

**Università degli Studi di Firenze**  
**Ordinamento didattico**  
**del Corso di Laurea Magistrale**  
**in INGEGNERIA ENERGETICA**

**D.M. 22/10/2004, n. 270**

**Regolamento didattico - anno accademico 2025/2026**

**ART. 1 Premessa**

Denominazione del corso	INGEGNERIA ENERGETICA
Denominazione del corso in inglese	ENERGY ENGINEERING
Classe	LM-30 R Ingegneria energetica e nucleare
Facoltà di riferimento	INGEGNERIA
Altre Facoltà	
Dipartimento di riferimento	Ingegneria Industriale
Altri Dipartimenti	
Durata normale	2
Crediti	120
Titolo rilasciato	Laurea Magistrale in INGEGNERIA ENERGETICA
Titolo congiunto	No
Atenei convenzionati	
Doppio titolo	
Modalità didattica	Convenzionale

INGEGNERIA ENERGETICA

Lingua/e di erogaz. della didattica	INGLESE, ITALIANO
Sede amministrativa	
Sedi didattiche	
Indirizzo internet	<a href="http://www.ing-enm.unifi.it">http://www.ing-enm.unifi.it</a>
Ulteriori informazioni	
Il corso è	Trasformazione di corso 509
Data di attivazione	
Data DM di approvazione	
Data DR di approvazione	
Data di approvazione del consiglio di	
Data di approvazione del senato accademico	14/02/2025
Data parere nucleo	21/01/2008
Data parere Comitato reg. Coordinamento	
Data della consultazione con le organizzazioni rappresentative a livello locale della produzione, servizi,	06/12/2007
Massimo numero di crediti riconoscibili	24
Corsi della medesima classe	No

Numero del gruppo di affinità	1
-------------------------------	---

## **ART. 2 Sintesi della relazione tecnica del nucleo di valutazione**

Questa LM è trasformazione della preesistente omonima Laurea Specialistica ed l'unico proposto nella classe LM-30. Per la sua istituzione è stato consultato il Comitato di Indirizzo di Facoltà che, considerata la crescente attenzione da tutti posta alle tematiche energetico-ambientali, ha confermato l'apprezzamento per questa attività formativa della Facoltà e ribadito le aspettative del contesto industriale e professionale per questa figura altamente specializzata. Il corso offre prospettive di continuazione a laureati in Ingegneria Meccanica e Ingegneria Gestionale.

Sono sviluppati in modo chiaro ed esauriente gli obiettivi specifici del CdS, e la descrizione dei risultati di apprendimento. Alla prova finale sono attribuiti da 12 a 24 CFU.

In fase di definizione del regolamento dovranno essere riconsiderati i contenuti degli insegnamenti e le modalità della didattica e degli accertamenti per un miglioramento degli standard qualitativi relativi al conseguimento degli obiettivi formativi, alla progressione della carriera degli studenti ed al gradimento degli studenti. Le risorse di docenza sono appropriate e il 91% dei CFU è coperto da docenti di ruolo. L'attività di ricerca collegata al corso di studio appare di notevole livello. Le strutture didattiche a disposizione del Corso di studio sono adeguate.

**ART. 3 Consultazione con le organizzazioni rappresentative - a livello nazionale e internazionale - della produzione di beni e servizi, delle professioni (Istituzione del corso)**

Il giorno 6/12/2007 si è riunito il Comitato di indirizzo della Facoltà. Presenti i rappresentanti di: l'Associazione Industriali, l'Ordine Ingegneri, gli Enti locali, (Comune di Firenze), alcune aziende. Il Preside ha presentato le linee di progettazione dei nuovi corsi di studio della Facoltà di Ingegneria. L'offerta didattica della Facoltà di Ingegneria si concretizza in sette Corsi di Laurea di primo livello attivati dal prossimo anno accademico e in dodici corsi di laurea magistrale. Il Preside ha illustrato, quindi, le proposte degli Ordinamenti delle Lauree e delle Lauree Magistrali redatti ai sensi del D.M. 270/04. Dalla discussione che ha fatto seguito alla presentazione è emerso dai presenti generale consenso alla linea di razionalizzazione dell'offerta formativa adottata dalla Facoltà. Al termine il Comitato di Indirizzo della Facoltà di Ingegneria ha espresso parere pienamente favorevole alle proposte degli Ordinamenti delle Lauree e delle Lauree Magistrali. Per la Laurea Magistrale in Ingegneria Energetica il parere positivo espresso è motivato dal buon risultato in termini di iscritti (in crescita costante dall'istituzione), dalla rapida e adeguata collocazione nel mondo del lavoro. Guardando poi in prospettiva non vi è dubbio che il tipo di figura professionale qui formato sarà sempre più richiesto in un quadro nazionale e internazionale che vede una attenzione sempre crescente per le problematiche energetiche e i loro riflessi sull'ambiente.

Data del 06/12/2007

**ART. 4 Obiettivi formativi specifici del corso e descrizione del percorso formativo**

## Obiettivi formativi specifici del corso

Il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Energetica mira a formare professionisti di alto livello con competenze avanzate e interdisciplinari nei settori della produzione, gestione e ottimizzazione dell'energia. Il percorso formativo è strutturato per fornire sia conoscenze teoriche approfondite sia abilità pratiche necessarie per affrontare le sfide attuali e future nel campo dell'energia, con particolare attenzione alla sostenibilità e all'innovazione tecnologica.

