



**Università
degli Studi
di Palermo**

Dipartimento di Ingegneria
Direttore: prof. Livan Fratini



Regolamento didattico del Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Energetica e Nucleare

- Anno accademico/coorte di riferimento: **2025/2026**
- Giusto Decreto del Coordinatore del Consiglio di Corso di studio in Ingegneria Energetica e Nucleare del **30/05/2025**
- Approvato in Consiglio di Dipartimento in data **13/06/2025**
- Classe di appartenenza: **LM-30 INGEGNERIA ENERGETICA E NUCLEARE**
- Modalità di erogazione della didattica: **convenzionale**
- Lingua di erogazione della didattica: **italiana e inglese**
- Sede didattica: **PA**

Allegato 1 - Offerta Formativa e specifici obiettivi formativi

1.A Offerta Formativa coorte 2025/2025

Curriculum **Industrial Energy Systems**

| Insegnamento | Docente | Qual. | CFU | Anno / Sem. | Val. | SSD | TAF |
|---|---|-------|-----|-------------|------|------------|-----|
| 18021 - Analisi di Sistemi Energetici e Termoeconomia | Antonio Piacentino | PO | 6 | 1 / 1 | V | ING-IND/10 | B |
| 19660 - Computational Thermofluidynamics | Pierluigi Chiovaro | PA | 6 | 1 / 2 | V | ING-IND/19 | B |
| 23148 - Termotecnica e Regolazioni Termofluidodinamiche | Pietro Catrini | RD | 9 | 1 / 1 | V | ING-IND/10 | B |
| 23198 - Impianti Tecnici e Tecnica del Freddo C.I. | Domenico Panno (mod. <i>Impianti Tecnici</i>) | PA | 9 | 1 / 1 | V | ING-IND/10 | B |
| | Domenico Panno (mod. <i>Tecnica del Freddo</i>) | PA | 6 | 1 / 2 | | ING-IND/10 | |
| 19658 - Idrogeno e Sistemi di Accumulo Elettrochimici | Rosalinda Inguanta | PA | 6 | 1 / 2 | V | ING-IND/23 | C |
| 23147 - Fission Nuclear Power Plants | Gaetano Bongiovì | RD | 6 | 1 / 1 | V | ING-IND/19 | B |
| 23225 - Combustione e Impatto Ambientale C.I. | Giuseppe Caputo (mod. <i>Combustione</i>) | PA | 6 | 1 / 2 | V | ING-IND/25 | B |
| | Elio Angelo Tomarchio (mod. <i>Impatto Ambientale dei Sistemi Energetici</i>) | PA | 6 | 1 / 2 | | ING-IND/20 | C |
| 23203 - Progettazione di Impianti Energetici | Massimo Morale | PA | 6 | 2 / 1 | V | ING-IND/10 | B |
| 23146 - Data-Driven Energy Lab | Valerio Lo Brano | PO | 6 | 2 / 2 | V | ING-IND/11 | B |
| 05917 - Prova Finale | | | 15 | 2 / 2 | G | | E |
| Gruppo di attiv. form. opzionali | | | | | | | B |
| Stage, Tirocini, Altro | | | | | | | F |
| Attiv. form. a scelta | | | | | | | D |

Legenda: Qual. = Qualifica (PO Professore Ordinario, PA Professore Associato, RD Ricercatore), Val. = Valutazione (V=voto, G=giudizio), TAF= Tipologia Attività Formativa (A=base, B=caratterizzante, C=Affine, S=stages, D=a scelta, E = Tesi, F=altre)

