

Università degli Studi di Firenze
Ordinamento didattico
del Corso di Laurea Magistrale
in MECHANICAL ENGINEERING FOR SUSTAINABILITY

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

Regolamento didattico - anno accademico 2025/2026

ART. 1 Premessa

Denominazione del corso	MECHANICAL ENGINEERING FOR SUSTAINABILITY
Denominazione del corso in inglese	
Classe	LM-33 Classe delle lauree magistrali in Ingegneria meccanica
Facoltà di riferimento	INGEGNERIA
Altre Facoltà	
Dipartimento di riferimento	Ingegneria Industriale
Altri Dipartimenti	
Durata normale	2
Crediti	120
Titolo rilasciato	Laurea Magistrale in MECHANICAL ENGINEERING FOR SUSTAINABILITY
Titolo congiunto	No
Atenei convenzionati	
Doppio titolo	
Modalità didattica	Blended

MECHANICAL ENGINEERING FOR SUSTAINABILITY

Lingua/e di erogaz. della didattica	INGLESE
Sede amministrativa	
Sedi didattiche	
Indirizzo internet	https://www.ing-mes.unifi.it/
Ulteriori informazioni	
Il corso è	Corso di nuova istituzione
Data di attivazione	
Data DM di approvazione	
Data DR di approvazione	
Data di approvazione del consiglio di	
Data di approvazione del senato accademico	22/12/2021
Data parere nucleo	
Data parere Comitato reg. Coordinamento	20/12/2021
Data della consultazione con le organizzazioni rappresentative a livello locale della produzione, servizi,	29/04/2021
Massimo numero di crediti riconoscibili	24
	INGEGNERIA MECCANICA INGEGNERIA MECCANICA

Corsi della medesima classe	MECHANICAL ENGINEERING FOR SUSTAINABILITY
Numero del gruppo di affinità	1

ART. 2 Consultazione con le organizzazioni rappresentative - a livello nazionale e internazionale - della produzione di beni e servizi, delle professioni (Istituzione del corso)

Il 'Consiglio Unico dei Corsi di Studio di Ingegneria Industriale' si è già da tempo dotato di un 'Comitato di Indirizzo' che raccoglie numerose aziende interessate agli esiti della formazione degli Ingegneri Industriali e Meccanici. Il Comitato annovera molteplici associazioni ed aziende, rappresentative a livello regionale, fra cui alcune industrie di spessore internazionale con sede in Toscana, e viene convocato su base regolare annuale per discutere di tutte le tematiche formative e di integrazione fra Università e mondo del lavoro. I suoi membri sono: Associazione Industriali Provincia di Firenze, Associazione Italiana di Elettrotecnica, Elettronica, Automazione, Informazione e Telecomunicazione (AEIT), Unione Industriali di Prato, Ordine Periti Industriali della Provincia di Firenze, Associazione per l'Impresa (API Territoriale FI-PO-PT), Associazione Professionale Italiana Consulenti di Management (APCO), Ordine degli Ingegneri della Provincia di Firenze, Agenzia Nazionale per la Sicurezza Ferroviaria, Hitachi Rail S.p.A., Baker Hughes S.p.A., Ely Lilli S.p.A., UNITECH Textile Machinery S.p.A., F.M.V. Trasmissioni Meccaniche S.n.C., Rete Ferroviaria Italiana S.p.A. (Direzione Regionale Toscana), Consorzio Sviluppo Aree Geotermiche (COSVIG), QuEST-Global, Sirio Sistemi Elettronici S.p.A., Gruppo CFT, Prada, Piaggio & C. S.p.A, Vitesco Technologies Italy S.r.l, Pierburg Pump Technology Italy Spa (Gruppo KSPG/Rheinmetall Automotive).

La proposta di costituzione di un nuovo Corso di Studi in lingua inglese sul tema della sostenibilità nel settore dell'ingegneria meccanica è stata

presentata al Comitato di Indirizzo durante la riunione del 29.04.2021, riscontrando una risposta ampiamente positiva in quanto la tematica della sostenibilità è pervasiva del contesto industriale dove mancano figure professionali con una formazione adeguata. I membri del Comitato di Indirizzo si sono dichiarati disponibili a fornire supporto e competenze per arricchire l'esperienza degli studenti sia partecipando alle attività formative presso la sede del Corso sia ospitando studenti per tirocini curriculari ed attività di tesi.

In una fase successiva ad una prima definizione dei profili professionali e dei saperi mediante i descrittori di Dublino, si è inviato un questionario a tutti membri del Comitato di Indirizzo di Area Industriale, per verificare in modo più puntuale l'allineamento dei risultati intermedi della progettazione con le richieste delle industrie e del mondo produttivo. Il questionario è stato anche distribuito ad aziende non facenti parte del Comitato di Indirizzo di Area Industriale ma operanti in settori di possibile sbocco occupazionale per le figure professionali che si intendono formare. Tramite questa iniziativa sono arrivate le risposte di Ducati Motor Holding e della Città Metropolitana di Firenze. Le risposte hanno fornito spunti e suggerimenti recepiti in fase di progettazione di dettaglio del Corso di Studi ed hanno confermato l'interesse e la validità della proposta già riscontrati nella riunione di Aprile 2021.

