

Informazioni generali

- Anno di corso: 2°
- Semestre: 2
- CFU: 6

Docente responsabile

[Cristina CORNARO](#)

Obiettivi formativi

Il corso intende fornire le nozioni essenziali per valutare le prospettive di sviluppo sostenibile del settore fotovoltaico nel contesto dell'economia circolare, della tecnologia e dell'impianto normativo nazionale e internazionale.

Programma del corso

Il programma è suddiviso in due parti, una di carattere generale e una più specifica orientata alla applicazione dei concetti di sostenibilità ed economia circolare al settore del fotovoltaico.

Parte prima (generale) – Economia circolare e fotovoltaico

1. Gli organismi internazionali e i vincoli climatici
2. Climate Change. Decarbonizzazione. Accordo di Parigi
3. Imprese e sostenibilità. Esternalità. Applicazione alle RES
4. Quadro normativo e regolatorio
5. Tecnologie emergenti. Settori applicativi
6. Impatto del fotovoltaico sul mercato elettrico

Parte seconda (specialistica) - Sostenibilità del fotovoltaico

1. Principi di conversione fotovoltaica
2. Materiali, tecnologie, prestazioni dei componenti fotovoltaici
3. Problematiche di sistema del fotovoltaico (gestione, controllo, due diligence)
4. Fotovoltaico e smart grid
5. LCA del fotovoltaico
6. Il futuro del fotovoltaico: materie prime, mercato, industrie.

Eventuali propedeuticità

Conoscenze di base di Fisica e di Economia applicata. Il corso presuppone inoltre la padronanza dei contenuti del corso di Gestione ed economia dell'Energia e Fonti rinnovabili, al fine di un corretto inquadramento strategico e interdisciplinare delle tematiche settoriali trattate.

Testi di riferimento

Principalmente appunti e slides del docente, considerando l'attualità delle tematiche trattate. E' al vaglio la possibilità di utilizzare un testo per alcuni argomenti del corso. Per ulteriori approfondimenti

- Alberola-Borràs, J.-A.; Baker, J. A.; De Rossi, F.; Vidal, R.; Beynon, D.; Hooper, K. E. A.; Watson, T. M.; Mora-Seró, I. Perovskite Photovoltaic Modules: Life Cycle Assessment of Pre-industrial Production Process. *iScience* 2018, 9, 542– 551.
- Brenner, W.; Adamovic, N. A circular economy for Photovoltaic waste - The vision of the European project CABRISS. 2017 40th Int. Conv. Inf. Commun. Technol. Electron. Microelectron. MIPRO 2017 - Proc. 2017, 146– 151.
- D'Adamo, I.; Miliacca, M.; Rosa, P. Economic Feasibility for Recycling of Waste Crystalline Silicon Photovoltaic Modules. *Int. J. Photoenergy* 2017, 2017, 1– 7.
- Desideri, U.; Proietti, S.; Zepparelli, F.; Sdringola, P.; Bini, S. Life Cycle Assessment of a ground-mounted 1778kWp photovoltaic plant and comparison with traditional energy production systems. *Appl. Energy* 2012, 97, 930– 943.
- ECONOMIA CIRCOLARE ED USO EFFICIENTE DELLE RISORSE INDICATORI PER LA MISURAZIONE DELL'ECONOMIA CIRCOLARE Documento redatto dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare in collaborazione con il Ministero dello Sviluppo Economico Documento bozza per consultazione. 2018.
- Elia, V.; Gnoni, M. G.; Tornese, F. Measuring circular economy strategies through index methods: A critical analysis. *J. Clean. Prod.* 2017, 142, 2741– 2751.
- European Project, S. P. CIRCUSOL : Solar power business models towards a circular economy in Europe. 2020, 1– 2.
- Fan, J.; Glick, S.; Paustian, K. Thesis Life Cycle Assessment and Life Cycle Cost of Photovoltaic Panels on Lake Street Parking Garage. *Imaging* 2014, 70– 72.
- Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems, ISE. Photovoltaics Report, updated: 27 August 2018. 2018.
- Frischknecht, R.; Itten, R.; Wyss, F.; Blanc, I.; Heath, G.; Raugei, M.; Sinha, P.; Wade, A. Life Cycle Assessment of Future Photovoltaic Electricity Production from Residential - scale Systems Operated in Europe Life Cycle Assessment of Future Photovoltaic; 2015.
- Gerbinet, S.; Belboom, S.; Léonard, A. Life Cycle Analysis (LCA) of photovoltaic panels: A review. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2014, 38, 747– 753.
- Heath, G.; Sandor, D. Life Cycle Greenhouse Gas Emissions from Solar Photovoltaics (Fact Sheet), NREL (National Renewable Energy Laboratory). 2012.
- Ito, M. Life Cycle Assessment of PV systems. *Cryst. Silicon - Prop. Uses* 2012.

- Kalmykova, Y.; Sadagopan, M.; Rosado, L. Circular economy - From review of theories and practices to development of implementation tools. *Resour. Conserv. Recycl.* 2018, 135, 190–201.
- Kim, H.; Park, H. PV waste management at the crossroads of circular economy and energy transition: The case of South Korea. *Sustain.* 2018, 10.
- Kommalapati, R.; Kadiyala, A.; Shahriar, M. T.; Huque, Z. Review of the life cycle greenhouse gas emissions from different photovoltaic and concentrating solar power electricity generation systems. *Energies* 2017, 10, 1– 18.
- Lunardi, M.; Alvarez-Gaitan, J.; Bilbao, J.; Corkish, R. Comparative Life Cycle Assessment of End-of-Life Silicon Solar Photovoltaic Modules. *Appl. Sci.* 2018, 8, 1396.
- Raugei, M.; Bargigli, S.; Ulgiati, S. Life cycle assessment and energy pay-back time of advanced photovoltaic modules: CdTe and CIS compared to poly-Si. *Energy* 2007, 32, 1310–1318.
- Sica, D.; Malandrino, O.; Supino, S.; Testa, M.; Lucchetti, M. C. Management of end-of-life photovoltaic panels as a step towards a circular economy. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2018, 82, 2934– 2945.
- Vellini, M.; Gambini, M.; Prattella, V. Environmental impacts of PV technology throughout the life cycle: Importance of the end-of-life management for Si-panels and CdTe-panels. *Energy* 2017, 138, 1099– 1111.
- Wild-Scholten, M. J. de; Velthkamp, A. C. Environmental life cycle analysis of large area dye sensitized solar modules; status and outlook. *Present. 22nd Eur. Photovolt. Sol. Energy Conf. Exhib.* 2007, 3, 1– 7.

Modalità d'esame

La prova scritta permetterà di valutare le competenze acquisite dallo studente sui vari aspetti trattati durante il corso mentre il lavoro progettuale, probabilmente assegnato per gruppi su un aspetto applicativo permetterà di valutare la capacità di applicare i concetti acquisiti e di valutare le abilità di comunicazione.

Percorsi personalizzati

- Fonti rinnovabili e sostenibilità ambientale
- *Green chemistry*, economia circolare

Scheda insegnamento



[Scheda insegnamento Life Cycle Assessment del Fotovoltaico \(128 kB\)](#)