



UNIVERSITÀ DI PAVIA

Anno Accademico 2018/2019

FONTI RINNOVABILI

Anno immatricolazione	2018/2019
Anno offerta	2018/2019
Normativa	DM270
Dipartimento	DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE E DELL'INFORMAZIONE
Corso di studio	INGEGNERIA ELETTRICA
Curriculum	Energetica
Anno di corso	1°
Periodo didattico	Annualità Singola (01/10/2018 - 14/06/2019)
Crediti	9
Lingua insegnamento	Italiano

L'insegnamento è suddiviso

504115 - IMPIANTI DI ENERGIA SOLARE E DI ENERGIA DA BIOMASSE

503297 - IMPIANTI EOLICI



IMPIANTI DI ENERGIA SOLARE E DI ENERGIA DA BIOMASSE

Anno immatricolazione	2018/2019
Anno offerta	2018/2019
Normativa	DM270
SSD	ING-IND/32 (CONVERTITORI, MACCHINE E AZIONAMENTI ELETTRICI)
Dipartimento	DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE E DELL'INFORMAZIONE
Corso di studio	INGEGNERIA ELETTRICA
Curriculum	Energetica
Anno di corso	1°
Periodo didattico	Primo Semestre (01/10/2018 - 18/01/2019)
Crediti	6
Ore	45 ore di attività frontale
Lingua insegnamento	
Tipo esame	SCRITTO E ORALE CONGIUNTI
Docente	PEDRAZZINI SERGIO GABRIELE (titolare) - 6 CFU
Prerequisiti	=
Obiettivi formativi	<p>Il corso vuole fornire una visione la più completa possibile sulla produzione di energia da fonti rinnovabili. Si articola in quattro moduli da 3 CFU ciascuno dedicati rispettivamente a: impianti a biomasse, impianti eolici, impianti idroelettrici e impianti fotovoltaici. Ognuno dei moduli introdurrà i principi di funzionamento dei vari tipi di impianto e fornirà gli strumenti, sia teorici che tecnico pratici, necessari al dimensionamento delle parti che compongono l'impianto. Ove rilevante, saranno anche trattati gli aspetti normativi e sarà valutata la convenienza economica della costruzione ed esercizio dell'impianto.</p>
Programma e contenuti	Modulo di impianti a biomasse

Biomasse: definizione e classificazione. Norme italiane in materia di riduzione delle emissioni di gas serra. Disponibilità biomasse a livello mondiale, europeo ed italiano. Disponibilità regionale delle biomasse. Filiera della biomassa legnosa, erbacea e da semi e frutti. Filiere possibili in Italia. Proprietà delle biomasse. Tipologie. Lignocellulosiche. Amidacee. Saccarifere. Oleaginose. Rifiuti solidi urbani (RSU). Reflui zootecnici. Biocombustibili liquidi. Biocombustibili gassosi. Processi di conversione delle biomasse. Tipologie e analisi globali dei sistemi di conversione. Reattori parametri e analisi di processo. Tipologie di reattori. Parametri di processo. Analisi di processo. Conversione biochimica. Digestione anaerobica. Fermentazione. Estrazione di oli, raffinazione ed esterificazione. Sistemi di immissione. Sistemi di miscelazione. Sostanze nocive. Condizionamento a freddo. Condizionamento a caldo. Sistemi di monitoraggio. Generazione di calore. Termocamini. Caldaie. Centrali termiche. Generazione di elettricità. Turbomacchine motrici. Celle a combustibile. Descrizione e analisi dei sistemi di generazione da biomasse. Impianti di digestione anaerobica. Impianti di gassificazione. La cogenerazione. Analisi dei costi e dei ricavi. Esercizio in parallelo alla rete elettrica di sistemi a biomasse. Sistemi incentivanti e ritiro commerciale dell'energia elettrica iniettata in rete. Descrizione e simbolismo di uno schema P&ID (Process and Instrument Diagram). Progetti di impianto a biomasse.

Modulo di impianti eolici

- Introduzione al corso: i sistemi eolici; la turbina eolica; i principali componenti di un aerogeneratore; HAWT e VAHW; definizione e significato del coefficiente di potenza.
- Principi di aerodinamica: definizione di forze e momenti aerodinamici; teorema di Buckingham; coefficienti di forza aerodinamici; numero di Reynolds e di Mach; profili aerodinamici; portanza, resistenza, momento aerodinamico; aerodinamica 3D.
- Aerodinamica del rotore: triangoli di velocità; teoria del disco attuatore, limite di Betz; teoria impulsiva assiale; teoria impulsiva vorticoso; teoria degli elementi di pala; correzioni instazionarie; aerodinamica di aerogeneratori ad asse verticale.
- Vento: definizione; misure; medie; turbolenza; probabilità e modelli matematici.
- Controllo di aerogeneratori: motivazione e classificazione dei sistemi di controllo; controlli attivi e passivi; controllo in imbardata. Elementi di calcolo strutturale: carichi agenti su un aerogeneratore; frequenze proprie e modi di vibrare (cenni); diagramma di Campbell; progetto di una pala eolica.

Modulo di impianti idroelettrici

- Produzione di energia idroelettrica in Italia.
- Grandi impianti idroelettrici nel mondo.
- Determinazione della capacità di un serbatoio e gestione delle portate regolate per capacità assegnata.
- Sfruttamento di un bacino idrografico a fini idroelettrici, curva idrodinamica.

- Cenni alle turbine idrauliche.
- Cenni alle dighe e relative opere complementari.
- Cenni all'impatto ambientale degli impianti idroelettrici e alle misure di contenimento dell'impatto.
- Calcolo di massima della produzione di impianti di differente tipologia/taglia.