Un'ulteriore riunione del Comitato di Indirizzo si è tenuta il giorno 29.11.2021, a conclusione dell'iter di progettazione del Corso di Studi, per presentare il quadro delle attività formative, che permetteranno allo studente l'acquisizione dei risultati di apprendimento attesi. I partecipanti hanno apprezzato il lavoro svolto e hanno confermato l'interesse a partecipare alle attività formative con le modalità già manifestate durante la precedente riunione.

Si allegano i verbali delle riunioni del comitato di indirizzo e i questionari compilati dalle parti interessate

Data del 29/04/2021

ART. 3 Sintesi del parere del comitato regionale di coordinamento

COMITATO REGIONALE DI COORDINAMENTO
DELLE UNIVERSITA' TOSCANE

Verbale dell'adunanza del 20 dicembre 2021

Il giorno lunedì 20 dicembre 2021, alle ore 10.00, si è riunito in modalità telematica il Comitato Regionale di Coordinamento delle Università della Toscana per discutere il seguente ordine del giorno:

1. Università degli studi di Firenze:

Scuola di Architettura

- Laurea in "Design Tessile e Moda" (classe L-4)

Scuola di Economia e Management

- Laurea in "Social Innovation and Societal Challenges. Management and Policies for Well- Being" (classe L-18)

Scuola di Ingegneria

- Laurea Magistrale in "Mechanical Engineering for Sustainability" (classe LM-33)

OMISSIS

1. Università degli studi di Firenze:

Scuola di Architettura

- Laurea in "Design Tessile e Moda" (classe L-4)

Scuola di Economia e Management

- Laurea in "Social Innovation and Societal Challenges. Management and

Policies for Well- Being” (classe L-18)

Scuola di Ingegneria

- Laurea Magistrale in “Mechanical Engineering for Sustainability” (classe LM-33)

Il Comitato Regionale di Coordinamento

ESPRIME

Parere favorevole su tutte le proposte presentate dall'Università degli Studi di Firenze.

OMISSIS

Alle ore 12:00, essendo esaurita la trattazione degli argomenti all'ordine del giorno, si dichiara chiusa la seduta. Della medesima viene redatto verbale, che viene confermato e sottoscritto come segue.

Il Presidente

Prof. Paolo Maria Mancarella

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

Il Corso di Laurea Magistrale in Mechanical Engineering for Sustainability ambisce a formare figure professionali di alto livello su due piani sinergici e complementari. Da un punto di vista tecnico ed ingegneristico si intende fornire competenze verticali avanzate sulle tecnologie attuali per la progettazione di prodotti e sistemi sostenibili. Da un punto di vista scientifico e metodologico si intende fornire competenze orizzontali che permettano ai laureati di evolvere, accompagnare e contribuire alla enorme crescita del settore, prospettata per i decenni futuri.

Obiettivi Formativi

Il Corso di Laurea Magistrale di Mechanical Engineering for Sustainability forma figure professionali di alto livello dotate di un'ampia conoscenza normativa e metodologica interdisciplinare nel settore della sostenibilità e dell'economia circolare applicata al settore dell'ingegneria industriale, di

padronanza delle metodologie di valutazione analitica del ciclo vita, delle fonti di energia rinnovabili, delle competenze approfondite a livello di simulazione numerica e di indagine sperimentale per creazione di prodotti e servizi, nonché di strumenti manageriali per gestire la transizione ecologica delle aziende e per coordinare al loro interno progetti sul tema della sostenibilità.

Oltre alle competenze tecniche e di gestione, la formazione dei laureati magistrali ha anche l'obiettivo di fornire competenze trasversali, utili nella vita lavorativa quotidiana, quali, a titolo non esaustivo, la capacità di presentare il proprio lavoro, di essere in grado di lavorare in team, di coordinare un piccolo gruppo di lavoro, e la capacità di scrivere un documento tecnico o proposta progettuale. Infine, la formazione proposta intende anche fornire le competenze necessarie per identificare in modo autonomo il bisogno di ulteriore formazione le relative conoscenze e poi di apprendere in modo autonomo tali conoscenze.

Il laureato in Mechanical Engineering for Sustainability saprà applicare i metodi appresi nel corso degli studi e contribuire in modo innovativo allo sviluppo di prodotti e servizi sostenibili, declinati nelle aree ingegneristiche della progettazione e costruzione di macchine, energia e mobilità. In tutti questi ambiti applicativi dovrà saper cogliere le intrinseche multidisciplinarietà legate alle applicazioni, mettendo a frutto l'approccio interdisciplinare ricevuto sperimentato durante la formazione.

