

**Regolamento didattico del Corso di Laurea Magistrale in  
Ingegneria Meccanica (LM-33)**

Anno accademico da cui il Regolamento ha decorrenza: a.a. 2024-25

Data di approvazione del Regolamento: ... *data delib. Senato Accademico.*

Struttura didattica responsabile: Dipartimento di Ingegneria Industriale, Elettronica e Meccanica – Collegio didattico di Ingegneria Meccanica

**Indice**

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Art. 1.    | Obiettivi formativi specifici del corso e descrizione del percorso formativo .....   | 2  |
| Art. 2.    | Profilo professionale e sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati.....   | 2  |
| Art. 3.    | Conoscenze richieste per l'accesso.....  | 3  |
| Art. 4.    | Modalità di ammissione.....  | 3  |
| Art. 5.    | Abbreviazioni di corso per trasferimento, passaggio, reintegro, riconoscimento di attività formative,<br>conseguimento di un secondo titolo di studio. Iscrizione contemporanea a due corsi di studio universitari ..... | 3  |
| Art. 6.    | Organizzazione della didattica.....  | 6  |
| Art. 7.    | Articolazione del percorso formativo.....  | 8  |
| Art. 8.    | Piano di studio .....  | 8  |
| Art. 9.    | Mobilità internazionale.....   | 9  |
| Art. 10.   | Caratteristiche della prova finale .....   | 9  |
| Art. 11.   | Modalità di svolgimento della prova finale.....  | 9  |
| Art. 12.   | Valutazione della qualità delle attività formative .....   | 11 |
| Art. 13.   | Altre fonti normative .....  | 11 |
| Art. 14.   | Validità .....   | 11 |
| Allegato 1 | .....  |    |
| Allegato 2 | .....  |    |

Il presente Regolamento disciplina gli aspetti organizzativi del Corso di Studio. Il Regolamento è pubblicato sul sito web del Dipartimento: [Regolamenti didattici](#).

Qualora cada di sabato o di giorno festivo, ogni scadenza presente nel Regolamento è da intendersi posticipata al primo giorno lavorativo successivo.

#### **Art. 1. Obiettivi formativi specifici del corso e descrizione del percorso formativo**

Il Corso di Laurea Magistrale è finalizzato alla formazione di laureati di elevata qualificazione nell'ambito dell'Ingegneria Meccanica, in possesso di conoscenze e di competenze di significativa validità nei contigui settori dell'Ingegneria Industriale. I laureati magistrali dovranno essere in grado di identificare, formalizzare e risolvere problemi di elevata complessità nell'area dell'Ingegneria Meccanica, utilizzando metodologie di analisi e soluzioni progettuali all'avanguardia in campo internazionale. Il conseguimento di questo obiettivo, importante nell'attuale realtà industriale, è reso possibile da due azioni: da un lato l'apertura del Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica alle problematiche proprie del più vasto settore formativo dell'Ingegneria Industriale (con ben già progettato nel Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica di Roma Tre) e dall'altro la predisposizione di percorsi formativi finalizzati che, pur non alterando la visione unitaria volta alla formazione di laureati magistrali in Ingegneria Meccanica, siano mirati allo sviluppo di specifiche professionalità in un ampio ventaglio di settori (la costruzione di macchine, le macchine a fluido, le misure, gli impianti, l'utilizzazione dell'energia, l'ambiente, gli azionamenti, la trazione veicolare).

Il percorso didattico è organizzato su tre differenti curricula, ognuno dei quali prevede due percorsi didattici (Art. 7). Il primo anno è in ogni caso dedicato alla formazione di una solida preparazione nelle discipline fondanti l'Ingegneria Meccanica e in un secondo anno dedicato all'acquisizione di conoscenze d'avanguardia e allo sviluppo di professionalità di elevata valenza applicativa.

La tesi di laurea, originale e individuale dello studente, avrà come obiettivo la sintesi in un lavoro progettuale delle competenze acquisite nel Corso di Laurea Magistrale.

#### **Art. 2. Profilo professionale e sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati**

##### **1. Funzione in un contesto di lavoro:**

I laureati magistrali saranno in grado di applicare le conoscenze e le competenze acquisite alla formalizzazione e risoluzione di problemi complessi, inseriti in un contesto interdisciplinare, nel settore dell'ingegneria meccanica e anche nei collaterali settori dell'Ingegneria Industriale.

Il progetto formativo è volto a sviluppare le capacità dei laureati magistrali ad analizzare autonomamente problemi di elevata complessità e a condurre, con un elevato livello di professionalità, le relative attività di progettazione, realizzazione e gestione.

In particolare, gli ambiti applicativi di riferimento nel Corso di Laurea Magistrale sono: l'ingegneria dei veicoli terrestri; la progettazione e la costruzione di macchine; i metodi e i sistemi di misura per l'industria e l'innovazione; la gestione dei sistemi energetici e la sostenibilità; la progettazione di sistemi per l'automazione industriale; l'ingegneria della sicurezza e dell'ambiente; i sistemi di produzione manifatturiera.

##### **2. Competenze associate alla funzione:**

I laureati magistrali avranno:

- conoscenze e capacità di comprensione che consentono di elaborare e applicare proposte originali;
- conoscenze e competenze operative di livello avanzato nell'area dell'Ingegneria Meccanica con una ben consolidata capacità di comprensione delle problematiche proprie del più ampio settore dell'Ingegneria Industriale;
- conoscenze integrative nei settori dell'Ingegneria e di quello delle scienze matematiche, fisiche ed economiche

##### **3. Sbocchi occupazionali:**

I principali sbocchi professionali del laureato magistrale in Ingegneria Meccanica risiedono nell'ambito della progettazione, produzione e gestione di macchine e sistemi.

In particolare, il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica di Roma Tre vede, come specifiche aree di sbocco per i propri laureati i settori:

- delle macchine e impianti;
- dei sistemi energetici e di conversione dell'energia;
- degli azionamenti e dei sistemi per l'automazione;
- degli impianti industriali e dei servizi;
- della sperimentazione e delle misure;
- dei trasporti, dei veicoli terrestri;
- della sicurezza e dell'ambiente.

##### **4. Il corso prepara alla professione di (codifiche ISTAT):**

Ingegneri meccanici - (2.2.1.1.1)

### Art. 3. Conoscenze richieste per l'accesso

Per poter accedere al Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica lo studente deve essere in possesso di una Laurea nella classe L-9 Ingegneria Industriale. È anche ammesso l'accesso per coloro che sono in possesso del titolo di Laurea DM 509 classe 10 Ingegneria industriale, e per coloro in possesso del titolo di Diploma universitario triennale in Ingegneria Meccanica o equivalente a giudizio del Collegio didattico, ovvero o di altro titolo di studio conseguito all'estero, riconosciuto idoneo secondo la normativa vigente.

In aggiunta al possesso del titolo di studio sopra indicato, le conoscenze minime richieste da curriculum per l'accesso al CdS sono le seguenti:

Attività formative di base degli ambiti disciplinari "matematica, informatica e statistica":

- almeno 27 CFU nei settori scientifico-disciplinari MAT/02, MAT/03, MAT/05, MAT/06, MAT/07, MAT/08, SECS/02, ING-INF/05;

Attività formative di base degli ambiti disciplinari "fisica e chimica":

- almeno 18 CFU nei settori scientifico-disciplinari CHIM/07, FIS/01, FIS/03.

Attività formative degli ambiti caratterizzanti o affini:

- Ambito "Macchine e impianti elettrici": almeno 9 CFU nei settori scientifico-disciplinari ING-IND/31, ING-IND/32, ING-IND/33;
- Ambito "Industria-Produzione": almeno 15 CFU nei settori scientifico-disciplinari ING-IND/16, ING-IND/17, ING-IND/35, ING-IND/12, ING-IND/28.
- Ambito "Sistemi energetici, Macchine a fluido, Fisica tecnica": almeno 18 CFU nei settori scientifico-disciplinari ING-IND/08, ING-IND/09, ING-IND/10, ING-IND/11.
- Ambito "Progettazione meccanica e Costruzioni": almeno 27 CFU nei settori scientifico-disciplinari ICAR/08, ING-IND/13, ING-IND/14, ING-IND/15, ING-IND/21.

La valutazione del possesso dei suddetti requisiti sarà realizzata tramite l'analisi del curriculum presentato ed, eventualmente, con un colloquio.

In base all'analisi del curriculum individuale dello studente sarà eventualmente possibile individuare percorsi, sotto forma di piani di studio individuali all'interno della Laurea Magistrale, che conducano al conseguimento della laurea con 120 CFU, senza attività formative aggiuntive.

### Art. 4. Modalità di ammissione

Il Corso di Studio è ad accesso libero.

Per poter accedere al Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica lo studente deve essere in possesso di una Laurea nella classe L-9 Ingegneria Industriale, oltre che dei requisiti curriculari espressi all'Art. 3. È anche ammesso l'accesso per coloro che sono in possesso del titolo di Laurea DM 509 classe 10 Ingegneria Industriale, e per coloro in possesso del titolo di Diploma universitario triennale in Ingegneria Meccanica o equivalente a giudizio del Collegio didattico, ovvero o di altro titolo di studio conseguito all'estero, riconosciuto idoneo secondo la normativa vigente.

I candidati ancora non laureati all'atto della pre-iscrizione dovranno conseguire la Laurea prima di potersi immatricolare. Le immatricolazioni dovranno comunque tutte improrogabilmente avvenire entro i termini stabiliti dal bando per l'ammissione ai Corsi di Laurea Magistrale.

Qualora lo studente, laureato nella classe prevista, non provenisse dai corsi di Laurea L-9 attivati presso questo Ateneo e abbia conseguito competenze differenti da quelle prese a riferimento nella progettazione del presente Corso di Laurea Magistrale, ma sia in grado di raggiungere i previsti obiettivi formativi con un percorso di studi personalizzato di 120 CFU, sarà predisposta, se necessario, una delibera concordata con il Coordinatore del Collegio didattico che predisponga un piano di studio individuale che garantisca la congruenza tra gli esami sostenuti nel percorso triennale e quelli previsti dall'offerta formativa del Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica.

La verifica della personale preparazione viene effettuata sulla base dell'analisi del curriculum, integrata se necessario, da un colloquio orale che si svolge prima dell'immatricolazione.

Il bando rettorale di ammissione al Corso di Studio contiene l'indicazione dei posti riservati a cittadini/e extracomunitari/e e Marco Polo, nonché le disposizioni relative alle procedure di iscrizione e le relative scadenze.

### Art. 5. Abbreviazioni di corso per trasferimento, passaggio, reintegro, riconoscimento di attività formative, conseguimento di un secondo titolo di studio. Iscrizione contemporanea a due corsi di studio universitari.

#### 1. Norme comuni

La domanda di passaggio da altro Corso di Studio di Roma Tre, trasferimento da altro ateneo, reintegro a seguito di decadenza o rinuncia, abbreviazione di corso per riconoscimento esami e carriere pregresse deve essere presentata secondo le modalità e le tempistiche definite nel bando rettorale di ammissione al Corso di Studio.

I passaggi tra Corsi di Studio dell'Ateneo, i trasferimenti e i secondi titoli sono soggetti ad approvazione del Collegio didattico di Ingegneria Meccanica.

La convalida in termini di CFU delle attività formative acquisite o acquisibili presso altri Corsi di Studio dell'Università degli Studi Roma Tre o presso altre istituzioni universitarie è stabilita dal Collegio didattico in relazione alla congruità dei contenuti formativi acquisiti o acquisibili con gli obiettivi formativi dei relativi piani di studio. In particolare:

- Relativamente al trasferimento degli studenti da un altro Corso di Studio dello stesso livello, dell'Ateneo, ovvero di un'altra Università, viene assicurato il riconoscimento del maggior numero possibile dei CFU già maturati dallo studente, anche ricorrendo eventualmente a colloqui per la verifica delle conoscenze effettivamente possedute. La quota di CFU relativi al medesimo Settore Scientifico Disciplinare direttamente riconosciuti allo studente non sarà comunque inferiore al 50% di quelli già maturati. Nel caso in cui il corso di provenienza sia stato svolto in modalità a distanza, la quota minima del 50% sarà riconosciuta solo se il corso di provenienza risulti accreditato ai sensi del Regolamento Ministeriale di cui all'articolo 2, comma 148, del Decreto Legge 3 ottobre 2006, n. 262, convertito dalla Legge 24 novembre 2006, n. 286 e successive modificazioni.
- Le attività formative acquisite o acquisibili presso istituzioni universitarie europee sono quantificate sulla base dell'European Credit Transfer System (ECTS).

## 2. Passaggio da altro corso di studio dell'Ateneo e crediti riconoscibili

Il riconoscimento di CFU acquisiti presso un altro Corso di Studi dell'Ateneo e il percorso di studi che lo studente deve seguire per il conseguimento della Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica è stabilito dal Consiglio di Collegio didattico tenendo conto della congruità con gli Ordinamenti Didattici e con gli obiettivi formativi del Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica. Non vi è un numero minimo di CFU da acquisire ai fini del passaggio.

I requisiti curriculari richiesti devono essere acquisiti alla data di presentazione della domanda.

L'eventuale superamento di esami successivamente alla presentazione della domanda dovrà essere tempestivamente comunicato alla Segreteria didattica del Corso di Studio, per un eventuale integrazione alla richiesta di valutazione della carriera.

L'ammissione all'anno di Corso avverrà in base al numero di CFU acquisiti nella precedente carriera di esami e convalidati dal Collegio didattico:

- <24 CFU = 1° anno;
- ≥24 CFU = 2° anno.

In aggiunta ai criteri generali per il riconoscimento crediti sopra enunciati, la procedura prevede le seguenti fasi e viene effettuata dalla Segreteria del Collegio didattico successivamente alla presentazione della domanda di prevalidazione da parte dello studente e preventivamente all'immatricolazione vera e propria.

### 1. Valutazione della carriera pregressa.

A tal fine lo studente deve fornire l'elenco di esami sostenuti con il corrispondente numero di CFU e la votazione conseguita. Non è necessario che fornisca il programma dettagliato dei corsi, il quale viene richiesto dalla segreteria solo in caso di necessità. La valutazione viene effettuata dal Coordinatore del Collegio didattico coadiuvato dal personale della Segreteria del Collegio.

### 2. Riconoscimento crediti

In questa fase il Coordinatore del Collegio esamina l'elenco ufficiale di esami sostenuti, prodotto dallo studente, al fine di individuare le corrispondenze tra insegnamenti di cui si è sostenuto l'esame e gli insegnamenti previsti dall'offerta formativa del CdS cui si chiede l'immatricolazione. Ciascun insegnamento presente nella lista, in base alla denominazione, al CdS ed all'eventuale analisi del programma dettagliato, viene classificato in una delle seguenti tipologie.

- a) insegnamento per cui esiste una diretta corrispondenza, anche se parziale, con analogo insegnamento del CdS cui ci si immatricola;
- b) insegnamento per cui esiste una corrispondenza, anche se parziale, con più di un insegnamento dell'offerta del CdS cui ci si immatricola;
- c) insegnamento per cui non esiste una corrispondenza con uno o più degli insegnamenti dell'offerta del CdS cui ci si immatricola, ma per i quali in virtù dei contenuti è possibile un riconoscimento nei CFU a scelta dello studente;
- d) insegnamento per cui non esiste una corrispondenza con l'offerta del CdS cui ci si immatricola e che ha contenuti non pertinenti all'obiettivo formativo del CdS ed alla sua classe di laurea.

Nel caso a) il numero di crediti riconoscibili, in quanto riferiti a contenuti riscontrabili nel programma del corrispondente insegnamento dell'offerta del CdS cui ci si immatricola, potrebbero essere:

- i) superiori al numero di CFU dell'insegnamento da riconoscere; in tal caso si riconosce un numero di CFU pari a quello dell'insegnamento corrispondente ed i CFU in esubero vengono riconosciuti a valere dei CFU a scelta libera sino a concorrere al massimo numero di CFU previsto dall'ordinamento didattico per tale tipologia;
- ii) uguali al numero di CFU dell'insegnamento da riconoscere; in tal caso si ha il diretto riconoscimento dell'insegnamento;
- iii) inferiori al numero di CFU dell'insegnamento da riconoscere; in tal caso si ha un riconoscimento parziale e si prescrive in delibera allo studente il conseguimento dei CFU residui mediante un esame integrativo su argomenti e con modalità da concordare col docente interessato.

Nel caso b) vale quanto detto nel caso a) salvo che i crediti riconoscibili possono essere assegnati suddividendoli tra più insegnamenti. In tal caso sarà possibile anche un riconoscimento a corpo tra gruppi di esami sostenuti e gruppi di esami da riconoscere, soprattutto ai fini di evitare una eccessiva parcellizzazione dei CFU riconosciuti e la prescrizione di un eccessivo numero di esami integrativi.

Nel caso c) i CFU acquisiti sono riconosciuti ed utilizzati a valere dell'acquisizione dei CFU a scelta dello studente fino a concorrere al massimo numero di CFU previsto dall'ordinamento didattico per tale tipologia.

Nel caso d) non è possibile alcun riconoscimento crediti.

Occorre inoltre verificare che nella precedente Laurea lo studente non abbia già sostenuto esami di insegnamenti che risultano obbligatori nel CdS Magistrale cui si immatricola. Infatti, quei CFU non possono essere riconosciuti perché già utilizzati per acquisire altro titolo di studio, né si può fare sostenere due volte allo studente l'esame del medesimo insegnamento. In tal caso occorre sostituire all'insegnamento obbligatorio altro insegnamento compensativo, della stessa tipologia (caratterizzante o affine) e preferibilmente nello stesso SSD o settore disciplinare affine, scelto nell'offerta corrente del Collegio didattico per il CdS in questione.

### 3. Emanazione della delibera di riconoscimento crediti

In base all'esito della Fase 2 la Segreteria del Collegio emette una delibera con la quale comunica gli insegnamenti riconosciuti come sostenuti, i crediti riconosciuti, e le eventuali prescrizioni relative al piano di studio individuale che lo studente dovrà seguire e gli eventuali esami integrativi necessari al completo riconoscimento di alcuni insegnamenti. Tale delibera, approvata dal Consiglio del Collegio, viene caricata nel sistema GOMP, trasmessa allo studente interessato e resa disponibile alla Segreteria Studenti. Una volta che lo studente abbia preso visione della delibera e provveduto all'immatricolazione, la Segreteria Studenti convaliderà in maniera definitiva la delibera caricando in carriera i crediti riconosciuti.

### **3. Trasferimento da Corso di Studio di altro Ateneo e crediti riconoscibili**

Il riconoscimento di CFU acquisiti presso un'altra Università e il percorso di studi che lo studente deve seguire per il conseguimento della Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica è stabilito dal Consiglio di Collegio didattico tenendo conto della congruità con gli Ordinamenti Didattici e con gli obiettivi formativi del Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica.

Non vi è un numero minimo di CFU da acquisire ai fini del trasferimento.

I requisiti curriculari richiesti devono essere acquisiti alla data di presentazione della domanda.

L'eventuale superamento di esami successivamente alla presentazione della domanda dovrà essere tempestivamente comunicato alla Segreteria didattica del Corso di Laurea, per un eventuale integrazione alla richiesta di valutazione della carriera.

Il riconoscimento credito avverrà secondo i criteri già indicati nel caso di passaggio da corso dell'Ateneo Roma Tre.

Le attività formative acquisite o acquisibili presso istituzioni universitarie europee sono quantificate sulla base dell'European Credit Transfer System (ECTS). Per le istituzioni extraeuropee che non adottano il sistema ECTS farà fede il numero di ore di corso (inclusivo ad es. di esercitazioni, lavoro individuale ecc.) e di lezioni frontali, nel presupposto che 1 CFU equivalga a 25 ore di impegno dello studente ed 8-10 ore di lezione frontale. In caso di riconoscimento di attività didattica maturata presso Università italiane viene conservata la votazione conseguita, a meno che non si effettui un riconoscimento parziale richiedendo un'integrazione. Nel qual caso si calcolerà un voto medio ponderato. In caso di attività didattica maturata presso Istituzioni estere vige apposita tabella di conversione ufficiale adottata dall'Ateneo.

L'ammissione all'anno di Corso sarà in base al numero di CFU acquisiti nella precedente carriera di esami da noi convalidati:

- <24 CFU = 1° anno;
- ≥24 CFU = 2° anno.

### **4. Reintegro a seguito di decadenza o rinuncia**

Lo studente decaduto o rinunciatario può, inoltrando apposita domanda compilata secondo le indicazioni del bando, richiedere il reintegro nella qualità di studente nel Corso di Laurea secondo il D.M. 270/2004, con riconoscimento degli esami sostenuti prima della decadenza o rinuncia. Il Consiglio di Collegio didattico valuterà la non obsolescenza della formazione pregressa e definirà conseguentemente il numero di crediti da riconoscere in relazione agli esami già sostenuti e le ulteriori attività formative necessarie per il conseguimento del titolo di studio.

### **5. Iscrizione al corso come secondo titolo**

Il riconoscimento di CFU acquisiti presso un'altra Università e il percorso di studi che lo studente deve seguire per il conseguimento del secondo titolo sono stabiliti dal Consiglio di Collegio didattico tenendo conto della congruità con gli Ordinamenti Didattici e con gli obiettivi formativi del Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica, secondo i medesimi criteri sopra indicati ai punti 2 e 3.

L'ammissione all'anno di Corso sarà in base al numero di CFU acquisiti nella precedente carriera di esami da noi convalidati:

- <24 CFU = 1° anno;
- ≥24 CFU = 2° anno.

### **6. Iscrizione contemporanea a due corsi di studio universitari**

Ai sensi delle norme relative alla contemporanea iscrizione a due diversi corsi di studio universitari, introdotte dalla legge 12 aprile 2022, n. 33 e dal decreto ministeriale n. 930 del 29/07/2022, tali corsi non devono appartenere alla stessa classe e devono differenziarsi per almeno i due terzi delle attività formative. Inoltre, nel caso in cui uno dei corsi di studio sia a frequenza obbligatoria, è consentita l'iscrizione a un secondo corso di studio che non presenti obblighi di frequenza. Pertanto, in presenza di una richiesta di iscrizione al corso di studio, disciplinato dal presente Regolamento, quale contemporanea iscrizione a uno di due diversi corsi universitari, l'organo competente effettua una valutazione specifica, caso per caso, considerando, ai fini dell'individuazione della differenziazione per almeno i due terzi delle attività formative dei due corsi, esclusivamente gli insegnamenti (discipline di base, caratterizzanti, affini, esame a scelta) previsti dai piani di studio seguiti dallo studente interessato in entrambi i corsi e in particolare computando la differenza dei due terzi sul numero dei CFU relativi

ai suddetti insegnamenti. Nel caso in cui la differenziazione sia da computarsi tra corsi di studio di differente durata, il calcolo dei due terzi è da riferirsi al corso di studio di durata inferiore.

È possibile presentare istanza di riconoscimento dei crediti acquisiti nell'ambito di una delle due carriere contemporaneamente attive, ai fini del conseguimento del titolo nell'altra carriera.

#### **7. Riconoscimento delle conoscenze extra universitarie**

La convalida in termini di CFU delle attività formative acquisite o acquisibili presso istituzioni extrauniversitarie è stabilita dal Consiglio di Collegio didattico tenendo conto della congruità dei contenuti formativi acquisiti o acquisibili con gli obiettivi formativi del Corso di Laurea.

In particolare, le attività lavorative e formative acquisite o acquisibili presso istituzioni extrauniversitarie sono quantificate sulla base di certificazione ufficiale dell'attività svolta e di quanto stabilito in eventuali convenzioni stipulate dall'Ateneo con l'istituzione coinvolta.

Il numero massimo di CFU riconoscibili è 3.

#### **8. Riconoscimento delle conoscenze linguistiche extra universitarie**

Il riconoscimento delle conoscenze linguistiche acquisite o acquisibili presso enti esterni è subordinato alla convalida delle suddette conoscenze in termini di CFU da parte del Centro Linguistico di Ateneo (CLA).

### **Art. 6. Organizzazione della didattica**

#### **1. Numero complessivo di esami di profitto previsti per il conseguimento del titolo di studio**

Per il conseguimento del titolo di studio sono previsti 11 esami, il conseguimento di 9 CFU a scelta libera dello studente e 15 CFU di prova finale ed ulteriori abilità formative.

#### **2. Tipologia delle forme didattiche**

Ai sensi dell'art 10 del D.M. 270/2004, le attività formative di caratterizzanti e affini/integrative sono costituite da corsi di insegnamento svolti in forma frontale e articolati in lezioni, esercitazioni e seminari nonché esercitazioni pratiche (svolte anche in laboratorio, in forma assistita o individuale).

Le attività autonomamente scelte dallo studente sono costituite da corsi di insegnamento attivati presso il Dipartimento di Ingegneria Industriale, Elettronica e Meccanica o da un altro Dipartimento di Ateneo, ovvero da attività formative organizzate dai Collegi didattici.

Le altre attività formative comprendono: la preparazione della prova finale per il conseguimento del titolo di studio, l'acquisizione di ulteriori abilità linguistiche, le attività formative volte ad agevolare le scelte professionali mediante la conoscenza diretta del settore lavorativo cui il titolo di studio può dare accesso, i "laboratori didattici" offerti dal Collegio didattico, i tirocini formativi e di orientamento di cui al decreto 25 marzo 1998, n. 142, del Ministero del lavoro e ogni altra attività ritenuta utile alla formazione degli studenti.

I corsi di insegnamento sono composti da uno o più moduli. Ogni modulo rientra nell'ambito di un Settore Scientifico Disciplinare ed è affidato ad un docente.

#### **3. CFU ed ore di didattica frontale**

Ad ogni attività didattica (e ad ogni modulo) viene attribuito un numero intero di CFU. A ogni CFU corrispondono 25 ore d'impegno complessivo dello studente, delle quali, per i corsi di insegnamento, almeno 6 debbono essere costituite da attività didattiche frontali. Lo studio individuale non può essere comunque inferiore al 50% dell'impegno complessivo dello studente. Il Corso di Laurea prevede un impegno di didattica frontale pari a 8 ore a CFU.

#### **4. Calendario delle attività didattiche**

Il calendario delle attività didattiche è organizzato secondo la seguente scansione cronologica.

- Le attività didattiche frontali iniziano l'ultima decade di settembre con data definita annualmente dal Consiglio di dipartimento e sono suddivise in due semestri;
- Ciascun semestre è a sua volta suddiviso in un periodo iniziale di circa 13 settimane dedicato alla didattica frontale (con eventuali prove di valutazione intermedia e altre attività svolte dagli studenti, ove previste) ed un periodo di circa 7 settimane dedicato allo svolgimento degli esami;
- Il mese di settembre è dedicato allo svolgimento degli esami con possibilità di anticipare all'ultima decade di settembre l'inizio delle lezioni.

Prima dell'inizio delle lezioni il Collegio didattico definisce e rende pubblico il calendario delle attività didattiche e degli esami di profitto.

Il calendario delle attività didattiche frontali deve garantire la possibilità di frequenza possibilmente a tutte le attività formative previste in ciascun anno di corso, fatte salve le scelte relative ai piani di studio individuali.

Prima dell'inizio delle lezioni ciascun docente rende noto il dettaglio delle modalità d'esame del proprio corso. Il programma dettagliato dell'insegnamento tenuto viene fornito dal docente prima della conclusione delle lezioni.

#### **5. Tutorato**

Il Dipartimento di Ingegneria Industriale, Elettronica e Meccanica organizza attività di tutorato volte ad assistere gli studenti nell'apprendimento. Queste attività sono svolte, oltre che da professori, ricercatori e cultori della materia, anche da studenti

di dottorato, individuati per mezzo di apposite procedure. Le attività di tutorato sono prevalentemente dedicate a Corsi di Laurea, ma il Collegio didattico può organizzarle anche per Corsi di Laurea Magistrale qualora ne ravvisi l'utilità.

#### **6. Esami di profitto e composizione delle commissioni**

Per ogni corso di insegnamento è prevista una verifica dei risultati delle attività formative sotto forma di esami di profitto. Si distinguono esplicitamente le attività formative che comportano un voto finale, da quelle che si concludono con un'idoneità. Possono essere previste prove di valutazione intermedia da svolgersi durante il corso d'insegnamento corrispondente, del cui esito si potrà tener conto ai fini della valutazione finale. Tutte le prove di valutazione, intermedia e finale, si svolgeranno mediante prove scritte e/o orali e/o prove di laboratorio.

Il Collegio assicura un totale di 5 appelli ad Anno Accademico per le prove d'esame, così suddivisi: due appelli nella sessione invernale, due appelli nella sessione estiva, un appello nella sessione autunnale. A questi si aggiunge un appello nella sessione primaverile.

Infine potrà essere aggiunto, con delibera del Consiglio di Dipartimento, un ulteriore appello straordinario nel mese di novembre, riservato ai soli studenti laureandi.

Le modalità di composizione delle commissioni degli esami di profitto e di svolgimento delle prove sono quelle previste dal Regolamento carriera.

#### **7. Cultori della materia**

E' prevista la nomina di cultori della materia, secondo il Regolamento didattico di Ateneo, che possano partecipare come membri alle commissioni d'esame.

La nomina è deliberata dal Consiglio di Collegio didattico su delega del Consiglio di Dipartimento e su proposta avanzata dal docente titolare dell'insegnamento interessato, che deve accompagnarla con una relazione didattico-scientifica illustrante il profilo del candidato. La nomina ha durata triennale e può essere rinnovata.

#### **8. Competenze linguistiche**

Il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica non prevede l'acquisizione di una idoneità linguistica obbligatoria. Tuttavia, nei crediti a scelta libera dello studente è previsto che fino a 3 CFU possano consistere nell'acquisizione di ulteriori abilità linguistiche rispetto quelle maturate nel corso triennale di provenienza. Considerato l'alto valore che il Dipartimento associa ai processi di internazionalizzazione si raccomanda comunque a tutti gli studenti di acquisire una conoscenza della lingua inglese equivalente almeno al livello B2.

Al fini dell'acquisizione di ulteriori abilità linguistiche le attività didattiche sono organizzate dal Centro Linguistico d'Ateneo (CLA) in collaborazione con il Dipartimento di Ingegneria Industriale, Elettronica e Meccanica. Il CLA fornisce insegnamenti di attività didattica frontale, differenziati in relazione ai diversi obiettivi formativi e sulla base di una prova di valutazione delle conoscenze pregresse possedute dallo studente. Il raggiungimento degli obiettivi didattici è certificato dal CLA sulla base di apposite prove.

#### **9. Studenti a tempo parziale**

Sulla base del Regolamento carriera dell'Ateneo, il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica ammette l'iscrizione a tempo parziale.

Lo studente che desidera optare per il tempo parziale sottopone il piano degli studi al Collegio, chiedendo lo status di studente/essa part-time. È possibile presentare la richiesta di iscrizione part-time per l'anno accademico corrente entro la data prevista ogni anno per l'immatricolazione o per il rinnovo dell'iscrizione. Lo status part-time consente di svolgere la propria carriera con la possibilità di articolare il percorso formativo in quattro anni, acquisendo un numero massimo di 30 crediti annuali. Trascorsa la durata complessiva del percorso part-time, coloro i quali non conseguono il titolo vengono iscritti fuori corso in regime di tempo pieno. Ogni precedente iscrizione a tempo pieno riduce di due anni la durata complessiva del percorso part-time. I crediti eventualmente eccedenti il numero massimo di 30 fissato per anno accademico non sono registrati nella carriera fino a che non viene regolarizzata l'iscrizione in regime di tempo pieno per l'anno di riferimento. La scelta dell'iscrizione part-time può essere revocata, su richiesta, entro la scadenza del pagamento della prima rata di tasse relativa all'iscrizione a ciascun anno accademico successivo.

#### **10. Studenti fuori corso**

Le condizioni che determinano lo status di studente fuori corso sono quelle previste dal Regolamento Carriera Universitaria degli Studenti.

#### **11. Inclusione delle studentesse e degli studenti con disabilità o DSA**

Il Corso di Studio del Dipartimento promuove con il massimo impegno i percorsi di inclusione delle studentesse e degli studenti con disabilità o DSA come sancito dal Regolamento carriera.

A tal proposito il Dipartimento individua un referente per tale questione.

Con riferimento alle figure coinvolte, alle responsabilità ed alle procedure connesse, il Dipartimento adotta e rinvia al "VADEMECUM per promuovere il processo di inclusione delle studentesse e degli studenti con disabilità o DSA" predisposto dall'Ateneo e disponibile al link <http://www.uniroma3.it/ateneo/uffici/ufficio-studenti-disabilita-dsa/>.

## Art. 7. Articolazione del percorso formativo

L'offerta didattica è organizzata su tre differenti curricula, ognuno dei quali prevede due percorsi. Il primo anno è dedicato alla formazione nelle discipline fondanti l'Ingegneria Meccanica, mentre il secondo anno prevede l'acquisizione di conoscenze d'avanguardia e lo sviluppo di professionalità di elevata valenza applicativa.

In particolare, il primo anno è comune per tutti i tre curricula ed è dedicato all'acquisizione di una solida preparazione scientifica e tecnologica nei settori fondamentali dell'Ingegneria Meccanica: Macchine, Misure, Costruzione di macchine, Impianti industriali, Macchine elettriche. Lo studente, già dal primo anno potrà scegliere uno dei tre curricula previsti: Progettazione meccanica e ingegneria dei veicoli, Energetica e sostenibilità, Gestione industriale e smart manufacturing.

Il secondo anno appare dunque dedicato all'acquisizione di conoscenze d'avanguardia e di specifiche competenze di indirizzo in differenziati settori applicativi. Ogni curriculum presuppone la presenza di due diversi percorsi, a scelta dello studente.

Il primo anno di studi include l'acquisizione dei crediti relativi alle attività a scelta libera dello studente (9 CFU).

Il secondo anno prevede lo svolgimento e la discussione dell'elaborato di tesi Magistrale (prova finale).

L'offerta formativa e l'elenco delle attività formative programmate ed erogate sono specificate negli Allegati n.1 e n. 2 al presente Regolamento. In tali allegati per ogni insegnamento si definisce quanto segue:

- Tipologia di attività formativa (di base, caratterizzante, affine ecc.);
- Ambito disciplinare;
- Settore (o settori) scientifico-disciplinare di riferimento;
- Eventuale articolazione in moduli, con settore scientifico-disciplinare di riferimento per ciascuno;
- Numero intero di CFU assegnati;
- Propedeuticità;
- Obiettivi formativi;
- Tipologia di somministrazione della didattica;
- Modalità di svolgimento degli esami e delle altre verifiche di profitto.

## Art. 8. Piano di studio

### 1. Norme generali

Il Piano di Studio è l'insieme delle attività didattiche che è necessario sostenere per raggiungere il numero di crediti previsti per il conseguimento del titolo finale.

Secondo quanto stabilito dal Regolamento carriera universitaria degli studenti "Lo svolgimento della carriera si realizza secondo un piano di studio. Fino a che non sia stato definito il proprio piano di studio ai sensi di quanto previsto dalla disciplina del corso di studio di appartenenza è possibile sostenere esclusivamente gli esami relativi alle attività didattiche obbligatorie previste da detto corso."

Pertanto, lo studente può sostenere esclusivamente gli esami relativi alle attività didattiche obbligatorie previste dal corso di studio cui è iscritto e le ulteriori attività didattiche incluse nel piano di studio individuale approvato dal Collegio didattico, nel rispetto delle eventuali propedeuticità e del vincolo relativo all'anno di corso cui è iscritto. Le mancate presentazione e approvazione del piano di studio comportano l'impossibilità di prenotarsi agli esami, ad esclusione delle attività didattiche obbligatorie.

L'eventuale frequenza di attività didattiche in sovrannumero e l'ammissione ai relativi appelli di esame è consentita esclusivamente tramite l'iscrizione a singoli insegnamenti, come stabilito dal Regolamento Carriera.

### 2. Regole per la presentazione dei Piani di Studio

Entro la fine del secondo semestre del primo anno di corso lo studente è tenuto a presentare il proprio Piano di Studi Individuale secondo le modalità pubblicate nel sito del Collegio didattico: [Piano di studi](#).

I piani di studio individuali sono sottoposti all'approvazione del Consiglio del Collegio didattico, che ne valuterà la congruità con gli obiettivi formativi del Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica ed il rispetto delle regole formali relative alla qualità e quantità di CFU.

Eventuali modifiche al piano potranno essere presentate all'inizio del II semestre, all'interno di una finestra temporale ben definita pubblicata sul sito del Collegio. Non è possibile sostenere e verbalizzare esami, pena l'annullamento, prima che il relativo piano di studio sia stato approvato.

Gli studenti fuori corso possono presentare, sempre all'inizio dell'anno accademico, variazioni alla scelta delle Attività Formative a Scelta dello Studente.

L'anno di corso a partire dal quale è ammessa la presentazione del piano di studi individuale può cambiare rispetto quanto stabilito dalla norma generale in caso di trasferimenti o abbreviazioni di carriera, secondo quanto prescriverà la Segreteria del Collegio didattico.

Per gli studenti a tempo parziale, il Collegio didattico definisce individualmente sulla base della proposta dello studente uno specifico percorso formativo, organizzato nel rispetto dei contenuti didattici dell'ordinamento del Corso, distribuendo le attività formative ed i crediti da conseguire.

All'atto della presentazione del piano di studi vanno indicate:

- la scelta degli insegnamenti relativi al secondo anno di corso secondo i criteri indicati nel Manifesto degli Studi (Allegato 1 al presente Regolamento);
- la scelta delle attività formative a scelta dello studente (9 CFU);

Con riferimento all'acquisizione dei 9 CFU per le attività a scelta possono essere proposte le seguenti tipologie di attività:

- a) eventuali insegnamenti a scelta facenti parte dell'offerta formativa del CdS;
- b) altri insegnamenti del Dipartimento DIEM o dell'Ateneo tra quelli inclusi nell'elenco di "insegnamenti ad approvazione automatica" pubblicato sul sito del Collegio didattico;
- c) altri insegnamenti del Collegio, del Dipartimento DIEM o dell'Ateneo non inclusi nell'elenco di "insegnamenti ad approvazione automatica". In tal caso lo studente deve motivare adeguatamente la scelta ed il Collegio dovrà valutare la congruità della scelta e della motivazione in relazione agli obiettivi formativi del CdS;
- d) i laboratori didattici messi a disposizione del Collegio didattico per il CdS in questione;
- e) eventuali altre attività formative messe a disposizione del Collegio didattico a valere dei CFU a scelta e pubblicizzate tramite il sito del Collegio.

Possono inoltre essere proposti sino a 3 CFU per:

- f) ulteriori abilità linguistiche;
- g) stage o tirocini aziendali;
- h) ulteriori abilità informatiche e di valenza professionale, competenze giuridiche, economiche, sociali. In tal caso qualora si chieda il riconoscimento di abilità acquisite presso soggetti esterni è necessaria l'approvazione del Collegio che si baserà sulla valutazione dei contenuti delle attività svolte e della loro congruenza con gli obiettivi formativi del CdS.

#### **Art. 9. Mobilità**

Gli studenti e le studentesse assegnatari di borsa di mobilità internazionale o nazionale devono predisporre un Learning Agreement o equivalente da sottoporre all'approvazione del/la docente coordinatore/trice disciplinare obbligatoriamente prima della partenza. Il riconoscimento degli studi compiuti all'estero e dei relativi crediti avverrà in conformità con quanto stabilito dal Regolamento Carriera e dai programmi di mobilità internazionale nell'ambito dei quali le borse di studio vengono assegnate.

All'arrivo a Roma Tre, gli studenti e le studentesse in mobilità in ingresso presso il corso di studio devono sottoporre all'approvazione del/la docente coordinatore/trice disciplinare il Learning Agreement firmato dal referente accademico presso l'università di appartenenza.

#### **Art. 10. Caratteristiche della prova finale**

La Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica (LM-33) si consegue previo superamento di una prova finale, che consiste nella discussione di una tesi di Laurea Magistrale, originale e individuale dello studente, che avrà come obiettivo la sintesi in un lavoro progettuale delle competenze acquisite nel Corso di Laurea. Essa sarà condotta dall'allievo sotto la guida di un relatore, su un argomento scelto nell'ambito delle attività formative del percorso di studio dello studente.

#### **Art. 11. Modalità di svolgimento della prova finale**

##### **1. Informazioni generali**

La prova finale per il conseguimento della Laurea Magistrale è costituita dalla discussione pubblica, di fronte ad una commissione, di una relazione scritta originale (Tesi di Laurea Magistrale) relativa ad un progetto elaborato autonomamente dallo studente nell'ambito delle attività formative dell'orientamento curricolare seguito, sviluppato durante il tirocinio o un'equivalente attività progettuale, sotto la guida di un relatore (il docente-tutor) e di uno o più co-relatori (eventualmente il tutor aziendale). Tutti gli studenti hanno diritto all'assegnazione di un tirocinio o di un'equivalente attività progettuale.

La Tesi di Laurea Magistrale può essere di tipo compilativo, progettuale o sperimentale, compatibilmente con un impegno dello studente commisurato al numero di CFU, pari a 15, attribuito alla prova finale. La tesi deve dimostrare la padronanza degli argomenti, la capacità di operare in modo autonomo e un buon livello di comunicazione da parte dello studente.

##### **2. Assegnazione della tesi di laurea**

L'assegnazione della tesi è chiesta dallo studente direttamente al docente, non oltre 90 giorni (tre mesi) dalla data della seduta di laurea, che svolgerà il ruolo di relatore della tesi.

Con riferimento all'assegnazione dei relatori delle tesi si precisa che

- a) i docenti appartenenti al Collegio (vale a dire i docenti afferenti alla Sezione di Meccanica ed i professori e i ricercatori del Dipartimento, DIEM, che svolgono attività didattica nei Corsi di Studio di pertinenza del Collegio Didattico di Meccanica) possono essere relatori di tesi di laurea anche se non ricoprono insegnamenti nel Corso di Studio frequentato dal laureando;
- b) i docenti che ricoprono insegnamenti del Corso di Studio in virtù di convenzioni stipulate con l'Ateneo possono ricoprire il ruolo di relatori;
- c) i docenti dell'Ateneo che ricoprono insegnamenti del Corso di Studio possono essere relatori di tesi di laurea anche se non appartenenti al Collegio;
- d) i docenti non appartenenti al Dipartimento che non ricoprono insegnamenti nel Corso di Studio possono ricoprire il ruolo di correlatore se affiancati ad un altro relatore appartenente al Collegio;
- e) i docenti titolari di didattica integrativa o non appartenenti all'Università Roma Tre, possono essere correlatori ma non relatori;

- f) gli eventuali tutor aziendali possono svolgere la funzione di correlatore;
- g) gli eventuali altre situazioni che non ricadono nei punti sopra elencati potranno essere soggette a specifico esame del Collegio.

L'assegnazione della tesi di laurea, da parte del Relatore, avviene non oltre 90 giorni (tre mesi) dalla data della seduta di laurea e purché abbia conseguito almeno 70 CFU, la procedura è online e si può effettuare sul Portale dello Studente [Come presentare la domanda di assegnazione tesi - Portale dello Studente \(uniroma3.it\)](#). Successivamente lo studente dovrà effettuare domanda di conseguimento titolo online.

Tutte le informazioni relative ai modi ed ai tempi che regolano le presentazioni della domanda di laurea sono reperibili sul Portale dello studente <http://portalestudente.uniroma3.it/carriera/ammissione-allesame-di-laurea/>.

### 3. Domanda di ammissione all'esame di laurea

Ai fini dell'ammissione all'esame di Laurea, lo studente dovrà fare riferimento agli adempimenti riportati sul Portale dello Studente alla voce "Ammissione all'esame di Laurea" al seguente indirizzo: <http://portalestudente.uniroma3.it/carriera/ammissione-allesame-di-laurea/>.

Lo studente è tenuto a compilare l'apposita "domanda conseguimento titolo" accedendo al sistema GOMP. Per poter presentare la suddetta domanda lo studente, in ottemperanza al proprio piano di studi, deve avere verbalizzato almeno 70 CFU entro le scadenze indicate dalla Segreteria Studenti.

Per potere accedere alla seduta di Laurea lo studente deve avere verbalizzato tutti gli esami degli insegnamenti previsto nel suo piano di studio ed avere acquisito tutti i CFU relativi alle attività a scelta ed ulteriori abilità.

In caso di rinuncia per poter sostenere l'esame di Laurea/prova finale in una sessione successiva è necessario presentare nuovamente la domanda di Laurea. Il pagamento della tassa di Laurea, se già effettuato, rimane valido. Alla nuova domanda di Laurea non dovranno essere allegati libretto e/o statini se già consegnati in occasione di una domanda precedente.

### 4. Svolgimento prova finale.

La commissione per l'esame finale per il conseguimento della Laurea è composta da almeno cinque docenti ed è nominata dal Direttore del Dipartimento, su proposta del Coordinatore del Collegio didattico di competenza.