## Obiettivi Formativi

## 1. Conoscenze di Base:

- Gli studenti devono acquisire solide basi teoriche nella matematica e nelle scienze fondamentali, nonché una conoscenza approfondita degli aspetti teorico-scientifici dell'ingegneria energetica.
- Devono essere capaci di applicare queste conoscenze per identificare, formulare e risolvere problemi complessi che richiedono un approccio interdisciplinare.

## 2. Conoscenze di Ingegneria Energetica:

- Gli studenti devono sviluppare una comprensione avanzata degli aspetti teorico-scientifici dell'ingegneria energetica e dimostrare capacità di risolvere problemi complessi o innovativi nel campo dell'energia.

## 3. Capacità Progettuali:

- Gli studenti devono essere in grado di ideare, pianificare, progettare e gestire sistemi, processi e servizi complessi e/o innovativi nel settore energetico, con un forte focus sulla sostenibilità e sull'efficienza energetica.

## 4. Gestione degli Esperimenti:

- Gli studenti devono essere capaci di pianificare, progettare e gestire strumenti e sistemi di misura, nonché condurre e interpretare esperimenti complessi su macchine, componenti e sistemi energetici.

## 5. Innovazione e Trasferimento Tecnologico:

- Gli studenti devono essere in grado di contribuire all'innovazione nei metodi, prodotti, processi e servizi e promuovere il trasferimento tecnologico, favorendo lo sviluppo e l'adozione di tecnologie avanzate e sostenibili.

#### 6. Competenze Trasversali:

- Gli studenti devono acquisire capacità trasversali, come il lavoro in team multidisciplinari, la comunicazione efficace con esperti e non esperti e la gestione di progetti complessi.

#### 7. Competenze Linguistiche:

- Gli studenti devono essere in grado di utilizzare fluentemente, sia in forma scritta che orale, la lingua inglese oltre all'italiano, con un'attenzione particolare ai lessici disciplinari.

#### Descrizione del Percorso Formativo

Il corso di studio consta di complessivi 120 CFU e prevede un massimo di 12 esami di profitto come stabilito dal DM n. 1649 del 19-12-2023 Art.4 comma 2. Favorisce prove di esame integrate per moduli coordinati o per più insegnamenti; in questo caso i docenti titolari dei moduli o degli insegnamenti coordinati partecipano alla valutazione collegiale complessiva del profitto dello studente con modalità previste nel Regolamento Didattico.

La lingua utilizzata per la didattica è di base l'italiano ma almeno uno dei curricula prevederà a regolamento più di un insegnamento obbligatorio in lingua inglese al fine di predisporre lo sviluppo e l'utilizzo di un lessico internazionale in grado di consentire all'ingegnere energetico formato di operare nel contesto dell'economia globale, come sovente richiesto per le figure professionali e i ruoli formati. Inoltre, tale scelta favorirà gli scambi internazionali ed eventuali accordi per doppi titoli.

La struttura del Corso di Laurea si basa sulle seguenti Aree di Apprendimento

Le aree di apprendimento previste sono 4:

- AA1: Area delle macchine e dei motori primi
- AA2: Area dei sistemi energetici

- AA3: Area dell'informazione e dell'ingegneria elettrica
- AA4: Area delle materie matematiche, impiantistiche e chimiche

#### AA1: Area delle macchine e dei motori primi

Questa area riguarda lo studio dei sistemi termo-meccanici, con un focus sul funzionamento di macchine termiche e propulsive. Include la progettazione termo-fluidodinamica di turbomacchine, turbine a gas e motori a combustione interna. Inoltre, affronta tematiche legate alla fluidodinamica applicata e alla combustione, con applicazioni nell'ambito industriale.

#### AA2: Area dei sistemi energetici

Questa area si focalizza sull'analisi, progettazione e gestione di sistemi energetici complessi, integrando fonti di energia convenzionali e rinnovabili. Include lo studio delle tecnologie per la produzione e utilizzo dell'energia, con particolare attenzione all'efficienza energetica, alla sostenibilità ambientale e all'ottimizzazione delle risorse energetiche.

#### AA3: Area dell'informazione e dell'ingegneria elettrica

Questa area si concentra sull'analisi e progettazione di sistemi elettrici applicati all'energia. Comprende lo studio delle reti intelligenti (smart grids), dei sistemi di accumulo, dell'elettronica di potenza e dell'integrazione delle fonti rinnovabili. Inoltre, affronta temi legati alla gestione e al controllo dei sistemi energetici attraverso tecnologie dell'informazione.

#### AA4: Area delle materie matematiche, impiantistiche e chimiche

Questa area copre le discipline di base complementari alla formazione ingegneristica. Include lo studio di modelli matematici avanzati per la simulazione di sistemi complessi, impianti chimici e termotecnici, nonché aspetti legati alla chimica applicata e alla sostenibilità ambientale. L'approccio interdisciplinare supporta l'analisi, progettazione e ottimizzazione di processi energetici e industriali.

Il primo anno è dedicato a fornire una solida base comune con insegnamenti

che introducono i principi della termodinamica, della meccanica dei fluidi, dell'ingegneria elettrica, della chimica industriale e della meccanica applicata. Viene anche presentato il quadro normativo di riferimento e gli strumenti metodologici per operare nel contesto dell'energia sostenibile.