Il Percorso Formativo

Il corso di studio prevede un primo anno con attività formative comuni e la successiva differenziazione in più curricula attivati sulle tematiche della progettazione meccanica, dell'energia e dei nuovi sistemi di mobilità sostenibile. Questa organizzazione permette di formare sia profili professionali ad elevata specializzazione su un curriculum, che profili capaci di unire le conoscenze tipiche di un curriculum ad altre più trasversali e comuni a vari ambiti applicativi.

Nel primo anno di corso viene introdotto il concetto di sostenibilità e presentato il quadro normativo di riferimento, vengono forniti gli strumenti metodologici per operare nel contesto dell'economia circolare e quelli per effettuare valutazioni quantitative sul ciclo vita di un prodotto o di un processo così come le conoscenze di base sull'impiego sostenibile ed

efficiente delle risorse energetiche. Una parte delle materie fornirà conoscenze e competenze trasversali, di natura tecnica e non. Fra quest'ultime saranno curate in modo particolare le capacità di comunicazione. Fino dal primo anno saranno previste attività laboratoriali sia individuali che di gruppo.

Nel corso del secondo anno saranno impartite conoscenze tecnico-scientifiche specifiche all'area di specializzazione scelta dallo studente. Ciascuna di queste aree ha un'impronta fortemente interdisciplinare, che si riflette nell'offerta degli insegnamenti. Nell'area della progettazione meccanica saranno approfonditi gli strumenti di progettazione numerica avanzata e quelli di analisi del ciclo vita, oltre agli strumenti e metodi per la ricostruzione ed elaborazione della geometria, anche con riferimento alle più moderne tecniche di produzione. Nell'area dell'energia saranno approfonditi gli specifici strumenti di modellazione numerica e indagine sperimentale, gli aspetti di generazione e gestione legati alle energie rinnovabili e alla loro integrazione con i sistemi convenzionali, le caratteristiche dei sistemi di propulsione basati su macchine termiche e ibride, la valutazione degli impatti ambientali dei sistemi energetici e di propulsione. Nell'area della mobilità saranno presentate le tecniche di progettazione sia strutturali numeriche che relative al fine vita del prodotto, le principali architetture veicolo e dei relativi sottosistemi funzionali e relativi componenti, le tecniche sperimentali nell'ambito dei veicoli, il sistema mobilità e l'integrazione del veicolo al suo interno.

Oltre al completamento della formazione, nel secondo anno sarà anche sviluppato un percorso di maturazione ed accompagnamento verso l'inserimento nel mondo del lavoro. Questo percorso inizierà con un project work interdisciplinare, specifico per ogni percorso, svolto in collaborazione con aziende, per continuare con il tirocinio curriculare e la tesi, che occuperanno la maggior parte della seconda parte dell'ultimo anno. Con la tesi lo studente deve dimostrare di aver raggiunto un elevato grado di maturità e di autonomia, elaborando un documento i cui contenuti devono avere caratteristiche di originalità.

Previa presentazione di un piano di studio, lo studente potrà svolgere attività formativa (esami e tesi) all'estero nell'ambito di programmi di internazionalizzazione Erasmus+. L'erogazione della didattica in lingua

inglese faciliterà tali scambi, attraendo studenti stranieri e permettendo di raggiungere un equilibrio dei numeri in ossequio alla reciprocità cui attualmente si tende.

Le modalità e gli strumenti didattici con cui i risultati di apprendimento attesi vengono conseguiti sono: lezioni ed esercitazioni in aula; attività di laboratorio che uniscono momenti di formazione frontale ad applicazioni pratiche di gruppo assistite (simulative, di analisi di casi, progettuali, informatiche, strumentali e sperimentali); visite tecniche; stages presso aziende, enti pubblici, e anche altre università e centri di ricerca, in Italia o all'estero. Il Corso di Studio erogherà le attività formative in modalità mista (blended), facendo uso di strumenti telematici. La didattica a distanza sarà utilizzata per i 2/3 delle attività formative per i project work, mentre sarà limitata a massimo 1/3 del totale delle attività formative per gli altri insegnamenti. La modalità telematica consentirà di attivare numerosi benefici ed opportunità per gli studenti: introduzione all'utilizzo di strumenti di lavoro collaborativo online in uso in ambito industriale; una più facile interazione con il mondo industriale per alcune attività formative (per esempio i project work); maggiore facilità di accesso ai contenuti didattici da parte di studenti lavoratori e studenti stranieri; coinvolgimento nelle attività formative di docenti di sedi estere, esperti in specifiche tematiche.

Le modalità con cui i risultati di apprendimento attesi sono verificati consistono in:

- valutazioni formative (prove in itinere intermedie), intese a rilevare l'andamento della classe e l'efficacia dei processi di apprendimento, svolte in misura concordata e pianificata, sulla base di assegnazioni di compiti individuali o di gruppo - in quest'ultimo caso ricorrendo anche a metodologie innovative di Peer-to-Peer (P2P) student evaluation.
- esami di profitto, finalizzati a valutare e quantificare con un voto il conseguimento degli obiettivi complessivi dei corsi, che certificano il grado di preparazione individuale degli studenti e possono tener conto delle eventuali valutazioni formative e certificative svolte in itinere.

