

SYLLABUS DEL CORSO

Sostenibilità Energetica

2627-1-F1703Q050

Obiettivi

Conoscenza e capacità di comprensione

- Comprendere le problematiche legate all'uso delle risorse energetiche, inclusi gli impatti ambientali, a partire dai principi fisici alla base dei processi di trasformazione dell'energia.
- Approfondire i concetti di risparmio e di efficientamento energetico, analizzando le strategie e le tecnologie che permettono di ottimizzare l'uso dell'energia nei diversi settori.
- Acquisire conoscenze sulle potenzialità e i limiti delle tecniche che possono essere utilizzate per promuovere la sostenibilità energetica, inquadrando nell'ambito del sistema energetico mondiale.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

- Applicare metodologie di analisi rigorose e quantitative per valutare potenzialità e limiti delle tecniche di sostenibilità energetica.
- Applicare metodi analitici e quantitativi per valutare l'efficienza energetica di cicli termici e macchine frigorifere.

Autonomia di giudizio

- Formulare giudizi autonomi sulla sostenibilità e l'efficienza energetica di vari processi basandosi dati sperimentali, modelli e analisi di scenario pubblicati in letteratura scientifica.

Abilità comunicative

- Comunicare in modo chiaro e rigoroso i risultati di analisi energetiche, utilizzando report tecnici, grafici e presentazioni orali.

Capacità di apprendimento

- Approfondire in modo indipendente tematiche specifiche come le fonti rinnovabili, le tecniche di accumulo energetico e le strategie di efficientamento, selezionando fonti scientifiche attendibili.

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.

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)

Sustainable Development Goals

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