Le sedute di esame di Laurea prevedono la presentazione e discussione pubblica, da parte dei candidati, dei lavori di tesi, la successiva riunione della commissione per la valutazione, e infine, la proclamazione pubblica dell'esito dell'esame di Laurea.

La consegna della tesi è effettuata esclusivamente in modalità telematica (non è prevista la consegna della copia cartacea della tesi), accedendo con le credenziali di Ateneo (@stud.uniroma3.it) al portale studente dell'Ateneo, <https://portalestudente.uniroma3.it/>, utilizzando così la procedura guidata "Invio elaborato tesi di laurea".

Tale procedura guidata prevede che il modulo online possa essere compilato solo una volta e, per procedere al caricamento dell'elaborato. Non è più richiesto un modulo di liberatoria.

E' possibile caricare il proprio elaborato fino a 48 ore prima dalla discussione delle tesi, in formato PDF, indicando il nome file come segue: Cognome-Nome-Matricola (esempio: rossi-mario-12345). Eventuali particolari necessità su formati diversi dal PDF dovranno essere comunicate alla mail [didattica.meccanica@uniroma3.it](mailto:didattica.meccanica@uniroma3.it)

Il punteggio complessivo attribuito allo svolgimento della prova finale, per un massimo di 12 punti, è la somma del punteggio assegnato in base alla media curriculare (arrotondata all'intero più prossimo e sino a 4 punti) secondo la seguente tabella:

| Media compresa tra | punteggio |
|--------------------|-----------|
| ≤ 92               | 0         |
| 93 e 94            | +1        |
| 95 e 96            | +2        |
| 97 e 98            | +3        |
| ≥ 99               | +4        |

e del punteggio assegnato dalla commissione in base al contenuto della tesi ed alla qualità dell'esposizione, per un massimo di ulteriori 8 punti così composti.

#### Autonomia operativa del candidato (fino a 2 punti)

Proposto dal relatore. Si intende la capacità dimostrata di agire senza continui stimoli del Docente, in particolare di stabilire contatti, identificare la letteratura pertinente, prendere giuste decisioni e responsabilità nell'operato.

#### Contributo individuale ed innovativo al lavoro svolto (fino a 2 punti)

Proposto dal relatore. Si intende valutare la capacità dimostrata dal candidato ad apportare un proprio apporto originale.

#### Presentazione del lavoro (fino a 2 punti)

Proposto dalla commissione. Si intende la valutazione della qualità dell'elaborato, del riassunto esteso, dei lucidi presentati, dell'esposizione orale.

#### Grado di complessità degli strumenti utilizzati e dei temi affrontati (Qualità) (fino a 2 punti)

Proposto dalla commissione. La valutazione riguarda l'effettivo utilizzo proficuo delle conoscenze e degli strumenti appresi durante il Curriculum Studiorum di Laurea Magistrale, nonché del contenuto scientifico.

L'arrotondamento della media curriculare all'intero più prossimo è effettuato, sia ai fini della concessione della lode, sia ai fini del calcolo dei punti da attribuire per il CV, prima dell'assegnazione del voto finale.

La eventuale lode potrà essere assegnata solo in caso di media curriculare (non arrotondata) pari o superiore a 100 ed in presenza di unanimità della commissione.

#### **Art. 12. Valutazione della qualità delle attività formative**

Il Collegio didattico si avvale di una commissione di assicurazione della qualità, cui partecipa almeno un rappresentante della componente studentesca, per il monitoraggio e la valutazione periodica della qualità dell'offerta formativa, anche usufruendo dei dati forniti dall'Ateneo relativi alle seguenti azioni:

- monitoraggio dei flussi studenteschi (numero di immatricolazioni, di abbandoni, di trasferimenti in ingresso e in uscita);
- valutazione diretta da parte degli studenti (tramite questionari di valutazione) dell'organizzazione e metodologia didattica di ogni singolo insegnamento e dell'adeguatezza delle strutture didattiche;
- monitoraggio dell'andamento del processo formativo (livello di superamento degli esami previsti nei diversi anni di corso, voto medio conseguito, ritardi registrati rispetto ai tempi preventivati dal percorso formativo);
- valutazione quantitativa e qualitativa dei risultati della formazione (numero dei laureati, durata complessiva degli studi, votazione finale conseguita), e provvede a stilare un rapporto presentato e discusso annualmente in Consiglio di Dipartimento.

Il Coordinatore del Collegio Didattico promuove la revisione con cadenza annuale del Regolamento didattico alla luce dell'autovalutazione e dei processi di valutazione ed accreditamento periodici previsti dalla normativa vigente.

#### **Art. 13. Altre fonti normative**

Per quanto non espressamente qui disciplinato si rinvia al Regolamento didattico di Ateneo e al Regolamento Carriera.

#### **Art. 14. Validità**

Le disposizioni del presente Regolamento si applicano a decorrere dall'a.a. 2024/2025 e rimangono in vigore per l'intero ciclo formativo (e per la relativa coorte studentesca) avviato da partire dal suddetto A.A. Si applicano inoltre ai successivi anni accademici e relativi percorsi formativi (e coorti) fino all'entrata in vigore di successive modifiche regolamentari.

Gli allegati 1 e 2 richiamati nel presente Regolamento possono essere modificati da parte della struttura didattica competente, nell'ambito del processo annuale di programmazione didattica. I suddetti allegati sono resi pubblici anche mediante il sito [www.university.it](http://www.university.it).

#### Allegati

|            |  |
|------------|--|
| Allegato 1 | Manifesto degli studi – percorso formativo   |
| Allegato 2 | Didattica programmata, erogata, contenuti degli insegnamenti con modalità di svolgimento e di valutazione. |

| <b>Corso di Laurea magistrale INGEGNERIA MECCANICA</b> |                                      |            |            |             |  |
|--|--------------------------------------|------------|------------|-------------|--|
| <b>OBBLIGATORI GENERALI (PRIMO ANNO)</b>               |                                      |            |            |             |  |
| <b>SSD</b>   | <b>INSEGNAMENTO</b>                  | <b>CFU</b> | <b>sem</b> | <b>tipo</b> |  |
| ING-IND/14   | Costruzione di Macchine              | 9          | I          | C           |  |
| ING-IND/17   | Fondamenti di Impianti Industriali I | 9          | II         | C           |  |
| ING-IND/08   | Macchine                             | 9          | I          | C           |  |
| ING-IND/32   | Macchine e Azionamenti Elettrici     | 9          | II         | A           |  |
| ING-IND/12   | Misure Meccaniche e Termiche         | 9          | II         | C           |  |
| Prova finale + Ulteriori abilità formative             |                                      | 15         |            |             |  |
| A scelta libera dello studente                         |                                      | 9          |            |             |  |

| <b>Curriculum PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI</b> |  |            |            |             |   |  |            |            |             |
|--|--|------------|------------|-------------|---|--|------------|------------|-------------|
| indirizzo <b>Progettazione dei Sistemi Meccanici</b>               |  |            |            |             | indirizzo <b>Ingegneria dei Veicoli</b>                     |  |            |            |             |
| <i>5 insegnamenti a scelta per un totale di 45CFU</i>              |  |            |            |             | <i>5 insegnamenti a scelta per un totale di 45CFU</i>       |  |            |            |             |
| <b>SSD</b>   | <b>INSEGNAMENTO</b>                                | <b>CFU</b> | <b>sem</b> | <b>tipo</b> | <b>SSD</b>  | <b>INSEGNAMENTO</b>                                      | <b>CFU</b> | <b>sem</b> | <b>tipo</b> |
| ING-IND/14   | Fondamenti di costruzioni automobilistiche         | 9          | I          | C           | ING-IND/14  | Fondamenti di costruzioni automobilistiche               | 9          | I          | C           |
| ING-IND/13   | Meccanica delle vibrazioni                         | 9          | II         | C           | ING-IND/13  | Meccanica delle vibrazioni                               | 9          | II         | C           |
| ING-IND/13   | Meccanica e dinamica delle macchine                | 9          | II         | C           | ING-IND/13  | Meccanica e dinamica delle macchine                      | 9          | II         | C           |
| ING-IND/08   | Oleodinamica e pneumatica                          | 9          | I          | C           | ING-IND/08  | Oleodinamica e pneumatica                                | 9          | I          | C           |
| ING-IND/14   | Strumenti e metodi di progettazione                | 9          | I          | C           | ING-IND/14  | Strumenti e metodi di progettazione                      | 9          | I          | C           |
| ING-IND/15   |  |            |            |             | ING-IND/15  |  |            |            |             |
| ING-IND/12   | Misure industriali                                 | 9          | II         | C           | ING-IND/08  | Motori a combustione interna per lo sviluppo sostenibile | 9          | I          | C           |
| <i>1 insegnamento affine a scelta per un totale di 6CFU</i>        |  |            |            |             | <i>1 insegnamento affine a scelta per un totale di 6CFU</i> |  |            |            |             |
| ING-IND/28   | Affidabilità di sistemi complessi                  | 6          | I          | A           | ING-IND/32  | Propulsione elettrica                                    | 6          | I          | A           |
| IUS/05   | Lineamenti di diritto per l'ingegneria industriale | 6          | I          | A           | ING-IND/28  | Sicurezza industriale e analisi dei rischi               | 6          | II         | A           |
| ING-IND/28   | Sicurezza industriale e analisi dei rischi         | 6          | II         | A           |   |  |            |            |             |

| Curriculum ENERGETICA E SOSTENIBILITÀ                       |  |     |     |      |   |  |     |     |      |
|---|--|-----|-----|------|---|--|-----|-----|------|
| indirizzo <b>Conversione dell'Energia</b>                   |  |     |     |      | indirizzo <b>Sostenibilità e Ambiente</b>                   |  |     |     |      |
| <i>5 insegnamenti a scelta per un totale di 45CFU</i>       |  |     |     |      | <i>5 insegnamenti a scelta per un totale di 45CFU</i>       |  |     |     |      |
| SSD   | INSEGNAMENTO   | CFU | sem | tipo | SSD   | INSEGNAMENTO   | CFU | sem | tipo |
| ING-IND/32  | Energetica elettrica                                     | 9   | I   | A    | ING-IND/32  | Energetica elettrica                                     | 9   | I   | A    |
| ING-IND/10  | Impianti termotecnici                                    | 9   | II  | C    | ING-IND/10  | Impianti termotecnici                                    | 9   | II  | C    |
| ING-IND/08  | Interazione tra le macchine e l'ambiente                 | 9   | I   | C    | ING-IND/08  | Interazione tra le macchine e l'ambiente                 | 9   | I   | C    |
| ING-IND/09  | Sistemi per conversioni energetiche da fonti rinnovabili | 9   | II  | C    | ING-IND/09  | Sistemi per conversioni energetiche da fonti rinnovabili | 9   | II  | C    |
| ING-IND/08  | Turbomacchine  | 9   | I   | C    | ING-IND/08  | Turbomacchine  | 9   | I   | C    |
| ING-IND/08  | Motori a combustione interna per lo sviluppo sostenibile | 9   | I   | C    | ING-IND/10  | Acustica e illuminotecnica ambientale                    | 9   | I   | C    |
| <i>1 insegnamento affine a scelta per un totale di 6CFU</i> |  |     |     |      | <i>1 insegnamento affine a scelta per un totale di 6CFU</i> |  |     |     |      |
| ING-IND/11  | Sostenibilità e impatto ambientale                       | 6   | I   | A    | ING-IND/11  | Sostenibilità e impatto ambientale                       | 6   | I   | A    |
| ING-IND/28  | Sicurezza industriale e analisi dei rischi               | 6   | II  | A    | ING-IND/28  | Cave, impianti estrattivi e recupero ambientale          | 6   | II  | A    |

| Curriculum GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING    |  |     |     |      |  |   |     |     |      |
|--|--|-----|-----|------|--|---|-----|-----|------|
| indirizzo <b>Impianti e Sistemi Industriali</b>          |  |     |     |      | indirizzo <b>Fabbricazione</b>                           |   |     |     |      |
| <i>2 insegnamenti obbligatori per un totale di 18CFU</i> |  |     |     |      | <i>2 insegnamenti obbligatori per un totale di 18CFU</i> |   |     |     |      |
| SSD  | INSEGNAMENTO   | CFU | sem | tipo | SSD  | INSEGNAMENTO  | CFU | sem | tipo |
| ING-IND/17   | Impianti e sistemi di produzione (Fondamenti di impianti industriali II + Gestione della produzione industriale) | 12  | II  | C    | ING-IND/17   | Gestione della produzione industriale   | 6   | II  | C    |
| ING-IND/16   | Tecnologie speciali  | 6   | II  | C    | ING-IND/16   | Tecnologie e sistemi di lavorazione (Tecnologie speciali + Tecnologie di lavorazione delle materie plastiche) | 12  | II  | C    |
| <i>3 insegnamenti a scelta per un totale di 27CFU</i>    |  |     |     |      | <i>3 insegnamenti a scelta per un totale di 27CFU</i>    |   |     |     |      |
| ING-IND/12   | Misure industriali   | 9   | II  | C    | ING-IND/12   | Misure industriali  | 9   | II  | C    |
| ING-IND/16   | Sistemi integrati di fabbricazione   | 9   | I   | C    | ING-IND/16   | Sistemi integrati di fabbricazione  | 9   | I   | C    |
| ING-IND/14   | Strumenti e metodi di progettazione  | 9   | I   | C    | ING-IND/14   | Strumenti e metodi di progettazione   | 9   | I   | C    |
| ING-IND/15   |  |     |     |      | ING-IND/15   |   |     |     |      |
| ING-IND/10   | Impianti termotecnici  | 9   | II  | C    | ING-IND/13   | Meccanica delle vibrazioni  | 9   | II  | C    |
| ING-IND/08   | Oleodinamica e pneumatica  | 9   | I   | C    | ING-IND/13   | Meccanica e dinamica delle macchine   | 9   | II  | C    |

| <i>1 insegnamento affine a scelta per un totale di 6CFU</i> |   |   |    |   | <i>1 insegnamento affine a scelta per un totale di 6CFU</i> |  |   |    |   |
|---|---|---|----|---|---|--|---|----|---|
| ING-IND/28  | Cave, impianti estrattivi e recupero ambientale | 6 | II | A | ING-IND/28  | Cave, impianti estrattivi e recupero ambientale    | 6 | II | A |
| ING-IND/31  | Intelligenza artificiale per l'ingegneria       | 6 | II | A | IUS/05  | Lineamenti di diritto per l'ingegneria industriale | 6 | I  | A |
| ING-IND/28  | Sicurezza industriale e analisi dei rischi      | 6 | II | A | ING-IND/31  | Intelligenza artificiale per l'ingegneria          | 6 | II | A |
|   |   |   |    |   | ING-IND/28  | Sicurezza industriale e analisi dei rischi         | 6 | II | A |



## DIPARTIMENTO: INGEGNERIA INDUSTRIALE, ELETTRONICA E MECCANICA

Ingegneria meccanica (LM-33) A.A. 2024/2025

*Didattica programmata*

### Sintesi della relazione tecnica del nucleo di valutazione - Ordinamento Didattico

Il Nucleo ha esaminato la proposta, valutandola alla luce dei parametri indicati dalla normativa. Ha giudicato in particolare in modo positivo l'individuazione delle esigenze formative attraverso contatti e consultazioni con le parti interessate, la significatività della domanda di formazione proveniente dagli studenti, le motivazioni della trasformazione proposta, la definizione delle prospettive professionali (attraverso analisi e previsioni sugli sbocchi professionali e l'occupabilità), la definizione degli obiettivi di apprendimento con riferimento ai descrittori adottati in sede europea, la coerenza del progetto formativo con gli obiettivi, le politiche di accesso. Il Nucleo conferma il parere positivo già dato sulla precedente versione dell'ordinamento e osserva che le attuali modifiche sono motivate dall'esigenza di razionalizzare l'offerta didattica, in linea con le nuove indicazioni ministeriali.

### Obiettivi formativi specifici del Corso

Il corso di laurea magistrale è finalizzato alla formazione di laureati di elevata qualificazione nell'ambito dell'ingegneria meccanica, in possesso di conoscenze e di competenze di significativa validità nei contigui settori dell'ingegneria industriale. I laureati magistrali dovranno essere in grado di identificare, formalizzare e risolvere problemi di elevata complessità nell'area dell'ingegneria meccanica, utilizzando metodologie di analisi e soluzioni progettuali all'avanguardia in campo internazionale. Il conseguimento di questo obiettivo, importante nell'attuale realtà industriale, è reso possibile da due azioni: da un lato l'apertura del corso di laurea magistrale in ingegneria meccanica alle problematiche proprie del più vasto settore formativo dell'ingegneria industriale (con ben già progettato nel corso di laurea in ingegneria meccanica di Roma TRE) e dall'altro la predisposizione di percorsi formativi finalizzati che, pur non alterando la visione unitaria volta alla formazione di laureati magistrali in ingegneria meccanica, siano mirati allo sviluppo di specifiche professionalità in un ampio ventaglio di settori (la costruzione di macchine, le macchine a fluido, l'utilizzazione dell'energia, l'ambiente, gli azionamenti, la trazione veicolare). Il percorso didattico è organizzato in un primo anno dedicato alla formazione di una solida preparazione nelle discipline fondanti l'ingegneria meccanica e in un secondo anno dedicato all'acquisizione di conoscenze d'avanguardia e allo sviluppo di professionalità di elevata valenza applicativa. La tesi di laurea, originale e individuale dello studente, avrà come obiettivo la sintesi in un lavoro progettuale delle competenze acquisite nel corso di laurea magistrale.

### Autonomia di giudizio

I laureati magistrali in ingegneria meccanica saranno in grado di assumere responsabilità autonome nelle attività di progettazione, realizzazione e gestione di sistemi di elevata complessità, in contesti anche interdisciplinari. L'obiettivo sarà perseguito nell'attività didattica dei singoli corsi in cui si promuoverà l'attitudine degli allievi ad un approccio autonomo, all'analisi delle problematiche trattate e ad una visione multidisciplinare nell'ambito di selezionati contigui settori dell'ingegneria industriale. L'obiettivo sarà verificato attraverso gli esami di profitto e la tesi di laurea magistrale.

### Abilità comunicative

I laureati magistrali saranno in grado di comunicare efficacemente e interagire con interlocutori di differenziata formazione e competenza. L'obiettivo sarà perseguito tramite l'interazione con colleghi e docenti nell'ambito della prevista attività didattica. Le abilità comunicative saranno verificate tramite gli esami di profitto e l'esame di tesi magistrale.

### Capacità di apprendimento

I laureati magistrali, grazie alla visione formativa ad ampio spettro che è stata progettata, saranno in grado di procedere in modo autonomo nell'aggiornamento professionale sia nello specifico campo di specializzazione sia in altri settori professionali. La capacità di apprendimento verrà verificata attraverso gli esami dei singoli corsi e il lavoro di tesi. Il corso magistrale proposto è pienamente idoneo a formare laureati da inserire in attività di ricerca. Questo obiettivo sarà perseguito nei corsi che prevedono una componente seminariale e di autonoma attività di sviluppo delle competenze e nello svolgimento della tesi di laurea magistrale. Esso sarà verificato attraverso i relativi esami di profitto e l'esame di laurea magistrale.

### Requisiti di ammissione

Per poter accedere al Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica lo studente deve: - conoscere adeguatamente gli aspetti metodologici e operativi delle scienze di base di quelle caratterizzanti l'ingegneria industriale (classe L-9 delle lauree in Ingegneria Industriale) ed essere capace di utilizzare tali conoscenze per identificare, formulare e risolvere i problemi utilizzando metodi, tecniche e strumenti aggiornati; - essere capace di condurre esperimenti e di utilizzare tecniche e strumenti per la progettazione di componenti, sistemi, processi; - essere capace di comprendere l'impatto delle soluzioni e conoscere i contesti aziendali nei loro aspetti economici, gestionali e organizzativi; - conoscere i contesti contemporanei e le proprie responsabilità professionali ed

etiche; - essere capace di comunicare efficacemente, in forma scritta e orale, in lingua inglese; - possedere gli strumenti cognitivi di base per l'aggiornamento delle proprie conoscenze. La verifica delle competenze verrà effettuata sulla base del curriculum del candidato ed, eventualmente, accertata tramite un colloquio. Il Regolamento Didattico descrive in modo completo le modalità di verifica di tali conoscenze.

### **Prova finale**

La tesi di laurea magistrale, originale e individuale dello studente, avrà come obiettivo la sintesi in un lavoro progettuale delle competenze acquisite nel corso di laurea. Essa sarà condotta dall'allievo sotto la guida di un relatore.

### **Note relative alle attività caratterizzanti**

L'ampiezza dell'intervallo complessivo di CFU consentirà: (i) di agevolare il riconoscimento di attività svolte nel corso di laurea del previgente ordinamento, 509, o presso altre sedi; (ii) di attivare in futuro, ove necessario e possibile, più percorsi didattici; (iii) di apportare modifiche non sostanziali al manifesto degli studi senza necessità di approvazione di un nuovo ordinamento.

### **Dati di ingresso, di percorso e di uscita**

L'ufficio statistico dell'Ateneo fornisce con continuità dati relativi alle iscrizioni e immatricolazioni sulla base dei pagamenti pervenuti e con elaborazioni sulle distribuzioni per dipartimento e corso di studio. Dalla rilevazione del 7 marzo 2024 risulta un numero di immatricolati per l'a.a. 2023/24 pari a 68, a fronte di un numero totale programmato di utenza sostenibile pari a 80. Il numero totale di iscritti per l'a.a. 2023/24 sale a 122, con un aumento, rispetto al precedente AA di 22 unità. Ulteriori informazioni sono disponibili, anche a confronto, sulle pagine di Almalaurea e University <https://www.universitaly.it/index.php/cercacorsi/universita>, nonché sulla Scheda di Monitoraggio Annuale del Corso di Studi. Da tali fonti risulta inoltre che il numero dei laureati oscilla, negli ultimi anni, attorno ai 45 laureati, con punte (es anno 2021 pari a 57). La percentuale di abbandoni del CdS dopo N+1 anni appare costantemente molto minore rispetto alla triennale di provenienza, negli ultimi anni intorno al 5%, in linea rispetto ai CdS non telematici dell'area geografica (intorno al 5%). La provenienza è prevalentemente di ambito regionale, circa 8% degli studenti proviene da altre regioni. La percentuale di laureati entro la durata normale del corso appare in trend nettamente crescente e arriva a fiorare il 20%, pur rimanendo sensibilmente minore della media dei CdS non telematici dell'area geografica (intorno al 46%). Il ritardo medio nel percorso formativo è di circa 1,7 anni.

### **Efficacia Esterna**

Al termine del percorso formativo della Laurea magistrale LM-33 e su un campione di 12 intervistati della coorte laureatasi nell'anno 2022, il 100% lavora entro 1,2 anni da quando ha cominciato a cercare un lavoro, anno dalla laurea. L'efficacia della laurea e la soddisfazione per il lavoro svolto è molto positivamente espressa dal circa il 94% degli intervistati, e la tipologia di professione svolta nel 66,7% dei casi è di natura intellettuale, scientifica e di elevata specializzazione. Per ulteriori approfondimenti si rimanda ad Almalaurea (<https://www2.almalaurea.it/>).

### **Orientamento in ingresso**

Le azioni di orientamento in ingresso sono improntate alla realizzazione di processi di raccordo con le lauree triennali di provenienza (tipicamente lauree L9 Industriali) e di avvio alle scuole magistrali successive. Si concretizzano sia in attività informative e di approfondimento dei caratteri formativi dei Corsi di Studio Magistrali attivi in Ateneo, sia in un impegno per favorire lo sviluppo di una maggiore consapevolezza da parte degli studenti e delle studentesse nel compiere scelte coerenti con le proprie conoscenze, competenze, attitudini e interessi. Le attività promosse si articolano in: a) incontri e iniziative rivolte agli studenti triennali; b) sviluppo di servizi online (pagine social, sito), realizzazione e pubblicazione di materiali informativi sull'offerta formativa dei CdS (guide di dipartimento, guida breve di Ateneo, locandina dell'offerta formativa, newsletter dell'orientamento); c) coinvolgimento degli studenti in iniziative seminariali di elevato livello. L'attività di orientamento in ingresso prevede, nel dettaglio, le seguenti attività, distribuite nel corso dell'anno accademico, alle quali partecipano tutti i Dipartimenti e i CdS: • Giornate di Vita Universitaria (GVU) aperte a studenti già immatricolati a Roma TRE e agli esterni; • Attività di orientamento mediante incontri in presenza e servizi online, dedicati agli studenti delle triennali L9; • Attività di divulgazione di specifiche attività e linee di ricerca di potenziale interesse per gli studenti triennali, direttamente in aula o tramite seminari, anche con il coinvolgimento enti esterni o partner/stakeholder. Gli eventi, nel complesso, accolgono perlopiù studenti romani, sia di provenienza Roma TRE che esterni, che partecipano agli eventi con l'intenzione di focalizzare i propri interessi e le prossime future scelte accademiche.

### **Orientamento e tutorato in itinere**

Le attività di orientamento in itinere e il tutorato costituiscono un punto particolarmente delicato del processo di orientamento. Non sempre lo studente che ha scelto un Corso di Laurea è convinto della propria scelta ed è adeguatamente attrezzato per farvi fronte. Non di rado, e ne costituiscono una conferma i tassi di dispersione al primo anno, lo studente vive uno scollamento tra la passata esperienza scolastica e quanto è invece richiesto per affrontare efficacemente il Corso di Studio scelto. Tale scollamento può essere dovuto ad una inadeguata preparazione culturale ma anche a fattori diversi che richiamano competenze relative alla organizzazione e gestione dei propri processi di studio e di apprendimento. Sebbene tali problemi debbano essere inquadrati ed affrontati precocemente, sin dalla scuola superiore, l'Università si trova di fatto nella condizione, anche al fine di contenere i tassi di dispersione, di dover affrontare il problema della compensazione delle carenze che taluni studenti presentano in ingresso. Naturalmente, su questi specifici temi i Dipartimenti e i CdS hanno elaborato proprie strategie a partire dall'accertamento delle conoscenze caratterizzanti. L'Ateneo, con l'obiettivo di ampliare i servizi in favore degli studenti, di contrastare il fenomeno dell'abbandono degli studi e di incrementare le performance didattiche degli studenti, ha elaborato un progetto per lo sviluppo delle attività di tutorato, didattico-integrative, propedeutiche e di recupero, mettendo a disposizione cospicue risorse finanziarie. Il progetto consiste nell'attivazione di un considerevole numero di assegni di tutorato ai sensi dell'art. 1 del D.L. n. 105/2003, con la finalità di supportare gli studenti sulle tematiche amministrative e di scelta curriculare, supporto e coadiuvare lo studio e la preparazione, sostegno per l'acquisizione di idonei metodi di apprendimento in determinati insegnamenti ritenuti maggiormente selettivi.

### **Assistenza per lo svolgimento di periodi di formazione all'esterno ( tirocini e stage)**

Le attività di assistenza per tirocini e stage sono svolte dall'Ufficio Stage e Tirocini che promuove sia tirocini curriculari, rivolti a studenti e finalizzati a realizzare momenti di alternanza tra studio e lavoro con lo scopo di affinare il processo di apprendimento e di formazione; sia tirocini extracurriculari, rivolti ai neolaureati e finalizzati ad agevolare le scelte professionali e l'occupabilità. Per favorire una migliore gestione delle attività di tirocinio e stage, l'Ufficio si avvale di una piattaforma informatica – Gomp tirocini- creata in collaborazione con Porta Futuro Lazio. In tale piattaforma gli studenti e neolaureati possono accedere direttamente dal loro profilo GOMP del Portale dello Studente, con le credenziali d'Ateneo, e utilizzare il menù dedicato ai TIROCINI. Le aziende

partner hanno l'opportunità di pubblicare inserzioni o ricercare contatti tra i cv presenti nel sistema, richiedendo ovviamente una preventiva autorizzazione al contatto per avere la disponibilità dei dati sensibili. Attraverso la piattaforma stessa si possono gestire le pratiche di attivazione dei tirocini curriculari ed extracurriculari regolamentati dalla regione Lazio sottoscrivendo le relative convenzioni e perfezionando i relativi Progetti Formativi. Le altre tipologie di tirocinio vengono gestite al di fuori della piattaforma (estero, post titolo altre Regioni...). In un'apposita sezione della pagina Career Service del sito d'Ateneo vengono promossi gli avvisi pubblici per tirocini extracurriculari di enti pubblici quali ad esempio la Banca d'Italia, la Corte Costituzionale, la Consob e nella pagina tirocini curriculari del sito d'Ateneo le inserzioni per tirocini curriculari relative a bandi particolari o inserzioni di enti ospitanti stranieri non pubblicizzabili attraverso la piattaforma Gomp. Tali pubblicazioni vengono accompagnate da un servizio di newsletter mirato al bacino d'utenza coinvolto nelle inserzioni stesse. L'ufficio Stage e Tirocini svolge in particolare le seguenti attività: supporta l'utenza (enti ospitanti e tirocinanti) relativamente alle procedure di attivazione (che avvengono prevalentemente attraverso la piattaforma Gomp) e alla normativa di riferimento, oltre che telefonicamente e tramite e-mail, con orari di apertura al pubblico; cura i procedimenti amministrativi (contatti con enti ospitanti, acquisizione firme rappresentanti legali, repertorio, trasmissione agli enti previsti da normativa) di tutte le convenzioni per tirocinio e tutti gli adempimenti amministrativi relativi ai Progetti Formativi di tirocini curriculari ed extracurriculari (ad eccezione dei tirocini curriculari del dipartimento di Scienze della Formazione e del dipartimento di Scienze Politiche); cura l'archivio generale dei dati relativi ai tirocini attivati e ne fornisce report su richiesta (Ufficio statistico, Nucleo di Valutazione...) cura l'iter dei tirocini attivati attraverso la Fondazione Crui (Maeci, Scuole italiane all'estero - Maeci, Camera dei Deputati) e finanziati dal Miur e di convenzioni particolari con Enti pubblici (Quirinale); gestisce bandi per tirocini post titolo in collaborazione con Enti Pubblici (Banca d'Italia, Corte Costituzionale, Consob) curandone la pubblicizzazione, la raccolta delle candidature e la preselezione in base a dei requisiti oggettivi stabiliti dagli enti stessi; Gestisce le procedure di attivazione di tirocini che vengono ospitati dall'Ateneo, siano essi curriculari che formativi e di orientamento, post titolo, di inserimento /reinserimento (Torno Subito) o Erasmus +; partecipa a progetti finanziati da Enti pubblici quali Provincia, Regione e Ministero del lavoro a sostegno dell'inserimento nel mondo del lavoro.

### **Assistenza e accordi per la mobilità internazionale degli studenti**

L'Ateneo incentiva periodi di formazione all'estero dei propri studenti nell'ambito di appositi accordi stipulati con università estere, sia nell'ambito dei programmi europei promossi dalla Commissione Europea, sia in quello dei programmi di mobilità d'Ateneo. Gli studenti in mobilità internazionale ricevono un sostegno economico sia sotto forma di contributi integrativi alle borse comunitarie, sia col finanziamento di borse totalmente a carico del bilancio d'Ateneo per altre iniziative di studio e di ricerca. Per ogni iniziativa vengono pubblicati appositi Bandi, Avvisi, FAQ, Guide. Vengono garantiti un servizio di Front Office; assistenza nelle procedure di iscrizione presso le istituzioni estere, in collaborazione con le strutture didattiche che si occupano dell'approvazione del progetto di formazione; assistenza per le procedure di richiesta del visto di ingresso per mobilità verso Paesi extra-europei; contatto costante con gli studenti che si trovano all'estero e intervento tempestivo in caso di necessità. Tutte le attività di assistenza sono gestite dagli uffici dell'Area Studenti, che operano in stretta collaborazione con le strutture didattiche, assicurando monitoraggio, coordinamento delle iniziative e supporto ai docenti, anche nelle procedure di selezione dei partecipanti alla mobilità. Nel quadro degli obiettivi di semplificazione, le procedure di candidatura ai bandi sono state tutte informatizzate tramite servizi on line descritti nelle sezioni dedicate del Portale dello Studente (<http://portalestudente.uniroma3.it/>). Attraverso un'area riservata, gli studenti possono visualizzare i dati relativi alla borsa di studio assegnata e svolgere alcune azioni online quali l'accettazione o rinuncia alla borsa, la compilazione del progetto di studio (Learning Agreement) e la firma del contratto finanziario. Per gli aspetti di carattere didattico, gli studenti sono assistiti dai docenti, coordinatori dei programmi o referenti degli accordi, che li indirizzano alla scelta dei corsi da seguire all'estero e li assistono nella predisposizione del Learning Agreement. Il Centro Linguistico di Ateneo offre agli studenti la possibilità di approfondire la conoscenza della lingua straniera prima della partenza attraverso lezioni frontali e corsi in autoapprendimento. Gli studenti sono informati anche sulle opportunità di formazione internazionale offerte da altri Enti o Istituzioni accademiche. Oltre a pubblicare le informazioni sul proprio sito, vengono ospitati eventi dedicati in cui i promotori delle iniziative stesse e le strutture di Ateneo informano e dialogano con gli studenti. Tutte le iniziative di formazione all'estero vengono pubblicate nella sezione "Mobilità Internazionale" del Portale dello Studente (<http://portalestudente.uniroma3.it/>), sui siti dei Dipartimenti e sul sito d'Ateneo (<http://www.uniroma3.it>), nonché diffuse attraverso i profili Facebook e Twitter dell'Area Studenti, dell'Ateneo e dei Dipartimenti.

### **Accompagnamento al lavoro**

L'Ufficio Job Placement favorisce l'incontro tra la domanda e l'offerta di lavoro attraverso numerosi servizi descritti nella sezione del sito di Ateneo dedicata al Career Service - Università Roma Tre ([uniroma3.it](http://www.uniroma3.it)) Il Career Service si rivolge agli studenti, ai laureati, alle imprese, alle istituzioni come punto di informazione e di accesso ai numerosi servizi offerti da Roma Tre nell'ambito dell'orientamento professionale, dei tirocini extracurriculari, del placement e intermediazione tra domanda e offerta di lavoro, del sostegno alle start up e all'autoimprenditorialità, del potenziamento dell'occupabilità degli studenti. Attraverso il Career Service viene presentato, suddiviso per macro aree tematiche, il complesso delle attività che fanno capo a diversi uffici dell'Ateneo, nonché è possibile consultare tutte le iniziative dipartimentali in materia di placement e le iniziative che Roma Tre sviluppa in accordo con soggetti esterni pubblici e privati al fine di arricchire continuamente l'offerta di opportunità e servizi proposta a studenti e laureati. Sempre nella direzione di favorire l'incontro tra domanda ed offerta Roma Tre conferma l'adesione al Consorzio AlmaLaurea ([www.almalaurea.it](http://www.almalaurea.it)). Nel corso dell'anno sono stati realizzati dall'ufficio Job Placement numerosi incontri con le aziende. In particolare si segnalano le seguenti iniziative: Recruiting Day con Generali, su Microsoft Teams Progetto Disegna il tuo Futuro - Portolano Cavallo Studio Legale, su Microsoft Teams Future Shaper Graduate Program – TeamSystem, su Microsoft Teams Recruiting Day in presenza con FIELMAN, evento riservato a studenti e laureati in Ottica e Optometria Recruiting Day in presenza con Pedevilla, evento riservato a studenti e laureati in Scienze e Culture enogastronomiche Deloitte presenta Lumina Academy per gli studenti e laureati dell'area umanistica, su Microsoft Teams Incontro in presenza con Salmoiraghi & Viganò, per gli studenti e laureati in Ottica e Optometria University Campaign: cosa significa essere un giovane avvocato in BonelliErede, evento in presenza dedicato agli studenti di Giurisprudenza Nell'ambito del progetto "Roma Tre incontra le aziende", progetto di Ateneo dedicato a rafforzare il legame del mondo universitario con le imprese grazie a una serie di appuntamenti dedicati agli Amministratori Delegati delle principali aziende leader in Italia e nel mondo sono stati realizzati incontri in presenza con Infratel Italia, ABACO Group e FICO Eataly World. Sebbene il matching diretto tra domanda ed offerta costituisca un importante strumento per i giovani laureati per entrare nel mondo del lavoro sono altresì necessari servizi di accompagnamento che consentano di riflettere e costruire il proprio orientamento professionale. In tale direzione proseguono le attività di Porta Futuro Rete Università, progetto della Regione Lazio-Laziodisco, in collaborazione con gli Atenei, che offre a studenti e laureati l'opportunità di crescere professionalmente, attraverso servizi di orientamento e di formazione, per posizionarsi al meglio sul mercato del lavoro. Grazie all'accordo integrativo "Porta Futuro Lazio" sottoscritto in data 07/07/2022 l'Ufficio Job Placement ha implementato i propri servizi specialistici proponendo incontri finalizzati a sviluppare competenze trasversali e soft skills e ad acquisire validi strumenti di supporto all'inserimento lavorativo. Come previsto dall'accordo sono stati messi a disposizione di studenti e laureati il servizio di Colloquio di Orientamento Professionale di secondo livello ed il servizio di Bilancio di Competenze, entrambi i servizi specialistici sono stati erogati da personale altamente qualificato. Grazie alla collaborazione sinergica tra l'Ufficio Job Placement di Ateneo e lo sportello Porta Futuro Lazio di Roma Tre sono stati realizzati 33 laboratori, ognuno dei quali è stato articolato da un minimo di 4 ore ad un massimo di 30 ore realizzate su più giornate per un totale di 295 ore di attività. Alcuni laboratori sono stati ripetuti in molteplici edizioni dando così l'opportunità ad un vasto numero di utenti di prenderne parte. La promozione delle iniziative è stata svolta attraverso la pubblicazione nell'apposita sezione del Career service dedicata alla Formazione professionale e potenziamento dell'occupabilità - Università Roma Tre ([uniroma3.it](http://www.uniroma3.it)) e attraverso l'invio di numerose newsletter indirizzate a studenti e laureati. Professionisti di elevata qualificazione si sono resi disponibili ad offrire a studenti e laureati la possibilità di intraprendere percorsi di orientamento professionale di II livello articolati in 3 incontri di un'ora ciascuno per un totale di 81 ore di attività. È stato possibile infine beneficiare del servizio di Bilancio di competenze nell'ambito del quale sono stati perseguiti i seguenti obiettivi: rafforzamento dell'empowerment individuale nella ricerca del lavoro o ulteriori opportunità formative; consolidamento di una progettualità matura nella ricerca del lavoro o ulteriori opportunità formative; miglioramento della conoscenza del mercato del lavoro nel cui orizzonte collocare la progettualità di ciascun partecipante all'attività di Bilancio di competenze.

## Eventuali altre iniziative

Nel corso dell'anno accademico sono organizzati eventi di interesse generale per gli studenti e per i professionisti, coinvolgendo esperti provenienti da tutto il mondo. A tale proposito si segnala una fiorente attività di organizzazione di seminari, sviluppati a quattro mani con enti esterni all'Università, che hanno coinvolto l'intero Dipartimento, ad ogni livello.

## Opinioni studenti

Le informazioni relative all'esperienza dello studente sono state desunte da dati forniti dall'Ufficio Statistico di Ateneo che sono relativi al rilevamento dell'opinione degli studenti per gli insegnamenti tenuti nell'AA 22-23. Inoltre, sono stati resi disponibili anche i dati relativi ai singoli insegnamenti. Ciascun docente può dunque consultare i risultati relativi ai propri insegnamenti per opportuna verifica. I risultati sono ottenuti in forma sintetica ed aggregata, mostrando rispettivamente la percentuale di studenti che hanno espresso un giudizio sostanzialmente positivo ai vari quesiti (ottenuto come somma delle percentuali di coloro che hanno risposto 'più sì che no' e 'decisamente sì'). Il CdS LM-33 Ingegneria meccanica fa parte del Collegio didattico di Ingegneria meccanica e pertanto si è cercato di cogliere gli elementi più significativi emersi dalla valutazione OPIS a cominciare dai dati riguardanti gli insegnamenti specifici ed aggregandoli per CdS e confrontandoli tra i CdS del Collegio e del Dipartimento. In generale i risultati mostrano un buon livello di soddisfazione degli studenti, soprattutto frequentanti, e l'assenza di elementi di natura sistemica che richiedano particolare attenzione. Per LM-33 Laurea magistrale in Ingegneria meccanica si nota che le valutazioni degli studenti risultano mediamente migliori del corrispondente corso di studi triennale di provenienza, oltre ad essere su molti quesiti leggermente superiore alla media di Dipartimento. Per quanto concerne la situazione generale dei singoli insegnamenti l'analisi inizia con la valutazione della soddisfazione complessiva degli studenti sui singoli corsi. Il numero di insegnamenti con percentuale di soddisfazione complessiva minore del 65 % si mantiene decisamente limitato, specialmente per quanto riguarda gli studenti frequentanti. Si evidenzia innanzitutto che i questionari compilati dagli studenti frequentanti mostrano sistematicamente un maggiore grado di soddisfazione rispetto agli studenti non frequentanti, effetto legato verosimilmente all'organizzazione complessiva dei CdS, che si basa sulla fruizione in presenza delle attività formative. I questionari compilati dagli studenti frequentanti mostrano sistematicamente un maggiore grado di soddisfazione rispetto agli studenti non frequentanti, effetto legato verosimilmente all'organizzazione complessiva dei CdS, che si basa sulla fruizione in presenza delle attività formative. Anche il tema dell'adeguatezza delle conoscenze preliminari pare meno rilevante che nella laurea triennale. Dalla sezione dedicata risultano più rilevanti i suggerimenti di: - Alleggerire il carico didattico complessivo - Migliorare la qualità del materiale didattico - Inserire prove d'esame intermedie Tali suggerimenti appaiono del tutto in linea con le indicazioni dipartimentali. Nel questionario è presente anche una sezione di 'Suggerimenti' in forma di lista di possibili azioni che gli intervistati auspicano siano intraprese. Si nota intanto che questo campo è utilizzato propositivamente da oltre la metà degli studenti che suggeriscono tramite, in linea con quanto sopra riportato, di alleggerire il carico didattico complessivo, inserire prove d'esame intermedie e migliorare la qualità del materiale didattico.

## Struttura organizzativa e responsabilità a livello di Ateneo

La struttura organizzativa e le responsabilità a livello di Ateneo in relazione al Sistema di Assicurazione della Qualità (SAQ) sono illustrate nel Manuale della Qualità, in cui sono definiti i principi ispiratori del SAQ di Ateneo, i riferimenti normativi e di indirizzo nei diversi processi di Assicurazione della Qualità (AQ), le caratteristiche stesse del processo per come sono state declinate dall'Ateneo, nonché i ruoli e le responsabilità definite a livello, sia centrale che locale.

## Organizzazione e responsabilità della AQ a livello del Corso di Studio

Per la gestione dei processi di Assicurazione di Qualità (AQ) il Collegio didattico può avvalersi della collaborazione del personale di Segreteria, nonché dei seguenti Gruppi di Lavoro o collaboratori interni. 1. Gruppo del riesame per il Corso di Laurea triennale in Ingegneria Meccanica; 2. Gruppo Referenti ERASMUS ed attività formative estere; 3. Referente per la Qualità; 4. Gruppo gestione AQ; 5. Referenti per: Orientamento; Orari e calendari; Sedute di lauree; Piani di studio; Iniziative studentesche e competizioni universitarie internazionali; che agiscono in maniera coordinata con il sistema di Assicurazione della Qualità del Dipartimento di Ingegneria Industriale, Elettronica e Meccanica. La verifica dell'efficacia e dell'efficienza delle attività formative definite dall'ordinamento didattico del Corso di Studi è svolta, anche usufruendo dei dati forniti dall'Ateneo, almeno sulla base delle seguenti azioni: • valutazione diretta da parte degli studenti (tramite questionari annuali di valutazione dell'opinione degli studenti - OPIS) dell'organizzazione e metodologia didattica di ogni singolo insegnamento; • monitoraggio dei flussi studenteschi (numero di immatricolazioni, di abbandoni, di trasferimenti in ingresso e in uscita); • monitoraggio dell'andamento del processo formativo (livello di superamento degli esami previsti nei diversi anni di corso, voto medio conseguito, ritardi, registrati rispetto ai tempi preventivati dal percorso formativo); • valutazione quantitativa e qualitativa dei risultati della formazione (numero dei laureati, durata complessiva degli studi, votazione finale conseguita); • valutazione dell'efficienza delle strutture e dei servizi di supporto all'attività formativa; • valutazione dell'opinione dei docenti; • pubblicizzazione dei risultati delle azioni di valutazione. Tale monitoraggio si concretizza nella stesura, secondo le tempistiche indicate annualmente dall'Ateneo, del "Commento sintetico" alla scheda di Monitoraggio Annuale (SMA) del Corso di Studi. L'analisi della SMA e la compilazione del commento sintetico agli indicatori in essa contenuti viene effettuata dal Gruppo di riesame del Corso di Studio, che include un gruppo ristretto dei docenti del CdS ed una rappresentanza studentesca. L'esito della analisi viene discusso nel Consiglio del Collegio didattico, approvato, e trasmesso per la discussione collegiale e l'approvazione definitiva al Consiglio di Dipartimento. I risultati dei questionari di valutazione della attività didattiche, una volta elaborati e comunicati dall'Ufficio Statistico di Ateneo, vengono presentati in forma aggregata anonima e discussi maniera estesa in seno al Consiglio del Collegio didattico ed in forma sintetica in seno al Consiglio di Dipartimento. Gli esiti dei questionari sono anche resi disponibili dall'Ateneo ai diretti docenti interessati limitatamente ai soli insegnamenti di propria competenza. Il Coordinatore del Collegio didattico promuove la revisione con cadenza annuale del regolamento didattico alla luce dell'autovalutazione e dei processi di valutazione ed accreditamento periodici previsti dalla normativa vigente. Con cadenza pluriennale (al massimo quinquennale) viene inoltre eseguito un Riesame Ciclico, secondo le modalità stabilite da ANVUR e la tempistica indicata dall'Ateneo. Tale riesame ha la finalità di effettuare una approfondita ricognizione ed analisi critica dell'andamento complessivo del CdS, monitorando l'efficienza e l'efficacia del percorso di studi e del sistema di gestione del CdS, con l'indicazione puntuale delle eventuali criticità rilevate e delle proposte di miglioramento da attuare nel ciclo successivo, per garantire nel tempo l'adeguatezza del percorso formativo alle esigenze del mondo del lavoro, valutando l'attualità dei profili culturali e professionali di riferimento del CdS, le competenze acquisite in relazione agli obiettivi di formazione ed ai risultati di apprendimento attesi. Il Rapporto del Riesame Ciclico viene discusso ed approvato nel Collegio didattico e sottoposto in valutazione al Consiglio di Dipartimento che provvede all'approvazione definitiva.

