



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

**Dipartimento: Ingegneria**

**A.A. 2019/2020**

## **PIANO DI STUDI DEL CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA DELL'ENERGIA E DELLE FONTI RINNOVABILI - TECNOLOGIE E PRODUZIONE -**

### **Obiettivi del Corso di Studi**

Obiettivi specifici:

Obiettivo specifico del Corso di Laurea in Ingegneria dell'Energia e delle Fonti Rinnovabili presso la Scuola Politecnica dell'Università di Palermo è quello di formare un ingegnere con competenze tali da operare adeguatamente negli ambiti delle ingegneria elettrica, energetica e anche nucleare, con conoscenze approfondite sui principi che sono alla base dei processi di produzione, distribuzione, gestione ed utilizzazione dell'energia nelle sue diverse forme elettrica, nucleare, termica e da fonti alternative e rinnovabili, sui relativi componenti e sistemi, sulle relative implicazioni ambientali, economiche, normative e sulla sicurezza.

Il percorso formativo previsto tiene conto delle recenti tendenze alla decarbonizzazione dei cicli energetici e allo sviluppo e diffusione di tecnologie a ridotto impatto ambientale. Esso condivide con le altre lauree in ingegneria industriale, proposte nella sede, le materie di base e alcune caratterizzanti comuni, ma prevede una maggiore rilevanza alla formazione su discipline caratterizzanti degli ambiti dell'ingegneria elettrica, dell'ingegneria energetica e dell'ingegneria nucleare nonché dell'ingegneria della sicurezza e protezione industriale. Per rispettare la diversità dei campi applicativi il Corso poi approfondisce, nei suoi orientamenti, ulteriori aspetti specifici dei singoli ambiti applicativi caratterizzanti. Il curriculum è, inoltre, arricchito con materie affini che completano la formazione prevista.

Il percorso formativo prevede in particolare:

1) attività formative di base, comuni alla classe delle lauree industriali proposte nella sede, prevalentemente degli ambiti della matematica, della fisica e della chimica e caratterizzanti, in particolare disegno tecnico assistito da calcolatore, scienza delle costruzioni e metodi computazionali per l'ingegneria;

2) attività formative comuni specifiche del percorso formativo proposto riguardanti in particolare: le tecnologie dei materiali, la fisica tecnica, l'energetica, i principi di ingegneria elettrica, i componenti e i sistemi elettroenergetici, le fonti rinnovabili.

3) attività formative differenziate per i curricula per approfondire le conoscenze negli ambiti di riferimento:

- Elettrica: macchine elettriche, strumentazione e misure elettriche, impianti elettrici, elettronica e applicazioni di domotica, smart grids, generazione elettrica distribuita da rinnovabili;

- Energetica: pianificazione e gestione dell'energia, valutazione e certificazione energetica, misure termotecniche, controllo del comfort ambientale, macchine, termofisica dell'edificio, usi termici industriali delle rinnovabili;

- Tecnologie e produzione: principi di ingegneria nucleare, termoidraulica, sicurezza e analisi del rischio, macchine, termomeccanica, fonti fossili;

La formazione è integrata, all'interno degli insegnamenti che ne necessitano o anche tramite seminari, da nozioni di statistica, cultura economica-aziendale, tecnologie meccaniche, con specifico riferimento alle applicazioni di interesse.

Il laureato che si intende formare avrà conoscenze idonee a proseguire la formazione post-lauream o svolgere alcune attività professionali negli ambiti applicativi energetici e multidisciplinari; più specificatamente sulle tematiche che vengono approfondite nel Corso, sapendo svolgere attività quali la progettazione, la produzione, la gestione e organizzazione, l'assistenza delle strutture tecnico-commerciali, l'analisi del rischio, la gestione della sicurezza, sia nella libera professione che nelle imprese manifatturiere o di servizi e nelle amministrazioni pubbliche.

La preparazione, anche senza specifici percorsi professionalizzanti, consente la possibilità di soddisfacente inserimento del laureato nel mondo del lavoro o la prosecuzione, senza difficoltà, della formazione post-lauream (laurea magistrale, dottorato, master).