Gli studenti scelgono un percorso di specializzazione che approfondisce tematiche specifiche come:

- Tecnologie delle energie rinnovabili e tradizionali
- Macchine, Sistemi di propulsione e motori
- Gestione e ottimizzazione dei sistemi energetici

Le attività laboratoriali, i progetti di gruppo e i tirocini sono parte integrante del percorso formativo, fornendo esperienze pratiche essenziali. La formazione culmina in un'importante attività di progettazione che si conclude con un elaborato finale, dimostrando la padronanza degli argomenti, la capacità di operare in modo autonomo e un buon livello di capacità di comunicazione.

Gli studenti hanno anche la possibilità di svolgere attività formativa all'estero nell'ambito di programmi di internazionalizzazione come l'Erasmus+.

#### Verifica dei Risultati di Apprendimento

Le modalità di verifica includono:

- Valutazioni Formative: Prove in itinere per monitorare l'andamento della classe e l'efficacia dei processi di apprendimento.
- Esami di Profitto: Valutazioni finali che certificano il grado di preparazione degli studenti e possono includere valutazioni formative svolte durante il corso.

Con questi obiettivi e strutture, il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Energetica forma professionisti pronti a contribuire in modo innovativo e sostenibile allo sviluppo del settore energetico.

## **ART. 5 Risultati di apprendimento attesi**

### **5.1 Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding)**

Il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Energetica fornisce:

- CC01: La conoscenza approfondita degli aspetti teorico-scientifici dell'ingegneria, sia in generale sia in modo approfondito relativamente a quelli dell'ingegneria energetica ed elettrica, per l'identificazione, la formulazione e la risoluzione di problemi complessi o che richiedono un approccio interdisciplinare.
- CC02: La conoscenza approfondita degli aspetti teorico-scientifici della matematica e delle altre scienze di base per interpretare e descrivere i problemi dell'ingegneria che risultano complessi o che richiedano un approccio interdisciplinare.
- CC03: La conoscenza e l'utilizzo di strumenti scientifici (informatici e di altra natura) specifici per il settore della progettazione nell'ambito proprio dell'ingegneria energetica
- CC04: La conoscenza dei metodi per ideare, pianificare, progettare e gestire sistemi, processi e servizi complessi e/o innovativi
- CC05: La conoscenza di metodi per la pianificazione e lo svolgimento di attività sperimentali di elevata complessità per l'analisi di componenti e sistemi
- CC06: Strumenti per la modellazione dei sistemi energetici/meccanici/propulsivi e loro ruolo a supporto dell'analisi e progettazione di sistemi e componenti
- CC07: La conoscenza di strumenti avanzati di progettazione (meccanica, termofluidodinamica, elettrica o multi-fisica) per la modellazione e la simulazione numerica di componenti o sistemi.
- CC08: Fluidodinamica applicata e macchine: componenti di macchine e sistemi di conversione dell'energia, propulsivi e principi di

**ART. 5 Risultati di apprendimento attesi**

progettazione.

- CC09: La conoscenza multidisciplinare normativa, metodologica, tecnologica e strumentale del contesto relativo alla transizione energetica di sistemi, servizi e prodotti.
- CC10: La conoscenza delle macchine elettriche e dei relativi sistemi di alimentazione per trazione. La conoscenza degli aspetti strutturali e termo-fluidodinamici dei motori a combustione interna.
- CC11: La conoscenza delle principali fonti di energia di tipo rinnovabile e dei sistemi di storage dell'energia e la conoscenza dei criteri per la loro integrazione con sistemi di produzione di tipo convenzionale
- CC12: Principi e problematiche dello scambio termico nelle macchine e impianti in sistemi e componenti di macchine e impianti di conversione energetica: tecniche di modellazione e simulazione computazionale. Metodologie di progettazione, gestione e controllo ottimizzati delle reti di scambio termico.
- CC13: La conoscenza dei fenomeni termodinamici, termo-fluidodinamici, termo-chimici ed elettrici alla base dei principali sistemi di conversione energetica
- CC14: Approfondimenti di termodinamica applicata, termoeconomia, sostenibilità ambientale degli impianti, macchine, componenti e sistemi per la produzione e conversione dell'energia. Metodologie per l'individuazione delle inefficienze termodinamiche ed economiche dei sistemi energetici e dei componenti. Sostenibilità ambientale ed economica.
- CC15: Comprendere i principi termodinamici, il funzionamento e le caratteristiche tecniche delle diverse tipologie di macchine frigorifere, incluse le pompe di calore.
- CC16: La conoscenza sistemistica delle metodologie, delle tecnologie e degli aspetti applicativi dell'ingegneria dell'energia elettrica.

La conoscenza e capacità di comprensione è sviluppata

**ART. 5 Risultati di apprendimento attesi**

essenzialmente con gli strumenti didattici tradizionali che innovativi. La didattica tradizionale farà uso di lezioni frontali e dello studio personale su testi e pubblicazioni scientifiche per la preparazione degli esami, mentre la didattica innovativa farà uso di vari metodi, selezionati sulla base del contenuto dei singoli insegnamenti. La verifica delle conoscenze avviene principalmente tramite esami scritti e orali, relazioni, esercitazioni in cui lo studente dimostra la padronanza di strumenti e metodologie e autonomia critica.

**5.2 Capacità di applicare conoscenza e comprensione (applying knowledge and understanding)**

Il “sapere” sopra enunciato deve portare ad una capacità di applicare (CA) conoscenza e comprensione, ovvero un “saper fare”, anche in relazione a tematiche nuove o non familiari, in contesti più ampi e interdisciplinari rispetto al proprio ambito.