Curriculum Green Energies

| Insegnamento | Docente | Qual. | CFU | Anno / Sem. | Val. | SSD | TAF. |
|--|--|-------|-----|-------------|------|------------|------|
| 18021 - Analisi di Sistemi Energetici e Termoeconomia | Antonio Piacentino | PO | 6 | 1 / 1 | V | ING-IND/10 | B |
| 23226 - Energia Eolica, Mareomotrice, Geotermica e Biomasse C.I. | Vincenzo Franzitta (mod. Energia Eolica e Mareomotrice) | PO | 6 | 1 / 1 | V | ING-IND/11 | B |
| | Domenico Curto (mod. Energia Geotermica e Biomasse) | RD | 6 | 1 / 2 | | ING-IND/10 | |
| 23198 - Impianti Tecnici e Tecnica del Freddo C.I. | Domenico Panno (mod. Impianti Tecnici) | PA | 9 | 1 / 1 | V | ING-IND/10 | B |
| | Domenico Panno (mod. Tecnica del Freddo) | PA | 6 | 1 / 2 | | ING-IND/10 | |
| 18025 - Sistemi a Propulsione Elettrica e Ibrida | Vincenzo Di Dio | PA | 6 | 1 / 1 | V | ING-IND/32 | B |
| 23148 - Termotecnica e Regolazioni Termofluidodinamiche | Pietro Catrini | RD | 6 | 1 / 1 | V | ING-IND/10 | B |
| 19658 - Idrogeno e Sistemi di Accumulo Electrochimici | Rosalinda Inguanta | PA | 6 | 1 / 2 | V | ING-IND/23 | C |
| 18022 - Solar Energy Systems | Valerio Lo Brano | PO | 9 | 1 / 2 | V | ING-IND/11 | B |
| 14197 - Sistemi Elettrici di Produzione e Trasmissione | Fabio Massaro | PA | 6 | 2 / 1 | V | ING-IND/33 | C |
| 23146 - Data-Driven Energy Lab | Valerio Lo Brano | PO | 6 | 2 / 2 | V | ING-IND/11 | B |
| 05917 - Prova Finale | | | 15 | 2 / 2 | G | | E |
| Gruppo di attiv. form. opzionali | | | | | | | B |
| Stage, Tirocini, Altro | | | | | | | F |
| Attiv. form. a scelta | | | | | | | D |

Legenda: Qual. = Qualifica (PO Professore Ordinario, PA Professore Associato, RD Ricercatore), Val. = Valutazione (V=voto, G=giudizio), TAF= Tipologia Attività Formativa (A=base, B=caratterizzante, C=Affine, S=stages, D=a scelta, E = Tesi, F=altre)

Curriculum Sustainable Energies

| Insegnamento | Docente | Qual. | CFU | Anno / Sem. | Val. | SSD | TAF. |
|---|--|-------|-----|-------------|------|------------|------|
| 18021 - Analisi di Sistemi Energetici e Termoeconomia | Antonio Piacentino | PO | 6 | 1 / 1 | V | ING-IND/10 | B |
| 19659 - Dispersione degli Inquinanti | Mariarosa Giardina | PA | 6 | 1 / 1 | V | ING-IND/19 | C |
| 23148 - Termotecnica e Regolazioni Termofluidodinamiche | Pietro Catrini | RD | 6 | 1 / 1 | V | ING-IND/10 | B |
| 23198 - Impianti Tecnici e Tecnica del Freddo C.I. | Domenico Panno (mod. <i>Impianti Tecnici</i>) | PA | 9 | 1 / 1 | V | ING-IND/10 | B |
| | Domenico Panno (mod. <i>Tecnica del Freddo</i>) | PA | 6 | 1 / 2 | | ING-IND/10 | |
| 23224 - Building Physics e Acustica ed Illuminotecnica C.I. | Maurizio Cellura (mod. <i>Building Physics</i>) | PO | 6 | 1 / 1 | V | ING-IND/11 | B |
| | Vincenzo Franzitta (mod. <i>Acustica ed Illuminotecnica</i>) | PO | 6 | 1 / 2 | | ING-IND/11 | |
| 18044 - LCA of Energy Systems | Sonia Longo | PA | 9 | 1 / 2 | V | ING-IND/11 | B |
| 19115 - Fondamenti di Economia Circolare | Sonia Longo | PA | 6 | 1 / 2 | V | ING-IND/11 | B |
| 23203 - Progettazione di Impianti Energetici | Massimo Morale | PA | 6 | 2 / 1 | V | ING-IND/10 | B |
| 23146 - Data-Driven Energy Lab | Valerio Lo Brano | PO | 6 | 2 / 2 | V | ING-IND/11 | B |
| 05917 - Prova Finale | | | 15 | 2 / 2 | G | | E |
| Gruppo di attiv. form. opzionali | | | | | | | B |
| Stage, Tirocini, Altro | | | | | | | F |
| Attiv. form. a scelta | | | | | | | D |