## Opinioni dei laureati

Il profilo dei laureati magistrali si rileva da Almalaurea, con riferimento alle risposte ottenute da 12 laureati che hanno ottenuto la laurea nel 2022, dei quali tutti iscritti in anni recenti. Il dato sulla soddisfazione complessiva del CdL è caratterizzato da circa il 90% di risposte positive, percentuale stabilizzata rispetto agli anni precedenti. Nel complesso del collettivo totale, il circa la metà degli intervistati si riscriverebbe allo stesso corso dell'Ateneo. Riguardo il percorso di CdL, gli intervistati si dichiarano mediamente soddisfatti dei rapporti con i docenti, ampiamente soddisfatti delle aule e delle biblioteche (100%), ritengono adeguato il carico didattico. E' presente una modesta percentuale di intervistati (il 10% circa) che lamenta carenze riguardanti l'organizzazione degli esami. Per gli altri aspetti statistici si rimanda al sito di Almalaurea.

## Opinioni enti e imprese con accordi di stage / tirocinio curriculare o extra-curriculare

Lo svolgimento di tesi di laurea è la prima occasione con cui il CdS favorisce l'occupabilità dei propri laureati. Occorre infatti notare che nell'ambito del Corso di Studi sono molto numerosi i docenti che, tramite conoscenze personali o rispondendo a dirette richieste delle Aziende, riescono ad offrire agli studenti la possibilità di sviluppare la tesi di laurea in Azienda o presso altri Enti di ricerca (es. ENEA, CNR-INSEAN, INAIL, ecc.). Spesso tali rapporti si tramutano in stage post laurea ed in rapporti di lavoro. Tali connessioni informali col mondo industriale, seppure molto numerose, spesso non vengono esplicitamente ufficializzate e pertanto sfuggono ad una rilevazione statistica. Frequentemente le sessioni di laurea vedono la partecipazione di tutor aziendali, le cui testimonianze presso la Commissione attestano di norma un eccellente livello di soddisfazione. L'Ufficio Stage di Ateneo gestisce formali rapporti di convenzione con numerose Aziende interessate ad ospitare stagisti e tesisti mediante il portale JobSoul. E' questo il principale strumento per la pubblicizzazione dei tirocini disponibili. Non è previsto un tirocinio curriculare obbligatorio nell'offerta formativa. Pertanto gli studenti accedono a stage e tirocini esterni su base volontaria sfruttando prevalentemente i contatti che i docenti direttamente hanno con Aziende con cui intrattengono rapporti di collaborazione scientifica, ovvero canali personali o ancora il portale JobSoul prima citato. In parallelo opportunità di tirocinio e stage sono fornite da convenzioni didattiche apposite che il Collegio o il Dipartimento stipulano con enti ed aziende. Infine la Segreteria del Collegio si adopera per pubblicizzare adeguatamente tramite il proprio sito web le richieste di di stage e tirocinio avanzate direttamente dalle Aziende. Il CdS favorisce inoltre lo svolgimento di tesi da svolgere all'estero che spesso hanno portato all'instaurarsi di proficui rapporti di lavoro stabili dopo la laurea.

## Programmazione dei lavori e scadenze di attuazione delle iniziative

La programmazione dei lavori e la definizione delle principali tempistiche per le attività di gestione dei corsi di studio e per l'assicurazione della qualità sono ogni anno deliberate dal Senato Accademico, ai sensi del Regolamento didattico di Ateneo, su proposta degli uffici e del Presidio della Qualità. La definizione di tale programma è correlata alle modalità e alle tempistiche stabilite annualmente dal pertinente provvedimento ministeriale, in accordo con le indicazioni dell'ANVUR. Pertanto, per l'anno accademico di riferimento, si opera secondo le modalità e tempistiche definite nel documento qui allegato. Ulteriori modalità e tempistiche di gestione del corso di studio, specificamente individuate per il funzionamento del corso stesso, sono indicate nel Regolamento didattico del corso, consultabile tramite il link riportato qui di seguito.

## Riesame annuale

In base alle Linee guida per l'accreditamento periodico delle sedi e dei corsi di studio universitari (cosiddette AVA 2.0), l'attività di autovalutazione dei Corsi di Studio (CdS) viene attestata in due documenti che, pur avendo lo stesso oggetto, richiedono una diversa prospettiva di analisi. 1) Il commento sintetico alla Scheda di Monitoraggio Annuale (SMA) consiste in un sintetico commento critico agli indicatori quantitativi relativi all'andamento del corso di studio, che riguardano le carriere degli studenti, l'attrattività e l'internazionalizzazione, gli esiti occupazionali dei laureati, la consistenza e la qualificazione del corpo docente, la soddisfazione dei laureati. Il processo di riesame del CdS procede come segue: - il monitoraggio del CdS viene istruito dal Gruppo di Lavoro appositamente insediato presso il Collegio didattico e composto da rappresentanti dei docenti, degli studenti e del personale tecnico-amministrativo; - il Gruppo di Lavoro (che per il Collegio di Ingegneria meccanica coincide con il Gruppo del riesame istituito per ciascun corso di studio) predisponde il commento alla scheda di monitoraggio analizzando la scheda fornita dal sito [ava.miur.it](http://ava.miur.it) nonché ogni ulteriore informazione a propria disposizione (dati AlmaLaurea, risultanze dei questionari di monitoraggio somministrati agli studenti ecc.). Il commento alla scheda di monitoraggio è approvato dall'organo collegiale del CdS secondo le tempistiche stabilite annualmente dall'Ateneo; - il Consiglio di Dipartimento di Ingegneria Industriale, Elettronica e Meccanica approva i commenti alle schede di monitoraggio dei CdS di propria competenza e li trasmette all'Ufficio Didattico. 2) Il Rapporto di Riesame Ciclico (RRC) del CdS consiste, invece, in un'autovalutazione approfondita e in prospettiva pluriennale dell'andamento complessivo del CdS, sulla base di tutti gli elementi di analisi utili (dati forniti dal sito [ava.miur.it](http://ava.miur.it) nonché ogni ulteriore informazione a propria disposizione come dati AlmaLaurea, risultanze dei questionari di monitoraggio somministrati agli studenti, ecc.), con l'indicazione puntuale delle eventuali criticità rilevate e delle proposte di soluzione da realizzare nel ciclo successivo. Le attività connesse con il Riesame Ciclico, e in particolare la compilazione del RRC, competono all'organo didattico preposto (competente ai sensi dell'art. 4, comma 2 del Regolamento didattico di Ateneo) che provvede alla redazione del RRC e lo approva formalmente (dandone conto tramite apposita verbalizzazione). Per quanto riguarda i tempi di ottenimento ed elaborazione delle risultanze dei questionari di monitoraggio somministrati agli studenti, le Segreterie Didattiche dei Dipartimenti informano via mail tutti i docenti (titolari e a contratto) dell'avvio della procedura di somministrazione dei questionari generalmente entro metà novembre per il primo semestre ed entro metà aprile per il secondo semestre di ogni anno accademico. Il sistema è stato configurato consentendo la compilazione dei questionari per tutte le unità didattiche con almeno 4 CFU che siano state inserite nella SUA-CDS. La finestra temporale per la compilazione è da metà novembre a fine settembre per le attività del primo semestre e da metà aprile a fine settembre per le attività del secondo semestre o annuali. In questo modo i GdR hanno a disposizione le risultanze dei questionari di monitoraggio relativi fino all'anno accademico precedente a quello in cui avviene il riesame del CdS. Di seguito si riporta la scheda di monitoraggio per il CdS del 20 novembre 2023, corredata di un breve commento.

## Il Corso di Studio in breve

Il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica, afferente al Dipartimento di Ingegneria Industriale, Elettronica e Meccanica dell'Università degli Studi Roma Tre e appartenente alla classe delle Lauree Magistrali in Ingegneria Meccanica LM-33, è finalizzato al conseguimento del titolo di studio universitario Magistrale in Ingegneria Meccanica. Il corso di laurea magistrale ha per obiettivo la formazione di laureati di elevata qualificazione nell'ambito dell'ingegneria meccanica, in possesso di conoscenze e di competenze di riconosciuta validità nei contigui settori dell'ingegneria industriale. I laureati magistrali dovranno essere in grado di identificare, formalizzare e risolvere problemi di elevata complessità nell'area dell'ingegneria meccanica, utilizzando metodologie di analisi e soluzioni progettuali all'avanguardia in campo internazionale. Alla luce degli obiettivi prefissati, il corso di laurea magistrale è rivolto sia al consolidamento ed all'approfondimento delle problematiche comuni proprie del più vasto settore dell'ingegneria meccanica, sia allo sviluppo di specifiche professionalità in un ampio ventaglio di settori specialistici (la progettazione e costruzione di macchine, le macchine a fluido, la conversione e l'utilizzazione dell'energia, le interazioni tra attività produttive e l'ambiente, gli azionamenti e l'automazione, la trazione veicolare, i materiali, i sistemi e le tecnologie di produzione). Il Corso di studio è ad accesso libero, senza numero programmato, ed il requisito richiesto è il possesso di una laurea triennale della classe dell'ingegneria industriale (L9). In aggiunta al possesso del titolo di studio sopra indicato, sono richieste una serie di conoscenze minime di base in ambiti disciplinari specifici della 'matematica, informatica e statistica', della 'fisica e chimica', delle "Macchine e impianti elettrici", dell'"Industria-Produzione", dei "Sistemi energetici, Macchine a fluido, Fisica tecnica", della "Progettazione meccanica e Costruzioni". L'offerta didattica è organizzata su tre differenti curricula, ognuno dei quali prevede due percorsi. Il primo anno è dedicato alla formazione nelle discipline fondanti l'Ingegneria Meccanica, mentre il secondo anno prevede l'acquisizione di conoscenze d'avanguardia e lo sviluppo di professionalità di elevata valenza applicativa. In particolare, il primo anno è comune per tutti i tre curricula ed è dedicato all'acquisizione di una solida preparazione scientifica e tecnologica nei settori fondamentali dell'Ingegneria Meccanica: Macchine, Misure, Costruzione di macchine, Impianti industriali, Macchine elettriche. Lo studente, già dal primo anno potrà scegliere uno dei tre curricula previsti: Progettazione meccanica e ingegneria dei veicoli, Energetica e sostenibilità, Gestione industriale e smart manufacturing. Il secondo anno appare dunque dedicato all'acquisizione di conoscenze d'avanguardia e di specifiche competenze di indirizzo in differenziati settori applicativi. Ogni curriculum si articola su due diversi ulteriori percorsi a scelta dello studente. Il primo anno di studi include l'acquisizione dei crediti relativi alle attività a scelta libera dello studente (9 CFU). Il secondo anno prevede lo svolgimento e la discussione dell'elaborato di tesi Magistrale (prova finale). Per quanto concerne le attività a

scelta, gli studenti possono optare per tirocini aziendali, insegnamenti istituzionali offerti dal Dipartimento o dall'Ateneo, ulteriori abilità linguistiche, o un'ampia gamma di laboratori professionalizzanti organizzati dal Collegio didattico. Questi ultimi sono finalizzati ad integrare gli insegnamenti curriculari mediante competenze sperimentali di tipo laboratoriale, oppure ad acquisire competenze operative nell'utilizzo di metodologie e strumenti software di largo impiego nell'ambito industriale e professionale. Il Collegio favorisce il coinvolgimento degli studenti in attività formative presso istituzioni universitarie estere, ad esempio tramite programmi ERASMUS, nonché lo svolgimento di tirocini e stage anche a scopo di tesi di laurea presso Enti esterni con cui il Collegio didattico, il Dipartimento e l'Ateneo hanno istituito convenzioni per collaborazioni didattiche e di ricerca. Non è invece previsto lo svolgimento di un tirocinio curriculare obbligatorio. La tesi di laurea magistrale prevede un contributo originale e individuale dello studente, ed è sviluppata con riferimento ad un contesto professionale e scientifico d'avanguardia a livello internazionale. Il corso di studi consente l'accesso, previo superamento dell'Esame di Stato, all'Albo professionale dell'Ordine degli Ingegneri nel settore dell'Ingegneria industriale, e pertanto è orientato alla formazione di tecnici aventi le competenze richieste per operare nell'ambito delle attività di progettazione, direzione dei lavori, collaudo, conduzione e gestione di macchine e impianti richiedenti anche metodologie avanzate ed innovative oltre che quelle consolidate e standardizzate per affrontare problemi complessi e connessi all'innovazione di prodotto, processo e gestionale. Il laureato potrà quindi inserirsi sia nel settore della libera professione, che presso le aziende produttive in ruoli di progettazione di prodotto ovvero di progettazione e gestione dei sistemi di produzione di beni e servizi nonché nelle pubbliche amministrazioni ed enti di ricerca che richiedono tale figura professionale. Il percorso di studi è comunque progettato per fornire tutte le competenze e conoscenze necessarie per consentire l'accesso ed una proficua fruizione di eventuali successivi corsi di dottorato di ricerca o master di secondo livello nel settore dell'Ingegneria Meccanica o più in generale del settore industriale.

### Modalità di svolgimento della prova finale

La Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica (LM-33) si consegue previo superamento di una prova finale, che consiste nella discussione di una tesi di laurea magistrale, originale e individuale dello studente, che avrà come obiettivo la sintesi in un lavoro progettuale delle competenze acquisite nel Corso di Laurea. Essa sarà condotta dall'allievo sotto la guida di un relatore, su un argomento scelto nell'ambito delle attività formative del percorso di studio dello studente. 1. Informazioni generali. La prova finale per il conseguimento della Laurea Magistrale è costituita dalla discussione pubblica, di fronte ad una commissione, di una relazione scritta originale (Tesi di Laurea Magistrale) relativa ad un progetto elaborato autonomamente dallo studente nell'ambito delle attività formative dell'orientamento curricolare seguito, sviluppato durante il tirocinio o un'equivalente attività progettuale, sotto la guida di un relatore (il docente-tutor) e di uno o più co-relatori (eventualmente il tutor aziendale). Tutti gli studenti hanno diritto all'assegnazione di un tirocinio o di un'equivalente attività progettuale. La Tesi di Laurea Magistrale può essere di tipo compilativo, progettuale o sperimentale, compatibilmente con un impegno dello studente commisurato al numero di CFU, pari a 14, attribuito alla prova finale. La tesi deve dimostrare la padronanza degli argomenti, la capacità di operare in modo autonomo e un buon livello di comunicazione da parte dello studente. 2. Assegnazione della tesi di laurea L'assegnazione della tesi è chiesta dallo studente direttamente al docente, non oltre 90 giorni (tre mesi) dalla data della seduta di laurea, che svolgerà il ruolo di relatore della tesi. Con riferimento all'assegnazione dei relatori delle tesi si precisa che a) i docenti appartenenti al Collegio (vale a dire i docenti afferenti alla Sezione di Meccanica ed i professori e i ricercatori del Dipartimento, DIEM, che svolgono attività didattica nei Corsi di Studio di pertinenza del Collegio Didattico di Meccanica) possono essere relatori di tesi di laurea anche se non ricoprono insegnamenti nel Corso di Studio frequentato dal laureando; b) i docenti che ricoprono insegnamenti del Corso di Studio in virtù di convenzioni stipulate con l'Ateneo possono ricoprire il ruolo di relatori; c) i docenti dell'Ateneo che ricoprono insegnamenti del Corso di Studio possono essere relatori di tesi di laurea anche se non appartenenti al Collegio; d) i docenti non appartenenti al Dipartimento che non ricoprono insegnamenti nel Corso di Studio possono ricoprire il ruolo di correlatore se affiancati ad un altro relatore appartenente al Collegio; e) i docenti titolari di didattica integrativa o non appartenenti all'Università Roma Tre, possono essere correlatori ma non relatori; f) gli eventuali tutor aziendali possono svolgere la funzione di correlatore; g) altre situazioni che non ricadono nei punti sopra elencati potranno essere soggette a specifico esame del Collegio. L'assegnazione della tesi di laurea, da parte del Relatore, avviene non oltre 90 giorni (tre mesi) dalla data della seduta di laurea e purché abbia conseguito almeno 70 CFU, la procedura è online e si può effettuare sul Portale dello Studente Come presentare la domanda di assegnazione tesi - Portale dello Studente (<https://portalestudente.uniroma3.it/accedi/area-studenti/istruzioni/come-presentare-la-domanda-di-assegnazione-tesi/>). Successivamente lo studente dovrà effettuare domanda di conseguimento titolo online. Tutte le informazioni relative ai modi ed ai tempi che regolano le presentazioni della domanda di laurea sono reperibili sul Portale dello studente <http://portalestudente.uniroma3.it/carriera/ammissione-allesame-di-laurea/> ). 3. Domanda di ammissione all'esame di laurea Ai fini dell'ammissione all'esame di Laurea, lo studente dovrà fare riferimento agli adempimenti riportati sul Portale dello Studente alla voce "Ammissione all'esame di Laurea" al seguente indirizzo: <http://portalestudente.uniroma3.it/carriera/ammissione-allesame-di-laurea/>. Lo studente è tenuto a compilare l'apposita "domanda conseguimento titolo" accedendo al sistema GOMP. Per poter presentare la suddetta domanda lo studente, in ottemperanza al proprio piano di studi, deve avere verbalizzato almeno 70 CFU entro le scadenze indicate dalla Segreteria Studenti. Per potere accedere alla seduta di laurea lo studente deve avere verbalizzato tutti gli esami degli insegnamenti previsto nel suo piano di studio ed avere acquisito tutti i CFU relativi alle attività a scelta ed ulteriori abilità. In caso di rinuncia per poter sostenere l'esame di laurea/prova finale in una sessione successiva è necessario presentare nuovamente la domanda di laurea. Il pagamento della tassa di laurea, se già effettuato, rimane valido. Alla nuova domanda di laurea non dovranno essere allegati libretto e/o statini se già consegnati in occasione di una domanda precedente. 4. Svolgimento prova finale. La commissione per l'esame finale per il conseguimento della Laurea è composta da almeno cinque docenti ed è nominata dal Direttore del Dipartimento, su proposta del Coordinatore del Collegio didattico di competenza. Le sedute di esame di laurea prevedono la presentazione e discussione pubblica, da parte dei candidati, dei lavori di tesi, la successiva riunione della commissione per la valutazione, e infine, la proclamazione pubblica dell'esito dell'esame di laurea. La consegna della tesi è effettuata esclusivamente in modalità telematica (non è prevista la consegna della copia cartacea della tesi), accedendo con le credenziali di Ateneo (@stud.uniroma3.it) al portale studente dell'Ateneo, <https://portalestudente.uniroma3.it/>, utilizzando così la procedura guidata "Invio elaborato tesi di laurea". Tale procedura guidata prevede che il modulo online possa essere compilato solo una volta e, per procedere al caricamento dell'elaborato. Non è più richiesto un modulo di liberatoria. E' possibile caricare il proprio elaborato fino a 48 ore prima dalla discussione delle tesi, in formato PDF, indicando il nome file come segue: Cognome-Nome-Matricola (esempio: rossi-mario-12345). Eventuali particolari necessità su formati diversi dal PDF dovranno essere comunicate alla email didattica.meccanica@uniroma3.it Il voto attribuito allo svolgimento della prova finale, fino ad un massimo di 12 punti complessivi, è la somma del punteggio assegnato in base alla media curricolare (sino a 4 punti, quest'ultima arrotondata all'intero più prossimo) e del voto assegnato dalla commissione. Il punteggio assegnato in base alla media curricolare vale sino a 4 punti in base al criterio seguente: incremento nullo, +1, +2, +3 o +4, rispettivamente, per media compresa nelle fasce da 66 a 92, da 93 a 94, da 95 a 96, da 97 a 98 e da 99 in su. Il voto assegnato dalla commissione è valutato in base al contenuto della tesi e alla qualità dell'esposizione, per un massimo di 8 punti così composti. Autonomia operativa del candidato (fino a 2 punti) Proposto dal relatore. Si intende la capacità dimostrata di agire senza continui stimoli del Docente, in particolare di stabilire contatti, identificare la letteratura pertinente, prendere giuste decisioni e responsabilità nell'operato. Contributo individuale ed innovativo al lavoro svolto (fino a 2 punti) Proposto dal relatore. Si intende valutare la capacità dimostrata dal candidato ad apportare un proprio apporto originale. Presentazione del lavoro (fino a 2 punti) Proposto dalla commissione. Si intende la valutazione della qualità dell'elaborato, del riassunto esteso, dei lucidi presentati, dell'esposizione orale. Grado di complessità degli strumenti utilizzati e dei temi affrontati (Qualità) (fino a 2 punti) Proposto dalla commissione. La valutazione riguarda l'effettivo utilizzo proficuo delle conoscenze e degli strumenti appresi durante il Curriculum Studiorum di Laurea Magistrale, nonché del contenuto scientifico. L'arrotondamento della media curricolare all'intero più prossimo è effettuato, sia ai fini della concessione della lode, sia ai fini del calcolo dei punti da attribuire per il CV, prima dell'assegnazione del voto finale. L' eventuale lode potrà essere assegnata solo in caso di media curricolare (non arrotondata) pari o superiore a 100 e in presenza di unanimità della commissione.

**Consultazioni con le organizzazioni rappresentative - a livello nazionale e internazionale - della produzione di beni e servizi, delle professioni (Consultazioni successive)**

A partire dal primo rapporto del riesame ciclico il collegio didattico del corso di studi ha organizzato incontri con portatori di interesse ai fini di una revisione dell'ordinamento e dell'offerta formativa. Particolarmente significativi sono gli incontri, tenutisi nel 2015 e 2016 e ritenuti validi anche per il riesame ciclico del 2019, con rappresentanti dell'Ordine professionale di riferimento (Ordine degli Ingegneri), Pubblica Amministrazione (ANCI, Corte dei Conti), Associazioni datoriali (ANCE, Unindustria), Centri di Ricerca (Centro Sviluppo Materiali, Centro Italiano Ricerche Aerospaziali), PMI del settore manifatturiero e grandi aziende sia nazionali che multinazionali operanti nel settore della produzione di beni e servizi (HFV – Holding Fotovoltaica Spa, Telecom Italia, NIS GAZPROM NEFT Group, Enercon GmbH, EFM S.p.A., Enel Green Power S.p.A., Aermec S.p.A., Global Sensing S.r.l., Brembo S.p.A., Gruppo Tradeinv Gas & Energy S.p.A.), rappresentanti di società startup e incubatori (Translated, Memopal, PiCampus), che costituiscono un campione di referenti pienamente rappresentativo di tutte le categorie di portatori di interesse cui si orienta il corso di laurea in esame. Il confronto con gli stakeholder ha confermato come l'obiettivo formativo, fondato su un impianto classico, di tipo generalista, e, quindi, ad ampio spettro, sia pienamente valido. Ciò non desta sorpresa essendo l'ingegneria meccanica una delle più consolidate e tradizionali branche dell'ingegneria in Italia. Si nota, in particolare, come, anche in un contesto di continua evoluzione tecnologica, i saperi fondamentali che caratterizzano la figura professionale dell'ingegnere meccanico trovano pieno riscontro nell'articolazione del Corso di Studi e nelle modalità utilizzate per la verifica del loro possesso. Il Corso di Studi risulta, quindi, fortemente incardinato nel tessuto industriale del territorio regionale e nazionale avendo, peraltro, chiaramente definito i risultati di apprendimento attesi a fronte del corpus delle competenze richieste. La consolidata vocazione tradizionalmente manifatturiera del tessuto industriale italiano ed il suo peso di rilievo nel contesto internazionale (in particolare nel settore dei macchinari e della meccanica di precisione) fanno sì che il settore manifatturiero e meccanico dia prospettive molto interessanti e stabili in termini occupazionali. In particolare, studi di settore mostrano che approssimativamente la metà del totale di ingegneri industriali richiesti annualmente dal mondo del lavoro risulta avere competenze di tipo meccanico (progettista e disegnatore meccanico). In ordine cronologico, sono infine state avviate ulteriori nuove consultazioni a partire dal mese di ottobre 2023 che hanno coinvolto importanti realtà produttive ed industriali, con la finalità di andare ad illustrare alcune rilevanti novità intervenute negli ultimi mesi, di modifica dei corsi di studio, triennali e magistrali. Le società coinvolte (tra queste Bosch Rexroth, Cotral, Janseen-Cilag, Synergie, KT Kinetics, Italgas, J&J, etc) hanno mostrato ampio interesse, approvando le linee di miglioramento dell'offerta didattica proposte, proponendo giornate di incontro con gli studenti e con i referenti della ricerca del Dipartimento.

### Modalità di ammissione

Per poter accedere al Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica lo studente deve essere in possesso di una laurea nella classe L-9 Ingegneria Industriale. È anche ammesso l'accesso per coloro che sono in possesso del titolo di laurea triennale DM 509 classe 10 Ingegneria industriale, e per coloro in possesso del titolo di Diploma universitario triennale in Ingegneria meccanica o equivalente a giudizio del Collegio didattico, ovvero o di altro titolo di studio conseguito all'estero, riconosciuto idoneo secondo la normativa vigente. In aggiunta al possesso del titolo di studio sopra indicato, le conoscenze minime richieste da curriculum per l'accesso al CdS sono le seguenti: Attività formative di base degli ambiti disciplinari 'matematica, informatica e statistica': • almeno 27 CFU nei settori scientifico-disciplinari MAT/02, MAT/03, MAT/05, MAT/06, MAT/07, MAT/08, SECS/02, INGINF/05; Attività formative di base degli ambiti disciplinari 'fisica e chimica': • almeno 18 CFU nei settori scientifico-disciplinari CHIM/07, FIS/01, FIS/03. Attività formative degli ambiti disciplinari: • Ambito "Macchine e impianti elettrici": almeno 9 CFU nei settori scientifico-disciplinari ING-IND/31, ING-IND/32, ING-IND/33; • Ambito "Industria-Produzione": almeno 15 CFU nei settori scientifico-disciplinari ING-IND/16, ING-IND/17, ING-IND/35, ING-IND/12, ING-IND/28. • Ambito "Sistemi energetici, Macchine a fluido, Fisica tecnica": almeno 18 CFU nei settori scientifico-disciplinari ING-IND/08, ING-IND/09, ING-IND/10, ING-IND/11. • Ambito "Progettazione meccanica e Costruzioni": almeno 27 CFU nei settori scientifico-disciplinari ICAR/08, ING-IND/13, ING-IND/14, ING-IND/15, ING-IND/21. Per coloro che avessero soddisfatto i requisiti curriculari, verrà effettuata una verifica della personale preparazione sulla base del curriculum del candidato ed, eventualmente, accertata tramite un colloquio. In particolare, si richiede che il candidato • conosca adeguatamente gli aspetti metodologici e operativi delle scienze di base di quelle caratterizzanti l'ingegneria industriale (classe L-9 delle lauree in Ingegneria Industriale) e sia capace di utilizzare tali conoscenze per identificare, formulare e risolvere i problemi utilizzando metodi, tecniche e strumenti aggiornati; • sia capace di condurre esperimenti e di utilizzare tecniche e strumenti per la progettazione di componenti, sistemi, processi; • sia capace di comprendere l'impatto delle soluzioni e conoscere i contesti aziendali nei loro aspetti economici, gestionali e organizzativi; • conosca i contesti contemporanei e le proprie responsabilità professionali ed etiche; • sia capace di comunicare efficacemente, in forma scritta e orale, in lingua inglese; • abbia maturato capacità di apprendimento adeguati all'aggiornamento continuo delle proprie conoscenze. La verifica delle competenze verrà effettuata sulla base del curriculum del candidato ed, eventualmente, accertata tramite un colloquio. In base all'analisi del curriculum individuale dello studente sarà eventualmente possibile individuare percorsi, sotto forma di piani di studio individuali all'interno della laurea magistrale, che conducano al conseguimento della laurea con 120 CFU, senza attività formative aggiuntive. I candidati ancora non laureati all'atto della pre-iscrizione dovranno conseguire la Laurea prima di potersi immatricolare. Le immatricolazioni dovranno comunque tutte improrogabilmente avvenire entro i termini stabiliti dal bando per l'ammissione ai Corsi di Laurea Magistrale. La verifica della personale preparazione viene effettuata sulla base dell'analisi del curriculum, integrata se necessario, da un colloquio orale che si svolge prima dell'immatricolazione. Il bando rettorale di ammissione al Corso di Studio contiene l'indicazione dei posti riservati a cittadini/e extracomunitari/e e Marco Polo, nonché le disposizioni relative alle procedure di iscrizione e le relative scadenze.

Offerta didattica

PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI - INDIRIZZO PROGETTAZIONE DEI SISTEMI MECCANICI

Primo anno

Primo semestre

| Denominazione  | Att. Form. | SSD        | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|--|------------|------------|-----|-----|-----------|--------|
| <b>20810407 - Costruzione di macchine</b>  | B          | ING-IND/14 | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| <b>20801754 - MACCHINE</b>   | B          | ING-IND/08 | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>Affine percorso "Progettazione dei Sistemi meccanici"<br>- A SCELTA per un totale di 6 CFU |            |            |     |     |           |        |

Secondo semestre

| Denominazione  | Att. Form. | SSD        | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|--|------------|------------|-----|-----|-----------|--------|
| <b>20801977 - FONDAMENTI DI IMPIANTI INDUSTRIALI I</b> | B          | ING-IND/17 | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| <b>20801715 - MACCHINE E AZIONAMENTI ELETTRICI</b>     | C          | ING-IND/32 | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| <b>20810408 - MISURE MECCANICHE E TERMICHE</b>         | B          | ING-IND/12 | 9   | 72  | AP        | ITA    |

Secondo anno

Primo semestre

| Denominazione  | Att. Form. | SSD | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|--|------------|-----|-----|-----|-----------|--------|
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>Progettazione dei Sistemi Meccanici - 45 CFU   | B          |     |     |     |           |        |
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>Affine percorso "Progettazione dei Sistemi meccanici"<br>- A SCELTA per un totale di 6 CFU |            |     |     |     |           |        |
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>LABORATORI - ATTIVITA' CONSIGLIATE ALLO STUDENTE PER L'ACQUISIZIONE DEI 9 CFU A SCELTA     | D          |     |     |     |           |        |

**Secondo semestre**

| Denominazione  | Att. Form. | SSD | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|--|------------|-----|-----|-----|-----------|--------|
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>Progettazione dei Sistemi Meccanici - 45 CFU   | B          |     |     |     |           |        |
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>Affine percorso "Progettazione dei Sistemi meccanici"<br>- A SCELTA per un totale di 6 CFU |            |     |     |     |           |        |
| <b>20810420 - PROVA FINALE</b>   | E          |     | 14  | 350 | AP        | ITA    |
| <b>20802034 - ULTERIORI ABILITÀ FORMATIVE</b>  | F          |     | 1   | 75  | AP        | ITA    |

PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI - INDIRIZZO INGEGNERIA DEI VEICOLI

Primo anno

Primo semestre

| Denominazione                      | Att. Form. | SSD        | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|------------------------------------|------------|------------|-----|-----|-----------|--------|
| 20810407 - Costruzione di macchine | B          | ING-IND/14 | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| 20801754 - MACCHINE                | B          | ING-IND/08 | 9   | 72  | AP        | ITA    |

Secondo semestre

| Denominazione                                   | Att. Form. | SSD        | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|---|------------|------------|-----|-----|-----------|--------|
| 20801977 - FONDAMENTI DI IMPIANTI INDUSTRIALI I | B          | ING-IND/17 | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| 20810408 - MISURE MECCANICHE E TERMICHE         | B          | ING-IND/12 | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| 20801715 - MACCHINE E AZIONAMENTI ELETTRICI     | C          | ING-IND/32 | 9   | 72  | AP        | ITA    |

Secondo anno

Primo semestre

| Denominazione  | Att. Form. | SSD | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|--|------------|-----|-----|-----|-----------|--------|
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>Ingegneria dei Veicoli - 45 CFU  | B          |     |     |     |           |        |
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>Affine percorso "Ingegneria dei Veicoli" - A SCELTA per un totale di 6 CFU             | C          |     |     |     |           |        |
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>LABORATORI - ATTIVITA' CONSIGLIATE ALLO STUDENTE PER L'ACQUISIZIONE DEI 9 CFU A SCELTA | D          |     |     |     |           |        |

Secondo semestre

| Denominazione  | Att. Form. | SSD | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|--|------------|-----|-----|-----|-----------|--------|
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>Ingegneria dei Veicoli - 45 CFU  | B          |     |     |     |           |        |
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>Affine percorso "Ingegneria dei Veicoli" - A SCELTA per un totale di 6 CFU | C          |     |     |     |           |        |

| Denominazione                                 | Att. Form. | SSD | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|---|------------|-----|-----|-----|-----------|--------|
| <b>20810420 - PROVA FINALE</b>                | E          |     | 14  | 350 | AP        | ITA    |
| <b>20802034 - ULTERIORI ABILITÀ FORMATIVE</b> | F          |     | 1   | 75  | AP        | ITA    |

**ENERGETICA E SOSTENIBILITÀ - INDIRIZZO CONVERSIONE DELL'ENERGIA**

**Primo anno**

**Primo semestre**

| Denominazione                             | Att. Form. | SSD        | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|---|------------|------------|-----|-----|-----------|--------|
| <b>20810407 - Costruzione di macchine</b> | B          | ING-IND/14 | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| <b>20801754 - MACCHINE</b>                | B          | ING-IND/08 | 9   | 72  | AP        | ITA    |

**Secondo semestre**

| Denominazione  | Att. Form. | SSD        | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|--|------------|------------|-----|-----|-----------|--------|
| <b>20801977 - FONDAMENTI DI IMPIANTI INDUSTRIALI I</b> | B          | ING-IND/17 | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| <b>20810408 - MISURE MECCANICHE E TERMICHE</b>         | B          | ING-IND/12 | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| <b>20801715 - MACCHINE E AZIONAMENTI ELETTRICI</b>     | C          | ING-IND/32 | 9   | 72  | AP        | ITA    |

**Secondo anno**

**Primo semestre**

| Denominazione   | Att. Form. | SSD | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|---|------------|-----|-----|-----|-----------|--------|
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>Conversione dell'energia - 45CFU  | B          |     |     |     |           |        |
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>Affine percorso "Conversione dell'energia" - A<br>SCELTA per un totale di 6 CFU             | C          |     |     |     |           |        |
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>LABORATORI - ATTIVITÀ CONSIGLIATE ALLO<br>STUDENTE PER L'ACQUISIZIONE DEI 9 CFU A<br>SCELTA | D          |     |     |     |           |        |

**Secondo semestre**

| Denominazione   | Att. Form. | SSD | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|---|------------|-----|-----|-----|-----------|--------|
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>Conversione dell'energia - 45CFU  | B          |     |     |     |           |        |
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>Affine percorso "Conversione dell'energia" - A<br>SCELTA per un totale di 6 CFU | C          |     |     |     |           |        |

| Denominazione                                 | Att. Form. | SSD | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|---|------------|-----|-----|-----|-----------|--------|
| <b>20810420 - PROVA FINALE</b>                | E          |     | 14  | 350 | AP        | ITA    |
| <b>20802034 - ULTERIORI ABILITÀ FORMATIVE</b> | F          |     | 1   | 75  | AP        | ITA    |

**ENERGETICA E SOSTENIBILITA' - INDIRIZZO SOSTENIBILITA' E AMBIENTE**

**Primo anno**

**Primo semestre**

| Denominazione                             | Att. Form. | SSD        | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|---|------------|------------|-----|-----|-----------|--------|
| <b>20810407 - Costruzione di macchine</b> | B          | ING-IND/14 | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| <b>20801754 - MACCHINE</b>                | B          | ING-IND/08 | 9   | 72  | AP        | ITA    |

**Secondo semestre**

| Denominazione  | Att. Form. | SSD        | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|--|------------|------------|-----|-----|-----------|--------|
| <b>20801977 - FONDAMENTI DI IMPIANTI INDUSTRIALI I</b> | B          | ING-IND/17 | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| <b>20810408 - MISURE MECCANICHE E TERMICHE</b>         | B          | ING-IND/12 | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| <b>20801715 - MACCHINE E AZIONAMENTI ELETTRICI</b>     | C          | ING-IND/32 | 9   | 72  | AP        | ITA    |

**Secondo anno**

**Primo semestre**

| Denominazione  | Att. Form. | SSD | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|--|------------|-----|-----|-----|-----------|--------|
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>Sostenibilità e ambiente - 45 CFU  | B          |     |     |     |           |        |
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>Affine percorso "Sostenibilità e ambiente" - A SCELTA<br>per un totale di 6 CFU              | C          |     |     |     |           |        |
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>LABORATORI - ATTIVITA' CONSIGLIATE ALLO<br>STUDENTE PER L'ACQUISIZIONE DEI 9 CFU A<br>SCELTA | D          |     |     |     |           |        |

**Secondo semestre**

| Denominazione   | Att. Form. | SSD | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|---|------------|-----|-----|-----|-----------|--------|
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>Sostenibilità e ambiente - 45 CFU   | B          |     |     |     |           |        |
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>Affine percorso "Sostenibilità e ambiente" - A SCELTA<br>per un totale di 6 CFU | C          |     |     |     |           |        |

| Denominazione                                 | Att. Form. | SSD | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|---|------------|-----|-----|-----|-----------|--------|
| <b>20810420 - PROVA FINALE</b>                | E          |     | 14  | 350 | AP        | ITA    |
| <b>20802034 - ULTERIORI ABILITÀ FORMATIVE</b> | F          |     | 1   | 75  | AP        | ITA    |

**GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING - INDIRIZZO IMPIANTI E SISTEMI INDUSTRIALI**

**Primo anno**

**Primo semestre**

| Denominazione                             | Att. Form. | SSD        | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|---|------------|------------|-----|-----|-----------|--------|
| <b>20810407 - Costruzione di macchine</b> | B          | ING-IND/14 | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| <b>20801754 - MACCHINE</b>                | B          | ING-IND/08 | 9   | 72  | AP        | ITA    |

**Secondo semestre**

| Denominazione  | Att. Form. | SSD        | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|--|------------|------------|-----|-----|-----------|--------|
| <b>20801977 - FONDAMENTI DI IMPIANTI INDUSTRIALI I</b> | B          | ING-IND/17 | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| <b>20810408 - MISURE MECCANICHE E TERMICHE</b>         | B          | ING-IND/12 | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| <b>20801715 - MACCHINE E AZIONAMENTI ELETTRICI</b>     | C          | ING-IND/32 | 9   | 72  | AP        | ITA    |

**Secondo anno**

**Primo semestre**

| Denominazione  | Att. Form. | SSD | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|--|------------|-----|-----|-----|-----------|--------|
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>Impianti e sistemi industriali - 27 CFU  | B          |     |     |     |           |        |
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>LABORATORI - ATTIVITA' CONSIGLIATE ALLO STUDENTE PER L'ACQUISIZIONE DEI 9 CFU A SCELTA | D          |     |     |     |           |        |

**Secondo semestre**

| Denominazione  | Att. Form. | SSD                      | CFU         | Ore           | Tip. Att. | Lingua |
|--|------------|--------------------------|-------------|---------------|-----------|--------|
| <b>20810413 - IMPIANTI E SISTEMI DI PRODUZIONE</b><br>FONDAMENTI DI IMPIANTI INDUSTRIALI II<br>GESTIONE DELLA PRODUZIONE INDUSTRIALE | B<br>B     | ING-IND/17<br>ING-IND/17 | 0<br>6<br>6 | 0<br>48<br>48 | AP        | ITA    |
| <b>20810418 - TECNOLOGIE SPECIALI</b>  | B          | ING-IND/16               | 6           | 48            | AP        | ITA    |
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>Impianti e sistemi industriali - 27 CFU  | B          |                          |             |               |           |        |

| Denominazione   | Att. Form. | SSD | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|---|------------|-----|-----|-----|-----------|--------|
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>Affine percorso "Impianti e sistemi industriali" - A<br>SCELTA per un totale di 6 CFU | C          |     |     |     |           |        |
| <b>20810420 - PROVA FINALE</b>  | E          |     | 14  | 350 | AP        | ITA    |
| <b>20802034 - ULTERIORI ABILITÀ FORMATIVE</b>   | F          |     | 1   | 75  | AP        | ITA    |

**GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING - INDIRIZZO FABBRICAZIONE**
**Primo anno**
**Primo semestre**

| Denominazione   | Att. Form. | SSD        | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|---|------------|------------|-----|-----|-----------|--------|
| <b>20810407 - Costruzione di macchine</b>   | B          | ING-IND/14 | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| <b>20801754 - MACCHINE</b>  | B          | ING-IND/08 | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>Affine percorso "Fabbricazione" - A SCELTA per un totale di 6 CFU | C          |            |     |     |           |        |

**Secondo semestre**

| Denominazione  | Att. Form. | SSD        | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|--|------------|------------|-----|-----|-----------|--------|
| <b>20801977 - FONDAMENTI DI IMPIANTI INDUSTRIALI I</b> | B          | ING-IND/17 | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| <b>20810408 - MISURE MECCANICHE E TERMICHE</b>         | B          | ING-IND/12 | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| <b>20801715 - MACCHINE E AZIONAMENTI ELETTRICI</b>     | C          | ING-IND/32 | 9   | 72  | AP        | ITA    |

**Secondo anno**
**Primo semestre**

| Denominazione  | Att. Form. | SSD | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|--|------------|-----|-----|-----|-----------|--------|
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>Fabbricazione - 27 CFU   | B          |     |     |     |           |        |
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>LABORATORI - ATTIVITA' CONSIGLIATE ALLO STUDENTE PER L'ACQUISIZIONE DEI 9 CFU A SCELTA | D          |     |     |     |           |        |
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>Affine percorso "Fabbricazione" - A SCELTA per un totale di 6 CFU                      | C          |     |     |     |           |        |

**Secondo semestre**

| Denominazione   | Att. Form. | SSD        | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|---|------------|------------|-----|-----|-----------|--------|
| <b>20802139 - GESTIONE DELLA PRODUZIONE INDUSTRIALE</b>                                       | B          | ING-IND/17 | 6   | 48  | AP        | ITA    |
| <b>20810415 - Tecnologie e Sistemi di Lavorazione</b>   |            |            | 0   | 0   |           |        |
| TECNOLOGIE SPECIALI   | B          | ING-IND/16 | 6   | 48  | AP        | ITA    |
| TECNOLOGIE DI LAVORAZIONE DELLE MATERIE PLASTICHE   | B          | ING-IND/16 | 6   | 48  |           |        |
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>Fabbricazione - 27 CFU  | B          |            |     |     |           |        |
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>Affine percorso "Fabbricazione" - A SCELTA per un totale di 6 CFU | C          |            |     |     |           |        |
| <b>20810420 - PROVA FINALE</b>  | E          |            | 14  | 350 | AP        | ITA    |
| <b>20802034 - ULTERIORI ABILITÀ FORMATIVE</b>   | F          |            | 1   | 75  | AP        | ITA    |

## Dettaglio dei gruppi opzionali

| Denominazione | Att. Form. | SSD | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|---------------|------------|-----|-----|-----|-----------|--------|
|---------------|------------|-----|-----|-----|-----------|--------|