ART. 5 Risultati di apprendimento attesi

5.1 Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding)

Conoscenza e comprensione:

Le competenze individuate per i ruoli formati si declinano nelle conoscenze e capacità di comprensione seguenti, che estendono e rafforzano quelle tipicamente associate al primo ciclo e consentono di elaborare e applicare idee originali:

cc1 La conoscenza multidisciplinare normativa, metodologica, tecnologica e strumentale del contesto relativo alla transizione ecologica di sistemi, servizi e prodotti.

cc2 La conoscenza sistemica delle metodologie, tecnologie e degli aspetti chiave della valutazione del ciclo vita di un prodotto, processo o servizio.

cc3 La conoscenza delle tecnologie relative al fine vita dei prodotti per il loro trattamento in ottica di re-use, re-manufacturing e riciclaggio.

cc4 La conoscenza di strumenti avanzati di progettazione (meccanica, termo-fluidodinamica, elettrica o multi-fisica) per la modellazione e la simulazione numerica di componenti o sistemi.

cc5 La conoscenza di sistemi e metodi per la rappresentazione virtuale la modellazione e la ricostruzione geometrica 2D e 3D.

cc6 La conoscenza dei fenomeni termodinamici, termo-fluidodinamici, termo-chimici ed elettrici alla base dei principali sistemi di conversione energetica.

cc7 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

cc8 La conoscenza del sistema mobilità, dei suoi elementi

ART. 5 Risultati di apprendimento attesi

costitutivi e degli strumenti per la sua caratterizzazione e descrizione.

cc9 La conoscenza dei veicoli e delle loro caratteristiche tecniche e costruttive, per lo sviluppo di una mobilità sostenibile.

cc10 La conoscenza di metodi per la pianificazione e lo svolgimento di attività sperimentali di elevata complessità per l'analisi di componenti e sistemi.

cc11 La conoscenza degli strumenti per l'analisi statistica (descrittiva ed inferenziale) dei dati e per la loro elaborazione anche mediante intelligenza artificiale.

cc12 La conoscenza di elementi della gestione delle imprese e dei relativi processi decisionali e organizzativi, anche con riferimento alla gestione dell'innovazione.

cc13 La conoscenza delle metodiche e degli strumenti per lo sviluppo di un'attività lavorativa di tipo cooperativo.

La conoscenza e capacità di comprensione è sviluppata essenzialmente con gli strumenti didattici sia 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, fra cui, a titolo di esempio, il modello flipped classroom, in cui i contenuti tipici delle lezioni frontali sono registrati e messi a disposizione degli studenti, perché vengano assimilati prima della lezione in aula, mentre le ore di didattica frontale verranno utilizzate per chiarimenti, esercitazioni e discussione sui risultati delle esercitazioni. Per facilitare la discussione, particolarmente in contesti con numerosità superiore a qualche decina di partecipanti, saranno utilizzati anche strumenti dedicati, quali gli student response system (e.g. Wooclap). In questo modo si ritiene di facilitare ed accelerare il percorso di apprendimento di conoscenze e competenze, nonché della loro applicazione e dello sviluppo dell'autonomia

ART. 5 Risultati di apprendimento attesi

dello studente. Il processo di apprendimento e maturazione sarà completato dalla predisposizione dell'elaborato finale di tesi.

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)

Capacità di applicare conoscenza e comprensione:

Il “sapere” sopra enunciato deve portare ad una capacità di applicare 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, come sotto articolato:

ca1 La capacità di identificare, formulare e risolvere problemi di ingegneria industriale, definendo le specifiche, vincoli tecnici, sociali, ambientali e commerciali.

ca2 La capacità di realizzare progetti ingegneristici, lavorando in un'ambiente multidisciplinare.

ca3 La capacità di scegliere e applicare metodi per lo sviluppo di nuovi processi, sistemi e componenti, con particolare riferimento al tema della sostenibilità.

ca4 La capacità approfondita di condurre esperimenti complessi e di gestire strumentazione e software avanzati.

ca5 La capacità di combinare teoria e pratica per individuare e risolvere problemi di ingegneria multidisciplinari, tenendo conto dei vincoli anche di natura non tecnica.

ca6 La capacità di gestire progetti ed organizzazioni complesse e multidisciplinari per rendere sostenibile il loro sviluppo.