Il laureato Magistrale in Ingegneria Energetica è capace di:

- CA01: La capacità di applicare le conoscenze ingegneristiche per lo sviluppo di modelli di sistemi complessi
- CA02: La capacità di realizzare progetti ingegneristici, lavorando in un ambiente multidisciplinare.
- CA03: La capacità di applicare la propria conoscenza in campo termo-fluidodinamico e macchinistico per risolvere problemi di termodinamica teorica ed applicata, fluidodinamica e scambio termico
- CA04: La capacità di realizzare la progettazione meccanica e termofluidodinamica dei componenti, a partire dagli aspetti base fino all'implementazione
- CA05: La capacità approfondita di condurre esperimenti complessi e di gestire strumentazione e software avanzati.
- CA06: La capacità di analisi e modellazione di componenti e sistemi meccanici/elettrici/propulsivi: problemi e modelli alla

**ART. 5 Risultati di apprendimento attesi**

base dell'ingegneria industriale, con particolare riferimento all'ingegneria meccanica ed energetica.

- CA07: La capacità approfondita di scegliere e utilizzare attrezzature, strumenti, procedure e metodi appropriati, anche attraverso l'uso di modelli teorici, conoscendone i limiti e le potenzialità.
- CA08: La capacità di valutare criticamente dati e risultati e trarre conclusioni appropriate, consapevoli del grado di incertezza da cui potrebbero essere affette.
- CA09: La capacità di raggiungere una preparazione adeguata per poter accedere al terzo livello degli studi universitari (frequenza a master di secondo livello ed a scuole di dottorato), in modo da approfondire ulteriormente conoscenze e capacità nell'ambito della ricerca.
- CA10: La capacità di analizzare le tecnologie degli impianti, dei componenti e dei processi e metodi dell'ingegneria e le loro implicazioni economiche
- CA11: La capacità di identificare, formulare e risolvere problemi di ingegneria industriale, definendo le specifiche, vincoli tecnici, sociali, ambientali e commerciali.
- CA12: La capacità di analizzare, progettare e gestire sistemi integrati innovativi a energie rinnovabili, sostenibilità e impatto ambientale ed economico;
- CA13: La capacità di identificare, formulare e risolvere problemi di ingegneria industriale, in particolare energetica.
- CA14: La capacità di progettare, analizzare, pianificare e gestire sistemi di conversione energetica, e il loro impatto ambientale ed impianti di servizio e di processo anche complessi e/o innovativi

La capacità di applicare conoscenza e comprensione è sviluppata anche mediante esercitazioni e sviluppo di elaborati o progetti previste in ogni percorso e differenziate in base alle tematiche dei percorsi stessi. La verifica della capacità di applicare

**ART. 5 Risultati di apprendimento attesi**

conoscenza e comprensione avviene tramite esami scritti e/o orali, relazioni ed esercitazioni. Una verifica più generale del raggiungimento dell'obiettivo si ha nella valutazione dell'elaborato finale da parte della commissione di laurea. Per le attività formative sperimentali di aula, la verifica non ha in genere carattere formale, ma fornisce un riscontro al docente sull'efficacia degli strumenti formativi in relazione alla risposta dell'aula nel suo complesso.

Le attività previste nella seconda parte del percorso formativo devono portare anche allo sviluppo di capacità e abilità trasversali, necessarie sia per l'inserimento nel mondo del lavoro che anche per lo sviluppo della propria carriera e professionalità.

**5.3 Autonomia di giudizio (making judgements)**

I laureati del Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Energetica svilupperanno una solida autonomia di giudizio, essenziale per analizzare criticamente problemi complessi nel settore energetico. Quindi i laureati Magistrali in Ingegneria Energetica sapranno:

- AG1: La capacità di analizzare autonomamente dati e informazioni, trarre conclusioni oggettive ed assumere decisioni consequenziali.
- AG2: La capacità di valutare diverse opzioni o soluzioni ad un problema e di prendere decisioni informate sui propri progetti anche sulla base delle norme tecniche di riferimento
- AG3: La capacità di lavorare in gruppo in modalità coordinata, avendo chiaro il contesto della problematica ingegneristica e le implicazioni interdisciplinari che contraddistinguono l'ambito applicativo
- AG4: Autonomia nel rispetto di impegni e tempi, con riferimento alla capacità di allocare il tempo e le risorse disponibili per rispettare le scadenze, di valutare correttamente le proprie capacità e risorse per garantire che gli impegni siano realistici e raggiungibili e di prioritizzare le attività in base alla loro

**ART. 5 Risultati di apprendimento attesi**

importanza e alle scadenze.

- AG5: La capacità di identificare il bisogno di nuove conoscenze.

L'autonomia di giudizio viene sviluppata mediante le attività che richiedono allo studente uno sforzo personale, quale la produzione di un elaborato autonomo, nei singoli corsi o per la prova finale, ma viene implementata anche in quelle attività di gruppo dove dalla dialettica fra i partecipanti possono emergere le individualità e le capacità di leadership. Il raggiungimento dell'obiettivo formativo è dimostrato dal superamento delle prove d'esame orali o scritte in forma di tema o di elaborati progettuali in senso lato.