Modulo di impianti di energia solare

- Cos'è l'energia solare e come sfruttarla: sorgente e potenza disponibile, air mass, strumenti per la misura dell'irraggiamento, effetto fotoelettrico, struttura fisica della cella, tipi di celle fotovoltaiche.
 - Celle e moduli fotovoltaici
 - Produzione di energia elettrica
 - Progettazione dell'impianto fotovoltaico.
 - Valutazioni economiche: remunerabilità di un impianto solare. Impianti a concentrazione.
- Nuove tecnologie per lo sfruttamento dell'energia solare.
Tecnologie ibride per lo sfruttamento dell'energia solare.

Metodi didattici

Esercitazioni (ore/anno in aula): 0
Attività pratiche (ore/anno in aula): 0

Testi di riferimento

Per alcuni moduli verranno forniti lucidi e/o dispense relativi agli argomenti trattati durante il corso.

Modulo Impianti di Energia da Biomasse:
testi consigliati

"Wastewater engineering - Treatment and Reuse" Metcalf & Eddy - Mc Graw Hill

"Depurazione Biologica" - Vismara - Hoepli

"Biofuels Engineering Process Technology" - Caye M. Drapcho, Nghiem Phu Nhuan, Terry H. Walker - Mc Graw Hill

Modulo Impianti di Energia Solare:

"Guida Blu n. 15" - Vito Carrescia - Edizioni TNE

Modalità verifica apprendimento

Per ognuno dei moduli è previsto un orale durante il quale sarà presentato e discusso un progetto sviluppato dal candidato.

Altre informazioni

Per ognuno dei moduli è previsto un orale durante il quale sarà presentato e discusso un progetto sviluppato dal candidato.

Obiettivi Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile

[\\$Ibl legenda sviluppo sostenibile](#)



UNIVERSITÀ DI PAVIA

Anno Accademico 2018/2019

IMPIANTI EOLICI

Anno immatricolazione	2018/2019
Anno offerta	2018/2019
Normativa	DM270
SSD	ING-IND/03 (MECCANICA DEL VOLO)
Dipartimento	DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE E DELL'INFORMAZIONE
Corso di studio	INGEGNERIA ELETTRICA
Curriculum	Energetica
Anno di corso	1°
Periodo didattico	Secondo Semestre (06/03/2019 - 14/06/2019)
Crediti	3
Ore	23 ore di attività frontale
Lingua insegnamento	
Tipo esame	SCRITTO E ORALE CONGIUNTI
Docente	CROCE ALESSANDRO - 3 CFU
Prerequisiti	=
Obiettivi formativi	<p>Il corso vuole fornire una visione generale sugli impianti eolici. Si introdurranno i principi di funzionamento e si forniranno gli strumenti, per lo più teorici, necessari al dimensionamento delle parti che compongono l'impianto. Saranno anche trattati gli aspetti normativi e la convenienza economica della costruzione ed esercizio dell'impianto.</p>
Programma e contenuti	<ul style="list-style-type: none">• Introduzione al corso: i sistemi eolici; la turbina eolica; i principali componenti di un aerogeneratore; HAWT e VAHW; definizione e significato del coefficiente di potenza.• Principi di aerodinamica: definizione di forze e momenti aerodinamici; teorema di Buckingham; coefficienti di forza aerodinamici; numero di Reynolds e di Mach; profili aerodinamici; portanza, resistenza, momento aerodinamico; aerodinamica 3D.

	<ul style="list-style-type: none"> • Aerodinamica del rotore: triangoli di velocità; teoria del disco attuatore, limite di Betz; teoria impulsiva assiale; teoria impulsiva vorticoso; teoria degli elementi di pala; correzioni instazionarie; aerodinamica di aerogeneratori ad asse verticale. • Vento: definizione; misure; medie; turbolenza; probabilità e modelli matematici. • Controllo di aerogeneratori: motivazione e classificazione dei sistemi di controllo; controlli attivi e passivi; controllo in imbardata. Elementi di calcolo strutturale: carichi agenti su un aerogeneratore; frequenze proprie e modi di vibrare (cenni); diagramma di Campbell; progetto di una pala eolica.
Metodi didattici	<p>Lezioni (ore/anno in aula): 23 Esercitazioni (ore/anno in aula): 0 Attività pratiche (ore/anno in aula): 0</p>
Testi di riferimento	<p>Bibliografia di base:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rodolfo Pallabazzer , “Sistemi Eolici”, Ed. Rubettino, 2004 ISBN 978-8849810677 <p>oppure</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rodolfo Pallabazzer , “Sistemi di Conversione Eolica”, Ed. Hoepli, 2011 ISBN 978-8820347864 <p>Bibliografia di consultazione (su specifici argomenti):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Martin O. L. Hansen, “Aerodynamics of Wind Turbines” , Earthscan Publications Ltd., January 2001, ISBN 978-1902916064. • J. F. Manwell, J. G. McGowan, A. L. Rogers, “Wind Energy Explained: Theory, Design and Application”, John Wiley & Sons, Ltd, April 2002, ISBN 978-0471499725. • D.M. Eggleston, F.S. Stoddard, “Wind turbine engineering design”, Van Nostrand Reinhold, 1987, ISBN: 978-0442221959 <p>Per alcune lezioni verranno forniti lucidi e/o dispense relativi agli argomenti trattati durante il corso.</p>
Modalità verifica apprendimento	<p>E' previsto un esame scritto con domande teoriche su tutto il corso. A discrezione del docente potrà rendersi necessario anche un colloquio orale.</p>
Altre informazioni	<p>E' previsto un esame scritto con domande teoriche su tutto il corso. A discrezione del docente potrà rendersi necessario anche un colloquio orale.</p>
Obiettivi Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile	<p>\$Ibl legenda sviluppo sostenibile</p>