



# UNIVERSITÀ DI PISA

## ANALISI ENERGETICA DEGLI EDIFICI

GIACOMO SALVADORI

Academic year	2022/23
Course	INGEGNERIA STRUTTURALE E EDILE
Code	10701
Credits	6

Modules	Area	Type	Hours	Teacher(s)
ANALISI ENERGETICA DEGLI EDIFICI	ING-IND/11	LEZIONI	60	GIACOMO SALVADORI

### Obiettivi di apprendimento

#### Conoscenze

Gli studenti che avranno portato a termine il percorso proposto durante l'insegnamento avranno acquisito conoscenze in merito agli strumenti e alle metodologie per la valutazione delle prestazioni energetiche degli edifici, dei bilanci energetici in regime invernale ed estivo con particolare riferimento ai servizi di climatizzazione, ventilazione, produzione acqua calda sanitaria e illuminazione. Conosceranno inoltre i principi operativi e le normative tecniche essenziali alla conduzione di attività di analisi e diagnosi energetiche degli edifici, per le destinazioni d'uso più diffuse.

#### Modalità di verifica delle conoscenze

L'acquisizione delle conoscenze e delle capacità da parte degli studenti verrà verificata attraverso le revisioni dell'esercitazione progettuale, che il docente assegna per gruppi di studenti, e attraverso l'esame finale del corso.

#### Capacità

Alla fine del percorso proposto nel corso, gli studenti avranno sviluppato capacità critiche, finalizzate alla selezione delle soluzioni di involucro ed impiantistiche più adeguate in base al tipo di edificio analizzato, nell'ottica di realizzare edifici nei quali siano garantiti elevati livelli di comfort con il minor consumo di risorse possibile. Inoltre avranno acquisito capacità nell'utilizzo e nella gestione di software specificatamente dedicati alle analisi energetiche, basati su metodi di calcolo stazionari o dinamici.

#### Modalità di verifica delle capacità

L'acquisizione delle conoscenze e delle capacità da parte degli studenti verrà verificata attraverso le revisioni dell'esercitazione progettuale, che il docente assegna per gruppi di studenti, e attraverso l'esame finale del corso.

#### Comportamenti

Alla fine del corso, gli studenti saranno in grado di gestire le fasi preliminari del progetto energetico di un edificio, sia esso di nuova realizzazione o in via di riqualificazione. Tali fasi risultano cruciali in quanto sono quelle nelle quali si compiono scelte condizionanti la prestazione energetica ed i successivi dimensionamenti di dettaglio delle dotazioni impiantistiche. Inoltre avranno elementi per sostenere le loro scelte nelle fasi di dialogo e concertazione con le altre figure professionali coinvolte nella progettazione degli edifici.

#### Modalità di verifica dei comportamenti

Dal dialogo frequente studente-docente, che avviene durante le lezioni e soprattutto nelle revisioni delle esercitazioni progettuali (che sono fatte a piccoli gruppi di studenti), potrà essere verificato il percorso di maturazione dei comportamenti dello studente, rispetto alle tematiche affrontate ed agli strumenti proposti.

#### Prerequisiti (conoscenze iniziali)

Conoscenze di termodinamica, trasmissione del calore e igrometria, apprese in insegnamenti precedenti, in particolare in quello di "Fisica Tecnica Ambientale".

#### Programma (contenuti dell'insegnamento)

Il corso affronta gli argomenti sommariamente indicati di seguito.

- Servizi energetici tipicamente presenti negli edifici. Fabbisogni energetici e consumi energetici per il soddisfacimento delle esigenze di comfort. Quadro legislativo e tecnico-normativo nazionale ed internazionale in materia di efficienza energetica in edilizia. Concetti di energia utile, energia finale ed energia primaria. Indicatori di prestazione energetica e di impatto ambientale per gli edifici. Tipologie di valutazioni energetiche e loro obiettivi: design, asset e tailored rating.