ART. 5 Risultati di apprendimento attesi

La capacità di applicare conoscenza e comprensione è sviluppata, oltre con l'approccio di didattica innovativa, anche mediante esercitazioni e le attività di project work previste in ogni percorso e differenziate in base alle tematiche dei percorsi stessi. Il project work sarà un'attività interdisciplinare, prevalentemente di gruppo, volta a favorire l'applicazione delle conoscenze e capacità di comprensione e la loro combinazione per lo sviluppo di soluzioni nel contesto in cui si sta operando. Gli studenti dovranno raggiungere l'obiettivo prefissato lavorando, sotto la supervisione di referenti universitari ed industriali, con livelli crescenti di indipendenza ed effettuando un percorso di maturazione.

La verifica della capacità di applicare conoscenza e comprensione avviene anche tramite esami scritti e orali, relazioni, esercitazioni, ma principalmente in concomitanza con la discussione dell'elaborato dei project work, in occasione del tirocinio nonché dell'elaborazione e discussione della tesi.

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)

Il Corso di Laurea Magistrale in Mechanical Engineering for Sustainability dell'Università di Firenze è progettato perché gli studenti abbiano la capacità di integrare le conoscenze e gestire la complessità, nonché di formulare giudizi sulla base di informazioni limitate o incomplete, includendo la riflessione sulle responsabilità sociali ed etiche collegate all'applicazione delle loro conoscenze e giudizi. Pertanto, il “sapere” ed il “saper fare” devono anche portare a sviluppare le seguenti capacità di autonomia di giudizio:

ART. 5 Risultati di apprendimento attesi

- ag1 La capacità di analizzare autonomamente dati e informazioni, trarre conclusioni oggettive ed assumere decisioni consequenziali.
- ag2 La capacità di cogliere le implicazioni etiche delle scelte progettuali e delle tecnologie impiegate o sviluppate.
- ag3 La capacità di indentificare 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 e nei Project Works 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 Mechanical Engineering for Sustainability dell'Università di Firenze è progettato perché gli studenti sappiano 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.

ART. 5 Risultati di apprendimento attesi

Le abilità comunicative interpersonali sono sviluppate nella partecipazione ad attività di project work, prevalentemente organizzate per gruppi, oltre che nelle attività di apprendimento sperimentale. 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 topici 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. Le attività di tirocinio e Project Work sono, in questo senso, soltanto il primo momento significativo nel quale lo studente deve dimostrare autonomia di iniziativa e implementazione delle proprie conoscenze, posto di fronte a problemi reali non predisposti per lui a fini didattici. In particolare:

- ap1 La capacità di apprendimento e di aggiornamento autonomo e continuo nell'area ingegneristica di riferimento.

ART. 5 Risultati di apprendimento attesi

Un ulteriore ruolo importante nello sviluppo di capacità applicative e capacità e abilità trasversali viene svolto dall'attività di tirocinio o stage, che può essere effettuato presso aziende ed enti esterni, o in laboratori di ricerca pubblici e privati, compresi quelli del corso di studio. Il raggiungimento del relativo obiettivo formativo è verificato sulla base della apposita relazione del tutor previsto. Il lavoro finale di tesi, svolto congiuntamente o separatamente dal tirocinio curriculare, può costituire un altro importante momento finale di verifica delle predette capacità laddove abbia contenuti prevalentemente progettuali e non speculativi.

ART. 6 Conoscenze richieste per l'accesso

Per essere ammessi al corso di laurea magistrale in Mechanical Engineering for Sustainability occorre il rispetto dei REQUISITI CURRICULARI sottoindicati, che verrà verificato da una apposita Commissione nominata dal Consiglio Unico dei Corsi di Studio di Area Industriale:

Possesso della Laurea nella Classe L-7 "Ingegneria Civile e Ambientale" o L-8 "Ingegneria dell'Informazione" o L-9 "Ingegneria Industriale" DM270/04 (o altro titolo acquisito all'estero e riconosciuto idoneo).

È inoltre prevista la verifica della PREPARAZIONE PERSONALE, che accerterà la padronanza di metodi e contenuti nelle discipline propedeutiche dell'ingegneria meccanica. La verifica verterà sulle tematiche della progettazione meccanica, meccanica applicata alle macchine, disegno industriale, macchine, e sistemi energetici.

Le conoscenze richieste per l'accesso saranno pubblicizzate sulle pagine web del Corso di Studio, nella Guida dello Studente e sui canali di comunicazione attivi o attivati in futuro per l'orientamento in ingresso delle future matricole. Le stesse informazioni saranno presentate anche in occasione di tutti gli eventi di orientamento.