### Gruppo opzionale: Progettazione dei Sistemi Meccanici - 45 CFU

|  |   |                           |   |    |    |     |
|--|---|---------------------------|---|----|----|-----|
| <b>20810411 - Meccanica e dinamica delle macchine</b><br>(secondo semestre)          | B | ING-IND/13                | 9 | 72 | AP | ITA |
| <b>20810414 - Strumenti e metodi di progettazione</b><br>(primo semestre)            | B | ING-IND/14,<br>ING-IND/15 | 9 | 72 | AP | ITA |
| <b>20801842 - FONDAMENTI DI COSTRUZIONI<br/>AUTOMOBILISTICHE</b><br>(primo semestre) | B | ING-IND/14                | 9 | 72 | AP | ITA |
| <b>20810148 - MISURE INDUSTRIALI</b><br>(secondo semestre)                           | B | ING-IND/12                | 9 | 72 | AP | ITA |
| <b>20810095 - MECCANICA DELLE VIBRAZIONI</b><br>(secondo semestre)                   | B | ING-IND/13                | 9 | 72 | AP | ITA |
| <b>20801838 - OLEODINAMICA E PNEUMATICA</b><br>(primo semestre)                      | B | ING-IND/08                | 9 | 72 | AP | ITA |

### Gruppo opzionale: Affine percorso "Progettazione dei Sistemi meccanici" - A SCELTA per un totale di 6 CFU

|  |   |            |   |    |    |     |
|--|---|------------|---|----|----|-----|
| <b>20810410 - Affidabilità dei sistemi complessi</b><br>(primo semestre)                     | C | ING-IND/28 | 6 | 48 | AP | ITA |
| <b>20810560 - Lineamenti di Diritto per l'Ingegneria<br/>Industriale</b><br>(primo semestre) | C | IUS/05     | 6 | 48 | AP | ITA |
| <b>20810409 - Sicurezza Industriale e Analisi dei<br/>Rischi</b><br>(secondo semestre)       | C | ING-IND/28 | 6 | 48 | AP | ITA |

### Gruppo opzionale: Ingegneria dei Veicoli - 45 CFU

|  |   |            |   |    |    |     |
|--|---|------------|---|----|----|-----|
| <b>20810412 - MOTORI A COMBUSTIONE INTERNA<br/>PER LO SVILUPPO SOSTENIBILE</b><br>(primo semestre) | B | ING-IND/08 | 9 | 72 | AP | ITA |
| <b>20801838 - OLEODINAMICA E PNEUMATICA</b><br>(primo semestre)                                    | B | ING-IND/08 | 9 | 72 | AP | ITA |
| <b>20810411 - Meccanica e dinamica delle macchine</b><br>(secondo semestre)                        | B | ING-IND/13 | 9 | 72 | AP | ITA |
| <b>20810095 - MECCANICA DELLE VIBRAZIONI</b><br>(secondo semestre)                                 | B | ING-IND/13 | 9 | 72 | AP | ITA |

| Denominazione  | Att. Form. | SSD                       | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|--|------------|---------------------------|-----|-----|-----------|--------|
| <b>20801842 - FONDAMENTI DI COSTRUZIONI AUTOMOBILISTICHE</b><br>(primo semestre) | B          | ING-IND/14                | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| <b>20810414 - Strumenti e metodi di progettazione</b><br>(primo semestre)        | B          | ING-IND/14,<br>ING-IND/15 | 9   | 72  | AP        | ITA    |

**Gruppo opzionale: Affine percorso "Ingegneria dei Veicoli" - A SCELTA per un totale di 6 CFU**

|  |   |            |   |    |    |     |
|--|---|------------|---|----|----|-----|
| <b>20810409 - Sicurezza Industriale e Analisi dei Rischi</b><br>(secondo semestre) | C | ING-IND/28 | 6 | 48 | AP | ITA |
| <b>20810416 - PROPULSIONE ELETTRICA</b><br>(primo semestre)                        | C | ING-IND/32 | 6 | 48 | AP | ITA |

**Gruppo opzionale: Conversione dell'energia - 45CFU**

|  |   |            |   |    |    |     |
|--|---|------------|---|----|----|-----|
| <b>20810216 - ENERGETICA ELETTRICA</b><br>(primo semestre)                                       | C | ING-IND/32 | 9 | 72 | AP | ITA |
| <b>20810417 - IMPIANTI TERMOTECNICI</b><br>(secondo semestre)                                    | B | ING-IND/10 | 9 | 72 | AP | ITA |
| <b>20810404 - Sistemi per conversioni energetiche da fonti rinnovabili</b><br>(secondo semestre) | B | ING-IND/09 | 9 | 72 | AP | ITA |
| <b>20801821 - INTERAZIONE FRA LE MACCHINE E L'AMBIENTE</b><br>(primo semestre)                   | B | ING-IND/08 | 9 | 72 | AP | ITA |
| <b>20810412 - MOTORI A COMBUSTIONE INTERNA PER LO SVILUPPO SOSTENIBILE</b><br>(primo semestre)   | B | ING-IND/08 | 9 | 72 | AP | ITA |
| <b>20801825 - TURBOMACCHINE</b><br>(primo semestre)  | B | ING-IND/08 | 9 | 72 | AP | ITA |

**Gruppo opzionale: Affine percorso "Conversione dell'energia" - A SCELTA per un totale di 6 CFU**

|  |   |            |   |    |    |     |
|--|---|------------|---|----|----|-----|
| <b>20810070 - SOSTENIBILITA' E IMPATTO AMBIENTALE</b><br>(primo semestre)          | C | ING-IND/11 | 6 | 48 | AP | ITA |
| <b>20810409 - Sicurezza Industriale e Analisi dei Rischi</b><br>(secondo semestre) | C | ING-IND/28 | 6 | 48 | AP | ITA |

| Denominazione   | Att. Form. | SSD        | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|---|------------|------------|-----|-----|-----------|--------|
| <b>Gruppo opzionale: Sostenibilità e ambiente - 45 CFU</b>  |            |            |     |     |           |        |
| <b>20801821 - INTERAZIONE FRA LE MACCHINE E L'AMBIENTE</b><br><i>(primo semestre)</i>                   | B          | ING-IND/08 | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| <b>20801825 - TURBOMACCHINE</b><br><i>(primo semestre)</i>  | B          | ING-IND/08 | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| <b>20810404 - Sistemi per conversioni energetiche da fonti rinnovabili</b><br><i>(secondo semestre)</i> | B          | ING-IND/09 | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| <b>20810417 - IMPIANTI TERMOTECNICI</b><br><i>(secondo semestre)</i>                                    | B          | ING-IND/10 | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| <b>20810216 - ENERGETICA ELETTRICA</b><br><i>(primo semestre)</i>                                       | C          | ING-IND/32 | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| <b>20810348 - ACUSTICA E ILLUMINOTECNICA AMBIENTALE</b><br><i>(primo semestre)</i>                      | B          | ING-IND/10 | 9   | 72  | AP        | ITA    |

|   |   |            |   |    |    |     |
|---|---|------------|---|----|----|-----|
| <b>Gruppo opzionale: Affine percorso "Sostenibilità e ambiente" - A SCELTA per un totale di 6 CFU</b> |   |            |   |    |    |     |
| <b>20810070 - SOSTENIBILITA' E IMPATTO AMBIENTALE</b><br><i>(primo semestre)</i>                      | C | ING-IND/11 | 6 | 48 | AP | ITA |
| <b>20810406 - Cave, Impianti estrattivi e recupero ambientale</b><br><i>(secondo semestre)</i>        | C | ING-IND/28 | 6 | 48 | AP | ITA |

|  |   |                           |   |    |    |     |
|--|---|---------------------------|---|----|----|-----|
| <b>Gruppo opzionale: Impianti e sistemi industriali - 27 CFU</b>                 |   |                           |   |    |    |     |
| <b>20801838 - OLEODINAMICA E PNEUMATICA</b><br><i>(primo semestre)</i>           | B | ING-IND/08                | 9 | 72 | AP | ITA |
| <b>20810417 - IMPIANTI TERMOTECNICI</b><br><i>(secondo semestre)</i>             | B | ING-IND/10                | 9 | 72 | AP | ITA |
| <b>20810148 - MISURE INDUSTRIALI</b><br><i>(secondo semestre)</i>                | B | ING-IND/12                | 9 | 72 | AP | ITA |
| <b>20810414 - Strumenti e metodi di progettazione</b><br><i>(primo semestre)</i> | B | ING-IND/14,<br>ING-IND/15 | 9 | 72 | AP | ITA |
| <b>20810419 - SISTEMI INTEGRATI DI FABBRICAZIONE</b><br><i>(primo semestre)</i>  | B | ING-IND/16                | 9 | 72 | AP | ITA |

| Denominazione   | Att. Form. | SSD                       | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|---|------------|---------------------------|-----|-----|-----------|--------|
| <b>Gruppo opzionale: Affine percorso "Impianti e sistemi industriali" - A SCELTA per un totale di 6 CFU</b> |            |                           |     |     |           |        |
| <b>20810409 - Sicurezza Industriale e Analisi dei Rischi</b><br><i>(secondo semestre)</i>                   | C          | ING-IND/28                | 6   | 48  | AP        | ITA    |
| <b>20810406 - Cave, Impianti estrattivi e recupero ambientale</b><br><i>(secondo semestre)</i>              | C          | ING-IND/28                | 6   | 48  | AP        | ITA    |
| <b>20810398 - INTELLIGENZA ARTIFICIALE PER L'INGEGNERIA</b><br><i>(secondo semestre)</i>                    | C          | ING-IND/31                | 6   | 42  | AP        | ITA    |
| <b>Gruppo opzionale: Fabbricazione - 27 CFU</b>   |            |                           |     |     |           |        |
| <b>20810411 - Meccanica e dinamica delle macchine</b><br><i>(secondo semestre)</i>                          | B          | ING-IND/13                | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| <b>20810414 - Strumenti e metodi di progettazione</b><br><i>(primo semestre)</i>                            | B          | ING-IND/14,<br>ING-IND/15 | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| <b>20810148 - MISURE INDUSTRIALI</b><br><i>(secondo semestre)</i>   | B          | ING-IND/12                | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| <b>20810419 - SISTEMI INTEGRATI DI FABBRICAZIONE</b><br><i>(primo semestre)</i>                             | B          | ING-IND/16                | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| <b>20810095 - MECCANICA DELLE VIBRAZIONI</b><br><i>(secondo semestre)</i>                                   | B          | ING-IND/13                | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| <b>Gruppo opzionale: Affine percorso "Fabbricazione" - A SCELTA per un totale di 6 CFU</b>                  |            |                           |     |     |           |        |
| <b>20810409 - Sicurezza Industriale e Analisi dei Rischi</b><br><i>(secondo semestre)</i>                   | C          | ING-IND/28                | 6   | 48  | AP        | ITA    |
| <b>20810406 - Cave, Impianti estrattivi e recupero ambientale</b><br><i>(secondo semestre)</i>              | C          | ING-IND/28                | 6   | 48  | AP        | ITA    |
| <b>20810398 - INTELLIGENZA ARTIFICIALE PER L'INGEGNERIA</b><br><i>(secondo semestre)</i>                    | C          | ING-IND/31                | 6   | 48  | AP        | ITA    |
| <b>20810560 - Lineamenti di Diritto per l'Ingegneria Industriale</b><br><i>(primo semestre)</i>             | C          | IUS/05                    | 6   | 48  | AP        | ITA    |

| Denominazione   | Att. Form. | SSD        | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|---|------------|------------|-----|-----|-----------|--------|
| <b>Gruppo opzionale: LABORATORI - ATTIVITA' CONSIGLIATE ALLO STUDENTE PER L'ACQUISIZIONE DEI 9 CFU A SCELTA</b>                   |            |            |     |     |           |        |
| <b>20810033 - Laboratorio di acustica e illuminotecnica</b><br><i>(primo semestre)</i>  | D          | ING-IND/11 | 3   | 75  | I         | ITA    |
| <b>20810235 - Laboratorio di disegno assistito da calcolatore</b><br><i>(primo semestre)</i>                                      | D          | ING-IND/15 | 3   | 75  | I         | ITA    |
| <b>20810047 - Laboratorio di idrodinamica</b><br><i>(primo semestre)</i>  | D          | ICAR/01    | 3   | 75  | I         | ITA    |
| <b>20810048 - Laboratorio di idrodinamica</b><br><i>(primo semestre)</i>  | D          | ICAR/01    | 6   | 150 | I         | ITA    |
| <b>20810035 - Laboratorio di impianti industriali</b><br><i>(primo semestre)</i>  | D          | ING-IND/17 | 3   | 75  | I         | ITA    |
| <b>20810034 - Laboratorio di impianti termotecnici</b><br><i>(primo semestre)</i>   | D          | ING-IND/11 | 6   | 150 | I         | ITA    |
| <b>20810452 - Laboratorio di Analisi delle immagini per applicazioni metrologiche</b><br><i>(primo semestre)</i>                  | D          | ING-IND/12 | 3   | 75  | I         | ITA    |
| <b>20810453 - Laboratorio di analisi delle immagini per applicazioni metrologiche</b><br><i>(primo semestre)</i>                  | D          | ING-IND/12 | 6   | 150 | I         | ITA    |
| <b>20810150 - Laboratorio di Lavorazione dei Materiali Polimerici</b><br><i>(primo semestre)</i>                                  | D          | ING-IND/16 | 3   | 75  | I         | ITA    |
| <b>20810151 - Laboratorio di Lavorazione dei Materiali Polimerici</b><br><i>(primo semestre)</i>                                  | D          |            | 6   | 150 | I         | ITA    |
| <b>20810041 - Laboratorio di macchine a fluido e conversione dell'energia</b><br><i>(primo semestre)</i>                          | D          | ING-IND/08 | 3   | 75  | I         | ITA    |
| <b>20810042 - Laboratorio di macchine a fluido e conversione dell'energia</b><br><i>(primo semestre)</i>                          | D          | ING-IND/08 | 6   | 150 | I         | ITA    |
| <b>20810145 - Laboratorio di Meccanica delle vibrazioni</b><br><i>(primo semestre)</i>  | D          | ING-IND/13 | 6   | 150 | I         | ITA    |
| <b>20810044 - Laboratorio di motori a combustione interna/Interazione tra le macchine e l'ambiente</b><br><i>(primo semestre)</i> | D          | ING-IND/08 | 6   | 150 | I         | ITA    |

| Denominazione  | Att. Form. | SSD        | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|--|------------|------------|-----|-----|-----------|--------|
| <b>20810050 - Laboratorio oleodinamica e pneumatica</b><br><i>(primo semestre)</i>   | D          | ING-IND/08 | 3   | 75  | I         | ITA    |
| <b>20810051 - Laboratorio oleodinamica e pneumatica</b><br><i>(primo semestre)</i>   | D          | ING-IND/08 | 6   | 150 | I         | ITA    |
| <b>20810238 - Laboratorio di Scienza delle Costruzioni</b><br><i>(primo semestre)</i>  | D          | ICAR/08    | 3   | 75  | I         | ITA    |
| <b>20810161 - Laboratorio di Scienza delle costruzioni</b><br><i>(primo semestre)</i>  | D          | ICAR/08    | 6   | 150 | I         | ITA    |
| <b>20810028 - Laboratorio di sicurezza industriale, analisi dei rischi e tecniche di monitoraggio</b><br><i>(primo semestre)</i> | D          | ING-IND/28 | 3   | 75  | I         | ITA    |
| <b>20810146 - Laboratorio di Simulazione dinamica, microcontrollo e progettazione funzionale</b><br><i>(primo semestre)</i>      | D          | ING-IND/13 | 3   | 75  | I         | ITA    |
| <b>20810147 - Laboratorio di simulazione dinamica, microcontrollo e progettazione funzionale</b><br><i>(primo semestre)</i>      | D          | ING-IND/13 | 6   | 150 | I         | ITA    |
| <b>20202021 - IDONEITA LINGUA - INGLESE</b><br><i>(primo semestre)</i>   | D          |            | 3   | 75  | I         | ITA    |
| <b>20202022 - IDONEITA LINGUA - FRANCESE</b><br><i>(primo semestre)</i>  | D          |            | 3   | 75  | I         | ITA    |
| <b>20202023 - IDONEITA LINGUA - SPAGNOLO</b><br><i>(primo semestre)</i>  | D          |            | 3   | 75  | I         | ITA    |
| <b>20202024 - IDONEITA LINGUA - TEDESCO</b><br><i>(primo semestre)</i>   | D          |            | 3   | 75  | I         | ITA    |
| <b>20802015 - TIROCINIO</b><br><i>(primo semestre)</i>   | F          |            | 3   | 75  | I         | ITA    |

## Legenda

**Tip. Att. (Tipo di attestato):** AP (Attestazione di profitto), AF (Attestazione di frequenza), I (Idoneità)

**Att. Form. (Attività formativa):** A Attività formative di base B Attività formative caratterizzanti C Attività formative affini ed integrative D Attività formative a scelta dello studente (art.10, comma 5, lettera a) E Per la prova finale e la lingua straniera (art.10, comma 5, lettera c) F Ulteriori attività formative (art.10, comma 5, lettera d) R Affini e ambito di sede classe LMG/01 S Per stages e tirocini presso imprese, enti pubblici o privati, ordini professionali (art.10, comma 5, lettera e)

## Obiettivi formativi

### SISTEMI INTEGRATI DI FABBRICAZIONE

in **GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO FABBRICAZIONE - Secondo anno - Primo semestre**, in **GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO IMPIANTI E SISTEMI INDUSTRIALI - Secondo anno - Primo semestre**

**SCOPO DEL CORSO.** Il Corso di Sistemi Integrati di Fabbricazione fornisce agli allievi del quinto anno della laurea magistrale gli elementi basilari per le procedure di governo nelle lavorazioni per sottrazione di materiale. Il Corso prevede una prima parte dedicata all'approfondimento delle lavorazioni per asportazione di truciolo, con particolare riferimento agli aspetti della meccanica del taglio nonché dei criteri di dimensionamento dell'utensile per le più comuni lavorazioni di tornitura, fresatura, foratura. In tale contesto, non saranno trascurati gli aspetti inerenti le problematiche di usura dell'utensile e la legge di Taylor. Il Corso prevede, inoltre, una seconda parte dedicata ai modelli di ottimizzazione delle lavorazioni a controllo numerico secondo i criteri della massima economia e della massima produttività. Saranno, in aggiunta, proposte le strategie per la risoluzione in forma chiusa e numerica dei principali modelli di ottimizzazione delle lavorazioni a controllo numerico. Infine, saranno forniti i primi elementi per l'impiego dei linguaggi di programmazione manuali ed automatici, con specifico riferimento alle lavorazioni con macchine a controllo numerico. **PROGRAMMA DETTAGLIATO DEL CORSO.** Meccanica del taglio e dimensionamento dell'utensile. La meccanica del taglio. Richiami sulle lavorazioni per sottrazione di materiale: tornitura, fresatura, foratura. Il dimensionamento dell'utensile in tornitura, fresatura e foratura. Interazione utensile - materiale nelle lavorazioni per asportazione di truciolo. Usura dell'utensile e legge di Taylor. Ottimizzazione delle lavorazioni a controllo numerico. Ottimizzazione dei parametri di lavorazione. Criterio di massima economia. Criterio di massima produttività. Scelta ottimale. Analisi di sensibilità. Lavorazioni monopasso. Lavorazioni monopasso ad avanzamento variabile. Lavorazioni multipasso. Lavorazioni multipasso e multistadio. Metodi avanzati di ottimizzazione delle lavorazioni a controllo numerico. Controllo numerico delle macchine utensili. Generalità dei sistemi di lavorazione a controllo numerico. Architettura di un sistema di lavorazione a controllo numerico. Descrizione dei componenti dei sistemi di lavorazione a controllo numerico. Sistemi di movimentazione. Riferimenti. Movimenti assoluti ed incrementali. Sistemi di controllo. Utensili. Unità di controllo. Istruzioni di un sistema di lavorazione a controllo numerico. Formati di programma. Preparazione del Part Program. Programmazione manuale. Istruzione al linguaggio di programmazione manuale (script). Programmazione automatica. Istruzione al linguaggio di programmazione automatica (script). Progettazione dei componenti meccanici e preparazione del foglio di lavoro.

(English)

**AIM OF THE COURSE.** The Course in Integrated Manufacturing Systems provides students in the fifth year of the master's degree with the basic elements for the use of numerical control in material subtraction processing. The course includes a first part dedicated to the deepening of machining by chip removal, with particular reference to the aspects of cutting mechanics as well as the tool sizing criteria for the most common turning, milling and drilling operations. In this context, the aspects concerning the problems of tool wear and Taylor's law will not be neglected. The Course also provides a second part dedicated to the optimization models of numerical control processes according to the criteria of maximum economy and maximum productivity. In addition, the strategies for the closed and numerical resolution of the main optimization models of numerical control work will be proposed. Finally, the first elements for the use of manual and automatic programming languages will be provided, with specific reference to machining with numerical control machines. **DETAILED PROGRAM OF THE COURSE.** Mechanics of cutting and sizing of the tool. The mechanics of the cut. Recalls on the work by material subtraction: turning, milling, drilling. The sizing of the tool in turning, milling and drilling. Tool interaction - material in chip removal machining. Tool wear and Taylor's law. Optimization of numerical control machining. Optimization of machining parameters. Maximum economy criterion. Maximum productivity criterion. Optimal choice. Sensitivity analysis. Mono-step processing. Mono-step processing with variable feed. Multi-step machining. Multi-stage and multi-stage machining. Advanced methods of optimization of numerical control machining. Numerical control of machine tools. Overview of numerical control machining systems. Architecture of a numerical control machining system. Description of the components of numerical control machining systems. Handling systems. References. Absolute and incremental movements. Control systems. Tools. Control unit. Instructions for a numerical control machining system. Program formats. Preparation of the Part Program. Manual programming. Manual programming language instruction (script). Automatic programming. Instruction to the automatic programming language (script). Design of mechanical components and preparation of the worksheet.

### Tecnologie e Sistemi di Lavorazione

in **GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO FABBRICAZIONE - Secondo anno - Secondo semestre**

Il Corso di Tecnologie Speciali fornisce agli allievi le conoscenze di base per orientarsi tra i processi di lavorazione non convenzionali. Nello specifico, Il Corso permette di acquisire conoscenze su processi di trasformazione con tecnologie avanzate, quali lavorazioni laser, a fascio elettronico e ionico, per elettroerosione, lavorazioni chimiche ed elettrochimiche. E', dunque, un Corso complementare alla Tecnologia Meccanica che erudisce, invece, sui processi di trasformazione tradizionali dei soli materiali metallici. Il Corso di Tecnologie Speciali include anche elementi inerenti i processi di metallurgia delle polveri. Fornisce, inoltre, le basi di conoscenza sulle tecnologie di prototipazione rapida. Infine, fornisce i rudimenti sulle cosiddette tecnologie "green" e prime indicazioni sugli aspetti inerenti la sicurezza nei processi produttivi.

(English)

The Special Technologies Course provides students with the basic knowledge to navigate unconventional manufacturing processes. Specifically, the course allows students to acquire knowledge of transformation processes with advanced technologies, such as laser, electron and ion beam processes, electro-erosion, chemical and electrochemical processes. It is, therefore, a complementary course to Mechanical Technology which, on the other hand, teaches about the traditional transformation processes of metallic materials only. The Special Technologies Course also includes elements relating to powder metallurgy processes. It also provides the knowledge base on rapid prototyping technologies. Finally, it provides the rudiments of so-called "green" technologies and initial indications on the aspects concerning safety in production processes.

**TECNOLOGIE DI LAVORAZIONE DELLE MATERIE PLASTICHE:** in **GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO FABBRICAZIONE - Secondo anno - Secondo semestre**

**SCOPO DEL CORSO:** Il Corso di Tecnologie di Lavorazione delle Materie Plastiche fornisce agli allievi le conoscenze di base per orientarsi tra i processi di lavorazione delle materie plastiche. Nello specifico, Il Corso permette l'acquisizione di conoscenze sulle tecnologie di lavorazione dei materiali polimerici e compositi, materiali che occupano un peso sempre più rilevante nei moderni processi manifatturieri. E', dunque, un Corso complementare alla Tecnologia

Meccanica che erudisce, invece, solo sui processi di trasformazione convenzionali dei metalli. Il Corso di Tecnologie di Lavorazione delle Materie Plastiche include, dunque, elementi inerenti i processi di estrusione e stampaggio delle principali materie plastiche, nonché i processi di formatura dei materiali compositi. **PROGRAMMA DETTAGLIATO DEL CORSO:** Processi di lavorazione dei materiali polimerici. Classificazione dei materiali polimerici. Richiami delle principali proprietà tecnologiche. Estrusione. Estrusione in bolla. Estrusione e soffiaggio. Calandratura. Processo di produzione di fibre. Stampaggio ad iniezione. Stampaggio per soffiaggio. Stampaggio rotazione. Stampaggio per compressione. Stampaggio per trasferimento. Termoformatura. Processi di formatura per fusione. Processi di schiumatura. Giunzione di materiali plastici. Processi di lavorazione dei materiali compositi. Classificazione dei materiali compositi. Richiami delle principali proprietà tecnologiche. Processi di stampaggio per contatto, per compressione, da vuoto. Processi di stampaggio di materiali compositi liquidi. Stampaggio per iniezione di schiume. Stampaggio di tubi. Processo di fabbricazione di pre-impregnati. Filament winding. Pultrusione.

(English)

**COURSE PURPOSE:** The Course in Plastics Processing Technologies provides students with the basic knowledge to navigate the plastics processing processes. Specifically, the course allows the acquisition of knowledge on the processing technologies of polymeric and composite materials, materials that occupy an increasingly significant weight in modern manufacturing processes. It is, therefore, a complementary course to Mechanical Technology which, on the other hand, teaches only about the conventional transformation processes of metals. The Plastic Materials Processing Technologies Course therefore includes elements relating to the extrusion and molding processes of the main plastic materials, as well as the forming processes of composite materials. **DETAILED COURSE CONTENT:** Manufacturing processes of polymeric materials. Classification of polymeric materials. Recall of the main technological properties. Extrusion. Blown extrusion. Extrusion and blow moulding. Calendering. Fiber manufacturing process. Injection moulding. Blow moulding. Rotation moulding. Compression moulding. Transfer moulding. Thermoforming. Cast forming processes. Junction of plastic materials. Manufacturing processes of composite materials. Classification of composite materials. Recall of the main technological properties. Contact, compression and vacuum molding processes. Molding processes of liquid composite materials. Foam injection molding. Pipe stamping. Prepreg manufacturing process. Filament winding. Pultrusion.

**TECNOLOGIE SPECIALI:** in **GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO FABBRICAZIONE - Secondo anno - Secondo semestre**

**SCOPO DEL CORSO:** Il Corso di Tecnologie Speciali fornisce agli allievi le conoscenze di base per orientarsi tra i processi di lavorazione non convenzionali. Nello specifico, Il Corso permette di acquisire conoscenze su processi di trasformazione con tecnologie avanzate, quali lavorazioni laser, a fascio elettronico e ionico, per elettroerosione, lavorazioni chimiche ed elettrochimiche. E', dunque, un Corso complementare alla Tecnologia Meccanica che erudisce, invece, sui processi di trasformazione tradizionali dei soli materiali metallici. Il Corso di Tecnologie Speciali include anche elementi inerenti i processi di metallurgia delle polveri. Fornisce, inoltre, le basi di conoscenza sulle tecnologie di prototipazione rapida. Infine, fornisce i rudimenti sulle cosiddette tecnologie "green" e prime indicazioni sugli aspetti inerenti la sicurezza nei processi produttivi. **PROGRAMMA DETTAGLIATO DEL CORSO:** Metallurgia delle polveri e processi di lavorazione dei materiali ceramici/vetri. Generalità sulle polveri metalliche, sui processi di produzione e sulle proprietà. Processo di pressatura di polveri. Processi di sinterizzazione. Processi di rilavorazione dei sinterizzati. Lavorazione del vetro e della ceramica. Richiami delle principali proprietà tecnologiche dei materiali ceramici e vetri. Processi convenzionali di lavorazione dei materiali ceramici. Deposizione chimica da fase vapore. Processi DIMOX. Reaction bonding. Tecnologie Sol-Gel. Processi di formatura di materiali ceramici per tecniche di metallurgia delle polveri. Processi di lavorazione non convenzionali. Classificazione dei processi di lavorazione non convenzionali. Lavorazioni a getto abrasivo. Lavorazioni a getto d'acqua. Lavorazione a getto d'acqua ed abrasivo. Lavorazioni ultrasoniche. Lavorazioni chimiche e fotochimiche. Lavorazioni elettrochimiche. Rettifica elettrochimica. Elettroerosione a filo e a tuffo. Lavorazione a fascio elettronico. Lavorazioni a fascio laser. Lavorazioni plasma. Processi di lavorazioni avanzate. Lavorazioni "Net shape" e "Near Net Shape" (prototipazione rapida). Tecnologie di microfabbricazione. Nanotecnologie ed applicazioni. Fabbricazione di dispositivi semi-conduttori. Tecnologie di produzione "Green". Sostenibilità dei processi industriali. Aspetti relativi alla sicurezza dei processi produttivi.

(English)

**COURSE PURPOSE:** The Special Technologies Course provides students with the basic knowledge to navigate unconventional manufacturing processes. Specifically, the course allows students to acquire knowledge of transformation processes with advanced technologies, such as laser, electron and ion beam processes, electro-erosion, chemical and electrochemical processes. It is, therefore, a complementary course to Mechanical Technology which, on the other hand, teaches about the traditional transformation processes of metallic materials only. The Special Technologies Course also includes elements relating to powder metallurgy processes. It also provides the knowledge base on rapid prototyping technologies. Finally, it provides the rudiments of so-called "green" technologies and initial indications on the aspects concerning safety in production processes. **DETAILED COURSE CONTENT:** Powder metallurgy and ceramic/glass manufacturing processes. General information on metal powders, production processes and properties. Powder pressing process. Sintering processes. Sintered reworking processes. Processing of glass and ceramics. Recall of the main technological properties of ceramic and glass materials. Conventional manufacturing processes for ceramic materials. Chemical vapor deposition. DIMOX processes. Reaction bonding. Sol-Gel technologies. Forming processes of ceramic materials for powder metallurgy techniques. Unconventional manufacturing processes. Classification of unconventional manufacturing processes. Abrasive jet processing. Water jet processing. Water jet and abrasive processing. Ultrasonic processing. Chemical and photochemical processes. Electrochemical processing. Electrochemical grinding. Wire and sinker EDM. E-beam processing. Laser beam processing. Plasma processing. Advanced machining processes. "Net shape" and "Near Net Shape" machining (rapid prototyping). Microfabrication technologies. Nanotechnologies and applications. Manufacturing of semi-conductor devices. "Green" production technologies. Sustainability of industrial processes. Aspects relating to the safety of production processes.

## Meccanica e dinamica delle macchine

in **GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO FABBRICAZIONE - Secondo anno - Secondo semestre**, in **PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO INGEGNERIA DEI VEICOLI - Secondo anno - Secondo semestre**, in **PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO PROGETTAZIONE DEI SISTEMI MECCANICI - Secondo anno - Secondo semestre**

Il corso ha l'obiettivo di fornire agli studenti competenze, capacità e professionalità aggiornate ed innovative nel settore della progettazione meccanica funzionale e della simulazione dinamica di sistemi meccanici e robot spendibili nello sviluppo di prodotti e servizi e degli impianti. A tal proposito saranno dapprima illustrati i sistemi meccanici per applicazioni industriali, di servizio, per l'automazione e automotive, tramite lo studio della loro struttura cinematica e funzione. Saranno poi discussi metodi innovativi di progettazione di meccanismi, in particolare, per l'automazione industriale, le human centered applications e l'automotive, proponendo, tra l'altro, metodi di sintesi cinematica per moti infinitesimi e finiti, meccanismi generatori di funzione, guida di corpo rigido e generatore di traiettoria. Saranno altresì considerate le implicazioni di natura tribologica. Sarà poi oggetto di studio la dinamica dei sistemi multibody

nello spazio e la dinamica dei veicoli mediante modellistica e simulazione dinamica in SE(3). La progettazione meccanica e la simulazione dinamica saranno applicate ai seguenti temi: robotica industriale per l'automazione e robotica di servizio; micro e nano sistemi MEMS e NEMS; sistemi di navigazione basati su sensori inerziali, sistemi wearable; organi di trasmissione, riduttori epicicloidali, cambi automatici, differenziale, sistemi a camme, innesti, meccanismi a croce di malta ed arponismi.

(English)

The course aims to provide students with up-to-date and innovative skills, abilities and professionalism in the area of functional mechanical design and dynamic simulation of mechanical systems and robots, which will be used in product development and service applications and plant development. In this regard, mechanical systems for industrial, service, automation and automotive applications will first be explained through the study of their kinematic structure and function. Innovative mechanism design methods will then be discussed, in particular, for industrial automation, human centered applications and automotive, proposing, among others, kinematic synthesis methods for infinitesimal and finite motions, function-generating mechanisms, rigid body guidance and trajectory generator. Tribological implications will also be considered. Next, the dynamic simulation of multibody systems in space and vehicle dynamics will be modeled in SE(3). Mechanical design and dynamic simulation will be applied to the following topics: industrial robotics for automation and service; micro and nano (MEMS and NEMS) systems; navigation systems based on inertial sensors; wearable systems; powertrains, planetary gearboxes, automatic transmissions, differential, cam systems, clutches, special mechanisms.

## IMPIANTI TERMOTECNICI

in ENERGETICA E SOSTENIBILITA' INDIRIZZO CONVERSIONE DELL'ENERGIA - Secondo anno - Secondo semestre, in ENERGETICA E SOSTENIBILITA' INDIRIZZO SOSTENIBILITA' E AMBIENTE - Secondo anno - Secondo semestre, in GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO IMPIANTI E SISTEMI INDUSTRIALI - Secondo anno - Secondo semestre

OBIETTIVO DEL CORSO È LA FORMAZIONE NEL CAMPO DEGLI IMPIANTI DI CONDIZIONAMENTO E CLIMATIZZAZIONE DEGLI EDIFICI. NELLA PRIMA PARTE DEL CORSO VENGONO FORNITE NOZIONI PER LA ANALISI TERMO FISICA DEGLI EDIFICI CON PARTICOLARE ATTENZIONE ALLE CONDIZIONI DI BENESSERE TERMO IGROMETRICO. VENGONO ANALIZZATE LE PRESTAZIONI DEGLI INVOLUCRI EDILIZI IN BASE ALLA STIMA DEI CARICHI TERMICI, CON RIFERIMENTO ALLA NORMATIVA VIGENTE. NELLA SECONDA PARTE DEL CORSO VENGONO FORNITE LE NOZIONI PRINCIPALI PER LA PROGETTAZIONE ED IL DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI DI RISCALDAMENTO ED IMPIANTI PER LA PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA. NELL'ULTIMA PARTE DEL CORSO VENGONO TRATTATI GLI IMPIANTI DI RAFFRESCAMENTO AD ARIA, AD ACQUA E MISTI E VENGONO FATTI CENNI SUGLI IMPIANTI SOLARI TERMICI. LO STUDENTE VIENE MESSO IN CONDIZIONE DI EFFETTUARE LA PROGETTAZIONE DI MASSIMA DI TALI IMPIANTI, CUI È DEDICATO L'ELABORATO FINALE CHE OGNI STUDENTE DOVRÀ PREPARARE. L'INSEGNAMENTO SI BASA SU LEZIONI FRONTALI ED ESERCITAZIONI APPLICATIVE.

(English)

OBJECTIVE OF THE COURSE IS THE EDUCATION OF PROFESSIONALS IN THE FIELD OF HVAC SYSTEMS. IN THE FIRST PART STUDENTS ARE PROVIDED WITH INFORMATION AND TOOLS TO DESCRIBE THE BUILDING THERMOPHYSICS AND TO EVALUATE THE THERMAL AND IGROSCOPIC COMFORT CONDITIONS. BUILDING ENVELOPE PERFORMANCE AND THERMAL LOADS REFERRED TO THE LEGISLATION ARE ANALYSED. THE SECOND PART IS DEVOTED TO THE DESCRIPTION AND SIZING OF HEATING AND DOMESTIC HOT WATER SYSTEMS. THE LAST PART IS DEVOTED TO THE DESCRIPTION AND SIZING OF AIR CONDITIONING AND THERMAL SOLAR SYSTEMS. STUDENTS LEARN HOW TO CHOOSE AND DESIGN SUCH SYSTEMS, ALSO THROUGH A DESIGN EXERCISE THEY HAVE TO DO AND WRITE A REPORT ABOUT.

## MISURE INDUSTRIALI

in GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO FABBRICAZIONE - Secondo anno - Secondo semestre, in GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO IMPIANTI E SISTEMI INDUSTRIALI - Secondo anno - Secondo semestre, in PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO PROGETTAZIONE DEI SISTEMI MECCANICI - Secondo anno - Secondo semestre

Scopo principale del corso è porre gli studenti nelle condizioni di poter correttamente progettare, impiegare e gestire i sistemi di misura nelle loro applicazioni industriali, dipendentemente dagli specifici requisiti di utilizzo. In particolare, vengono forniti i criteri per la scelta dei componenti della catena di misura sulla base di un approccio integrato che tiene conto, oltre che delle caratteristiche metrologiche di maggior rilievo e dei principi di funzionamento dei dispositivi, anche della valutazione degli specifici requisiti propri del contesto industriale e delle misure condotte sul campo operativo. A tale riguardo, è posta attenzione sia sull'analisi delle tecnologie disponibili ma anche sulle corrette pratiche per la gestione in qualità del parco di strumentazione. L'insegnamento trova efficace integrazione nell'approfondimento di specifici riferimenti normativi e nella valutazione di data-sheet e manuali, ma anche in esercitazioni di carattere applicativo-sperimentale.

(English)

The overall aim of the course of Industrial Measurements is to provide students with advanced knowledge and skills to orientate themselves among design, use and management of measurement systems in industrial processes depending on the technical requirements. In particular the selection criteria of the measurement system components are provided, based on an integrated approach taking into account not only the metrological and functional characteristics of the measuring devices, but also the evaluation of specifications typical of industrial applications and effective measurements. To this aim the analysis of available technologies and the good management practices for measurement instrumentation are considered. Moreover, part of the course is based on the study of specific standards, technical data-sheet and manuals as well as experimental laboratory activities.

## MACCHINE

in ENERGETICA E SOSTENIBILITA' INDIRIZZO CONVERSIONE DELL'ENERGIA - Primo anno - Primo semestre, in ENERGETICA E SOSTENIBILITA' INDIRIZZO SOSTENIBILITA' E AMBIENTE - Primo anno - Primo semestre, in GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO FABBRICAZIONE - Primo anno - Primo semestre, in GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO IMPIANTI E SISTEMI INDUSTRIALI - Primo anno - Primo semestre, in PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO INGEGNERIA DEI VEICOLI - Primo anno - Primo semestre, in PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO PROGETTAZIONE DEI SISTEMI MECCANICI - Primo anno - Primo semestre

Lo scopo del corso è quello di fornire agli allievi criteri e metodi per effettuare lo studio delle macchine elementari e degli impianti sede di processi di conversione energetica (principalmente energia in lavoro e trasferimento del calore da basse ad alte temperature). Al termine del corso l'allievo avrà un

quadro aggiornato delle soluzioni impiantistiche disponibili e saprà, a livello metodologico, impostare l'analisi di cicli termodinamici diretti e inversi e valutarne le prestazioni in termini di rendimento e potenza. L'allievo conoscerà, per le tipologie delle macchine più importanti, campi di applicazione, aspetti del funzionamento e limiti di prestazioni connessi con la natura dei fluidi impiegati e con le sollecitazioni termiche e meccaniche. Inoltre egli sarà in grado di applicare metodologie di carattere generale che gli consentano di valutare le prestazioni delle macchine in termini di portata, rendimento, salto entalpico e potenza.

(English)

THE AIM OF THE COURSE IS TO PROVIDE STUDENTS WITH GENERAL CRITERIA AND METHODS TO CARRY OUT THE ANALYSIS OF ENERGY CONVERSION SYSTEMS AND OF FLUID MACHINES. AFTER THE COURSE THE STUDENT SHOULD HAVE AN UP-TO-DATE PICTURE OF THE MOST RELEVANT SOLUTIONS TO PRODUCE MECHANICAL AND ELECTRICAL POWER. HE/SHE WILL ACQUIRE THE TOOLS THAT WOULD ENABLE HIM/HER TO SET UP THE ANALYSIS OF THERMODYNAMIC CYCLES AND EVALUATE THEIR PERFORMANCE IN TERMS OF EFFICIENCY AND POWER. THE STUDENT WILL KNOW THE MOST RELEVANT TYPOLOGY OF MACHINES, THEIR FIELD OF APPLICATION, THE FACTORS AFFECTING PERFORMANCE (I. E. MECHANICAL AND THERMAL STRESSES, CAVITATION, COMPRESSIBILITY EFFECTS). MOREOVER THE STUDENT WILL ACQUIRE THE TOOLS THAT WOULD ENABLE HIM/HER TO EVALUATE MACHINE PERFORMANCE IN TERMS OF MASS FLOW, ENTHALPY RISE (OR DROP), EFFICIENCY AND POWER

## MACCHINE E AZIONAMENTI ELETTRICI

in ENERGETICA E SOSTENIBILITA' INDIRIZZO CONVERSIONE DELL'ENERGIA - Primo anno - Secondo semestre, in ENERGETICA E SOSTENIBILITA' INDIRIZZO SOSTENIBILITA' E AMBIENTE - Primo anno - Secondo semestre, in GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO FABBRICAZIONE - Primo anno - Secondo semestre, in GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO IMPIANTI E SISTEMI INDUSTRIALI - Primo anno - Secondo semestre, in PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO INGEGNERIA DEI VEICOLI - Primo anno - Secondo semestre, in PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO PROGETTAZIONE DEI SISTEMI MECCANICI - Primo anno - Secondo semestre

Conoscere le soluzioni costruttive e le caratteristiche funzionali delle principali macchine elettriche rotanti, inclusi i modelli utilizzati per lo studio del comportamento elettromeccanico in regime dinamico, al fine di acquisire la capacità di scegliere e di saper utilizzare le varie macchine elettriche rotanti impiegate nelle applicazioni elettriche industriali o nei sistemi di produzione della potenza elettrica. Conoscere le configurazioni di base dei convertitori elettronici di potenza utilizzati per la regolazione delle grandezze elettriche di alimentazione delle macchine elettriche. Conoscere gli algoritmi di base utilizzati negli azionamenti elettrici per la regolazione ed il controllo delle prestazioni elettromeccaniche della macchina: posizione, velocità, coppia e flusso. Saper individuare le principali caratteristiche di dimensionamento di un azionamento elettrico in relazione alle specifiche tecniche della applicazione.

(English)

The course has the purpose to describe the manufacturing features and the functional characteristics of the main rotating electrical machines, including dynamic models used for the study of the electrical machine behavior in electromechanical systems. It is expected that the student will acquire the ability to select the various electromechanical equipment used in industrial applications or in power systems for the electric energy generation. The course gives basic knowledge concerning the main configurations of the power electronic converters that are used for the control of power supply of electrical machines as well as it gives basic knowledge of the main algorithms being used in electric drives for control and monitoring of the machine performance. As a result, the course is targeted to give the know-how concerning how to select main design characteristics of an electric drive in connection with the functional specification of a given application.

## Sicurezza Industriale e Analisi dei Rischi

in ENERGETICA E SOSTENIBILITA' INDIRIZZO CONVERSIONE DELL'ENERGIA - Secondo anno - Secondo semestre, in GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO FABBRICAZIONE - Secondo anno - Secondo semestre, in GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO IMPIANTI E SISTEMI INDUSTRIALI - Secondo anno - Secondo semestre, in PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO INGEGNERIA DEI VEICOLI - Secondo anno - Secondo semestre, in PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO PROGETTAZIONE DEI SISTEMI MECCANICI - Secondo anno - Secondo semestre

L'obiettivo del corso è quello di fornire allo studente gli strumenti utili all'implementazione del processo di valutazione del rischio in ambito industriale mediante la presentazione dei più diffusi schemi di analisi della safety. Tale obiettivo include l'approfondimento delle tecniche per la determinazione della probabilità di accadimento di eventi infortunistici e tecnopatici oltre ai metodi di valutazione dell'esposizione e di caratterizzazione dei relativi scenari incidentali. Inoltre, obiettivo del corso è quello di fornire una trattazione professionalmente fruibile di alcune tecniche di monitoraggio e studio degli andamenti statistico-infortunistici in ambito industriale oltre all'approfondimento dei metodi di previsione di incidenza delle principali tecnopatie con riferimento ad agenti fisici quali rumore, vibrazioni ed inquinanti aerodispersi.

(English)

Industrial Safety and Risk Analysis is a monographic course on safety applied to industrial sites. Aim of the course is to make students acquire knowledge and tools to manage the whole risk assessment procedure in industrial sites. Acquisition of the most widespread techniques and methods to analyse industrial hazards and to assess their effects on sensitive targets will be part of the process, while refinement of knowledge on typical industrial agents such as noise and vibrations or airborne dust will make students acquire a more detailed comprehension on operational issues.