# UNIVERSITÀ DI PISA

- Comfort termico: definizione e concetti fondamentali. Introduzione ai modelli razionali ed adattivi per la valutazione del comfort termico. Bilancio energetico dell'edificio in condizioni di climatizzazione invernale ed estiva. Bilancio energetico dell'edificio in condizioni di scambio termico stazionario, quasi stazionario e dinamico.
- Strategie di miglioramento delle prestazioni energetiche dell'involucro opaco. Ottimizzazione delle stratigrafie delle pareti multistrato, effetto della distribuzione del materiale isolante, effetto della distribuzione del materiale capacitivo. Cenni al dimensionamento delle pareti ventilate. Esempi di soluzioni tecnologicamente avanzate per l'involucro opaco.
- Strategie di miglioramento delle prestazioni energetiche dell'involucro trasparente. Radiazione solare diretta e impatto sul comportamento energetico dell'involucro edilizio. Esempi di soluzioni tecnologicamente avanzate per l'involucro trasparente.
- Strategie per l'incremento delle prestazioni energetiche degli impianti di climatizzazione. Sottosistemi degli impianti di climatizzazione. Soluzioni tecnologicamente avanzate per i sistemi di climatizzazione. La generazione del calore attraverso generatori a combustione ed a pompa di calore. Tecniche di selezione della taglia di generatori a pompa di calore per la minimizzazione del fabbisogno stagionale di energia primaria. Esempi di soluzioni tecnologicamente avanzate per gli impianti di climatizzazione.
- Analisi dei fabbisogni energetici per servizi energetici diversi dalla climatizzazione. Sistemi di ventilazione meccanica controllata: tipologie, principali caratteristiche e analisi energetiche. Sistemi di produzione di acqua calda sanitaria: tipologie, principali caratteristiche e analisi energetiche. Sistemi di illuminazione artificiale: tipologie, principali caratteristiche e analisi energetiche.
- Analisi delle prestazioni energetiche di sistemi per lo sfruttamento di fonti energetiche rinnovabili in edilizia. Sistemi solari termici: tipologie, principali caratteristiche e analisi energetiche. Sistemi solari fotovoltaici: tipologie, principali caratteristiche e analisi energetiche. Sistemi di mini e micro cogenerazione: tipologie, principali caratteristiche e analisi energetiche.
- Analisi energetiche in campo. Cenni alla strumentazione di misura utilizzata per i rilievi sul campo: campi di impiego e principi di funzionamento.
- Valutazioni tecnico-economiche. Indicatori per le analisi tecnico-economiche degli investimenti legati agli interventi di efficientamento energetico.
- Durante il corso viene affrontata la risoluzione di una serie di esempi pratici, volti ad applicare a situazioni concrete i concetti presentati a lezione.
- Il corso si completa con una serie di seminari di approfondimento su specifici temi trattati nel corso, organizzati dal docente e tenuti da esperti del settore provenienti dal mondo delle aziende che operano nel settore edile.

## Bibliografia e materiale didattico

Oltre agli appunti delle lezioni frontali tenute dal docente e dal materiale didattico fornito direttamente dal docente sotto forma di file, i seguenti testi sono consigliati per completare/approfondire la preparazione dello studente:

- Energetica generale di Gianni Comini, Giulio Croce, Stefano Savino, ISBN:8889884207;
- Green energy audit. Manuale operativo per la diagnosi energetica e ambientale degli edifici di Giuliano Dall'Ò, ISBN:8866270091;
- Qualità globale dell'ambiente interno di L.A. Piterà, Francesca Romana D'Ambrosio Alfano, ISBN:8897323286;
- Pinpoint: Key Facts + Figures for Sustainable Building di Bruno Keller e Stephan Rutz, ISBN:3034601204;

## Modalità d'esame

L'esame finale dell'insegnamento è svolto in forma orale. Lo studente dovrà rispondere alle domande poste dal docente e dovrà discutere i temi richiesti dimostrando padronanza e apporco critico. Le domande riguarderanno temi strettamente inerenti agli argomenti trattati durante le lezioni. La parte iniziale dell'esame verterà su alcuni commenti, richiesti dal docente, in merito all'esercitazione progettuale svolta dallo studente. La valutazione dello studente terrà in considerazione i seguenti aspetti relativi ai temi trattati: livello di conoscenza, padronanza e capacità di approfondimento, abilità nella risoluzione di problemi pratici, padronanza di linguaggio.

Ultimo aggiornamento 29/07/2022 13:24