



Scuola di Ingegneria  
Corso di Laurea Magistrale in Interclasse in Ingegneria Edile e delle Costruzioni Civili  
(Classe LM-24 Ingegneria Edile)  
A.A. 2016-2017

Programma dell'insegnamento di  
**IMPIANTI TERMOTECNICI PER L'EDILIZIA**  
(1° anno, periodo Estensivo, 9 CFU)

Docente: Fabio FANTOZZI (e-mail: f.fantozzi@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**

L'insegnamento affronta le metodologie di dimensionamento dei principali sistemi impiantistici a servizio degli edifici: impianti di riscaldamento e condizionamento dell'aria, ventilazione meccanica controllata degli ambienti, sistemi solari termici e fotovoltaici, impianti che sfruttano sorgenti a bassa entalpia (es.: impianti geotermici). Sono forniti cenni su altri tipi di impianti a servizio degli edifici (es.: impianti gas, impianti antincendio, ...). Vengono inoltre trattati aspetti relativi alla interazione edificio-impianti, alle prestazioni energetiche complessive degli edifici ed alla sicurezza degli impianti termici.

**THERMAL SYSTEMS IN BUILDINGS**

**EDUCATIONAL OBJECTIVES**

The course addresses the design methodologies of the main plant systems in buildings: heating and air conditioning, controlled mechanical ventilation of rooms, solar thermal and photovoltaic systems, plants using low enthalpy sources (eg.: geothermal plants). Some aspects of other types of plant systems in buildings are discussed (eg.: gas systems, fire-protecting systems, ...). Are also treated issues related to building-plant interaction, the overall energy performance of buildings and the safety of thermal plants.

---

**CONOSCENZE DI BASE**

Fisica Tecnica Ambientale

---

**ARGOMENTI TRATTATI A LEZIONE**

**MACROARGOMENTO 1 – Introduzione (L=6)**

Presentazione del Corso. Sistemi di unità di misura, con particolare riferimento all'energia e alla potenza. Richiami di Fisica Tecnica Ambientale. Termodinamica: primo principio della termodinamica, entalpia e bilancio energetico. Equazione di stato dei gas perfetti. Equazioni di stato delle miscele. Scambio termico: conduzione, convezione e irraggiamento. Cenni sulla conduzione per pareti cilindriche e raggio critico d'isolamento. Applicazioni degli scambiatori di calore agli impianti termotecnici.

**MACROARGOMENTO 2 – Sistema Edificio-Impianti (L=6)**

Definizioni di temperatura operante e gradi giorno. I carichi termo-igrometrici nell'edificio. Valutazione dei fabbisogni di energia utile. Analisi dettagliata dei rendimenti d'impianto (produzione, distribuzione, emissione e regolazione) e valutazione dei fabbisogni di energia utile. Riferimenti normativi. Direttiva Europea 2010/31/UE e relativi decreti attuativi a livello nazionale. Direttiva Europea 2012/27/UE sull'uso efficiente dell'energia e relativi decreti attuativi a livello nazionale.

**MACROARGOMENTO 3 – Impianti di riscaldamento (L=24)**

Potere calorifico dei combustibili e principi di combustione. Tipologie e classificazione delle caldaie. Rendimento di combustione e rendimento utile delle caldaie.



Scuola di Ingegneria  
Corso di Laurea Magistrale in Interclasse in Ingegneria Edile e delle Costruzioni Civili  
(Classe LM-24 Ingegneria Edile)  
A.A. 2016-2017

Definizione di impianto a gas (alla luce della norma UNI 7129 e della legge sulla sicurezza degli impianti): reti di distribuzione, apparecchi utilizzatori, aperture di ventilazione, scarichi fumari.

Centrale termica per caldaie di potenza superiore a 35 kW. Componenti per caldaie di potenza superiore a 35 kW: termostato, pressostato, flussostato, valvola di sicurezza, disaeratore, vaso d'espansione.

Cenni ad altri sistemi di produzione energia: pompe di calore, generatori di aria calda, impianti di cogenerazione, brevi riferimenti a forme di energia rinnovabile.

Tipologie sistemi di distribuzione impianti ad acqua calda. Perdite di carico nei condotti. Dimensionamento dei circuiti. Pompe. Tipologie di distribuzione del fluido termovettore: impianto monotubo ad eiettore, impianto bitubo, impianto a collettori.

Dimensionamento dei terminali degli impianti di climatizzazione: tubi lisci, radiatori, ventilconvettori e aerotermini, sistemi radianti. Dimensionamento della rete di distribuzione dei corpi scaldanti (perdite di carico e calcolo del diametro di una tubazione).

La termoregolazione. Il termostato. Valvole di regolazione: tipologie costruttive. Schemi di utilizzo. Ripartizione potenza termica su più caldaie. Attenuazione notturna. Contabilizzazione del calore e valvole termostatiche. La valvola di bypass. Termoregolazione unifamiliare e plurifamiliare. Termoregolazione completa per impianti di potenza superiore a 35 kW.

#### MACROARGOMENTO 4 – **Impianti di climatizzazione** (L=18)

Richiami di termodinamica dell'aria umida. Definizioni, trasformazioni elementari, diagramma di Mollier. Il bilancio del sistema di climatizzazione dell'aria: caso estivo ed invernale.

Tipologie e classificazione degli impianti di climatizzazione. Gli impianti di climatizzazione e il controllo dei principali parametri: temperatura, umidità dell'aria, movimento dell'aria, qualità dell'aria.

Macchine frigorifere. Torri evaporative e condensatori evaporativi. Recuperatori di calore.

Dimensionamento delle reti di distribuzione a canali d'aria.

#### MACROARGOMENTO 5 – **Impianti antincendio** (L=6)

La prevenzione incendi: protezione attiva e passiva degli edifici. Descrizione dei componenti impiantistici. Cenni al dimensionamento dei sistemi di estinzione incendio. Aspetti legislativi e di normativa tecnica.

---

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

Approfondimenti sulla normativa tecnica nazionale ed europea. Soluzione di esempi pratici relativi al dimensionamento degli impianti di distribuzione gas, di riscaldamento e di climatizzazione dell'aria nell'edilizia residenziale e non residenziale. Cataloghi tecnici e incontri con Aziende del settore.

#### Testi di riferimento:

– Appunti e articoli tratti da riviste e messi a disposizione dal Docente.

#### Modalità di iscrizione e di svolgimento degli esami:

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

Prova orale.