## TECNOLOGIE SPECIALI

in GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO IMPIANTI E SISTEMI INDUSTRIALI - Secondo anno - Secondo semestre

Il Corso di Tecnologie Speciali fornisce agli allievi le conoscenze di base per orientarsi tra i processi di lavorazione non convenzionali. Nello specifico, il Corso permette di acquisire conoscenze su processi di trasformazione con tecnologie avanzate, quali lavorazioni laser, a fascio elettronico e ionico, per elettroerosione, lavorazioni chimiche ed elettrochimiche. E', dunque, un Corso complementare alla Tecnologia Meccanica che erudisce, invece, sui processi di trasformazione tradizionali dei soli materiali metallici. Il Corso di Tecnologie Speciali include anche elementi inerenti i processi di metallurgia delle polveri. Fornisce, inoltre, le basi di conoscenza sulle tecnologie di prototipazione rapida. Infine, fornisce i rudimenti sulle cosiddette tecnologie "green" e prime indicazioni sugli aspetti inerenti la sicurezza nei processi produttivi.

(English)

The Special Technologies Course provides students with the basic knowledge to navigate unconventional manufacturing processes. Specifically, the course allows students to acquire knowledge of transformation processes with advanced technologies, such as laser, electron and ion beam processes, electro-erosion, chemical and electrochemical processes. It is, therefore, a complementary course to Mechanical Technology which, on the other hand, teaches about the traditional transformation processes of metallic materials only. The Special Technologies Course also includes elements relating to powder metallurgy processes. It also provides the knowledge base on rapid prototyping technologies. Finally, it provides the rudiments of so-called "green" technologies and initial indications on the aspects concerning safety in production processes.

### Cave, Impianti estrattivi e recupero ambientale

in **ENERGETICA E SOSTENIBILITA' INDIRIZZO SOSTENIBILITA' E AMBIENTE - Secondo anno - Secondo semestre**, in **GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO FABBRICAZIONE - Secondo anno - Secondo semestre**, in **GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO IMPIANTI E SISTEMI INDUSTRIALI - Secondo anno - Secondo semestre**

Cave, Impianti estrattivi e Recupero ambientale è un corso monografico riguardante le attività estrattive. Obiettivo del corso è far acquisire allo studente conoscenze riguardanti il processo produttivo dell'attività estrattiva, le interazioni dello stesso con l'ambiente circostante a partire dai criteri di scelta del sito, della valutazione di impatto ambientale, del progetto, della gestione del processo produttivo, della bonifica del sito e del recupero ambientale. Il corso ha la finalità di far acquisire all'allievo le nozioni sufficienti a conoscere e riconoscere i metodi di coltivazione delle attività estrattive, i metodi di recupero ambientale, le tecniche e le tecnologie più diffuse, la normativa di sicurezza del settore minerario.

(English)

Quarries, Mining Plants and Environmental Recovery is a monographic course on mining activities. Aim of the course is to make students acquire knowledge regarding the production process of the mining activity, the interactions of the industrial site with the surrounding environment, with attention to the site selection criteria, the study of the environmental impact assessment, the operative project, the management of the production process, the sites reclamation and environmental recovery. The course aims to make the student acquire the knowledge to know and recognize the quarry mining methods, the environmental recovery methods, the most widespread techniques and technologies, the mining Health & Safety regulations and Laws.

### PROPULSIONE ELETTRICA

in **PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO INGEGNERIA DEI VEICOLI - Secondo anno - Primo semestre**

CONOSCERE LE CONFIGURAZIONI E LE MODALITÀ DI IMPIEGO DEI PRINCIPALI COMPONENTI ELETTRICI, ELETTRONICI ED ELETTROMECCANICI DEI SISTEMI DI TRAZIONE SU ROTAIA, CON PARTICOLARE RIFERIMENTO AGLI IMPIANTI FISSI DI ALIMENTAZIONE E AI SISTEMI ELETTRICI POSTI A BORDO DEI VEICOLI FERROVIARI. CONOSCERE LE CONFIGURAZIONI E LE MODALITÀ DI IMPIEGO DEI PRINCIPALI COMPONENTI ELETTRICI, ELETTRONICI ED ELETTROCHIMICI DEI SISTEMI DI PROPULSIONE ELETTRICI O IBRIDI UTILIZZATI NEI VEICOLI DESTINATI ALLA MOBILITÀ COLLETTIVA O INDIVIDUALE SU STRADA. ACQUISIRE LA CAPACITÀ DI INDIVIDUARE LA CONFIGURAZIONE PIÙ IDONEA IN RELAZIONE ALLA PARTICOLARE APPLICAZIONE E DI SVILUPPARE UNA PROGETTAZIONE DI MASSIMA DEI VARI COMPONENTI DEL SISTEMA DI PROPULSIONE.

(English)

KNOWLEDGE OF CONFIGURATIONS AND MODES OF OPERATION OF THE PRINCIPAL ELECTRIC, ELECTRONIC AND MECHANICAL COMPONENTS OF RAILWAY TRACTION SYSTEMS, WITH PARTICULAR REFERENCE TO SUPPLY STATIONARY APPARATUS AND ELECTRIC POWER SYSTEMS USED ON BOARD RAILWAY VEHICLES. KNOWLEDGE OF CONFIGURATIONS AND MODES OF OPERATION OF THE PRINCIPAL ELECTRIC, ELECTRONIC AND ELECTROCHEMICAL COMPONENTS OF HYBRID OR ELECTRIC PROPULSION SYSTEMS USED IN ROAD VEHICLES OR IN MARINE APPLICATIONS FOR COLLECTIVE OR INDIVIDUAL MOBILITY. BECOMING SKILLED IN IDENTIFYING THE MOST SUITABLE PROPULSION SYSTEM CONFIGURATION FOR A GIVEN VEHICULAR APPLICATION AND IN DEVELOPING A FIRST-TENTATIVE DESIGN OF THE PROPULSION SYSTEM.

### Affidabilità dei sistemi complessi

in **PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO PROGETTAZIONE DEI SISTEMI MECCANICI - Secondo anno - Primo semestre**

Affidabilità dei sistemi complessi è un corso monografico riguardante gli aspetti di gestione dell'affidabilità in ambito industriale. Il corso si propone l'obiettivo di fornire allo studente gli strumenti analitici utili a gestire il tema dell'affidabilità dei componenti tecnologici tramite la definizione delle principali grandezze di riferimento e della loro interazione a formare strutture complesse tipiche dei contesti industriali e produttivi. In quest'ottica verranno affrontate tecniche di identificazione di pericolosità e malfunzionamento di natura induttiva e deduttiva (HAZOP, FTA, FMEA) ma anche tecniche di caratterizzazione degli scenari incidentali tramite la presentazione di casi di studio.

(English)

Reliability Engineering is a monographic course on reliability applied to industrial sites. Aim of the course is to make students acquire Knowledge and tools to solve reliability issues with attention to single components and their connection in complex systems. The course aims to make the student acquire the knowledge to know and recognize failure modes and effects, industrial hazards and fault events together with the most widespread assessment techniques and methods. Refinement of knowledge will include some operational issues

## ACUSTICA E ILLUMINOTECNICA AMBIENTALE

in ENERGETICA E SOSTENIBILITA' INDIRIZZO SOSTENIBILITA' E AMBIENTE - Secondo anno - Primo semestre

Gli obiettivi formativi consistono nell'acquisizione dei concetti fisici e psicofisici fondamentali alla base dei due meccanismi di percezione sonora e luminosa, nella conoscenza delle grandezze acustiche e fotometriche impiegate nei due ambiti, degli strumenti di misura, delle caratteristiche della propagazione sonora in ambienti confinati e in campo libero, dei principali tipi di sorgenti luminose artificiali e della illuminazione naturale, dei materiali fonoassorbenti e dell'isolamento acustico. Tutto ciò costituisce la base per la progettazione dell'ambiente acustico e luminoso, sia utilizzando metodi di calcolo semplificati, sia facendo ricorso all'utilizzo di software dedicati.

(English)

The educational objectives consist in acquiring the physical and psycho-physical basic concepts underlying sound and light perception mechanisms, in the knowledge of acoustical and photometric quantities used in the two areas, of the measuring instruments, of the sound propagation in enclosures and open spaces, of the main types of artificial light sources and of daylighting, of sound-absorbing materials and sound insulation. This represents the basis for the design of the acoustical and luminous environment, both by using simplified calculation methods, and by resorting to the use of dedicated software.

## MISURE MECCANICHE E TERMICHE

in ENERGETICA E SOSTENIBILITA' INDIRIZZO CONVERSIONE DELL'ENERGIA - Primo anno - Secondo semestre, in ENERGETICA E SOSTENIBILITA' INDIRIZZO SOSTENIBILITA' E AMBIENTE - Primo anno - Secondo semestre, in GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO FABBRICAZIONE - Primo anno - Secondo semestre, in GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO IMPIANTI E SISTEMI INDUSTRIALI - Primo anno - Secondo semestre, in PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO INGEGNERIA DEI VEICOLI - Primo anno - Secondo semestre, in PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO PROGETTAZIONE DEI SISTEMI MECCANICI - Primo anno - Secondo semestre

L'OBIETTIVO DEL CORSO È QUELLO DI METTERE IN CONDIZIONE GLI STUDENTI DI POTER CORRETTAMENTE PROGETTARE ED IMPIEGARE SISTEMI DI MISURA IN FUNZIONE DELLE NECESSITÀ DELLO SPERIMENTATORE E/O DELL'UTILIZZATORE DEGLI STRUMENTI DI MISURA NELL'AMBITO DELLE APPLICAZIONI MECCANICHE, TERMICHE E DEI COLLAUDI. IN PARTICOLARE, SARANNO FORNITI I CRITERI PER LA SCELTA DEI SINGOLI COMPONENTI DELLA CATENA DI MISURA SULLA BASE DELLE PRINCIPALI CARATTERISTICHE METROLOGICHE E DEL LORO PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO. L'INSEGNAMENTO TROVA EFFICACE INTEGRAZIONE NELLE ESERCITAZIONI DI LABORATORIO, TUTTE DI NATURA SPERIMENTALE CHE COSTITUISCONO PARTE FONDAMENTALE DEL CORSO STESSO.

(English)

THE TASK OF THE PRESENT COURSE IS PROVIDING THE STUDENTS WITH ABILITIES IN CORRECTLY DESIGNING AND UTILIZING MEASUREMENT SYSTEMS IN DEPENDANCE OF THE NEEDS OF THE EXPERIMENT AND/OR THE USER OF THE INSTRUMENTATION WITHIN MECHANICAL AND THERMAL APPLICATIONS AND TESTING. IN PARTICULAR, STUDENTS WILL BE PROVIDED WITH CRITERIA IN SELECTING SPECIFIC COMPONENTS OF THE MEASURING SYSTEM IN DEPENDANCE ON MAIN MEASURING CHARACTERISTICS AND THEIR WORKING PRINCIPLES. THE PRESENT SUBJECT ALSO CONSISTS OF EXPERIMENTAL LABORATORY ACTIVITIES, THAT REPRESENT A FUNDAMENTAL PART OF THE COURSE.

## INTERAZIONE FRA LE MACCHINE E L'AMBIENTE

in ENERGETICA E SOSTENIBILITA' INDIRIZZO CONVERSIONE DELL'ENERGIA - Secondo anno - Primo semestre, in ENERGETICA E SOSTENIBILITA' INDIRIZZO SOSTENIBILITA' E AMBIENTE - Secondo anno - Primo semestre

Fornire le conoscenze di base sulla formazione degli inquinanti provenienti da impianti di conversione dell'energia e da mezzi di trasporto e sulle modalità di diffusione e trasporto degli inquinanti in atmosfera. Acquisizione delle competenze necessarie per l'utilizzazione di modelli di previsione ai fini della predisposizione di studi di impatto ambientale (SIA). Analisi dei sistemi energetici alla luce della loro interazione con l'ambiente e del loro sviluppo. Studio dei sistemi e delle tecnologie di misura, controllo e abbattimento delle emissioni inquinanti nel settore degli impianti di conversione dell'energia e in quello dei trasporti.

(English)

ACQUISITION OF BASIC KNOWLEDGE ABOUT POLLUTANTS FORMATION IN POWER PLANT AND MOTOR VEHICLE; ACQUISITION OF TOOLS FOR AIR POLLUTION MODELING. ACQUISITION OF ADVANCED KNOWLEDGE TO ANALYZE SOURCES IN LIGHT OF THEIR POLLUTANTS EMISSIONS; ACQUISITION OF SKILLS NECESSARY TO MEASURE AND CONTROL THE EMISSIONS IN ATMOSPHERE (PRE-COMBUSTION, COMBUSTION AND POST-COMBUSTION CONTROLS).

## OLEODINAMICA E PNEUMATICA

in GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO IMPIANTI E SISTEMI INDUSTRIALI - Secondo anno - Primo semestre, in PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO INGEGNERIA DEI VEICOLI - Secondo anno - Primo semestre, in PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO PROGETTAZIONE DEI SISTEMI MECCANICI - Secondo anno - Primo semestre

ACQUISIZIONE DELLE CONOSCENZE DI BASE SULLE CARATTERISTICHE FUNZIONALI, IN CONDIZIONI STAZIONARIE, DEI COMPONENTI OLEODINAMICI E PNEUMATICI DI INTERESSE PER L'INGEGNERIA INDUSTRIALE. ACQUISIZIONE DELLE COMPETENZE NECESSARIE PER LA PROGETTAZIONE DI IMPIANTI OLEODINAMICI E PNEUMATICI AD ARCHITETTURA COMPLESSA E AD ELEVATA INTEGRAZIONE CON COMPONENTI ELETTRICI E SISTEMI DI GESTIONE A LOGICA PROGRAMMABILE. AFFINAMENTO E CONSOLIDAMENTO DELLE CONOSCENZE PER L'IDENTIFICAZIONE DEL COMPORTAMENTO DINAMICO DI COMPONENTI E IMPIANTI OLEODINAMICI E PER L'ANALISI DI STABILITÀ DI SISTEMI INTEGRATI DI TIPO MECCANICO, IDRAULICO ED ELETTRICO.

(English)

ACQUISITION OF BASIC KNOWLEDGE ABOUT THE FUNCTIONAL CHARACTERISTICS, IN STEADY STATE, THE HYDRAULIC AND PNEUMATIC COMPONENTS OF INTEREST FOR INDUSTRIAL ENGINEERING. ACQUISITION OF SKILLS NEEDED FOR THE DESIGN OF HYDRAULIC AND PNEUMATIC ARCHITECTURE COMPLEX AND HIGHLY INTEGRATED WITH ELECTRICAL COMPONENTS AND SYSTEMS MANAGEMENT IN PROGRAMMABLE LOGIC. REFINEMENT AND CONSOLIDATION OF KNOWLEDGE FOR THE IDENTIFICATION OF THE DYNAMIC BEHAVIOR OF COMPONENTS AND HYDRAULIC SYSTEMS AND FOR THE STABILITY ANALYSIS OF MECHANICAL, HYDRAULIC AND ELECTRICAL INTEGRATED SYSTEMS.

## ENERGETICA ELETTRICA

in **ENERGETICA E SOSTENIBILITA' INDIRIZZO CONVERSIONE DELL'ENERGIA** - Secondo anno - Primo semestre, in **ENERGETICA E SOSTENIBILITA' INDIRIZZO SOSTENIBILITA' E AMBIENTE** - Secondo anno - Primo semestre

Lo studente verrà posto in grado di familiarizzare con le problematiche relative all'efficienza energetica alla luce del fabbisogno energetico delle utenze industriali e del terziario. Saranno forniti gli strumenti per comprendere le problematiche della generazione elettrica distribuita con riguardo alla generazione elettrica da fonti rinnovabili, fotovoltaico ed eolico, e dei diversi sistemi di accumulo. Per i sistemi sopradetti verranno trattati i problemi che sono alla base delle scelte dei sistemi di connessione alla rete elettrica ed i sistemi attivi per ridurre le cause di inquinamento della rete stessa.

(English)

The student will be able to familiarize with the problems related to energy efficiency considering the energy needs of industrial users and the service sector. Information and methodologies will be provided to understand the issues of distributed generation regarding electricity generation from renewable sources, photovoltaic and wind, and the different energy storage systems. For the aforementioned systems, the problems that underlie the choices of the grid connection systems and the active systems to reduce the causes of pollution of the grid itself will be illustrated.

## GESTIONE DELLA PRODUZIONE INDUSTRIALE

in **GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO FABBRICAZIONE** - Secondo anno - Secondo semestre

Fornire gli elementi metodologici necessari ad effettuare la pianificazione, programmazione ed il controllo della produzione negli impianti industriali, con particolare riferimento ai sistemi produttivi manifatturieri, sia in caso di produzione a magazzino che su commessa, analizzando le differenze tra sistemi push e pull. Vengono inoltre discusse le problematiche di stima delle prestazioni dei sistemi produttivi in contesti reali e si illustrano i legami tra gestione della produzione, strategia aziendale, pianificazione della capacità produttiva, e gestione delle scorte.

(English)

This course is aimed at providing the basic methodological tools required for production planning and control in manufacturing systems. Specific methods used in make to stock, assemble to order, make to order, and engineering to order are analyzed, also discussing the differences between push and pull production systems. The course follows the traditional hierarchical approach including aggregate production and capacity planning, master production scheduling, materials and manufacturing resources requirements planning (MRP and CRP techniques), order release planning and job scheduling. Furthermore, techniques for demand forecasting and implementation of just in time lean manufacturing systems are presented. The course also provides tools to estimate the performances of manufacturing systems, i.e. the links between work in process, throughput and cycle time, including variability effects and lot sizing decisions. Finally, production planning decisions are put in perspective with strategic decisions, with capacity planning issues and with inventory management problems.

## IMPIANTI E SISTEMI DI PRODUZIONE

**FONDAMENTI DI IMPIANTI INDUSTRIALI II:** in **GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO IMPIANTI E SISTEMI INDUSTRIALI** - Secondo anno - Secondo semestre

IL CORSO INTENDE FORNIRE GLI ELEMENTI METODOLOGICI DI BASE NECESSARI AD EFFETTUARE LA PIANIFICAZIONE, PROGETTAZIONE E GESTIONE DEI SERVIZI GENERALI DI IMPIANTO CONNESSI AI SISTEMI DI PRODUZIONE.

(English)

This course is aimed at providing the basic methodological tools required for planning, designing and managing utilities and auxiliary technical services in industrial plants.

**GESTIONE DELLA PRODUZIONE INDUSTRIALE:** in **GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO IMPIANTI E SISTEMI INDUSTRIALI** - Secondo anno - Secondo semestre

Fornire gli elementi metodologici necessari ad effettuare la pianificazione, programmazione ed il controllo della produzione negli impianti industriali, con particolare riferimento ai sistemi produttivi manifatturieri, sia in caso di produzione a magazzino che su commessa, analizzando le differenze tra sistemi push e pull. Vengono inoltre discusse le problematiche di stima delle prestazioni dei sistemi produttivi in contesti reali e si illustrano i legami tra gestione della produzione, strategia aziendale, pianificazione della capacità produttiva, e gestione delle scorte.

(English)

This course is aimed at providing the basic methodological tools required for production planning and control in manufacturing systems. Specific methods used in make to stock, assemble to order, make to order, and engineering to order are analyzed, also discussing the differences between push and pull production systems. The course follows the traditional hierarchical approach including aggregate production and capacity planning, master production scheduling, materials and manufacturing resources requirements planning (MRP and CRP techniques), order release planning and job scheduling.

furthermore, techniques for demand forecasting and implementation of just in time lean manufacturing systems are presented. The course also provides tools to estimate the performances of manufacturing systems, i.e. the links between work in process, throughput and cycle time, including variability effects and lot sizing decisions. Finally, production planning decisions are put in perspective with strategic decisions, with capacity planning issues and with inventory management problems.

in **GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO IMPIANTI E SISTEMI INDUSTRIALI - Secondo anno - Secondo semestre**

IL CORSO INTENDE FORNIRE GLI ELEMENTI METODOLOGICI DI BASE NECESSARI AD EFFETTUARE LA PIANIFICAZIONE, PROGETTAZIONE E GESTIONE DEI SERVIZI GENERALI DI IMPIANTO CONNESSI AI SISTEMI DI PRODUZIONE.

(English)

This course is aimed at providing the basic methodological tools required for planning, designing and managing utilities and auxiliary technical services in industrial plants.

### Lineamenti di Diritto per l'Ingegneria Industriale

in **GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO FABBRICAZIONE - Primo anno - Primo semestre**, in **GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO FABBRICAZIONE - Secondo anno - Primo semestre**, in **PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO PROGETTAZIONE DEI SISTEMI MECCANICI - Primo anno - Primo semestre**, in **PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO PROGETTAZIONE DEI SISTEMI MECCANICI - Secondo anno - Primo semestre**

"Il corso si propone di fornire agli studenti del corso di laurea in Ingegneria Industriale i fondamenti del diritto, partendo dai rudimenti essenziali e sino ad andare alle leggi speciali in materia di diritto dei consumatori e brevetti. Ci si propone inoltre di sensibilizzare i futuri professionisti rispetto alle caratteristiche proprie degli schemi contrattuali che incontreranno nel corso della propria attività futura e, in ultima analisi, di analizzare i profili della responsabilità civile, anche per mezzo di casi pratici"

(English)

"The course aims to provide students of the Industrial Engineering degree course with the fundamentals of law, starting from the essential rudiments and moving up to the special laws relating to consumer law and patents. We also aim to raise future professionals' awareness of the characteristics of the contractual schemes that they will encounter during their future activity and, ultimately, to analyze the profiles of civil liability, also through practical cases".

### INTELLIGENZA ARTIFICIALE PER L'INGEGNERIA

in **GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO FABBRICAZIONE - Secondo anno - Secondo semestre**, in **GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO IMPIANTI E SISTEMI INDUSTRIALI - Secondo anno - Secondo semestre**

Dopo una introduzione agli algoritmi fondamentali dell'Intelligenza Artificiale (IA), verrà mostrato come l'IA sia un potente alleato nella progettazione in campo ingegneristico. Verranno studiate ed indagate diverse applicazioni trasversali dell'Ingegneria: dalla risoluzione e ottimizzazione di modelli matematici e sistemi fisici, all'analisi e classificazione di dati. Al termine del corso, gli studenti saranno in grado di utilizzare tecniche di IA anche senza l'utilizzo di librerie o software specifici.

(English)

After an introduction to the fundamental algorithms of Artificial Intelligence (AI), it will be shown how AI is a powerful ally in engineering design. Different transversal applications of Engineering will be studied and investigated: from the resolution and optimization of mathematical models and physical systems, to the analysis and classification of data. At the end of the course, students will be able to use AI techniques even without using specific libraries or software.

### Strumenti e metodi di progettazione

in **GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO FABBRICAZIONE - Secondo anno - Primo semestre**, in **GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO IMPIANTI E SISTEMI INDUSTRIALI - Secondo anno - Primo semestre**, in **PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO INGEGNERIA DEI VEICOLI - Secondo anno - Primo semestre**, in **PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO PROGETTAZIONE DEI SISTEMI MECCANICI - Secondo anno - Primo semestre**

- Conoscenza delle basi teoriche e della funzionalità della modellazione 3D e dell'analisi e ottimizzazione strutturale di elementi e sistemi meccanici;
- Conoscenza dei metodi per lo sviluppo e l'ingegnerizzazione di componenti e sistemi meccanici;
- Capacità di utilizzare software per la modellazione 3D e l'analisi e l'ottimizzazione strutturale.
- Capacità di utilizzare metodi e strumenti per la progettazione strutturale di componenti e sistemi meccanici;

(English)

- Knowledge of the theoretical basis and functionality of 3D modeling and structural analysis of mechanical components and systems.
- Knowledge of product development methods and design science for mechanical components and systems.
- Ability to use 3D modeling and structural optimization tools.
- Ability to use methods and tools to design mechanical components and systems.

### Sistemi per conversioni energetiche da fonti rinnovabili

in **ENERGETICA E SOSTENIBILITA' INDIRIZZO CONVERSIONE DELL'ENERGIA - Secondo anno - Secondo semestre**, in **ENERGETICA E SOSTENIBILITA' INDIRIZZO SOSTENIBILITA' E AMBIENTE - Secondo anno - Secondo semestre**

Lo scopo del corso è quello di fornire agli allievi le conoscenze per effettuare lo studio dei sistemi sede di processi di conversione energetica a partire da fonti rinnovabili. Al termine del corso l'allievo avrà un quadro aggiornato delle soluzioni impiantistiche disponibili e delle linee di sviluppo futuro. Egli saprà, a livello metodologico, impostare l'analisi dei suddetti sistemi e determinarne le prestazioni in termini di rendimento e potenza.

(English)

The aim of the course is to provide students with general criteria and methods to carry out the analysis of energy conversion systems fed by renewables. After the course, the student should have an up-to-date picture of the most relevant solutions to convert renewables into mechanical, thermal and electric power. He/she will acquire tools that enable him/her to carry out the analysis of the above systems and to evaluate their performance in terms of efficiency and power.

## TURBOMACCHINE

in **ENERGETICA E SOSTENIBILITA' INDIRIZZO CONVERSIONE DELL'ENERGIA** - Secondo anno - Primo semestre, in **ENERGETICA E SOSTENIBILITA' INDIRIZZO SOSTENIBILITA' E AMBIENTE** - Secondo anno - Primo semestre

Scopo del corso è fornire allo studente nozioni relative al dimensionamento di turbomacchine idrauliche e a fluido elastico, operatrici e motrici, tenendo conto delle specifiche di progetto e dei più comuni vincoli fluidodinamici e meccanici. Lo studente, imparerà ad ottimizzare i gradi di libertà di progetto sulla base di specifici obiettivi. Inoltre, assegnata la geometria della macchina, sarà in grado di calcolarne le mappe prestazionali.

(English)

The course aims at providing preliminary design criteria and procedures for turbomachines (hydraulic machines as well as compressible flow ones). The most common performance targets and design boundary conditions will be taken into consideration. Optimization of the degrees of freedom will be implemented in the design procedures. Furthermore, students will learn how a machine can be analysed and how performance characteristics can be evaluated when the machine geometry is given.

## MECCANICA DELLE VIBRAZIONI

in **GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO FABBRICAZIONE** - Secondo anno - Secondo semestre, in **PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO INGEGNERIA DEI VEICOLI** - Secondo anno - Secondo semestre, in **PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO PROGETTAZIONE DEI SISTEMI MECCANICI** - Secondo anno - Secondo semestre

Lo scopo del corso è quello di fornire agli studenti gli strumenti per l'analisi delle vibrazioni meccaniche nelle macchine. Durante il corso saranno introdotti sistemi discreti e continui (travi, funi, membrane, piastre e gusci) e le procedure per la modellizzazione di strutture meccaniche complesse anche attraverso l'ausilio del metodo degli elementi finiti. Saranno, inoltre, analizzati i problemi connessi con la rotodinamica.

(English)

The aim of the course is to provide physical and mathematical models to analyze the vibrations of the machines. Discrete and continuum models, such as beams, strings, membranes, plates and shells, will be introduced during the course as well as the methods to analyze complex mechanical structure, including the finite element method. Furthermore, the problems related to the rotordynamics will be also examined.

## MOTORI A COMBUSTIONE INTERNA PER LO SVILUPPO SOSTENIBILE

in **ENERGETICA E SOSTENIBILITA' INDIRIZZO CONVERSIONE DELL'ENERGIA** - Secondo anno - Primo semestre, in **PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO INGEGNERIA DEI VEICOLI** - Secondo anno - Primo semestre

Acquisizione degli strumenti di analisi delle prestazioni di motori a combustione interna volumetrici e turbogas. Affinamento delle conoscenze relative alle problematiche legate alla termofluidodinamica, alla combustione, alla formazione e controllo degli inquinanti ed alla gestione dell'insieme motore-utilizzatore in un'ottica di sviluppo sostenibile.

(English)

Acquisition of tools for analyzing reciprocating internal combustion engines and turbogas. Refinement of knowledge on operational issues related to the thermo-fluid dynamics, combustion, pollutant control and management of engine power-train in compliance with the sustainable development goals.

## SOSTENIBILITA' E IMPATTO AMBIENTALE

in **ENERGETICA E SOSTENIBILITA' INDIRIZZO CONVERSIONE DELL'ENERGIA** - Secondo anno - Primo semestre, in **ENERGETICA E SOSTENIBILITA' INDIRIZZO SOSTENIBILITA' E AMBIENTE** - Secondo anno - Primo semestre

Fornire agli allievi nozioni in materia di impatto ambientale delle attività antropiche, classificare gli impatti, illustrare il concetto di sostenibilità, descrivere procedure di valutazione di impatto ambientale e protocolli di certificazione ambientale. Illustrare esempi di valutazione di impatto ambientale e di mitigazione degli impatti.

(English)

Provide knowledge on the environmental impact of human activities, classify the impacts, illustrate the concept of sustainability, describe environmental impact assessment procedures and environmental certification protocols. Outline examples of environmental impact assessment and impact mitigation.

## FONDAMENTI DI IMPIANTI INDUSTRIALI I

in ENERGETICA E SOSTENIBILITÀ INDIRIZZO CONVERSIONE DELL'ENERGIA - Primo anno - Secondo semestre, in ENERGETICA E SOSTENIBILITÀ INDIRIZZO SOSTENIBILITÀ E AMBIENTE - Primo anno - Secondo semestre, in GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO FABBRICAZIONE - Primo anno - Secondo semestre, in GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO IMPIANTI E SISTEMI INDUSTRIALI - Primo anno - Secondo semestre, in PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO INGEGNERIA DEI VEICOLI - Primo anno - Secondo semestre, in PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO PROGETTAZIONE DEI SISTEMI MECCANICI - Primo anno - Secondo semestre

IL CORSO INTENDE FORNIRE GLI ELEMENTI METODOLOGICI DI BASE NECESSARI PER LA PIANIFICAZIONE E LA PROGETTAZIONE DI IMPIANTI INDUSTRIALI, PREVALENTEMENTE DI TIPO MANIFATTURIERO, E LA REDAZIONE DEL RELATIVO STUDIO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA.

(English)

This course provides the fundamental knowledge to plan an industrial manufacturing facility and perform the preliminary design of a production system, including the execution of a technical-economic feasibility study.

## Costruzione di macchine

in ENERGETICA E SOSTENIBILITÀ INDIRIZZO CONVERSIONE DELL'ENERGIA - Primo anno - Primo semestre, in ENERGETICA E SOSTENIBILITÀ INDIRIZZO SOSTENIBILITÀ E AMBIENTE - Primo anno - Primo semestre, in GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO FABBRICAZIONE - Primo anno - Primo semestre, in GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO IMPIANTI E SISTEMI INDUSTRIALI - Primo anno - Primo semestre, in PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO INGEGNERIA DEI VEICOLI - Primo anno - Primo semestre, in PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO PROGETTAZIONE DEI SISTEMI MECCANICI - Primo anno - Primo semestre

Capacità di dimensionare macchine costituite da più elementi costruttivi, sistemi meccanici ed oleomeccanici

(English)

Ability of designing machines and their components, mechanical and oleomechanical systems.

## FONDAMENTI DI COSTRUZIONI AUTOMOBILISTICHE

in PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO INGEGNERIA DEI VEICOLI - Secondo anno - Primo semestre, in PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO PROGETTAZIONE DEI SISTEMI MECCANICI - Secondo anno - Primo semestre

CONOSCENZA DELLE PRINCIPALI CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DEI VEICOLI STRADALI.

(English)

KNOWLEDGE OF THE MAIN FEATURES OF ROAD VEHICLES

## ULTERIORI ABILITÀ FORMATIVE

in ENERGETICA E SOSTENIBILITÀ INDIRIZZO CONVERSIONE DELL'ENERGIA - Secondo anno - Secondo semestre, in ENERGETICA E SOSTENIBILITÀ INDIRIZZO SOSTENIBILITÀ E AMBIENTE - Secondo anno - Secondo semestre, in GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO FABBRICAZIONE - Secondo anno - Secondo semestre, in GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO IMPIANTI E SISTEMI INDUSTRIALI - Secondo anno - Secondo semestre, in PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO INGEGNERIA DEI VEICOLI - Secondo anno - Secondo semestre, in PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO PROGETTAZIONE DEI SISTEMI MECCANICI - Secondo anno - Secondo semestre

....

(English)

.....

**DIPARTIMENTO: INGEGNERIA INDUSTRIALE, ELETTRONICA E MECCANICA**  
 Corso di laurea in Ingegneria meccanica (LM-33) A.A. 2024/2025  
 Programmazione didattica

**PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI - INDIRIZZO PROGETTAZIONE DEI SISTEMI MECCANICI**

**Primo anno**

**Primo semestre**

| Denominazione  | Att. Form. | SSD        | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|--|------------|------------|-----|-----|-----------|--------|
| <b>20810407 - Costruzione di macchine</b><br><i>MARINI STEFANO</i>   | B          | ING-IND/14 | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| <b>20801754 - MACCHINE</b><br><i>SALVINI CORIOLANO</i>   | B          | ING-IND/08 | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>Affine percorso "Progettazione dei Sistemi meccanici"<br>- A SCELTA per un totale di 6 CFU |            |            |     | 0   |           |        |

**Secondo semestre**

| Denominazione  | Att. Form. | SSD        | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|--|------------|------------|-----|-----|-----------|--------|
| <b>20801977 - FONDAMENTI DI IMPIANTI INDUSTRIALI I</b><br><i>CAPUTO ANTONIO CASIMIRO</i>                     | B          | ING-IND/17 | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| <b>20801715 - MACCHINE E AZIONAMENTI ELETTRICI</b><br><i>DI BENEDETTO MARCO</i>                              | C          | ING-IND/32 | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| <b>20810408 - MISURE MECCANICHE E TERMICHE</b><br><i>SCIUTO SALVATORE ANDREA<br/>SCORZA ANDREA<br/>Bando</i> | B          | ING-IND/12 | 9   | 72  | AP        | ITA    |

## Secondo anno

### Primo semestre

| Denominazione  | Att. Form. | SSD | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|--|------------|-----|-----|-----|-----------|--------|
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>Progettazione dei Sistemi Meccanici - 45 CFU   | B          |     |     | 360 |           |        |
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>Affine percorso "Progettazione dei Sistemi meccanici"<br>- A SCELTA per un totale di 6 CFU   |            |     |     | 0   |           |        |
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>LABORATORI - ATTIVITA' CONSIGLIATE ALLO<br>STUDENTE PER L'ACQUISIZIONE DEI 9 CFU A<br>SCELTA | D          |     |     | 0   |           |        |

### Secondo semestre

| Denominazione  | Att. Form. | SSD | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|--|------------|-----|-----|-----|-----------|--------|
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>Progettazione dei Sistemi Meccanici - 45 CFU   | B          |     |     | 360 |           |        |
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>Affine percorso "Progettazione dei Sistemi meccanici"<br>- A SCELTA per un totale di 6 CFU |            |     |     | 0   |           |        |
| <b>20810420 - PROVA FINALE</b>   | E          |     | 14  | 350 | AP        | ITA    |
| <b>20802034 - ULTERIORI ABILITÀ FORMATIVE</b>  | F          |     | 1   | 75  | AP        | ITA    |

**PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI - INDIRIZZO INGEGNERIA DEI VEICOLI**
**Primo anno**
**Primo semestre**

| Denominazione  | Att. Form. | SSD        | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|--|------------|------------|-----|-----|-----------|--------|
| <b>20810407 - Costruzione di macchine</b><br><i>MARINI STEFANO</i> | B          | ING-IND/14 | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| <b>20801754 - MACCHINE</b><br><i>SALVINI CORIOLANO</i>             | B          | ING-IND/08 | 9   | 72  | AP        | ITA    |

**Secondo semestre**

| Denominazione  | Att. Form. | SSD        | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|--|------------|------------|-----|-----|-----------|--------|
| <b>20801977 - FONDAMENTI DI IMPIANTI INDUSTRIALI I</b><br><i>CAPUTO ANTONIO CASIMIRO</i>                                 | B          | ING-IND/17 | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| <b>20810408 - MISURE MECCANICHE E TERMICHE</b><br><i>SCIUTO SALVATORE ANDREA</i><br><i>SCORZA ANDREA</i><br><i>Bando</i> | B          | ING-IND/12 | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| <b>20801715 - MACCHINE E AZIONAMENTI ELETTRICI</b><br><i>DI BENEDETTO MARCO</i>  | C          | ING-IND/32 | 9   | 72  | AP        | ITA    |

**Secondo anno**
**Primo semestre**

| Denominazione  | Att. Form. | SSD | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|--|------------|-----|-----|-----|-----------|--------|
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>Ingegneria dei Veicoli - 45 CFU  | B          |     |     | 360 |           |        |
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>Affine percorso "Ingegneria dei Veicoli" - A SCELTA per un totale di 6 CFU             | C          |     |     | 48  |           |        |
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>LABORATORI - ATTIVITA' CONSIGLIATE ALLO STUDENTE PER L'ACQUISIZIONE DEI 9 CFU A SCELTA | D          |     |     | 0   |           |        |

| Denominazione   | Att. Form. | SSD | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|---|------------|-----|-----|-----|-----------|--------|
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>Ingegneria dei Veicoli - 45 CFU   | B          |     |     | 360 |           |        |
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>Affine percorso "Ingegneria dei Veicoli" - A SCELTA<br>per un totale di 6 CFU | C          |     |     | 48  |           |        |
| <b>20810420 - PROVA FINALE</b>  | E          |     | 14  | 350 | AP        | ITA    |
| <b>20802034 - ULTERIORI ABILITÀ FORMATIVE</b>   | F          |     | 1   | 75  | AP        | ITA    |

**ENERGETICA E SOSTENIBILITÀ - INDIRIZZO CONVERSIONE DELL'ENERGIA**
**Primo anno**
**Primo semestre**

| Denominazione  | Att. Form. | SSD        | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|--|------------|------------|-----|-----|-----------|--------|
| <b>20810407 - Costruzione di macchine</b><br><i>MARINI STEFANO</i> | B          | ING-IND/14 | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| <b>20801754 - MACCHINE</b><br><i>SALVINI CORIOLANO</i>             | B          | ING-IND/08 | 9   | 72  | AP        | ITA    |

**Secondo semestre**

| Denominazione  | Att. Form. | SSD        | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|--|------------|------------|-----|-----|-----------|--------|
| <b>20801977 - FONDAMENTI DI IMPIANTI INDUSTRIALI I</b><br><i>CAPUTO ANTONIO CASIMIRO</i>                                 | B          | ING-IND/17 | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| <b>20810408 - MISURE MECCANICHE E TERMICHE</b><br><i>SCIUTO SALVATORE ANDREA</i><br><i>SCORZA ANDREA</i><br><i>Bando</i> | B          | ING-IND/12 | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| <b>20801715 - MACCHINE E AZIONAMENTI ELETTRICI</b><br><i>DI BENEDETTO MARCO</i>  | C          | ING-IND/32 | 9   | 72  | AP        | ITA    |

**Secondo anno**
**Primo semestre**

| Denominazione   | Att. Form. | SSD | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|---|------------|-----|-----|-----|-----------|--------|
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>Conversione dell'energia - 45CFU  | B          |     |     | 360 |           |        |
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>Affine percorso "Conversione dell'energia" - A<br>SCELTA per un totale di 6 CFU             | C          |     |     | 48  |           |        |
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>LABORATORI - ATTIVITÀ CONSIGLIATE ALLO<br>STUDENTE PER L'ACQUISIZIONE DEI 9 CFU A<br>SCELTA | D          |     |     | 0   |           |        |

| Denominazione   | Att. Form. | SSD | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|---|------------|-----|-----|-----|-----------|--------|
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>Conversione dell'energia - 45CFU  | B          |     |     | 360 |           |        |
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>Affine percorso "Conversione dell'energia" - A<br>SCELTA per un totale di 6 CFU | C          |     |     | 48  |           |        |
| <b>20810420 - PROVA FINALE</b>  | E          |     | 14  | 350 | AP        | ITA    |
| <b>20802034 - ULTERIORI ABILITÀ FORMATIVE</b>   | F          |     | 1   | 75  | AP        | ITA    |

**ENERGETICA E SOSTENIBILITA' - INDIRIZZO SOSTENIBILITA' E AMBIENTE**
**Primo anno**
**Primo semestre**

| Denominazione  | Att. Form. | SSD        | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|--|------------|------------|-----|-----|-----------|--------|
| <b>20810407 - Costruzione di macchine</b><br><i>MARINI STEFANO</i> | B          | ING-IND/14 | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| <b>20801754 - MACCHINE</b><br><i>SALVINI CORIOLANO</i>             | B          | ING-IND/08 | 9   | 72  | AP        | ITA    |

**Secondo semestre**

| Denominazione  | Att. Form. | SSD        | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|--|------------|------------|-----|-----|-----------|--------|
| <b>20801977 - FONDAMENTI DI IMPIANTI INDUSTRIALI I</b><br><i>CAPUTO ANTONIO CASIMIRO</i>                                 | B          | ING-IND/17 | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| <b>20810408 - MISURE MECCANICHE E TERMICHE</b><br><i>SCIUTO SALVATORE ANDREA</i><br><i>SCORZA ANDREA</i><br><i>Bando</i> | B          | ING-IND/12 | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| <b>20801715 - MACCHINE E AZIONAMENTI ELETTRICI</b><br><i>DI BENEDETTO MARCO</i>  | C          | ING-IND/32 | 9   | 72  | AP        | ITA    |

**Secondo anno**
**Primo semestre**

| Denominazione  | Att. Form. | SSD | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|--|------------|-----|-----|-----|-----------|--------|
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>Sostenibilità e ambiente - 45 CFU  | B          |     |     | 360 |           |        |
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>Affine percorso "Sostenibilità e ambiente" - A SCELTA<br>per un totale di 6 CFU              | C          |     |     | 48  |           |        |
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>LABORATORI - ATTIVITA' CONSIGLIATE ALLO<br>STUDENTE PER L'ACQUISIZIONE DEI 9 CFU A<br>SCELTA | D          |     |     | 0   |           |        |

Secondo semestre

| Denominazione   | Att. Form. | SSD | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|---|------------|-----|-----|-----|-----------|--------|
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>Sostenibilità e ambiente - 45 CFU   | B          |     |     | 360 |           |        |
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>Affine percorso "Sostenibilità e ambiente" - A SCELTA<br>per un totale di 6 CFU | C          |     |     | 48  |           |        |
| <b>20810420 - PROVA FINALE</b>  | E          |     | 14  | 350 | AP        | ITA    |
| <b>20802034 - ULTERIORI ABILITÀ FORMATIVE</b>   | F          |     | 1   | 75  | AP        | ITA    |

**GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING - INDIRIZZO IMPIANTI E SISTEMI INDUSTRIALI**
**Primo anno**
**Primo semestre**

| Denominazione  | Att. Form. | SSD        | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|--|------------|------------|-----|-----|-----------|--------|
| <b>20810407 - Costruzione di macchine</b><br><i>MARINI STEFANO</i> | B          | ING-IND/14 | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| <b>20801754 - MACCHINE</b><br><i>SALVINI CORIOLANO</i>             | B          | ING-IND/08 | 9   | 72  | AP        | ITA    |

**Secondo semestre**

| Denominazione  | Att. Form. | SSD        | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|--|------------|------------|-----|-----|-----------|--------|
| <b>20801977 - FONDAMENTI DI IMPIANTI INDUSTRIALI I</b><br><i>CAPUTO ANTONIO CASIMIRO</i>                                 | B          | ING-IND/17 | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| <b>20810408 - MISURE MECCANICHE E TERMICHE</b><br><i>SCIUTO SALVATORE ANDREA</i><br><i>SCORZA ANDREA</i><br><i>Bando</i> | B          | ING-IND/12 | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| <b>20801715 - MACCHINE E AZIONAMENTI ELETTRICI</b><br><i>DI BENEDETTO MARCO</i>  | C          | ING-IND/32 | 9   | 72  | AP        | ITA    |

**Secondo anno**
**Primo semestre**

| Denominazione  | Att. Form. | SSD | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|--|------------|-----|-----|-----|-----------|--------|
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>Impianti e sistemi industriali - 27 CFU  | B          |     |     | 216 |           |        |
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>LABORATORI - ATTIVITA' CONSIGLIATE ALLO STUDENTE PER L'ACQUISIZIONE DEI 9 CFU A SCELTA | D          |     |     | 0   |           |        |

| Denominazione   | Att. Form. | SSD        | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|---|------------|------------|-----|-----|-----------|--------|
| <b>20810413 - IMPIANTI E SISTEMI DI PRODUZIONE</b><br>FONDAMENTI DI IMPIANTI INDUSTRIALI II<br><i>corso erogato presso - IMPIANTI OFFSHORE - MODULO II (20810270-2) -</i> | B          | ING-IND/17 | 6   | 48  | AP        | ITA    |
| GESTIONE DELLA PRODUZIONE INDUSTRIALE<br><i>CAPUTO ANTONIO CASIMIRO</i>   | B          | ING-IND/17 | 6   | 48  |           |        |
| <b>20810418 - TECNOLOGIE SPECIALI</b><br><i>Bando</i>   | B          | ING-IND/16 | 6   | 48  | AP        | ITA    |
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>Impianti e sistemi industriali - 27 CFU   | B          |            |     | 216 |           |        |
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>Affine percorso "Impianti e sistemi industriali" - A<br>SCELTA per un totale di 6 CFU   | C          |            |     | 48  |           |        |
| <b>20810420 - PROVA FINALE</b>  | E          |            | 14  | 350 | AP        | ITA    |
| <b>20802034 - ULTERIORI ABILITÀ FORMATIVE</b>   | F          |            | 1   | 75  | AP        | ITA    |

## GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING - INDIRIZZO FABBRICAZIONE

### Primo anno

#### Primo semestre

| Denominazione   | Att. Form. | SSD        | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|---|------------|------------|-----|-----|-----------|--------|
| <b>20810407 - Costruzione di macchine</b><br><i>MARINI STEFANO</i>                            | B          | ING-IND/14 | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| <b>20801754 - MACCHINE</b><br><i>SALVINI CORIOLANO</i>  | B          | ING-IND/08 | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>Affine percorso "Fabbricazione" - A SCELTA per un totale di 6 CFU | C          |            |     | 48  |           |        |

#### Secondo semestre

| Denominazione  | Att. Form. | SSD        | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|--|------------|------------|-----|-----|-----------|--------|
| <b>20801977 - FONDAMENTI DI IMPIANTI INDUSTRIALI I</b><br><i>CAPUTO ANTONIO CASIMIRO</i>                                 | B          | ING-IND/17 | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| <b>20810408 - MISURE MECCANICHE E TERMICHE</b><br><i>SCIUTO SALVATORE ANDREA</i><br><i>SCORZA ANDREA</i><br><i>Bando</i> | B          | ING-IND/12 | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| <b>20801715 - MACCHINE E AZIONAMENTI ELETTRICI</b><br><i>DI BENEDETTO MARCO</i>  | C          | ING-IND/32 | 9   | 72  | AP        | ITA    |

### Secondo anno

#### Primo semestre

| Denominazione  | Att. Form. | SSD | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|--|------------|-----|-----|-----|-----------|--------|
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>Fabbricazione - 27 CFU   | B          |     |     | 216 |           |        |
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>LABORATORI - ATTIVITA' CONSIGLIATE ALLO STUDENTE PER L'ACQUISIZIONE DEI 9 CFU A SCELTA | D          |     |     | 0   |           |        |

| Denominazione   | Att. Form. | SSD        | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|---|------------|------------|-----|-----|-----------|--------|
| <b>20802139 - GESTIONE DELLA PRODUZIONE INDUSTRIALE</b><br><i>CAPUTO ANTONIO CASIMIRO</i>     | B          | ING-IND/17 | 6   | 48  | AP        | ITA    |
| <b>20810415 - Tecnologie e Sistemi di Lavorazione</b><br>TECNOLOGIE SPECIALI<br><i>Bando</i>  | B          | ING-IND/16 | 6   | 48  | AP        | ITA    |
| TECNOLOGIE DI LAVORAZIONE DELLE MATERIE PLASTICHE<br><i>BARLETTA MASSIMILIANO</i>             | B          | ING-IND/16 | 6   | 48  |           |        |
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>Fabbricazione - 27 CFU  | B          |            |     | 216 |           |        |
| <b>Gruppo opzionale:</b><br>Affine percorso "Fabbricazione" - A SCELTA per un totale di 6 CFU | C          |            |     | 48  |           |        |
| <b>20810420 - PROVA FINALE</b>  | E          |            | 14  | 350 | AP        | ITA    |
| <b>20802034 - ULTERIORI ABILITÀ FORMATIVE</b>   | F          |            | 1   | 75  | AP        | ITA    |

## Dettaglio dei gruppi opzionali

| Denominazione | Att. Form. | SSD | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|---------------|------------|-----|-----|-----|-----------|--------|
|---------------|------------|-----|-----|-----|-----------|--------|

### Gruppo opzionale: Affine percorso "Conversione dell'energia" - A SCELTA per un totale di 6 CFU

|   |   |            |   |    |    |     |
|---|---|------------|---|----|----|-----|
| <b>20810070 - SOSTENIBILITA' E IMPATTO AMBIENTALE</b><br>(secondo semestre)<br>EVANGELISTI LUCA                             | C | ING-IND/11 | 6 | 48 | AP | ITA |
| <b>20810409 - Sicurezza Industriale e Analisi dei Rischi</b><br>(secondo semestre)<br>ALFARO DEGAN GUIDO<br>LIPPIELLO DARIO | C | ING-IND/28 | 6 | 48 | AP | ITA |

### Gruppo opzionale: Affine percorso "Fabbricazione" - A SCELTA per un totale di 6 CFU

|  |   |            |   |    |    |     |
|--|---|------------|---|----|----|-----|
| <b>20810409 - Sicurezza Industriale e Analisi dei Rischi</b><br>(secondo semestre)<br>ALFARO DEGAN GUIDO<br>LIPPIELLO DARIO      | C | ING-IND/28 | 6 | 48 | AP | ITA |
| <b>20810406 - Cave, Impianti estrattivi e recupero ambientale</b><br>(secondo semestre)<br>ALFARO DEGAN GUIDO<br>LIPPIELLO DARIO | C | ING-IND/28 | 6 | 48 | AP | ITA |
| <b>20810398 - INTELLIGENZA ARTIFICIALE PER L'INGEGNERIA</b><br>(secondo semestre)<br>RIGANTI FULGINEI FRANCESCO                  | C | ING-IND/31 | 6 | 42 | AP | ITA |

### Gruppo opzionale: Affine percorso "Impianti e sistemi industriali" - A SCELTA per un totale di 6 CFU

|  |   |            |   |    |    |     |
|--|---|------------|---|----|----|-----|
| <b>20810409 - Sicurezza Industriale e Analisi dei Rischi</b><br>(secondo semestre)<br>ALFARO DEGAN GUIDO<br>LIPPIELLO DARIO      | C | ING-IND/28 | 6 | 48 | AP | ITA |
| <b>20810406 - Cave, Impianti estrattivi e recupero ambientale</b><br>(secondo semestre)<br>ALFARO DEGAN GUIDO<br>LIPPIELLO DARIO | C | ING-IND/28 | 6 | 48 | AP | ITA |
| <b>20810398 - INTELLIGENZA ARTIFICIALE PER L'INGEGNERIA</b><br>(secondo semestre)<br>RIGANTI FULGINEI FRANCESCO                  | C | ING-IND/31 | 6 | 42 | AP | ITA |

| Denominazione  | Att. Form. | SSD        | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|--|------------|------------|-----|-----|-----------|--------|
| <b>Gruppo opzionale: Affine percorso "Ingegneria dei Veicoli" - A SCELTA per un totale di 6 CFU</b>                              |            |            |     |     |           |        |
| <b>20810409 - Sicurezza Industriale e Analisi dei Rischi</b><br>(secondo semestre)<br>ALFARO DEGAN GUIDO<br>LIPPIELLO DARIO      | C          | ING-IND/28 | 6   | 48  | AP        | ITA    |
| <b>20810416 - PROPULSIONE ELETTRICA</b><br>(primo semestre)<br>CRESCIMBINI FABIO   | C          | ING-IND/32 | 6   | 48  | AP        | ITA    |
| <b>Gruppo opzionale: Affine percorso "Progettazione dei Sistemi meccanici" - A SCELTA per un totale di 6 CFU</b>                 |            |            |     |     |           |        |
| <b>20810410 - Affidabilità dei sistemi complessi</b><br>(primo semestre)<br>ALFARO DEGAN GUIDO<br>LIPPIELLO DARIO                | C          | ING-IND/28 | 6   | 48  | AP        | ITA    |
| <b>20810409 - Sicurezza Industriale e Analisi dei Rischi</b><br>(secondo semestre)<br>ALFARO DEGAN GUIDO<br>LIPPIELLO DARIO      | C          | ING-IND/28 | 6   | 48  | AP        | ITA    |
| <b>Gruppo opzionale: Affine percorso "Sostenibilità e ambiente" - A SCELTA per un totale di 6 CFU</b>                            |            |            |     |     |           |        |
| <b>20810070 - SOSTENIBILITA' E IMPATTO AMBIENTALE</b><br>(secondo semestre)<br>EVANGELISTI LUCA                                  | C          | ING-IND/11 | 6   | 48  | AP        | ITA    |
| <b>20810406 - Cave, Impianti estrattivi e recupero ambientale</b><br>(secondo semestre)<br>ALFARO DEGAN GUIDO<br>LIPPIELLO DARIO | C          | ING-IND/28 | 6   | 48  | AP        | ITA    |
| <b>Gruppo opzionale: Conversione dell'energia - 45CFU</b>  |            |            |     |     |           |        |
| <b>20810216 - ENERGETICA ELETTRICA</b><br>(primo semestre)<br>CRESCIMBINI FABIO  | C          | ING-IND/32 | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| <b>20810417 - IMPIANTI TERMOTECNICI</b><br>(secondo semestre)<br>DE LIETO VOLLARO ROBERTO  | B          | ING-IND/10 | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| <b>20810404 - Sistemi per conversioni energetiche da fonti rinnovabili</b><br>(secondo semestre)<br>SALVINI CORIOLANO            | B          | ING-IND/09 | 9   | 72  | AP        | ITA    |

| Denominazione  | Att. Form. | SSD        | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|--|------------|------------|-----|-----|-----------|--------|
| <b>20801821 - INTERAZIONE FRA LE MACCHINE E L'AMBIENTE</b><br>(primo semestre)<br>CHIAVOLA ORNELLA                 | B          | ING-IND/08 | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| <b>20810412 - MOTORI A COMBUSTIONE INTERNA PER LO SVILUPPO SOSTENIBILE</b><br>(primo semestre)<br>CHIAVOLA ORNELLA | B          | ING-IND/08 | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| <b>20801825 - TURBOMACCHINE</b><br>(primo semestre)<br>GIOVANNELLI AMBRA   | B          | ING-IND/08 | 9   | 72  | AP        | ITA    |

**Gruppo opzionale: Fabbricazione - 27 CFU**

|  |   |                           |   |    |    |     |
|--|---|---------------------------|---|----|----|-----|
| <b>20810411 - Meccanica e dinamica delle macchine</b><br>(secondo semestre)<br>BELFIORE NICOLA PIO                 | B | ING-IND/13                | 9 | 72 | AP | ITA |
| <b>20810414 - Strumenti e metodi di progettazione</b><br>(primo semestre)<br>GIORGETTI ALESSANDRO<br>CICCONI PAOLO | B | ING-IND/14,<br>ING-IND/15 | 9 | 72 | AP | ITA |
| <b>20810148 - MISURE INDUSTRIALI</b><br>(secondo semestre)<br>SCORZA ANDREA  | B | ING-IND/12                | 9 | 72 | AP | ITA |
| <b>20810419 - SISTEMI INTEGRATI DI FABBRICAZIONE</b><br>(primo semestre)<br>Bando                                  | B | ING-IND/16                | 9 | 72 | AP | ITA |
| <b>20810095 - MECCANICA DELLE VIBRAZIONI</b><br>(secondo semestre)<br>BOTTA FABIO                                  | B | ING-IND/13                | 9 | 72 | AP | ITA |

**Gruppo opzionale: Impianti e sistemi industriali - 27 CFU**

|   |   |            |   |    |    |     |
|---|---|------------|---|----|----|-----|
| <b>20801838 - OLEODINAMICA E PNEUMATICA</b><br>(primo semestre)<br>PALMIERI FULVIO        | B | ING-IND/08 | 9 | 72 | AP | ITA |
| <b>20810417 - IMPIANTI TERMOTECNICI</b><br>(secondo semestre)<br>DE LIETO VOLLARO ROBERTO | B | ING-IND/10 | 9 | 72 | AP | ITA |
| <b>20810148 - MISURE INDUSTRIALI</b><br>(secondo semestre)<br>SCORZA ANDREA               | B | ING-IND/12 | 9 | 72 | AP | ITA |

| Denominazione  | Att. Form. | SSD                       | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|--|------------|---------------------------|-----|-----|-----------|--------|
| <b>20810414 - Strumenti e metodi di progettazione</b><br>(primo semestre)<br>GIORGETTI ALESSANDRO<br>CICCONI PAOLO | B          | ING-IND/14,<br>ING-IND/15 | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| <b>20810419 - SISTEMI INTEGRATI DI FABBRICAZIONE</b><br>(primo semestre)<br>Bando                                  | B          | ING-IND/16                | 9   | 72  | AP        | ITA    |

**Gruppo opzionale: Ingegneria dei Veicoli - 45 CFU**

|  |   |                           |   |    |    |     |
|--|---|---------------------------|---|----|----|-----|
| <b>20810412 - MOTORI A COMBUSTIONE INTERNA PER LO SVILUPPO SOSTENIBILE</b><br>(primo semestre)<br>CHIAVOLA ORNELLA | B | ING-IND/08                | 9 | 72 | AP | ITA |
| <b>20801838 - OLEODINAMICA E PNEUMATICA</b><br>(primo semestre)<br>PALMIERI FULVIO                                 | B | ING-IND/08                | 9 | 72 | AP | ITA |
| <b>20810411 - Meccanica e dinamica delle macchine</b><br>(secondo semestre)<br>BELFIORE NICOLA PIO                 | B | ING-IND/13                | 9 | 72 | AP | ITA |
| <b>20810095 - MECCANICA DELLE VIBRAZIONI</b><br>(secondo semestre)<br>BOTTA FABIO                                  | B | ING-IND/13                | 9 | 72 | AP | ITA |
| <b>20801842 - FONDAMENTI DI COSTRUZIONI AUTOMOBILISTICHE</b><br>(primo semestre)<br>Bando                          | B | ING-IND/14                | 9 | 72 | AP | ITA |
| <b>20810414 - Strumenti e metodi di progettazione</b><br>(primo semestre)<br>GIORGETTI ALESSANDRO<br>CICCONI PAOLO | B | ING-IND/14,<br>ING-IND/15 | 9 | 72 | AP | ITA |

**Gruppo opzionale: LABORATORI - ATTIVITA' CONSIGLIATE ALLO STUDENTE PER L'ACQUISIZIONE DEI 9 CFU A SCELTA**

|   |   |            |   |    |   |     |
|---|---|------------|---|----|---|-----|
| <b>20810033 - Laboratorio di acustica e illuminotecnica</b><br>(primo semestre)       | D | ING-IND/11 | 3 | 75 | I | ITA |
| <b>20810235 - Laboratorio di disegno assistito da calcolatore</b><br>(primo semestre) | D | ING-IND/15 | 3 | 75 | I | ITA |
| <b>20810047 - Laboratorio di idrodinamica</b><br>(primo semestre)                     | D | ICAR/01    | 3 | 75 | I | ITA |

| Denominazione   | Att. Form. | SSD        | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|---|------------|------------|-----|-----|-----------|--------|
| <b>20810048 - Laboratorio di idrodinamica</b><br><i>(primo semestre)</i>  | D          | ICAR/01    | 6   | 150 | I         | ITA    |
| <b>20810035 - Laboratorio di impianti industriali</b><br><i>(primo semestre)</i>  | D          | ING-IND/17 | 3   | 75  | I         | ITA    |
| <b>20810034 - Laboratorio di impianti termotecnici</b><br><i>(primo semestre)</i>   | D          | ING-IND/11 | 6   | 150 | I         | ITA    |
| <b>20810452 - Laboratorio di Analisi delle immagini per applicazioni metrologiche</b><br><i>(primo semestre)</i>                  | D          | ING-IND/12 | 3   | 75  | I         | ITA    |
| <b>20810453 - Laboratorio di analisi delle immagini per applicazioni metrologiche</b><br><i>(primo semestre)</i>                  | D          | ING-IND/12 | 6   | 150 | I         | ITA    |
| <b>20810559 - Laboratorio di Fondamenti di Costruzioni Automobilistiche</b><br><i>(primo semestre)</i>                            | D          | ING-IND/14 | 3   | 75  | I         | ITA    |
| <b>20810150 - Laboratorio di Lavorazione dei Materiali Polimerici</b><br><i>(primo semestre)</i>                                  | D          | ING-IND/16 | 3   | 75  | I         | ITA    |
| <b>20810151 - Laboratorio di Lavorazione dei Materiali Polimerici</b><br><i>(primo semestre)</i>                                  | D          |            | 6   | 150 | I         | ITA    |
| <b>20810041 - Laboratorio di macchine a fluido e conversione dell'energia</b><br><i>(primo semestre)</i>                          | D          | ING-IND/08 | 3   | 75  | I         | ITA    |
| <b>20810042 - Laboratorio di macchine a fluido e conversione dell'energia</b><br><i>(primo semestre)</i>                          | D          | ING-IND/08 | 6   | 150 | I         | ITA    |
| <b>20810145 - Laboratorio di Meccanica delle vibrazioni</b><br><i>(primo semestre)</i>  | D          | ING-IND/13 | 6   | 150 | I         | ITA    |
| <b>20810044 - Laboratorio di motori a combustione interna/Interazione tra le macchine e l'ambiente</b><br><i>(primo semestre)</i> | D          | ING-IND/08 | 6   | 150 | I         | ITA    |
| <b>20810050 - Laboratorio oleodinamica e pneumatica</b><br><i>(primo semestre)</i>  | D          | ING-IND/08 | 3   | 75  | I         | ITA    |
| <b>20810051 - Laboratorio oleodinamica e pneumatica</b><br><i>(primo semestre)</i>  | D          | ING-IND/08 | 6   | 150 | I         | ITA    |

| Denominazione   | Att. Form. | SSD        | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|---|------------|------------|-----|-----|-----------|--------|
| <b>20810238 - Laboratorio di Scienza delle Costruzioni</b><br>(primo semestre)  | D          | ICAR/08    | 3   | 75  | I         | ITA    |
| <b>20810161 - Laboratorio di Scienza delle costruzioni</b><br>(primo semestre)  | D          | ICAR/08    | 6   | 150 | I         | ITA    |
| <b>20810028 - Laboratorio di sicurezza industriale, analisi dei rischi e tecniche di monitoraggio</b><br>(primo semestre) | D          | ING-IND/28 | 3   | 75  | I         | ITA    |
| <b>20810146 - Laboratorio di Simulazione dinamica, microcontrollo e progettazione funzionale</b><br>(primo semestre)      | D          | ING-IND/13 | 3   | 75  | I         | ITA    |
| <b>20810147 - Laboratorio di simulazione dinamica, microcontrollo e progettazione funzionale</b><br>(primo semestre)      | D          | ING-IND/13 | 6   | 150 | I         | ITA    |
| <b>20202021 - IDONEITA LINGUA - INGLESE</b><br>(primo semestre)   | D          |            | 3   | 75  | I         | ITA    |
| <b>20202022 - IDONEITA LINGUA - FRANCESE</b><br>(primo semestre)  | D          |            | 3   | 75  | I         | ITA    |
| <b>20202023 - IDONEITA LINGUA - SPAGNOLO</b><br>(primo semestre)  | D          |            | 3   | 75  | I         | ITA    |
| <b>20202024 - IDONEITA LINGUA - TEDESCO</b><br>(primo semestre)   | D          |            | 3   | 75  | I         | ITA    |
| <b>20802015 - TIROCINIO</b><br>(primo semestre)   | F          |            | 3   | 75  | I         | ITA    |

**Gruppo opzionale: Progettazione dei Sistemi Meccanici - 45 CFU**

|  |   |                           |   |    |    |     |
|--|---|---------------------------|---|----|----|-----|
| <b>20810411 - Meccanica e dinamica delle macchine</b><br>(secondo semestre)<br><i>BELFIORE NICOLA PIO</i>                  | B | ING-IND/13                | 9 | 72 | AP | ITA |
| <b>20810414 - Strumenti e metodi di progettazione</b><br>(primo semestre)<br><i>GIORGETTI ALESSANDRO<br/>CICCONI PAOLO</i> | B | ING-IND/14,<br>ING-IND/15 | 9 | 72 | AP | ITA |
| <b>20801842 - FONDAMENTI DI COSTRUZIONI AUTOMOBILISTICHE</b><br>(primo semestre)<br><i>Bando</i>                           | B | ING-IND/14                | 9 | 72 | AP | ITA |

| Denominazione  | Att. Form. | SSD        | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|--|------------|------------|-----|-----|-----------|--------|
| <b>20810148 - MISURE INDUSTRIALI</b><br>(secondo semestre)<br>SCORZA ANDREA        | B          | ING-IND/12 | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| <b>20810095 - MECCANICA DELLE VIBRAZIONI</b><br>(secondo semestre)<br>BOTTA FABIO  | B          | ING-IND/13 | 9   | 72  | AP        | ITA    |
| <b>20801838 - OLEODINAMICA E PNEUMATICA</b><br>(primo semestre)<br>PALMIERI FULVIO | B          | ING-IND/08 | 9   | 72  | AP        | ITA    |

**Gruppo opzionale: Sostenibilità e ambiente - 45 CFU**

|   |   |            |   |    |    |     |
|---|---|------------|---|----|----|-----|
| <b>20801821 - INTERAZIONE FRA LE MACCHINE E L'AMBIENTE</b><br>(primo semestre)<br>CHIAVOLA ORNELLA                    | B | ING-IND/08 | 9 | 72 | AP | ITA |
| <b>20801825 - TURBOMACCHINE</b><br>(primo semestre)<br>GIOVANNELLI AMBRA  | B | ING-IND/08 | 9 | 72 | AP | ITA |
| <b>20810404 - Sistemi per conversioni energetiche da fonti rinnovabili</b><br>(secondo semestre)<br>SALVINI CORIOLANO | B | ING-IND/09 | 9 | 72 | AP | ITA |
| <b>20810417 - IMPIANTI TERMOTECNICI</b><br>(secondo semestre)<br>DE LIETO VOLLARO ROBERTO                             | B | ING-IND/10 | 9 | 72 | AP | ITA |
| <b>20810216 - ENERGETICA ELETTRICA</b><br>(primo semestre)<br>CRESCIMBINI FABIO                                       | C | ING-IND/32 | 9 | 72 | AP | ITA |
| <b>20810348 - ACUSTICA E ILLUMINOTECNICA AMBIENTALE</b><br>(primo semestre)<br>GORI PAOLA                             | B | ING-IND/10 | 9 | 72 | AP | ITA |

**Gruppo opzionale: Affine percorso "Progettazione dei Sistemi meccanici" - A SCELTA per un totale di 6 CFU**

|  |   |        |   |    |    |     |
|--|---|--------|---|----|----|-----|
| <b>20810560 - Lineamenti di Diritto per l'Ingegneria Industriale</b><br>(primo semestre)<br>PAOLONI JACOPO | C | IUS/05 | 6 | 48 | AP | ITA |
|--|---|--------|---|----|----|-----|

**Gruppo opzionale: Affine percorso "Fabbricazione" - A SCELTA per un totale di 6 CFU**

| Denominazione  | Att. Form. | SSD    | CFU | Ore | Tip. Att. | Lingua |
|--|------------|--------|-----|-----|-----------|--------|
| <b>20810560 - Lineamenti di Diritto per l'Ingegneria Industriale</b><br>(primo semestre)<br>PAOLONI JACOPO | C          | IUS/05 | 6   | 48  | AP        | ITA    |

### Legenda

**Tip. Att. (Tipo di attestato):** **AP** (Attestazione di profitto), **AF** (Attestazione di frequenza), **I** (Idoneità)

**Att. Form. (Attività formativa):** **A** Attività formative di base **B** Attività formative caratterizzanti **C** Attività formative affini ed integrative **D** Attività formative a scelta dello studente (art.10, comma 5, lettera a) **E** Per la prova finale e la lingua straniera (art.10, comma 5, lettera c) **F** Ulteriori attività formative (art.10, comma 5, lettera d) **R** Affini e ambito di sede classe LMG/01 **S** Per stages e tirocini presso imprese, enti pubblici o privati, ordini professionali (art.10, comma 5, lettera e)

## Obiettivi formativi

### SISTEMI INTEGRATI DI FABBRICAZIONE

in **GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO FABBRICAZIONE - Secondo anno - Primo semestre**, in **GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO IMPIANTI E SISTEMI INDUSTRIALI - Secondo anno - Primo semestre**

**SCOPO DEL CORSO.** Il Corso di Sistemi Integrati di Fabbricazione fornisce agli allievi del quinto anno della laurea magistrale gli elementi basilari per le procedure di governo nelle lavorazioni per sottrazione di materiale. Il Corso prevede una prima parte dedicata all'approfondimento delle lavorazioni per asportazione di truciolo, con particolare riferimento agli aspetti della meccanica del taglio nonché dei criteri di dimensionamento dell'utensile per le più comuni lavorazioni di tornitura, fresatura, foratura. In tale contesto, non saranno trascurati gli aspetti inerenti le problematiche di usura dell'utensile e la legge di Taylor. Il Corso prevede, inoltre, una seconda parte dedicata ai modelli di ottimizzazione delle lavorazioni a controllo numerico secondo i criteri della massima economia e della massima produttività. Saranno, in aggiunta, proposte le strategie per la risoluzione in forma chiusa e numerica dei principali modelli di ottimizzazione delle lavorazioni a controllo numerico. Infine, saranno forniti i primi elementi per l'impiego dei linguaggi di programmazione manuali ed automatici, con specifico riferimento alle lavorazioni con macchine a controllo numerico. **PROGRAMMA DETTAGLIATO DEL CORSO.** Meccanica del taglio e dimensionamento dell'utensile. La meccanica del taglio. Richiami sulle lavorazioni per sottrazione di materiale: tornitura, fresatura, foratura. Il dimensionamento dell'utensile in tornitura, fresatura e foratura. Interazione utensile – materiale nelle lavorazioni per asportazione di truciolo. Usura dell'utensile e legge di Taylor. Ottimizzazione delle lavorazioni a controllo numerico. Ottimizzazione dei parametri di lavorazione. Criterio di massima economia. Criterio di massima produttività. Scelta ottimale. Analisi di sensibilità. Lavorazioni monopasso. Lavorazioni monopasso ad avanzamento variabile. Lavorazioni multipasso. Lavorazioni multipasso e multistadio. Metodi avanzati di ottimizzazione delle lavorazioni a controllo numerico. Controllo numerico delle macchine utensili. Generalità dei sistemi di lavorazione a controllo numerico. Architettura di un sistema di lavorazione a controllo numerico. Descrizione dei componenti dei sistemi di lavorazione a controllo numerico. Sistemi di movimentazione. Riferimenti. Movimenti assoluti ed incrementali. Sistemi di controllo. Utensili. Unità di controllo. Istruzioni di un sistema di lavorazione a controllo numerico. Formati di programma. Preparazione del Part Program. Programmazione manuale. Istruzione al linguaggio di programmazione manuale (script). Programmazione automatica. Istruzione al linguaggio di programmazione automatica (script). Progettazione dei componenti meccanici e preparazione del foglio di lavoro.

### Tecnologie e Sistemi di Lavorazione

#### TECNOLOGIE DI LAVORAZIONE DELLE MATERIE PLASTICHE

in **GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO FABBRICAZIONE - Secondo anno - Secondo semestre**

**SCOPO DEL CORSO:** Il Corso di Tecnologie di Lavorazione delle Materie Plastiche fornisce agli allievi le conoscenze di base per orientarsi tra i processi di lavorazione delle materie plastiche. Nello specifico, Il Corso permette l'acquisizione di conoscenze sulle tecnologie di lavorazione dei materiali polimerici e compositi, materiali che occupano un peso sempre più rilevante nei moderni processi manifatturieri. E', dunque, un Corso complementare alla Tecnologia Meccanica che erudisce, invece, solo sui processi di trasformazione convenzionali dei metalli. Il Corso di Tecnologie di Lavorazione delle Materie Plastiche include, dunque, elementi inerenti i processi di estrusione e stampaggio delle principali materie plastiche, nonché i processi di formatura dei materiali compositi. **PROGRAMMA DETTAGLIATO DEL CORSO:** Processi di lavorazione dei materiali polimerici. Classificazione dei materiali polimerici. Richiami delle principali proprietà tecnologiche. Estrusione. Estrusione in bolla. Estrusione e soffiaggio. Calandratura. Processo di produzione di fibre. Stampaggio ad iniezione. Stampaggio per soffiaggio. Stampaggio rotazione. Stampaggio per compressione. Stampaggio per trasferimento. Termoformatura. Processi di formatura per fusione. Processi di schiumatura. Giunzione di materiali plastici. Processi di lavorazione dei materiali compositi. Classificazione dei materiali compositi. Richiami delle principali proprietà tecnologiche. Processi di stampaggio per contatto, per compressione, da vuoto. Processi di stampaggio di materiali compositi liquidi. Stampaggio per iniezione di schiume. Stampaggio di tubi. Processo di fabbricazione di pre-impregnati. Filament winding. Pultrusione.

**Docente:** **BARLETTA MASSIMILIANO**

Processi di lavorazione dei materiali polimerici. Classificazione dei materiali polimerici. Richiami delle principali proprietà tecnologiche. Estrusione. Estrusione in bolla. Estrusione e soffiaggio. Calandratura. Processo di produzione di fibre. Stampaggio ad iniezione. Stampaggio per soffiaggio. Stampaggio rotazione. Stampaggio per compressione. Stampaggio per trasferimento. Termoformatura. Processi di formatura per fusione. Processi di schiumatura. Giunzione di materiali plastici. Processi di lavorazione dei materiali compositi. Classificazione dei materiali compositi. Richiami delle principali proprietà tecnologiche. Processi di stampaggio per contatto, per compressione, da vuoto. Processi di stampaggio di materiali compositi liquidi. Stampaggio per iniezione di schiume. Stampaggio di tubi. Processo di fabbricazione di pre-impregnati. Filament winding. Pultrusione. Metallurgia delle polveri e processi di lavorazione dei materiali ceramici/vetri. Generalità sulle polveri metalliche, sui processi di produzione e sulle proprietà. Processo di pressatura di polveri. Processi di sinterizzazione. Processi di rilavorazione dei sinterizzati. Richiami delle principali proprietà tecnologiche dei materiali ceramici e vetri. Processi convenzionali di lavorazione dei materiali ceramici. Deposizione chimica da fase vapore. Processi DIMOX. Reaction bonding. Tecnologie Sol-Gel. Processo di pirolisi dei polimeri. Formatura da fuso (Melt Casting). Processi di formatura di materiali ceramici per tecniche di metallurgia delle polveri. Processi di lavorazione non convenzionali. Classificazione dei processi di lavorazione non convenzionali. Lavorazioni a getto abrasivo. Lavorazioni a getto d'acqua. Lavorazione a getto d'acqua ed abrasivo. Lavorazioni ultrasoniche. Lavorazioni chimiche e fotochimiche. Lavorazioni elettrochimiche. Rettifica elettrochimica. Elettroerosione a filo e a tuffo. Lavorazione a fascio elettronico. Lavorazioni a fascio laser. Lavorazioni plasma. Processi di lavorazioni avanzate. Lavorazioni "Net shape" e "Near Net Shape" (prototipazione rapida). Tecnologie di microfabbricazione. Nanotecnologie ed applicazioni. Fabbricazione di dispositivi semi-conduttori. Tecnologie di produzione "Green". Sostenibilità dei processi industriali. Aspetti relativi alla sicurezza dei processi produttivi.

#### TECNOLOGIE SPECIALI

in **GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO FABBRICAZIONE - Secondo anno - Secondo semestre**

**SCOPO DEL CORSO:** Il Corso di Tecnologie Speciali fornisce agli allievi le conoscenze di base per orientarsi tra i processi di lavorazione non

convenzionali. Nello specifico, Il Corso permette di acquisire conoscenze su processi di trasformazione con tecnologie avanzate, quali lavorazioni laser, a fascio elettronico e ionico, per elettroerosione, lavorazioni chimiche ed elettrochimiche. E', dunque, un Corso complementare alla Tecnologia Meccanica che erudisce, invece, sui processi di trasformazione tradizionali dei soli materiali metallici. Il Corso di Tecnologie Speciali include anche elementi inerenti i processi di metallurgia delle polveri. Fornisce, inoltre, le basi di conoscenza sulle tecnologie di prototipazione rapida. Infine, fornisce i rudimenti sulle cosiddette tecnologie "green" e prime indicazioni sugli aspetti inerenti la sicurezza nei processi produttivi. **PROGRAMMA DETTAGLIATO DEL CORSO:** Metallurgia delle polveri e processi di lavorazione dei materiali ceramici/vetri. Generalità sulle polveri metalliche, sui processi di produzione e sulle proprietà. Processo di pressatura di polveri. Processi di sinterizzazione. Processi di rilavorazione dei sinterizzati. Lavorazione del vetro e della ceramica. Richiami delle principali proprietà tecnologiche dei materiali ceramici e vetri. Processi convenzionali di lavorazione dei materiali ceramici. Deposizione chimica da fase vapore. Processi DIMOX. Reaction bonding. Tecnologie Sol-Gel. Processi di formatura di materiali ceramici per tecniche di metallurgia delle polveri. Processi di lavorazione non convenzionali. Classificazione dei processi di lavorazione non convenzionali. Lavorazioni a getto abrasivo. Lavorazioni a getto d'acqua. Lavorazione a getto d'acqua ed abrasivo. Lavorazioni ultrasoniche. Lavorazioni chimiche e fotochimiche. Lavorazioni elettrochimiche. Rettifica elettrochimica. Elettroerosione a filo e a tuffo. Lavorazione a fascio elettronico. Lavorazioni a fascio laser. Lavorazioni plasma. Processi di lavorazioni avanzate. Lavorazioni "Net shape" e "Near Net Shape" (prototipazione rapida). Tecnologie di microfabbricazione. Nanotecnologie ed applicazioni. Fabbricazione di dispositivi semi-conduttori. Tecnologie di produzione "Green". Sostenibilità dei processi industriali. Aspetti relativi alla sicurezza dei processi produttivi.

## Meccanica e dinamica delle macchine

**in GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO FABBRICAZIONE - Secondo anno - Secondo semestre, in PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO INGEGNERIA DEI VEICOLI - Secondo anno - Secondo semestre, in PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO PROGETTAZIONE DEI SISTEMI MECCANICI - Secondo anno - Secondo semestre**

Il corso ha l'obiettivo di fornire agli studenti competenze, capacità e professionalità aggiornate ed innovative nel settore della progettazione meccanica funzionale e della simulazione dinamica di sistemi meccanici e robot spendibili nello sviluppo di prodotti e servizi e degli impianti. A tal proposito saranno dapprima illustrati i sistemi meccanici per applicazioni industriali, di servizio, per l'automazione e automotive, tramite lo studio della loro struttura cinematica e funzione. Saranno poi discussi metodi innovativi di progettazione di meccanismi, in particolare, per l'automazione industriale, le human centered applications e l'automotive, proponendo, tra l'altro, metodi di sintesi cinematica per moti infinitesimi e finiti, meccanismi generatori di funzione, guida di corpo rigido e generatore di traiettoria. Saranno altresì considerate le implicazioni di natura tribologica. Sarà poi oggetto di studio la dinamica dei sistemi multibody nello spazio e la dinamica dei veicoli mediante modellistica e simulazione dinamica in SE(3). La progettazione meccanica e la simulazione dinamica saranno applicate ai seguenti temi: robotica industriale per l'automazione e robotica di servizio; micro e nano sistemi MEMS e NEMS; sistemi di navigazione basati su sensori inerziali, sistemi wearable; organi di trasmissione, riduttori epicicloidali, cambi automatici, differenziale, sistemi a camme, innesti, meccanismi a croce di malta ed arponismi.

**Docente: BELFIORE NICOLA PIO**

Introduzione ai sistemi meccanici per le applicazioni industriali, di servizio, l'automotive, e per l'automazione. Cinematica e dinamica dei sistemi multibody nello spazio, dinamica dei veicoli mediante modellistica e simulazione dinamica in SE(3). Simulazione dinamica di MBS (sistemi multi-body) e di strutture continue: metodi efficienti di soluzione delle equazioni dinamiche per MBS vincolati. Robotica industriale per l'automazione e robotica di servizio; elementi di meccanica dei robot, polsi robotici a complessità giroscopica. Elementi di mecatronica: controllo di sistemi meccanici in condizioni dinamiche, autonoma, meccanismi per l'automazione, arponismi, croce di Malta, microcontrollori. Compliant mechanisms: analisi e sintesi cinematica di meccanismi a cedevolezza selettiva, analisi cinetostatica, analisi dinamica. Isotropic compliance: sintesi della cedevolezza selettiva nei meccanismi e nei robots in E(3) and SE(3). Micro e nano sistemi MEMS e NEMS; sistemi di navigazione basati su sensori inerziali, sistemi wearable; MEMS e NEMS: progettazione, simulazione, fabbricazione, caratterizzazione, test e modalità operazionali di sistemi micro/nano elettro meccanici. Organi di trasmissione, riduttori epicicloidali, cambi automatici, differenziale, sistemi a camme, innesti, meccanismi a croce di malta ed arponismi. Metodi di progettazione, classificazione secondo Artobolewsky, classificazione funzionale: guida di corpo rigido, generatore di funzione e generatore di traiettoria. Analisi e Sintesi Topologica di meccanismi: corrispondenza grafi-meccanismi; enumerazione delle catene cinematiche; isomorfismo e planarità; rappresentazione automatica di catene cinematiche e meccanismi. Analisi e Sintesi cinematica di meccanismi per spostamenti finiti: metodo basato sulle matrici di spostamento, moti nel piano e nello spazio, equazione di Freudenstein. Sintesi cinematica di meccanismi per spostamenti infinitesimi: teoria classica di Burmester, teoria di Burmester generalizzata, metodi generali di sintesi cinematica basati sugli invarianti geometrici e sulle polari del primo ordine; analisi cinematica mediante gli invarianti cinematici, quadrilateri affini. Progettazione funzionale di elementi per l'automotive: cambi automatici, epicicloidali, differenziali, sospensioni ed ammortizzatori, meccanismi di sterzo, innesti e frizioni. Organi di trasmissione e di azionamento: trasmissione per assi paralleli, incidenti e sghebbi, giunti articolati, principio di concordanza dell'inerzia. Computational intelligence: algoritmi di ottimizzazione per i meccanismi, indici di prestazione, angolo di pressione, guadagno meccanico. Energy. La progettazione funzionale di elementi per lo sviluppo di fonti energetiche. Ocean. La progettazione funzionale di elementi per lo sviluppo di sistemi per l'ingegneria del mare. Lubrificazione: lubrificazione elastoidrodinamica EHD. Creatività nel design: atlanti di meccanismi, metodi TRIZ ed LT. Computational intelligence: algoritmi di ottimizzazione per i meccanismi, reti neurali, indici di prestazione, angolo di pressione, guadagno meccanico.

## IMPIANTI TERMOTECNICI

**in ENERGETICA E SOSTENIBILITA' INDIRIZZO CONVERSIONE DELL'ENERGIA - Secondo anno - Secondo semestre, in ENERGETICA E SOSTENIBILITA' INDIRIZZO SOSTENIBILITA' E AMBIENTE - Secondo anno - Secondo semestre, in GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO IMPIANTI E SISTEMI INDUSTRIALI - Secondo anno - Secondo semestre**

OBIETTIVO DEL CORSO È LA FORMAZIONE NEL CAMPO DEGLI IMPIANTI DI CONDIZIONAMENTO E CLIMATIZZAZIONE DEGLI EDIFICI. NELLA PRIMA PARTE DEL CORSO VENGONO FORNITE NOZIONI PER LA ANALISI TERMO FISICA DEGLI EDIFICI CON PARTICOLARE ATTENZIONE ALLE CONDIZIONI DI BENESSERE TERMO IGROMETRICO. VENGONO ANALIZZATE LE PRESTAZIONI DEGLI INVOLUCRI EDILIZI IN BASE ALLA STIMA DEI CARICHI TERMICI, CON RIFERIMENTO ALLA NORMATIVA VIGENTE. NELLA SECONDA PARTE DEL CORSO VENGONO FORNITE LE NOZIONI PRINCIPALI PER LA PROGETTAZIONE ED IL DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI DI RISCALDAMENTO ED IMPIANTI PER LA PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA. NELL'ULTIMA PARTE DEL CORSO VENGONO TRATTATI GLI IMPIANTI DI RAFFRESCAMENTO AD ARIA, AD ACQUA E MISTI E VENGONO FATTI CENNI SUGLI IMPIANTI SOLARI TERMICI. LO STUDENTE VIENE MESSO IN CONDIZIONE DI EFFETTUARE LA PROGETTAZIONE DI MASSIMA DI TALI IMPIANTI, CUI È DEDICATO L'ELABORATO FINALE CHE OGNI STUDENTE DOVRÀ PREPARARE. L'INSEGNAMENTO SI BASA SU LEZIONI FRONTALI ED ESERCITAZIONI APPLICATIVE.

## MISURE INDUSTRIALI

in **GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO FABBRICAZIONE - Secondo anno - Secondo semestre**, in **GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO IMPIANTI E SISTEMI INDUSTRIALI - Secondo anno - Secondo semestre**, in **PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO PROGETTAZIONE DEI SISTEMI MECCANICI - Secondo anno - Secondo semestre**

Scopo principale del corso è porre gli studenti nelle condizioni di poter correttamente progettare, impiegare e gestire i sistemi di misura nelle loro applicazioni industriali, dipendentemente dagli specifici requisiti di utilizzo. In particolare, vengono forniti i criteri per la scelta dei componenti della catena di misura sulla base di un approccio integrato che tiene conto, oltre che delle caratteristiche metrologiche di maggior rilievo e dei principi di funzionamento dei dispositivi, anche della valutazione degli specifici requisiti propri del contesto industriale e delle misure condotte sul campo operativo. A tale riguardo, è posta attenzione sia sull'analisi delle tecnologie disponibili ma anche sulle corrette pratiche per la gestione in qualità del parco di strumentazione. L'insegnamento trova efficace integrazione nell'approfondimento di specifici riferimenti normativi e nella valutazione di data-sheet e manuali, ma anche in esercitazioni di carattere applicativo-sperimentale.

**Docente: SCORZA ANDREA**

Specifiche prestazionali e caratteristiche metrologiche della strumentazione industriale: richiami su concetti di base di metrologia e metodi di misura. Elaborazione ed analisi di misure di grandezze dinamiche. Complementi di statistica applicata alle misure industriali ed ai controlli di qualità. Guida alla stesura di relazioni tecnico-scientifiche. Catene di misura e condizionamento dei segnali nei processi industriali: richiami sull'adattamento di impedenza, amplificatori, filtri, modulatori e demodulatori, circuiti a ponte, sistemi di linearizzazione, trasmettitori di misura, standard di comunicazione degli strumenti di misura. Sistemi di acquisizione dati per applicazioni industriali. Infrastrutture di rete per misure industriali: fondamenti e applicazioni. Metodi e sistemi di misura per grandezze meccaniche e termiche nelle applicazioni industriali (es. rilievi non invasivi, sistemi ottici e digitali, misure di temperatura senza contatto, misure di livello, sistemi ad ultrasuoni, trasduttori resistivi, capacitivi e induttivi, sistemi di misura radiometrici, ecc.). Gestione del parco apparecchiature in contesto industriale.

## MACCHINE

in **ENERGETICA E SOSTENIBILITA' INDIRIZZO CONVERSIONE DELL'ENERGIA - Primo anno - Primo semestre**, in **ENERGETICA E SOSTENIBILITA' INDIRIZZO SOSTENIBILITA' E AMBIENTE - Primo anno - Primo semestre**, in **GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO FABBRICAZIONE - Primo anno - Primo semestre**, in **GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO IMPIANTI E SISTEMI INDUSTRIALI - Primo anno - Primo semestre**, in **PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO INGEGNERIA DEI VEICOLI - Primo anno - Primo semestre**, in **PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO PROGETTAZIONE DEI SISTEMI MECCANICI - Primo anno - Primo semestre**

Lo scopo del corso è quello di fornire agli allievi criteri e metodi per effettuare lo studio delle macchine elementari e degli impianti sede di processi di conversione energetica (principalmente energia in lavoro e trasferimento del calore da basse ad alte temperature). Al termine del corso l'allievo avrà un quadro aggiornato delle soluzioni impiantistiche disponibili e saprà, a livello metodologico, impostare l'analisi di cicli termodinamici diretti e inversi e valutarne le prestazioni in termini di rendimento e potenza. L'allievo conoscerà, per le tipologie delle macchine più importanti, campi di applicazione, aspetti del funzionamento e limiti di prestazioni connessi con la natura dei fluidi impiegati e con le sollecitazioni termiche e meccaniche. Inoltre egli sarà in grado di applicare metodologie di carattere generale che gli consentano di valutare le prestazioni delle macchine in termini di portata, rendimento, salto entalpico e potenza.

