalità della didattica a distanza, è il seguente:
https://teams.microsoft.com/l/team/19%3ajqsv399pVe4g8D4l1AYyCYcQHQgnrWRTcp0Vh6JH7cU1%40thread.tacv2/conversations?groupId=14880336-1f5b-4064-9153-6cd12ce31a3d&tenantId=c7456b31-a220-47f5-be52-473828670aa1

## Note

Nessuna.

*Ultimo aggiornamento 29/06/2022 23:24*