

**INSEGNAMENTO DI FISICA TECNICA AMBIENTALE - CORSO A**  
**(6 CFU-90 ORE)**  
**STUDENTI A - G**

*prof. arch. FABIO SCIURPI*

## **PROGRAMMA DEL CORSO**

### **1. Obiettivi del Corso**

L'obiettivo principale del corso di Fisica Tecnica Ambientale è quello di fornire allo studente le nozioni di base riguardo i fenomeni fisici fondamentali che regolano il sistema edificio impianto, nonché l'interazione tra uomo, edificio ed ambiente; il tutto finalizzato ad una progettazione energeticamente consapevole e quanto più possibile ecocompatibile, in linea con quanto sta accadendo nel panorama normativo nazionale ed internazionale in continua evoluzione, che è sempre più sensibile alle problematiche legate all'energia ed all'ambiente.

A tal fine, dopo aver richiamato alcuni concetti fondamentali della fisica classica, verranno trattati più approfonditamente gli argomenti più specificatamente relazionati alla termofisica dell'edificio (termodinamica, psicrometria, trasmissione del calore, ecc.) senza però tralasciare argomenti quali l'illuminotecnica e l'acustica, che poi verranno approfonditi nel successivo corso di Impianti Tecnici e Tecnica del controllo ambientale.

In specifico il programma rivolge la sua attenzione all'approfondimento dei principali fenomeni fisici ed alla definizione dei modelli matematici che li rappresentano, il tutto finalizzato all'acquisizione di nozioni che troveranno pratica applicazione nelle discipline dell'area progettuale e tecnologica. Particolare attenzione sarà posta al legame tra i fenomeni fisici studiati e le loro applicazioni nel campo del risparmio energetico, del benessere globale degli occupanti e della qualità dell'ambiente costruito.

Se possibile, la trattazione del programma verrà integrata con esercitazioni numeriche, analisi di casi studio e seminari tematici al fine di fornire strumenti quanto più concreti ed applicativi per la valutazione della conformità del progetto ai requisiti ambientali.

### **2. Argomenti trattati nel corso**

#### **Unità di misura**

Unità di misura fondamentali e derivate. Il Sistema internazionale di unità di misura.

#### **Richiami di Fisica classica**

*Cinematica*: il concetto di velocità ed accelerazione. *Dinamica*: concetto di forza, leggi di Newton, concetto di inerzia, massa, peso e densità, forze di attrito. *Lavoro ed energia*: energia cinetica e potenziale, principi di conservazione dell'energia. Resistenze elettriche e Legge di Ohm. Resistenze in serie e parallelo. *Meccanica dei fluidi*: stati della materia, densità e peso specifico, definizione di pressione, legge di Stevin e pressione idrostatica, legge di Pascal, principio di Archimede. *Fluidodinamica*: regimi di moto, coefficiente di viscosità dinamica e cinematica, numero di Reynolds, equazione di continuità e concetto di portata, teorema di Bernoulli, resistenza al moto dei fluidi nei condotti, diagramma di Moody.

### **Termodinamica di base**

Concetto di temperatura. Dilatazione termica. Sistema termodinamico. Primo Principio della Termodinamica per sistemi chiusi ed aperti. Regimi stazionario e non stazionario. Entalpia. Capacità termica e calori specifici. Secondo Principio della Termodinamica. Enunciati di Kelvin-Planck e Clausius. Temperatura termodinamica. Macchina termica, macchina frigorifera, pompa di calore: prestazioni e funzionamento. Trasformazioni reversibili e irreversibili. Teorema e ciclo di Carnot. Entropia. Termodinamica dei sistemi aperti. Equazione del bilancio delle masse. Equazione di continuità in regime stazionario. Bilancio dell'energia e Primo Principio della Termodinamica per un sistema aperto. Diagramma Termodinamico (p,v) per l'acqua. Stato fisico dei vapori saturi umidi: titolo del miscuglio e calore latente di vaporizzazione. Gas perfetti: equazione di stato e principali leggi dei gas perfetti (leggi di Boyle e Dalton). Cicli termodinamici (ciclo Rankine e ciclo inverso).