Il percorso formativo prevede lezioni frontali, esercitazioni teoriche, pratiche e di laboratorio, utilizzo di software, seminari, e tirocini aziendali, supportate da materiale didattico indicato o fornito dai docenti in forma cartacea o in formato elettronico, rendendolo eventualmente anche disponibile sul portale web.

### **Sbocchi occupazionali**

Profilo:

Dottore in Ingegneria dell'Energia e delle Fonti Rinnovabili

Funzioni:

Legenda: Per. = periodo o semestre, Val. = Valutazione (V=voto, G=giudizio), TAF= Tipologia Attività Formativa (A=base, B=caratterizzante, C=Affine, S=stages, D=a scelta, F=altre)

Il laureato in Ingegneria dell'Energia e delle Fonti Rinnovabili, coerentemente con il curriculum scelto, fornisce una risposta alle necessità tecniche più attuali negli ambiti dell'ingegneria elettrica, energetica e nucleare, con competenze approfondite sui principi che sono alla base dei processi di produzione, distribuzione, gestione ed utilizzazione dell'energia nelle sue diverse forme elettrica, nucleare, termica, e da fonti convenzionali, alternative e rinnovabili. Oltre agli aspetti più tecnici, il percorso di studio consente di acquisire conoscenze sugli aspetti ambientali, economici, normativi e sulla sicurezza. A partire da una consolidata conoscenza di base dei fenomeni termodinamici, elettrici e di trasmissione del calore, comune ai tre curricula, il laureato acquisisce competenze maggiormente approfondite su diversi aspetti applicativi della gestione di sistemi di produzione distribuiti, dell'impiego di tecnologie ICT in ambito energetico a diversa scala, delle tecnologie di conversione delle fonti rinnovabili per diversi usi finali (elettrici e termici, civili ed industriali), dell'analisi energetica di edifici ad alte prestazioni, della conversione di energia nucleare mediante processi di fusione. Ciò lo porterà a poter acquisire funzioni di progettista, analista e gestore di sistemi energetici tradizionali ed innovativi nonché a redigere certificazioni energetiche secondo le normative nazionali e svolgere il ruolo di energy manager nella pubblica amministrazione o in aziende private.

#### Competenze:

Le competenze acquisite riguardano principalmente la progettazione, gestione, controllo e manutenzione di impianti e sistemi energetici in diversi settori quali ad esempio:

- Il settore dell'energia, dei sistemi di distribuzione e delle macchine energetiche (idrauliche, termiche ed elettriche, frigorifere, HVAC), degli impianti fotovoltaici ed eolici, delle smart grid, della domotica, del dispacciamento e trading dell'energia, dello sviluppo, anche autorizzativo, di progetti energetici da FER nel territorio, della pianificazione energetica a diverse scale territoriali (PAES, PEARS);
- Il settore della sicurezza e dell'impatto ambientale di attività industriali, anche ad alto rischio, e civili;
- Il campo della certificazione energetica, della valutazione ambientale, dell'efficienza energetica e dell'energy management; dell'accesso alle incentivazioni o all'ottemperanza di requisiti obbligatori (es. Certificati Verdi e Bianchi)

#### Sbocchi:

Gli sbocchi occupazionali riguardano l'inserimento presso:

- aziende istituzionali e private che si occupano della fornitura di servizi energetici completi, non limitati alla fornitura di energia elettrica ma anche di gas, calore, servicing (anche finanziario) nonché di impianti "chiavi in mano";
- pubblica amministrazione (uffici tecnici, energy manager, authority);
- un ampio numero di aziende produttrici (dalle piccole alle grandi) che operano nel settore dell'energia e delle macchine energetiche (macchine idrauliche e termiche, dei motori, caldaie, scambiatori di calore, industria frigorifera e della climatizzazione, settore petrolifero, impiantistica dei settori solare ed eolico);
- libera professione presso studi professionali o imprese che progettano, gestiscono o installano impianti energetici ed elettrici, si occupano di certificazione energetica e di valutazioni di impatto ambientale. I laureati in Ingegneria dell'Energia e delle fonti rinnovabili, previo superamento dell'Esame di Stato, possono iscriversi all'Albo dell'Ordine degli Ingegneri, con il titolo di Ingegnere Junior.

