



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

<b>DIPARTIMENTO</b>	Ingegneria
<b>ANNO ACCADEMICO OFFERTA</b>	2016/2017
<b>ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE</b>	2017/2018
<b>CORSO DILAUREA</b>	INGEGNERIA DELL'ENERGIA
<b>INSEGNAMENTO</b>	FONTI RINNOVABILI
<b>TIPO DI ATTIVITA'</b>	B
<b>AMBITO</b>	50299-Ingegneria energetica
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	16460
<b>SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI</b>	ING-IND/11
<b>DOCENTE RESPONSABILE</b>	BECCALI MARCO      Professore Ordinario      Univ. di PALERMO
<b>ALTRI DOCENTI</b>	
<b>CFU</b>	9
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	144
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA</b>	81
<b>PROPEDEUTICITA'</b>	
<b>MUTUAZIONI</b>	
<b>ANNO DI CORSO</b>	2
<b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>	2° semestre
<b>MODALITA' DI FREQUENZA</b>	Facoltativa
<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>	Voto in trentesimi
<b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>	<b>BECCALI MARCO</b> Giovedì    09:30    11:00    T 208, ed. 9

DOCENTE: Prof. MARCO BECCALI

<b>PREREQUISITI</b>	Conoscenza di base di fisica, termodinamica, trasmissione del calore, idraulica, chimica
<b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b>	<p>Conoscenza e capacita' di comprensione: Conoscenza dei fenomeni fisici e ambientali e delle tecnologie necessarie per la conversione delle fonti energetiche rinnovabili, anche in relazione della loro disponibilita' e agli usi finali. Capacita' di comprensione delle problematiche e delle soluzioni tecnico progettuali. Acquisizione delle conoscenze di base della fisica applicata e loro applicazione in processi di conversione dell'energia. Acquisizione di competenze tecnico-ingegneristiche in applicazione delle conoscenze di base. Capacita' di applicare conoscenza e comprensione: Acquisizione di strumenti metodologici e dati di riferimento per intervenire con specifica competenza nella progettazione laddove si devono trattare problemi di stima delle risorse energetiche disponibili, selezione delle tecnologie appropriate in relazione agli usi finali e al contesto tecnico economico di progetto. Apprendimento della legislazione in merito all'utilizzazione delle fonti energetiche rinnovabili. Saper impostare studi di fattibilita' e progetti preliminari di impianti. Autonomia di giudizio: Operare scelte e selezionare soluzioni progettuali nel campo delle tecnologie. Discriminare fra obblighi normativi e gradi di liberta' progettuali. Abilita' comunicative: Sapersi relazionare con le diverse competenze in gioco nel processo progettuale. Saper dimostrare la qualita' ambientale ed energetica del progetto.</p>
<b>VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO</b>	<p>La verifica dell'apprendimento e' funzionale alla verifica del raggiungimento, per ciascuno dei candidati, degli obiettivi formativi del corso. Sono previste due prove in itinere facoltative relative agli argomenti svolti nei due semestri. Le prove prevedono almeno dieci domande ciascuna con risposta chiusa o aperta. Ogni risposta dovra' essere adeguatamente argomentata. Si verifichera' la conoscenza di base (mediante domande teoriche), la padronanza di linguaggio e abilita' comunicativa (mediante l'articolazione delle risposte aperte), la capacita' di relazionare i concetti teorici ai problemi applicativi (mediante la risoluzione di problemi specifici). La prova finale, in forma orale, dovra' essere sostenuta dagli studenti che non hanno superato una o entrambe le prove scritte o che intendano migliorare la valutazione proposta per esse. Essa vertera' sugli argomenti relativi alla/e prove risultate insufficienti e/o insoddisfacenti. Valutazione Voto Eccellente 30 - 30 e lode: Ottima conoscenza degli argomenti, ottima proprieta' di linguaggio e comunicativa, 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 pienapadronanza 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</p>
<b>OBIETTIVI FORMATIVI</b>	<p>Il corso ha come obiettivo quello di fornire le conoscenze scientifiche di base e pratiche delle tecnologie energetiche per la conversione di fonti energetiche rinnovabili. In particolare in una prima fase si affrontano i temi generali della sostenibilita' dello sviluppo e delle implicazioni a scala macro sul piano ambientale ed economico. Successivamente, per ogni fonte rinnovabile oggetto di studio, si analizzeranno i fenomeni fisici che concorrono alla disponibilita' della risorsa, alla sua quantificazione spazio temporale anche secondo modelli statistici/matematici. Si analizzeranno poi in dettagli le tecnologie disponibili per lo sfruttamento delle risorse, approfondendo aspetti costruttivi, di funzionamento, manutenzione, costo, redditivita'. Al termine del corso lo studente sara' in grado di comprendere potenzialita' e</p>

