UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DIPARTIMENTO	Ingegneria
ANNO ACCADEMICO OFFERTA	2019/2020
ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE	2019/2020
CORSO DILAUREA MAGISTRALE	INGEGNERIA ENERGETICA E NUCLEARE
INSEGNAMENTO	SOLAR ENERGY SYSTEMS
TIPO DI ATTIVITA'	B
AMBITO	50367-Ingegneria energetica e nucleare
CODICE INSEGNAMENTO	18022
SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI	ING-IND/11
DOCENTE RESPONSABILE	LO BRANO VALERIO Professore Ordinario Univ. di PALERMO
ALTRI DOCENTI	
CFU	9
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	144
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA	81
PROPEDEUTICITA'	
MUTUAZIONI	
ANNO DI CORSO	1
PERIODO DELLE LEZIONI	2° semestre
MODALITA' DI FREQUENZA	Facoltativa
TIPO DI VALUTAZIONE	Voto in trentesimi
ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI	**LO BRANO VALERIO** Giovedì 12:00 13:30 edificio 9

DOCENTE: Prof. VALERIO LO BRANO

PREREQUISITI	nessuno
RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI	1. Conoscenza e capacita' di comprensione. Lo studente sara' in grado di conoscere e comprendere le modalita' di conversione energetica della radiazione solare attraverso le tecnologie presentate nel corso, sapra' stimare la disponibilita' energetica di un sito e scegliere la tecnologia piu' idonea al suo sfruttamento. Fra le possibili soluzioni tecniche potra' effettuare una analisi di fattibilita' economica. 2. Capacita' di applicare conoscenza e comprensione. Lo studente dovra' produrre delle relazioni tecniche relative ai diversi argomenti nelle quali e' richiesta sia l'applicazione delle conoscenze tecniche acquisite sia la capacita' di scegliere fra diverse soluzioni sulla base di una ottimizzazione economica. 3.Autonomia di giudizio. Il corso fornisce allo studente le conoscenze tecniche di base ma anche gli elementi culturali per comprendere le implicazioni politiche sociali ed ambientali delle scelte nel settore energetico offrendo una panoramica globale utile per una rielaborazione autonoma da parte dello studente. Lo studente dovra' reperire autonomamente le informazioni relative ai diverse tipologie di impianti per dettagliare soluzioni e tecnologie proposte ed effettuare l'analisi economica in maniera coerente. Inoltre, spesso dovra' formulare ipotesi per procedere allo svolgimento delle stesse rivelando, quindi, il grado di maturita' conseguito nell'analizzare le problematiche proposte. 4.Abilita' comunicative. Questa abilita' e' stimolata nella fase di stesura delle relazioni tecniche di progettazione e di stesura del piano di fattibilita' tecnico economica degli impianti ad energie rinnovabili. 5.Capacita' di apprendimento. Le conoscenze tecniche e culturali fornite dal corso consentono allo studente che volesse proseguire gli studi o cominciare il suo cammino in azienda di farlo agevolmente.
VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO	Combinazione di prove scritte ed orali Prova Orale Lo studente esaminando dovra' rispondere a minimo tre domande poste oralmente, su tutte le parti oggetto del programma, con riferimento ai testi consigliati. La verifica finale mira a valutare se lo studente abbia conoscenza e comprensione degli argomenti, abbia acquisito competenza interpretativa e autonomia di giudizio di casi concreti. 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 dei sistemi solari in ordine alla risoluzione di casi concreti; dovra' ugualmente possedere capacita' espositive e argomentative tali da consentire la trasmissione delle sue conoscenze all'esaminatore. Al di sotto di tale soglia, l'esame risultera' insufficiente. La valutazione avviene in trentesimi. Prova scritta Le prove scritte tendono a verificare le abilita' e le conoscenze relative all'ambito disciplinare del corso di solar energy systems, sono costituite da una serie di quesiti corredati da due o piu' risposte chiuse. Le abilita' e le conoscenze dell'esaminando non vengono testate attraverso un'autonoma elaborazione delle risposte, bensi' attraverso la scelta delle risposte tra quelle offerte ad ogni quesito. Il punteggio assegnato a ciascuna risposta esatta, mancante o errata e' illustrato precedentemente. Valutazione Voto Esiti Eccellente 30 - 30 e lode: Ottima conoscenza degli argomenti, ottima proprieta' di linguaggio, buona capacita' analitica, lo studente e' in grado di applicare le conoscenze per risolvere i problemi proposti. Molto buono 26 - 29: Buona padronanza degli argomenti, piena proprieta' di linguaggio, lo studente e' in grado di applicare le conoscenze per risolvere i problemi proposti. Buono 24 - 25: Conoscenza di base dei principali argomenti, discreta proprieta' di linguaggio, con limitata capacita' di applicare autonomamente le conoscenze alla soluzione dei problemi proposti. Soddisfacente 21 – 23: Non ha piena padronanza degli argomenti principali dell'insegnamento ma ne possiede le conoscenze, soddisfacente proprieta' linguaggio, scarsa capacita' di applicare autonomamente le conoscenze acquisite. Sufficiente 18 – 20: Minima conoscenza di base degli argomenti principali dell'insegnamento e del linguaggio tecnico, scarsissima o nulla capacita' di applicare autonomamente le conoscenze acquisite.