Intensa è l'attività relativa sia alla progettazione che alla realizzazione, collaudo e gestione degli impianti termici, elettrici, cogenerativi, trigenerativi, di climatizzazione per il controllo ambientale negli edifici di uso civile, terziario, industriale, etc. nonché dell'espletamento delle autorizzazioni tecniche ed ambientali per la realizzazione e la gestione di impianti che utilizzano FER.

La continuazione degli studi può proseguire naturalmente e senza Obblighi Formativi Aggiuntivi nei Corsi di Laurea Magistrale in "Ingegneria Elettrica" e "Ingegneria Energetica e Nucleare" dell'Ateneo di Palermo.

#### Caratteristiche della prova finale

Per conseguire la laurea in Ingegneria dell'Energia e delle Fonti rinnovabili lo studente deve aver acquisito i 180 crediti formativi previsti dal Manifesto, compresi quelli relativi alla prova finale pari a 3 CFU. La prova finale ha l'obiettivo di verificare il livello di maturità, la capacità critica e le abilità comunicative del laureando, con riferimento agli apprendimenti e alle conoscenze acquisite, a completamento delle attività previste dall'ordinamento didattico. La prova finale consiste in una prova orale secondo modalità definite dal regolamento sulla prova finale del Corso di Laurea per ogni A.A., nel rispetto e in coerenza della tempistica, delle prescrizioni ministeriali e delle inerenti linee guida di Ateneo. Ogni anno viene pubblicato un elenco di argomenti e di relativi tutor universitari fra i quali il candidato ha facoltà di scegliere. Il Tutor fornirà delle indicazioni relativamente ai testi e alla bibliografia da consultare e fornirà sostegno didattico e scientifico allo studente.

| Insegnamenti 1 ° anno                                | CFU | Per  | V\W   | SSD            | TAF |
|--|-----|------|-------|----------------|-----|
| 19109 - ANALISI MATEMATICA C.I.                      | 12  | Ann. | V \ 1 |                |     |
| - MODULO ANALISI MATEMATICA 1<br>Bongiorno(PA)       | 6   | 1    |       | MAT/05         | A   |
| - MODULO ANALISI MATEMATICA 2<br>Bongiorno(PA)       | 6   | 2    |       | MAT/05         | A   |
| 20465 - FONDAMENTI DI CHIMICA PER LE TECNOLOGIE C.I. | 12  | 1    | V \ 1 |                |     |
| - CHIMICA PER L'INGEGNERIA<br>Garcia Lopez(PA)       | 9   | 1    |       | CHIM/07        | A   |
| - TECNOLOGIA DEI MATERIALI<br>Botta(PA)              | 3   | 1    |       | ING-IND/<br>22 | C   |

Legenda: Per. = periodo o semestre, Val. = Valutazione (V=voto, G=giudizio), TAF= Tipologia Attività Formativa (A=base, B=caratterizzante, C=Affine, S=stages, D=a scelta, F=altre)

| Insegnamenti 1 ° anno  | CFU | Per | V\W   | SSD            | TAF |
|--|-----|-----|-------|----------------|-----|
| 03675 - GEOMETRIA<br><i>Rizzo(PC)</i>                            | 6   | 1   | V \ 1 | MAT/03         | A   |
| 04677 - LINGUA INGLESE   | 3   | 1   | G \ 0 |                | E   |
| 01746 - CALCOLO NUMERICO<br><i>Francomano(PO)</i>                | 9   | 2   | V \ 1 | MAT/08         | C   |
| 02605 - DISEGNO ASSISTITO DA CALCOLATORE<br><i>Ingrassia(PA)</i> | 9   | 2   | V \ 1 | ING-IND/<br>15 | B   |
| 15540 - FISICA I<br><i>Burlon(PA)</i>                            | 9   | 2   | V \ 1 | FIS/03         | A   |

