

## COURSE SYLLABUS

### Energetic Sustainability

2425-1-F1701Q142

---

#### Obiettivi

L'obiettivo del corso è fornire agli studenti le competenze per comprendere le problematiche legate all'uso delle risorse energetiche e analizzare le potenzialità e i limiti delle tecniche che possono essere utilizzate per promuovere la sostenibilità energetica.

Il corso è strutturato in modo da trattare il tema della sostenibilità energetica a partire dai principi fisici alla base dei processi di trasformazione dell'energia, con l'obiettivo di insegnare agli studenti una metodologia di analisi rigorosa e quantitativa delle problematiche energetiche.

#### Contenuti sintetici

- Introduzione alla sostenibilità energetica
- Termodinamica
- Macchine termiche
- Macchine frigorifere
- Risparmio energetico
- Potenzialità e limiti delle fonti energetiche rinnovabili
- Sistema energetico mondiale
- Effetti del consumo energetico sull'ambiente

#### Programma esteso

Introduzione alla sostenibilità energetica

- Definizione di sviluppo sostenibile

- Correlazione tra consumi energetici e crescita demografica
- Introduzione al problema energetico
- Definizione di energia e descrizione delle differenti forme di energia
- Processi di conversione dell'energia
- Definizione di energia primaria, secondaria e negli usi finali

#### Termodinamica

- Concetto di sistema termodinamico e di temperatura
- Primo principio della termodinamica e conservazione dell'energia
- L'entalpia e sua applicazione nelle reazioni
- Secondo principio della termodinamica: reversibilità e irreversibilità
- Funzione entropia e la sua evoluzione
- Rendimento termodinamico

#### Macchine termiche

- Motori a combustione interna: ciclo Otto (motore a scoppio), ciclo Diesel (motore ad accensione spontanea), ciclo di Brayton (motore a turbina)
- Motori a combustione esterna: ciclo Rankine
- Cicli combinati gas-vapore
- Sistemi di cogenerazione
- Ottimizzazione delle macchine termiche

#### Macchine frigorifere

- Definizione di macchine frigorifere e pompe di calore
- Coefficienti di prestazione
- Cicli frigoriferi a compressione di vapore
- Fluidi refrigeranti
- Cicli frigoriferi ad assorbimento e sistemi di trigenerazione
- Energia rinnovabile da pompa di calore
- Confronto energetico tra pompe di calore, caldaie a combustibile e impianti cogenerativi
- Prestazioni delle pompe di calore aerotermiche
- Applicazione geotermica delle pompe di calore

#### Risparmio energetico

- Risparmio energetico e sostenibilità
- Stima dei consumi energetici e valutazione dell'efficienza nei vari settori
- Risparmio energetico nel settore dei trasporti
- Tecniche di riduzione della dispersione del calore
- Risparmio di energia elettrica
- Confronto tra varie tecniche di risparmio energetico

#### Potenzialità e limiti delle fonti energetiche a basse emissioni

- Analisi del potenziale delle principali fonti energetiche a basse emissioni (solare, eolica, idroelettrica, geotermica, biomassa, nucleare)
- Confronto delle diverse fonti energetiche in termini di EROI (energy return on energy invested), capacity factor, occupazione del suolo, ciclo di vita, materie prime critiche e Levelized Cost of Energy (LCOE)
- Il problema della discontinuità nella produzione di energia elettrica da fonti intrinsecamente variabili
- Cenni sulle principali tecniche di accumulo dell'energia
- Analisi di alcuni scenari energetici a basse emissioni

## Sistema energetico mondiale

- Dati sul consumo di energia primaria nel mondo
- Trend temporali di utilizzo delle diverse fonti energetiche
- Distribuzione geografica dei consumi di energia primaria (integrali e pro capite)
- Energia elettrica: produzione su scala mondiale e ripartizione per fonti
- Energia negli usi finali: ripartizione per fonti energetiche e per settori/applicazioni
- Analisi dei trend passati e proiezioni future della domanda energetica
- Aspetti peculiari del consumo energetico in Italia
- Utilizzo delle fonti di energia rinnovabile in Italia e obiettivi per il futuro

## Effetti del consumo energetico sull'ambiente

- La temperatura sulla Terra
- L'atmosfera e l'effetto serra
- Il bilancio radiativo della Terra
- Global warming e cambiamento climatico
- La temperatura della Terra nel passato
- Le forzanti radiative
- Ricadute ed effetti sul clima
- Emissioni di gas serra e scenari futuri

## Prerequisiti

Conoscenze di base della laurea triennale in fisica

## Modalità didattica

Tutte le lezioni sono svolte in presenza in modalità erogativa:

- 21 lezioni da 2 ore ciascuna.

Fanno parte del programma del corso anche alcuni seminari integrativi che saranno erogati in presenza durante le ore di lezione.

## Materiale didattico

Egbert Boeker and Rienk Van Grondelle - Environmental Physics: Sustainable Energy and Climate Change (3rd edition)

Y. A. Çengel – Termodinamica e trasmissione del calore - Quarta edizione – McGraw-Hill (2013)

David JC MacKay - Sustainable Energy — without the hot air (2008) -

Durante il corso verranno forniti ulteriori riferimenti bibliografici e saranno distribuite alcune dispense.

## **Periodo di erogazione dell'insegnamento**

Secondo semestre

## **Modalità di verifica del profitto e valutazione**

Esame orale - Non sono previste prove in itinere

- Domande sugli argomenti trattati nel corso per il controllo della preparazione sul programma d'esame
- Domande per la verifica della capacità di riflessione autonoma su alcuni aspetti legati alla produzione e all'uso dell'energia e su possibili approcci relativi alla sostenibilità energetica
- Colloquio facoltativo su argomenti di approfondimento non trattati a lezione

Gli studenti Erasmus possono chiedere di svolgere la prova d'esame in lingua inglese.

## **Orario di ricevimento**

Lunedì - Venerdì previo appuntamento via e-mail ([davide.chiesa@unimib.it](mailto:davide.chiesa@unimib.it))

## **Sustainable Development Goals**

ENERGIA PULITA E ACCESSIBILE | CITTÀ E COMUNITÀ SOSTENIBILI | CONSUMO E PRODUZIONE RESPONSABILI | LOTTA CONTRO IL CAMBIAMENTO CLIMATICO

---