Legenda: Qual. = Qualifica (PO Professore Ordinario, PA Professore Associato, RD Ricercatore), Val. = Valutazione (V=voto, G=giudizio), TAF= Tipologia Attività Formativa (A=base, B=caratterizzante, C=Affine, S=stages, D=a scelta, E = Tesi, F=altre)

Gruppo di Attività Formative Opzionali

| Insegnamento | Docente | Qual. | CFU | Anno / Sem. | Val. | SSD | TAF. |
|--|-----------------------|-------|-----|-------------|------|------------|------|
| 18043 - Neutronica | Pierluigi Chiovaro | PA | 6 | 2 / 1 | V | ING-IND/19 | B |
| 23141 - Nuclear Fusion Reactors | Gaetano Bongiovì | RD | 6 | 2 / 2 | V | ING-IND/19 | B |
| 23142 - Misure Nucleari e Dosimetria | Elio Angelo Tomarchio | PA | 6 | 2 / 1 | V | ING-IND/20 | B |
| 23145 - Ecodesign di Sistemi e Processi | Maurizio Cellura | PO | 6 | 2 / 1 | V | ING-IND/10 | B |
| 23150 - Energy Systems Modelling Lab | Valerio Lo Brano | PO | 6 | 2 / 2 | V | ING-IND/11 | B |
| 23151 - Centrali e Reti Termofrigorifere | Antonio Piacentino | PO | 6 | 2 / 1 | V | ING-IND/10 | B |

Legenda: Qual. = Qualifica (PO Professore Ordinario, PA Professore Associato, RD Ricercatore), Val. = Valutazione (V=voto, G=giudizio), TAF= Tipologia Attività Formativa (A=base, B=caratterizzante, C=Affine, S=stages, D=a scelta, E = Tesi, F=altre)