**5.4 Abilità comunicative (communication skills)**

Il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Energetica consente agli studenti di comunicare in modo chiaro e privo di ambiguità le loro conclusioni, nonché le conoscenze e la ratio ad esse sottese, a interlocutori specialisti e non specialisti. Le figure formate dovranno pertanto sviluppare anche adeguate abilità comunicative, necessarie per l'applicazione delle conoscenze e capacità di comprensione in vari contesti:

- AC1: La capacità di poter comunicare e trasferire informazioni, idee, problemi e soluzioni a interlocutori specialisti e non specialisti.
- AC2: La capacità di presentare professionalmente problemi, soluzioni, analisi e risultati attraverso rapporti scritti e presentazioni verbali.
- AC3: Capacità di rappresentazione e comunicazione grafica (redazione di schemi, grafici e tabelle).
- AC4: Sostenibilità e Responsabilità Etica nelle pratiche ingegneristiche inclusa la conoscenza delle normative ambientali e l'impatto ecologico delle decisioni ingegneristiche.

**ART. 5 Risultati di apprendimento attesi**

Le abilità comunicative in pubblico sono sviluppate nella realizzazione di presentazioni degli elaborati progettuali, laddove previsti, con eventuali ausili multimediali, e soprattutto nella prova finale. Esperienze all'estero e attività di tirocinio, inoltre, sono momenti tipici per lo sviluppo di abilità comunicative.

La verifica del raggiungimento degli obiettivi consiste nelle valutazioni d'esame, laddove la presentazione dei risultati sia parte essenziale della prova d'esame, oltre che nella valutazione globale del candidato nell'esame di laurea da parte della commissione. Le abilità relazionali maturate durante stage e tirocini sono evidenziate nelle apposite relazioni predisposte dai tutor previsti.

**5.5 Capacità di apprendimento (learning skills)**

Le conoscenze e capacità di comprensione, le capacità di applicare conoscenza e comprensione e l'autonomia di giudizio devono portare alla capacità di apprendere, ossia il riconoscimento della necessità di un apprendimento autonomo durante tutto l'arco della vita. In particolare:

- AP1: La capacità di apprendimento e di aggiornamento autonomo e continuo nell'area ingegneristica di riferimento.
- AP2: Conduzione di ricerche bibliografiche mediante le principali risorse (biblioteche, banche dati scientifici, ecc.) e uso in modo critico di strumenti basati su Intelligenza Artificiale Generativa (GenAI);
- AP3: Apprendimento Basato su Progetti e Problemi (Problem Based Learning PBL): capacità di apprendere attraverso metodi didattici basati su progetti e risoluzione di problemi reali.

La verifica della capacità di apprendimento avviene mediante la redazione e la presentazione di elaborati/relazioni a conclusione

**ART. 5 Risultati di apprendimento attesi**

delle esercitazioni, delle attività dei team studenteschi e, infine, mediante la discussione della tesi di laurea.

**ART. 6 Conoscenze richieste per l'accesso**

Per essere ammessi al Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Energetica occorre il rispetto dei REQUISITI CURRICULARI e sarà verificata la PREPARAZIONE PERSONALE.

Le conoscenze richieste per l'accesso saranno verificate da una apposita Commissione nominata dal Consiglio del Corso di Laurea.

Per rispettare i REQUISITI CURRICULARI, il candidato deve essere in possesso della Laurea in una delle seguenti classi:

- Classe L-7 "Ingegneria Civile e Ambientale" DM270/04
- Classe L-8 "Ingegneria dell'Informazione" DM270/04
- Classe L-9 "Ingegneria Industriale" DM270/04

Il candidato può anche essere in possesso di altro titolo di laurea acquisito in Italia o all'estero e riconosciuto idoneo, ossia almeno di livello 6 E.Q.F. (European Qualification Framework).

I requisiti curriculari saranno valutati in base ai Crediti Formativi (CFU) sostenuti per le seguenti aree:

- Discipline nell'ambito di Matematica, Informatica e Statistica
- Discipline nell'ambito di Fisica e Chimica;
- Discipline nell'ambito di Ingegneria Meccanica;
- Discipline nell'ambito di Ingegneria Energetica e Aerospaziale;
- Discipline nell'ambito di Ingegneria Elettrica.

La verifica della PREPARAZIONE PERSONALE sarà effettuata da un'apposita commissione nominata dal Consiglio del Corso di Studio (CdS). Tale verifica è

finalizzata ad accertare la padronanza dei metodi e dei contenuti fondamentali nelle discipline propedeutiche all'ingegneria energetica.

Le modalità di verifica della preparazione personale e dei requisiti curriculari saranno definite dal Consiglio del Corso di Laurea e quindi saranno indicate nel regolamento didattico del corso di studio e pubblicate sulle pagine web del Corso di Studio.

È inoltre richiesta una CONOSCENZA DELLA LINGUA INGLESE di livello B2 corrispondente a utenti autonomi della lingua, che sono in grado di comprendere le idee principali di testi complessi e si trovano a proprio agio in un ambiente di lingua inglese.

È altresì richiesta una CONOSCENZA DELLA LINGUA ITALIANA di livello B2 per gli studenti che non hanno svolto un ciclo di istruzione presso una Scuola italiana.

Nel caso di trasferimento di studenti da un CdS Magistrale all'altro, ovvero da altre Università all'Università di Firenze il Regolamento didattico assicura il riconoscimento del maggior numero possibile di CFU già maturati dallo studente anche ricorrendo a colloqui integrativi per la verifica delle conoscenze effettivamente possedute (come da DM n. 1649 del 19-12-2023 Art.3 comma 11. Per trasferimento da CdS della Classe di Laurea LM30, il Regolamento didattico disciplina la quota dei CFU relativa ad un dato Settore Scientifico Disciplinare direttamente riconosciuta; tale quota non sarà comunque inferiore al 50% come stabilito dal DM n. 1649 del 19-12-2023 Art.3 comma 12.

