



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DIPARTIMENTO	Ingegneria
ANNO ACCADEMICO OFFERTA	2020/2021
ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE	2022/2023
CORSO DILAUREA	INGEGNERIA DELL'ENERGIA E DELLE FONTI RINNOVABILI
INSEGNAMENTO	APPLICAZIONI INDUSTRIALI DELLE RINNOVABILI
TIPO DI ATTIVITA'	B
AMBITO	50299-Ingegneria energetica
CODICE INSEGNAMENTO	20463
SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI	ING-IND/10
DOCENTE RESPONSABILE	MORALE MASSIMO Professore Associato Univ. di PALERMO
ALTRI DOCENTI	
CFU	6
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	96
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA	54
PROPEDEUTICITA'	
MUTUAZIONI	
ANNO DI CORSO	3
PERIODO DELLE LEZIONI	1° semestre
MODALITA' DI FREQUENZA	Facoltativa
TIPO DI VALUTAZIONE	Voto in trentesimi
ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI	MORALE MASSIMO Martedì 11:00 12:00 Dipartimento di Ingegneria Ed. 9, piano primo, Studio 1010 (su appuntamento e previa conferma), anche tramite portale Teams (via chat / e-mail massimo.morale@unipa.it o massimo.morale@community.unipa.it).

DOCENTE: Prof. MASSIMO MORALE

PREREQUISITI	Fondamenti di: termodinamica applicata, trasmissione del calore, meccanica dei fluidi, chimica e chimica applicata, macchine a fluido, elettrotecnica, fonti rinnovabili ed energetica.
RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI	Conoscenza e capacita' di comprensione Lo studente, al termine del corso, avra' conoscenze adeguate per affrontare gli aspetti di base delle applicazioni che coinvolgono le fonti rinnovabili nell'industria. La verifica viene effettuata nel corso della prova scritta e/o orale. Capacita' di applicare conoscenza e comprensione Lo studente, al termine del corso, avra' acquisito conoscenze e capacita' di comprensione adeguate e professionalizzanti circa la caratterizzazione di macchine, impianti e processi industriali che utilizzano le rinnovabili, potendone valutare le prestazioni e la relativa efficienza per affrontare le varie problematiche relative agli usi dell'energia. La verifica viene effettuata nel corso della prova scritta e/o orale. Autonomia di giudizio Lo studente, al termine del corso, avra' acquisito adeguata capacita' di giudizio in relazione alle tematiche di pertinenza dell'insegnamento, avendo maturato la capacita' di ricavare i dati necessari anche autonomamente. La verifica viene effettuata nel corso della prova scritta e/o orale. Abilita' comunicative Lo studente sara' in grado di comunicare ad altri con competenza e proprieta' formale di linguaggio in relazione alle tematiche di pertinenza dell'insegnamento. La verifica viene effettuata nel corso della prova scritta e/o orale. Capacita' d'apprendimento Lo studente sara' in grado di affrontare in autonomia le problematiche relative alle tematiche di pertinenza dell'insegnamento per un prosieguo nello studio e nella professione. La verifica viene effettuata nel corso della prova scritta e/o orale.
VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO	La valutazione avviene tramite una Prova Orale finale. Lo studente esaminando dovra' rispondere, nell'ambito del colloquio, ad un minimo di tre domande, sia aperte sia semi-strutturate, su tutte le parti oggetto del corso. Nell'ambito della prova puo' essere richiesta allo studente la risoluzione di elementari problemi di analisi dei sistemi energetici analizzati volti ad accertare la capacita' di risoluzione di problemi pratici analoghi a quelli sviluppati in aula. La prova e' volta ad accertare il possesso delle competenze e delle conoscenze disciplinari previste dal corso, e tende a verificare la comprensione degli argomenti, la competenza interpretativa, le capacita' elaborative ed espositive e l'autonomia di giudizio nelle applicazioni concrete. La soglia della sufficienza sara' raggiunta quando lo studente mostri conoscenza e comprensione degli argomenti almeno nelle linee generali e abbia competenze applicative minime nel campo dell'analisi termodinamica e tecno-economica dei sistemi energetici esaminati; lo studente dovra' altresì possedere sufficienti capacita' espositive ed argomentative, tali da consentire la trasmissione delle sue conoscenze all'esaminatore. Al di sotto di tale soglia, l'esame risultera' insufficiente. Il colloquio ha una durata di circa 40 minuti. La valutazione avviene in trentesimi Esiti Prova Orale: A)Eccellente (30-30 e lode): Ottima conoscenza dei contenuti didattici; gli studenti dovrebbero mostrare una elevata capacita' di analisi e di sintesi e dovrebbero essere in grado di applicare le loro conoscenze per risolvere problemi di elevata complessita'. B)Ottimo (27-29): Ottima conoscenza dei contenuti dell'insegnamento e di capacita' di linguaggio; gli studenti dovrebbero mostrare capacita' di analisi e di sintesi ed essere in grado di applicare le conoscenze per risolvere i problemi di media e, in alcuni casi, anche di maggiore complessita'. C)Buono (24- 26): Buona conoscenza dei contenuti di insegnamento e di capacita' di linguaggio; gli studenti dovrebbero essere in grado di applicare le conoscenze per risolvere i problemi di media complessita'. D)Discreto (19-23): Media conoscenza dei contenuti di insegnamento, in alcuni casi limitata alle tematiche principali; accettabile capacita' di linguaggio e di applicare le conoscenze acquisite in modo indipendente. E)Sufficiente (18): Minima conoscenza dei contenuti didattici, spesso limitata agli argomenti essenziali; modesta capacita' di usare un linguaggio tecnico e di applicare le conoscenze acquisite in modo indipendente. F)Insufficiente (meno di 18): Non adeguata conoscenza dei contenuti essenziali dell'insegnamento. Molto scarsa o nessuna capacita' di linguaggio e di applicare le conoscenze acquisite in modo indipendente.
OBIETTIVI FORMATIVI	