**Docente: SALVINI CORIOLANO**

Classificazione delle macchine, principi di funzionamento delle macchine e degli impianti sede di processi di conversione energetica. Macchine volumetriche alternative motrici e operatrici: diagrammi indicati limite e reali. Calcolo della portata e della potenza in relazione alle pressioni di aspirazione e mandata. Cenni sulla regolazione. Turbomacchine: efflusso nei condotti delle turbomacchine, scambi di lavoro tra fluido e palettatura, triangoli delle velocità, grado di reazione. Turbomacchine operatrici: pompe e compressori centrifughi e assiali, limiti imposti dalla cavitazione e dalla velocità del suono, curve caratteristiche, accoppiamento tra macchina e circuito. Cenni sulla regolazione. Turbine idrauliche: potenza e rendimento, tipologie, cavitazione nelle turbine idrauliche a reazione, recupero energetico allo scarico. Turbine a fluido comprimibile: stadi assiali ad azione e reazione, rendimento di palettatura, condizioni ottimali, rendimento di stadio. Limiti di potenza, cenni sulla regolazione. Impianti motori a vapore. Schema elementare, cicli di Rankine e Hirn, parametri che influenzano le prestazioni dell'impianto, surriscaldamento del vapore e rigenerazione termica. Macchine e apparecchiature impiegate nell'impianto, stato dell'arte, prospettive e linee di sviluppo. Impianti a fluido organico operanti secondo il ciclo di Rankine (ORC). Impianti con turbina a gas. Analisi del ciclo base di riferimento, influenza dei parametri operativi del ciclo. Modifiche al ciclo base: rigenerazione termica, frazionamento della compressione e/o della espansione. Macchine e apparecchiature impiegate nell'impianto, prestazioni impianti reali, prospettive e linee di sviluppo. Impianti Combinati Gas-Vapore. Configurazioni impiantistiche, influenza dei parametri operativi del ciclo, prestazioni. Impianti Cogenerativi basati su turbine a vapore, turbine a gas motori alternativi a combustione interna. Indici di prestazione degli impianti di cogenerazione. Configurazioni basate su turbina a vapore in controcompressione e su turbina a condensazione con estrazione di vapore a pressione controllata. Impianti cogenerativi basati su turbina a gas con recupero allo scarico e su impianti combinati gas-vapore. Impianti per produzione di freddo e calore operanti secondo cicli inversi a compressione di aria e a compressione di vapore.

## MACCHINE E AZIONAMENTI ELETTRICI

in **ENERGETICA E SOSTENIBILITA' INDIRIZZO CONVERSIONE DELL'ENERGIA - Primo anno - Secondo semestre**, in **ENERGETICA E SOSTENIBILITA' INDIRIZZO SOSTENIBILITA' E AMBIENTE - Primo anno - Secondo semestre**, in **GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO FABBRICAZIONE - Primo anno - Secondo semestre**, in **GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO IMPIANTI E SISTEMI INDUSTRIALI - Primo anno - Secondo semestre**, in **PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO INGEGNERIA DEI VEICOLI - Primo anno - Secondo semestre**, in **PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI**

## INDIRIZZO PROGETTAZIONE DEI SISTEMI MECCANICI - Primo anno - Secondo semestre

Conoscere le soluzioni costruttive e le caratteristiche funzionali delle principali macchine elettriche rotanti, inclusi i modelli utilizzati per lo studio del comportamento elettromeccanico in regime dinamico, al fine di acquisire la capacità di scegliere e di saper utilizzare le varie macchine elettriche rotanti impiegate nelle applicazioni elettriche industriali o nei sistemi di produzione della potenza elettrica. Conoscere le configurazioni di base dei convertitori elettronici di potenza utilizzati per la regolazione delle grandezze elettriche di alimentazione delle macchine elettriche. Conoscere gli algoritmi di base utilizzati negli azionamenti elettrici per la regolazione ed il controllo delle prestazioni elettromeccaniche della macchina: posizione, velocità, coppia e flusso. Saper individuare le principali caratteristiche di dimensionamento di un azionamento elettrico in relazione alle specifiche tecniche della applicazione.

**Docente: DI BENEDETTO MARCO**

Introduzione agli azionamenti elettrici: definizione di azionamento elettrico e classificazione degli azionamenti elettrici, elementi costitutivi di un azionamento elettrico; obiettivi e prestazioni degli azionamenti elettrici e tipi di servizio. Principio di funzionamento dei dispositivi a semiconduttori di potenza: caratteristiche di funzionamento; transistori di turn-on e turn-off; perdite di conduzione e di commutazione. Fondamenti di conversione statica dell'energia elettrica: convertitori di tipo AC/DC, convertitori DC-AC, convertitori AC-AC. Tecniche di modulazione con approccio carrier-based. Introduzione al software di simulazione MATLAB/Simulink. Sensori di corrente: resistenza di shunt, sensore ad effetto Hall. Principio di funzionamento dei sensori di tensione. Sensori di posizione e velocità: dinamo tachimetrica, encoder assoluto e incrementale, resolver. Richiami sui circuiti magnetici e sul principio di funzionamento delle macchine elettriche. Azionamenti elettrici con macchina sincrona: modello dinamico della macchina e analisi del funzionamento in regime sinusoidale. Strategie di controllo negli azionamenti elettrici macchina sincrona con rotore avvolto, a magneti permanenti, e a riluttanza. Sintesi dei sistemi di controllo per azionamenti elettrici con macchina sincrona con l'utilizzo di MATLAB/Simulink. Azionamenti elettrici con macchina asincrona: modello dinamico della macchina e analisi del funzionamento in regime sinusoidale. Strategie di controllo negli azionamenti elettrici con macchina asincrona. Realizzazione di azionamenti elettrici con macchina asincrona in ambiente MATLAB/Simulink. Introduzione ai sistemi di controllo embedded con PLC, microcontrollori, DSP ed FPGA: caratteristiche di funzionamento e programmazione. Introduzione al software National Instruments LabVIEW per gli azionamenti elettrici. Tendenze e sviluppi futuri degli azionamenti elettrici.

## Sicurezza Industriale e Analisi dei Rischi

in **ENERGETICA E SOSTENIBILITA' INDIRIZZO CONVERSIONE DELL'ENERGIA - Secondo anno - Secondo semestre**, in **GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO FABBRICAZIONE - Secondo anno - Secondo semestre**, in **GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO IMPIANTI E SISTEMI INDUSTRIALI - Secondo anno - Secondo semestre**, in **PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO INGEGNERIA DEI VEICOLI - Secondo anno - Secondo semestre**, in **PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO PROGETTAZIONE DEI SISTEMI MECCANICI - Secondo anno - Secondo semestre**

L'obiettivo del corso è quello di fornire allo studente gli strumenti utili all'implementazione del processo di valutazione del rischio in ambito industriale mediante la presentazione dei più diffusi schemi di analisi della safety. Tale obiettivo include l'approfondimento delle tecniche per la determinazione della probabilità di accadimento di eventi infortunistici e tecnopatici oltre ai metodi di valutazione dell'esposizione e di caratterizzazione dei relativi scenari incidentali. Inoltre, obiettivo del corso è quello di fornire una trattazione professionalmente fruibile di alcune tecniche di monitoraggio e studio degli andamenti statistico-infortunistici in ambito industriale oltre all'approfondimento dei metodi di previsione di incidenza delle principali tecnopatie con riferimento ad agenti fisici quali rumore, vibrazioni ed inquinanti aerodispersi.

**Docente: ALFARO DEGAN GUIDO**

Le tecniche classiche di valutazione del rischio in ambito lavorativo riferite a infortuni e tecnopatie. Metodi descrittivo-induttivi di analisi di rischio; la Job Safety Analysis, check lists, FAST method. Schemi di analisi per agenti da malattia professionale: agenti fisici e movimentazione manuale dei carichi mediante ISO 11228-1-2-3. Tecniche di valutazione di rischio nella sicurezza industriale; L'analisi di sicurezza industriale; le tecniche Haz.Op; tecniche di tipo FMEA; tecniche CCA; le HRA; infortuni e le malattie professionali; le banche dati nazionali ed internazionali; indici statistici di incidenza infortunistica. Rumore; fondamenti di acustica e tecniche di misura e monitoraggio; applicazioni. Vibrazioni; introduzione alle vibrazioni meccaniche; incidenza di malattie professionali correlate alla esposizione a vibranti;

**Docente: LIPPIELLO DARIO**

Le tecniche classiche di valutazione del rischio in ambito lavorativo riferite a infortuni e tecnopatie. Metodi descrittivo-induttivi di analisi di rischio; la Job Safety Analysis, check lists, FAST method. Schemi di analisi per agenti da malattia professionale: agenti fisici e movimentazione manuale dei carichi mediante ISO 11228-1-2-3. Tecniche di valutazione di rischio nella sicurezza industriale; L'analisi di sicurezza industriale; le tecniche Haz.Op; tecniche di tipo FMEA; tecniche CCA; le HRA; infortuni e le malattie professionali; le banche dati nazionali ed internazionali; indici statistici di incidenza infortunistica. Rumore; fondamenti di acustica e tecniche di misura e monitoraggio; applicazioni. Vibrazioni; introduzione alle vibrazioni meccaniche; incidenza di malattie professionali correlate alla esposizione a vibranti;

## TECNOLOGIE SPECIALI

in **GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO IMPIANTI E SISTEMI INDUSTRIALI - Secondo anno - Secondo semestre**

Il Corso di Tecnologie Speciali fornisce agli allievi le conoscenze di base per orientarsi tra i processi di lavorazione non convenzionali. Nello specifico, il Corso permette di acquisire conoscenze su processi di trasformazione con tecnologie avanzate, quali lavorazioni laser, a fascio elettronico e ionico, per elettroerosione, lavorazioni chimiche ed elettrochimiche. E', dunque, un Corso complementare alla Tecnologia Meccanica che erudisce, invece, sui processi di trasformazione tradizionali dei soli materiali metallici. Il Corso di Tecnologie Speciali include anche elementi inerenti i processi di metallurgia delle polveri. Fornisce, inoltre, le basi di conoscenza sulle tecnologie di prototipazione rapida. Infine, fornisce i rudimenti sulle cosiddette tecnologie "green" e prime indicazioni sugli aspetti inerenti la sicurezza nei processi produttivi.

## Cave, Impianti estrattivi e recupero ambientale

in **ENERGETICA E SOSTENIBILITA' INDIRIZZO SOSTENIBILITA' E AMBIENTE - Secondo anno - Secondo semestre**, in **GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO FABBRICAZIONE - Secondo anno - Secondo semestre**, in **GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO IMPIANTI E SISTEMI INDUSTRIALI - Secondo anno - Secondo semestre**

Cave, Impianti estrattivi e Recupero ambientale è un corso monografico riguardante le attività estrattive. Obiettivo del corso è far acquisire allo studente conoscenze riguardanti il processo produttivo dell'attività estrattiva, le interazioni dello stesso con l'ambiente circostante a partire dai criteri di scelta del sito, della valutazione di impatto ambientale, del progetto, della gestione del processo produttivo, della bonifica del sito e del recupero ambientale. Il corso ha la finalità di far acquisire all'allievo le nozioni sufficienti a conoscere e riconoscere i metodi di coltivazione delle attività estrattive, i metodi di recupero ambientale, le tecniche e le tecnologie più diffuse, la normativa di sicurezza del settore minerario.

**Docente: ALFARO DEGAN GUIDO**

CAVE E MINIERE. LE SOSTANZE MINERALI DI CAVA: A) ROCCE ORNAMENTALI DA TELAIO E DA SPACCO (MARMI, TRAVERTINI, "GRANITI", "PIETRE"); B) MATERIALI DA COSTRUZIONE: 1) INERTI PER CALCESTRUZZO E MALTA (SABBIE, GHIAIE E PIETRISCHI DA FRANTUMAZIONE); 2) BLOCCHETTI E CONCI; 3) PEZZAMI E BLOCCHI DA SCOGLIERA; C) MATERIE PRIME PER L'INDUSTRIA (SABBIE SILICEE, DIATOMITI E FARINE FOSSILI, MARNE ARTIFICIALI, "PIETRA DA CALCE", DOLOMITE, ETC). LE FORMAZIONI GEOLOGICHE, LE RISORSE E LE RISERVE MINERARIE. IL GIACIMENTO MINERARIO, LE COPERTURE E GLI INTERCALARI STERILI. COLTIVAZIONI A CIELO APERTO ED IN SOTTERRANEO. IL RAPPORTO DI SCOPERTURA. LA MORFOLOGIA DEL TERRITORIO E LA TIPOLOGIA DELLE CAVE. LA PIANIFICAZIONE DELLE ATTIVITÀ ESTRATTIVE E LA LOCALIZZAZIONE DELLE CAVE: ESPLORAZIONE INTEGRALE E POLI ESTRATTIVI. IMPATTO DELLE ATTIVITÀ ESTRATTIVE E VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE. LEGISLAZIONE NAZIONALE E REGIONALE SULLE ATTIVITÀ ESTRATTIVE. CONCESSIONE ED AUTORIZZAZIONE. PIANIFICAZIONE REGIONALE E LOCALE. PROGETTI DI COLTIVAZIONE E RECUPERO AMBIENTALE. ELEMENTI VOLUMETRICI E FUNZIONALI DELLA COLTIVAZIONE. GERARCHIA DEI VOLUMI. METODI DI COLTIVAZIONE IN SOTTERRANEO. CAMERE E PILASTRI E METODI PER RIPIENA. METODI DI COLTIVAZIONE A GIORNO: A) PER GRADONI (GRADONE UNICO, GRADONI MULTIPLI); B) PER SPLATEAMENTO; C) PER FETTE VERTICALI. TECNOLOGIE DI PRODUZIONE: ABBATTIMENTO MEDIANTE ESPLOSIVI, SCAVO MECCANICO, RIPPAGGIO, DOZING E SCRAPERS. TECNICHE E TECNOLOGIE DI PERFORAZIONE. CENNI DI TECNICA DEGLI ESPLOSIVI. RUMORE, SOVRAPRESSIONI IN ARIA ED ONDE SUPERFICIALI. MOVIMENTAZIONE E TRASPORTO MEDIANTE DUMPERS, NASTRI E FORNELLI. IMPIANTI DI FRANTUMAZIONE, VAGLIATURA E MACINAZIONE. QUALITÀ E CERTIFICAZIONE DEI PRODOTTI DI CAVA. COLTIVAZIONE DELLE ROCCE ORNAMENTALI A GIORNO ED IN SOTTERRANEO: GRANDI BANCATE E GRADINO BASSO. TECNICHE DI TAGLIO: FILO DIAMANTATO, TAGLIATRICI A CATENA, TAGLIO CON FIAMMA E CON ACQUA. SPACCO STATICO E DINAMICO. TIPOLOGIE DEI PRODOTTI. RESA DI COLTIVAZIONE E DISCARICHE. IMPIANTI DI SEGAGIONE E LABORATORI. L'ORGANIZZAZIONE DELLA PRODUZIONE ED IL CICLO ELEMENTARE DI PRODUZIONE. LA TECNICA PERT. PRODUTTIVITÀ MINIMA E MASSIMA. DIMENSIONAMENTO DELLA CAVA MEDIANTE IL METODO DEGLI SPAZI FUNZIONALI. SCELTA DEL METODO DI COLTIVAZIONE E GRADUALITÀ DEL RECUPERO AMBIENTALE. CARTE DI VISIBILITÀ E MITIGAZIONE DELL'IMPATTO VISIVO. BONIFICA, RECUPERO E RIPRISTINO. TECNICHE DI INGEGNERIA NATURALISTICA. I LAGHI DI CAVA. AZIONI DI IMPATTO DELLE CAVE VERSO L'ESTERNO. RUMORE, POLVERI, VIBRAZIONI E LE TECNICHE DI RILEVAZIONE E MITIGAZIONE. LA SICUREZZA SUL LAVORO. NORME FONDAMENTALI EUROPEE, NAZIONALI E LOCALI. LA VALUTAZIONE DEI RISCHI ED IL DOCUMENTO DI SALUTE E SICUREZZA AI SENSI DEL DPR 624. I PRINCIPALI AGENTI MATERIALI DI INFORTUNIO E DI MALATTIA PROFESSIONALE. RUMORE, POLVERI E VIBRAZIONI

**Docente: LIPPIELLO DARIO**

CAVE E MINIERE. LE SOSTANZE MINERALI DI CAVA: A) ROCCE ORNAMENTALI DA TELAIO E DA SPACCO (MARMI, TRAVERTINI, "GRANITI", "PIETRE"); B) MATERIALI DA COSTRUZIONE: 1) INERTI PER CALCESTRUZZO E MALTA (SABBIE, GHIAIE E PIETRISCHI DA FRANTUMAZIONE); 2) BLOCCHETTI E CONCI; 3) PEZZAMI E BLOCCHI DA SCOGLIERA; C) MATERIE PRIME PER L'INDUSTRIA (SABBIE SILICEE, DIATOMITI E FARINE FOSSILI, MARNE ARTIFICIALI, "PIETRA DA CALCE", DOLOMITE, ETC). LE FORMAZIONI GEOLOGICHE, LE RISORSE E LE RISERVE MINERARIE. IL GIACIMENTO MINERARIO, LE COPERTURE E GLI INTERCALARI STERILI. COLTIVAZIONI A CIELO APERTO ED IN SOTTERRANEO. IL RAPPORTO DI SCOPERTURA. LA MORFOLOGIA DEL TERRITORIO E LA TIPOLOGIA DELLE CAVE. LA PIANIFICAZIONE DELLE ATTIVITÀ ESTRATTIVE E LA LOCALIZZAZIONE DELLE CAVE: ESPLORAZIONE INTEGRALE E POLI ESTRATTIVI. IMPATTO DELLE ATTIVITÀ ESTRATTIVE E VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE. LEGISLAZIONE NAZIONALE E REGIONALE SULLE ATTIVITÀ ESTRATTIVE. CONCESSIONE ED AUTORIZZAZIONE. PIANIFICAZIONE REGIONALE E LOCALE. PROGETTI DI COLTIVAZIONE E RECUPERO AMBIENTALE. ELEMENTI VOLUMETRICI E FUNZIONALI DELLA COLTIVAZIONE. GERARCHIA DEI VOLUMI. METODI DI COLTIVAZIONE IN SOTTERRANEO. CAMERE E PILASTRI E METODI PER RIPIENA. METODI DI COLTIVAZIONE A GIORNO: A) PER GRADONI (GRADONE UNICO, GRADONI MULTIPLI); B) PER SPLATEAMENTO; C) PER FETTE VERTICALI. TECNOLOGIE DI PRODUZIONE: ABBATTIMENTO MEDIANTE ESPLOSIVI, SCAVO MECCANICO, RIPPAGGIO, DOZING E SCRAPERS. TECNICHE E TECNOLOGIE DI PERFORAZIONE. CENNI DI TECNICA DEGLI ESPLOSIVI. RUMORE, SOVRAPRESSIONI IN ARIA ED ONDE SUPERFICIALI. MOVIMENTAZIONE E TRASPORTO MEDIANTE DUMPERS, NASTRI E FORNELLI. IMPIANTI DI FRANTUMAZIONE, VAGLIATURA E MACINAZIONE. QUALITÀ E CERTIFICAZIONE DEI PRODOTTI DI CAVA. COLTIVAZIONE DELLE ROCCE ORNAMENTALI A GIORNO ED IN SOTTERRANEO: GRANDI BANCATE E GRADINO BASSO. TECNICHE DI TAGLIO: FILO DIAMANTATO, TAGLIATRICI A CATENA, TAGLIO CON FIAMMA E CON ACQUA. SPACCO STATICO E DINAMICO. TIPOLOGIE DEI PRODOTTI. RESA DI COLTIVAZIONE E DISCARICHE. IMPIANTI DI SEGAGIONE E LABORATORI. L'ORGANIZZAZIONE DELLA PRODUZIONE ED IL CICLO ELEMENTARE DI PRODUZIONE. LA TECNICA PERT. PRODUTTIVITÀ MINIMA E MASSIMA. DIMENSIONAMENTO DELLA CAVA MEDIANTE IL METODO DEGLI SPAZI FUNZIONALI. SCELTA DEL METODO DI COLTIVAZIONE E GRADUALITÀ DEL RECUPERO AMBIENTALE. CARTE DI VISIBILITÀ E MITIGAZIONE DELL'IMPATTO VISIVO. BONIFICA, RECUPERO E RIPRISTINO. TECNICHE DI INGEGNERIA NATURALISTICA. I LAGHI DI CAVA. AZIONI DI IMPATTO DELLE CAVE VERSO L'ESTERNO. RUMORE, POLVERI, VIBRAZIONI E LE TECNICHE DI RILEVAZIONE E MITIGAZIONE. LA SICUREZZA SUL LAVORO. NORME FONDAMENTALI EUROPEE, NAZIONALI E LOCALI. LA VALUTAZIONE DEI RISCHI ED IL DOCUMENTO DI SALUTE E SICUREZZA AI SENSI DEL DPR 624. I PRINCIPALI AGENTI MATERIALI DI INFORTUNIO E DI MALATTIA PROFESSIONALE. RUMORE, POLVERI E VIBRAZIONI

## PROPULSIONE ELETTRICA

in **PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO INGEGNERIA DEI VEICOLI - Secondo anno - Primo semestre**

CONOSCERE LE CONFIGURAZIONI E LE MODALITÀ DI IMPIEGO DEI PRINCIPALI COMPONENTI ELETTRICI, ELETTRONICI ED ELETTROMECCANICI DEI SISTEMI DI TRAZIONE SU ROTAIA, CON PARTICOLARE RIFERIMENTO AGLI IMPIANTI FISSI DI ALIMENTAZIONE E AI SISTEMI ELETTRICI POSTI A BORDO DEI VEICOLI FERROVIARI. CONOSCERE LE CONFIGURAZIONI E LE MODALITÀ DI IMPIEGO DEI PRINCIPALI COMPONENTI ELETTRICI, ELETTRONICI ED ELETTROCHIMICI DEI SISTEMI DI PROPULSIONE ELETTRICI O IBRIDI UTILIZZATI NEI VEICOLI DESTINATI ALLA MOBILITÀ COLLETTIVA O INDIVIDUALE SU STRADA. ACQUISIRE LA CAPACITÀ DI INDIVIDUARE LA CONFIGURAZIONE PIÙ IDONEA IN RELAZIONE ALLA PARTICOLARE APPLICAZIONE E DI SVILUPPARE UNA PROGETTAZIONE DI MASSIMA DEI VARI COMPONENTI DEL SISTEMA DI PROPULSIONE.

**Docente: CRESCIMBINI FABIO**

GENERALITÀ SULLA PROPULSIONE ELETTRICA IN AMBITO TERRESTRE, NAVALE ED AEREO. EVOLUZIONE STORICA DEI SISTEMI DI TRASPORTO IN CAMPO FERROVIARIO. SISTEMI ELETTRICI PER IL TRASPORTO SU ROTAIA CON ALIMENTAZIONE IN CORRENTE CONTINUA O IN CORRENTE ALTERNATA MONOFASE: CONFIGURAZIONI ED APPARECCHIATURE DELLE SOTTOSTAZIONI ELETTRICHE DI ALIMENTAZIONE DEL CIRCUITO DI TRAZIONE; CONFIGURAZIONI DEL CIRCUITO DI TRAZIONE E CAPTAZIONE DELLA CORRENTE DALLA LINEA DI CONTATTO. MATERIALE ROTABILE: DESCRIZIONE DELLE TIPOLOGIE DI RODIGGIO FERROVIARIO E DELLE CONFIGURAZIONI UTILIZZATE PER I CARRELLI FERROVIARI; RIPARTIZIONE DEL CARICO SUI CARRELLI DI UN LOCOMOTORE FERROVIARIO; SISTEMI DI FRENATURA; ADERENZA NEL CONTATTO RUOTA-ROTAIA; RESISTENZE AL MOTO DI UN VEICOLO FERROVIARIO; DIAGRAMMA DI TRAZIONE DI UN VEICOLO FERROVIARIO E DETERMINAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DI DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI PROPULSIONE IN RELAZIONE ALLE PRESTAZIONI MASSIME E ALLE LIMITAZIONI SULL'ACCELERAZIONE E SULLA VELOCITÀ. AZIONAMENTI DI TRAZIONE CON MOTORE IN CORRENTE CONTINUA: CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE E DI FUNZIONAMENTO DEI MOTORI IN CORRENTE CONTINUA CON ECCITAZIONE INDIPENDENTE O CON ECCITAZIONE SERIE; CONVERTITORI STATICI PER L'ALIMENTAZIONE DI MOTORI IN CORRENTE CONTINUA; IMPIEGO DEI MOTORI IN CORRENTE CONTINUA NELLA TRAZIONE FERROVIARIA. AZIONAMENTI DI TRAZIONE CON MOTORI IN CORRENTE ALTERNATA: RICHIAMI SULLE CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE E DI FUNZIONAMENTO DEI MOTORI ASINCRONI TRIFASE; INVERTER A DUE LIVELLI CON MODULAZIONE PWM O CON MODULAZIONE SVM, INVERTER A TRE LIVELLI; AZIONAMENTI CON MOTORE ASINCRONO TRIFASE CON CONTROLLO AD ORIENTAMENTO DI CAMPO O CON CONTROLLO DIRETTO DI COPPIA; AZIONAMENTI CON MOTORE ASINCRONO TRIFASE UTILIZZATI NELLA TRAZIONE FERROVIARIA; MACCHINE SINCRONE CON CIRCUITO DI ECCITAZIONE O CON MAGNETI PERMANENTI; AZIONAMENTI CON MACCHINE SINCRONE E LORO IMPIEGO NELLA TRAZIONE FERROVIARIA. INTEROPERABILITÀ FERROVIARIA ED ESEMPI DI SISTEMI DI PROPULSIONE DI LOCOMOTORI FERROVIARI CON ALIMENTAZIONE POLITENSIONE. CENNI SULLA PROPULSIONE FERROVIARIA DIESEL-ELETTRICA. GENERALITÀ ED EVOLUZIONE STORICA DELLA PROPULSIONE ELETTRICA O IBRIDA NEI VEICOLI STRADALI. ARCHITETTURE DEI SISTEMI DI PROPULSIONE ELETTRICA O IBRIDA DEI VEICOLI STRADALI. RESISTENZE AL MOTO DI UN VEICOLO STRADALE E CARATTERISTICA DI TRAZIONE DI UN VEICOLO STRADALE CON PROPULSORE ELETTRICO O IBRIDO. CICLI DI MARCIA STANDARDIZZATI PER LA VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI DI UN VEICOLO STRADALE. SISTEMI DI ACCUMULO DELL'ENERGIA O DELLA POTENZA PER L'IMPIEGO NEI VEICOLI STRADALI: CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE E FUNZIONALI DEGLI ACCUMULATORI ELETTROCHIMICI, DEI BANCHI DI SUPERCONDENSATORI E DEI VOLANI MECCANICI; SISTEMI COMBINATI DI ACCUMULO. CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE E FUNZIONALI DI GENERATORI ELETTRICI CON CELLE A COMBUSTIBILE PER L'APPLICAZIONE NELLA PROPULSIONE DI VEICOLI STRADALI. CONFIGURAZIONI DEI PROPULSORI ELETTRICI DI VEICOLI STRADALI CON ALIMENTAZIONE DA ACCUMULATORE ELETTROCHIMICO, DA CELLE A COMBUSTIBILE O DA GRUPPO DI GENERAZIONE CON MOTORE A COMBUSTIONE INTERNA. PROPULSORI IBRIDI DI TIPO DUAL-MODE, FULL-HYBRID O MILD-HYBRID CON MOTORE A COMBUSTIONE INTERNA ED AZIONAMENTO ELETTRICO PER VEICOLI STRADALI; SISTEMI START/STOP ED EVOLUZIONE DEI SISTEMI ELETTRICI AUSILIARI DI BORDO. USO DEI SISTEMI IBRIDI ED ELETTRICI NELLE APPLICAZIONI MARINE.

## Affidabilità dei sistemi complessi

**in PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO PROGETTAZIONE DEI SISTEMI MECCANICI - Secondo anno - Primo semestre**

Affidabilità dei sistemi complessi è un corso monografico riguardante gli aspetti di gestione dell'affidabilità in ambito industriale. Il corso si propone l'obiettivo di fornire allo studente gli strumenti analitici utili a gestire il tema dell'affidabilità dei componenti tecnologici tramite la definizione delle principali grandezze di riferimento e della loro interazione a formare strutture complesse tipiche dei contesti industriali e produttivi. In quest'ottica verranno affrontate tecniche di identificazione di pericolosità e malfunzionamento di natura induttiva e deduttiva (HAZOP, FTA, FMEA) ma anche tecniche di caratterizzazione degli scenari incidentali tramite la presentazione di casi di studio.

**Docente: ALFARO DEGAN GUIDO**

Introduzione all'affidabilità, l'affidabilità come indice di probabilità di accadimento di incidenti e guasti; il tasso di guasto; esempi di sistemi a tasso di guasto costante, distribuzioni di Weibull, distribuzioni particolari; interpretazioni sperimentali. Sistemi non riparabili; determinazione dell'affidabilità di sistemi serie; i sistemi ridondanti; i sistemi in "stand-by", i sistemi Voter a "maggioranza". Sistemi riparabili; il concetto di manutenibilità; calcolo della disponibilità dei sistemi. Gli alberi di guasto; FTA, ETA; elementi di algebra logica; analisi qualitativa di un albero; analisi quantitativa di un albero. Cenni sulle catene di Markov.

**Docente: LIPPIELLO DARIO**

Introduzione all'affidabilità, l'affidabilità come indice di probabilità di accadimento di incidenti e guasti; il tasso di guasto; esempi di sistemi a tasso di guasto costante, distribuzioni di Weibull, distribuzioni particolari; interpretazioni sperimentali. Sistemi non riparabili; determinazione dell'affidabilità di sistemi serie; i sistemi ridondanti; i sistemi in "stand-by", i sistemi Voter a "maggioranza". Sistemi riparabili; il concetto di manutenibilità; calcolo della disponibilità dei sistemi. Gli alberi di guasto; FTA, ETA; elementi di algebra logica; analisi qualitativa di un albero; analisi quantitativa di un albero. Cenni sulle catene di Markov.

## ACUSTICA E ILLUMINOTECNICA AMBIENTALE

in **ENERGETICA E SOSTENIBILITA' INDIRIZZO SOSTENIBILITA' E AMBIENTE - Secondo anno - Primo semestre**

Gli obiettivi formativi consistono nell'acquisizione dei concetti fisici e psicofisici fondamentali alla base dei due meccanismi di percezione sonora e luminosa, nella conoscenza delle grandezze acustiche e fotometriche impiegate nei due ambiti, degli strumenti di misura, delle caratteristiche della propagazione sonora in ambienti confinati e in campo libero, dei principali tipi di sorgenti luminose artificiali e della illuminazione naturale, dei materiali fonoassorbenti e dell'isolamento acustico. Tutto ciò costituisce la base per la progettazione dell'ambiente acustico e luminoso, sia utilizzando metodi di calcolo semplificati, sia facendo ricorso all'utilizzo di software dedicati.

**Docente: GORI PAOLA**

Acustica: Grandezze acustiche. Equazione delle onde e velocità del suono. Soluzioni delle equazioni delle onde: onde piane e sferiche. Impedenza acustica. Psicoacustica: l'orecchio, audiogramma normale. Livelli sonori. Analisi acustica (bande d'ottava e di terzi d'ottava) Curve di ponderazione. Misuratori di livello sonoro. Acustica degli ambienti aperti. Barriere acustiche. Acustica degli ambienti chiusi. Tempo di riverberazione (formulazione di Sabine e di Eyring). Materiali fonoassorbenti. Potere fonoisolante. Legge della massa Illuminotecnica: Richiami di irraggiamento. Grandezze fotometriche e radiometriche. L'occhio. La prestazione viva. Strumenti di misura delle grandezze fotometriche. Cenni di colorimetria. Sorgenti luminose: lampade a incandescenza, a scarica e LED. Apparecchi illuminanti. Illuminazione naturale. Illuminamento da sorgenti estese (lineari, tubolari e rettangolari) Metodo del flusso totale. Metodo della radiosità.

## MISURE MECCANICHE E TERMICHE

in **ENERGETICA E SOSTENIBILITA' INDIRIZZO CONVERSIONE DELL'ENERGIA - Primo anno - Secondo semestre, in ENERGETICA E SOSTENIBILITA' INDIRIZZO SOSTENIBILITA' E AMBIENTE - Primo anno - Secondo semestre, in GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO FABBRICAZIONE - Primo anno - Secondo semestre, in GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO IMPIANTI E SISTEMI INDUSTRIALI - Primo anno - Secondo semestre, in PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO INGEGNERIA DEI VEICOLI - Primo anno - Secondo semestre, in PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO PROGETTAZIONE DEI SISTEMI MECCANICI - Primo anno - Secondo semestre**

L'OBIETTIVO DEL CORSO È QUELLO DI METTERE IN CONDIZIONE GLI STUDENTI DI POTER CORRETTAMENTE PROGETTARE ED IMPIEGARE SISTEMI DI MISURA IN FUNZIONE DELLE NECESSITÀ DELLO SPERIMENTATORE E/O DELL'UTILIZZATORE DEGLI STRUMENTI DI MISURA NELL'AMBITO DELLE APPLICAZIONI MECCANICHE, TERMICHE E DEI COLLAUDI. IN PARTICOLARE, SARANNO FORNITI I CRITERI PER LA SCELTA DEI SINGOLI COMPONENTI DELLA CATENA DI MISURA SULLA BASE DELLE PRINCIPALI CARATTERISTICHE METROLOGICHE E DEL LORO PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO. L'INSEGNAMENTO TROVA EFFICACE INTEGRAZIONE NELLE ESERCITAZIONI DI LABORATORIO, TUTTE DI NATURA SPERIMENTALE CHE COSTITUISCONO PARTE FONDAMENTALE DEL CORSO STESSO.

**Docente: SCIUTO SALVATORE ANDREA**

CONCETTO DI MISURA E CATENA DI MISURA. GRANDEZZE FISICHE, LORO DIMENSIONI E SISTEMI DI UNITÀ DI MISURA. CLASSIFICAZIONE DEGLI STRUMENTI E CARATTERISTICHE METROLOGICHE STATICHE E DINAMICHE. STRUMENTI DEL I E DEL II ORDINE. ERRORI ED INCERTEZZA DI MISURA, VALUTAZIONE E PROPAGAZIONE DEGLI ERRORI. NORMATIVA NAZIONALE ED INTERNAZIONALE. TARATURA DEGLI STRUMENTI E METODI DI INTERPOLAZIONE. QUALITÀ E RIFERIBILITÀ DELLE MISURE. SENSORI E TRASDUTTORI. STRUMENTI TERMINALI ANALOGICI E DIGITALI. OSCILLOSCOPIO. PONTE DI WHEATSTONE E CIRCUITI VOLTAMPEROMETRICI. ADATTAMENTO DI IMPEDENZA. AMPLIFICATORI E FILTRI. CENNI DI ANALISI DEI SEGNALI, RISPOSTA IN FREQUENZA DEI SISTEMI. COMPORTAMENTO DINAMICO DEGLI STRUMENTI. CAMPIONAMENTO, ALIASING. SISTEMI AUTOMATICI DI ACQUISIZIONE E STRUMENTAZIONE VIRTUALE: PROGRAMMAZIONE ED USO. MISURE DI LUNGHEZZA E SPOSTAMENTO: STRUMENTI MECCANICI, OTTICI ED ELETTRICI; LVDT E TRASDUTTORI SENZA CONTATTO. MISURE DI DEFORMAZIONE: ESTENSIMETRI MECCANICI, ELETTRICI A RESISTENZA ED OTTICO-MECCANICI. DETERMINAZIONE DI SOLLECITAZIONI SEMPLICI. MISURE DI MASSA E FORZA. TORSIOMETRI. MISURE DI PRESSIONE: MANOMETRI A LIQUIDO E METALLICI E LORO TARATURA. MISURE DI VELOCITÀ. MISURE DI VELOCITÀ DI FLUIDI: TUBO DI PITOT E VENTOLINA. ANEMOMETRO A FILO CALDO. MISURE DI PORTATA. MISURE DI POTENZA. MISURE DI TEMPERATURA: TEMPERATURA TERMODINAMICA; SIT 90; TERMOMETRI PRIMARI. TERMOMETRO A GAS, A LIQUIDO, METALLICI ED A VAPOR SATURO. TERMOMETRI A RESISTENZA E RELATIVI CIRCUITI DI UTILIZZAZIONE. TERMOCOPPIE E PIROMETRI. TRASDUTTORI PIEZOELETTRICI, RELATIVE CATENE DI MISURA E TARATURA. MISURE DI VIBRAZIONE E ACCELERAZIONE.

**Docente: SCORZA ANDREA**

Concetto di misura e catena di misura. Grandezze fisiche, loro dimensioni e sistemi di unità di misura. Classificazione degli strumenti e caratteristiche metrologiche statiche e dinamiche. Caratterizzazione del comportamento dinamico degli strumenti di misura: sistemi del I ordine, sistemi del II ordine. Elementi di statistica applicata alle misure: errori ed incertezza di misura, valutazione e propagazione degli errori. Normativa nazionale ed internazionale sulla stima dell'incertezza di misura. Qualità e riferibilità delle misure. Taratura degli strumenti e metodi di interpolazione. Strumenti terminali analogici e digitali. Oscilloscopio. Multimetro. Ponte di Wheatstone e circuiti volt-amperometrici. Adattamento di impedenza. Amplificatori e filtri. Cenni di analisi dei segnali e risposta in frequenza dei sistemi. Sistemi automatici di acquisizione dati e strumentazione virtuale: Campionamento, Aliasing, Cenni alla programmazione e all'uso di strumentazione virtuale. Sensori e trasduttori. Misure di lunghezza e spostamento: strumenti meccanici, ottici ed elettrici; LVDT e trasduttori senza contatto. Misure di deformazione: estensimetri meccanici, elettrici a resistenza ed ottico-meccanici. determinazione di sollecitazioni semplici. Misure di massa e forza. Torsiometri. Cenni sulle misure di potenza. Misure di pressione: manometri a liquido e metallici e loro taratura. Misure di velocità. Misure di velocità di fluidi: tubo di pitot, trasduttore a ventolina, anemometro a filo caldo. Misure di portata. Misure di Temperatura: temperatura termodinamica; ITS 90; termometri primari. Termometro a gas, a liquido, termometri metallici e a vapor saturo. Termometri elettrici a resistenza e relativi circuiti di utilizzo. Termocoppie. Misure di vibrazione e accelerazione. Trasduttori piezoelettrici, relative catene di misura e taratura.

## INTERAZIONE FRA LE MACCHINE E L'AMBIENTE

in **ENERGETICA E SOSTENIBILITA' INDIRIZZO CONVERSIONE DELL'ENERGIA - Secondo anno - Primo semestre, in ENERGETICA E SOSTENIBILITA' INDIRIZZO SOSTENIBILITA' E AMBIENTE - Secondo anno - Primo semestre**

Fornire le conoscenze di base sulla formazione degli inquinanti provenienti da impianti di conversione dell'energia e da mezzi di trasporto e sulle modalità di diffusione e trasporto degli inquinanti in atmosfera. Acquisizione delle competenze necessarie per l'utilizzazione di modelli di previsione ai fini della predisposizione di studi di impatto ambientale (SIA). Analisi dei sistemi energetici alla luce della loro interazione con l'ambiente e del loro sviluppo. Studio dei sistemi e delle tecnologie di misura, controllo e abbattimento delle emissioni inquinanti nel settore degli impianti di conversione dell'energia e in quello dei trasporti.

**Docente: CHIAVOLA ORNELLA**

Inquinamento atmosferico. Inquinamento su scala locale e su scala globale. Tipologia e formazione degli inquinanti. Effetti nocivi degli inquinanti. Caratterizzazione dell'atmosfera ai fini dell'analisi delle problematiche di inquinamento. Analisi degli impianti motori per la conversione dell'energia ai fini della determinazione della loro interazione con l'ambiente. Caratterizzazione delle sorgenti di emissione. Modelli di qualità dell'aria. Fenomeni di trasporto e diffusione e degli inquinanti in atmosfera. Modelli short-term e climatologici. Modelli deterministici e stocastici. Modello gaussiano. Impiego di codici di calcolo EPA per la valutazione dell'impatto ambientale di impianti motori per la conversione dell'energia. Elementi per la redazione di studi di impatto ambientale di sistemi energetici. Tecnologie per il riduzione delle emissioni inquinanti. Sistemi di controllo della produzione degli inquinanti e sistemi di rimozione delle emissioni solide e gassose in atmosfera. Emissioni acustiche da ambienti industriali. Caratterizzazione delle sorgenti di emissione ed analisi della propagazione in ambiente esterno. Tecnologie per il controllo delle emissioni acustiche. Quadro della normativa in materia di qualità dell'aria, di regolamentazione delle emissioni inquinanti ed acustiche.

## OLEODINAMICA E PNEUMATICA

in **GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO IMPIANTI E SISTEMI INDUSTRIALI - Secondo anno - Primo semestre, in PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO INGEGNERIA DEI VEICOLI - Secondo anno - Primo semestre, in PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO PROGETTAZIONE DEI SISTEMI MECCANICI - Secondo anno - Primo semestre**

ACQUISIZIONE DELLE CONOSCENZE DI BASE SULLE CARATTERISTICHE FUNZIONALI, IN CONDIZIONI STAZIONARIE, DEI COMPONENTI OLEODINAMICI E PNEUMATICI DI INTERESSE PER L'INGEGNERIA INDUSTRIALE. ACQUISIZIONE DELLE COMPETENZE NECESSARIE PER LA PROGETTAZIONE DI IMPIANTI OLEODINAMICI E PNEUMATICI AD ARCHITETTURA COMPLESSA E AD ELEVATA INTEGRAZIONE CON COMPONENTI ELETTRICI E SISTEMI DI GESTIONE A LOGICA PROGRAMMABILE. AFFINAMENTO E CONSOLIDAMENTO DELLE CONOSCENZE PER L'IDENTIFICAZIONE DEL COMPORTAMENTO DINAMICO DI COMPONENTI E IMPIANTI OLEODINAMICI E PER L'ANALISI DI STABILITÀ DI SISTEMI INTEGRATI DI TIPO MECCANICO, IDRAULICO ED ELETTRICO.

**Docente: PALMIERI FULVIO**

Oleodinamica 1. Condizioni di efflusso notevoli in oleodinamica Flusso attraverso gli orifizi - Il coefficiente di efflusso  $C_e$  o "discharge coefficient CD" Flusso nei meati 2. Valvole Valvola limitatrice di pressione Valvola riduttrice di pressione Valvola regolatrice di portata RQ2 Valvola regolatrice di portata RQ3 Valvole a posizionamento continuo e caratteristiche Manipolatore oleodinamico Servovalvole e valvole proporzionali Servovalvole Nozzle-Flapper 3. Attuatori Classificazione e caratteristiche e degli attuatori lineari e rotativi 4. Operatori Classificazione delle pompe impiegate nell'oleodinamica Livello di pressione Regolarità della portata Variabilità della cilindrata Considerazioni su rapporto Costo/Prestazioni 5. Fluidi, accumulatori e tubazioni Funzioni del fluido nei sistemi oleodinamici Definizione e caratterizzazione della comprimibilità Comprimibilità effettiva Filtrazione Condizionamento termico Accumulatori Tubazioni 6. Perdite nelle macchine operatrici e motrici Modello di Wilson 7. Sistemi Gruppi di alimentazione a portata costante Gruppi di alimentazione a pressione costante Le trasmissioni idrostatiche, macchine a cilindrata variabile I sistemi "load sensing" Il controllo "automotivo" 8. Aspetti, componenti e sistemi legati alla divisione o ripartizione del flusso verso gli utilizzatori Divisori di flusso a posizionamento continuo Divisori a ingranaggi Divisori a logica proporzionale 9. Controllo di attuatori lineari e rotativi Linearizzazione dei sistemi oleodinamici intorno al punto di funzionamento nominale Caratterizzazione del comportamento delle valvole a posizionamento continuo Caratterizzazione dei sistemi dinamici del primo e del secondo ordine mediante i parametri canonici Controllori industriali di tipo PID Sistemi "valve-controlled" Sistemi "pump-controlled" (cilindrata variabile, velocità del motore primo variabile) Sistemi oleodinamici in ambito "meccatronico" 10. Progetto di sistemi oleodinamici Progetto di un sistema o di un componente oleodinamico e verifica delle sue prestazioni in condizioni stazionarie e dinamiche mediante l'impiego del codice di simulazione AMESim®. Pneumatica 11. Aspetti legati all'esercizio dei componenti pneumatici Flusso attraverso gli orifizi Carica e scarica di una capacità Caratteristica meccanica dei martinetti 12. Sistemi per la generazione e distribuzione dell'aria compressa Compressori Valvole Attuatori Gruppi per il trattamento dell'aria compressa Deumidificazione Filtrazione Gruppi di generazione e condizionamento 13. Aspetti funzionali e logici nella gestione degli impianti pneumatici Diagrammi movimento fasi Grafcet descrittivo, grafcet funzionale, grafcet contratto Soluzioni per il controllo di due o più attuatori pneumatici e problematiche legate all'insorgenza dei segnali bloccanti Tecnica della memoria ausiliaria Tecnica delle memorie in cascata Sequenziatori Elettropneumatica a relé Sistemi gestiti da PLC

## ENERGETICA ELETTRICA

in **ENERGETICA E SOSTENIBILITA' INDIRIZZO CONVERSIONE DELL'ENERGIA - Secondo anno - Primo semestre, in ENERGETICA E SOSTENIBILITA' INDIRIZZO SOSTENIBILITA' E AMBIENTE - Secondo anno - Primo semestre**

Lo studente verrà posto in grado di familiarizzare con le problematiche relative all'efficienza energetica alla luce del fabbisogno energetico delle utenze industriali e del terziario. Saranno forniti gli strumenti per comprendere le problematiche della generazione elettrica distribuita con riguardo alla generazione elettrica da fonti rinnovabili, fotovoltaico ed eolico, e dei diversi sistemi di accumulo. Per i sistemi sopradetti verranno trattati i problemi che sono alla base delle scelte dei sistemi di connessione alla rete elettrica ed i sistemi attivi per ridurre le cause di inquinamento della rete stessa.