**60**

| Insegnamenti 2 ° anno   | CFU | Per | V\W   | SSD            | TAF |
|---|-----|-----|-------|----------------|-----|
| 07870 - FISICA II<br><i>Burlon(PA)</i>                          | 6   | 1   | V \ 1 | FIS/01         | A   |
| 03318 - FISICA TECNICA<br><i>Morale(PA)</i>                     | 9   | 1   | V \ 1 | ING-IND/<br>10 | B   |
| 05767 - PRINCIPI DI INGEGNERIA ELETTRICA<br><i>Ala(PO)</i>      | 12  | 1   | V \ 1 | ING-IND/<br>31 | B   |
| 18191 - ENERGETICA E MACCHINE                                   | 12  | 2   | V \ 1 |                |     |
| - ENERGETICA<br><i>Catrini(RD)</i>                              | 6   | 2   |       | ING-IND/<br>10 | B   |
| - MACCHINE<br><i>Beccari(RD)</i>                                | 6   | 2   |       | ING-IND/<br>08 | B   |
| 20468 - FONDAMENTI DI ENERGIE RINNOVABILI<br><i>Beccali(PO)</i> | 9   | 2   | V \ 1 | ING-IND/<br>11 | B   |
| 06313 - SCIENZA DELLE COSTRUZIONI<br><i>Parrinello(PA)</i>      | 9   | 2   | V \ 1 | ICAR/08        | B   |

**57**

| Insegnamenti 3 ° anno  | CFU | Per | V\W   | SSD            | TAF |
|--|-----|-----|-------|----------------|-----|
| 05771 - PRINCIPI DI INGEGNERIA NUCLEARE<br><i>Di Maio(PO)</i>              | 9   | 1   | V \ 1 | ING-IND/<br>19 | B   |
| 07544 - TERMOIDRAULICA<br><i>Ciofalo(PO)</i>                               | 9   | 1   | V \ 1 | ING-IND/<br>19 | B   |
| 20458 - COMPONENTI PER I SISTEMI ELETTOENERGETICI<br><i>Zizzo(PA)</i>      | 6   | 2   | V \ 1 | ING-IND/<br>33 | C   |
| 18109 - PROCESSI DI TRASFORMAZIONE DELLE FONTI FOSSILI<br><i>Galia(PO)</i> | 6   | 2   | V \ 1 | ING-IND/<br>27 | C   |
| 06427 - SICUREZZA E ANALISI DI RISCHIO<br><i>Giardina(RU)</i>              | 9   | 2   | V \ 1 | ING-IND/<br>19 | B   |
| 18110 - TERMOMECCANICA<br><i>Chiovaro(RD)</i>                              | 6   | 2   | V \ 1 | ING-IND/<br>19 | B   |
| 05917 - PROVA FINALE   | 3   | 2   | V \ 1 |                | E   |
| Stage, Tirocini, Altro   | 3   |     |       |                | F   |
| Attiv. form. a scelta dello studente                                       | 12  |     |       |                | D   |

**63**

## GRUPPI DI ATTIVITA' FORMATIVE OPZIONALI

| Stage, Tirocini, Altro                  | CFU | Per | V\W   | SSD | TAF |
|---|-----|-----|-------|-----|-----|
| 11034 - ALTRE ATTIVITA' FORMATIVE 1 CFU | 1   | 1   | G \ 0 |     | F   |
| 11035 - ALTRE ATTIVITA' FORMATIVE 2 CFU | 2   | 1   | G \ 0 |     | F   |
| 11036 - ALTRE ATTIVITA' FORMATIVE 3 CFU | 3   | 1   | G \ 0 |     | F   |
| 07899 - TIROCINIO                       | 3   | 1   | G \ 0 |     | F   |

Legenda: Per. = periodo o semestre, Val. = Valutazione (V=voto, G=giudizio), TAF= Tipologia Attività Formativa (A=base, B=caratterizzante, C=Affine, S=stages, D=a scelta, F=altre)

# GRUPPI DI ATTIVITA' FORMATIVE OPZIONALI

Legenda: Per. = periodo o semestre, Val. = Valutazione (V=voto, G=giudizio), TAF= Tipologia Attività Formativa (A=base, B=caratterizzante, C=Affine, S=stages, D=a scelta, F=altre)