



Scuola di Ingegneria
Corso di Laurea Triennale interclasse in
Ingegneria Civile, Ambientale e Edile
(Classe L7 Ingegneria Civile e Ambientale, Classe L23 Ingegneria Edile)
A.A. 2016-2017

Programma dell'insegnamento di
ANALISI E CERTIFICAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI
(3° anno, 2° periodo, 6 CFU, esame a scelta)

Docente: Giacomo SALVADORI (e-mail: giacomo.salvadori@unipi.it)
Numero complessivo di ore previste per lo sviluppo di nuovi argomenti (L): 45
Numero complessivo di ore previste per esercitazioni ed esemplificazioni (E): 15
TOTALE ORE: 60

OBIETTIVI FORMATIVI

L'insegnamento si propone di fornire le nozioni necessarie ad effettuare l'analisi delle prestazioni energetiche degli edifici, considerando i servizi energetici di: climatizzazione invernale, climatizzazione estiva, produzione di acqua calda sanitaria, ventilazione, illuminazione, altri usi elettrici. A questo scopo vengono studiati gli aspetti fondamentali relativi alla valutazione dei fabbisogni energetici di ciascun servizio considerato e dei rendimenti dei sistemi impiantistici dedicati al loro soddisfacimento, vengono inoltre definiti gli indicatori prestazionali, utilizzati in ambito europeo per la certificazione energetica degli edifici.

ENERGY ANALYSIS AND LABELLING OF BUILDINGS

EDUCATIONAL OBJECTIVES

The course aims to provide the knowledge necessary to carry out the analysis of the energy performance of buildings, taking into account the following energy services: winter heating, summer cooling, domestic hot water production, ventilation, lighting, other electrical uses. For this purpose, the course treats the fundamental aspects related to the evaluation of the useful energy demands of each considered service and the efficiency of the systems dedicated to their satisfaction. The performance indicators, widely used in Europe for the energy certification of buildings, are also defined.

CONOSCENZE DI BASE

Fisica Tecnica Ambientale

ARGOMENTI TRATTATI A LEZIONE

MACROARGOMENTO 1 – **Introduzione alle tecniche di analisi e certificazione energetica** (L=9)

Quadro normativo europeo e nazionale in materia di analisi e certificazione energetica degli edifici.
Protocolli di certificazione energetico-ambientale degli edifici: LEED, ITACA, Linee Guida Nazionali.
Indicatori prestazionali utilizzati per la stima ed il confronto delle prestazioni energetiche degli edifici residenziali e non residenziali.

MACROARGOMENTO 2 – **Fabbisogni energetici degli edifici** (L=15)

Richiami di Fisica Tecnica Ambientale. Grandezze caratterizzanti le prestazioni termiche dell'involucro opaco e trasparente. Unità di misura.
Bilanci energetici sugli edifici: definizione dei fabbisogni energetici utili e primari per i differenti servizi.
Valutazione del fabbisogno energetico utile per la climatizzazione invernale ed estiva dell'edificio.
Valutazione del fabbisogno energetico utile per la ventilazione degli ambienti e la produzione di acqua calda sanitaria.
Valutazione del fabbisogno di energia elettrica per l'illuminazione artificiale e per altri usi elettrici.
Aspetti legislativi e di normativa tecnica.



Scuola di Ingegneria
Corso di Laurea Triennale interclasse in
Ingegneria Civile, Ambientale e Edile
(Classe L7 Ingegneria Civile e Ambientale, Classe L23 Ingegneria Edile)
A.A. 2016-2017

MACROARGOMENTO 3 – Analisi energetica dei sistemi impiantistici (L=15)

Sistemi di generazione dell'energia termica e frigorifera. Generatori a combustione, generatori a pompa di calore, altre tipologie di sistemi di generazione. Sistemi di distribuzione ed accumulo del fluido termovettore. Sistemi di regolazione e controllo della temperatura. Sistemi di regolazione per impianti di rinnovo d'aria. Sistemi di emissione dell'energia termica e frigorifera.

Valutazione dei rendimenti dei sistemi impiantistici e stima delle loro prestazioni mensili ed annuali. Determinazione del rendimento complessivo di impianto. Valutazione del fabbisogno di energia primaria dell'edificio.

Metodi per la stima del contributo delle fonti rinnovabili sui fabbisogni energetici dell'edificio, con particolare attenzione ai sistemi solari termici ed ai sistemi fotovoltaici.

MACROARGOMENTO 4 – Analisi tecnico-economiche per interventi di risparmio energetico (L=6)

Definizione dei principali indicatori tecnico-economici: valore attuale netto, indice di profitto, tempo di ritorno dell'investimento. Introduzione alle metodologie di valutazione della convenienza degli interventi di risparmio energetico.

ATTIVITA' SVOLTE NELLE ESERCITAZIONI (E=15)

Approfondimenti sulla normativa tecnica europea e nazionale. Applicazioni pratiche di analisi energetiche per edifici residenziali e non residenziali. Software per la simulazione dinamica delle prestazioni energetiche degli edifici. Utilizzo di strumentazione per misure in campo: datalogger per misura di temperatura, umidità relativa e velocità dell'aria, il termoflussimetro, la termografia all'infrarosso, il blower door. Cenni sull'uso di questionari di valutazione del comfort ambientale interno.

Testi di riferimento:

- Dall'Ò G., *Green energy audit*. Edizioni Ambiente (Milano).
- Stefanutti L., *Impianti per gli edifici sostenibili: guida ASHRAE alla progettazione, costruzione e gestione*. Tecniche Nuove (Milano).
- Arecco F., Bergero S., Cavalletti P., Fabbri C., *Applicazioni pratiche di certificazione energetica*. Dario Flaccovio Editore (Palermo).
- Lucchi E., *Diagnosi strumentale degli edifici*. Dario Flaccovio Editore (Palermo).

Testi di consultazione:

- Hagentoft C.E., *Introduction to building physics*, Studentlitteratur (Lund, Sweden).
- Szokolay S.V., *Introduzione alla progettazione sostenibile*. Hoepli (Milano).
- Spagnolo M., *Efficienza energetica nella progettazione*. DEI (Roma).
- Agnoli S., Zinzi M., *Involucro trasparente ed efficienza energetica*. Dario Flaccovio Editore (Palermo).
- Filippi M., Rizzo G., *Certificazione energetica e verifica ambientale degli edifici*. Dario Flaccovio Editore (Palermo).
- Filippi M., Rizzo G., Scaccianoce G., *La certificazione energetica per l'edilizia sostenibile*. Dario Flaccovio Editore (Palermo).
- Krarti M., *Energy audit of building systems – An engineering approach*. Taylor&Francis (New York).

Modalità di iscrizione e di svolgimento degli esami:

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

Prova orale.