	Il corso mira a fornire le nozioni fondamentali delle tecnologie adatte alle applicazioni industriali piu' diffuse che sfruttano energie non convenzionali e le rinnovabili, con minimo impatto ambientale, il recupero e il riuso di materiale. Inoltre lo studente sara' in grado di effettuare delle valutazioni di massima sugli impianti e le applicazioni trattate.
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	L'insegnamento e' strutturato in lezioni frontali a carattere teorico ed esercitazioni frontali applicative. Le esercitazioni sono esercizi numerici svolti in aula dal Docente e/o dagli studenti sotto la guida del Docente sui concetti teorici introdotti a lezione e connesse a tipiche applicazioni delle fonti rinnovabili in ambito industriale.
TESTI CONSIGLIATI	Dispense del Docente, articoli e manuali distribuiti durante il corso. Testi di utile consultazione/Useful books 1. Kreith F, "Principles of sustainable energy systems" 3rd Ed., CRC Press, 2018 2. Basu P, "Biomass Gasification, Pyrolysis and Torrefaction - Practical Design and Theory", 3rd Ed., Academic Press, 2018 3. Cabeza F, "Advances in Thermal Energy Storage Systems - Methods and Applications", Woodhead Publishing, 2014 4. Kalogirou, S. A. Solar energy engineering: processes and systems. Academic Press. 5. Knopf FC, "Modeling, Analysis and Optimization of Process and Energy Systems", Wiley & Sons, 2012 6. Schlögl R /Ed.), "Chemical Energy Storage", De Gruyter, 2013 7. Zhu F, "Energy and Process Optimization for the Process Industries", Wiley & Sons, 2014

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
1	Prolusione al corso: le fonti rinnovabili e le potenziali applicazioni in campo industriale.
7	Richiami di concetti di termodinamica applicata, trasmissione del calore e moto dei fluidi.
1	Cenni all'analisi economica degli investimenti.
8	Analisi dei principali dispositivi adoperati per lo sfruttamento di energia da fonti rinnovabile: scambiatori di calore, reti di distribuzione fluidi, macchine motrici ed operatrici, pompe di calore a media ed alta temperatura e sistemi di refrigerazione/condizionamento.
8	Energia solare: concetti basilari ed analisi dei principali dispositivi di conversione. Analisi delle applicazioni termiche a media e alta temperatura (generazione di energia elettrica, dissalazione delle acque, processi di essiccamento e condizionamento ambientale).
8	Applicazioni industriali di energia termica da biomassa e geotermia. Analisi degli aspetti techno-economici dei processi di conversione. Applicazioni cogenerative e con impianti ORC.
7	Sistemi di accumulo energia termica mediante calore sensibile, latente, tramite composti chimici, PCM, accumuli con gradiente di salinità. Sistemi di accumulo meccanici: analisi dei sistemi CAES (Compressed Air Energy Storage) e sistemi idroelettrici di pompaggio. Cenni ai sistemi elettrici ed elettrochimici.
ORE	Esercitazioni
14	Esercitazioni numeriche su modellazione, dimensionamento ed analisi delle condizioni operative dei sistemi energetici trattati.