	Insufficiente: Non possiede una conoscenza accettabile dei contenuti degli argomenti trattati nell'insegnamento.
OBIETTIVI FORMATIVI	Il corso di propone di fornire le nozioni di base ed una metodologia per l'analisi delle principali tecnologie di impiego dei sistemi solari termici e fotovoltaici. Inoltre verranno esaminate le basi teoriche relative alla concentrazione solare e verranno descritti gli impianti energetici che la utilizzano. Al termine del corso lo studente sara' in grado di descrivere le diverse tecnologie, dimensionare un impianto ed effettuare una analisi di pre-fattibilita' economica della soluzione proposta.
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	Lezioni ed esercitazioni numeriche
TESTI CONSIGLIATI	Kalogirou, S. A. . Solar energy engineering: processes and systems. Academic Press. Sørensen, B. . Renewable Energy: Its physics, engineering, environmental impacts, economics & planning. Academic Press, Incorporated. Duffie, J. A., & Beckman, W. A. . Solar engineering of thermal processes (Vol. 3). New York etc.: Wiley.

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
4	Concetti Introduttivi. Fonti energetiche e produzione di energia. Correlazione tra Energia, Ambiente e Sviluppo. Classificazione delle tecnologie delle fonti rinnovabili. La legislazione in campo energetico ed ambientale, Mercato elettrico.. Sostenibilita' delle fonti energetiche.
4	Scambio termico per convezione conduzione ed irraggiamento. Lo spettro elettromagnetico; corpo nero e corpi grigi. Coefficienti di scambio termico. Caratteristiche radiative dei materiali opachi.
5	Energia Solare. Misure, dati sperimentali e valutazioni; sistemi di misurazione della radiazione solare diretta e diffusa. Modelli di simulazione della radiazione solare.
5	Il bilancio energetico della Terra. Valutazione della radiazione globale al suolo. Effetto serra.
12	Collettori solari termici: descrizione generale, bilancio energetico, distribuzioni di temperatura, prestazioni. Accumulo termico. Modelli di simulazione del collettore solare termico.
12	Sistemi fotovoltaici: descrizione generale, bilancio energetico, effetto della temperatura, prestazioni. Effetto fotovoltaico - Celle fotovoltaiche - Materiali - Caratteristiche. Energia giornaliera/annuale incidente - Posizionamento dei moduli fotovoltaici - Energia captata. Tipologia di utilizzazione: (sistemi isolati - sistemi connessi a rete). Progetto e dimensionamento di massima di un impianto fotovoltaico. Modelli di simulazione.
21	Collettori solari a concentrazione: tecniche per la concentrazione solare; analisi ottica e termica di un collettore solare a concentrazione; Analisi termodinamica di secondo principio; impianti a concentrazione solare

ORE	Esercitazioni
1	Concetti Introduttivi. Fonti energetiche e produzione di energia. Correlazione tra Energia, Ambiente e Sviluppo. Classificazione delle tecnologie delle fonti rinnovabili. La legislazione in campo energetico ed ambientale, Mercato elettrico. Sostenibilita' delle fonti energetiche.
2	Energia Solare. Misure, dati sperimentali e valutazioni; sistemi di misurazione della radiazione solare diretta e diffusa. Modelli di simulazione della radiazione solare.
1	Il bilancio energetico della Terra. Valutazione della radiazione globale al suolo. Effetto serra.
1	Trasmissione di calore per effetto radiativo convettivo e conduttivo. Lo spettro elettromagnetico; il corpo nero ed i corpi grigi. Coefficienti di scambio termico. Caratteristiche radiative dei materiali opachi.
5	Collettori solari termici: descrizione generale, bilancio energetico, distribuzioni di temperatura, prestazioni. Accumulo termico. Modelli di simulazione del collettore solare termico. Energia giornaliera/annuale incidente - Posizionamento dei collettori - Energia captata.
2	Sistemi fotovoltaici: descrizione generale, bilancio energetico, effetto della temperatura, prestazioni. Effetto fotovoltaico - Celle fotovoltaiche - Materiali - Caratteristiche. Tipologia di utilizzazione: (sistemi isolati - sistemi connessi a rete). Progetto e dimensionamento di massima di un impianto fotovoltaico. Modelli di simulazione,
6	Collettori solari a concentrazione: analisi ottica e termica di un collettore solare a concentrazione; Analisi termodinamica di secondo principio; impianti a concentrazione solare; limiti della concentrazione solare