**Docente: CRESCIMBINI FABIO**

Il vettore energetico "elettricità" e la sua produzione nei contesti mondiale, europeo e nazionale. Macrosettori di utilizzazione dell'elettricità e tipici diagrammi di carico del sistema elettrico di trasmissione e di distribuzione. Cenni sul mercato dell'energia elettrica in Italia. Fonti energetiche rinnovabili: quadro generale; contesto globale, europeo e nazionale. Aspetti tecnici della transizione tecnologica verso la generazione distribuita, le comunità energetiche e lo smart-grid. Efficienza energetica degli impianti elettrici utilizzatori (norma CEI 64-8/8-1): localizzazione dei quadri elettrici (metodo del baricentro elettrico), scelta della taglia dei trasformatori della cabina di distribuzione, perdite nei conduttori, criteri di progettazione per zone/utilizzo/maglie, motori elettrici ad alta efficienza e azionamenti a velocità variabile per la gestione dei fluidi, gestione dei carichi elettrici, correzione del fattore di potenza, qualità dell'alimentazione e continuità del servizio. Dispositivi per l'accumulo di energia per la gestione di fonti rinnovabili non programmabili: accumulatori elettrochimici, sistemi combinati accumulatore elettrochimico e supercondensatori, sistemi superconducting magnetic energy storage (SMES), sistemi per la produzione e l'accumulo di idrogeno (P2G). Sistemi di generazione elettrica con celle a combustibile. Convertitori elettronici di potenza DC-DC per la regolazione e il controllo della potenza in corrente continua ai terminali di generatori elettrici (moduli fotovoltaici, celle a combustibile) o di sistemi di accumulo. Caratteristiche della radiazione solare e di funzionamento di una cella fotovoltaica. Moduli fotovoltaici e tipiche configurazioni dei campi fotovoltaici per la generazione stand-alone o per il collegamento in rete. Algoritmi di maximum power point tracking. Norma CEI 0-21 e aspetti di regolazione e controllo nei sistemi connessi alla rete. Sistemi di generazione da fonte eolica: producibilità potenziale e cenni sul principio di funzionamento di un aeromotore. Curva di potenza di un aeromotore e tipico campo di funzionamento in relazione alla velocità del vento. Architetture dei sistemi eolici a velocità fissa o a velocità variabile con macchina elettrica sincrona oppure asincrona con rotore a gabbia o con rotore avvolto. Algoritmi di controllo per la regolazione di maximum power point tracking nei sistemi eolici a velocità variabile e algoritmi di regolazione della potenza attiva e reattiva dei sistemi collegati alla rete. Parchi eolici offshore e sistemi HVDC per il collegamento con la rete elettrica. Cenni sui sistemi di generazione idroelettrica con impianti ad acqua fluente o a bacino. Generazione distribuita con sistemi mini o micro-idraulici per funzionamento in isola o in parallelo alla rete. Accumulo di energia con sistemi di pompaggio. Cenni sulla generazione idroelettrica da onde e maree.

## GESTIONE DELLA PRODUZIONE INDUSTRIALE

**in GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO FABBRICAZIONE - Secondo anno - Secondo semestre**

Fornire gli elementi metodologici necessari ad effettuare la pianificazione, programmazione ed il controllo della produzione negli impianti industriali, con particolare riferimento ai sistemi produttivi manifatturieri, sia in caso di produzione a magazzino che su commessa, analizzando le differenze tra sistemi push e pull. Vengono inoltre discusse le problematiche di stima delle prestazioni dei sistemi produttivi in contesti reali e si illustrano i legami tra gestione della produzione, strategia aziendale, pianificazione della capacità produttiva, e gestione delle scorte.

**Docente: CAPUTO ANTONIO CASIMIRO**

Il sistema azienda: struttura, obiettivi, funzioni aziendali, le tipologie di struttura organizzativa. Classificazione dei sistemi di produzione. Le misure di prestazione dei sistemi di produzione. Rappresentazione e mappatura dei processi di produzione. Tecniche per la stima delle prestazioni dei sistemi produttivi. Legami tra WIP, Throughput e Tempo di attraversamento ed influenza della variabilità. Approcci alla diagnostica e miglioramento delle prestazioni dei sistemi manifatturieri. Il dimensionamento dei lotti di produzione (lotto economico di produzione ed estensione al caso multiprodotto). La produzione per campagne (determinazione del numero ottimale di campagne e della loro durata ottimale). Effetto della dimensione dei lotti sul tempo di attraversamento. La previsione della domanda. Gli elementi che caratterizzano la domanda e la sua variabilità (fluttuazioni random, trend, stagionalità e ciclicità). Tecniche previsionali qualitative e quantitative. Metodi causali basati su regressione lineare. Metodi basati su serie storiche (media mobile, media mobile pesata, media con smorzamento esponenziale con e senza trend). Metodi di stima della domanda stagionale. Criteri di stima degli errori di previsione (CFE, MAPE, MAD, TS). La previsione di domanda per i nuovi prodotti (stime della dimensione del mercato e modello di Bass). Pianificazione, programmazione e controllo della produzione. Analisi P-Time e D-Time, la legge di Little. Logiche di gestione Push e Pull. Produzione a magazzino (Make to Stock) e produzione su commessa (Assemble to Order, Make to Order ed Engineering to Order). Gerarchia delle fasi di pianificazione, programmazione e controllo e le loro interazioni con le decisioni strategiche e la pianificazione della capacità produttiva. Pianificazione aggregata. Criteri di adeguamento della capacità produttiva alla domanda. Metodi empirici (piani zero-inventory, piani level work force, piani misti) e modelli di ottimizzazione LP per la redazione del piano aggregato. Il Piano Principale di Produzione. Criteri per la disaggregazione del piano aggregato e redazione del Piano principale di Produzione. La gestione della distinta base. Piano principale di produzione MTS E ATO. Programmazione di medio periodo e pianificazione dei fabbisogni. Il metodo MRPI e II. La verifica di capacità (Capacity Requirements Planning). Criteri di lottizzazione dei fabbisogni. Stima capacità Available to Promise. Limiti e vincoli del sistema MRP. Programmazione operativa I piani operativi di produzione ed il Final Assembly Schedule. Criteri operativi e tecniche euristiche per lo scheduling delle risorse e l'assegnazione delle priorità. Sequencing di linee di produzione multimodel e mixed model. Il controllo avanzamento della produzione. Sistemi di produzione pull. Il sistema Kanban, il livellamento della produzione ed il sequencing di linee mixed model. Il sistema CONWIP. Confronto prestazionale tra sistemi push e pull. Richiami di gestione delle scorte. Funzione e criteri di classificazione delle scorte. I costi rilevanti nella gestione delle scorte. I materiali a domanda dipendente e indipendente. La gestione dei materiali a domanda indipendente: lotto economico con consegne istantanee e graduali, lotto economico con sconti quantità, la gestione a livello di riordino e a ciclo di riordino. La gestione degli articoli a forte movimentazione (copertura totale e copertura libera). Criteri per la determinazione della scorta di sicurezza (ricerca dell'ottimo economico e valutazione del livello di servizio). I benefici della centralizzazione delle scorte. La gestione a fabbisogno, lot by lot e lotto economico dinamico. Decisioni di approvvigionamento sul singolo periodo (newsboy model). L'analisi ABC, le misure di prestazione dei magazzini (indice di rotazione, periodo di copertura, indici di efficienza del servizio).

## IMPIANTI E SISTEMI DI PRODUZIONE

**in GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO IMPIANTI E SISTEMI INDUSTRIALI - Secondo anno - Secondo semestre**

.....

### FONDAMENTI DI IMPIANTI INDUSTRIALI II

**in GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO IMPIANTI E SISTEMI INDUSTRIALI - Secondo anno - Secondo semestre**

IL CORSO INTENDE FORNIRE GLI ELEMENTI METODOLOGICI DI BASE NECESSARI AD EFFETTUARE LA PIANIFICAZIONE, PROGETTAZIONE E GESTIONE DEI SERVIZI GENERALI DI IMPIANTO CONNESSI AI SISTEMI DI PRODUZIONE.

#### GESTIONE DELLA PRODUZIONE INDUSTRIALE

in **GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO IMPIANTI E SISTEMI INDUSTRIALI - Secondo anno - Secondo semestre**

Fornire gli elementi metodologici necessari ad effettuare la pianificazione, programmazione ed il controllo della produzione negli impianti industriali, con particolare riferimento ai sistemi produttivi manifatturieri, sia in caso di produzione a magazzino che su commessa, analizzando le differenze tra sistemi push e pull. Vengono inoltre discusse le problematiche di stima delle prestazioni dei sistemi produttivi in contesti reali e si illustrano i legami tra gestione della produzione, strategia aziendale, pianificazione della capacità produttiva, e gestione delle scorte.

**Docente: CAPUTO ANTONIO CASIMIRO**

Il sistema azienda: struttura, obiettivi, funzioni aziendali, le tipologie di struttura organizzativa. Classificazione dei sistemi di produzione. Le misure di prestazione dei sistemi di produzione. Rappresentazione e mappatura dei processi di produzione. Tecniche per la stima delle prestazioni dei sistemi produttivi. Legami tra WIP, Throughput e Tempo di attraversamento ed influenza della variabilità. Approcci alla diagnostica e miglioramento delle prestazioni dei sistemi manifatturieri. Il dimensionamento dei lotti di produzione (lotto economico di produzione ed estensione al caso multiprodotto). La produzione per campagne (determinazione del numero ottimale di campagne e della loro durata ottimale). Effetto della dimensione dei lotti sul tempo di attraversamento. La previsione della domanda Gli elementi che caratterizzano la domanda e la sua variabilità (fluttuazioni random, trend, stagionalità e ciclicità). Tecniche previsionali qualitative e quantitative. Metodi causali basati su regressione lineare. Metodi basati su serie storiche (media mobile, media mobile pesata, media con smorzamento esponenziale con e senza trend). Metodi di stima della domanda stagionale. Criteri di stima degli errori di previsione (CFE, MAPE, MAD, TS). La previsione di domanda per i nuovi prodotto (stime della dimensione del mercato e modello di Bass). Pianificazione, programmazione e controllo della produzione Analisi P-Time e D-Time, la legge di Little. Logiche di gestione Push e Pull. Produzione a magazzino (Make to Stock) e produzione su commessa (Assemble to Order, Make to Order ed Engineering to Order). Gerarchia delle fasi di pianificazione, programmazione e controllo e le loro interazioni con le decisioni strategiche e la pianificazione della capacità produttiva. Pianificazione aggregata Criteri di adeguamento della capacità produttiva alla domanda. Metodi empirici (piani zero-inventory, piani level work force, piani misti) e modelli di ottimizzazione LP per la redazione del piano aggregato. Il Piano Principale di Produzione Criteri per la disaggregazione del piano aggregato e redazione del Piano principale di Produzione. La gestione della distinta base. Piano principale di produzione MTS E ATO. Programmazione di medio periodo e pianificazione dei fabbisogni. Il metodo MRPI e II. La verifica di capacità (Capacity Requirements Planning). Criteri di lottizzazione dei fabbisogni. Stima capacità Available to Promise. Limiti e vincoli del sistema MRP. Programmazione operativa I piani operativi di produzione ed il Final Assembly Schedule. Criteri operativi e tecniche euristiche per lo scheduling delle risorse e l'assegnazione delle priorità. Sequencing di linee di produzione multimodel e mixed model. Il controllo avanzamento della produzione. Sistemi di produzione pull Il sistema Kanban, il livellamento della produzione ed il sequencing di linee mixed model. Il sistema CONWIP. Confronto prestazionale tra sistemi push e pull. Richiami di gestione delle scorte Funzione e criteri di classificazione delle scorte. I costi rilevanti nella gestione delle scorte. I materiali a domanda dipendente e indipendente. La gestione dei materiali a domanda indipendente: lotto economico con consegne istantanee e gradual, lotto economico con sconti quantità, la gestione a livello di riordino e a ciclo di riordino. La gestione degli articoli a forte movimentazione (copertura totale e copertura libera). Criteri per la determinazione della scorta di sicurezza (ricerca dell'ottimo economico e valutazione del livello di servizio). I benefici della centralizzazione delle scorte. La gestione a fabbisogno ,lot by lot e lotto economico dinamico. Decisioni di approvvigionamento sul singolo periodo (newsboy model). L'analisi ABC, le misure di prestazione dei magazzini (indice di rotazione, periodo di copertura, indici di efficienza del servizio).

#### Lineamenti di Diritto per l'Ingegneria Industriale

in **GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO FABBRICAZIONE - Primo anno - Primo semestre, in PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO PROGETTAZIONE DEI SISTEMI MECCANICI - Primo anno - Primo semestre**

"Il corso si propone di fornire agli studenti del corso di laurea in Ingegneria Industriale i fondamenti del diritto, partendo dai rudimenti essenziali e sino ad andare alle leggi speciali in materia di diritto dei consumatori e brevetti. Ci si propone inoltre di sensibilizzare i futuri professionisti rispetto alle caratteristiche proprie degli schemi contrattuali che incontreranno nel corso della propria attività futura e, in ultima analisi, di analizzare i profili della responsabilità civile, anche per mezzo di casi pratici"

**Docente: PAOLONI JACOPO**

MODULO 1 – Diritto e Ordinamento 1. Le regole del diritto 2. Cos'è un ordinamento giuridico 3. Ogni ordinamento è un sistema 4. Costituzione e ordinamento costituzionale 5. Le principali teorie della costituzione 6. Diritto pubblico e diritto privato MODULO 2 – La giurisdizione 1. La giurisdizione 2. Garanzie costituzionali ed internazionali della giurisdizione 3. La giurisdizione ordinaria 4. Limiti alla giurisdizione ordinaria 5. La giurisdizione italiana 6. Inderogabilità della giurisdizione italiana MODULO 3 – Le fonti del diritto 1. Definizione di fonti del diritto. Fonti di cognizione e fonti di produzione 2. L'elenco attuale delle fonti del diritto 3. I criteri di coordinamento fra le fonti del diritto: il principio gerarchico; il 4. principio di competenza; il principio cronologico 5. (a) Il principio gerarchico 6. b) Il principio di competenza 7. (c) Il principio cronologico 8. La Costituzione, le leggi di revisione costituzionale e le leggi costituzionali 9. L'illegittimità costituzionale delle norme di legge. La Corte costituzionale 10. La Costituzione ed i rapporti di diritto privato 11. Le fonti comunitarie 12. Le leggi e gli altri atti aventi "forza di legge" 13. I codici e la loro posizione nel sistema delle fonti del diritto 14. La funzione dei codici 15. Il codice civile italiano: cenni storici 16. Le partizioni del codice civile italiano. La legislazione settoriale e le nuove codificazioni 17. Gli statuti e le leggi regionali 18. I regolamenti 19. Gli usi normativi (o la consuetudine) 20. Usi normativi, usi negoziali ed usi interpretativi: differenze 21. L'equità 22. La giurisprudenza: sistema di Civil law e di Common law MODULO 4 – Obbligazioni e contratti 1. L'obbligazione 2. L'adempimento 3. L'obbligazione: i suoi modi di estinzione e l'inadempimento 4. La mora del creditore, le obbligazioni solidali e alternative 5. Le obbligazioni pecuniarie 6. Le modificazioni del lato passivo e del lato attivo dell'obbligazione 7. Il risarcimento del danno: disciplina e criteri di determinazione 8. Tutela risarcitoria 9. Il contratto in generale 10. I vincoli nella formazione del contratto e la responsabilità precontrattuale 11. Disciplina della rappresentanza e causa del contratto 12. La forma 13. Elementi accidentali 14. Nullità 15. Annullabilità 16. Risoluzione 17. Rescissione 18. Le «altre» fonti delle obbligazioni 19. La responsabilità aquiliana 20. La funzione della responsabilità aquiliana e le cause di giustificazione 21. Le responsabilità aquiliana c.d. speciale 22. Il danno non patrimoniale 23. Contratto di compravendita 24. I contratti di godimento e i contratti di prestito MODULO 5 – Contratti e diritti del consumatore 1. Premessa. La genesi e le ragioni del diritto dei consumatori 2. I soggetti: il «consumatore» ed il «professionista». 3. La tutela del contraente debole nei rapporti fra imprenditori 4. L'«educazione del consumatore»; gli obblighi di informazione, la comunicazione pubblicitaria e la promozione commerciale 5. I contratti del consumatore e le clausole

vessorie 6. 361-bis. L'informazione precontrattuale nella novella del 2014 7. I contratti negoziati fuori dai locali commerciali e i contratti a distanza. Il «commercio elettronico». La commercializzazione a distanza di servizi finanziari 8. 363-bis. Il credito al consumo 9. Tutele speciali: azioni inibitorie e azione collettiva risarcitoria MODULO 6 – Il Contratto di appalto 1. Delimitazione della figura negoziale 2. Inquadramento sistematico 3. Causa concreta dell'appalto 4. Il contenuto: obbligazioni principali e accessorie 5. I soggetti dell'appalto 6. La forma 7. Appalto e figure affini 8. L'esecuzione dell'appalto 9. Variazioni in corso d'opera 10. L'onerosità sopravvenuta e la difficoltà esecutiva 11. L'ultimazione dell'appalto: verifica, collaudo, accettazione, consegna e pagamento 12. Garanzia per difformità e vizi dell'opera: presupposti e rimedi 13. La responsabilità per rovina o difetti di cose immobili 14. Cause di scioglimento dell'appalto MODULO 7 – Proprietà intellettuale e Brevetti 1. Funzione e struttura del brevetto 2. La definizione dell'invenzione 3. I requisiti di brevettabilità 4. La procedura di brevettazione 5. I diritti nascenti dall'invenzione 6. L'invenzione del prestatore di lavoro e l'invenzione su commessa 7. Estensione e tutela del brevetto 8. La circolazione dei diritti al brevetto e dei diritti di brevetto 9. Estinzione e nullità del brevetto 10. Settori nuovi e brevetti speciali 11. I brevetti industriali MODULO 8 – La responsabilità civile dell'ingegnere 1. Caratteri generali della responsabilità 2. La normativa sulla sicurezza e salute sul luogo di lavoro 3. La normativa sulla sicurezza nei cantieri 4. La normativa sugli appalti pubblici 5. La dichiarazione di inizio attività

## INTELLIGENZA ARTIFICIALE PER L'INGEGNERIA

in **GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO FABBRICAZIONE - Secondo anno - Secondo semestre**, in **GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO IMPIANTI E SISTEMI INDUSTRIALI - Secondo anno - Secondo semestre**

Dopo una introduzione agli algoritmi fondamentali dell'Intelligenza Artificiale (IA), verrà mostrato come l'IA sia un potente alleato nella progettazione in campo ingegneristico. Verranno studiate ed indagate diverse applicazioni trasversali dell'Ingegneria: dalla risoluzione e ottimizzazione di modelli matematici e sistemi fisici, all'analisi e classificazione di dati. Al termine del corso, gli studenti saranno in grado di utilizzare tecniche di IA anche senza l'utilizzo di librerie o software specifici.

**Docente: RIGANTI FULGINEI FRANCESCO**

Introduzione all'Intelligenza Artificiale Modellistica numerica ed uso del computer nel calcolo scientifico Reti neurali artificiali: il perceptrone multistrato (MLP) Interpolazione ed approssimazione con reti neurali (regressione lineare e non lineare), esempio grafico anche in 3D Addestramento supervisionato: algoritmo di backpropagation per il calcolo del gradiente della funzione di errore di un MLP Introduzione all'ottimizzazione: algoritmi di addestramento Reti neurali convolutive (CNN) Reti neurali ricorsive (RNN) Addestramento non supervisionato Addestramento a rinforzo Reti neurali generative Algoritmi genetici Swarm intelligence Sviluppo di codici sorgenti in C/C++ come librerie per Matlab e Python Esempi di applicazioni: Simulazione di una cella solare con reti neurali Reti neurali per ottimizzazione di pannelli solari Solarimetro neurale Risoluzione dei circuiti termici Calcolo dei parametri del modello statico di Jiles – Atherton Calcolo dei parametri del modello ad un diodo di una cella solare

## Strumenti e metodi di progettazione

in **GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO FABBRICAZIONE - Secondo anno - Primo semestre**, in **GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO IMPIANTI E SISTEMI INDUSTRIALI - Secondo anno - Primo semestre**, in **PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO INGEGNERIA DEI VEICOLI - Secondo anno - Primo semestre**, in **PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO PROGETTAZIONE DEI SISTEMI MECCANICI - Secondo anno - Primo semestre**

• Conoscenza delle basi teoriche e della funzionalità della modellazione 3D e dell'analisi e ottimizzazione strutturale di elementi e sistemi meccanici; • Conoscenza dei metodi per lo sviluppo e l'ingegnerizzazione di componenti e sistemi meccanici; • Capacità di utilizzare software per la modellazione 3D e l'analisi e l'ottimizzazione strutturale. • Capacità di utilizzare metodi e strumenti per la progettazione strutturale di componenti e sistemi meccanici;

**Docente: CICCONE PAOLO**

L'insegnamento permette agli studenti di acquisire conoscenze avanzate sull'utilizzo di strumenti e metodi di progettazione impiegati nel contesto dell'ingegneria industriale. Tali strumenti e metodi riguardano la modellazione avanzata con software di Computer-Aided Design (CAD), la simulazione con strumenti del tipo Computer-Aided Engineering (CAE), l'ottimizzazione strutturale basata su analisi FEM, tecniche di Design for Additive Manufacturing, esempi di Design for X come Design for Manufacturing and Assembly, e basi per lo studio del ciclo di vita del prodotto (Life Cycle Assessment – LCA) partendo dal modello CAD. Per quanto riguarda lo studio di ottimizzazione, sarà approfondita sia l'ottimizzazione parametrica che l'ottimizzazione topologica. Lo studente sarà impiegato su casi studio multidisciplinari al fine di integrare le nozioni acquisite in altri insegnamenti e fare al tempo stesso pratica con l'utilizzo dei sistemi di modellazione e simulazione avanzata. L'obiettivo finale del corso è quello di far acquisire conoscenze e competenze sui vari strumenti e metodi da impiegare per una progettazione avanzata di prodotto e sistema, basata su tecniche di prototipazione virtuale integrate con analisi di ottimizzazione e di valutazione del ciclo di vita. Programma nel dettaglio: 1. Progettazione Ingegneristica • fasi della progettazione ingegneristica • Configurazione e modularità di prodotto. Differenze tra Configure-to-Order e Engineer-to-Order. 2. Gestione del Ciclo di Vita del Prodotto • Introduzione al Product Life Cycle Management (PLM) per la gestione del ciclo di vita del prodotto. 3. Modellazione Geometrica con strumenti CAD • La modellazione CAD feature-based e le tecniche di gestione avanzata dei parametri. • PMI: annotazioni nel modello 3D. • Cenni sulla modellazione delle superfici. 4. Interfacce di programmazione • Linguaggi di programmazione per l'interfaccia CAD. • Esempi di sviluppo. 5. Strumenti CAE: Ingegneria Assistita da Calcolatore • Introduzione sistemi CAE e applicazioni. • Interfacciamento ed interoperabilità tra sistemi CAD/CAE. • Strumenti software per la simulazione numerica agli elementi finiti – FEM. • Simulazioni strutturali. 6. Strumenti di Ottimizzazione • Strumenti e metodi di ottimizzazione parametrica. • Ottimizzazione multi-obiettivo. • Ottimizzazione Topologica nelle simulazioni FEM. • Esempi. 7. Ingegneria Inversa • Strumenti ottici di acquisizione dei modelli 3D. • Caso studio con scanner 3D. 8. Progettazione per la stampa additiva – Additive Manufacturing • Tecnologie di Stampa 3D, 3D Printing da polveri metalliche. • Modellazione applicando strutture reticolari. • Struttura di supporto e orientazione. • Design for Additive Manufacturing: fasi, strumenti, e sviluppo del Progetto. • Strumenti CAD/CAE per il progetto additivo. 9. Design for X • Design for X: definizioni ed esempi di Design for Assembly and Design for Disassembly, etc. • Principi di Life Cycle Assessment per il settore industriale. • Metodi di Ecodesign supportati da analisi Life Cycle Assessment (Design for Sustainability). 10. Modellazione del Piping 3D per il settore industriale • Tubazioni 3D modellate tramite strumenti CAD 3D.

**Docente: GIORGETTI ALESSANDRO**

• Conoscenza delle basi teoriche e della funzionalità della modellazione 3D e dell'analisi e ottimizzazione strutturale di elementi e sistemi meccanici; • Conoscenza dei metodi per lo sviluppo e l'ingegnerizzazione di componenti e sistemi meccanici; • Capacità di utilizzare software per la modellazione 3D e l'analisi e l'ottimizzazione strutturale. • Capacità di utilizzare metodi e strumenti per la progettazione strutturale di componenti e sistemi meccanici;

## Sistemi per conversioni energetiche da fonti rinnovabili

in **ENERGETICA E SOSTENIBILITA' INDIRIZZO CONVERSIONE DELL'ENERGIA - Secondo anno - Secondo semestre**, in **ENERGETICA E SOSTENIBILITA' INDIRIZZO SOSTENIBILITA' E AMBIENTE - Secondo anno - Secondo semestre**

Lo scopo del corso è quello di fornire agli allievi le conoscenze per effettuare lo studio dei sistemi sede di processi di conversione energetica a partire da fonti rinnovabili. Al termine del corso l'allievo avrà un quadro aggiornato delle soluzioni impiantistiche disponibili e delle linee di sviluppo futuro. Egli saprà, a livello metodologico, impostare l'analisi dei suddetti sistemi e determinarne le prestazioni in termini di rendimento e potenza.

**Docente: SALVINI CORIOLANO**

Fonti primarie di energia e fabbisogni energetici: classificazione delle fonti energetiche, disponibilità e fabbisogni di energia, distribuzione e utilizzazione dell'energia. Transizione energetica: scenario attuale, obiettivi a medio e lungo termine, ostacoli e barriere all'uso delle energie rinnovabili. Energia potenziale idraulica: disponibilità della risorsa, impianti motori idraulici ad acqua fluente, a bacino, micro e mini hydro. Energia geotermica: classificazione dei sistemi geotermici, tecnologie per utilizzazione di sistemi geotermici a bassa ed alta entalpia per applicazioni termiche e produzione di potenza. Energia solare: disponibilità della risorsa, pannelli solari, tecnologie per la concentrazione della radiazione, impianti per la produzione di potenza elettrica. Energia eolica: stima della disponibilità della risorsa, tipologie di macchine eoliche, principi di funzionamento, prestazioni, problemi tecnologici e di installazione, impatto ambientale. Energia da biomasse: classificazione e caratterizzazione delle biomasse, uso di biomasse per produzione di potenza, combustibili liquidi e gassosi derivati da biomasse. Energie rinnovabili in ambito marino: classificazione, disponibilità, sistemi per produzione di potenza. Sistemi di Accumulo Energetico: classificazione, principi di funzionamento, prestazioni techno-economiche

## TURBOMACCHINE

in **ENERGETICA E SOSTENIBILITA' INDIRIZZO CONVERSIONE DELL'ENERGIA - Secondo anno - Primo semestre**, in **ENERGETICA E SOSTENIBILITA' INDIRIZZO SOSTENIBILITA' E AMBIENTE - Secondo anno - Primo semestre**

Scopo del corso è fornire allo studente nozioni relative al dimensionamento di turbomacchine idrauliche e a fluido elastico, operatrici e motrici, tenendo conto delle specifiche di progetto e dei più comuni vincoli fluidodinamici e meccanici. Lo studente, imparerà ad ottimizzare i gradi di libertà di progetto sulla base di specifici obiettivi. Inoltre, assegnata la geometria della macchina, sarà in grado di calcolarne le mappe prestazionali.

**Docente: GIOVANNELLI AMBRA**

Teoria della similitudine applicata al campo turbomacchinistico - Criteri di similitudine e limiti; - Raggruppamento delle variabili in numeri adimensionali; - Applicazioni notevoli nel dimensionamento e nell'analisi di turbomacchine; Turbomacchine idrauliche 1) Turbopompe centrifughe e assiali - Principi di funzionamento e prestazioni - Influenza della cavitazione nella selezione e nel progetto di turbopompe; - Dimensionamento delle giranti centrifughe - Dimensionamento delle giranti ad elica - Dimensionamento di diffusori lisci, palettati, canali di ritorno e volute di raccolta - Parametri che influenzano le prestazioni delle turbopompe - Cenni relativi alla regolazione e sistemi di adescamento. 2) Turbine idrauliche - Principi di funzionamento e prestazioni; - Dimensionamento delle turbine Pelton; - Dimensionamento di turbine idrauliche a reazione (Francis e Kaplan); - Tubi diffusori - Cavitazione nelle turbine a reazione; - Curve di rendimento e diagrammi collinari; - Principi di regolazione Turbomacchine a fluido elastico 3) Fluidodinamica di flussi intubati - Richiami di termodinamica e gasdinamica elementare; - Efflussi bi-dimensionali non viscosi, vorticità, Teorema di Crocco, urti retti, obliqui e curvi. Urti e vantaggi di espansione su profili complessi. - Profili bi-dimensionali in schiere - Strati limite su profili complessi, effetto dei gradienti di pressione per profili isolati e in schiera, strati limite termici. - Teoria della resistenza: resistenza di forma, di attrito, indotta e d'onda; - Interazione onde d'urto/strato limite - Effetti tri-dimensionali: flussi secondari. Vortici di passaggio, a ferro di cavallo, di spigolo, al bordo di uscita, altri fenomeni secondari. 4) Compressori assiali - Principi di funzionamento, prestazioni, adimensionalizzazione delle curve caratteristiche; - Dimensionamento preliminare della macchina; - Principali limiti al rapporto di compressione di stadio: massima velocità di trascinamento, effetti aerodinamici legati alla velocità assiale, massima deflessione del flusso (teoria alare corretta, carte di Howell etc.), "work-done factor". - Analisi del flusso al raggio medio: ottimizzazione del rendimento della falda fluida. - Leggi di svergolamento: a vortice libero, a grado di reazione costante, ad angolo assoluto ingresso rotore costante. - Ottimizzazione del rendimento di stadio in relazione alla legge di svergolamento adottata. - Correlazioni di perdita per uno stadio di compressore assiale. 5) Turbine a vapore - Principi di funzionamento e prestazioni - Analisi di uno stadio ad azione, a salti di velocità, a reazione. Confronto tra le diverse soluzioni - Rendimento di palettatura, perdite per ventilazione, per ammissione parzializzata e per umidità. - Dimensionamento preliminare di una turbina a vapore: suddivisione in corpi, definizione delle grandezze fondamentali per ogni corpo, dimensionamento alla linea media di ogni stadio, ottimizzazione della corrente alla linea media. 6) Espansori a gas assiali - Principi di funzionamento, prestazioni, adimensionalizzazione delle curve caratteristiche; - Dimensionamento preliminare alla linea media; - Leggi di svergolamento palare: vortice libero, legge ad angolo uscita statore costante. - Limiti sulle prestazioni del singolo stadio; - Cenni sulle tecniche di raffreddamento.

## MECCANICA DELLE VIBRAZIONI

in **GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO FABBRICAZIONE - Secondo anno - Secondo semestre**, in **PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO INGEGNERIA DEI VEICOLI - Secondo anno - Secondo semestre**, in **PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO PROGETTAZIONE DEI SISTEMI MECCANICI - Secondo anno - Secondo semestre**

Lo scopo del corso è quello di fornire agli studenti gli strumenti per l'analisi delle vibrazioni meccaniche nelle macchine. Durante il corso saranno introdotti sistemi discreti e continui (travi, funi, membrane, piastre e gusci) e le procedure per la modellazione di strutture meccaniche complesse anche attraverso l'ausilio del metodo degli elementi finiti. Saranno, inoltre, analizzati i problemi connessi con la rotodinamica.

**Docente: BOTTA FABIO**

•Vibrazioni di sistemi discreti a N gradi di libertà o Richiami sulle vibrazioni libere e forzate o Modi propri e frequenze proprie o Ortogonalità dei modi propri o Calcolo della risposta a un carico variabile nel tempo tramite il metodo della sovrapposizione modale •Vibrazioni di sistemi continui o Vibrazioni assiali, flessionali e torsionali degli alberi o Vibrazioni trasversali nelle funi • Soluzione propagativa • Soluzione stazionaria o Vibrazioni trasversali nelle membrane o Vibrazioni flessionali nelle piastre o Vibrazioni nei gusci o Calcolo di modi e frequenze proprie di vibrazione per le diverse condizioni di vincolo o Calcolo della risposta a un carico variabile nel tempo con la tecnica modale •Il Metodo degli Elementi Finiti o La discretizzazione di un sistema reale o Le funzioni di forma e modelli di interpolazione o Deformazioni e caratteristiche di sollecitazione in funzione degli spostamenti nodali o Applicazione del principio dei lavori virtuali o Le matrici di massa e rigidità per il singolo elemento e per l'intero sistema o Introduzione dei vincoli o Calcolo di modi e frequenze proprie •Dinamica dei rotori o Velocità critiche di rotazione o Bilanciamento statico e dinamico dei rotori

## MOTORI A COMBUSTIONE INTERNA PER LO SVILUPPO SOSTENIBILE

**in ENERGETICA E SOSTENIBILITA' INDIRIZZO CONVERSIONE DELL'ENERGIA - Secondo anno - Primo semestre, in PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO INGEGNERIA DEI VEICOLI - Secondo anno - Primo semestre**

Acquisizione degli strumenti di analisi delle prestazioni di motori a combustione interna volumetrici e turbogas. Affinamento delle conoscenze relative alle problematiche legate alla termofluidodinamica, alla combustione, alla formazione e controllo degli inquinanti ed alla gestione dell'insieme motore-utilizzatore in un'ottica di sviluppo sostenibile.

**Docente: CHIAVOLA ORNELLA**

Architettura dei motori volumetrici ad accensione spontanea e comandata. Caratteristiche e prestazioni dell'insieme motore-utilizzatore per diverse applicazioni. Architettura delle turbine a gas per la propulsione e per impieghi industriali. Analisi delle prestazioni e valutazione delle caratteristiche funzionali di compressori, camere di combustione, turbine, e dei principali sistemi ausiliari per differenti assetti e diverse condizioni operative e ambientali. Modalità di regolazione dei principali componenti e dell'insieme turbina a gas-utilizzatore. Alimentazione nei motori volumetrici: analisi quasi-stazionaria del flusso nei condotti e attraverso le valvole; fenomeni non stazionari nei sistemi di aspirazione e scarico. La sovralimentazione. Prestazioni quasi-stazionarie dei principali componenti dei turbogas. L'aerodinamica interna della camera di combustione per le diverse condizioni di esercizio, i flussi di calore alle pareti e le tecniche di raffreddamento. Caratterizzazione dei combustibili impiegati nei motori a combustione interna volumetrici e nei turbogas: combustibili convenzionali, idrogeno, combustibili da biomasse e combustibili sintetici per applicazioni in blends o puri. Combustione nei motori ad accensione comandata e spontanea e formazione degli inquinanti. Modelli di interpretazione dei fenomeni e di analisi del processo di combustione. Tecniche di indagine e di misura. Formazione degli inquinanti. La combustione nei combustori di turbine a gas, impiego di combustibili gassosi e liquidi, formazione degli inquinanti. Sistemi di post trattamento dei gas combusti, analisi delle possibili configurazioni e modalità di gestione dell'insieme motore-sistema aftertreatment per la riduzione dell'impatto ambientale e dei consumi. Tecniche di misura delle emissioni.

## SOSTENIBILITA' E IMPATTO AMBIENTALE

**in ENERGETICA E SOSTENIBILITA' INDIRIZZO CONVERSIONE DELL'ENERGIA - Secondo anno - Secondo semestre, in ENERGETICA E SOSTENIBILITA' INDIRIZZO SOSTENIBILITA' E AMBIENTE - Secondo anno - Secondo semestre**

Fornire agli allievi nozioni in materia di impatto ambientale delle attività antropiche, classificare gli impatti, illustrare il concetto di sostenibilità, descrivere procedure di valutazione di impatto ambientale e protocolli di certificazione ambientale. Illustrare esempi di valutazione di impatto ambientale e di mitigazione degli impatti.

**Docente: EVANGELISTI LUCA**

Argomenti trattati nel corso Il movimento sostenibile, popolazione e prosperità, cambiamento climatico, confronto tra efficienza energetica ed energie rinnovabili, risorse energetiche rinnovabili e non rinnovabili, teoria di base dell'atmosfera. Introduzione al concetto di sostenibilità: storia della sostenibilità e dello sviluppo sostenibile, i pilastri della sostenibilità e l'Agenda 2030. Indicatori di sostenibilità ambientale: generalità, modelli PSR e DPISR, indicatori europei comuni, Global Warming Potential e CO2 equivalente. Ecological Footprint, Carbon Footprint, Life Cycle Analysis, Water Footprint. Fenomeni di inquinamento globale. Valutazione di impatto ambientale. Inquinamento dell'aria, inquinamento acustico, inquinamento termico e inquinamento dei mari. Richiami di trasmissione del calore per la fisica dell'edificio. Diagnosi energetica degli edifici e Green Buildings. Software di simulazione energetica dinamica. Benessere termofisico. Termofluidodinamica, termografia, acquisizione parametri ambientali, metodo termometrico.

## FONDAMENTI DI IMPIANTI INDUSTRIALI I

**in ENERGETICA E SOSTENIBILITA' INDIRIZZO CONVERSIONE DELL'ENERGIA - Primo anno - Secondo semestre, in ENERGETICA E SOSTENIBILITA' INDIRIZZO SOSTENIBILITA' E AMBIENTE - Primo anno - Secondo semestre, in GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO FABBRICAZIONE - Primo anno - Secondo semestre, in GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO IMPIANTI E SISTEMI INDUSTRIALI - Primo anno - Secondo semestre, in PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO INGEGNERIA DEI VEICOLI - Primo anno - Secondo semestre, in PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO PROGETTAZIONE DEI SISTEMI MECCANICI - Primo anno - Secondo semestre**

IL CORSO INTENDE FORNIRE GLI ELEMENTI METODOLOGICI DI BASE NECESSARI PER LA PIANIFICAZIONE E LA PROGETTAZIONE DI IMPIANTI INDUSTRIALI, PREVALENTEMENTE DI TIPO MANIFATTURIERO, E LA REDAZIONE DEL RELATIVO STUDIO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA.

**Docente: CAPUTO ANTONIO CASIMIRO**

Descrizione delle tipologie di impianti industriali e sistemi di produzione. Criteri di classificazione. La funzione degli impianti nella strategia aziendale ed il legame con le operations. Analisi delle tecniche decisionali. Decisioni singolo criterio e multicriteri, decisioni in ambito deterministico, di rischio ed incertezza. Classificazione ed analisi dei costi industriali (costi fissi e variabili, costi di investimento ed esercizio, costi diretti ed indiretti, costi unitari, medi, marginali). L'equilibrio economico del sistema di produzione nel medio e lungo periodo. Analisi costi, volumi, profitto; volume di produzione ottimale, punto di pareggio, decisioni make or buy. Cenni ai metodi della programmazione lineare ed applicazione alla definizione del mix produttivo ottimale. Le fasi di progettazione di un impianto industriale e lo studio di fattibilità: preventivo tecnico, calcolo del capitale di investimento fisso e di esercizio, conto economico previsionale, analisi finanziaria. Analisi di redditività di iniziative industriali (elementi di matematica finanziaria, ammortamenti, flussi di cassa ed indici di valutazione economica: VAN, PBT, TIR, PI). Analisi di sensibilità e del rischio, decisioni in condizioni di incertezza. Durata ottima dei beni strumentali. Scelta tra apparecchiature alternative e decisioni di rinnovo dei macchinari. I fattori ubicazionali degli impianti ed i metodi quantitativi per la scelta dell'ubicazione. I criteri per la scelta della capacità produttiva. Descrizione del prodotto, dei cicli di produzione e scelta dei processi tecnologici. Dimensionamento delle risorse in regime deterministico (metodi a capacità) e stocastico (teoria delle code). Analisi della capacità delle risorse. Valutazione della saturazione ed identificazione colli di bottiglia. Calcolo numero di macchine nei job shop, bilanciamento linee di produzione, progettazione celle di fabbricazione. Legge di Little e misure di prestazione dei sistemi di produzione. Limiti alle prestazioni dei sistemi di produzione (best case, worst case, practical worst case). Code M/M/1, M/M/m, G/G/1, G/G/m. Reti di code (algoritmo di Jackson ed MVA). Criteri per la scelta della dimensione del lotto di produzione. Dimensionamento delle squadre di manutenzione. Dimensionamento dei serventi di macchine. Studio del lavoro e metodi di progettazione dei compiti. Misura del lavoro e definizione dei tempi standard: metodo del cronometraggio, dei tempi predeterminati, delle osservazioni istantanee. Progettazione del layout: metodi basati sulle relazioni di adiacenza o sui flussi di materiale, calcolo dei fabbisogni di spazio dei reparti. Trasporti interni di stabilimento: classificazione dei sistemi di trasporto e dimensionamento delle risorse necessarie. Tecniche di gestione dei progetti: pianificazione delle attività e rappresentazione mediante diagrammi di Gantt e grafi. Tecniche reticolari: PERT e CPM. Il controllo dei costi di progetto.

### Costruzione di macchine

in **ENERGETICA E SOSTENIBILITA' INDIRIZZO CONVERSIONE DELL'ENERGIA - Primo anno - Primo semestre**, in **ENERGETICA E SOSTENIBILITA' INDIRIZZO SOSTENIBILITA' E AMBIENTE - Primo anno - Primo semestre**, in **GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO FABBRICAZIONE - Primo anno - Primo semestre**, in **GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO IMPIANTI E SISTEMI INDUSTRIALI - Primo anno - Primo semestre**, in **PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO INGEGNERIA DEI VEICOLI - Primo anno - Primo semestre**, in **PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO PROGETTAZIONE DEI SISTEMI MECCANICI - Primo anno - Primo semestre**

Capacità di dimensionare macchine costituite da più elementi costruttivi, sistemi meccanici ed oleomeccanici

**Docente: MARINI STEFANO**

Ruote dentate di trasmissione, verifiche e calcolo. Dimensionamento di riduttori epicicloidali. Dimensionamento ingranaggi per pompe. Trasmissioni per cinghie. Trasmissioni per catene. Trasmissioni a fune. Freni e frizioni. Esercitazioni durante il corso ed esempi applicativi. Progettazione a fatica ad alto numero di cicli. Fatica a basso numero di cicli, plasticità monoassiale e multiassiale, comportamento ciclico, meccanica della frattura. Alberi a gomiti. Equilibratura, equilibratura alberi a gomiti.

### FONDAMENTI DI COSTRUZIONI AUTOMOBILISTICHE

in **PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO INGEGNERIA DEI VEICOLI - Secondo anno - Primo semestre**, in **PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO PROGETTAZIONE DEI SISTEMI MECCANICI - Secondo anno - Primo semestre**

CONOSCENZA DELLE PRINCIPALI CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DEI VEICOLI STRADALI.

### ULTERIORI ABILITÀ FORMATIVE

in **ENERGETICA E SOSTENIBILITA' INDIRIZZO CONVERSIONE DELL'ENERGIA - Secondo anno - Secondo semestre**, in **ENERGETICA E SOSTENIBILITA' INDIRIZZO SOSTENIBILITA' E AMBIENTE - Secondo anno - Secondo semestre**, in **GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO FABBRICAZIONE - Secondo anno - Secondo semestre**, in **GESTIONE INDUSTRIALE E SMART MANUFACTURING INDIRIZZO IMPIANTI E SISTEMI INDUSTRIALI - Secondo anno - Secondo semestre**, in **PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO INGEGNERIA DEI VEICOLI - Secondo anno - Secondo semestre**, in **PROGETTAZIONE MECCANICA E INGEGNERIA DEI VEICOLI INDIRIZZO PROGETTAZIONE DEI SISTEMI MECCANICI - Secondo anno - Secondo semestre**

....