	limiti delle diverse tecnologie, valutare la consistenza della risorsa disponibile in un sito e per una specifica applicazione, dimensionare un impianto a fonti rinnovabili ed effettuare una analisi di pre-fattibilita' economica della soluzione proposta.
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	Lezioni frontali, Esercitazioni in aula
<b>TESTI CONSIGLIATI</b>	Bent Sorensen, Renewable Energy, Academic Press, 4th Edition Materiale didattico fornito dal docente (Slides, reports and other written texts delivered by the teacher)

### PROGRAMMA

ORE	Lezioni
8	Concetti Introduttivi. Fonti energetiche e produzione di energia. Il bilancio energetico della Terra. Il ciclo del carbonio. Effetto serra. Correlazione tra Energia, Ambiente e Sviluppo. Classificazione delle tecnologie delle fonti rinnovabili. La legislazione in campo energetico ed ambientale. Regolamentazione dei mercati dell'energia in Italia. Elementi di analisi economica applicata agli impianti da fonti rinnovabili. Sostenibilita' delle fonti energetiche.
10	Energia Eolica. Caratteristiche del vento, distribuzione di frequenza (legge di Weibull), profilo verticale della velocita. Massima potenza di una turbina eolica, limite di Betz. Convertitori eolici a resistenza e a portanza. Coefficiente di potenza di una turbina eolica. Aspetti costruttivi e di controllo della turbina. Applicazioni per utenze isolate, parchi eolici e siti off-shore. Produzione annua di energia elettrica. Costo di installazione e redditivita' . Impatto ambientale delle turbine eoliche.
10	Elementi di base di energia Solare. Valutazione della radiazione globale al suolo. Cenni sulle tecnologie solari termiche per riscaldamento, raffrescamento e produzione di energia elettrica. Bilancio termico di un collettore e suo rendimento (legge di Bliss). Cenni sulle tecnologie di conversione fotovoltaica. Stime preliminari di produttivita
6	Energia Idroelettrica. Caratterizzazione delle risorse idriche e valutazione del loro potenziale. Cenni di idraulica. Generalita' e classificazione degli impianti idraulici. Impianti ad acqua fluente e a bacino. Impianti di accumulo e di pompaggio. Prestazioni e caratteristiche costruttive. Opere idrauliche e apparecchiature elettromeccaniche. Costo di installazione e redditivita. Impatto ambientale delle centrali idroelettriche
10	Energia Geotermica. Struttura della terra. Classificazione e stima delle risorse. La produzione di energia elettrica; uso diretto del calore, pompe di calore. Impianti a vapore dominante con e senza condensatore. Impianti ad acqua dominante con stadio di flash singolo e doppio.
15	Energia dalle Biomasse. Classificazione, disponibilita' e utilizzi attuali delle biomasse. Produzione di combustibili derivati (pellet, biodiesel, biogas, etc.) e relative tecnologie (digestione anaerobica, gassificazione, pirolisi, trattamenti chimici). Le tecnologie di conversione energetica delle biomasse. Produzione di energia elettrica ed energia termica mediante combustione diretta. Impianti a vapore, caldaie a biomasse e tecnologie innovative. Aspetti ambientali, economici e sociali dall'impiego delle biomasse.
8	Fonti di energia rinnovabile innovative ed in fase di sviluppo.
ORE	Esercitazioni
4	Energia Eolica
4	Energia Solare
3	Energia Idroelettrica
3	Energia da Biomassa