## **ART. 7 Caratteristiche della prova finale**

Per essere ammesso alla prova finale lo studente deve avere acquisito tutti i crediti nelle restanti attività formative previste dal Regolamento didattico del Corso.

La prova finale del corso di laurea magistrale in Ingegneria Energetica è progettata per valutare la maturità, l'autonomia e la capacità dello studente di condurre un lavoro originale di alta qualità. L'obiettivo della prova

finale è quello di dimostrare la competenza dello studente ad applicare le conoscenze acquisite durante il corso di studi, applicate ad un problema specifico dell'ingegneria energetica. La tesi deve rappresentare un contributo originale, sia dal punto di vista teorico che pratico, evidenziando l'abilità dello studente di svolgere ricerche indipendenti, analizzare dati e proporre soluzioni innovative.

La prova finale porta alla realizzazione di una tesi che deve essere di qualità ed elaborato in modo originale dallo studente sotto la guida di almeno due docenti universitari; qualora tale attività sia condotta esternamente, presso aziende e/o enti ( tirocinio esterno), ai relatori universitari si affianca, di norma, uno o più esperti aziendale che svolgono le funzioni di tutore. Il laureando svolge la tesi applicando metodologie avanzate, collegate ad attività di ricerca o di innovazione tecnologica, raggiungendo nello specifico settore di approfondimento competenze complete ed autonomia di giudizio e dimostrando la padronanza degli argomenti, la capacità di operare in modo autonomo ed un adeguato livello di capacità di comunicazione.

Gli studenti hanno accesso alle risorse dell'università, inclusi laboratori, biblioteche, e banche dati, per sostenere la loro ricerca. La tesi può anche far parte di progetti di ricerca più ampi condotti dal dipartimento o in collaborazione con istituzioni accademiche e di ricerca nazionali e internazionali. La tesi può essere redatta sia in italiano, sia in lingua inglese, soprattutto nel caso in cui l'attività sia stata sviluppata nell'ambito di un programma di internazionalizzazione. La tesi può essere redatta in lingua inglese anche in altri casi disciplinati dal Regolamento Didattico come peraltro richiamato dal DM n. 1649 del 19-12-2023 Art.3 comma 9.

La discussione della tesi avviene in una sessione pubblica davanti a una commissione composta da docenti del corso ed esperti del settore. Durante la discussione, lo studente deve dimostrare la propria competenza nell'argomento trattato e rispondere a domande pertinenti. In caso di accordi internazionali la tesi potrà essere condotta in co-tutela ed essere svolta in collaborazione con una azienda, consentendo al laureando una esperienza assimilabile nella sostanza al tirocinio ed impegnandolo complessivamente per una congrua quantità di CFU. La discussione della Tesi davanti alla Commissione può

essere effettuata sia in lingua italiana che in inglese.

La valutazione della tesi, effettuata dalla Commissione di Laurea, si basa su vari criteri, tra cui l'originalità del lavoro, la profondità dell'analisi, la chiarezza espositiva, la capacità di sintesi e la qualità delle risposte fornite durante la discussione. La prova finale contribuisce significativamente al voto di laurea. La commissione assegna un punteggio che tiene conto del lavoro di tesi e della discussione. Il voto di laurea è determinato dal Regolamento Didattico e tiene conto della media pesata dei voti degli esami e del punteggio della prova finale e del tempo impiegato per completare il percorso didattico. La commissione potrà tener conto della partecipazione del candidato a specifiche attività formative integrative affini al Corso di studi.

## **ART. 8 Sbocchi Professionali**

**P1: Progettista e sviluppatore di macchine (turbomacchine e macchine volumetriche) e motori primi in ambito industriale ed aeronautico, indirizzato anche a realizzazioni di elevata complessità e innovazione**

### **8.1 Funzioni**

La figura professionale del progettista e sviluppatore di macchine (turbomacchine e macchine volumetriche) e motori primi in ambito industriale ed aeronautico è in grado di ideare, pianificare e progettare macchinari, sistemi, processi e servizi complessi e innovativi. Questa figura si focalizza in particolare sullo sviluppo e progettazione delle macchine a fluido, combinando un profilo interdisciplinare con la capacità di gestire esperimenti complessi. Possiede inoltre conoscenze nel campo dell'organizzazione aziendale e utilizza fluentemente, in forma scritta e orale, almeno una lingua dell'Unione Europea oltre all'italiano, con particolare attenzione ai lessici disciplinari.

## **ART. 8 Sbocchi Professionali**

### **8.2 Competenze**

Il progettista e sviluppatore di macchine e motori primi acquisisce competenze specifiche nei seguenti ambiti:

- **Progettazione di macchine:** Utilizzo di strumenti fisico-matematici e numerici per modellazione e simulazione (CAD, FEM, CFD, ecc.).
- **Produzione industriale:** Ingegnerizzazione di processi e conoscenze di economia e organizzazione aziendale.
- **Macchine a fluido:** Progettazione meccanica e fluidodinamica di turbomacchine e macchine volumetriche.
- **Termo-fluidodinamica:** Conoscenze avanzate in questo campo specifico.
- **Scelta tecnologica:** Capacità di selezionare criticamente le migliori alternative tecnologiche.
- **Strumenti e sistemi di misura:** Progettazione e gestione di strumenti e sistemi di misura.
- **Esperimenti complessi:** Capacità di condurre e interpretare esperimenti su componenti e macchine di elevata complessità.