1.B Obiettivi formativi degli insegnamenti

| Insegnamento | Obiettivi |
|---|--|
| 18021 - Analisi di Sistemi Energetici e Termoeconomia | <p>Il corso si propone di fornire una rigorosa conoscenza e comprensione dei principi dell'energetica avanzata, dell'integrazione di processo e della termoeconomia, così da consentire allo studente di condurre analisi ed ottimizzazioni di sistemi energetici semplici e complessi. Inoltre, il corso è volto a far acquisire agli studenti alcune capacità di base nell'uso di software specialistico per la simulazione e l'ottimizzazione di sistemi energetici; le esercitazioni numeriche sono pertanto concepite per assicurare che gli studenti siano in grado di applicare i principi acquisiti ad applicazioni e casi studio reali.</p> |
| 19660 - Computational Thermofluidynamics | <p>Il corso mira ad impartire adeguate conoscenze sulla risoluzione di problemi di termofluidodinamica mediante il metodo dei volumi finiti.</p> <p>Saranno inizialmente richiamati i principi fondamentali del moto dei fluidi, dello scambio di calore e dell'analisi numerica, già appresi dallo studente in precedenti corsi sia di 1° che di 2° livello.</p> <p>Successivamente si illustrerà il metodo dei volumi finiti, soffermandosi sulla topologia e la natura delle griglie di calcolo e sulla discretizzazione delle equazioni fondamentali di governo, che le trasforma in sistemi di equazioni algebriche.</p> <p>Nel caso delle equazioni del moto (continuità e Navier-Stokes), che danno luogo a equazioni algebriche non lineari, si illustreranno i principali metodi iterativi per la risoluzione delle non linearità e per l'accoppiamento fra pressione e velocità.</p> <p>Attraverso esercitazioni condotte con l'ausilio di codici di calcolo (che potranno essere codici "open source" o versioni gratuite "student" di codici commerciali) si applicheranno i concetti studiati alla effettiva risoluzione numerica di un certo numero di problemi termofluidodinamici in geometrie semplici.</p> |
| 23148 - Termotecnica e Regolazioni Termofluidodinamiche | <p>Obiettivo del corso è quello di approfondire lo studio della Termotecnica applicata ai processi energetici e delle metodologie di calcolo di progetto e per la caratterizzazione del funzionamento di apparecchi di scambio termico, di caldaie e alla loro regolazione. Scopo del corso, oltre allo studio della teoria, è l'acquisizione di una certa familiarità con le varie tecniche di calcolo. A ciò tendono le esercitazioni, alle quali si raccomanda di aggiungere lo svolgimento di esercizi anche con l'aiuto dei testi consigliati.</p> |
| 23198 - Impianti Tecnici e Tecnica del Freddo C.I. | <p>Modulo "Impianti Tecnici". Il corso si prefigge di fornire le conoscenze che sono alla base della moderna progettazione, energeticamente orientata ed economicamente sostenibile, degli impianti di riscaldamento, raffrescamento e ventilazione degli edifici.</p> <p>Modulo "Tecnica del Freddo". Obiettivo del corso è approfondire alcune tematiche inerenti le tecniche di produzione del freddo artificiale, con particolare riferimento ai criteri che stanno alla base della progettazione e dell'esercizio dei sistemi. Lo studente, al termine del corso, avrà acquisito conoscenze e metodologie adeguate per la progettazione degli impianti frigoriferi. Sarà in grado di valutare criticamente i risultati dei calcoli eseguiti, al fine di individuare la scelta ottimale dell'impianto frigorifero, in funzione della specifica applicazione. Lo studente sarà in grado di svolgere attività di consulenza al fine di indirizzare le scelte impiantistiche nel settore del freddo, in modo corretto da un punto di vista energetico ed ambientale.</p> |
| 19658 - Idrogeno e Sistemi di Accumulo Elettrochimici | <p>Il corso si propone di fornire una conoscenza di base sui principi di funzionamento, termodinamici e cinetici, delle celle a combustibile, batterie ed elettrolizzatori. Introdurre alle problematiche tecniche ed ingegneristiche che sottintendono al funzionamento dei diversi tipi di generatore. Informare sui miglioramenti richiesti per un'applicazione a scala più estesa.</p> |