ART. 7 Caratteristiche della prova finale

In genere la prova finale può riguardare, a titolo esemplificativo e non esaustivo, un'attività di progettazione o analisi o reingegnerizzazione di un componente, sottosistema o sistema, utilizzando strumenti di analisi e modellazione evoluti appresi durante il percorso formativo magistrale. Essa si conclude con un elaborato il cui obiettivo è quello di verificare la padronanza dell'argomento trattato, la capacità di operare dello studente nonché la sua capacità di comunicazione. L'attività condotta, relazionata nella tesi di laurea, avviene sotto la guida di due docenti universitari; qualora tale attività sia condotta esternamente, presso aziende e/o Enti (tirocinio esterno), ai relatori universitari si affianca, di norma, un esperto aziendale che svolge le funzioni di tutore. Il laureando raggiunge nello specifico settore di approfondimento competenze complete ed autonomia di giudizio, sotto la guida ed in dialettica con i relatori della tesi. Quest'ultima deve essere redatta in lingua inglese, in continuità con la lingua di insegnamento del CdS, applicando le modalità in uso per le comunicazioni tecnico-scientifiche dei più rilevanti contesti di ricerca internazionali. La discussione dovrà avvenire in lingua inglese e l'elaborato di tesi dovrà avere caratteristiche di originalità.

ART. 8 Sbocchi Professionali

PROGETTISTA DI SISTEMI MECCANICI PER LA SOSTENIBILITÀ

ART. 8 Sbocchi Professionali

8.1 Funzioni

Ha il compito di applicare strumenti e metodi avanzati per la progettazione di gruppi, sistemi, impianti meccanici ed impianti robotizzati, anche complessi, che operino preferibilmente nell'ambito di processi sostenibili quali quelli basati sul re-use, il re-manufacturing, il recycling e la transizione ecologica.

8.2 Competenze

Competenza sui metodi e sugli strumenti di analisi del ciclo vita di un prodotto e di progettazione nel contesto dell'economia circolare; sugli strumenti avanzati di definizione dei requisiti funzionali e tecnici, di progettazione strutturale, di modellazione virtuale, di sperimentazione e prototipazione finale; sui fondamenti del re-use, re-manufacturing e recycling, e sugli strumenti di analisi e le relative soluzioni produttive.

8.3 Sbocco

Il profilo formato troverà principalmente impiego nei seguenti ambiti:

Aziende operanti nel settore della progettazione e della produzione di macchine ed impianti meccanici di generica destinazione industriale con particolare riferimento ai settori tecnologici maggiormente presenti nell'area di riferimento quali, a titolo di esempio: meccanica, tessile-moda, energia, cartario, conciario.

Aziende manifatturiere che operano con processi innovativi nel contesto delle tematiche di transizione ecologica ed economia circolare.

Aziende specializzate nella progettazione e realizzazione di sistemi di industrial automation quali Robot e Cobot.

Aziende specializzate nell'implementazione di metodologie e

ART. 8 Sbocchi Professionali

prodotti per Industria 4.0.

Industrie manifatturiere, amministrazioni pubbliche e imprese di servizi laddove si richiedano competenze per la gestione e manutenzione avanzata di impianti meccanici e servizi.

Aziende o Studi tecnici e professionali destinati allo studio, la progettazione e la manutenzione, di impianti meccanici e allo sviluppo di sistemi avanzati di produzione.

Aziende o Studi tecnici e professionali che operano nel settore della prototipazione di prodotto e delle tecnologie additive.

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.

PROGETTISTA DI SISTEMI ENERGETICI PER LA SOSTENIBILITÀ

8.4 Funzioni

Ha il compito di applicare metodi e strumenti avanzati per la progettazione di apparati e sistemi, anche complessi, relativi alla generazione, la gestione, la conversione, la distribuzione, l'utilizzo dell'energia con particolare attenzione alle fonti energetiche rinnovabili ed innovative, all'integrazione di diverse tecnologie e fonti di produzione energetica, al risparmio energetico, alla propulsione, ed alla transizione da processi tradizionali a processi ecologici e circolari.

8.5 Competenze

Deve conoscere le tecniche base per la valutazione del ciclo vita di un processo e possedere conoscenze dei sistemi di conversione energetica, della loro integrazione e impatto ambientale; conoscenza dei principali sistemi di storage di energia, della loro

ART. 8 Sbocchi Professionali

efficienza e sostenibilità; competenza nella definizione ed analisi di nuovi sistemi di propulsione basati su macchine termiche, elettriche e loro ibridazione; conoscenza dei principi di progettazione e degli strumenti di simulazione dei sistemi energetici e di propulsione e dei loro componenti; competenze nella sperimentazione e prototipazione di apparati e sistemi per la conversione dell'energia e la propulsione.

8.6 Sbocco

Il profilo formato troverà principalmente impiego nei seguenti ambiti:

Aziende operanti nel settore della progettazione e della produzione di macchine ed impianti meccanici di generica destinazione industriale con particolare riferimento ai settori tecnologici maggiormente presenti nell'area di riferimento quali, a titolo di esempio: meccanica, tessile-moda, energia, cartario, conciario.

Amministrazioni pubbliche e imprese di servizi laddove si preveda la verifica di impianti e strutture anche complessi, ovvero la loro gestione e manutenzione avanzata, anche in ottica di ottimizzazione funzionale, energetica e di gestione del ciclo produttivo e del fine vita del prodotto.