### **8.3 Sbocco**

I laureati con questo profilo professionale potranno trovare impiego principalmente nei seguenti ambiti:

- **Industrie di sviluppo e produzione:** Progettazione e produzione di macchine e impianti meccanici, con un focus particolare sulle macchine a fluido.
- **Amministrazioni pubbliche e imprese di servizi:** Verifica di componenti di impianti energetici complessi, gestione e manutenzione avanzata.
- **Studi tecnici e professionali:** Studio, progettazione e manutenzione di impianti motori civili e industriali, anche di elevata complessità e innovazione.
- **Spin-off accademici e start-up:** Sviluppo di progetti e prodotti

## **ART. 8 Sbocchi Professionali**

innovativi.

- Università, enti e centri di ricerca: CNR, ENEA, e altri istituti tecnici e professionali.

Il profilo è inoltre adatto per intraprendere un corso di dottorato nell'ambito dell'ingegneria industriale a livello nazionale e internazionale.

### **P2: Progettista e Specialista di sistemi energetici, con competenze avanzate nelle tecnologie energetiche, inclusi i sistemi rinnovabili e l'efficienza energetica.**

#### **8.4 Funzioni**

Il Progettista e Specialista nei sistemi energetici è una figura professionale in grado di ideare, pianificare e gestire sistemi e processi energetici complessi e innovativi. Questo ruolo richiede una profonda conoscenza delle tecnologie energetiche, comprese quelle rinnovabili, e delle metodologie di gestione dell'energia. Il Progettista e Specialista nei sistemi energetici deve inoltre essere capace di progettare e gestire esperimenti complessi nel campo energetico, avere competenze nell'organizzazione aziendale e utilizzare fluentemente, in forma scritta e orale, almeno una lingua dell'Unione Europea oltre all'italiano, con particolare riferimento ai lessici disciplinari.

#### **8.5 Competenze**

Il Progettista e Specialista nei sistemi energetici acquisisce competenze specifiche nei seguenti ambiti:

- Conoscenza approfondita dei processi di ingegnerizzazione e delle pratiche di gestione e manutenzione degli impianti energetici.
- Analisi energetiche dettagliate e valutazione dell'efficienza dei sistemi energetici.
- Gestione dell'energia: Conoscenze avanzate nelle tecnologie energetiche e nelle metodologie di gestione dell'energia, comprese

**ART. 8 Sbocchi Professionali**

le fonti rinnovabili.

- Progettazione avanzata di impianti per la produzione di energia, con particolare attenzione alle tecnologie per l'energia rinnovabile.
- Capacità di progettare sistemi energetici complessi, integrando macchine e componenti correlati.
- Scelta e dimensionamento accurato di motori e altre apparecchiature critiche.
- Progettazione e modellazione: Utilizzo di strumenti fisico-matematici e numerici per modellazione e simulazione di sistemi energetici.
- Impatto ambientale: Capacità di valutare e minimizzare l'impatto ambientale dei sistemi energetici.
- Strumenti e sistemi di misura: Progettazione e gestione di strumenti e sistemi di misura nel campo energetico.

**8.6 Sbocco**

I laureati con questo profilo professionale potranno trovare impiego principalmente nei seguenti ambiti:

- Industrie energetiche: Sviluppo, progettazione e gestione di impianti energetici, con un focus sulle tecnologie rinnovabili e sostenibili.
- Utility e servizi energetici: Pianificazione e gestione dei servizi energetici, efficienza energetica e sostenibilità.
- Amministrazioni pubbliche e imprese di servizi: Verifica, gestione e manutenzione avanzata di impianti energetici complessi.
- Studi tecnici e professionali: Progettazione e consulenza in ambito energetico, compresi i sistemi di gestione energetica e le valutazioni di impatto ambientale.
- Spin-off accademici e start-up: Sviluppo di progetti e soluzioni innovative nel campo dell'energia.
- Università, enti e centri di ricerca: CNR, ENEA, e altri istituti tecnici e professionali.

## **ART. 8 Sbocchi Professionali**

Il profilo è inoltre in linea con i requisiti necessari per intraprendere in maniera proficua un corso di Dottorato nell'ambito dell'ingegneria Industriale in campo nazionale ed internazionale.

**P3: Progettista e Specialista di sistemi elettrici complessi, con focus sulla progettazione, analisi, integrazione e gestione delle energie rinnovabili e sull'ottimizzazione dell'efficienza e della sicurezza delle reti elettriche.**

### **8.7 Funzioni**

Il Progettista e Specialista in Energia elettrica: progetta e sviluppa sistemi elettrici complessi per applicazioni industriali, commerciali e residenziali. Inoltre, svolge analisi approfondite delle reti e dei sistemi elettrici, con particolare attenzione all'integrazione delle fonti rinnovabili. Infine, gestisce e coordina la distribuzione e la trasmissione dell'energia elettrica, considerando aspetti di efficienza energetica, sostenibilità e integrazione con le energie rinnovabili.

### **8.8 Competenze**

Il Progettista e Specialista in energia elettrica acquisisce competenze specifiche nei seguenti ambiti:

- Conoscenze avanzate nella progettazione e nell'ottimizzazione di sistemi elettrici complessi.
- Capacità di analizzare e valutare la stabilità, la sicurezza e l'efficienza delle reti e dei sistemi elettrici.
- Competenza nell'applicazione di tecnologie innovative per l'integrazione delle energie rinnovabili nelle reti elettriche.
- Utilizzo di strumenti avanzati di simulazione e modellazione per la progettazione e l'analisi dei sistemi elettrici.
- Conoscenza delle normative e delle regolamentazioni nel settore dell'energia elettrica.