| Insegnamento | Obiettivi |
|---|--|
| 23147 - Fission Nuclear Power Plants | <p>Il corso è volto ad approfondire le tematiche connesse al funzionamento ed alla progettazione dei principali componenti di impianti nucleari di potenza a fissione, mirando alla maturazione di una loro visione completa e sistemica, dal punto di vista funzionale, strutturale e progettuale.</p> <p>Con riferimento alle principali filiere di impianti nucleari a fissione, l'attenzione è focalizzata sulle loro modalità di funzionamento nonché sulla individuazione dei loro componenti chiave e delle relative funzioni. Successivamente si descrivono le caratteristiche costruttive e funzionali di tali componenti e se ne illustrano i fondamenti di progettazione e verifica delle prestazioni. In particolare, l'attenzione si concentra sulla descrizione delle metodologie di progettazione termo-idraulica e termo-meccanica di tali componenti, approfondendo l'aspetto concernente le normative di sicurezza di pertinenza (ASME, SDC-IC, RCCMRx).</p> <p>Infine, si procede all'applicazione dei criteri e delle metodiche di progettazione e verifica ingegneristica ai seguenti componenti di impianto: barre di combustibile, vessel, pressurizzatore e generatori di vapore.</p> <p>Con riferimento allo studio della dinamica dei reattori a fissione nucleare e dei rispettivi meccanismi di regolazione (barre di controllo) si procederà ad illustrare le principali tecniche di modellazione analitica utilizzate in questo ambito, procedendo quindi con la modellazione e lo studio delle principali retroazioni (temperatura, vuoti, veleni) ed alla valutazione delle condizioni di equilibrio cui un tipico sistema reattoriale tende una volta sollecitato in termini di introduzione di reattività.</p> |
| 23225 - Combustione e Impatto Ambientale C.I. | <p>Modulo "Combustione". La combustione è la più antica tecnologia sviluppata dall'uomo ed oggi è ancora di grande attualità poiché circa l'80% dell'energia prodotta dall'uomo, principalmente per il trasporto, la produzione di elettricità e il riscaldamento, proviene da processi di combustione. Dalla combustione proviene l'energia per la nostra vita, ma anche gran parte dell'inquinamento atmosferico. Per questo motivo lo studio dei processi chimico-fisici che stanno alla base della combustione costituisce un passo essenziale per la mitigazione dell'inquinamento ambientale e per un più efficiente sfruttamento dei combustibili. Il corso di combustione mira all'apprendimento dei principi di formazione e sviluppo delle fiamme e all'apprendimento delle tecniche di progettazione delle principali apparecchiature in campo motoristico, energetico e impiantistico. Le conoscenze che si acquisiscono sono utili in numerosi settori professionali quali il risparmio energetico, la sicurezza, i trasporti e l'impatto ambientale.</p> <p>Modulo "Impatto Ambientale dei Sistemi Energetici". Obiettivo dell'insegnamento è lo studio dell'impatto ambientale determinato dall'utilizzo di sistemi energetici per la produzione di energia termica ed elettrica e la loro gestione volta alla minimizzazione delle potenziali emissioni.</p> |
| 23203 - Progettazione di Impianti Energetici | <p>Il Corso di Progettazione di impianti energetici è rivolto allo studio della progettazione degli impianti energetici, essenzialmente di tipo industriale, sia convenzionali che innovativi.</p> <p>Il Corso fornisce agli Allievi nozioni e abilità per poter autonomamente intraprendere lo studio, la progettazione e la verifica di impianti energetici, sia industriali che civili.</p> <p>Il Corso si propone di completare la figura professionale che si verrà a costituire con la Laurea Magistrale in Ingegneria Energetica e Nucleare, fornendo nozioni specialistiche, di raccordo e completamento interdisciplinare, promuovendo anche la gestione di gruppi di lavoro per la progettazione nel campo energetico, sia attraverso le Esercitazioni applicative che con un ampio lavoro di Laboratorio di gruppo che culmina in un elaborato progettuale.</p> |