### **Termodinamica dell'aria umida (Psicrometria)**

Miscele di aria e vapor d'acqua: la psicrometria dell'aria. Principali proprietà delle miscele di aria umida: temperatura a bulbo secco, titolo, grado igrometrico, entalpia, temperatura di rugiada, di saturazione adiabatica e di bulbo umido. Descrizione del Diagramma psicrometrico e suo uso. Misura del grado igrometrico: lo psicrometro. Principali trasformazioni delle miscele di aria umida: riscaldamento e raffreddamento sensibile; raffreddamento con deumidificazione; umidificazione adiabatica; miscelazione adiabatica.

### **Termodinamica applicata all'edificio**

Il sistema termodinamico "edificio" ed i principali parametri che lo definiscono. Il concetto di sistema termodinamico inteso come sistema edificio-impianti. Il concetto di fabbisogno energetico.

### **Trasmissione del calore**

Modalità di trasmissione del calore. Trasmissione del calore per Conduzione: legge di Fourier, equazione di Fourier, conduzione stazionaria ed in regime variabile. Proprietà termofisiche dei materiali: coefficiente di conduzione e diffusività termica. L'inerzia termica delle strutture edilizie. Strato piano semplice; strato piano multiplo; condotto circolare semplice e multiplo. Resistenza termica ed analogia elettrica. Trasmissione del calore per Convezione: convezione naturale e forzata. Coefficiente di scambio termico convettivo. Analisi dimensionale e numeri puri (Nusselt, Reynolds, Grashof, Prandtl). Trasmissione del calore per Irraggiamento termico: Effetto serra. Coefficiente di assorbimento, riflessione e trasmissione. Emissività. Potere emissivo integrale e specifico. Legge di Kirchhoff, di Stefan – Boltzmann e di Wien. Scambio termico tra superfici affacciate in regime stazionario. Fattori di vista. Contemporanea presenza di diverse modalità di scambio: la trasmittanza dei componenti edilizi. Coefficienti di adduzione. Problemi di condensa superficiale ed interstiziale nelle strutture murarie, metodo di Glaser. Strategie di controllo dei flussi termici in ingresso e uscita dall'edificio. Proprietà dei prodotti utilizzati in edilizia e loro comportamento termoigrometrico. Ponti termici in edilizia: definizione, valutazione e calcolo delle dispersioni. I componenti finestrati: principali prestazioni termofisiche e calcolo delle dispersioni. Principali norme UNI di riferimento.

### **Illuminotecnica di base**

Tipi di onde elettromagnetiche. Definizione e natura della luce. Percezione delle radiazioni elettromagnetiche visibili. Principali grandezze fotometriche. Il fattore medio di luce diurna.

### **Acustica di base**

Richiami sul moto oscillatorio: moto armonico semplice, legge di Hooke, moto del pendolo, oscillazioni smorzate e forzate (cenni). Definizione di suono. Frequenza, periodo, lunghezza d'onda. Pressione sonora, Intensità sonora; Potenza sonora. Livelli in decibel. Operazioni sui decibel. Cenni di acustica psicofisica, audiogramma normale medio, curve di ponderazione, il decibel A. Livelli sonori equivalenti.

### **3. Modalità della didattica**

Lezioni del titolare del Corso eventualmente integrate da seminari su temi specifici.

### **4. Modalità di esame**

Gli esami prevedono una parte scritta ed una orale. Sono previste due prove scritte intermedie, valide come esonero dallo scritto finale

### **Bibliografia**

Testi di base su cui approfondire lo studio degli argomenti trattati nel corso delle lezioni integrati con dispense del corso aventi carattere monografico disponibili sul sito:

[http://www.taed.unifi.it/fisica\\_tecnica/](http://www.taed.unifi.it/fisica_tecnica/)

### **Testi di base**

- (1) Serway R. A., "Principi di Fisica", Ed. Edises, Napoli, 1996
- (2) Çengel Y. A., "Termodinamica e trasmissione del calore", McGraw-Hill, Milano, 1998
- (3) AA.VV. "Manuale di Progettazione Edilizia" vol. II, a cura di G. Raffellini, Ed Hoepli, Milano 1994
- (4) AA.VV. "Manuale di Progettazione Edilizia" vol. III, a cura di A. Baglioni, Ed Hoepli, Milano 1994

Prima della fine del corso verrà predisposto un programma dettagliato delle lezioni svolte con l'indicazione dei riferimenti bibliografici specifici.