Aziende e Studi tecnici e professionali destinati allo studio, la progettazione e la manutenzione, di impianti tecnici o di impianti motori di destinazione civile e industriale anche di elevata complessità e/o con spiccato profilo innovativo.

Industrie per lo sviluppo, la progettazione e la produzione di macchine ed impianti meccanici, finalizzati allo sviluppo e alla produzione di macchine a fluido.

Amministrazioni pubbliche e imprese di servizi, laddove si richiedano competenze per la verifica di componenti di impianti energetici anche complessi, ovvero la loro gestione e manutenzione avanzata.

ART. 8 Sbocchi Professionali

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.

PROGETTISTA DI SISTEMI PER LA MOBILITÀ SOSTENIBILE

8.7 Funzioni

Ha il compito di operare nel contesto della mobilità sostenibile, caratterizzato da un'elevata multidisciplinarietà e complessità, concependo e sviluppando soluzioni innovative a livello di veicolo, di infrastruttura e di sistema di gestione della mobilità. In questi contesti può svolgere sia funzioni di integratore di tecnologie che di sviluppatore di componenti, dispositivi, sottosistemi e sistemi (e.g. dispositivi di sicurezza, sensori per guida automatizzata, integrazione a bordo veicolo di componenti per implementazione di funzioni di assistenza alla guida).

8.8 Competenze

Competenza sui metodi e gli strumenti di analisi del ciclo vita di un prodotto; conoscenza degli strumenti avanzati di simulazione (anche multi-dominio) e degli strumenti avanzati di progettazione strutturale, comprensione del sistema mobilità e la sua evoluzione; competenze sia di architetture veicolo sia di sistemi di propulsione a basso impatto ambientale sia di soluzioni finalizzate all'alleggerimento, competenze di sistemi, algoritmi e dispositivi intelligenti per la guida automatizzata ed autonoma e per la sicurezza degli utenti della strada, competenza per la programmazione di campagne sperimentali, conoscenze dei nuovi modelli di mobilità.

ART. 8 Sbocchi Professionali

8.9 Sbocco

Il profilo formato troverà principalmente impiego nei seguenti ambiti:

Aziende dell'indotto automotive e ferroviario, amministrazioni pubbliche e imprese di servizi laddove si richiedano competenze per le verifiche/omologazioni di veicoli terrestri, ovvero la loro gestione e manutenzione avanzata.

Aziende e Studi tecnici e professionali destinati allo studio, la progettazione e la manutenzione, di sistemi di trasporto terrestri anche di elevata complessità e/o con spiccato profilo innovativo.

Aziende ed amministrazioni pubbliche specializzate nello sviluppo di sistemi per la mobilità, anche alternativa, inclusa la progettazione, realizzazione e gestione dei mezzi e dell'infrastruttura (settori automotive, incluso camperistico, e ferroviario).

Aziende e Studi tecnici e professionali destinati allo studio, la progettazione e la manutenzione, di impianti motori di destinazione civile e industriale anche di elevata complessità e/o con spiccato profilo innovativo.

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.

COORDINATORE DI PROCESSI DI INNOVAZIONE INDUSTRIALE E DI TRANSIZIONE ECOLOGICA

8.10 Funzioni

Ha il ruolo di responsabile dell'innovazione tecnica e tecnologica per migliorare la sostenibilità di prodotti, processi e servizi. Ha conoscenze del contesto aziendale ed avanzate dell'ingegneria meccanica, necessarie per monitorare l'evoluzione tecnica,

ART. 8 Sbocchi Professionali

tecnologica e normativa in ambito nazionale e internazionale e per trasporla nel contesto aziendale di riferimento, definendo obiettivi operativi di cambiamento e interfacciandosi con i diversi reparti aziendali per la relativa implementazione.

8.11 Competenze

Competenza nell'ambito tecnico di riferimento; competenze per la pianificazione dei processi aziendali; conoscenze del quadro normativo di riferimento in tema di sostenibilità ambientale; competenze sul ciclo vita del prodotto/servizio; competenze relative alla trasformazione dei materiali ed alle soluzioni di assemblaggio, sulle BAT (Best Available Technologies) relative al fine-vita in ottica di re-use/re-manufacturing di parti e componenti e di riciclaggio dei materiali, competenze sulle principali fonti di energia di tipo rinnovabile e dei sistemi di storage dell'energia e competenze sui criteri di efficientamento energetico dei processi a livello industriale e del loro impatto ambientale.

8.12 Sbocco

Aziende manifatturiere che operano con processi innovativi nel contesto delle tematiche di transizione ecologica ed economia circolare.

Aziende e Studi tecnici e professionali destinati allo studio, la progettazione e la manutenzione, di impianti tecnici di destinazione civile e industriale anche di elevata complessità e/o con spiccato profilo innovativo.

Aziende specializzate nell'implementazione di metodologie e prodotti per Industria 4.0. Spin-off Accademici o Start-up finalizzate allo sviluppo di progetti e prodotti innovativi.