| Insegnamento | Obiettivi |
|--|--|
| 23146 - Data-Driven Energy Lab | <p>Il corso si propone di fornire le nozioni di base per l'acquisizione, lo storage e l'elaborazione di grandi moli di dati tipici degli impianti a supporto dell'analisi di sistemi per la produzione, conversione, distribuzione ed accumulo di energia.</p> <p>Inoltre, verranno illustrate le basi teoriche relative al funzionamento delle reti di computer e dispositivi, dei database, della gestione ed elaborazione dei dati con Python, dell'utilizzo dei dati per la definizione di modelli previsionali tramite algoritmi neurali. Al termine del corso lo studente sarà in grado di connettere e configurare dispositivi per l'acquisizione dei dati e utilizzare gli stessi per calibrare modelli analitici e black-box</p> |
| 18025 - Sistemi a Propulsione Elettrica a Ibrida | <p>L'insegnamento ha l'obiettivo di far acquisire allo studente conoscenze e competenze relative ai sistemi elettrici e ibridi di automotive, nonché' quelle necessarie a riconoscere e risolvere le problematiche ad essi connesse.</p> <p>Ulteriore obiettivo è quello di far acquisire la consapevolezza circa la necessità di operare uno studio continuo ed autonomo durante tutto l'arco della futura attività professionale, a causa della costante evoluzione normativa e legislativa e del progresso tecnico e tecnologico.</p> |
| 23226 - Energia Eolica, Mareomotrice, Geotermica e Biomasse C.I. | <p>Modulo "Energia Eolica e Mareomotrice". Il corso di propone di fornire le nozioni di base ed una metodologia per l'analisi delle principali tecnologie ed applicazioni dell'energia mareomotrice. Il corso esamina anche lo stato dell'arte del settore dell'energia eolica, i limiti fisici e pratici di tale risorsa, la sua modellazione matematica e valutazione del potenziale energetico. Al termine del corso lo studente sarà in grado di descrivere le diverse tecnologie, i limiti teorici e costruttivi, risolvere problemi legati alla progettazione di impianti, del loro dimensionamento e della stima dei potenziali energetici dei siti. Lo studente sarà inoltre reso edotto della legislazione vigente e delle normative inerenti agli impianti eolici e mareomotrici.</p> <p>Modulo "Energia Geotermica e Biomasse". Il corso ha come obiettivo quello di fornire una conoscenza adeguata degli aspetti metodologici-operativi relativi ad impianti geotermici e a biomassa e la capacità di utilizzare tale conoscenza per interpretare e descrivere i problemi pratici che riguardano tali impianti. Verranno analizzate le filiere di produzione della biomassa da coltivazioni dedicate e dal recupero degli scarti di lavorazione, incluso i rifiuti solidi urbani, e un focus sulle tecnologie disponibili al loro utilizzo. Si analizzerà lo studio e caratterizzazione della fonte geotermica, a partire dalla modellazione dei fenomeni di scambio del calore con il suolo. Si analizzeranno gli impianti a bassa entalpia per lo sfruttamento della fonte geotermica in applicazioni di condizionamento.</p> |
| 18022 - Solar Energy Systems | <p>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.</p> <p>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 sarà in grado di descrivere le diverse tecnologie, dimensionare un impianto ed effettuare una analisi di prefattibilità' economica della soluzione proposta.</p> |
| 14197 - Sistemi Elettrici di Produzione e Trasmissione | <p>Obiettivo del corso è approfondire alcune tematiche inerenti la produzione e la trasmissione dell'energia elettrica con particolare riferimento ai criteri che stanno alla base della progettazione e dell'esercizio dei sistemi.</p> <p>Lo studente sarà in grado di affrontare, con sufficiente autonomia, le problematiche più comuni dell'impiantistica per la trasmissione, trasporto e produzione dell'energia elettrica, indagare e trovare le soluzioni più idonee per ciascuna applicazione.</p> |