**ART. 8 Sbocchi Professionali****8.9 Sbocco**

Il profilo formato troverà principalmente impiego nei seguenti ambiti:

- Impieghi presso aziende di produzione, distribuzione e gestione dell'energia elettrica.
- Ruoli in studi di consulenza e progettazione per la realizzazione di impianti elettrici complessi.
- Lavoro presso enti pubblici e privati per la gestione e la manutenzione delle reti elettriche.
- Coinvolgimento in progetti di ricerca e sviluppo nel settore dell'energia elettrica e delle tecnologie sostenibili.
- Spin-off Accademici o Start-up finalizzate allo sviluppo di progetti e prodotti innovativi.
- Università, Enti e Centri di Ricerca (CNR, ENEA, ecc.), istituti tecnici e professionali.
- Il profilo è inoltre in linea con i requisiti necessari per intraprendere in maniera proficua un corso di Dottorato nell'ambito dell'ingegneria Industriale in campo nazionale ed internazionale.

**Il corso prepara alle**

Classe		Categoria		Unità Professionale	
2.2.1	Ingegneri e professioni assimilate	2.2.1.1	Ingegneri energetici e meccanici	2.2.1.1.4	Ingegneri energetici e nucleari

**ART. 9 Quadro delle attività formative**

**LM-30 R - Ingegneria energetica e nucleare**

Tipo Attività Formativa: <b>Caratterizzante</b>			CFU		GRUPPI	SSD	
Ingegneria energetica e nucleare			48	72		ING-IND/08	MACCHINE A FLUIDO
						ING-IND/09	SISTEMI PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE
						ING-IND/10	FISICA TECNICA INDUSTRIALE
						ING-IND/11	FISICA TECNICA AMBIENTALE
						ING-IND/32	CONVERTITORI, MACCHINE E AZIONAMENTI ELETTRICI
						ING-IND/33	SISTEMI ELETTRICI PER L'ENERGIA
<b>Totale Caratterizzante</b>		<b>48</b>	<b>72</b>				

Tipo Attività Formativa: <b>Affine/Integrativa</b>			CFU		GRUPPI	SSD	
Attività formative affini o integrative			12	36			
<b>Totale Affine/Integrativa</b>		<b>12</b>	<b>36</b>				

Tipo Attività Formativa: <b>A scelta dello studente</b>			CFU		GRUPPI	SSD	
A scelta dello studente			9	12			
<b>Totale A scelta dello studente</b>		<b>9</b>	<b>12</b>				

INGEGNERIA ENERGETICA

Tipo Attività Formativa: <b>Lingua/Prova Finale</b>			CFU		GRUPPI	SSD
Per la prova finale			12	30		
<b>Totale Lingua/Prova Finale</b>	<b>12</b>	<b>30</b>				

Tipo Attività Formativa: <b>Altro</b>			CFU		GRUPPI	SSD
Ulteriori conoscenze linguistiche			0			
Abilità informatiche e telematiche			0	3		
Tirocini formativi e di orientamento			0	12		
Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro			0	3		
<b>Totale Altro</b>	<b>3</b>	<b>18</b>				

<b>Totale generale crediti</b>	<b>84</b>	<b>168</b>
--------------------------------	-----------	------------

### **ART. 10 Nota relativa ai crediti delle altre attività**

L'incremento dei crediti assegnati per la prova finale rispetto al minimo è previsto che possa essere utilizzato per facilitare la collaborazione con Atenei stranieri, per il conferimento di un doppio titolo o di un titolo congiunto. Qualora si manifestasse tale necessità, i crediti assegnati alle "Ulteriori attività formative (art. 10, comma 5, lettera d)" saranno ridotti in modo che questi crediti e quelli attribuiti alla prova finale sommino complessivamente a 30 CFU.

**ART. 11 Descrizione sintetica delle attività affini e integrative**

L'ingegnere energetico magistrale sviluppa competenze che gli permettono di assumere e coordinare le principali funzioni aziendali in relazione alla diversificazione e specializzazione dei ruoli previsti. È pertanto fondamentale che completi il proprio percorso formativo con attività affini ed integrative, in dipendenza del diverso ruolo che andrà ad assumere, che permettano un approfondimento metodologico e contenutistico e una maggiore interazione con altre figure professionali con profili complementari. Tali attività ricomprendono il diritto industriale, la fluidodinamica; le misure meccaniche, termiche ed elettriche; la propulsione aerospaziale; la meccanica applicata; la progettazione meccanica; la statistica; l'economia e l'ingegneria economico gestionale; i processi chimici e produttivi, la fisica avanzata, le metodologie di modellazione ed ottimizzazione matematica, la probabilistica e la statistica, l'organizzazione dei processi produttivi e gestione aziendale, elementi di elettronica, automatica, mecatronica e robotica, l'analisi dei trasporti e gli elementi costruttivi-civili integrati; produzione e consumo dell'energia. Sono altresì auspicabili conoscenze e competenze trasversali che consentano di affinare le capacità cooperativa e narrativa, la capacità di affrontare la complessità dei processi energetici e della progettazione concorrente.

Inoltre, il Consiglio del Corso di Studio (CdS) prevede di formare una pluralità di profili professionali e a tal fine saranno specificati in regolamento un congruo numero di curricula (percorsi) atti a soddisfare i diversi obiettivi formativi previsti per ciascun profilo professionale.