ART. 8 Sbocchi Professionali**Il corso prepara alle**

Classe		Categoria		Unità Professionale	
2.2.1	Ingegneri e professioni assimilate	2.2.1.1	Ingegneri energetici e meccanici	2.2.1.1.1	Ingegneri meccanici

ART. 9 Motivi dell'istituzione di più corsi nella classe

Nell'offerta formativa della Scuola di Ingegneria di Firenze esiste un altro Corso di Studi ("Ingegneria Meccanica") nella stessa classe di laurea. Tale corso ha una natura generalista, in cui gli aspetti di sostenibilità sono accennati in due insegnamenti opzionali di due percorsi, mentre il corso proposto ("Mechanical Engineering for Sustainability") pone il concetto di sostenibilità al centro di tutto il percorso di formazione, evidenziando aspetti comuni ai vari ambiti dell'ingegneria meccanica e cambiando l'ottica dell'Ingegnere: la sostenibilità non è più un requisito da verificare a posteriori ma un requisito da progettare e realizzare all'interno di un prodotto o sistema, considerando più ampie implicazioni in altri settori. La sostenibilità richiede anche lo sviluppo di una maggiore attitudine alla multi- ed interdisciplinarietà, coinvolgendo conoscenze legate all'ambito elettrico, ambientale, economico, gestionale e chimico, per citare in una lista non esaustiva le principali aree disciplinari: tale obiettivo formativo è stato promosso con una diversa organizzazione delle attività didattiche che non era compatibile con la struttura del CdS esistente.

La sostenibilità è anche un tema a forte vocazione internazionale, in quanto i cambiamenti promossi dalla Comunità Europea non possono essere ottenuti da strategie unicamente locali, regionali o nazionali. Da questa considerazione è nata la scelta di proporre tutti gli insegnamenti in lingua inglese, per favorire la mobilità di studenti in ingresso ed uscita e facilitare il completamento della loro formazione in un ambito internazionale. La lingua di insegnamento costituisce un altro forte elemento di diversificazione rispetto al Corso di Studi in "Ingegneria Meccanica", i cui insegnamenti sono tutti in italiano.

ART. 10 Quadro delle attività formative

LM-33 - Classe delle lauree magistrali in Ingegneria meccanica						
Tipo Attività Formativa: Caratterizzante		CFU		GRUPPI	SSD	
Ingegneria meccanica		48	66		ING-IND/08	MACCHINE A FLUIDO
					ING-IND/09	SISTEMI PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE
					ING-IND/13	MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE
					ING-IND/14	PROGETTAZIONE MECCANICA E COSTRUZIONE DI MACCHINE
					ING-IND/15	DISEGNO E METODI DELL'INGEGNERIA INDUSTRIALE
					ING-IND/16	TECNOLOGIE E SISTEMI DI LAVORAZIONE
Totale Caratterizzante		48	66			
Tipo Attività Formativa: Affine/Integrativa		CFU		GRUPPI	SSD	

MECHANICAL ENGINEERING FOR SUSTAINABILITY

Attività formative affini o integrative		15	27			
Totale Affine/Integrativa		15	27			

Tipo Attività Formativa: A scelta dello studente		CFU		GRUPPI	SSD	
A scelta dello studente		9	15			
Totale A scelta dello studente		9	15			

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

Tipo Attività Formativa: Altro		CFU		GRUPPI	SSD	
Tirocini formativi e di orientamento		0	12			
Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro		0	6			
Totale Altro		1	18			

Totale generale crediti		85	156			
--------------------------------	--	-----------	------------	--	--	--

ART. 11 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 30CFU.

ART. 12 Descrizione sintetica delle attività affini e integrative

L'offerta delle attività affini ed integrative include le seguenti tematiche, che completano in una prospettiva inter- e multidisciplinare le tematiche caratterizzanti impartite nei curricula del Corso di Studi. Le tematiche ritenute rilevanti sono relative a: gli impianti industriali, i sistemi di condizionamento e climatizzazione ambientale, i processi ed impianti chimici industriali, le macchine elettriche, i sistemi di trasmissione e immagazzinamento dell'energia elettrica, i metodi e strumenti per l'analisi dei dati, l'economia e la gestione aziendale, le politiche e le implicazioni economiche della gestione dell'energia, la pianificazione e gestione della mobilità, la psicologia e lo studio comportamentale degli utenti della strada, la sensoristica (e relativa gestione software) dei sistemi di assistenza alla guida, i sistemi basati su Intelligenza Artificiale, le tecniche di sperimentazione. Potranno, inoltre, essere riproposte tematiche già presenti fra le attività caratterizzanti, ma il regolamento didattico del Corso di Studio e l'offerta formativa saranno tali da consentire agli studenti, che lo desiderano, di seguire percorsi formativi nei quali sia presente un'adeguata quantità di crediti in attività affini e integrative che non siano già caratterizzanti.