| Insegnamento | Obiettivi |
|---|--|
| 19659 - Dispersione degli Inquinanti | <p>Il corso deve consentire di migliorare le competenze dello studente nell'individuare gli impatti causati da differenti tipologie di impianti energetici (convenzionali e nucleari) e nel contempo di essere abile nel fornire le informazioni utili al decisore per la valutazione delle conseguenze ambientali ed proporre soluzioni.</p> |
| 23224 - Building Physics e Acustica ed Illuminotecnica C.I. | <p>Modulo "Building Physics". Il corso mira a fornire agli studenti conoscenze di architettura bioclimatica e di criteri per una progettazione energeticamente orientata degli edifici con un particolare focus sugli edifici a energia netta zero.</p> <p>Modulo "Acustica ed Illuminotecnica".</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Conoscenza e capacità di comprensione. Lo studente sarà in grado di conoscere e comprendere le principali variabili che intervengono nella progettazione acustica e visiva degli ambienti. Lo studente saprà stimare le più opportune tecniche di correzione acustica ed illuminotecnica e scegliere qualitativamente la tecnologia più idonea ai diversi siti. Fra le possibili soluzioni tecniche potrà effettuare una analisi di fattibilità economica. 2. Capacità di applicare conoscenza e comprensione. Lo studente dovrà produrre delle relazioni tecniche relative ai diversi argomenti nelle quali è richiesta sia l'applicazione delle conoscenze tecniche acquisite sia la capacità 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 principalmente acustico ma anche del settore dell'illuminazione. Lo studente dovrà reperire autonomamente le informazioni relative per dettagliare soluzioni e tecnologie proposte ed effettuare l'analisi economica in maniera coerente. Inoltre, spesso dovrà formulare ipotesi per procedere allo svolgimento delle stesse rivelando, quindi, il grado di maturità conseguito nell'analizzare le problematiche proposte. 4. Abilità comunicative. Questa abilità è stimolata nella fase di stesura delle relazioni tecniche di progettazione, verifica e di stesura del piano di fattibilità tecnico economica delle attività antropiche legate alla ingegneria del suono e della luce 5. Capacità 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. |
| 18044 - LCA of Energy Systems | <p>Il corso si propone di fornire le conoscenze necessarie per l'applicazione della metodologia Life Cycle Assessment ai sistemi energetici, per il calcolo della loro "carbon footprint" e " environmental footprint", e per la definizione di soluzioni di eco-design.</p> |
| 19115 - Fondamenti di Economia Circolare | <p>Il corso si prefigge di fornire le conoscenze necessarie per l'individuazione di strategie di economia circolare, con particolare riferimento all'applicazione dei modelli di business dell'economia circolare, alla valutazione degli indicatori per misurare la circolarità e all'utilizzo di strumenti quali la metodologia Life Cycle Assessment, i sistemi di etichettatura ambientale, i criteri di Green Public Procurement, i meccanismi di simbiosi industriale</p> |

| Insegnamento | Obiettivi |
|---|---|
| 18043 - Neutronica | <p>Il corso mira a fornire una panoramica delle principali problematiche ingegneristiche connesse, in generale alla teoria del trasporto neutronico, ed in particolare al funzionamento ed allo sviluppo di reattori a fissione nucleare.</p> <p>Inizialmente si introdurranno i concetti di base di fisica nucleare necessari per la comprensione delle tematiche di interesse del corso. L'attenzione sarà, dunque, focalizzata alla teoria della diffusione neutronica, della moderazione e del rallentamento continuo di Fermi. Verranno forniti elementi della teoria della diffusione multi-gruppo e cenni di teoria del trasporto. Al contempo l'attenzione sarà focalizzata al concetto di criticità e al problema del progetto di un reattore critico alla luce dei vari metodi teorici introdotti. In fine, sarà introdotta la teoria cinetica del reattore puntiforme.</p> |
| 23141 - Nuclear Fusion Reactors | <p>Il corso mira a fornire una panoramica delle principali problematiche ingegneristiche connesse al funzionamento ed allo sviluppo di reattori a fusione nucleare, analizzandone i principali componenti e le pertinenti funzioni e condizioni di sollecitazione.</p> <p>L'attenzione sarà focalizzata sulle principali reazioni di fusione nucleare ipotizzate per lo sviluppo di reattori su scala industriale e sulle relative caratteristiche energetiche. Si introdurrà il concetto di plasma quale quarto stato di aggregazione della materia e se ne definiranno le principali grandezze fisicomatematiche che ne consentono la caratterizzazione del comportamento, quali la funzione di distribuzione delle specie particellari, la temperatura assoluta nonché il tasso ed il parametro di reazione. Si esamineranno i principali processi collisionali tra particelle cariche di un plasma, introducendo il concetto di lunghezza di Debye e si punterà l'attenzione sull'emissione di radiazioni di bremsstrahlung e di ciclotrone. Si procederà allo sviluppo dei modelli cinetici e dei modelli fluidi di un plasma, appuntando l'attenzione su un modello semplificato a parametri concentrati di un plasma omogeneo ed uniforme, che verrà applicato al caso di un plasma D-T, consentendo di studiarne la dinamica particellare ed energetica. Infine, si introdurranno i concetti di break-even ed ignizione e se ne deriveranno i pertinenti criteri di Lawson.</p> <p>Successivamente, l'attenzione sarà focalizzata sul confinamento del plasma e sulle relative metodologie, con particolare riferimento al confinamento magnetico, nel qual caso si studierà il moto di una particella carica in un campo elettromagnetico in presenza di campi esterni, evidenziandone i moti di deriva e gli invarianti del moto. Si analizzeranno le caratteristiche e la stabilità dei sistemi di confinamento magnetico aperti e chiusi, con particolare attenzione agli specchi magnetici ed alle macchine TOKAMAK. Successivamente si studieranno i principali componenti di un reattore TOKAMAK, quali i magneti, il blanket ed i componenti ad alto flusso, e si studieranno le interazioni plasma-parete e la dinamica del trizio in un reattore di tal tipo.</p> |
| 23142 - Misure Nucleari e Dosimetria | <p>Obiettivo dell'insegnamento è lo studio dei metodi e tecniche per la misura delle radiazioni ionizzanti allo scopo di valutare il rischio correlato al loro impiego e individuare i dispositivi di protezione atti a ridurre il rischio radiologico a valori accettabili.</p> |
| 23145 - Ecodesign di Sistemi e Processi | <p>Il corso si prefigge di fornire le conoscenze necessarie per l'individuazione di soluzioni per il miglioramento delle prestazioni energetico-ambientali (ecodesign) di prodotti, servizi ed organizzazioni, per l'applicazione della metodologia Life Cycle Assessment a prodotti e servizi, per l'ottenimento di etichettature ambientali di prodotto, per l'analisi energetica di sistemi e processi industriali</p> |

| Insegnamento | Obiettivi |
|--|--|
| 23150 - Energy Systems Modelling Lab | <p>Il corso si propone di fornire le nozioni di base e la metodologia per l'analisi e la successiva modellazione in regime dinamico di sistemi e componenti che producono o assorbono o trasferiscono energia.</p> <p>Inoltre, verranno esaminate le basi teoriche relative al funzionamento dei più comuni sistemi energetici (caldaie, impianti solari, geotermici, di accumulo energetico, pompe di calore, etc.). Al termine del corso lo studente sarà in grado di analizzare e modellare le diverse tecnologie, dimensionare un impianto ed effettuare una analisi di prefattibilità energetica della soluzione proposta attraverso la generazione di serie storiche, diagrammi, e bilanci delle grandezze più significative.</p> |
| 23151 - Centrali e Reti Termofrigorifere | <p>Il corso si propone di fornire agli studenti una buona conoscenza e comprensione delle caratteristiche di funzionamento, delle logiche di controllo e verifica di efficiente funzionamento, nonché delle soluzioni tecnologiche di maggior interesse per le macchine a ciclo inverso a compressione di vapore, con particolare riferimento alle unità idroniche funzionanti in modalità frigorifero o pompa di calore. Inoltre, il corso esamina le soluzioni utilizzabili per l'integrazione di tali unità di generazione in reti idroniche asservite a un singolo edificio o integrate in reti di distretto per la distribuzione di fluidi termovettori caldi e freddi. Lo studente potrà così acquisire un'ampia visione delle problematiche che attengono alla progettazione e alla gestione di tali tipologie di sistemi, per i quali si prefigura nell'odierno scenario di transizione energetica una crescente diffusione, anche nell'emergente logica delle comunità energetiche.</p> |